



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

AUTOR: OLMEDO MOSQUERA, OSCAR OMAR

TEMA: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CON SISTEMA DE PISO GIRATORIO, PARA LA EMPRESA MANSIÓN DE LA COLINA

DIRECTOR: ING. NARANJO, CARLOS

CODIRECTOR: PhD. ING. CAIZA, PABLO

SANGOLQUÍ, MARZO 2014

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

La tesis de grado o titulado, “**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CON SISTEMA DE PISO GIRATORIO, PARA LA EMPRESA MANSIÓN DE LA COLINA**”, fue realizado en su totalidad por el señor OL MEDO MOSQUERA OSCAR OMAR, con o r equerimiento previo p ara la obtención del Tí tulo de Ingeniero Mecánico.

.....
Ing. Carlos Naranjo
DIRECTOR

.....
PhD. Ing. Pablo Caiza
CODIRECTOR

Sangolquí, 2014-03-05

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, OLMEDO MOSQUERA OSCAR OMAR.

DECLARO QUE:

La Tesis de grado titulado, “**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CON SISTEMA DE PISO GIRATORIO, PARA LA EMPRESA MANSIÓN DE LA COLINA**”, ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis de grado en mención.

.....
OLMEDO MOSQUERA
OSCAR OMAR
C.I. 1713986568

Sangolquí, 2014-03-05

AUTORIZACIÓN

Yo, OLMEDO MOSQUERA OSCAR OMAR.

Autorizo a la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la institución el trabajo de, Tesis de grado titulado, “**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CON SISTEMA DE PISO GIRATORIO, PARA LA EMPRESA MANSIÓN DE LA COLINA**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

.....
OLMEDO MOSQUERA
OSCAR OMAR
C.I. 1713986568

Sangolquí, 2014-03-05

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA CON SISTEMA DE PISO GIRATORIO, PARA LA EMPRESA MANSIÓN DE LA COLINA”

ELABORADO POR:

.....

OLMEDO MOSQUERA
OSCAR OMAR

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

.....

Ing. JOSÉ PÉREZ
DIRECTOR DE CARRERA

Sangolquí, 2014-03-05

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, un campo fértil y abundante de comprensión,
trabajo, apoyo incondicional y amor.
A Dios, por permitirme disfrutar de ellos.

Oscar Olmedo Mosquera

AGRADECIMIENTOS

Es sin duda, con la ayuda de quienes me aprecian, que he podido realizar este trabajo de titulación. A Dios, a Jorge Olmedo y Emma Mosquera, mis padres; Martha y Mercy Mosquera, Reinaldo Vélez, Patricia Gálvez, Johana Vélez, Byron, Lethy y Dayanara Olmedo, mis hermanos; al Ing. Carlos Naranjo y al Ing. PhD. Ing. Pablo Caiza por su acertada guía para realizar esta t rabajo, al Ing. Nicolás Páez por su apoyo, al Ing. Miguel Guachamin por estar pendiente de mi avance. A la ESPE y particularmente a la carrera de Ingeniería Mecánica.

A mi esposa Silvia Velásquez y mi hijo Emilio, no hay motor más poderoso que su amor.

Oscar Olmedo Mosquera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN	iii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
NDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xxv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xxxiii
EXECUTIVE SUMMARY	xxxiv

TOMO I

CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES	
1.1 Presentación	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación	3
1.4 Definición del problema	4
1.5 Objetivos.....	6
1.5.1 General.....	6
1.5.2 Específicos.....	7
1.6 Alcance del proyecto	7
1.7 Metodología.....	8

CAPÍTULO 2	9
FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1 Métodos y Códigos de construcción de estructuras metálicas.....	9
2.1.1 Diseño de miembros cargados axialmente.....	14
2.1.2 Placas Base para columnas cargadas axialmente	19
2.1.3 Diseño de vigas	22
2.1.4 Conexiones soldadas	29
2.2 Estudio de máquinas y elementos de máquinas para el sistema de rotación del salón y elevadores de carga	34
2.2.1 Motores eléctricos	34
2.2.2 Moto reductores.....	46
2.2.3 Rodamientos	54
2.3 Estudio referente a la utilización del software libre “Jaleo Studio”, para realizar proyectos y análisis de los precios unitarios	65
2.3.1 Presentación	65
2.3.2 Diagrama de desarrollo para la elaboración de Presupuestos y controles de tiempos de un proyecto	66
2.3.3 Jaleo Base	68
2.3.4 Jaleo Studio.....	72
2.4 Estudio de los métodos para realizar análisis de cargas y simulaciones, en el programa SAP 2000 versión 10.0.1.....	74
2.4.1 Presentación	74
2.4.2 Proceso de Diseño en SAP 2000	74
2.5 Estudio de los métodos para realizar análisis de cargas y simulaciones, en el programa Cosmos del paquete software SolidWorks.....	78
2.5.1 Presentación	78
2.5.2 Análisis Estático de una pieza	79
2.6 Planes de mantenimiento para instalaciones, máquinas y mecanismos instalados	85

CAPÍTULO 3	103
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA, SISTEMA DE ROTACIÓN PARA EL SALÓN Y SISTEMAS ANEXOS	
3.1 Diseño de la estructura metálica.....	103
3.1.1 Alternativas (Diseño Arquitectónico).....	103
3.1.2 Alternativas de Materiales.....	106
3.1.3 Análisis de Cargas.....	110
3.1.4 Diseño de Detalle	127
3.1.4.1 Comprobación de la Compacidad de las Secciones	128
3.1.4.2 Diseño de Elementos Críticos.....	139
3.1.4.3 Diseño de placa base para columnas cargadas axialmente...	212
3.1.4.4 Control de la Deriva	221
3.1.4.5 Diseño de Conexiones.....	225
3.1.4.5.1 Diseño de Conexiones totalmente soldada de, Doble ángulo entre vigas	225
3.1.4.5.2 Diseño de Conexiones de Momento Totalmente restringidas	244
3.1.4.5.3 Diseño de Vigas de Sección Armada.....	309
3.1.5 Planos de Fabricación.....	321
3.2 Diseño del Sistema de salón rotatorio.....	322
3.2.1 Alternativas	322
3.2.2 Alternativas de Materiales.....	326
3.2.3 Análisis de Cargas.....	327
3.2.4 Diseño de detalle	328
3.2.4.1 Análisis Cinemático y Dinámico.....	329
3.2.4.2 Escoger unidad motriz	335
3.2.4.3 Geometría de los Engranés Rectos.....	336
3.2.4.3.1 Geometría Piñón Recto	337
3.2.4.3.2 Geometría Rueda Recta	338
3.2.4.3.3 Geometría General.....	338
3.2.4.4 Selección de Materiales para los Engranés Rectos	339
3.2.4.4.1 Cálculo de fuerzas en los Engranés Rectos	339
3.2.4.4.1.1 Cálculo de fuerzas Piñón Recto	339
3.2.4.4.1.2 Cálculo de fuerzas Rueda Recto.....	340

3.2.4.4.2	Cálculo de Esfuerzos en los Engranés Rectos	340
3.2.4.4.2.1	Cálculo del Factor Dinámico	341
3.2.4.4.2.2	Cálculo del Factor de Tamaño	341
3.2.4.4.2.3	Cálculo del Factor de Distribución de Carga	342
3.2.4.4.2.4	Determinación del Factor Geométrico para flexión.....	343
3.2.4.4.2.5	Cálculo del Coeficiente Elástico.....	343
3.2.4.4.2.6	Determinación del Factor de Condición Superficial	343
3.2.4.4.2.7	Determinación del Factor Geométrico por picadura.....	344
3.2.4.4.2.8	Determinación de los Factores de Ciclo de Carga	344
3.2.4.4.2.9	Determinación del Factor de Temperatura	344
3.2.4.4.2.10	Determinación del Factor de Confiabilidad	345
3.2.4.4.2.11	Cálculo del Factor de relación de Dureza.....	345
3.2.4.4.2.12	Cálculo del número de esfuerzo Flexionante permisible.....	345
3.2.4.4.2.13	Cálculo del esfuerzo de contacto Permisible	345
3.2.4.4.2.14	Cálculo del esfuerzo AGMA de flexión.....	346
3.2.4.4.2.15	Cálculo del esfuerzo AGMA de contacto	346
3.2.4.4.2.16	Cálculo de los Factores de Seguridad.....	347
3.2.4.5	Selección de Rodamientos y Chumaceras	348
3.2.4.5.1	Rodamientos y Chumaceras para los rodillos Periféricos	348
3.2.4.5.2	Rodamiento para el Eje Pivote	350

3.2.4.6	Cálculo de ejes y flechas.....	353
3.2.4.6.1	Cálculo del eje Moto-reductor	353
3.2.4.6.2	Cálculo del eje Rodillos Periféricos.....	353
3.2.4.6.3	Cálculo del eje Pivote.....	360
3.2.4.7	Cálculo de la junta empernada para anclar el motor.....	366
3.2.4.7.1	Cálculo del torque del Motor	367
3.2.4.7.2	Cálculo de cargas sobre pernos.....	367
3.2.4.7.3	Cálculo del factor de seguridad.....	367
3.2.4.8	Cálculo de la junta empernada en la Corona Recta.....	368
3.2.5	Planos de Fabricación.....	379
3.3	Diseño de Sistemas Anexos	379
3.3.1	Sistema de elevador de cargas ligeras.....	379
3.3.1.1	Análisis Cinemático y Dinámico	380
3.3.1.2	Selección de la unidad motriz	381
3.3.1.3	Selección del cable para el elevador	382
3.3.2	Sistema de Iluminación	385
3.3.3	Sistema de seguridad contra incendios.....	386
3.3.4	Sistema de agua potable de servicio y aguas servidas.....	391
3.3.5	Planos de fabricación y/o instalación.....	391

TOMO II

CAPÍTULO 4	392
SIMULACIÓN		
4.1	Pruebas de simulación de los elementos estructurales en el Software SAP 2000, versión 10.0.1.....	392
4.1.1	Análisis de correlación, elemento Columna Principal y Tablas.....	398
4.1.2	Tablas Relevante.....	401
4.2	Pruebas de simulación de los elementos mecánicos en el Software Cosmos, del paquete computacional SolidWorks	449
4.3	Análisis de resultados.....	516

CAPÍTULO 5	519
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO	
5.1 Base de Datos de precios unitarios de materiales, mano de obra y máquinas herramientas que intervienen en el proyecto	521
5.2 Análisis de Precios Unitarios.....	526
5.3 Presupuesto y Cronograma de Desembolso	544
5.4 Cronograma de Trabajo	561
5.5 Estudio Económico Comparativo (Excel).....	564
CAPÍTULO 6	641
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1 Conclusiones.....	641
6.2 Recomendaciones	644
6.3 Bibliografía.....	646

ANEXOS	648
ANEXO A	
Manual de mantenimiento de la instalación civil	650
ANEXO B	
Manual de mantenimiento del sistema de salón giratorio	667
ANEXO C	
Manual de mantenimiento de sistemas anexos	685
ANEXO D	
Planos Constructivos	691
ANEXO E	
Tablas	697
ANEXO F	
Catálogos	703
ANEXO G	
Partes de Códigos de diseño y construcción relevantes.....	706
ANEXO H	
Tutorial referencial del programa “Jaleo Studio”	708
ANEXO I	
Tutorial referencial del programa “SAP 2000, versión 10.0.1”	728
ANEXO J	
Tutorial referencial del programa “Cosmos de SolidWorks”	765

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

Figura 1.1 Área disponible para construcción	5
---	---

CAPÍTULO 2 FUNDAMENTO TEÓRICO

Figura 2.1 Diagrama esfuerzo-deformación acero estructural	10
Figura 2.2 Monograma para el valor de factor “K” LRFD	17
Figura 2.3 Palca base para columnas	19
Figura 2.4 Esfuerzo en placa base	20
Figura 2.5 Zonas de falla para vigas.....	23
Figura 2.6 Pandeo lateral torsional en viga	27
Figura 2.7 Constante de carga para una viga	29
Figura 2.8 Principio de funcionamiento motor C.A	36
Figura 2.9 Jaula de ardilla	37
Figura 2.10 Rodamientos.....	63
Figura 2.11 Chumacera - Rodamiento.....	63
Figura 2.12 Logotipo Jaleo Studio	65
Figura 2.13 Logotipo Jaleo Base.....	65
Figura 2.14 Diagrama para elaboración de presupuestos	67
Figura 2.15 Diagrama para elaboración de base de datos	68
Figura 2.16 Anidación para precios unitarios	69
Figura 2.17 Anidación para precios unitarios	70
Figura 2.18 Anidación para precios unitarios	70
Figura 2.19 Interacción base de datos y presupuesto.....	71
Figura 2.20 Diagrama de procesos para crear presupuestos.....	72
Figura 2.21 Creación de presupuestos.....	73
Figura 2.22 Creación de presupuestos.....	73
Figura 2.23 Estructura en 3D	75

Figura 2.24 Estructura alámbrica 3D	75
Figura 2.25 Estructura alámbrica en SAP 2000	76
Figura 2.26 Modelo de brida 3D	79
Figura 2.27 Administrador SolidWorks	79
Figura 2.28 Datos para estudio en SolidWorks	79
Figura 2.29 Selección de material SolidWorks	80
Figura 2.30 Selección de restricciones SolidWorks	80
Figura 2.31 Creación de restricciones SolidWorks	80
Figura 2.32 Aplicación de carga SolidWorks	81
Figura 2.33 Mallado del modelo SolidWorks	81
Figura 2.34 Ejecución de estudio SolidWorks	81
Figura 2.35 Esfuerzo de Von Mises SolidWorks	82
Figura 2.36 Deformaciones SolidWorks	82
Figura 2.37 Ícono para animación SolidWorks	82
Figura 2.38 Análisis de deformación unitaria SolidWorks	83
Figura 2.39 Factor de seguridad SolidWorks	83
Figura 2.40 Ícono de verificación de diseño SolidWorks	84
Figura 2.41 Distribución de factor de seguridad SolidWorks	84
Figura 2.42 Diagrama de sistemas de mantenimiento	86
Figura 2.43 Diagrama de límites de desempeño	95
Figura 2.44 Cargas y capacidad estructural	100
Figura 2.45 Falla en la calidad del concreto	101
Figura 2.46 Reparación en el concreto	102

CAPÍTULO 3

DISEÑO

Figura 3.1 Área disponible para construcción	104
Figura 3.2 Perspectiva Noreste del inmueble	104
Figura 3.3 Perspectiva Sureste del inmueble	105
Figura 3.4 Perspectiva Noroeste del inmueble	105
Figura 3.5 Diseño interior del inmueble	106
Figura 3.6 Zonas sísmicas en Ecuador	112
Figura 3.7 Irregularidades en elevación	116
Figura 3.8 Irregularidades en planta	117

Figura 3.9 Definición de carga sísmica Sap 2000.....	118
Figura 3.10 Espectro sísmico	119
Figura 3.11 Espectro sísmico elástico e inelástico	119
Figura 3.12 Selección del espectro de respuesta Sap 2000.....	121
Figura 3.13 Espectro de respuesta Sap 2000.....	122
Figura 3.14 Selección de factor de carga para espectro sísmico	123
Figura 3.15 Conformación de carga sísmica.....	124
Figura 3.16 Árbol de cargas	125
Figura 3.17 Casos de cargas a analizar	126
Figura 3.18 Resumen del análisis.....	127
Figura 3.19 Propiedades de sección.....	128
Figura 3.20 Propiedades de sección.....	128
Figura 3.21 Propiedades de sección.....	129
Figura 3.22 Propiedades de sección.....	129
Figura 3.23 Propiedades de sección.....	130
Figura 3.24 Propiedades de sección.....	131
Figura 3.25 Propiedades de sección.....	132
Figura 3.26 Propiedades de sección.....	132
Figura 3.27 Propiedades de sección.....	133
Figura 3.28 Propiedades de sección.....	133
Figura 3.29 Propiedades de sección.....	134
Figura 3.30 Propiedades de sección.....	134
Figura 3.31 Propiedades de sección.....	135
Figura 3.32 Propiedades de sección.....	135
Figura 3.33 Propiedades de sección.....	136
Figura 3.34 Propiedades de sección.....	137
Figura 3.35 Propiedades de sección.....	138
Figura 3.36 Posición del elemento en la estructura.....	139
Figura 3.37 Posición del elemento en la estructura.....	143
Figura 3.38 Posición del elemento en la estructura.....	147
Figura 3.39 Posición del elemento en la estructura.....	151
Figura 3.40 Posición del elemento en la estructura.....	157
Figura 3.41 Posición del elemento en la estructura.....	162
Figura 3.42 Posición del elemento en la estructura.....	166

Figura 3.43 Posición del elemento en la estructura.....	170
Figura 3.44 Posición del elemento en la estructura.....	175
Figura 3.45 Detalle de sección.....	179
Figura 3.46 Posición del elemento en la estructura.....	182
Figura 3.47 Posición del elemento en la estructura.....	187
Figura 3.48 Posición del elemento en la estructura.....	192
Figura 3.49 Posición del elemento en la estructura.....	197
Figura 3.50 Carga axial en columna principal.....	212
Figura 3.51 Geometría placa base.....	212
Figura 3.52 Geometría placa base.....	214
Figura 3.53 Pernos de anclaje.....	215
Figura 3.54 Carga axial en columna secundaria.....	216
Figura 3.55 Diagrama de alturas.....	222
Figura 3.56 Traslación y rotación en puntos específicos	223
Figura 3.57 Traslación y rotación en puntos específicos	224
Figura 3.58 Nodo de análisis.....	225
Figura 3.59 Esquema de junta	226
Figura 3.60 Esquema de soldadura	226
Figura 3.61 Esquema de recortes.....	227
Figura 3.62 Ubicación de soldadura	229
Figura 3.63 Sección de ángulo.....	231
Figura 3.64 Nodo de análisis.....	235
Figura 3.65 Esquema de junta	244
Figura 3.66 Nodo de análisis.....	244
Figura 3.67 Ubicación de soldadura	247
Figura 3.68 Esquema de junta	256
Figura 3.69 Esquema de junta	256
Figura 3.70 Nodo de análisis.....	257
Figura 3.71 Esquema de junta	269
Figura 3.72 Nodo de análisis.....	271
Figura 3.73 Esquema de junta	283
Figura 3.74 Nodo de análisis.....	284
Figura 3.75 Esquema de junta	296
Figura 3.76 Nodo de análisis.....	297

Figura 3.77 Esquema de junta	309
Figura 3.78 Vigas de sección armada	310
Figura 3.79 Geometría de la sección	310
Figura 3.80 Ubicación de soldadura	312
Figura 3.81 Geometría de la sección	314
Figura 3.82 Geometría de la sección	318
Figura 3.83 Alternativa sistema de giro	322
Figura 3.84 Alternativa sistema de giro	323
Figura 3.85 Par de engranes	324
Figura 3.86 Esquema del sistema de giro	325
Figura 3.87 Diagrama de cálculo del piso giratorio.....	328
Figura 3.88 Sistema de giro.....	329
Figura 3.89 Carga sobre el sistema de giro	329
Figura 3.90 Fuerzas de reacción en piso giratorio.....	333
Figura 3.91 Cargas sobre el rodillo	334
Figura 3.92 Esquema del par de engranes	336
Figura 3.93 Geometría del par de engranes	337
Figura 3.94 Distancia entre centros	338
Figura 3.95 Fuerzas en el diente del engrane.....	340
Figura 3.96 Distribución de cargas	342
Figura 3.97 Cargas sobre el rodillo periférico	348
Figura 3.98 Geometría del rodillo periférico	348
Figura 3.99 Cargas en el eje central	350
Figura 3.100 Soporte para rodamiento central.....	353
Figura 3.101 Geometría del rodillo periférico	353
Figura 3.102 Cargas sobre el rodillo periférico	354
Figura 3.103 Diagramas de corte, momento y deflexión.....	355
Figura 3.104 Esfuerzos principales.....	356
Figura 3.105 Fuerzas sobre eje central	360
Figura 3.106 Diagrama de cuerpo libre	360
Figura 3.107 Diagramas de corte, momento y deflexión.....	361
Figura 3.108 Geometría del moto-reductor	366
Figura 3.109 Sujeción moto-reductor.....	366
Figura 3.110 Distancia entre pernos	367

Figura 3.111 Junta empernada corona dentada	368
Figura 3.112 Radio para perforaciones junta empernada corona	369
Figura 3.113 Conjunto moto-reductor engrane, cargas en el diente	369
Figura 3.114 Detalle de cargas en la junta	370
Figura 3.115 Fracción de corona dentada.....	370
Figura 3.116 Geometría del perno	372
Figura 3.117 Geometría perno, placa y engrane	375
Figura 3.118 Geometría del moto-reductor para elevador	382
Figura 3.119 Esquema sistema contra incendios	387
Figura 3.120 Etapas de desarrollo de fuegos	388

CAPÍTULO 4

SIMULACIÓN

Figura 4.1 Árbol de selección de tablas.....	392
Figura 4.2 Modelo alámbrico tridimensional de la estructura.....	393
Figura 4.3 Modelo tridimensional de la estructura	394
Figura 4.4 Nivel N+6.50m, soporte de salón giratorio	395
Figura 4.5 Nivel N+9.50m, terraza	396
Figura 4.6 Vista lateral derecha, grada principal.....	397
Figura 4.7 Vista del plano medio columna central	397
Figura 4.8 Columna principal, desde al plano medio (elemento 896)	398
Figura 4.9 Resumen de diseño del elemento, Sap 2000	399
Figura 4.10 Soporte eje pivote, simulación, tensiones	455
Figura 4.11 Soporte eje pivote, simulación, desplazamientos	456
Figura 4.12 Soporte eje pivote, simulación, deformaciones unitarias	457
Figura 4.13 Soporte eje pivote, simulación, factor de seguridad	458
Figura 4.14 Eje central, simulación, tensiones.....	454
Figura 4.15 Eje central, simulación, desplazamientos.....	456
Figura 4.16 Eje central, simulación, deformaciones unitarias.....	456
Figura 4.17 Eje central, simulación, factor de seguridad.....	466
Figura 4.18 Perno corona, simulación, tensiones.....	473
Figura 4.19 Perno corona, simulación, desplazamientos.....	474
Figura 4.20 Perno corona, simulación, deformaciones unitarias	474
Figura 4.21 Perno corona, simulación, factor de seguridad.....	475

Figura 4.22 Rodillo periférico, simulación, tensiones	482
Figura 4.23 Rodillo periférico, simulación, desplazamientos	483
Figura 4.24 Rodillo periférico, simulación, deformaciones unitarias.....	483
Figura 4.25 Rodillo periférico, simulación, factor de seguridad	484
Figura 4.26 Engrane corona, simulación, tensiones.....	491
Figura 4.27 Engrane corona, simulación, desplazamientos.....	492
Figura 4.28 Engrane corona, simulación, deformaciones unitarias.....	493
Figura 4.29 Engrane corona, simulación, factor de seguridad.....	494
Figura 4.30 Engrane piñón, simulación, tensiones	502
Figura 4.31 Engrane piñón, simulación, desplazamientos	503
Figura 4.32 Engrane piñón, simulación, deformaciones unitarias	504
Figura 4.33 Engrane piñón, simulación, factor de seguridad.....	505
Figura 4.34 Soporte motor, simulación, tensiones.....	513
Figura 4.35 Soporte motor, simulación, desplazamientos.....	513
Figura 4.36 Soporte motor, simulación, deformaciones unitarias.....	514
Figura 4.37 Soporte motor, simulación, factor de seguridad.....	514

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

Figura 5.1 Cronograma de desembolsos por mes.....	559
Figura 5.2 Cronograma de desembolsos por día.....	560
Figura 5.3 Camino crítico por mes	562
Figura 5.4 Interrelación de tareas	563

ANEXOS

ANEXO A

Figura A.1 Sistemas de mantenimiento.....	651
Figura A.2 Zonas de daños estructurales.....	657
Figura A.3 Cargas y capacidades estructurales	658
Figura A.4 Daño en el concreto	659
Figura A.5 Reparaciones en el concreto	660

ANEXO B

Figura B.1 Sistemas de mantenimiento.....	668
Figura B.2 Confiabilidad en el sistema de giro.....	672

ANEXO H

Figura H.1 Presentación Jaleo Studio	708
Figura H.2 Creación de capítulos, Jaleo Base	708
Figura H.3 Creación de productos, Jaleo Base.....	709
Figura H.4 Añadir ítems, Jaleo Base	710
Figura H.5 Ítem introducido, Jaleo Base.....	710
Figura H.6 Composición de precio unitario, Jaleo Base.....	711
Figura H.7 Creación de capítulos, Jaleo Studio.....	712
Figura H.8 Trabajar con una base de datos	712
Figura H.9 Selección de la base de datos	713
Figura H.10 Base de datos seleccionada	713
Figura H.11 Editando descripción de base de datos	713
Figura H.12 Insertando una partida en el proyecto.....	714
Figura H.13 Partida insertada al proyecto	714
Figura H.14 Introducción de cantidades de obra, medidas	715
Figura H.15 Asignación de banderas.....	715
Figura H.16 Modificar precio descompuesto	716
Figura H.17 Capítulo con partidas y mediciones	716
Figura H.18 Datos de tiempo en una partida	717
Figura H.19 Relación entre partidas	717
Figura H.20 Relación entre partidas	718
Figura H.21 Partidas relacionadas.....	718
Figura H.22 Relación gráfica de partidas	719
Figura H.23 Relación gráfica de partidas	719
Figura H.24 Relación gráfica de partidas	720
Figura H.25 Relación gráfica de partidas	720
Figura H.26 Relación gráfica de partidas	721
Figura H.27 Relación gráfica de partidas	721
Figura H.28 Diagrama de tareas	722
Figura H.29 Relación gráfica de tareas	722

Figura H.30 Diagrama de tareas	723
Figura H.31 Ajuste automático de tiempos y tareas	723
Figura H.32 Resultado de optimizar los tiempos y tareas	724
Figura H.33 Línea de tiempo y relación de tareas	724
Figura H.34 Curva de gastos.....	725
Figura H.35 uso de recursos en el tiempo.....	725
Figura H.36 Diagrama de asignación de recursos.....	726
Figura H.37 Asignación de recursos individuales	726
Figura H.38 Impresión de informes gráficos.....	727

ANEXO I

Figura I.1 Selección de unidades.....	731
Figura I.2 Creación de archivo	732
Figura I.3 Sistema de coordenadas	732
Figura I.4 Modificar grid	733
Figura I.5 Modificar grid	733
Figura I.6 Asignación de sección	734
Figura I.7 Propiedades del elemento	735
Figura I.8 Asignación de elemento.....	735
Figura I.9 Selección de elementos.....	736
Figura I.10 Replicar elementos.....	736
Figura I.11 Propiedades de sección, área	737
Figura I.12 Selección de elemento Shell	738
Figura I.13 Restricciones en apoyos.....	739
Figura I.14 Asignación de masas en muro	740
Figura I.15 Configuración de diafragma rígido.....	741
Figura I.16 Conexiones rígidas.....	742
Figura I.17 Conexiones rígidas automáticas	742
Figura I.18 Asignación de material.....	743
Figura I.19 Casos de análisis	744
Figura I.20 Fuerzas en las uniones.....	747
Figura I.21 Opciones de resultados en los elementos.....	748
Figura I.22 Asignación de grupo de secciones	749
Figura I.23 Datos de la sección de corte	749

Figura I.24 Diagrama de la estructura	750
Figura I.25 Grid principal.....	751
Figura I.26 Detalle de grid creada	752
Figura I.27 Subdivisiones en muros.....	753
Figura I.28 Asignación de apoyos	754
Figura I.29 Centros de masa en pisos	754
Figura I.30 Resumen de análisis	755

ANEXO J

Figura J.1 Modelo de eje vibratorio.....	765
Figura J.2 Restricciones en el eje	766
Figura J.3 Restricciones en la arista del eje.....	767
Figura J.4 Opciones de mallado	767
Figura J.5 Mallado del modelo	768
Figura J.6 Análisis de vibración	768
Figura J.7 Opciones para otras velocidades críticas	769
Figura J.8 Tercera forma de vibración.....	769
Figura J.9 Barra de herramientas de COSMOSWorks.....	770
Figura J.10 Propiedades para otras velocidades críticas.....	771
Figura J.11 Número de frecuencias deseado	771
Figura J.12 Estudio en la frecuencia deseada	772
Figura J.13 esquema del problema a resolver.....	773
Figura J.14 Geometría del eje.....	773
Figura J.15 Modelado inicial del eje.....	774
Figura J.16 Modelado final del eje	774
Figura J.17 Restricciones en el eje.....	775
Figura J.18 Fuerza tangencial del engrane aplicada al eje.....	776
Figura J.19 Fuerza radial del engrane aplicada al eje.....	777
Figura J.20 Fuerza de la polea en el eje	778
Figura J.21 Datos del estudio propuesto.....	779
Figura J.22 Torque aplicado al eje.....	780
Figura J.23 Mallado del eje	780
Figura J.24 Resultado del estudio de flexión	781
Figura J.25 Resultado del estudio de torsión.....	781

Figura J.26	Factor de seguridad del primer caso	782
Figura J.27	Factor de seguridad del segundo caso.....	782
Figura J.28	Modelo de análisis.....	783
Figura J.29	Detalle de materiales en el modelo.....	784
Figura J.30	Detalle de materiales en el modelo.....	784
Figura J.31	Tipo de conector.....	785
Figura J.32	Tipo de conector.....	785
Figura J.33	Total de conectores en el modelo	786
Figura J.34	Resumen de conectores	786
Figura J.35	Conector tipo pasador.....	787
Figura J.36	Conector tipo pasador, detalle	787
Figura J.37	Fuerza sobre émbolo	788
Figura J.38	Características de émbolo.....	788
Figura J.39	estabilizando el émbolo	789
Figura J.40	Vista de sección en el modelo.....	789
Figura J.41	Conector tipo pasador para el cilindro	790
Figura J.42	Soporte elástico en el modelo	790
Figura J.43	Contacto global en el modelo	791
Figura J.44	Opciones de mallado	791
Figura J.45	Modelo mallado	792
Figura J.46	Vista de sección en el análisis del modelo	792
Figura J.47	Deformación en el modelo.....	793
Figura J.48	Número de frecuencias solicitadas	793

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO

Tabla 2.1 Factores de resistencia característicos	13
Tabla 2.2 Diseño axial LRFD Pág. 3-20.....	16
Tabla 2.3 Factores de rigidez (SRF), LRFD	18
Tabla 2.4 Relaciones de compacidad según la sección	25
Tabla 2.5 Tamaño mínimo de soldadura de filete	31
Tabla 2.6 Diseño de resistencia de soldadura.....	33
Tabla 2.7 Características de funcionamiento.....	39
Tabla 2.8 Factores de servicio para motores eléctricos.....	50
Tabla 2.9 Planilla de evaluación, cargas verticales.....	92
Tabla 2.10 Planilla de evaluación, revisión bajo acciones sísmicas	93
Tabla 2.11 Probabilidad de excedencia y periodos de retorno	96

CAPÍTULO 3

DISEÑO

Tabla 3.1 Lista preliminar de materiales	108
Tabla 3.2 Perfiles estructurales utilizados.....	109
Tabla 3.3 Distribución de cargas	110
Tabla 3.4 Factor de importancia de la estructura	113
Tabla 3.5 Coeficiente de suelo	113
Tabla 3.6 Coeficiente de respuesta estructural	114
Tabla 3.7 Coeficiente de respuesta estructural	114
Tabla 3.8 Coeficiente de configuración en planta	115
Tabla 3.9 Datos del espectro sísmico	120
Tabla 3.10 Propiedades de la sección	142
Tabla 3.11 Propiedades de la sección	146
Tabla 3.12 Propiedades de la sección	150
Tabla 3.13 Propiedades de la sección	153

Tabla 3.14 Propiedades de la sección	159
Tabla 3.15 Propiedades de la sección	165
Tabla 3.16 Propiedades de la sección	169
Tabla 3.17 Propiedades de la sección	172
Tabla 3.18 Propiedades de la sección	177
Tabla 3.19 Propiedades de la sección	189
Tabla 3.20 Propiedades de la sección	186
Tabla 3.21 Propiedades de la sección	194
Tabla 3.22 Propiedades de la sección	199
Tabla 3.23 Propiedades de la sección	204
Tabla 3.24 Propiedades de la sección	207
Tabla 3.25 Propiedades de la sección	209
Tabla 3.26 Definición de carga sísmica	221
Tabla 3.27 Descripción de la conexión	233
Tabla 3.28 Descripción de la conexión	243
Tabla 3.29 Descripción de la conexión	255
Tabla 3.30 Descripción de la conexión	268
Tabla 3.31 Descripción de la conexión	282
Tabla 3.32 Descripción de la conexión	295
Tabla 3.33 Descripción de la conexión	308
Tabla 3.34 Descripción de la soldadura	313
Tabla 3.35 Descripción de la soldadura	317
Tabla 3.36 Descripción de la soldadura	321
Tabla 3.37 Lista general de materiales	326
Tabla 3.38 Cargas para el diseño estructural	327
Tabla 3.39 Resumen de materiales SAP 2000.....	332
Tabla 3.40 Elementos mecánicos del sistema de giro	376
Tabla 3.41 Elementos mecánicos para elevador de carga.....	384
Tabla 3.42 Elementos eléctricos instalados.....	386
Tabla 3.43 Selección de detectores	388
Tabla 3.44 Tipo de extintor	389
Tabla 3.45 Elementos del sistema contra incendios	390

CAPÍTULO 4

SIMULACIÓN

Tabla 4.1 Tabla resumen de fuerzas en el elemento	399
Tabla 4.2 Tabla resumen de fuerzas en los extremos del elemento	399
Tabla 4.3 Tabla resumen de desplazamientos.....	400
Tabla 4.4 Elementos de análisis.....	401
Tabla 4.5 Tablas de resultados mostrados.....	402
Tabla 4.6 Lista 1 de materiales.....	402
Tabla 4.7 Lista 2 de materiales.....	403
Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos	405
Tabla 4.9 Fuerzas en las uniones.....	417
Tabla 4.10 Desplazamientos en las uniones	427
Tabla 4.11 Reacciones en las uniones	428
Tabla 4.12 Espectro modal	430
Tabla 4.13 Diseño en acero 1, resumen de datos.....	431
Tabla 4.14 Diseño en acero 2, PMM detalles.....	432
Tabla 4.15 Diseño en acero 3, cortante detalles	436
Tabla 4.16 Restricciones en las uniones	438
Tabla 4.17 Asignación de secciones.....	439
Tabla 4.18 Fuerzas en las uniones	445
Tabla 4.19 Periodos y frecuencias modales.....	446
Tabla 4.20 Factores modales	447
Tabla 4.21 Control del programa	448
Tabla 4.22 Información de modelo, soporte eje pivote	452
Tabla 4.23 Propiedades del estudio, soporte eje pivote	452
Tabla 4.24 Unidades, soporte eje pivote.....	452
Tabla 4.25 Propiedades del material, soporte eje pivote.....	453
Tabla 4.26 Sujeción, soporte eje pivote	453
Tabla 4.27 Carga, soporte eje pivote	453
Tabla 4.28 Información de malla, soporte eje pivote.....	454
Tabla 4.29 Fuerzas de reacción, soporte eje pivote	454
Tabla 4.30 Fuerzas de cuerpo libre, soporte eje pivote.....	454
Tabla 4.31 Momentos de cuerpo libre, soporte eje pivote.....	454
Tabla 4.32 Resultados predeterminados, soporte eje pivote	454

Tabla 4.33 Información de modelo, eje central.....	461
Tabla 4.34 Propiedades del estudio, eje central	461
Tabla 4.35 Unidades, eje central	461
Tabla 4.36 Propiedades del material, eje central	462
Tabla 4.37 Sujeción, eje central	462
Tabla 4.38 Carga, eje central.....	462
Tabla 4.39 Información de malla, eje central.....	463
Tabla 4.40 Fuerzas de reacción, eje central.....	463
Tabla 4.41 Fuerzas de cuerpo libre, eje central	463
Tabla 4.42 Momentos de cuerpo libre, eje central	463
Tabla 4.43 Resultados predeterminados, eje central.....	464
Tabla 4.44 Información de modelo, perno corona.....	470
Tabla 4.45 Propiedades del estudio, perno corona.....	470
Tabla 4.46 Unidades, perno corona	470
Tabla 4.47 Propiedades del material, perno corona	471
Tabla 4.48 Sujeción, perno corona.....	471
Tabla 4.49 Carga, perno corona.....	471
Tabla 4.50 Información de malla, perno corona	472
Tabla 4.51 Fuerzas de reacción, perno corona	472
Tabla 4.52 Fuerzas de cuerpo libre, perno corona	472
Tabla 4.53 Momentos de cuerpo libre, perno corona	472
Tabla 4.54 Resultados predeterminados, perno corona	473
Tabla 4.55 Información de modelo, rodillo periférico	479
Tabla 4.56 Propiedades del estudio, rodillo periférico	479
Tabla 4.57 Unidades, rodillo periférico.....	479
Tabla 4.58 Propiedades del material, rodillo periférico	480
Tabla 4.59 Sujeción, rodillo periférico	480
Tabla 4.60 Carga, rodillo periférico	480
Tabla 4.61 Información de malla, rodillo periférico.....	481
Tabla 4.62 Fuerzas de reacción, rodillo periférico.....	481
Tabla 4.63 Fuerzas de cuerpo libre, rodillo periférico	481
Tabla 4.64 Momentos de cuerpo libre, rodillo periférico	481
Tabla 4.65 Resultados predeterminados, rodillo periférico	482
Tabla 4.66 Información de modelo, engrane corona.....	487

Tabla 4.67 Propiedades del estudio, engrane corona	487
Tabla 4.68 Unidades, engrane corona	487
Tabla 4.69 Propiedades del material, engrane corona	488
Tabla 4.70 Sujeción, engrane corona	488
Tabla 4.71 Carga, engrane corona.....	488
Tabla 4.72 Información de malla, engrane corona.....	489
Tabla 4.73 Fuerzas de reacción, engrane corona.....	489
Tabla 4.74 Fuerzas de cuerpo libre, engrane corona	489
Tabla 4.75 Momentos de cuerpo libre, engrane corona	489
Tabla 4.76 Resultados predeterminados, engrane corona.....	490
Tabla 4.77 Información de modelo, engrane piñón.....	498
Tabla 4.78 Propiedades del estudio, engrane piñón.....	498
Tabla 4.79 Unidades, engrane piñón	498
Tabla 4.80 Propiedades del material, engrane piñón	499
Tabla 4.81 Sujeción, engrane piñón.....	499
Tabla 4.82 Carga, engrane piñón	499
Tabla 4.83 Información de malla, engrane piñón	500
Tabla 4.84 Fuerzas de reacción, engrane piñón	500
Tabla 4.85 Fuerzas de cuerpo libre, engrane piñón.....	500
Tabla 4.86 Momentos de cuerpo libre, engrane piñón.....	501
Tabla 4.87 Resultados predeterminados, engrane piñón	501
Tabla 4.88 Información de modelo, soporte motor.....	509
Tabla 4.89 Propiedades del estudio, soporte motor.....	509
Tabla 4.90 Unidades, soporte motor	509
Tabla 4.91 Propiedades del material, soporte motor	510
Tabla 4.92 Sujeción, soporte motor.....	510
Tabla 4.93 Carga, soporte motor	510
Tabla 4.94 Información de malla, soporte motor	511
Tabla 4.95 Fuerzas de reacción, soporte motor.....	511
Tabla 4.96 Fuerzas de cuerpo libre, soporte motor	511
Tabla 4.97 Momentos de cuerpo libre, soporte motor	511
Tabla 4.98 Resultados predeterminados, soporte motor.....	512
Tabla 4.99 Tabla comparativa de resultados.....	517

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

Tabla 5.1 Recursos asignados al proyecto	522
Tabla 5.2 Presupuesto (Formulario No. 7).....	565
Tabla 5.3 Precios unitarios (Formulario No. 8).....	569
Tabla 5.4 Mano de obra (Formulario No. 9).....	627
Tabla 5.5 Costos indirectos (Formulario No. 10).....	629
Tabla 5.6 Cronograma valorado (Formulario No. 11)	631
Tabla 5.7 Lista general de materiales	633

ANEXOS

ANEXO A

Tabla A.1 Niveles de mantenimiento.....	651
Tabla A.2 Lista de elementos estructurales.....	652
Tabla A.3 Planilla de evaluación primaria, cargas verticales	654
Tabla A.4 Planilla de evaluación primaria, sismos	655
Tabla A.5 Límites de servicio de la estructura.....	657
Tabla A.6 Lista de elementos estructurales y recursos de evaluación.....	661
Tabla A.7 Plan general de acciones de mantenimiento.....	662
Tabla A.8 Planilla de evaluación primaria, cargas verticales	663
Tabla A.9 Planilla de evaluación primaria, evento sísmico	664
Tabla A.10 Acciones de mantenimiento, Hormigones y mampostería	665
Tabla A.11 Acciones de mantenimiento, Estructura metálica	666

ANEXO B

Tabla B.1 Niveles de mantenimiento.....	669
Tabla B.2 Elementos del sistema de giro	670
Tabla B.3 Cronograma de acciones mantenimiento	674
Tabla B.4 Acciones de mantenimiento, moto-reductor	675
Tabla B.5 Acciones de mantenimiento, piñón recto.....	676
Tabla B.6 Acciones de mantenimiento, corona recta.....	677
Tabla B.7 Acciones de mantenimiento, soporte corona recta.....	678
Tabla B.8 Acciones de mantenimiento, eje pivote	679
Tabla B.9 Acciones de mantenimiento, soporte rodamiento eje pivote.....	680

Tabla B.10 Acciones de mantenimiento, rodamiento eje pivote	681
Tabla B.11 Acciones de mantenimiento, rodillos perimetrales.....	682
Tabla B.12 Acciones de mantenimiento, rodamientos rodillos perimetrales...	683
Tabla B.13 Acciones de mantenimiento, soporte rodamientos perimetrales ..	684

ANEXO C

Tabla C.1 Elementos elevador de carga.....	685
Tabla C.2 Elementos sistema contra incendios.....	685
Tabla C.3 Plan de mantenimiento de sistemas anexos	686
Tabla C.4 Acciones de mantenimiento, moto-reductor	687
Tabla C.5 Acciones de mantenimiento, cable elevador de cargas	688
Tabla C.6 Acciones de mantenimiento, extintores	689
Tabla C.7 Acciones de mantenimiento, detector multicensor.....	690

ANEXO D

Tabla D.1 Organización de planos	691
Tabla D.2 Planos arquitectónicos	692
Tabla D.3 Planos estructurales.....	693
Tabla D.4 Planos mecánicos	695
Tabla D.5 Resumen de planos, cantidad.....	696
Tabla D.6 Resumen de planos, formatos.....	696

ANEXO I

Tabla I.1 Periodos de participación modal.....	755
Tabla I.2 Fuerzas y Momentos, eje X.....	756
Tabla I.3 Fuerzas y Momentos, eje Y.....	756
Tabla I.4 Reacciones de sismo en X.....	757
Tabla I.5 Reacciones de sismo en Y	758
Tabla I.6 Resultados en el muro, eje X.....	759
Tabla I.7 Resultados en el muro, eje Y	759
Tabla I.8 Esfuerzos de corte, eje X	760
Tabla I.9 Esfuerzos de corte, eje Y	761
Tabla I.10 Control de desplazamientos, eje X.....	762
Tabla I.11 Control de desplazamientos, eje Y	762

ANEXO J

Tabla J.1 Características del estudio a realizar.....	766
Tabla J.2 Lista de modos de vibración.....	770
Tabla J.3 Características del estudio a realizar.....	775
Tabla J.4 Características del estudio para la fuerza de flexión.....	778
Tabla J.5 Características del estudio a realizar.....	783
Tabla J.6 Datos para análisis de frecuencia.....	793

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo consiste en diseñar la estructura metálica con un sistema de piso giratorio, para la empresa “Mansión de la Colina”. El alcance del proyecto incluye la elaboración del presupuesto para la construcción, cronograma valorado de trabajos, planos arquitectónicos, estructurales y mecánicos; además de manuales básicos de mantenimiento para la estructura, el sistema de giro y los sistemas instalados. El diseño de la estructura metálica se lo realizará con el software Sap 2000, método LRFD. Los elementos del sistema de giro se los diseñará con el software SolidWorks. El uso del software estará limitado por puntos de control, estos son cálculos manuales que se realizan para el control en el diseño. Los puntos de partida para el diseño son las exigencias por parte de los directivos de la institución solicitante. Estos tienen que ver con el espacio disponible para la implantación de la estructura, el aspecto arquitectónico del inmueble, la capacidad deseada y las condiciones de funcionamiento del sistema de giro. La posterior construcción de este inmueble permitirá incrementar la capacidad instalada de la institución e incrementar el valor agregado a la gama de servicios que oferta.

Palabras clave:

Diseño

Estructura

Metálica

Sistema

Giro

EXECUTIVE SUMMARY

The present work is to design the metal structure with a rotating floor system for the company "Mansión de la Colina". The project scope includes budgeting for construction work valued schedule, architectural, structural and mechanical drawings, as well as basic maintenance manuals for the structure, the base frame and installed systems. The design of the metal structure made it with 2000 SAP software, LRFD method. The elements of the rotation system with SolidWorks design software. Use of the software is limited by control points, these are manual calculations performed for the control design. The starting points for the design are the demands by the directors of the applicant institution. These have to do with the space available for the implementation of the structure, the architectural appearance of the building, the desired capacity and operating conditions of the system of rotation. The subsequent construction of this building will increase the installed capacity of the institution and increase the value added to the range of services we offer.

Key words:

Design

Structure

Metal

System

Rotating

CAPÍTULO 1.

GENERALIDADES

Este primer capítulo contiene la información inicial del proyecto. Hace una presentación del mismo, indica además las cualidades de la empresa para la cual se realiza el trabajo, sustenta el porqué del proyecto, define los objetivos, muestra el alcance de este documento e indica la metodología de trabajo para el desarrollo del proyecto.

1.1 PRESENTACIÓN:

El presente documento contiene los elementos que sustentan la propuesta para la construcción de la estructura metálica de un restaurante con sistema de piso giratorio, para la empresa Mansión de la Colina, presentada como proyecto de grado para la obtención del título de Ingeniero Mecánico, ante el Honorable Concejo de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la ESPE.

En este proyecto mostraremos la fusión entre las construcciones de carácter estático, los sistemas y mecanismos que nos permitirán brindar el dinamismo que las construcciones modernas nos ofrecen hoy en día a nivel mundial, debido a la tecno-globalización de los procesos de construcción y a la necesidad de desarrollar conocimientos, habilidades y destrezas para hacer frente a las nuevas condiciones de competitividad y realidades del mercado.

La necesidad de crear bienes de capital especializados en estructuras metálicas ha acelerado los procesos constructivos significativamente, ahorrando de esta forma recursos y permitiendo la edificación de productos más seguros. Además se ha incursionado en procesos de diseño multidisciplinarios, integrando la aplicación e interpretación de códigos de construcción y software especializado en las tareas requeridas, entre ellas, las de planificación y ejecución.

De este modo, al finalizar el presente documento, la empresa solicitante estará en capacidad de iniciar las obras para la construcción del inmueble e

instalación de los sistemas necesarios para el buen funcionamiento y conservación del mismo, previa la legalización de los planos estructurales y arquitectónicos por parte de los organismos correspondientes.

1.2 ANTECEDENTES:

Mansión de la Colina, una empresa de capital privado, dedicada a la realización de eventos sociales de gran capacidad en la ciudad de Quito, implementa constantemente innovaciones en su infraestructura, mismas que requieren estar a la vanguardia en cuanto a instalaciones para la realización de eventos sociales de gran nivel organizativo.

Ubicación:

País: Ecuador

Provincia: Pichincha

Ciudad: Quito

Barrio: La vieja Europa

Calle: Los Cipreses N63-30 y Av. Los Helechos

El lugar donde se construirá este proyecto posee algunas ventajas en su ubicación debido a la cercanía de empresas dedicadas a la distribución de materiales de construcción, así como vías de acceso en buen estado y disponibilidad de los servicios básicos como energía eléctrica, agua potable, alcantarillado y teléfono.

Acorde a la ideología empresarial y a los exigentes niveles competitivos del medio local, Mansión de la Colina, desea implementar una nueva área en sus instalaciones, el diseño y la posterior construcción de una estructura metálica que sustente un restaurante con piso giratorio dotado de las instalaciones sanitarias, eléctricas, de acceso y de seguridad básicas, el mecanismo que realice el movimiento circular del salón, la cubierta del mismo y un mecanismo de elevador transportador de carga ligera para alimentos.

El piso giratorio del salón mencionado se encuentra a 6,5 m de desnivel medidos desde el suelo firme, característica que permite alcanzar una

ubicación favorable para la observación de la ciudad de Quito y los atractivos naturales que la rodean, entre los más importantes, los volcanes de la región andina. El diámetro del piso giratorio requerido es de 8,0 m, proyectando así el alojamiento de 45 personas cómodamente instaladas en este salón comedor, más 5 personas para el servicio. Permitiendo así aumentar la capacidad instalada de la empresa en sus instalaciones en más de 240 m².

1.3 JUSTIFICACIÓN:

Aporte Técnico.- Muy pocas estructuras que permitan movilidad en sus partes se han construido en la ciudad de Quito, la mayoría de construcciones dinámicas proponen sistemas que permiten desplazar las cubiertas, pero como la que se propone en este proyecto no existe una similar. El pensar en que parte de una instalación pueda tener la capacidad de moverse brinda el valor agregado que la empresa solicitante necesita, fomentando en el Ecuador una nueva propuesta que permitirá aplicar el dinamismo en las estructuras. En este caso el diseño que se propone permitirá mover circularmente el salón de este restaurante. Si nos esforzamos, en un futuro podremos desplazar no solo cubiertas o pisos sino también paredes o mejor aún estructuras completas desde sus cimientos.

Aporte Económico.- Es de suma importancia el aprovechamiento máximo de los recursos inmersos en el desarrollo del diseño y en la posterior construcción del proyecto. Por esta razón la selección de materiales, la elección de los métodos y procesos constructivos adecuados, así como también la planeación de la ejecución de la obra, nos permitirán tener bajos costos, procesos justo a tiempo y el mínimo de paros en las instalaciones aledañas al lugar de construcción de la estructura.

Mediante el diseño de esta estructura y los sistemas de elevador transportador de alimentos y salón con piso giratorio, conseguimos dar movilidad a construcciones que usualmente carecen de esta característica, consiguiendo así el valor agregado al servicio de restaurante que desea brindar Mansión de la Colina, y de esta forma estar en la vanguardia de las empresas

que ofrecen servicios similares y así aportar a los atractivos que enriquecen el ornato de nuestra ciudad.

Aporte a la Ingeniería.- Este proyecto permitirá complementar en forma eficiente los paquetes computacionales de software pertinentes para el desarrollo del proyecto, fusionando la parte estructural con la parte de gerencia y ejecución de proyectos de diseño y construcción.

Otro aporte en la ingeniería que nos permite desarrollar este proyecto es el de la creación de una base de precios de los materiales de construcción inmersos en el diseño de la estructura metálica y los sistemas anexos, esta base de precios podrá ser usada por cualquier estudiante o profesional que desee realizar proyectos que incluyan análisis de precios unitarios con el software de libre código Jaleo Studio.

Además, con la simulación de esta estructura usando los programas computacionales SolidWorks y Sap 2000 se tendrá un laboratorio virtual para análisis estructural y de elementos de máquinas que se pondrá a disposición de la comunidad politécnica, con fines educativos. Al igual que los procedimientos de análisis de precios unitarios que nos permita realizar el software Jaleo Studio.

Finalmente, con la posterior ejecución y construcción de esta estructura metálica y su sistema de piso giratorio, se fomentará el futuro diseño de estructuras que compartan las características de dinamismo, en nuestra ciudad y país.

1.4 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Una vez que la empresa ha reconocido la necesidad de ampliar su capacidad instalada, se decide realizar un estudio para la construcción de la estructura metálica para un salón con piso giratorio y que arquitectónicamente tenga el aspecto de un velero, usando el espacio que la empresa dispone (Figura 1.1) para la ejecución de dicha obra.

El piso giratorio, aporta a la estructura el carácter dinámico requerido para hacer de este restaurante, un salón-mirador singular en la arquitectura de nuestra metrópoli, debido a que la ubicación geográfica impuesta para la construcción ofrece una vista inmejorable de la ciudad de Quito y sobre todo de los atractivos naturales que la rodean como son los volcanes y nevados de la región andina.

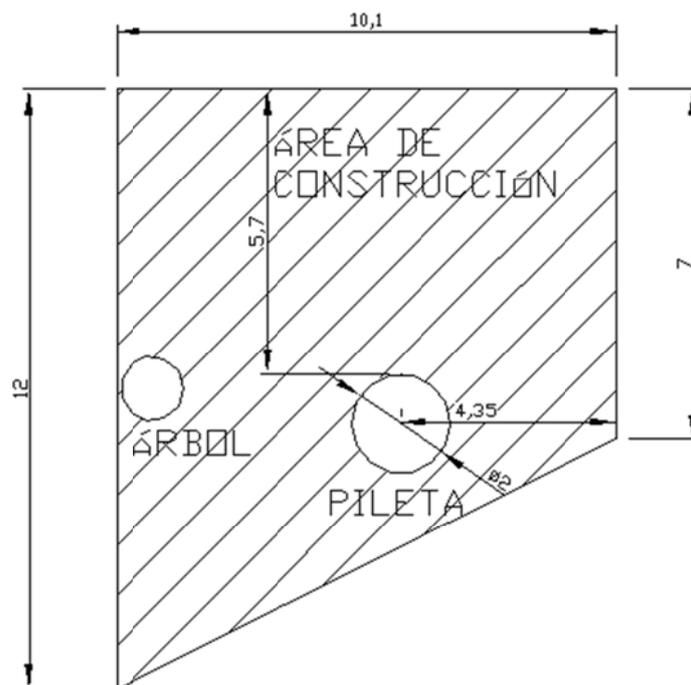


Figura 1.1 Área disponible para construcción

Temas a tomarse en cuenta para la planificación de la construcción.

Este terreno presenta las siguientes dificultades:

- Es necesaria la tala de un árbol de eucalipto de 10 metros de altura.
- Se debe retirar una pileta que está dentro del área de construcción.
- Hay que ampliar las puertas de acceso al lugar de construcción para permitir el paso de transporte y maquinaria.
- El cronograma de ejecución de la obra y el diseño de los procesos de instalación y construcción deben estar dispuestos de tal forma que se emplee el menor tiempo posible, debido a que hay instalaciones productivas cercanas que se verán afectadas.

Temas a tomarse en cuenta para el diseño de la estructura y los sistemas anexos.

- Se debe emplear los materiales adecuados que nos permitan obtener los mínimos costos.
- Algunos elementos estructurales deberán ser prefabricados en talleres calificados cercanos a la obra.
- El sistema motriz del mecanismo de piso giratorio debe caracterizarse por la emisión mínima de ruido, vibraciones y agentes contaminantes sólidos o líquidos, así como brindar movimiento rotacional continuo con una velocidad aproximada de 0.077 rpm (un giro completo en 13 minutos).
- La terraza tendrá que ser transitable para un volumen de personas similar a la capacidad del salón.
- El material y disposición del ornamento que le da la característica de velero a la estructura, tienen que resistir cargas de viento máximas sin que este se destruya.
- Las paredes perimetrales del salón ofrecerán la mejor visibilidad posible.

Todos los diseños estructurales serán realizados con la ayuda del software Sap 2000, el diseño de elementos de máquinas con SolidWorks, la elaboración de presupuestos, análisis de precios unitarios, cronogramas de trabajo en Jaleo Studio, los diagramas de procesos en Microsoft Visio y los planos con Auto CAD y SolidWorks.

1.5 OBJETIVOS:

1.5.1 GENERAL.

Realizar el diseño de la estructura metálica con un sistema de piso giratorio y sus sistemas anexos en un plazo máximo de siete meses.

1.5.2 ESPECÍFICOS:

- Establecer las especificaciones para el diseño de la estructura y sus sistemas anexos. Realizar el bosquejo de la obra a diseñar, puesto que la misma debe estar en concordancia con lo que los miembros directivos de la empresa solicitan.
- Determinar los códigos de diseño y constructivos; nacionales e internacionales que sean aplicables al proyecto.
- Diseñar la estructura y los sistemas afines antes mencionados, utilizando los programas computacionales: Sap 2000, SolidWorks y Jaleo Studio.
- Elaboración del presupuesto de construcción del proyecto.
- Elaboración del cronograma de construcción.
- Elaboración de un plan de mantenimiento para las máquinas y mecanismos a ser instalados en la obra definitiva.
- Simulación de la estructura metálica y el sistema de piso giratorio en los programas utilizados para su diseño.

1.6 ALCANCE DEL PROYECTO.

El alcance del proyecto está determinado por la realización satisfactoria de:

- Planos arquitectónicos y de sistemas anexos (eléctrico, agua potable, aguas servidas, sistema contra incendios, elevador de carga ligera).
- Planos estructurales.
- Presupuesto detallado de la obra.
- Cronograma constructivo.
- Manuales de mantenimiento y operación.

Al finalizar este estudio de diseño y presupuesto, el proyecto estará listo para la obtención de permisos para la construcción de la obra, que estará a cargo de la gerencia de la empresa, permitiendo así que el proyecto se realice en los plazos preestablecidos y con los costos requeridos.

1.7 METODOLOGÍA.

La metodología de este proyecto consiste en establecer las condiciones iniciales de diseño o especificaciones, para luego realizar un diseño arquitectónico del inmueble, la misma que debe estar acorde al requerimiento de la empresa. Luego estudiar los códigos de diseño y aplicar los que se relacionen con el proyecto, principalmente métodos y código de construcción de estructuras metálicas LRFD, que brinden los mejores resultados de acuerdo a las necesidades de nuestro caso en particular.

Luego, diseñar la estructura metálica utilizando el software Sap 2000, el sistema mecánico de movimiento del salón giratorio en el cual se utilizará el programa SolidWorks y sus sistemas anexos. El presupuesto posterior a este diseño exige antes la elaboración de una base de datos para realizar el análisis de precios unitarios de la obra que requerimos construir, en este caso se utilizará la herramienta Jaleo Base, parte del software Jaleo Studio. Las siguientes fases de análisis, reajuste y rediseño definitivo, si el caso lo amerita serán ejecutadas con presteza, seguido de los planos constructivos y diagramas de operación de elementos y máquinas a instalar.

Finalmente realizar de un cronograma para la construcción de la obra, cuya fecha de inicio será impuesta por la empresa en los siguientes 30 días al término del proyecto, con el programa Jaleo Studio o Project Profesional. Además incluir los manuales de mantenimiento de las instalaciones, mecanismos y máquinas y de operación de las mismas.

En todas estas fases de la metodología de trabajo estarán implicados de ser necesario otros profesionales que aporten el buen desarrollo y término del proyecto en cuestión.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO

En este capítulo se hace referencia a los códigos, normas y métodos utilizados para el diseño en las siguientes áreas:

- Métodos y Códigos de diseño y construcción de estructuras metálicas.
- Métodos y Códigos de diseño y construcción de elementos de máquinas.
- Estudio del Software involucrado en el diseño.
- Planes de mantenimiento para instalaciones, máquinas y mecanismos.

2.1 MÉTODOS Y CÓDIGOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.

Entre los métodos más utilizados están los siguientes:

- AISC, LRFD (Load and resistance factor design)
- AISC, ASD (Allowable stress design)
- AISC “Código de práctica Standard para los edificios y puentes de acero”.
- AWS D1.1 “Código estructural de soldadura”.
- ASCE, Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.
- RCSC Especificación para empalmes estructurales usando pernos A325 o A490 de ASTM.
- SSPC Manual de pintura de estructura de acero, volumen 2, sistemas y especificación.

LRFD es un código que a diferencia del ASD, se basa en esfuerzos que se encuentran en la zona plástica de la gráfica esfuerzo – deformación para el acero estructural (Figura 2.1) y no en los de la zona elástica, puesto que en la zona plástica de la curva se obtienen las máximas resistencias una vez deformado permanente e imperceptiblemente el material mucho antes de fallar. Casi todas las estructuras metálicas se han diseñado con métodos elásticos, el proyectista estima las cargas de trabajo o servicio y diseña los miembros

estructurales con base a ciertos esfuerzos permisibles. Estos usualmente son cierta fracción del esfuerzo mínimo de fluencia especificado del acero.

Tras la investigación y la experiencia se ha determinado que la ductilidad del acero proporciona una reserva de resistencia y esta circunstancia es base del diseño plástico, en el LRFD, las cargas de trabajo se estiman y se multiplican por ciertos factores de carga o de sobrecapacidad y los elementos estructurales se diseñan entonces con base a sus resistencias al colapso.

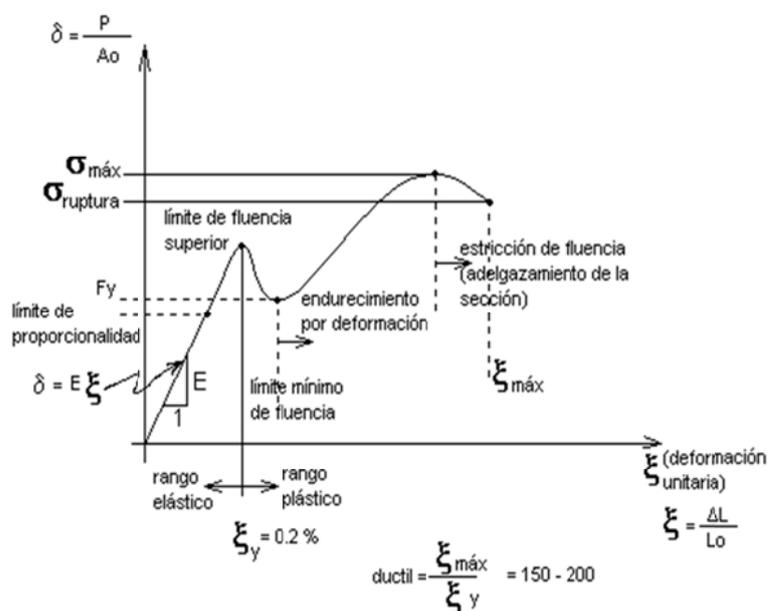


Figura 2.1 Diagrama esfuerzo-deformación acero estructural.

Siendo el LRFD un método más simplificado y moderno, es el que utilizaremos como base para el desarrollo de este proyecto en las partes concernientes de este código.

El Instituto Americano de Construcción en Acero (AISC) fundado en 1921, es una organización de especificaciones técnicas sin fines de lucro que rige a la industria de acero estructural de Estados Unidos, siendo su base principal la de Chicago, Illinois; ha publicado, en 1994, la segunda edición del manual LRFD, el mismo que nos servirá para el proyecto por las cualidades antes mencionadas y por estar relacionado ampliamente con el programa de desarrollo estructural SAP 2000.

Las especificaciones LRFD se concentran en requisitos muy específicos relativos a los estados límite de resistencia y le permiten al proyectista cierta libertad en el área de servicio, esto no significa que el estado límite de servicio no sea significativo, sino que la consideración más importante es la seguridad, por ello este factor no se aleja del juicio del proyectista. En el método LRFD las cargas de trabajo o de servicio (Q_i) se multiplican por ciertos factores de carga o seguridad (λ_i) que son casi siempre mayores a 1.0 y se obtienen las “cargas factorizadas” usadas para el diseño de la estructura, las magnitudes de los factores de carga varían, dependiendo del tipo de combinación de las cargas.

La estructura se proporciona para que tenga una resistencia de diseño suficiente para resistir las cargas factorizadas, esta resistencia se considera igual a la resistencia teórica o nominal (R_n) del miembro estructural, multiplicada por un factor de resistencia (ϕ) que es normalmente menor a 1.0; con este factor, el proyectista intenta tomar en cuenta las incertidumbres relativas a resistencia de los materiales, dimensiones y mano de obra. Además, esos factores se ajustaron un poco para lograr la mayor confiabilidad y uniformidad en el diseño (estos factores se muestran en la Tabla 1). Lo antes descrito puede resumirse de la siguiente manera.

$$\sum \lambda_i Q_i \leq \phi P_n$$

El miembro izquierdo de esta expresión se refiere a los efectos de las cargas en la estructura, y el derecho a la resistencia o capacidad del elemento estructural.

Factores de carga.

Las combinaciones usuales de carga consideradas en el LRFD están dadas en la especificación A 4.1 con las fórmulas A4-1 hasta 4-6:

$$1.4D \quad (A4-1)$$

$$1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) \quad (A4-2)$$

$$1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (0.5L \text{ or } 0.8W) \quad (A4-3)$$

$$1.2D + 1.3W + 0.5L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) \quad (A4-4)$$

$$1.2D \pm 1.0E + 0.5L + 0.2S \quad (A4-5)$$

$$0.9D \pm (1.3W \text{ or } 1.0E) \quad (A4-6)$$

Dispuestas de tal forma que cada una de ellas nos mostrará el valor de U que representa la carga última. El factor de las cargas muertas es menor que el usado para cargas vivas, ya que es más preciso estimar el valor de las cargas muertas que el de las cargas vivas.

<u>Load Combination</u>	<u>Load at its Lifetime (50-year) Maximum</u>
A4-1	D (during construction; other loads not present)
A4-2	L
A4-3	L_r or S or R (a roof load)
A4-4	W (acting in direction of D)
A4-5	E (acting in direction of D)
A4-6	W or E (opposing D)

Dónde: D , carga muerta

L , cargas vivas

L_r , cargas vivas en techos

S , cargas producidas por nieve

R , cargas producidas por lluvia

W , cargas producidas por viento

E , cargas producidas por sismos

Las cargas antes mencionadas deben ser obtenidas de los reglamentos ASCE 7.93 que se incluyen como anexos de este proyecto, de la misma forma que las normas LRFD. Siempre que sea aplicable, las cargas vivas usadas en el diseño deben ser los valores reducidos especificados para áreas grandes de pisos, para edificios de múltiples niveles,...

Factores de Resistencia.

Para estimar con precisión la resistencia última de una estructura es necesario tomar en cuenta las incertidumbres que se tienen en la resistencia de los materiales, en las dimensiones y en la mano de obra, con el factor de resistencia se reconoce implícitamente que la resistencia de un miembro no puede calcularse exactamente, debido a imperfecciones en las teorías de análisis, a variaciones en las propiedades de los materiales y en las

imperfecciones dimensionales de los elementos estructurales. Para hacer esta estimación se multiplica la resistencia última teórica o nominal de cada elemento por un factor Φ , de resistencia según corresponda el caso.

Tabla 2.1 Factores de resistencia característicos

FACTORES DE RESISTENCIA CARACTERÍSTICOS	
Factores de resistencia o ϕ	Situaciones
1.00	Aplastamiento en áreas proyectantes de pasadores, fluencia del alma bajo cargas concentradas, cortante en tornillos en juntas tipo fricción
0.90	Vigas sometidas a flexión y corte, filetes de soldadura con esfuerzos paralelos al eje de la soldadura, soldaduras de ranura en el metal base, fluencia de la sección total de miembros a tensión
0.85	Columnas, aplastamiento del alma, distancias al borde y capacidad de aplastamiento en agujeros
0.80	Cortante en el área efectiva de soldaduras de ranura con penetración completa, tensión normal al área efectiva de soldaduras de ranura con penetración parcial.
0.75	Tornillos a tensión, soldaduras de tapón o muesca, fractura en la sección neta de miembros a tensión
0.65	Aplastamiento en tornillos (que no sean tipo A307)
0.60	Aplastamiento en cimentaciones de concreto

Ventajas del Método LRFD.

La primera impresión es que con este método ahorraremos recursos económicos, en vista de que podríamos tener estructuras más livianas, sobre todo si las cargas vivas son pequeñas comparadas con las cargas muertas. Sin embargo hay que recalcar que este método ha sido introducido por la AISC no con el propósito de ahorrarnos dinero, sino por ayudar a obtener una confiabilidad más uniforme para las estructuras de acero, sean cual sean las cargas; además, está escrito en una forma que facilita la incorporación de los avances que se logren en el curso de los años en el campo del diseño estructural.

En los edificios comunes la relación de carga viva con la muerta varía aproximadamente entre 0.25 y 4.0, presentándose valores aún mayores para estructuras ligeras. Puede demostrarse que para valores pequeños de la relación de la carga viva a la muerta, digamos menores que 3, se tendrá ahorros en el peso del acero al usar el método LRFD de aproximadamente 1/6 en columnas y miembros a tensión y de cerca de 1/10 en vigas. Por otra parte

si se tiene una relación muy grande entre tales cargas, no habrá diferencia en los pesos resultantes al usar ambos métodos de diseño (LRFD o ASD).

Para este proyecto los puntos de control que nos permitirán ahorrar tiempo y recursos en el cálculo estructural son las partes del método LRFD que más se relacionan con el diseño de nuestra estructura metálica, y en vista de que la parte compleja de diseño para cada elemento estructural estará a cargo del programa Sap 2000, lo que se aplicará en este proyecto es la revisión de ciertos puntos de control para los elementos que se muestren como críticos, en tales circunstancias las partes del método LRFD que más se relacionan son las siguientes:

2.1.1 DISEÑO DE MIEMBROS CARGADOS AXIALMENTE A COMPRESIÓN.

Las columnas son elementos importantes que en nuestra estructura se encuentran cargados axialmente a compresión. El diseño de columnas es un proceso de tanteos o aproximaciones sucesivas. El esfuerzo de diseño ($\Phi_c \cdot F_{cr}$) no se conoce hasta que se ha seleccionado un perfil y viceversa. Una vez que se escoge un perfil de prueba los valores de r (radio de giro de la sección) para esa sección pueden obtenerse y sustituirse por las ecuaciones apropiadas para determinar el esfuerzo de diseño.

La relación de esbeltez efectiva (KL/r) de una columna promedio de 10 a 15 pies (3 y 4.5 metros) de longitud máxima será aproximadamente de entre 40 y 60. Si se supone una (KL/r) en este intervalo para una columna particular y se sustituye en la ecuación apropiada (esto significa consultar las tablas en las que se han calculado ya los esfuerzos de diseño para valores de KL/r de entre 0 y 200) el resultado dará, en general, una estimación satisfactoria del esfuerzo de diseño.

Las tablas que proporciona el LRFD en su parte 3, muestran valores de resistencias axiales ($\Phi_c \cdot P_n$), para varias longitudes efectivas de perfiles usados comúnmente, los valores están dados con respecto al radio de giro

mínimo para aceros con $F_y = 36$ ksi y 50 ksi. (Estas tablas están entre las páginas 3-16 y 3-103 del LRFD).

Por ejemplo:

Usando acero A36 $F_y = 36$ ksi, seleccione un perfil W14 más ligero disponible para las cargas de servicio $P_d = 100$ klb y $P_L = 160$ klb, $KL = 10$ pies.

Solución:

$$P_u = (1.2)(100) + (1.6)(160) = 376 \text{klb}$$

Suponemos:

$$\frac{KL}{r} = 50$$

c de la tabla 3.36, sexta parte del manual = 26.83 ksi

$$A_{requerida} = \frac{376}{26.83} = 14.01 \text{plg}^2$$

Ensaye W14 x 53 ($A = 15.6$ Plg², $r_x = 5.89$ plg, $r_y = 1.92$ plg)

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{(12)(10)}{1.92} = 62.5$$

$$\phi_c F_{cr} = 24.91 \text{ksi}$$

$$\phi_c P_n = (24.91)(15.6) = 388.6 \text{klb} > 376 \text{kl}$$

Use W14x53

Tablas de diseño según el método LRFD.

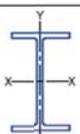
En la segunda parte del Manual LRFD hay tablas para seleccionar varios perfiles de columnas sin tener que emplear el método de tanteos. Esas tablas proporcionan resistencias axiales de diseño ($\phi_c F_n$) para varias longitudes efectivas prácticas de los perfiles usados comúnmente. Los valores están dados con respecto al radio de giro mínimo para aceros $F_y = 36$ ksi y 50 ksi.

Para la mayoría de las columnas que consisten en perfiles de acero, la relación de esbeltez efectiva con respecto al eje "y" es mayor que la relación con respecto al eje "x". En consecuencia, el esfuerzo de diseño que rige es respecto al eje "y". Debido a esto, las tablas LRFD proporcionan resistencias de diseño para columnas con respecto a su eje "y". El uso de las tablas es muy

sencillo se toma el valor KL para la dirección débil en pie, se consulta la tabla apropiada por el lado izquierdo y se procede horizontalmente a través de ella. Bajo cada perfil se indica la resistencia de diseño ($\Phi_c \cdot F_n$) para esa KL y para la F_y escogida. Por ejemplo, supongamos que tenemos una carga factorizada de diseño $P_u = (\Phi_c \cdot F_n) = 1200\text{klb}$, una $K_y L_y = 12$ pie y queremos seleccionar el perfil W14 más ligero disponible en acero 50 ksi. Consultamos las tablas con $KL = 12$ pie en la columna izquierda y leemos de izquierda a derecha para un acero 50 ksi, los números 7240, 8530, 7760 y 7030 klb,...hasta que varias páginas después encontramos los valores 1220 y 1110 klb. El valor 1110 klb no es suficiente y regresamos al valor de 1220 klb que queda en la W14x109.

Tabla 2.2 Diseño axial LRFD Pág. 3-20.

3 - 20 COLUMN DESIGN



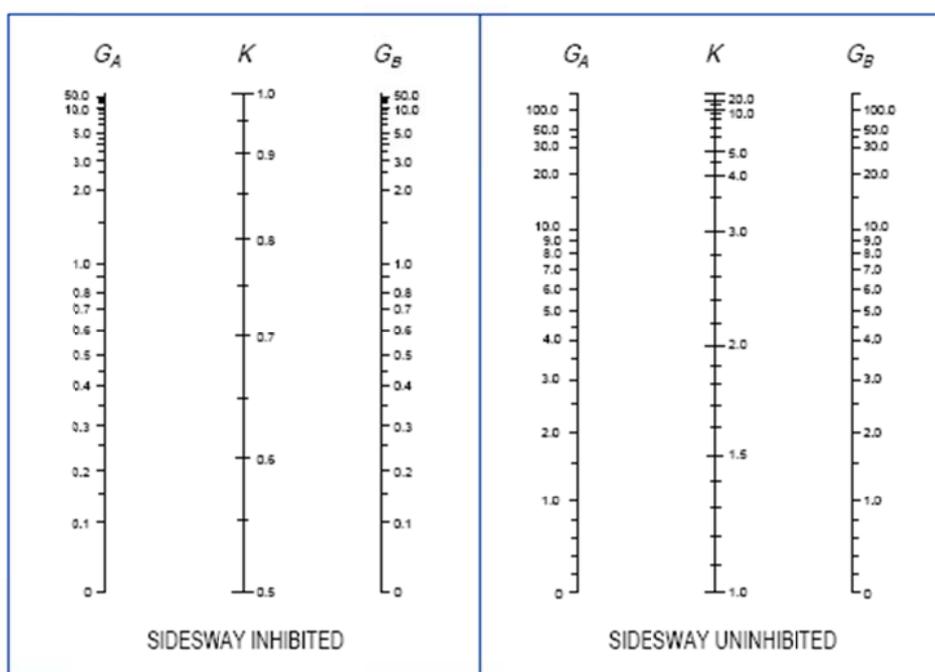
COLUMNS
W shapes
Design axial strength in kips ($\phi = 0.85$)

$F_y = 36 \text{ ksi}$
 $F_y = 50 \text{ ksi}$

Designation	W14										
	132		120		109		99		90		
	F_y		F_y		F_y		F_y		F_y		
	36	50	36	50	36	50	36	50†	36	50†	
Effective length KL (ft) with respect to least radius of gyration r_y	0	1190	1650	1080	1500	979	1360	890	1240	811	1130
	6	1160	1610	1080	1460	960	1320	873	1200	795	1100
	7	1160	1590	1050	1450	953	1310	867	1190	789	1080
	8	1150	1570	1040	1430	946	1300	860	1180	783	1070
	9	1140	1550	1030	1410	937	1280	852	1160	775	1060
	10	1130	1530	1020	1390	927	1260	843	1150	767	1040
	11	1110	1510	1010	1370	917	1240	833	1130	758	1030
	12	1100	1480	999	1350	905	1220	823	1110	749	1010
	13	1080	1450	986	1320	893	1200	811	1090	738	989
	14	1070	1430	971	1290	880	1170	799	1060	727	969
	15	1050	1390	956	1270	866	1150	787	1040	716	947
	16	1030	1360	940	1240	852	1120	773	1020	704	925
	17	1020	1330	924	1210	837	1090	759	991	691	902
	18	997	1300	906	1180	821	1060	745	965	678	878
	19	978	1260	888	1140	804	1030	730	938	664	853
	20	958	1220	870	1110	787	1000	714	911	650	828
	22	916	1150	831	1040	752	943	682	854	620	776
	24	872	1070	791	972	715	879	648	796	589	723
	26	826	997	749	902	677	815	614	737	558	670
	28	780	920	706	832	639	751	578	679	525	616
30	733	844	663	762	600	688	542	621	493	564	
32	686	769	620	694	560	627	507	565	460	512	
34	639	697	577	628	522	567	471	511	428	463	
36	593	627	535	565	483	509	436	458	396	415	
38	547	563	494	507	446	457	402	411	365	372	
Properties											
u	2.03	1.99	2.04	1.99	2.02	1.97	2.02	1.95	2.02	1.94	
P_{no} (kips)	196	272	173	240	148	205	125	174	109	151	
P_{no} (kips/in.)	23.2	32.3	21.2	29.5	18.9	26.3	17.5	24.3	15.8	22.0	
P_{no} (kips)	520	613	399	471	281	331	222	261	165	195	
P_{no} (kips)	215	298	179	249	150	208	123	171	102	142	
L_p (ft)	15.7	13.3	15.6	13.2	15.5	13.2	15.5	13.4	15.4	15.0	
L_r (ft)	73.7	49.7	67.9	46.3	62.7	43.2	58.1	40.6	54.2	38.4	
A (in. ²)	38.8		35.3		32		29.1		26.5		
I_x (in. ⁴)	1530		1380		1240		1110		999		
I_y (in. ⁴)	548		495		447		402		362		
r_x (in.)	3.76		3.74		3.73		3.71		3.70		
Ratio r_x/r_y	1.67		1.67		1.67		1.66		1.66		
P_{ex} (KL) ² / 10 ⁴	43800		39300		35400		31700		28600		
P_{ey} (KL) ² / 10 ⁴	15700		14100		12700		11500		10400		

†Flange is noncompact; see discussion preceding column load tables.

Para ser más realista en el uso de los valores para longitudes efectivas la utilización de monogramas es una herramienta que nos sirve adecuadamente para estimar los valores de K. un monograma se desarrolló para columnas arriostradas contra ladeo y otro para columnas sometidas a ladeo. Para el uso de estos monogramas es necesario proponer tamaños preliminares para las vigas y columnas que se conectan con la columna en consideración antes de poder determinar el factor K para esa columna. Su uso detallado se encuentra en la página 6-186 del AISC LRFD. En nuestro diseño Sap 2000, nos muestra el valor de K calculado y se puede comparar con el obtenido en el monograma.



The subscripts A and B refer to the joints at the two ends of the column section being considered. G is defined as

$$G = \frac{\Sigma(I_c / L_c)}{\Sigma(I_g / L_g)}$$

in which Σ indicates a summation of all members rigidly connected to that joint and lying on the plane in which buckling of the column is being considered. I_c is the moment of inertia and L_c the unsupported length of a column section, and I_g is the moment of inertia and L_g the unsupported length of a girder or other restraining member. I_c and I_g are taken about axes perpendicular to the plane of buckling being considered.

For column ends supported by but not rigidly connected to a footing or foundation, G is theoretically infinity, but, unless actually designed as a true friction-free pin, may be taken as "10" for practical designs. If the column end is rigidly attached to a properly designed footing, G may be taken as 1.0. Smaller values may be used if justified by analysis.

Fig. C-C2.2. Alignment chart for effective length of columns in continuous frames.

Figura 2.2 Monograma para el valor de factor "K" LRFD.

Si las columnas se comportan elásticamente, el módulo de elasticidad se cancela en la expresión de rigidez G . Sin embargo, si el comportamiento de la columna es inelástico, los factores de rigidez de la columna serán menores e iguales a $(E \cdot I / L)$, como resultado, el factor G usado para consultar el monograma será menor y el factor K resultará más pequeño. Aunque los monogramas fueron elaborados para una acción elástica de las columnas, pueden usarse para una situación inelástica si el valor de G se multiplica por su factor de reducción de rigidez (FFR) este factor es igual a la razón entre el módulo tangente y el módulo elástico (E_t/E), los valores se muestran en la tabla 3-1 de LRFD.

Tabla 2.3 Factor de rigidez (SRF), LRFD.

Table 3-1. Stiffness Reduction Factors (SRF) for Columns					
P_u / A ksi	F_y		P_u / A ksi	F_y	
	36 ksi	50 ksi		36 ksi	50 ksi
42	—	0.03	26	0.38	0.82
41	—	0.09	25	0.45	0.85
40	—	0.16	24	0.52	0.88
39	—	0.21	23	0.58	0.90
38	—	0.27	22	0.65	0.93
37	—	0.33	21	0.70	0.95
36	—	0.38	20	0.76	0.97
35	—	0.44	19	0.81	0.98
34	—	0.49	18	0.85	0.99
33	—	0.53	17	0.89	1.00
32	—	0.58	16	0.92	↓
31	—	0.63	15	0.95	
30	0.05	0.67	14	0.97	
29	0.14	0.71	13	0.99	
28	0.22	0.75	12	1.00	
27	0.30	0.79	11	↓	

— indicates not applicable.

Para nuestras columnas, los controles para el diseño a compresión que nos impondremos para ser consecuentes con el diseño de Sap 2000 serán:

Compacidad de la sección

Parámetro de esbeltez

Falla plástica

Y si el P_u está dentro del rango adecuado.

2.1.2 PLACAS BASE PARA COLUMNAS CARGADAS AXIALMENTE.

El esfuerzo por diseño de por compresión en el área de apoyo de un cimiento de concreto o mampostería, es mucho menor que el correspondiente a la base de acero de una columna. Cada columna de acero se apoya en la parte superior de un cimiento, o en una zapata alisada, es necesario que la carga de la columna se distribuya en un área suficiente para evitar que se sobreesfuerce el concreto. Las cargas de la columna de acero se transmiten a través de una placa de acero a un área razonable grande del cimiento, que se localiza bajo de dicha placa. Estas placas pueden soldarse directamente a las columnas (a), o pueden ligarse por medio de alguna oreja de ángulo remachada o soldada (b). Ver Figura 2.3.

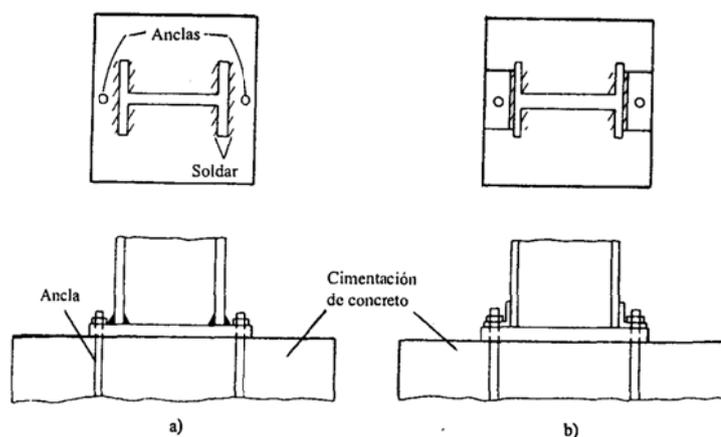


Figura 2.3 Placa base para columnas.

Área de la Placa.

La resistencia de diseño por aplastamiento del concreto debajo de la placa base debe ser por lo menos igual a la carga soportada. Cuando la placa base cubre el área total del soporte de concreto, esta resistencia es igual a Φ_c (0.60 por aplastamiento) multiplicada por la resistencia nominal del concreto, $0.85 f'_c A_1$ (donde f'_c es la resistencia a compresión a los 28 días de concreto en ksi, 3 ksi generalmente y A_1 es el área de la placa). (Ecuación J9-1 del LRFD)

$$P_u = \phi_c P_p = \phi_c (0.85 f'_c A_1)$$

$$A_1 = \frac{P_u}{\phi_c * 0.85 * f'_c}$$

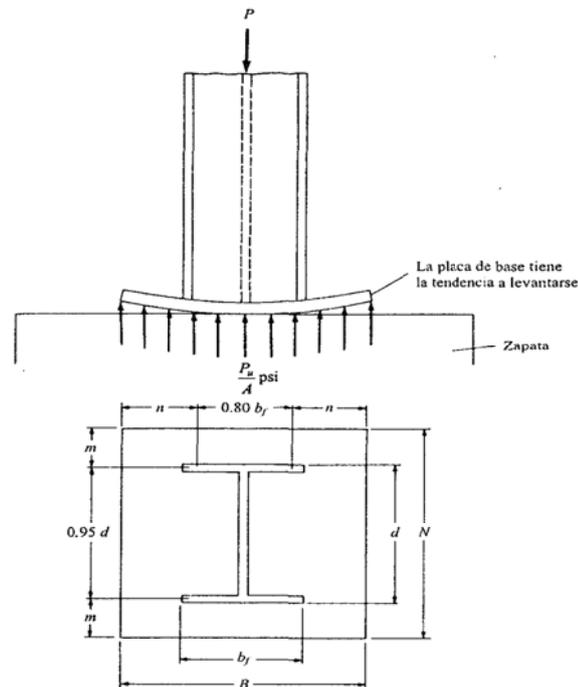


Figura 2.4 Esfuerzos en placa base

Si el área total del soporte de concreto no es cubierta por la placa, el concreto de bajo de la placa, rodeado por el concreto exterior, será algo más fuerte. Para esta situación, la especificación (J9b9) permite que la resistencia de diseño arriba de $(\phi 0.85 f'cA_1)$ sea incrementada multiplicándola por $\sqrt{(A_2/A_1)}$. En la expresión resultante A_2 es el área máxima de la porción de concreto soportante que es geoméricamente similar y concéntrica con el área cargada. El valor de $\sqrt{(A_2/A_1)}$ está limitado a un máximo de 2 como se muestra en la expresión siguiente.

$$\phi c P_p = \phi c (0.82 f'cA_1) \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$\text{con } \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2$$

entonces

$$A_1 = \frac{P_u}{\phi c (0.82 f'cA_1) \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}} \text{ donde } \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \geq 2$$

Además, A_1 no debe ser menor que la profundidad de la columna multiplicada por el ancho de su patín.

$$A_1 = b_f * d$$

Después de que el valor gobernante $A1$ se determina, se seleccionan las dimensiones B y N de la placa a 1 o 2 pulgadas más cercanas, de manera que los valores de m y n mostrados en la figura son aproximadamente iguales. Tal procedimiento hará los momentos de los voladizos en las dos direcciones aproximadamente iguales. Esto nos permitirá mantener el espesor de la placa en un mínimo. La condición $m=n$ puede aproximarse si se satisface la siguiente ecuación.

$$N \cong \sqrt{A1} + \Delta, \text{ donde } A1 \text{ O área de la placa } = NB$$

$$\Delta = 0.5(0.95d - 0.80b_f)$$

$$B \approx \frac{A1}{N}$$

Espesor de la Placa.

Para determinarlo, se toman momentos en las dos direcciones como si la placa estuviese en voladizo con las dimensiones m y n . la resistencia de diseño por momento de la placa por pulgada de ancho debe ser por lo menos igual al mayor de esos dos momentos. Para una placa será igual a $\Phi F_y (t/4)$ donde t es el espesor de la placa y $\Phi = 0.9$. Igualando esta expresión con el momento máximo calculado, el valor requerido para t puede determinarse como sigue.

$$t = m \sqrt{\frac{2Pu}{0.9 * F_y * BN}} \quad \text{ó}$$

$$t = n \sqrt{\frac{2Pu}{0.9 * F_y * BN}}$$

Sin embargo este procedimiento incurre en cierto error, por lo que se propone un método más efectivo basado en el procedimiento anterior tomando los correctivos necesarios. En la parte 11 del manual LRFD propone lo siguiente:

$$l = \text{máx} (m, n, \text{ o } \lambda n')$$

Para determinar $\lambda n'$ es necesario sustituir en las siguientes expresiones que se obtienen en su ensayo.

- $P_u = \phi_c P_p = \phi_c(0.82 f' c A_1)$, placas que cubren el área total del soporte de concreto.
- $\phi_c P_p = \phi_c(0.82 f' c A_1) \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$, para placas que no cubren el área total de soporte de concreto.

$$X = \left[\frac{4db_f}{(d + b_f)^2} \right] \frac{P_u}{\phi_b P_p}$$

$$\lambda = \frac{2\sqrt{X}}{1 + \sqrt{1 - X}} \leq 1$$

$$\lambda n' = \frac{\lambda \sqrt{db_f}}{4}$$

Finalmente, el espesor de la placa:

$$t = \ell \sqrt{\frac{2P_u}{0.9 * F_y * BN}}$$

2.1.3 DISEÑO DE VIGAS.

Al igual que para el diseño de columnas, el diseño de vigas requiere la comprobación de requerimientos geométricos como por ejemplo, la capacidad de la sección para ser compacta, valores de Z, S, o el factor de forma, pero la mayor parte de esta información se la puede encontrar en tablas de diseño del manual LRFD o realizar cálculos sencillos utilizando ecuaciones del mismo manual. Si la viga está a tracción, compresión o flexión se aplicará la teoría con la que se analiza a las columnas, pero el caso crítico para una viga es la aparición de los momentos.

Diseño de Vigas por Momentos.

Par este estudio se debe hacer las siguientes consideraciones:

- Primero se supondrá que las vigas tienen soporte lateral continuo en sus patines de compresión.
- Luego se supondrá que las vigas están soportadas lateralmente a intervalos cortos.

- Por último se supondrá que las vigas están soportadas a intervalos cada vez más grandes.

En la siguiente figura se muestra una curva típica con los momentos resistentes nominales o momentos de pandeo de una viga en función de longitudes variables no soportadas lateralmente. Donde se aprecia que las vigas tienen tres diferentes intervalos de pandeo, dependientes de sus condiciones de soporte lateral. Si se tiene un soporte lateral continuo o estrechamente espaciado, las vigas se pandearán plásticamente y quedarán en lo que se clasifica como Zona 1 de pandeo. Conforme se incrementa la separación entre soportes laterales las vigas empezarán a fallar inelásticamente bajo momentos menores y quedarán en la Zona 2. Finalmente, con longitudes aún mayores sin soporte lateral las vigas fallarán elásticamente y quedarán en la Zona 3. La mayoría de vigas presentan fallas en la zona 1.

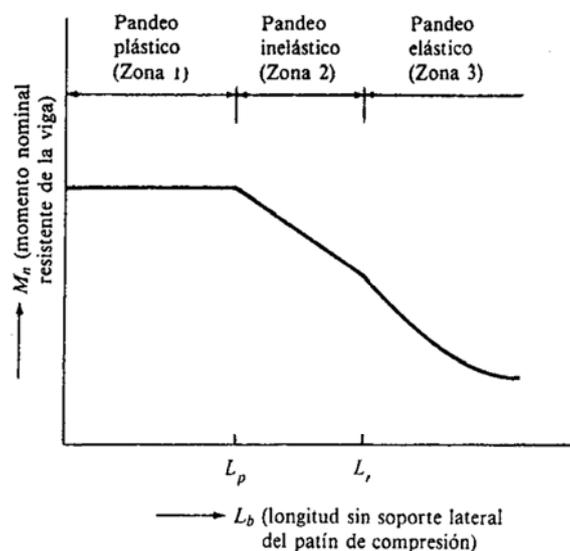


Figura 2.5 Zonas de falla para vigas

Pandeo Plástico, Momento Plástico (Zona 1).

Cuando una sección de acero tiene un factor de forma, pueden ocurrir deformaciones inelásticas apreciables bajo cargas de servicio, si se diseña de manera que M_p se alcance bajo la condición de carga factorizada. La

especificación F1.1 del LRFD limita la deformación para secciones con factores mayores que 1.5. M_p menor o igual que $1.5 M_y$.

Si la longitud sin soporte lateral L_b del patín de compresión de un perfil I o C, no excede a L_p o L_{pd} en la resistencia a flexión del miembro respecto a su eje mayor puede determinarse como:

$$\begin{aligned} M_n &= M_p = F_y * Z \leq 1.5 M_y \\ M_u &= \phi_b * M_n && \text{Ecuación 1-1 LRFD} \\ \phi_b &= 0.9 \end{aligned}$$

Para secciones con factores de forma grandes como WT, M_n es menor o igual que $1.5 M_y$; no se aplica a secciones híbridas con esfuerzos de fluencia en el alma menores que en el patín. La fluencia en el alma no conduce a deformaciones inelásticas importantes. Para miembros híbridos el momento de fluencia $M_y = F_y * S$. En un análisis elástico L_b no debe exceder L_p para que M_n sea igual a $F_y * Z$.

$$L_p = \frac{300 * r_y}{\sqrt{F_y}} \quad \text{Ecuación 1-4 LRFD}$$

Para que las secciones sean compactas en una viga, las relaciones ancho a espesor de los patines y almas de secciones I y C están limitadas por los siguientes valores:

$$\text{Para patines: } \lambda_p = \frac{b}{t} \leq \frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

$$\text{Para almas: } \lambda_p = \frac{h}{tw} \leq \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

Para otras secciones los valores de estas relaciones se deben tomar de la tabla B5.1 del LRFD.

Tabla 2.4 Relaciones de compacidad según la sección.

TABLE B5.1
Limiting Width-Thickness Ratios for
Compression Elements

Description of Element	Width-Thickness Ratio	Limiting Width-Thickness Ratios	
		λ_p (compact)	λ_r (non compact)
Flanges of I-shaped rolled beams and channels in flexure	b/t	$65/\sqrt{F_y}$ [c]	$141/\sqrt{F_y} - 10$
Flanges of I-shaped hybrid or welded beams in flexure	b/t	$65/\sqrt{F_y}$	$\frac{162}{\sqrt{(F_y - 48.5)/k_c}}$ [f]
Flanges projecting from built-up compression members	b/t	NA	$109/\sqrt{F_y} \sqrt{k_c}$ [f]
Unstiffened Elements	Outstanding legs of pairs of angles in continuous contact, flanges of channels in axial compression; angles and plates projecting from beams or compression members	NA	$95/\sqrt{F_y}$
	Legs of single angle struts; legs of double angle struts with separators; unstiffened elements, i.e., supported along one edge	NA	$76/\sqrt{F_y}$
Stems of tees	d/t	NA	$127/\sqrt{F_y}$

Table B-1. Limiting Width-Thickness Ratios for Compression Elements*			
Beam Element	Width-Thickness Ratio	Limiting Width-Thickness Ratio, λ_p	
		General	For $F_y = 50$ ksi
Flanges of I shapes and channels	b/t	$65/\sqrt{F_y}$	9.2
Flanges of square and rectangular box beams	b/t	$180/\sqrt{F_y}$	28.9
Webs in flexural compression	h/t_w	$640/\sqrt{F_y}$	90.5
Webs in combined flexural and axial compression	h/t_w	$253/\sqrt{F_y}^{**}$	35.8
Column Element	Width-Thickness Ratio	Limiting Width-Thickness Ratio, λ_r	
		General	For $F_y = 50$ ksi
Flanges of I shapes and channels and plates projecting from compression elements	b/t	$95/\sqrt{F_y}$	13.4
Webs in axial compression	h/t_w	$253/\sqrt{F_y}$	35.8

*For the complete table, see LRF Specification, Section B5, Table B5.1.
**This is a simplified, conservative version of the corresponding entry in Table B5.1 of the LRF Specification.

Consideraciones para el diseño de vigas Zona1.

La sección 4 del manual LRFD contiene una tabla para la selección de perfiles usados como vigas según el método de diseño por factor de carga, al seleccionar los perfiles se debe recordar lo siguiente:

- El costo de los perfiles de acero depende de su peso por unidad de longitud Y, por tanto es conveniente seleccionar el perfil más liviano con el módulo plástico requerido.

- Si la viga se usa en posición horizontal, el módulo plástico se encontrará en las tablas de dimensiones y propiedades en la primera parte del manual LRFD. Un perfil W colocado de costado solo tiene un 10 a 30% de la capacidad resistente que tiene en posición vertical bajo la acción de cargas verticales.

Pandeo Inelástico, Capacidad de Momento (Zona 2).

La fluencia comenzará en una sección bajo esfuerzos aplicados iguales a $F_y - F_r$ (F_y esfuerzo de fluencia del alma y F_r esfuerzo de compresión residual igual 16.5 ksi en perfiles soldados y 10 ksi para laminados) debido a la presencia de esfuerzos residuales. Si la longitud sin soporte lateral L_b de una sección compacta I o C es mayor que L_p , la viga fallará inelásticamente a menos que L_b sea mayor que una distancia L_r , más allá de la cual la viga fallará elásticamente antes de que se alcance el esfuerzo F_y (Zona 3).

Según aumenta L_p , la capacidad por momento de la sección se reduce cada vez más, para una longitud sin soporte L_r , la sección se pandeará elásticamente tan pronto como alcance el valor F_y . Debido a la laminación se tiene un esfuerzo residual igual a F_r por lo que el esfuerzo por flexión solo puede alcanzar el valor $F_y - F_r$. Si $L_b = L_r$.

$$M_u = \phi b * M_r = \phi b * S_x * (F_{yw} - F_r)$$

Si la longitud sin soporte lateral queda entre L_p y L_r , la capacidad de momento quedará aproximadamente sobre una línea recta entre $M_u = \phi b * F_y * Z$ en L_p y $\phi b * S_x * (F_{yw} - F_r)$ en L_r . Si C_b es mayor que uno, la sección resistirá momentos adicionales, pero no más de $\phi b * F_y * Z = \phi b * M_p$.

$$\phi b * M_n = C_b * [\phi b * M_p - BF(L_b - L_p)] \leq \phi b * M_p$$

Donde BF es un factor dado en la tabla para la selección de perfiles según el diseño por factor de carga. M_n puede determinarse por la siguiente ecuación y multiplicado por ϕb se obtiene M_u .

$$M_n = C_b * \left[M_p - (M_p - M_r) * \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad \text{Ecuación F1-2 del LRFD}$$

Pandeo Elástico, (Zona 3).

Cuando una viga no está totalmente soportada lateralmente puede fallar por pandeo lateral respecto al eje más débil, aunque la viga esté cargada de manera que debería flexionarse respecto al eje fuerte flexionándose así inicialmente hasta que alcance un momento crítico M_{cr} . Como resultado el pandeo de la viga será una combinación de una flexión lateral y torsión de la sección transversal de la viga como se muestra en la figura 2.6 (pandeo torsionante lateral de una viga simplemente apoyada).

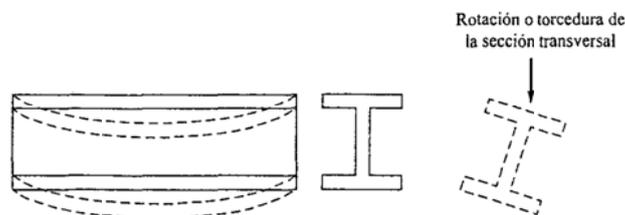


Figura 2.6 Pandeo lateral torsional en viga.

$$M_{cr} = \sqrt{(R_t)^2 + (R_a)^2}$$

R_t , es la Resistencia Torsionante y R_a , Resistencia al alabeo.

Según las especificaciones LRFD, si la longitud sin soporte del patín de compresión de una viga es mayor que L_r , esta se pandeará elásticamente antes de que se alcance el esfuerzo de fluencia en cualquier punto de la sección.

$$M_{cr} = C_b * \frac{\pi}{L_b} * \sqrt{E * I_y * G * J + \left(\frac{\pi * E}{L_b} \right)^2 * I_y * C_w} \quad \text{Ecuación F1-13 del LRFD}$$

G , es el módulo de elasticidad por cortante del acero 11200 ksi.

J , es una constante de torsión en plg a la cuarta potencia.

C_w , es la constante de alabeo en plg a la sexta potencia.

Los valores de J y Cw se presentan en la tabla de propiedades de torsión en la primera parte del manual LRFD para secciones laminadas. La especificación LRFD F1.2b, también presenta la ecuación del pandeo elástico en la forma siguiente:

$$M_{cr} = \frac{C_b * S_x * X_1 * \sqrt{2}}{L_b / r_y} * \sqrt{1 + \frac{X_1^2 * X_2}{2 * (L_b / r_y)^2}} \quad \text{Alternativa Ec. F1-13 LRFD}$$

Dónde:

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} * \sqrt{\frac{E * G * J * A}{2}} \quad \text{Ecuaciones F1-8 y F1-9 LRFD}$$

$$X_2 = 4 * \frac{C_w}{I_y} * \left(\frac{S_x}{G * J} \right)^2$$

Los valores de X1 y X2 se dan para perfiles W en las tablas de propiedades de las secciones W, en la primera parte del manual LRFD.

Deflexiones.

Las limitaciones para las deflexiones son las siguientes:

1. Las deflexiones excesivas pueden dañar los materiales unidos o soportados por estas vigas.
2. La apariencia de las estructuras se ve afectada por deflexiones excesivas.
3. Las deformaciones excesivas no inspiran confianza en las personas que utilizan una estructura aunque exista seguridad en la resistencia.
4. Puede ser necesario que diferentes vigas que soportan la misma carga tengan las mismas deflexiones.

Las especificaciones LRFD no muestran exactamente deflexiones máximas permisibles, los valores máximos debe establecer el proyectista basándose en su buen juicio. Pero se puede calcular con la siguiente fórmula, para una viga simple con carga uniformemente repartida.

$$\Delta l = \frac{5 * w * L^4}{384 * E * I}$$

Para vigas con secciones W, M, HP, S, C y MC, para diferentes condiciones de carga tenemos la fórmula:

$$\Delta = \frac{M * L^2}{C1 * Ix}$$

Donde M es el momento por carga uniformemente distribuida en klb-pie, C1 es la constante cuyo valor puede verse en la figura 2.7, L es la longitud en claro en pie, Ix es el momento de inercia en plg a la cuarta potencia.

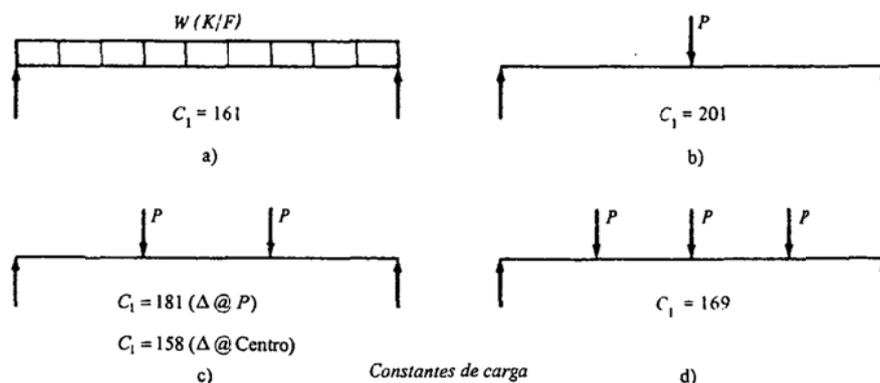


Figura 2.7 Constante de carga para una viga.

2.1.4 CONEXIONES SOLDADAS.

Las conexiones de los elementos estructurales de este proyecto son diseñadas con las especificaciones de la AWS que la AISC se ha permitido considerar para incluirlas con algunas pequeñas modificaciones en el manual LRFD en su parte J2.4.

En las soldaduras el material del electrodo deberá tener propiedades del metal base. Si las propiedades son comparables se dice que el metal de aportación es compatible con el metal base, es decir que sus resistencias nominales son similares.

La tabla J2.5 del LRFD proporciona las resistencias nominales de varios tipos de soldadura incluyendo las de filete, de tapón, de muesca y las de ranura con penetración completa y parcial. La resistencia de diseño de una soldadura específica se toma como el menor de los valores $\Phi * F_w$, (F_w es la resistencia nominal de la soldadura) y $\Phi * F_{BM}$ (F_{BM} es la resistencia nominal del metal base). Para la soldadura de filete la resistencia nominal por esfuerzos en el

área efectiva de las soldadura es $0.6 F_{EXX}$ (F_{EXX} es la resistencia por clasificación del metal base) y Φ es igual a 0.75. Si se tiene tensión o compresión paralela al eje de soldadura, la resistencia nominal del metal base F_{MB} es F_y y Φ es igual a 0.90. La resistencia de diseño por cortante de los miembros conectados es $\Phi * F_n * A_{ns}$ en donde Φ es 0.75, F_n es $0.6 F_u$ y A_{ns} es el área neta sujeta a cortante.

Los electrodos para soldadura por arco protegido se designan como E60XX, E60XX,...donde E significa electrodo y los primeros 2 dígitos indican la resistencia mínima a la tensión de la soldadura en ksi. Los dígitos restantes especifican el tipo de recubrimiento. Como la resistencia es el factor preponderante en los electrodos generalmente se los denomina solo E60, E70,... Para la situación usual como en nuestro diseño, los electrodos E70 se usan para aceros con valores de F_y de entre 36 y 60 ksi, mientras que los E80 se usan cuando $F_y = 65$.

Recomendaciones del LRFD aplicables a la soldadura:

- La longitud mínima de una soldadura de filete no debe ser menor de 4 veces la dimensión nominal del lado de la soldadura. Si su longitud real es menor que este valor, el grueso de la soldadura considerada efectiva debe reducirse a $\frac{1}{4}$ de la longitud de la soldadura.
- El tamaño máximo de una soldadura de filete a lo largo del material menor de $\frac{1}{4}$ de pulgada de grueso debe ser igual al grueso del material, para material más grueso no debe ser mayor que el espesor del material menos $\frac{1}{16}$ de pulgada a menos que la soldadura se arregle para dar un espeso completo de la garganta. Para una placa con un espeso de $\frac{1}{4}$ de pulgada o mayor, conviene terminar la soldadura por lo menos a $\frac{1}{16}$ de pulgada del borde.
- Los filetes permisibles mínimos se dan en la tabla J2.4 del LRFD, la soldadura de $\frac{5}{16}$ de pulgada es aproximadamente la máxima que puede hacerse en una sola pasada con el proceso SMAW y la de $\frac{1}{2}$ pulgada con el proceso SAW.
- Cuando debe usarse remates de extremo para la soldadura de filete como se muestra en la figura J2.2b del LRFD, la longitud del remate no

debe ser menor que 2 veces el tamaño nominal de la soldadura, si se usa para conexiones que dependen de la flexibilidad de las alas (ángulos y conexiones simples con placas de extremo) sus longitudes no deben exceder de 4 veces el tamaño nominal de la soldadura. Para conexiones como asientos de vigas, ménsulas, ángulos de conexión sometidas a cargas progresivas los remates deben usarse alrededor de los lados en distancia mayores que 2 veces el tamaño nominal de la soldadura.

- Las soldaduras de filete deberán terminarse en los extremos de las partes de los miembros doblándose en las esquinas a una distancia no menor que 2 veces el tamaño nominal de la soldadura.
- Para soldaduras de filete longitudinal para conexión de placas o barras, sus longitudes no deben ser menores que la distancia perpendicular entre ellas y la distancia entre soldaduras de filete no debe ser mayor de 8 pulgadas en las conexiones de extremo a menos que sean soldaduras transversales, de tapón o muesca. (Especificación 8.8.1 del AWS)
- En juntas traslapada el traslape mínimo es igual a 5 veces el espesor de la parte más delgada conectada pero no menor de una pulgada, (especificación 8.8.3 del AWS).

Tabla 2.5 Tamaño mínimo de soldadura de filete.

TABLE J2.4
Minimum Size of Fillet Welds^[b]

Material Thickness of Thicker Part Joined (in.)	Minimum Size of Fillet Weld ^[a] (in.)
To ¼ inclusive	1/8
Over ¼ to ½	3/16
Over ½ to ¾	¼
Over ¾	5/16

[a] Leg dimension of fillet welds. Single pass welds must be used.
[b] See [Section J2.2b](#) for maximum size of fillet welds.

Las soldaduras de filete no deben diseñarse con un esfuerzo mayor que el esfuerzo de diseño de los miembros adyacentes a la conexión. Si la fuerza externa aplicada es paralela al eje de la soldadura, la resistencia de diseño de esta no debe exceder la resistencia de diseño axial del miembro.

El apéndice J2.4 establece que la resistencia de las soldaduras de filete cargadas transversalmente en un plano que pase por sus centros de gravedad puede determinarse con la ecuación en la que $\Phi=0.75$ y θ es el ángulo entre la línea de acción de la carga y el eje longitudinal de la soldadura.

$$\phi F_w = \phi (0.6 F_{EXX}) \left[1.0 + 0.50 \text{sen}^{1.5} \theta \right] (t)(l) \quad q$$

Dónde: t es la garganta y l es la longitud del cordón.

La resistencia de la soldadura crece conforme aumenta el ángulo θ . Si la carga es perpendicular al eje longitudinal de la soldadura se tiene un incremento del 50% en la resistencia calculada de la soldadura.

Tabla 2.6 Diseño de resistencia de soldadura.

TABLE J2.5
Design Strength of Welds

Types of Weld and Stress [a]	Material	Resistance Factor ϕ	Nominal Strength F_{BM} or F_w	Required Weld Strength Level [b,c]
Complete-Joint-Penetration Groove Weld				
Tension normal to effective area	Base	0.90	F_y	Matching weld must be used.
Compression normal to effective area	Base	0.90	F_y	Weld metal with a strength level equal to or less than matching weld metal is permitted to be used.
Tension or compression parallel to axis of weld				
Shear on effective area	Base Weld electrode	0.90 0.80	$0.60F_y$ $0.60F_{Exx}$	
Partial-Joint-Penetration Groove Weld				
Compression normal to effective area	Base	0.90	F_y	Weld metal with a strength level equal to or less than matching weld metal is permitted to be used.
Tension or compression parallel to axis of weld [d]				
Shear parallel to axis of weld	Base Weld electrode	0.75	[e] $0.60F_{Exx}$	
Tension normal to effective area	Base Weld electrode	0.90 0.80	F_y $0.60F_{Exx}$	
Fillet Welds				
Shear on effective area	Base Weld electrode	0.75	[f] $0.60F_{Exx}$	Weld metal with a strength level equal to or less than matching weld metal is permitted to be used.
Tension or compression parallel to axis of weld [d]	Base	0.90	F_y	
Plug or Slot Welds				
Shear parallel to faying surfaces (on effective area)	Base Weld electrode	0.75	[e] $0.60F_{Exx}$	Weld metal with a strength level equal to or less than matching weld metal is permitted to be used.
<p>[a] For definition of effective area, see Section J2. [b] For matching weld metal, see Table 4.1, AWS D1.1. [c] Weld metal one strength level stronger than matching weld metal is permitted. [d] Fillet welds and partial-joint-penetration groove welds joining component elements of built-up members, such as flange-to-web connections, are not required to be designed with to the tensile or compressive stress in these elements parallel to the axis of the welds. [e] The design of connected material is governed by Sections J4 and J5. [f] For alternative design strength, see Appendix J2.4.</p>				

2.2 ESTUDIO DE MÁQUINAS Y ELEMENTOS DE MÁQUINAS PARA EL SISTEMA DE ROTACIÓN DEL SALÓN Y ELEVADORES DE CARGA.

2.2.1 MOTORES ELÉCTRICOS.

- A. Introducción.
- B. Objetivos.
- C. Principios básicos.
- D. Aplicaciones y fallas de los motores eléctricos.
- E. Conclusión.

A. Introducción.

En ocasiones, la rutina nos aleja del rigor técnico. Por eso, es necesario volver, de vez en cuando, al concepto teórico; fuente segura de conocimientos básicos para la manipulación de los equipos, cuyo mejor aprovechamiento debemos garantizar. El motor mismo es el fundamento de toda industria y sus principios básicos nos acercan al origen de todo movimiento, fuerza y velocidad.

B. Objetivos.

Objetivo General.

Estudiar teóricamente las aplicaciones que tienen los principales motores eléctricos y algunas de las fallas que en ellos se presentan.

Objetivos Específicos:

- Conocer los principales tipos de motores, así como los principios básicos de funcionamiento.
- Analizar las aplicaciones que tienen los motores eléctricos.
- Definir algunas de las fallas que se presentan en los motores eléctricos.

C. Principios Básicos.

1. Campo Magnético.

A una red trifásica R-S-T, le conectamos un bobinado estatórico en triángulo y bobinamos todos los polos siguientes en el mismo sentido las polaridades serán distintas en cada par de polos diametralmente opuestos.

Esto es igualmente válido para una conexión en estrella. La intensidad del campo de cada una de las bobinas depende de la corriente que circula por ella y en consecuencia por la fase que le corresponde. El campo de cada bobina aumenta o disminuye siguiendo la fluctuación de la curva (Perfectamente senoidal) de la corriente que circula por su fase. Como sea que las corrientes de una red trifásica están desfasadas 120° entre sí, es natural que las bobinas actúen también con un desfase de 120° . La acción simultánea de las corrientes de cada fase al actuar sobre las bobinas produce un campo magnético giratorio y allí tenemos el principio de un motor de C.A. La velocidad de giro del campo depende de la frecuencia de la C.A, la frecuencia empleada en Venezuela es de 60 Hz.

2. Motores Eléctricos.

Un electromotor transforma la energía eléctrica en energía mecánica, este es el concepto básico de los equipos que en este proyecto trataremos de desarrollar. La primera gran división de motores obedece al tipo de corriente que los energiza.

- Motores de corriente continua, C.C.
- Motores de corriente alterna, C.A.

2.1. Motores de Corriente Continua.

Por las dificultades que presentan la distribución y manejo de la C.C, es poco el uso de este tipo de motores a pesar de que son muy útiles cuando es necesario variar la velocidad o cambiar el sentido de giro. Por su poco uso no haremos en estudio profundo de su funcionamiento y comportamiento, solo diremos que basa su funcionamiento en la reversibilidad de un generador de

C.C. (Dinamo). El movimiento de un conductor o espira dentro de un campo magnético engendra en él una corriente inducida, cuyo sentido depende del que rija el movimiento de la espira. Esto se consigue haciendo girar mecánicamente un campo magnético. Si por el contrario aportamos una corriente continua a un conductor o espira inmersa en un campo magnético, nace en él un movimiento cuyo sentido depende también del sentido del campo y del sentido de la corriente que atraviesa el conductor.

2.2. Motores de Corriente Alterna.

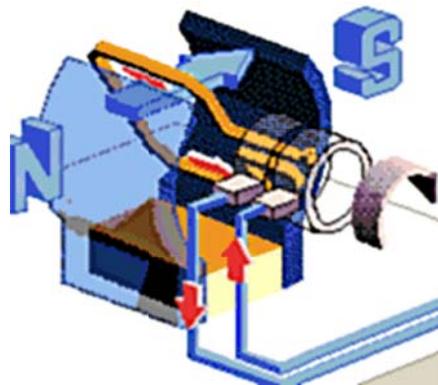


Figura 2.8 Principio de funcionamiento motor C.A.

Por el fácil manejo de transmisión, distribución y transformación de la C.A, se ha constituido en la corriente con más uso en la sociedad moderna. Es por ello que los motores de C.A, son los más normales y con el desarrollo tecnológico se ha conseguido un rendimiento altísimo que hace que más del 90 % de los motores instalados sea de C.A. Los motores de C.A, se dividen por sus características en:

Sincrónicos:

- Trifásico con Colector.
- Trifásico con Anillos.
- Y Rotor Bobinado.

Asincrónicos o de Inducción:

- Trifásico Jaula de Ardilla.

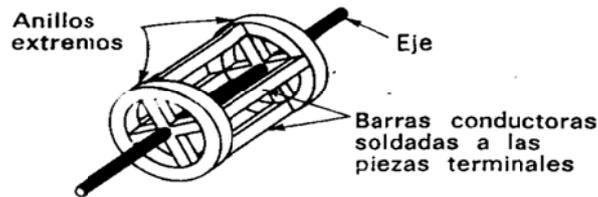


Figura 2.9 Jaula de ardilla.

- Monofásico: Condensador, Resistencia.
- Asíncronos Sincronizados: Serie o Universal.
- Espira en corto circuito.
- Hipo sincrónico.
- Repulsión.

3. Motor Sincrónico.

Está fundamentado en la reversibilidad de un alternador. El campo interior de una aguja se orienta de acuerdo a la polaridad que adopta en cada momento el campo giratorio en que se halla inmersa y siempre el polo **S** de la aguja se enfrenta al polo **N** cambiante de posición del campo giratorio, la aguja sigue cambiando con la misma velocidad con que lo hace el campo giratorio. Se produce un perfecto sincronismo entre la velocidad de giro del campo y la de la aguja. La velocidad del campo y la del rotor, dependerán del número de pares de polos magnéticos que tenga la corriente. Un motor de doce ranuras producirá un solo par de polos y a una frecuencia de 60 Hz, girará a 3600 R.P.M.

El principal inconveniente que presenta los motores sincrónicos, es que necesitan una C.C. para la excitación de las bobinas del rotor, pero en grandes instalaciones (Siderúrgicas), el avance de corriente que produce el motor sincrónico compensa parcialmente el retraso que determinan los motores asíncronos, mejorando con ello el factor de potencia general de la instalación, es decir, el motor produce sobre la red el mismo efecto que un banco de condensadores, el mismo aprovechamiento de esta propiedad, es la mayor ventaja del motor sincrónico.

4. Motores Asíncrónicos o de Inducción.

Son los de mayor uso en la industria, por lo tanto son los que mayor análisis merecen. Cuando aplicamos una corriente alterna a un estator, se produce un campo magnético giratorio, este campo de acuerdo a las leyes de inducción electromagnéticas, induce corriente en las bobinas del rotor y estas producen otro campo magnético opuesto según la ley de Lenz y que por lo mismo tiende a seguirlo en su rotación de tal forma que el rotor empieza a girar con tendencia a igualar la velocidad del campo magnético giratorio, sin que ello llegue a producirse. Si sucediera, dejaría de producirse la variación de flujo indispensable para la inducción de corriente en la bobina del inducido.

A medida que se vaya haciéndose mayor la diferencia entre la velocidad de giro del campo y la del rotor, las corrientes inducidas en él y por lo tanto su propio campo, irán en aumento gracias a la composición de ambos campos se consigue una velocidad estacionaria. En los motores asíncrónicos nunca se alcanza la velocidad del sincronismo, los bobinados del rotor cortan siempre el flujo giratorio del campo inductor.

4.1. Motores Asíncrónicos, Jaula de Ardilla.

Es sin duda el más común de todos los motores eléctricos, por su sencillez y forma constructiva. Elimina el devanado en el rotor o inducido. Las planchas magnéticas forman el núcleo del rotor, una vez ensambladas dejan unos espacios cilíndricos que sustituyen a las ranuras de los rotores bobinados, por estas ranuras pasan unas barras de cobre (o aluminio) que sobresalen ligeramente del núcleo, estas barras o conductores están unidos en ambos lados por unos anillos de cobre. Se denomina Jaula de Ardilla por la similitud que tiene con una jaula.

En los motores de jaula de pequeña potencia, las barras son reemplazadas por aluminio inyectado igual que los anillos de cierre, a los que se les agregan unas aletas que actúan a su vez en forma de ventilador. Las ranuras o barras pueden tener diferentes formas y lo que se pretende con ello es mejorar el rendimiento del motor, especialmente reducir las corrientes elevadas que producen los motores de jaula en el momento de arranque. ¿Cuál es el

inconveniente que presenta este motor por lo que sólo es utilizado en grandes instalaciones?, Que para pasar de asíncrono a síncrono, necesita una serie de equipos tales como: Resistencia para el arranque como motor asíncrono, conmutador que desconecta esta resistencia y conecta la C.C. a los anillos rodantes cuando trabaja como síncrono.

Tabla 2.7 Características de funcionamiento.

	POSITIVAS	NEGATIVAS
SINCRONICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevado factor de potencia. ▪ Funcionamiento económico. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No arranca con carga.
ASINCRONICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuerte arranque. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de potencia mediana.

5. Como escoger un motor.

Como hemos visto, no todos los motores pueden ser utilizados para toda clase de trabajo y cada actividad requiere un tipo de motor. Para elegir un motor hay que tener en cuenta:

- La carga de trabajo (Potencia).
- La clase de servicio.
- El ciclo de trabajo.
- Los procesos de arranque, frenado e inversión.
- La regulación de velocidad.
- Las condiciones de la red de alimentación.
- La temperatura ambiente.

6. La potencia de accionamiento.

$$KW = Par \text{ Motor} * \frac{RPM}{975}$$

$$HP = Par \text{ Motor} * \frac{RPM}{726}$$

$$\text{Potencia en KW} = 0,736 * \text{Potencia en HP}$$

$$\text{Potencia en HP} = 1,36 * \text{Potencia en KW}$$

La potencia está definida en dos factores: La fuerza en Kg y la velocidad en metros por segundo. $Potencia = F * V = Kgm/seg.$

El par del motor es una magnitud decisiva hasta el punto de determinar las dimensiones de un motor. Motores de igual par tienen aproximadamente las mismas dimensiones aunque tengan diferentes velocidades. En el arranque de un motor, es decir, en el intervalo de tiempo que pasa de la velocidad 0 a la nominal, el par toma distintos valores independientemente de la carga. La potencia nominal debe ser lo más parecida posible a la potencia requerida por la máquina a accionar. Un motor de potencia excesiva da lugar a una mayor intensidad de corriente durante el arranque.

D. Aplicaciones y fallas de los motores eléctricos.

Aplicaciones industriales de los motores.

El motor de inducción, en particular el de tipo de jaula de ardilla, es preferible al motor de corriente continua para trabajo con velocidad constante, porque el costo inicial es menor y la ausencia de conmutador reduce el mantenimiento. También hay menos peligro de incendio en muchas industrias, como aserraderos, molinos de granos, fábricas textiles y fábricas de pólvoras.

Para trabajo de velocidad variable, como es grúas, malacates, elevadores y para velocidades ajustables, las características del motor de corriente continua son superiores a las del motor de inducción. Incluso en este caso, puede convenir y ser deseable utilizar motores de inducción ya que sus características menos deseables quedan más que compensadas por su sencillez y por el hecho de que la corriente alterna es más accesible y para obtener corriente continua, suelen ser necesarios los convertidores. Cuando haya que alimentar alumbrados y motores con el mismo sistema de corriente alterna, se utiliza el sistema trifásico, de cuatro conductores de 208/120 V. Esto permite tener 208 V trifásico para los motores y 120 V de fase a neutro para las lámparas.

La velocidad a plena carga, el aumento de temperatura, la eficiencia y el factor de potencia, así como el aumento máximo de torsión y la torsión al arranque, han sido desde hace mucho tiempo los parámetros de interés en la

aplicación y compra de motores. Otras consideraciones es el factor de servicio. El factor de servicio de un motor de corriente alterna es un multiplicador aplicable a la potencia nominal en caballos. Cuando se aplica en esa forma, el resultado es una carga permisible en caballos en las condiciones especificadas para el factor de servicio. Cuando se opera a la carga del factor de servicio, con un factor de servicio de 1,15 o mayor, el aumento permisible en la temperatura ocasionado por resistencia es el siguiente: aislamiento clase **A**, 70 °C; clase **B**, 90 °C; clase **F**, 115 °C.

Se requieren alojamientos, conexiones, sellos, sistemas de ventilación, diseño electromagnético, etc., especiales cuando el motor va a funcionar en condiciones inusitadas de servicio, como la exposición a:

- Polvos combustibles, explosivos, abrasivos o conductores.
- Condiciones de pelusa o mugre excesivas, en donde la acumulación de mugre y polvo podría entorpecer la ventilación.
- Vapores químicos o vapores y gases inflamables o explosivos.
- Radiación nuclear.
- Vapor, aire cargado de sal o vapores de aceite.
- Lugares húmedos o muy secos, calor radiante, infestación de plagas o atmósferas que favorezca el crecimiento de hongos.
- Choques, vibraciones o carga mecánica externa, anormales.
- Empuje axial o fuerzas laterales anormales sobre el eje del motor.
- Desviación excesiva de la intensidad de voltaje.
- Factores de desviación del voltaje de línea que excedan de 10 %.
- Desequilibrio mayor que el 1 % en el voltaje de línea.
- Situaciones en donde se requiere bajo nivel de ruido.
- Velocidades mayores que la velocidad máxima especificada.
- Funcionamiento en un cuarto mal ventilado, en fosas o con el motor inclinado.
- Cargas torsionales de impacto, sobrecarga anormal repetida, funcionamiento en reserva o frenado eléctrico.
- Funcionamiento con la máquina impulsada parada con cualquier devanado excitado en forma constante.
- Operación con ruido muy bajo transportado por la estructura o en aire.

Motores conectados a la red.

Variaciones de la tensión V y de la frecuencia de la tensión f , en Hz, en la red de un motor trifásico de devanado normal:

a) Variaciones de la tensión a frecuencia constante, el par de arranque y el par motor máximo varía con el cuadrado de la tensión. La intensidad de arranque varía proporcionalmente con la tensión, con variaciones de $\pm 5\%$ se obtiene la potencia nominal.

b) Variaciones de la frecuencia con tensión constante, los valores absolutos de los pares de arranque y motor máximo varían en forma inversamente proporcional con el cuadrado de la frecuencia. La intensidad de arranque varía inversamente proporcional con la frecuencia, con variaciones de $\pm 5\%$, se puede entregar la potencia nominal.

c) Variaciones de la tensión y la frecuencia, si varía la tensión y la frecuencia en el mismo sentido y proporción, varían las revoluciones y la potencia proporcionalmente con la frecuencia.

Pueden conectarse por lo tanto motores con arrollamiento normal, aun en redes cuyas características se apartan en $\pm 5\%$ de la placa de características.

Fallas de los motores eléctricos.

Servicio de corta duración.

El motor alcanza el calentamiento límite durante el tiempo de funcionamiento prescrito (10-30-60 minutos), la pausa tras el tiempo de funcionamiento debe ser lo suficientemente larga para que el motor pueda enfriarse.

Servicio intermitente.

- Se caracteriza por periodos alternos de pausa y trabajo.

Protección contra averías:

- Si se daña un motor, deben tomarse en cuentas los siguientes factores:
- Clase de máquina accionada.
- Potencia efectiva que debe desarrollar, HP.
- Velocidad de la máquina movida, RPM.

- Clase de transmisión (Acoplamiento elástico o rígido), sobre bancada común o separada, correa plana o trapezoidal, engranajes, tornillos sin fin,...
- Tensión entre fase de la red.
- Frecuencia de la red y velocidad del motor.
- Rotor anillos rodantes o jaula de ardilla.
- Clase de arranques, directo, estrella triángulo, resistencias estáticas, resistencias retóricas, auto transformador, etc.
- Forma constructiva.
- Protección mecánica.
- Regulación de velocidad.
- Tiempo de duración a velocidad mínima.
- Par resistente de la máquina accionada (MKG).
- Sentido de giro de la máquina accionada mirando desde el lado de acoplamiento derecha, izquierda o reversible.
- Frecuencia de arranque en intervalos menores de dos horas.
- Temperatura ambiente si sobrepasa los 40 °C.
- Indicar si el motor estará instalado en áreas peligrosas: Gas, Humedad,...

El motor funciona en forma irregular:

- Avería en los rodamientos.
- La caja del motor está sometida a tensiones mecánicas.
- Acoplamiento mal equilibrado.

No arranca:

- Tensión muy baja.
- Contacto del arrollamiento con la masa.
- Rodamiento totalmente dañado.
- Defecto en los dispositivos de arranques.

Arranca a golpes.

- Espiras en contacto.

Motor trifásico arranca con dificultad y disminución de velocidad al ser cargado:

- Tensión demasiado baja.
- Caída de tensión en la línea de alimentación.
- Estator mal conectado, cuando el arranque es estrella triángulo.
- Contacto entre espiras del estator.

Trifásico produce zumbido internamente y fluctuaciones de corriente en el estator.

- Interrupción en el inducido.

Trifásico no arranca o lo hace con dificultad en la conexión estrella:

- Demasiada carga.
- Tensión de la red.
- Dañado el dispositivo de arranque estrella.

Trifásico se calienta rápidamente:

- Cortocircuito entre fases.
- Contacto entre muchas espiras.
- Contacto entre arrollamiento y masa.

Estator se calienta y aumenta la corriente:

- Estator mal conectado.
- Cortocircuito entre fases.
- Contacto entre arrollamientos y masa.

Se calienta excesivamente pero en proceso lento:

- Exceso de carga.
- Frecuencia de conexión y desconexión muy rápida.
- Tensión demasiado elevada.
- Tensión demasiado baja.
- Falla una fase.
- Interrupción en el devanado.
- Conexión equivocada.
- Contacto entre espiras.
- Cortocircuito entre fases.
- Poca ventilación.
- Inducido roza el estator.
- Cuerpos extraños en el entrehierro.
- La marcha no corresponde al régimen señalado por la placa.

Eficiencia de los motores eléctricos

Los métodos para determinar la eficiencia son: Por medición directa o por pérdidas segregadas. Estos métodos están expuestos en el “Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators”, Std. 112-1978,

ANSI/IEEE; en el Standard Test Code for DC Machines, Std. 113-1973, IEEE; en el Test Procedure for Single-Phase Induction Motors, Std. 114-1982, ANSI/IEEE y en el Test Procedure for Synchronous Machines, Std. 115-1965, IEEE.

Las mediciones directas pueden hacerse usando motores, generadores o dinamómetros calibrados para la entrada a generadores y salida de motores y, motores eléctricos de precisión para la entrada a motores y salida de generadores.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}}$$

Las pérdidas segregadas en los motores se clasifican como sigue:

- Pérdidas $I^2 \cdot R$ en el estator (Campo en derivación y en serie $I^2 \cdot R$ para corriente continua).
- Pérdidas $I^2 \cdot R$ en el rotor ($I^2 \cdot R$ en la armadura, para corriente continua).
- Pérdidas en el núcleo.
- Pérdidas por cargas parásitas.
- Pérdidas por fricción y acción del viento.
- Pérdidas en el contacto de las escobillas (Rotor devanado y corriente continua).
- Pérdidas en el excitador (Sincrónico y corriente directa).
- Pérdidas por ventilación (Corriente directa).

Las pérdidas se calculan en forma separadas y luego se totalizan.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida}}{\text{Salida} + \text{Pérdidas}}$$

$$\text{Potencia Activa (KW)} = \frac{\text{Potencia Entregada (KW)}}{\text{Rendimiento}}$$

$$\text{Potencia Aparente (K VA)} = \frac{P_e (\text{KW})}{R \cdot \cos(\theta)} = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I}{1000}$$

$$\text{Potencia Re activa (KVAR)} = \frac{\text{Potencia Entregada (KW)} * \text{Tg}(\theta)}{R}$$

$$\text{Intensidad} = \frac{P(\text{KW}) * 1000}{\sqrt{3} * V * \text{Cos}(\theta)} = \frac{Pe(\text{KW}) * 1000}{\sqrt{3} * V * R * \text{Cos}(\theta)}$$

Donde,

Pe: Potencia entregada.

P: Potencia absorbida.

R: Rendimiento.

θ : Angulo del factor de potencia.

E. Conclusión.

Los motores eléctricos son de suma importancia en la actualidad, debido a las diferentes aplicaciones industriales a los que son sometidos, es por ellos, que se deben tomar en cuenta todas las fallas que se presentan para el correcto funcionamiento de los mismos. Un motor cuando comienza a sobretabajar, es decir, que trabaja por encima de sus valores nominales, va disminuyendo su periodo de vida; esto nos lleva a concluir que si no se realiza un buen plan de mantenimiento el motor no durará mucho. Un plan de mantenimiento debe realizarse tomando en cuentas las fallas que están ocurriendo en los motores.

2.2.2 MOTO-REDUCTORES.

A. Introducción.

B. Reductores y moto-reductores.

C. Ajustes y tolerancias.

A. Introducción.

Estos elementos mecánicos formados por la combinación de pares de engranajes y la disposición de ejes tanto ortogonales como paralelos, nos permiten reducir las velocidades de salida de fuentes motrices, brindándonos las ventajas de tener velocidades más pequeñas y estables, así como la suavidad en los movimientos y la reducción de movimientos de golpeteo en arranques bruscos.

En el mercado hay muchas empresas que comercializan este tipo de mecanismos, por tal razón en nuestro diseño propondremos los requerimientos de este reductor de velocidad y lo pediremos en las empresas que nos ofertan este tipo de servicios para poder instarlo en nuestro mecanismo de salón giratorio. Sin embargo en este marco teórico es necesario fundamentar los principios básicos y rasgos característicos de estos mecanismos.

En todo tipo de industria siempre se requiere de equipos, cuya función es variar las r.p.m. de entrada, que por lo general son mayores de 1200, entregando a la salida un menor número de r.p.m., sin sacrificar de manera notoria la potencia. Esto se logra por medio de los reductores y mote reductores de velocidad. Esta es una guía práctica de selección del reductor adecuado.

B. Reductores y Moto-reductores.

Los Reductores y Moto reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes. Al emplear REDUCTORES O MOTO-REDUCTORES se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Los moto-reductores se suministran normalmente acoplado a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asíncrono tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz. Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo Moto-reductor un guarda motor que limite la intensidad y un rele térmico de sobrecarga. Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor. Normalmente los motores empleados responden a la clase de protección IP-44 (Según DIN 40050).

Guía para la elección del tamaño de un Reductor o Moto-reductor.

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción debe tenerse en cuenta la siguiente información básica:

Características de operación:

- Potencia (HP tanto de entrada como de salida)
- Velocidad (RPM de entrada como de salida)
- Torque (par) máximo a la salida en kg-m.
- Relación de reducción (I).

Características del trabajo a realizar:

- Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina, etc.)
- Tipo de acople entre máquina motriz y reductor.
- Tipo de carga uniforme, con choque, continua, discontinua etc.
- Duración de servicio horas/día.
- Arranques por hora, inversión de marcha.

Condiciones del ambiente:

- Humedad
- Temperatura

Ejecución del equipo:

- Ejes a 180°, ó, 90°.
- Eje de salida horizontal, vertical, etc.

Potencia de selección (Pn).

Es difícil encontrar en la práctica, que una unidad de reducción realice su trabajo en condiciones ideales, por tanto, la potencia requerida por la máquina accionada, debe multiplicarse por un factor de servicio Fs, factor que tiene en cuenta las características específicas del trabajo a realizar y el resultado, llamado Potencia de selección, es el que se emplea para determinar el tamaño del reductor en las tablas de selección.

Potencia de selección (Pn)= Potencia requerida (Pr) X Fs.

En algunos casos los reductores se determinan no por la potencia sino por los torques de selección. El torque y la potencia están relacionados mediante la siguiente función:

$$T_n \text{ (Kg-m)} = \frac{716.2 \times P_n \text{ (HP)}}{N \text{ (RPM)}}$$

Para las tablas de selección:

Pn = HP de salida y Tn = Torque

Pn está dada por Pn=HP entrada X n, donde n, = Eficiencia del reductor.

Para condiciones especiales como altas frecuencias de arranque- parada o de inversiones de marcha en el motor, alta humedad o temperatura ambiente y construcciones o aplicaciones especiales es conveniente consultar con el Departamento Técnico.

Tabla. 2.8 Factores de servicio para motores eléctricos.**FACTORES DE SERVICIO**

TIPO DE MOTOR QUE ACCIONA EL REDUCTOR	HORAS/ DIA	TIPO DE CARGA		
		UNIFORME	MEDIA	CON CHOQUES
MOTOR ELECTRICO ENTRADA CONSTANTE	2	0.9	1.1	1.5
	10	1.0	1.25	1.75
	24	1.25	1.50	2.00
MOTOR DE COMBUSTION DE VARIO SCILINDROS MEDIANAMENTE IMPULSIVA	2	1.0	1.35	1.75
	10	1.25	1.50	2.00
	24	1.50	1.75	2.50

Pre-instalación:

Para un buen funcionamiento de las unidades de reducción es indispensable tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las unidades deben montarse sobre bases firmes para eliminar vibraciones y des-alineamientos en los ejes.
- Si la transmisión de la unidad a la máquina es por acople directo entre ejes, es indispensable garantizar una perfecta alineación y centrado. Si la transmisión se hace por cadenas o correas, la tensión dada a estos elementos debe ser recomendada por el fabricante, previas una alineación entre los piñones o poleas.
- Las unidades de acoplamiento deben montarse cuidadosamente sobre los ejes para no dañar los rodamientos y lo más cercanas a la carcasa para evitar cargas de flexión sobre los ejes.
- Antes de poner en marcha los Moto-reductores, es necesario verificar que la conexión del motor sea la adecuada para la tensión de la red eléctrica.

Mantenimiento:

Los engranajes y los rodamientos están lubricados por inmersión o salpique del aceite alojado en la carcasa. Se debe revisar el nivel del aceite antes de poner en marcha la unidad de reducción.

En la carcasa se encuentran los tapones de llenado, nivel y drenaje de aceite. El de llenado posee un orificio de ventilación el cual debe permanecer limpio. Los reductores tienen una placa de identificación, en la cual se describe el tipo de lubricante a utilizar en condiciones normales de trabajo. El nivel del aceite debe comprobarse regularmente, mínimo una vez al mes; el agujero de ventilación debe mantenerse siempre limpio.

En el reductor nuevo después de las 200 horas iniciales de funcionamiento debe cambiarse el aceite realizando un lavado con ACPM; los posteriores cambios se harán entre las 1500 y 2000 horas de trabajo.

Instalación y acoplamiento.

Los aditamentos deben montarse cuidadosamente sobre los ejes para evitar daños en los cojinetes (no deben golpearse al entrar en los ejes). El reductor debe mantenerse rígidamente sobre las bases para evitar vibraciones que puedan afectar la alineación de los ejes.

Lubricación.

El reductor lleva tapones de llenado y ventilación, nivel y vaciado. En la placa de identificación del reductor se encuentra el tipo de aceite apropiado. MOBIL GEAR 629.

El aceite a usar debe tener las siguientes características:

- Gravedad Específica 0.903
- Viscosidad SSU A 100 grados F 710/790
- Viscosidad CST A 40 grados C 135/150
- Clasificación ISO V G 150
-

El aceite a usar debe contener aditivos de extrema presión del tipo azufre-fósforo, los cuales le dan características anti-desgaste de reducción a la fricción, disminuyendo así la elevación de temperatura en los engranajes. Adicionalmente aditivos contra la formación de herrumbre y la corrosión, así como agentes especiales para aumentar la estabilidad a la oxidación y

resistencia a la formación de espuma. Bajo condiciones extremas de temperatura o humedad deben emplearse aceites adecuados.

Rodaje inicial.

Los reductores se suministran sin aceite y deben llenarse hasta el nivel indicado antes de ponerlos en marcha. Todos los reductores se someten a un corto período de prueba antes de enviarse al cliente, pero son necesarias varias horas de funcionamiento a plena carga antes de que el reductor alcance su máxima eficiencia. Si las condiciones lo permiten, para tener una mayor vida de la unidad, debe incrementarse la carga progresivamente hasta alcanzar la máxima, después de unas 30 a 50 horas de trabajo. La temperatura en los momentos iniciales de funcionamiento es mayor de la normal hasta lograr el ajuste interno adecuado.

Almacenamiento.

Para almacenamiento indefinido debe llenarse totalmente de aceite la unidad, garantizándose la completa inmersión de todas las partes internas.

C. Ajustes y Tolerancias.

Todas las máquinas, desde la más complicada consta de un gran número de piezas, a la más sencilla formada solo por dos piezas, están siempre compuestas de pieza mecánicas, unidas entre sí, de modo que es posible el movimiento de una pieza con respecto a la que está unida (ajuste móvil), o bien que sea imposible dicho movimiento (ajuste fijo).

Entre los diferentes tipos de ajuste con que puede unirse dos piezas, el más sencillo y el más extendido es el **eje – Agujero**, en el que un eje cilíndrico se ajusta a un agujero también cilíndrico. Los ejes siempre se designan con letra minúscula y los agujeros con letra mayúscula.

Tolerancia.

Es la inexactitud admisible de fabricación y la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo concedido para una determinada dimensión.

T= Tolerancia

D. MAX.= Diámetro máximo

D = Diámetro mínimo

Holgura.

Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje, cuando el primero es mayor que el segundo.

Interferencia u holgura negativa.

Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje, cuando al ensamblar dos piezas el diámetro del agujero es menor que el del eje.

Tolerancia unilateral y bilateral.

Cuando la total tolerancia referida al diámetro básico es en una sola dirección de la línea cero, se llama unilateral.

Ejemplo: Diámetro igual $100 - 0.050$ o $100 + 0.050$

Es bilateral cuando es dividida en partes más o menos de la línea cero.

Ejemplo: 100 ± 0.0025

Ajuste agujero único.

Este es común para todos los ajustes de igual calidad. Los ejes se tornearan mayores o menores que el agujero para obtener la holgura o el apriete deseado.

Eje único.

Este es común para todos los ajustes de igual calidad. Los agujeros se tornearan mayores o menores que el eje para obtener la holgura o apriete deseado. Temperatura de referencia 20° C.

2.2.3 RODAMIENTOS.

- A. Introducción
- B. Rodamientos
- C. Tipos
- D. Innovación
- E. Mantenimiento
- F. Designaciones
- G. Anexos
- H. Conclusiones

A. Introducción.

Los rodamientos en nuestro diseño para el salón giratorio son de vital importancia, puesto que utilizaremos los mismos para permitir deslizar la estructura del salón sobre la estructura del edificio, en el espacio dispuesto para el efecto. Por esto la importancia de conocer más sobre ellos.

En busca de mejorar el rendimiento mecánico de las maquinas empleamos diferentes instrumentos que ayudan a mejorar la movilidad interna de esta. Uno de estos son los rodamientos, los cuales alargan la vida útil de las piezas rotacionales, dando una mayor durabilidad y control de la temperatura en los puntos de fricción.

Objetivo:

Dar a conocer los diferentes tipos de rodamientos, sus especificaciones y algunas de sus fallas más comunes.

B. Rodamientos

Es el conjunto de esferas o cilindros que se encuentran unidas por un anillo interior y uno exterior, el rodamiento produce movimiento al objeto que se coloque sobre este y se mueve sobre el cual se apoya. Los rodamientos se denominan también cojinetes no hidrodinámicos. Teóricamente, estos cojinetes no necesitan lubricación, ya que las bolas o rodillos ruedan sin deslizamiento

dentro de una pista. Sin embargo, como la velocidad de giro del eje no es nunca exactamente constante, las pequeñas aceleraciones producidas por las fluctuaciones de velocidad producen un deslizamiento relativo entre bola y pista. Este deslizamiento genera calor. Para disminuir esta fricción se lubrica el rodamiento creando una película de lubricante entre las bolas y la pista de rodadura.

C. Tipos

Rodamientos rígidos de bolas.

Robustos, versátiles y silenciosos. Pueden funcionar a altas velocidades y son fáciles de montar. Los rodamientos de una hilera también están disponibles en versiones obturadas; están lubricados de por vida y no necesitan mantenimiento. Los rodamientos de una hilera con escote de llenado y los de dos hileras son adecuados para cargas pesadas.

Rodamientos de bolas a rótula.

Insensibles a la desalineación angular. También disponibles en versiones obturadas y lubricadas de por vida, para un funcionamiento sin mantenimiento. Los rodamientos montados en manguitos de fijación y alojados en soportes de pie SKF proporcionan unas disposiciones económicas.

Rodamientos de sección estrecha.

Son compactos, rígidos y ahorran espacio. Pueden soportar cargas combinadas. Una variedad de diseños ISO y de sección fija ofrece gran flexibilidad para diseñar disposiciones de bajo peso y bajo rozamiento. También disponibles en versiones obturadas para un mantenimiento sencillo.

Rodamientos de rodillos cilíndricos.

Pueden soportar pesadas cargas radiales a altas velocidades. Los rodamientos de una hilera del diseño EC tienen una geometría interna optimizada que aumenta su capacidad de carga radial y axial, reduce su sensibilidad a la desalineación y facilita su lubricación. Los rodamientos completamente llenos de rodillos incorporan el máximo número de rodillos y no

tienen jaula. Están diseñados para cargas muy pesadas y velocidades moderadas.

Rodamientos de rodillos a rótula.

Robustos rodamientos auto alineables que son insensibles a la desalineación angular. Ofrecen una gran fiabilidad y larga duración incluso en condiciones de funcionamiento difíciles. Montados en manguitos de fijación o de desmontaje y alojados en soportes de pie SKF, proporcionan unas disposiciones de rodamientos económicas. También disponibles con obturaciones para un funcionamiento libre de mantenimiento.

Rodamientos de agujas.

Su baja sección transversal les hace adecuados para espacios radiales limitados. Pueden soportar cargas radiales pesadas. La amplia variedad de diseños, incluyendo rodamientos combinados para cargas radiales y axiales, permite unas disposiciones de rodamientos sencillas, compactas y económicas.

Rodamientos de bolas con contacto angular.

Diseñados para cargas combinadas, proporcionan unas disposiciones de rodamientos rígidas. Los rodamientos de dos hileras, también disponibles con obturaciones, simplifican las disposiciones ya que pueden soportar y fijar un eje en ambas direcciones. Los rodamientos de bolas con cuatro puntos de contacto ahorran espacio cuando las cargas axiales actúan en ambas direcciones.

Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos.

Pueden soportar cargas axiales pesadas de simple efecto. Rígidos y también insensibles a las cargas de impacto. Se pueden obtener disposiciones muy compactas si los componentes adyacentes pueden servir como caminos de rodadura.

Rodamientos axiales de bolas.

Diseñados para cargas puramente axiales. Están disponibles diseños de simple y de doble efecto, así como con contra placas esféricas para compensar

los errores de alineación. Estos rodamientos son desarmables, para facilitar el montaje.

Rodamientos de rodillos cónicos.

Diseñados para pesadas cargas combinadas. Las excelentes relaciones de capacidad de carga/sección transversal proporcionan unas disposiciones de rodamientos económicas. Los rodamientos TQ-Line son menos sensibles a la desalineación y ofrecen una larga duración, gran fiabilidad y bajas temperaturas de funcionamiento.

Rodamientos axiales de rodillos a rótula.

Robustos rodamientos auto alineables, insensibles a la desalineación angular. Pueden soportar fuertes cargas axiales. También pueden soportar cargas radiales de hasta un 55% de la carga axial actuando simultáneamente. Ofrecen una alta fiabilidad y gran duración, incluso en condiciones de funcionamiento difíciles. El diseño desarmable facilita el montaje.

Rodamientos axiales de agujas.

Pueden soportar cargas axiales pesadas en una dirección. Rígidos e insensibles a las cargas de impacto. La baja sección transversal proporciona unas disposiciones de rodamientos muy compactas. Si se pueden mecanizar caminos de rodadura en las piezas adyacentes, la corona de agujas axial puede servir de rodamiento y requiere poco espacio.

Roldanas.

Unidades de rodamiento listas para montar con aro exterior reforzado para cargas pesadas, incluyendo las cargas de impacto. Los rodamientos con diámetro exterior bombeado pueden aceptar desalineación.

Coronas de orientación.

Transmiten fuertes cargas combinadas y movimientos de orientación en disposiciones con gran diámetro. Uno o ambos aros pueden tener engranaje integral y los dos aros tienen agujeros para los pernos de montaje. Forman una

parte integral del sistema de accionamiento. Permiten unas soluciones compactas y económicas, que pueden reemplazar a las disposiciones de rodamientos múltiples tradicionales.

Rodamientos de Bolas de Contacto Radial.

Rodamientos de Rodillos Cónicos.

Rodamientos de Agujas.

Rodamientos de Rodillos A Rótula.

Rodamientos de Bolas De Contacto Angular.

Rotulas.

Rótulas axiales.

Sistemas de Desplazamientos Lineales.

Lubricación.

Rodamientos SKF lubricados con solid oil:

¿Qué es el Solid Oil?

El Solid Oil es una matriz de polímero saturada de aceite lubricante que rellena el espacio interior del rodamiento por completo y encapsula la jaula y los elementos rodantes. El Solid Oil utiliza la jaula como un elemento de refuerzo y gira con él. Al soltar el aceite, el Solid Oil proporciona una buena lubricación a los elementos rodantes y a los caminos de rodadura durante el funcionamiento.

El material del polímero tiene una estructura porosa con millones de microporos que retienen el aceite lubricante. Los poros son tan pequeños que el aceite se retiene debido a la tensión de la superficie. El aceite representa una media del 70% del peso del material.

El Solid Oil tiene ventajas únicas:

- Mantiene el aceite en su sitio.
- Proporciona al rodamiento más aceite que la grasa.
- Protege contra aceites contaminantes.
- No necesita mantenimiento pues no se re lubrica.

- No necesita retenes.
- No daña el medio ambiente.
- Resistente a agentes químicos.
- Puede soportar grandes fuerzas "g".

Aplicaciones del Solid Oil:

- Papeleras
- Equipamientos para nieve y hielo
- Acoplamientos accionados neumáticamente
- Grúas y transportadores
- Mezcladoras,...

D. Innovación.

Los continuos cambios del mercado exigen una permanente innovación en la diversa gama de rodamientos. Cada nueva aplicación cuenta con requisitos específicos (distintos valores de precarga, las cargas al límite de fatiga,...). En el diseño de una disposición de rodamientos intervienen diversos factores que no solo determinan el tipo de rodamiento y su tamaño adecuado, sino también los ajustes y juegos internos y la cantidad de lubricante adecuada a cada necesidad.

Nuevos Rodamientos:

Rodamientos CARB:

Este revolucionario diseño SKF de rodillos amalgama varias virtudes de otros rodamientos unificando en uno, carga axial más elevada, oscilación más pronunciada, mayor capacidad de carga, diámetro de rodillos más pequeños, posibilidad de obturación, menor peso, no existen cargas internas en los rodamientos, elimina las cargas axiales internas derivadas de la expansión térmica de los rodillos.

Rodamientos EXPLORER:

Ingeniería en metalúrgica, ingeniería en proceso, ingeniería en diseño son los elementos que intervienen y que han dado como resultado en SKF producir

un rodamiento más limpio de estructura mucho más lograda en todos sus aspectos. Mientras que la performance de las máquinas no varía, los rodamientos explorer del mismo tamaño proveerán el incremento en varias veces la vida útil antes lograda, reducción en el costo de los ciclos de la máquina y por lo tanto un mayor beneficio. El resultado es que el explorer es extremadamente limpio y homogéneo con un mínimo absoluto de inclusiones.

Rodamientos híbridos:

Aunque los rodamientos convencionales son conocidos como rodamientos antifricción, ellos aún mantienen una cantidad de fricción en operación. La baja fricción en todas las partes móviles es una de las claves para una buena performance del husillo y en aquellas máquinas que operan a altas revoluciones (más de 20000 r.p.m.).

Estos rodamientos proveen un incremento en la performance en sus principales aspectos:

- Duran de 4 a 6 veces más que los rodamientos de alta precisión convencionales.
- Hace posible la aceleración y desaceleración del husillo de manera extrema, inalcanzables con rodamientos de bolillas de acero.
- Precisión y velocidades extremas.
- La lubricación causará menos problemas, así como las vibraciones.

Jaulas livianas:

Todos los rodamientos híbridos de contacto angular de alta precisión son ajustados con una jaula de aro exterior centrada de fabricación reforzada en resina fenólica. Estas jaulas han sido diseñadas particularmente livianas en orden de mantener al mínimo la fuerza centrífuga. Están diseñadas para permitir el libre pasaje de lubricante hacia los contactos entre las bolas cerámicas y sus pistas.

E. Mantenimiento.

Para que un rodamiento funcione de un modo fiable, es indispensable que este adecuadamente lubricado al objeto de evitar el contacto metálico directo entre los elementos rodantes, los caminos de rodadura y las jaulas, evitando también el desgaste y protegiendo las superficies del rodamiento contra la corrosión por tanto, la elección del lubricante y el método de lubricación adecuados, así como un correcto mantenimiento, son cuestiones de gran importancia.

Inspección y limpieza de rodamientos:

Como todas las piezas importantes de un máquina, los rodamientos de bolas y de rodillos deben limpiarse y examinarse frecuentemente. Los intervalos entre tales exámenes dependen por completo de las condiciones de funcionamiento. Si se puede vigilar el estado del rodamiento durante el servicio, por ejemplo escuchando el rumor del mismo en funcionamiento y midiendo la temperatura o examinado el lubricante, normalmente es suficiente con limpiarlo e inspeccionarlo a fondo una vez al año (aros, jaula, elementos rodantes) junto con las demás piezas anexas al rodamiento. Si la carga es elevada, deberá aumentarse la frecuencia de las inspecciones; por ejemplo, los rodamientos de los trenes de laminación se deben examinar cuando se cambien los cilindros.

Después de haber limpiado los componentes del rodamiento con un disolvente adecuado (petróleo refinado, parafina,...) deberán aceitarse o engrasarse inmediatamente para evitar su oxidación.

Montaje Y Desmontaje

El montaje de rodamientos de bolas y de rodillos, es esencial que sea efectuado por personal competente y en condiciones de rigurosa limpieza, para conseguir así un buen funcionamiento y evitar un fallo prematuro.

Como todos los componentes de precisión, la manipulación de los rodamientos durante su montaje debe realizarse con sumo cuidado. La elección el método de montaje adecuado y de las herramientas apropiadas es de gran importancia.

F. Designaciones.

Las designaciones completas de los rodamientos SKF, y de sus componentes y accesorios, se componen de una designación básica que puede ir acompañada por una o más designaciones adicionales.

La designación básica consta generalmente de una identificación del tipo de rodamiento (integrada por una cifra, una letra o por una combinación de letras), además de la designación de la serie y la identificación del diámetro del agujero, por ejemplo 23216 ó UN 212. Las designaciones adicionales van colocadas delante de la designación básica (prefijo) o a continuación de ésta (sufijo). Los prefijos sirven para identificar los componentes del rodamiento. Los sufijos se usan para identificar los diseños (o variantes) que de alguna manera difieren del diseño original o que difieren del diseño correspondiente a la norma de producción en vigor. A continuación, se da un listado de las designaciones más utilizadas y se indican sus significados.

Prefijos:

- GS Arandela de alojamiento de un rodamiento axial de rodillos cilíndricos.
Ejemplo: GS 81107
- K Corona de rodillos (jaula con rodillos) de un rodamiento axial de rodillos cilíndricos.
- K- Aro interior con corona de rodillos (cono) o aro exterior (copa) de un rodamiento de rodillos cónicos pertenecientes a las series de la norma AFBMA y generalmente con las dimensiones en pulgadas

Sufijos:

Cuando la designación de un rodamiento consta de varios sufijos, su orden viene determinado por los siguientes agrupamientos: diseño interno, diseño externo, la jaula, otras características del rodamiento. Los sufijos del cuarto grupo (otras características) van precedidos de una barra inclinada que los separa de la designación básica o del sufijo que los precede.

Diseño interno: A, B, C, D, E.

Diseño externo: CA, CB, CC, -2F, -2FF, G, GA, GB, GC, -2Z, Entre otros.



Figura 2.10 Rodamientos.

G. Anexos.

Soportes De Todo Tipo:



Figura 2.11 Chumacera – Rodamiento.

Soportes de apoyo.

Soportes-brida de dos agujeros.

Soportes-brida de tres y cuatro agujeros.

Soportes tensores.

Rodamientos auto-alineables con superficie esférica del anillo exterior.

Rodamientos auto-alineables con superficie cilíndrica del anillo exterior.

Rodamientos auto-alineables con cubierta de goma.

Rodamientos rígidos a bolas, de precisión.

Rodamientos rígidos a bolas miniatura, de precisión.

Rodamientos a bolas de contacto angular.

Rodamientos a bolas desmontables.

Rodamientos a bolas oscilantes.

Rodamientos axiales a bolas.

Rodillos-guía.

Rodillos-guía con cubierta de resina poliéster.

Rodillos-guía perfilados.

Rodillos-guía con muñequilla.

Ruedas tensoras para cadenas.

Poleas tensoras para correas.

H. Conclusiones.

La utilización de los rodamientos en máquinas alivia la fricción en los puntos de movimientos rotacionales. Los rodamientos se denominan también cojinetes no hidrodinámicos. De acuerdo al uso a dar a los rodamientos se clasifican en varios tipos los cuales se utilizan dependiendo a su aplicación dada. Para una mejor identificación se da una nomenclatura; la cual nos indica el tipo de rodamiento y en general sus especificaciones.

Algunas fallas producidas se deben a la mala utilización o poco mantenimiento de los rodamientos. Es muy importante el mantenimiento preventivo en los rodamientos, ya que si estos llegan a fallar nos pueden llegar a producir consecuencias mayores, tanto económicas como un aumento de las mismas.

2.3 ESTUDIO REFERENTE A LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE LIBRE “JALEO STUDIO”, PARA REALIZAR PROYECTOS Y ANÁLISIS DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

2.3.1 PRESENTACIÓN.



Figura 2.12 Logotipo Jaleo Studio.

El programa “Jaleo Studio” (logotipo en la Figura. 2.12), es un software diseñado para realizar: Presupuestos, mediciones, certificaciones y control de tiempos; que en su versión 1.9.0.3 mantiene su característica de software de licencia libre. Este programa ha sido desarrollado por la empresa GonSoftware.

Además Jaleo Studio, el paquete de instalación que se puede bajar de Internet en la dirección www.jaleostudio.com, incluye las herramientas de “Jaleo Base” y “Jaleo Agenda”, mismas que son un complemento esencial para el desarrollo de los proyectos que requieran presupuestar y controlar los tiempos y los recursos en las fases de planificación y ejecución.



Figura 2.13 Logotipo Jaleo Base

Jaleo Base (logotipo en la Figura. 2.13), es la herramienta que nos ofrece la alternativa de construir nuestra base de datos de los costos de todos los ítems que intervendrán en lo posterior en el presupuesto del proyecto así como: mano de obra, materiales de construcción, máquinas, herramientas; los cuales nos permitirán anidar sus valores unitarios para crear el valor en una unidad definida de cierta obra a realizar. Jaleo Base también nos permite publicar esta base de datos en la Web, y de la misma forma adquirir bases de datos que se encuentran disponibles en la misma plataforma.

En nuestro caso particular, generaremos la base de datos con los precios unitarios que intervendrán en este proyecto, de esta forma le daremos valor agregado en el momento de utilizar este paquete computacional que no es muy popular en nuestro medio. Jaleo Studio, nos ofrece una interface amistosa, muy similar a paquetes computacionales como Word, Excel, y Project de la Microsoft; de tal modo que podemos generar los informes, gráficas y demás presentaciones propias de Jaleo Studio en las plataformas antes mencionadas, de forma automática.

La mayor desventaja al momento de utilizar Jaleo Studio y Jaleo Base, es que no existe un manual de usuario disponible en ningún formato, es por esto que en el presente proyecto me permito incluir un estudio referente a la utilización de este paquete computacional con licencia de libre y gratuita distribución.

2.3.2 DIAGRAMA DE DESARROLLO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PRESUPUESTOS Y CONTROLES DE TIEMPOS DE UN PROYECTO.

En este diagrama se muestra un proceso generalizado de realización de presupuestos en la que Jaleo Studio y Jaleo Base traban juntos, el primero como plataforma de generación del proyecto propiamente dicho y el segundo como el soporte de precios unitarios que debemos crear con anterioridad.

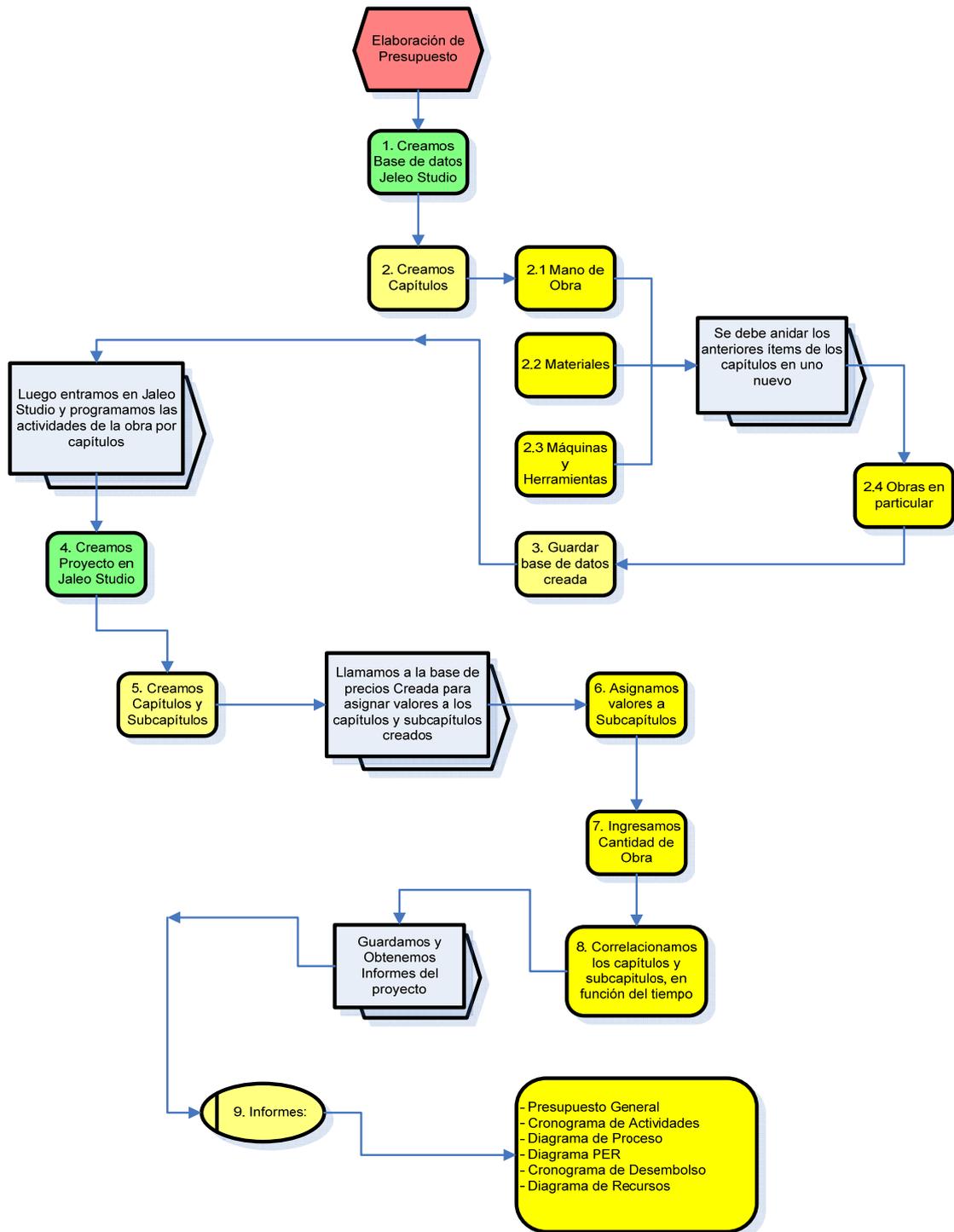


Figura 2.14 Diagrama para elaboración de presupuestos.

2.3.3 JALEO BASE.

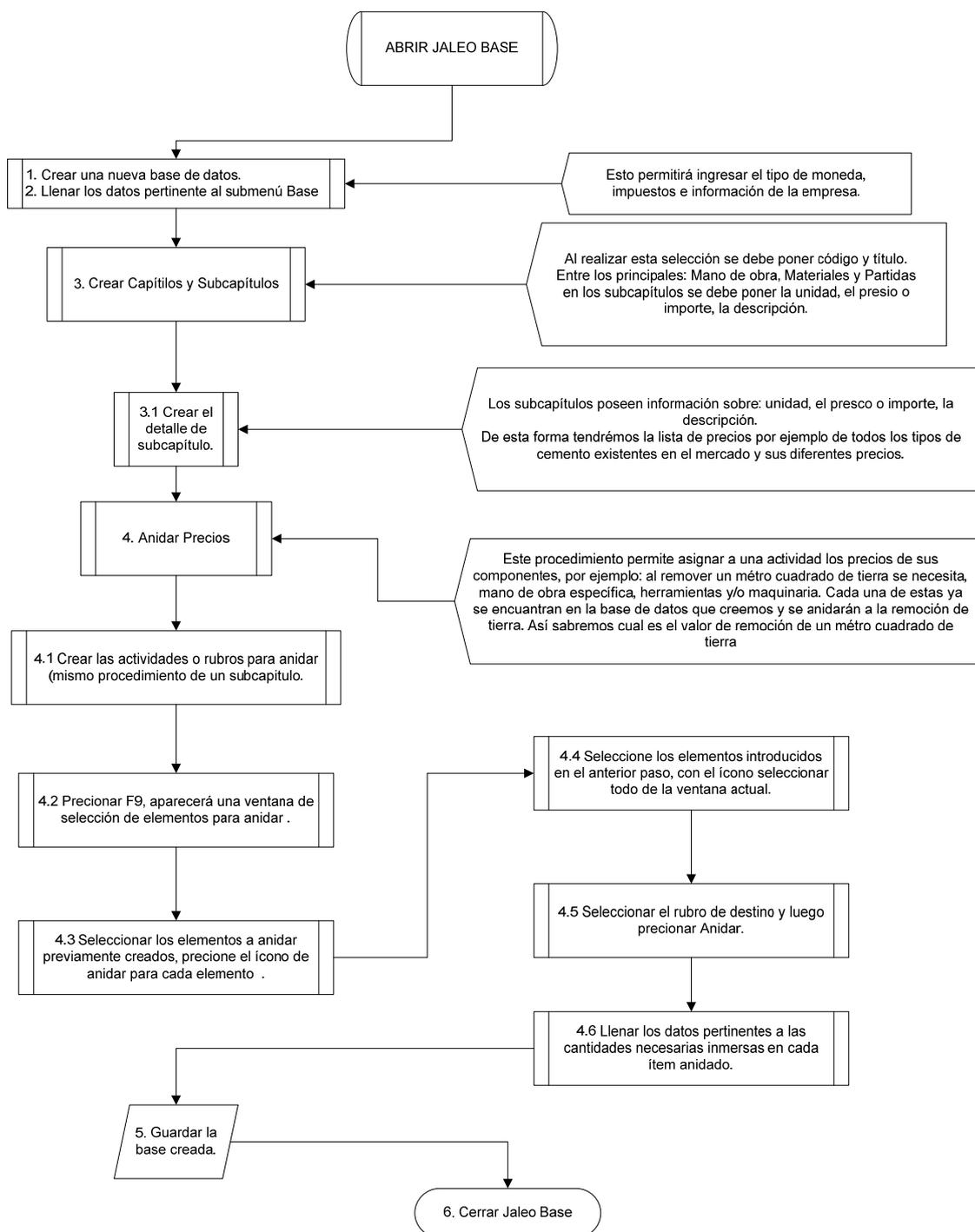


Figura 2.15 Diagrama para elaboración de base de datos.

Un desarrollo detallado de este procedimiento se incluye en el Anexo H, en los cuales se seguirán los pasos descritos en el diagrama anterior.

Para anidar precios se requiere que, sobre un ítem establecido con anterioridad se introduzcan o aniden otros ítems que intervienen en la acción preestablecida, por ejemplo en la partida obras exteriores, pavimentación, se puede incluir los precios unitarios de:

- Mano de obra, específicamente un oficial electricista
- Cemento, específicamente cemento Chimborazo

Además al final de la anidación se ubica la cantidad en la que cada ítem aporta para esta obra, en este caso obras exteriores, pavimentación.

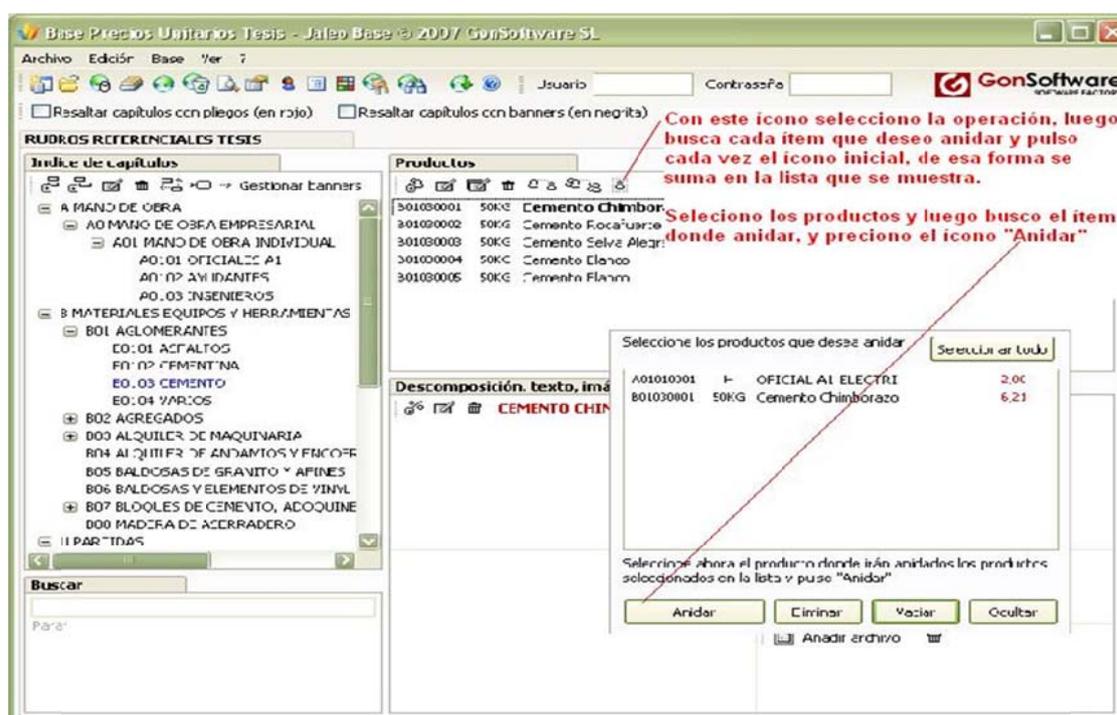


Figura 2.16 Anidación para precios unitarios.

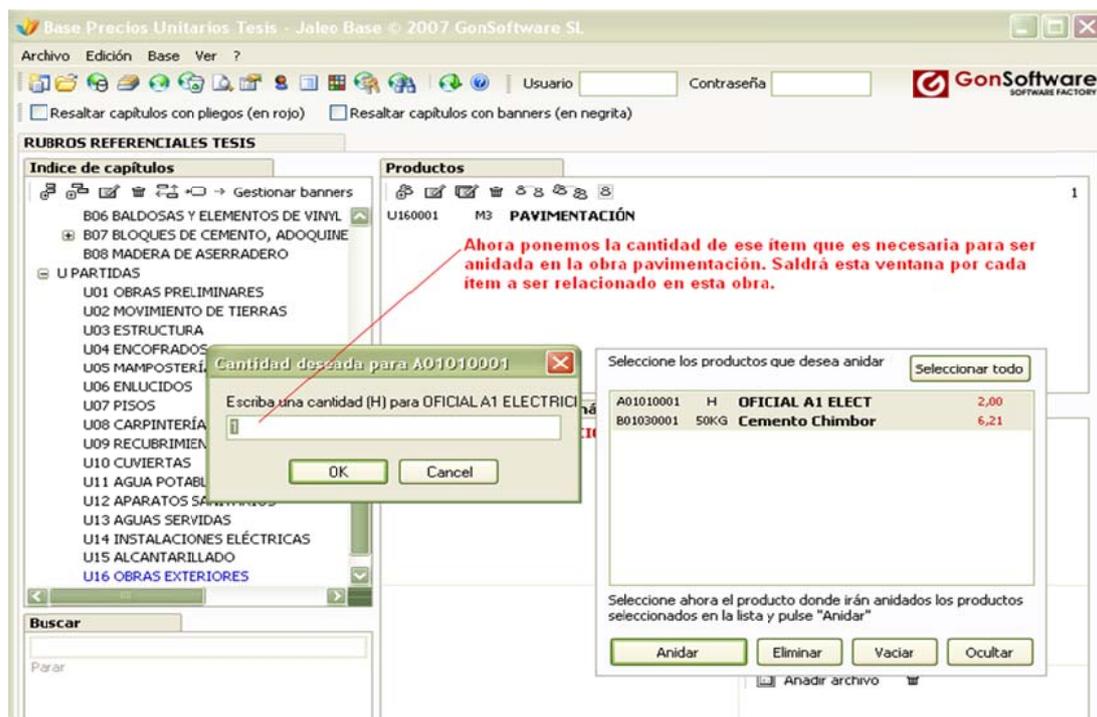


Figura 2.17 Anidación para precios unitarios.

Luego presionamos, “ocultar”, de la ventana en la que se enlistan los precios y este es el resultado.

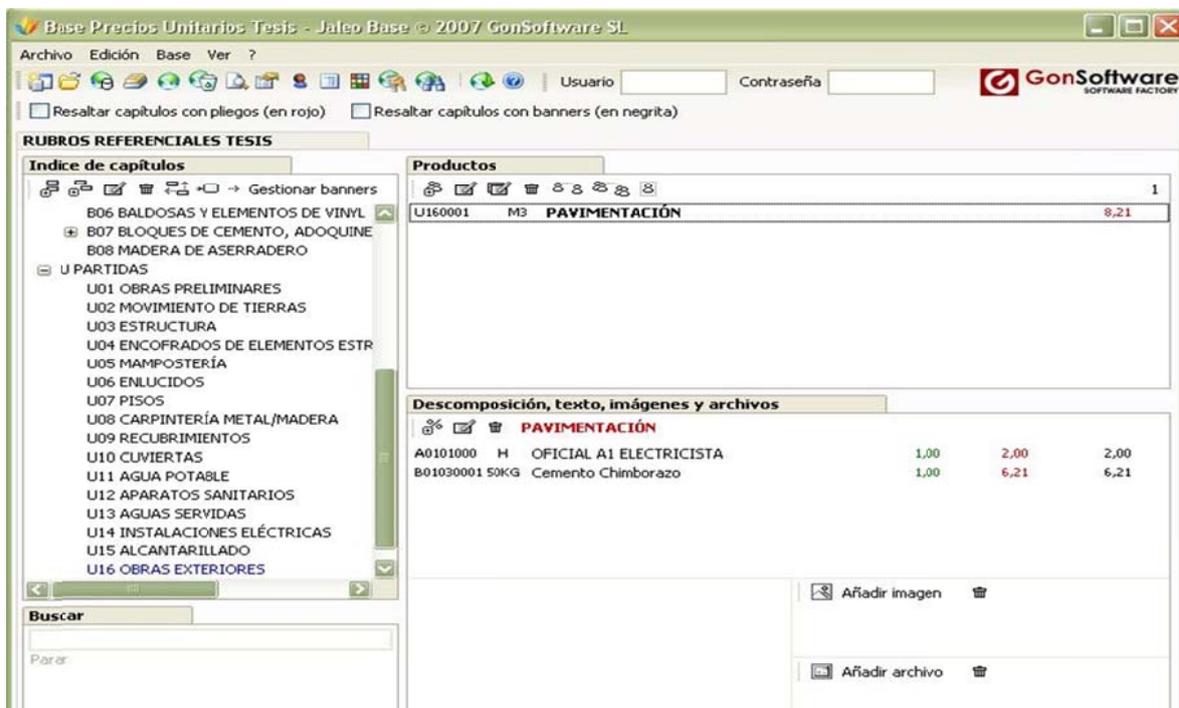


Figura 2.18 Anidación para precios unitarios.

Ahora pavimentar un metro cúbico cuesta 8,26 USD, y está compuesto por lo mostrado en el recuadro de descripción que está bajo el de producto.

The screenshot displays the 'Jaleo Studio' software interface. The main window shows a project budget breakdown with columns for item ID, description, unit, quantity, and price. A context menu is open over the selected item '02.04 M3 HA-25/B/40/I/a L', showing options like 'Poner bandera' (Set flag) and 'Propiedades' (Properties). The 'Propiedades' section is expanded, showing a color-coded flag 'Verde (Precaución)' (Green (Caution)). The right-hand sidebar contains 'Planing' information, including start date, duration, and a 'Comentario' (Comment) section with a text area.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS			13952,82	
02	CEMENTACION			57182,836	
02.01	M3. ENCAJADO DE PIEDRA PARTIDA.	M3	8,24	140,904	1161,649
02.02	M2. FELTRO GEOTEXTIL 250 GR/M2	M2	0,91	794,52	641,113
02.03	M3. HORMIGÓN ARMADO HA-25/B/40/I/a L	M3	42,055	70,462	2978,186
02.04	M3. HA-25/B/40/I/a L	M3	80,43	421,295	3380,953
02.05	M3. HA-25/B/30/I/a L	M3	1,00	39,14	38,80
02.06	M2. SOLER HA-35, 15cm	M2	1,00	1,85	1,85
02.07	M. TUB DRENAJE HOGÓN	M	1,00	2,41	1,83
02.08	M2. IMP. MUROS BETÓN/C	M2	1,00	1,85	1,85
03	ESTRUCTURA			124521	119,346
04	CEPILLADO EXTE			11,347	47,89
05	CEPILLADO INTER			8,142	117,08
06	CUBIERTA			8,608	108,146
07	REVESTIMIENTO CONTINUOS				422,712
08	CARPINTERIA DE ALUMINIO				173374,405
09	CARPINTERIA DE MADERA				74810,139
10	CEPILLERIA				47966,506
11	SANABRINDO				21856,324
12	FONTANERIA				2879,428
13	PINTURA				33358,016
14	ELECTRICIDAD				17065,162
15	SEGURIDAD Y SALUD				62053,672

Figura 2.19 Interacción base de datos y presupuesto.

En la Figura 2.19, se muestra cómo interactúa la base de datos y la plataforma de desarrollo “Jaleo Studio”, ofreciendo el listado de precios unitarios necesarios para el desarrollo del presupuesto de la obra.

Cuando en nuestra base de datos se encuentren anidados los ítems más importantes pasaremos a la fase de proyecto, en la plataforma “Jaleo Studio”, desde donde también se puede incurrir en la anidación de precios en obras predeterminadas, pero esta práctica no es recomendable en vista de que luego se incurre en errores al tratar de reducir los costos de la obra desde dos lugares y no solo desde “Jaleo Base”.

2.3.4 JALEO STUDIO.

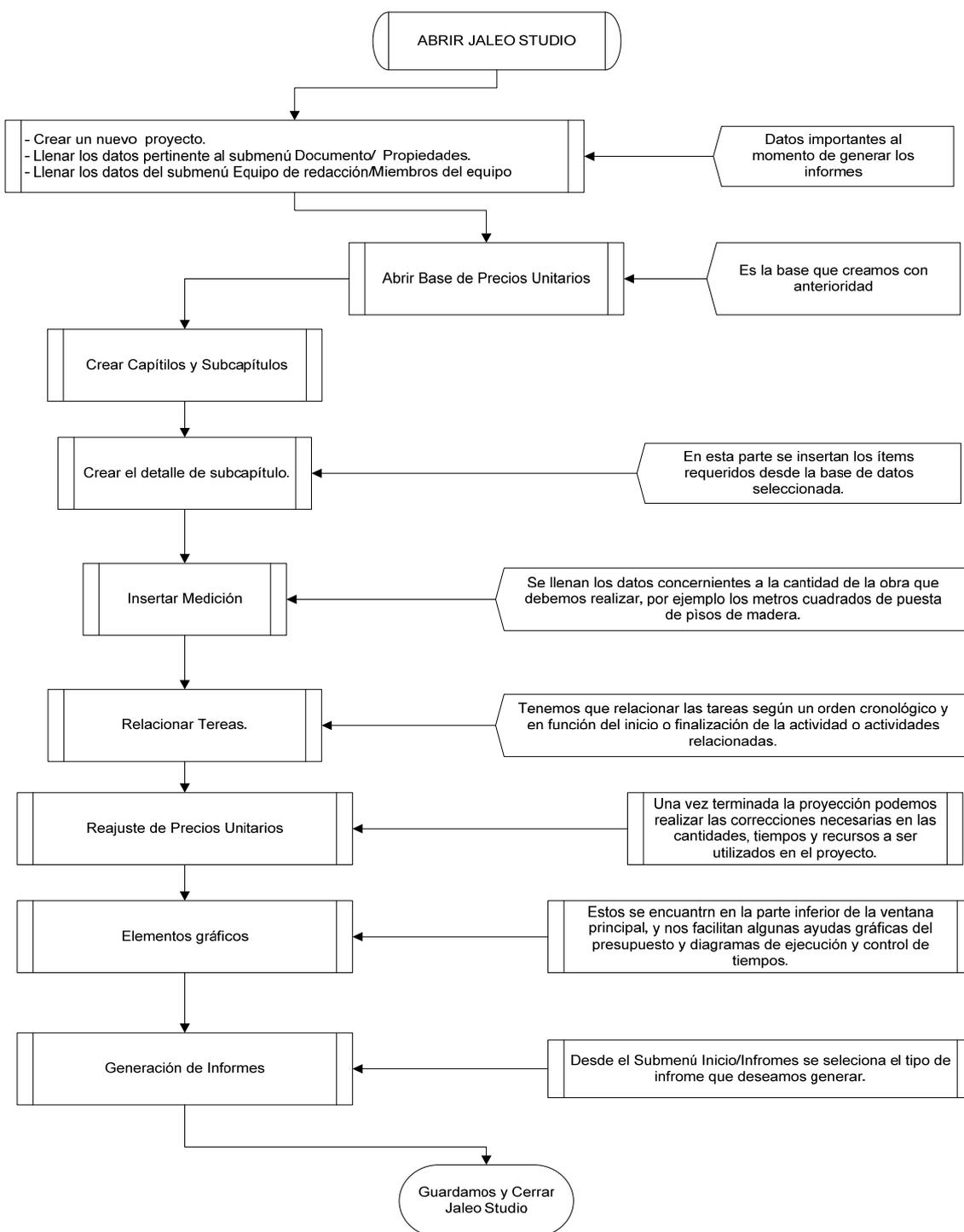


Figura 2.20 Diagrama de proceso para crear presupuestos.

Para la creación de un proyecto, me remitiré al diagrama mostrado anteriormente, miso que muestra en forma general su desarrollo, y el detalle paso a paso puede ser revisado en el Anexo H, en la parte correspondiente a “Jaleo Studio”. Y se muestra a continuación algunas de las ventanas características del programa.

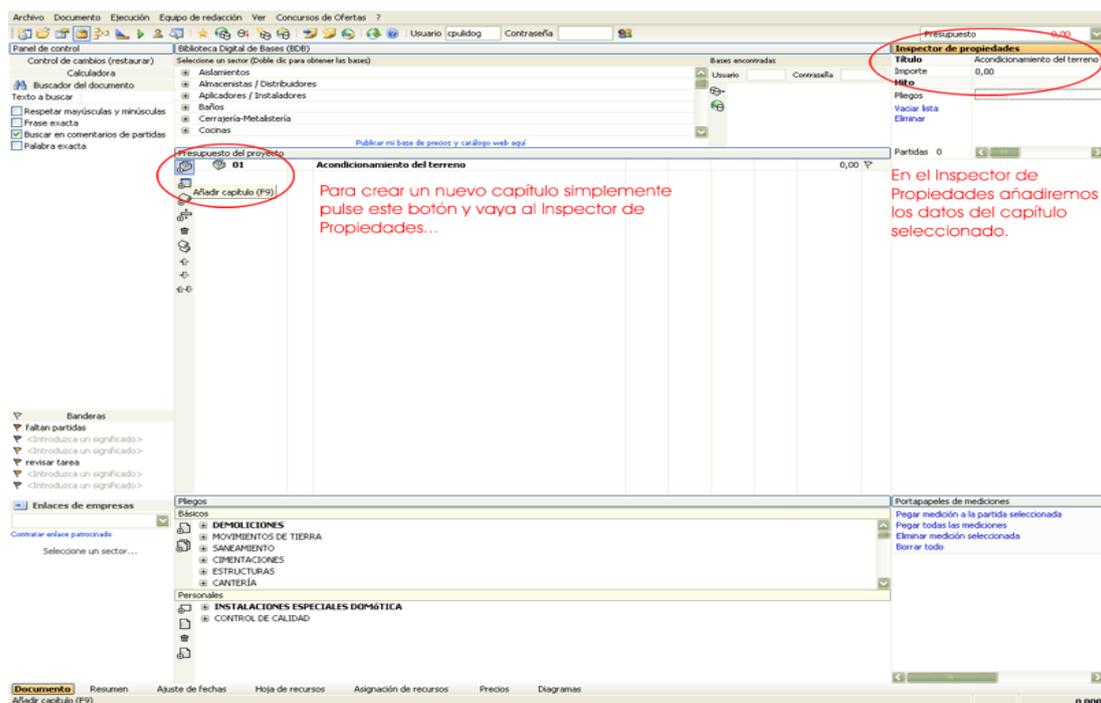


Figura 2.21 Creación de presupuestos.

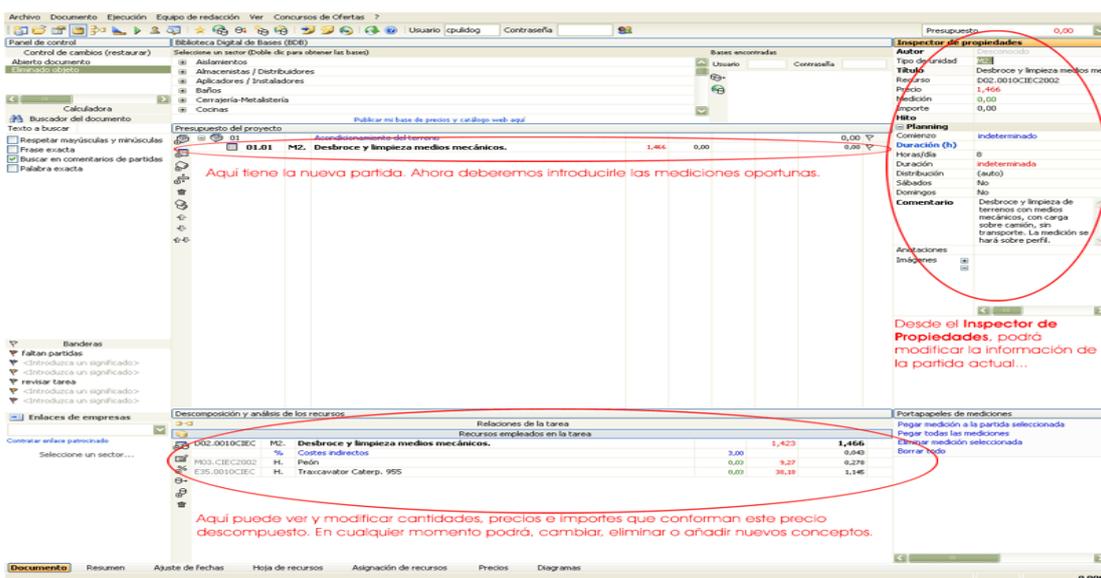


Figura 2.22 Creación de presupuestos.

2.4 ESTUDIO DE LOS MÉTODOS PARA REALIZAR ANÁLISIS DE CARGAS Y SIMULACIONES EN EL PROGRAMA SAP 2000 VERSIÓN 10.0.

2.4.1 PRESENTACIÓN:

El programa SAP2000 es un software líder en la ingeniería estructural. Se pueden analizar cualquier tipo de estructuras con este programa, e incluso diseñar elemento por elemento de manera precisa con los reglamentos más conocidos (LRFD de AISC, ACI En EU, RCDF en México, EUROCODIGO,...).

Mediante SAP2000 es posible modelar complejas geometrías, definir diversos estados de carga, generar pesos propios automáticamente, asignar secciones, materiales, así como realizar cálculos estructurales de hormigón y acero, basándose en normativas internacionales reconocidas.

2.4.2 PROCESO DE DISEÑO EN SAP 2000.

En este procedimiento lo que hace es generar un diseño arquitectónico en una plataforma CAD, en este caso Auto CAD 2006, en la que representamos en un modelo alámbrico 3D, (es decir si queremos dibujar una columna o una viga lo aremos con una línea, mas no como un sólido) así haremos con todos los elementos estructurales que utilizamos en el programa Sap 2000, dichos elementos deben pertenecer a una misma capa y el archivo al momento de guardar debe tener la extinción *.DXF y no la que por defecto nos presenta Auto CAD que es *.DWG, puesto que este es el tipo de archivo que se puede importar desde Sap 2000. Es importante ubicar un punto referencial de la estructura en la coordenada (0, 0, 0) antes de guardar y salir de Auto CAD.

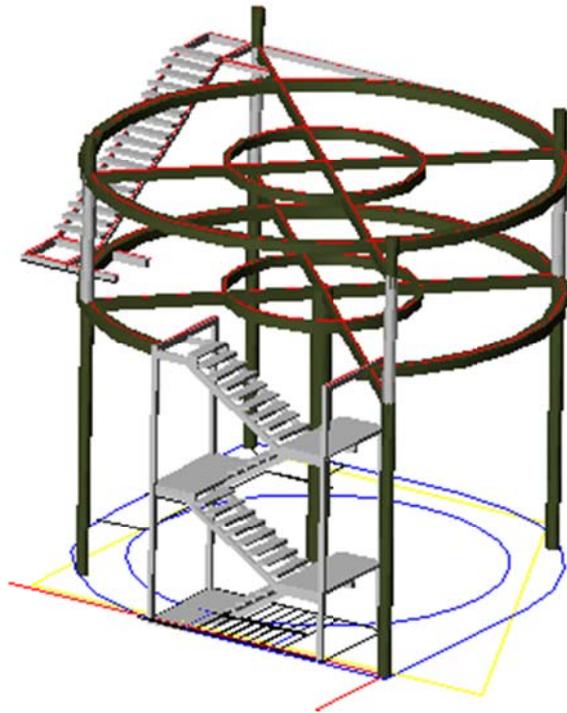


Figura 2.23 Estructura 3D.

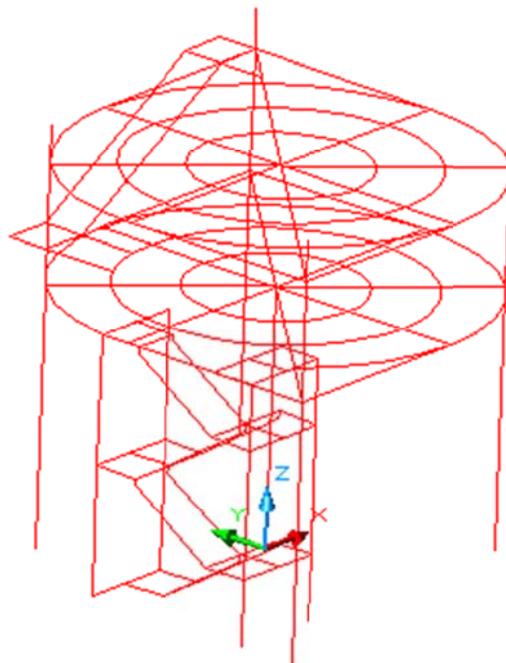


Figura 2.24 Estructura alámbrica 3D.

Luego, en la plataforma Sap 2000 importaremos el dibujo como un archivo *.DXF, para lo cual nos ayudaremos desde la barra de Archivo y escogeremos la opción importar, dentro de este procedimiento es importante que se escoja la capa correspondiente a la estructura alámbrica y la ubiquemos en la capa que

Sap conoce como FRAME. Luego se escoge el sistema referencial que deseamos y finalmente se importa el dibujo.

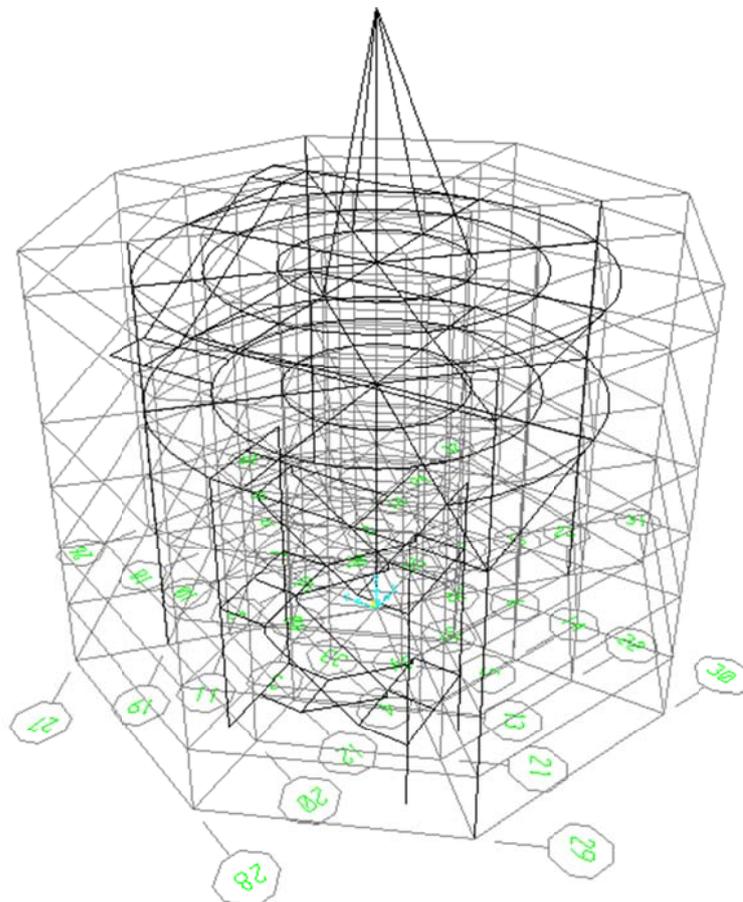


Figura 2.25 Estructura alámbrica en Sap 2000

Los pasos siguientes para el diseño y la modelación de otros elementos, así como la ubicación de las cargas y restricciones en los apoyos se las detallan en el Anexo I, basado en un ejemplo de una estructura para un edificio.

Una vez que tenemos la estructura definida, es decir, vigas, columnas y losas con las secciones geométricas definidas y los puntos de apoyo con las restricciones según los grados de libertad correspondientes, nos disponemos a crear los casos tipos de carga que existirán (cargas: muerta, vivas, sísmica, modal). Estos estados de carga deben ser asignados a los elementos de la estructura para que luego sean analizados por el programa.

Una vez asignadas las cargas, y si no tenemos una combinación de carga que necesitemos especificar, fuera del código de diseño, correremos el programa para la primera simulación. Sap 2000, nos mostrara una pantalla

monocromática con el motor de cálculo de la estructura donde si acaso hay algún problema en las fases previas de modelación estructural mostrara un mensaje de error, caso contrario al final del proceso presionamos OK para continuar y ver el modelo que será puesto a prueba por los diferentes estados de carga anteriormente creados para la simulación.

Luego de la simulación la etapa de diseño está lista para ser corrida. (en el Anexo I se muestra detalladamente este procedimiento), Sap 2000 somete a cada elemento a su motor de diseño y basados en esta información podremos rediseñar los elementos estructurales que hayan fallado o están en un estado crítico, para lo cual incurriremos en un proceso de control de secciones de los perfiles utilizados, previo al control de los mismos basados en el código LRFD que corresponda, es decir si el elemento falló por tensión, flexión,...su sección será reforzada o cambiada según nos lo muestre los rangos operativos o puntos de control recomendados por el código.

Una vez que las secciones se hayan corregido, correremos el motor de cálculo de estructura para simulación y luego el de diseño para la comprobación de los resultados, los mismos que deberán estar en condiciones aceptables de trabajo. Es importante recalcar que las secciones que se empleen para los elementos estructurales están dentro de los rangos adecuados, para lo cual es necesaria la revisión de la capacidad de la misma según lo descrito en el código LRFD sobre la Compacidad de las secciones.

Este método de diseño con la ayuda de Sap 2000, es el que se emplea en este proyecto para el desarrollo de la estructura metálica y su simulación.

2.5 ESTUDIO DE LOS MÉTODOS PARA REALIZAR ANÁLISIS DE CARGAS Y SIMULACIONES EN EL PROGRAMA COSMOS DEL PAQUETE SOFTWARE SOLIDWORKS.

2.5.1 PRESENTACIÓN.

COSMOSWorks® es una herramienta de análisis automatizado de aplicación integrada al programa computacional SolidWorks®. Este software usa el Método del Elemento Finito (FEM) que simula el funcionamiento de conjuntos de elementos de máquinas bajo las condiciones de diseño implantadas y predice su conducta.

El método FEM requiere la solución de grandes sistemas de ecuaciones; Impulsado rápidamente por los motores de cálculo llamados solvers, COSMOSWorks resuelve estos sistemas ecuacionales y hace posible el diseño y la verificación íntegra y rápida; buscando además la solución óptima. COSMOSWorks aporta con varias sub-herramientas para satisfacer las necesidades del análisis y diseño, entre ellas:

COSMOSMotion™, le permite asegurarse que los mecanismos de un ensamble trabajen adecuadamente antes de que usted los construya, permite también, clasificar según el requerimiento el consumo de poder de los motores y/o actuadores utilizados, permite realizar el desarrollo de levas, uniones, empotramientos y nos muestra el comportamiento de los mismos.

COSMOSFloWorks™, combina un nivel alto de funcionalidad y exactitud con facilidad de uso. Realiza análisis de flujo, esta herramienta es la mejor en el campo de simulación de fluidos. Si usted está desarrollando un automóvil, el ala de un avión, o una válvula de la descarga, usando COSMOSFloWorks se puede construir en mucho menor tiempo y de mejor forma que usando otros métodos tradicionales.

2.5.2 ANÁLISIS ESTÁTICO DE UNA PIEZA.

En este proyecto someteremos el sistema de piso giratorio a las etapas de diseño y simulación con la ayuda “SolidWorks” y su herramienta “Cosmos Works” dentro de las etapas de creación de cada pieza para su posterior ensamble, simulación y rediseño emplearemos los procedimientos tradicionales mismos que son mostrados con detalle en el siguiente ejemplo de análisis estático.

ANALISIS DE UNA BRIDA

Usaré un modelo de brida como el indicado al que llamaré Tutor 1.

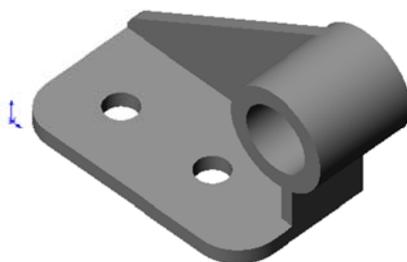


Figura 2.26 Modelo de brida 3D.

Activamos Cosmos Works Manager



Figura 2.27 Administrador SolidWorks.

Clic derecho en Tutor1 y creamos un nuevo estudio con las siguientes características:

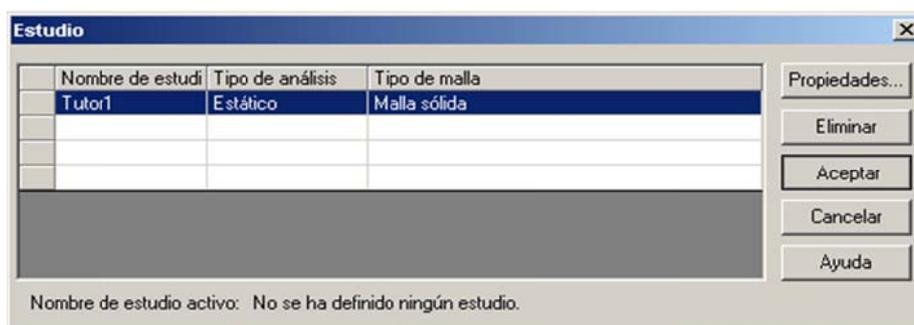


Figura 2.28 Datos para estudio en SolidWorks.

Clic derecho en tutor 1 para seleccionar el material acero aleado:

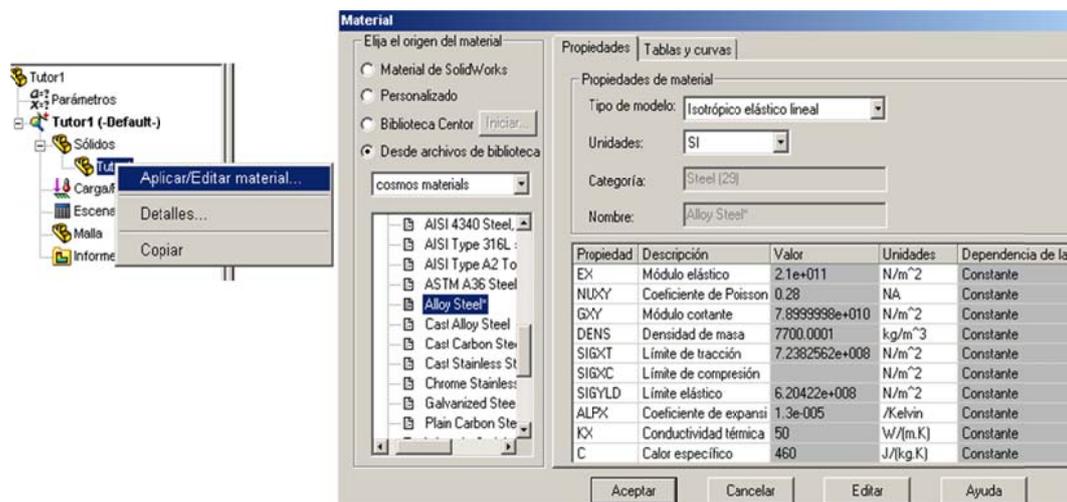


Figura 2.29 Selección de material SolidWorks.

Aplicamos las restricciones en las superficies de los agujeros.

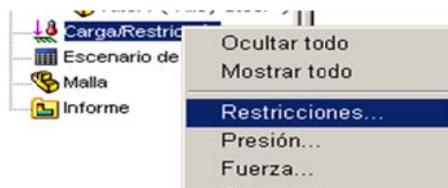


Figura 2.30 Selección de restricciones SolidWorks.



Figura 2.31 Creación de restricciones SolidWorks.

Que en este caso es inamovible (Sin traslación), luego con el mismo icono aplicamos una presión de 1000 psi.

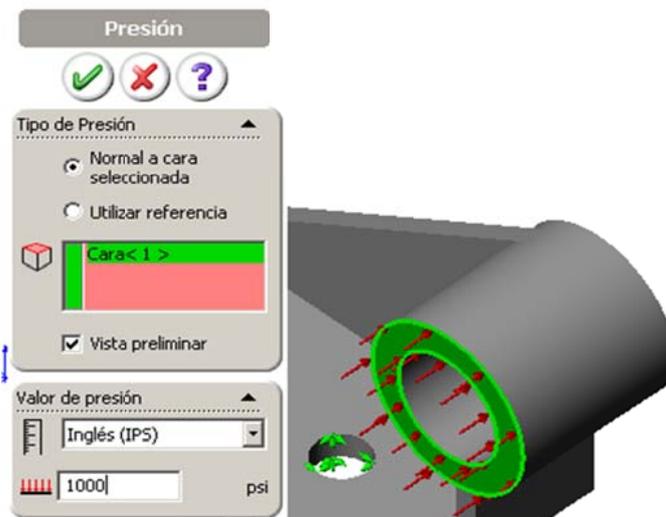


Figura 2.32 Aplicación de carga SolidWorks.

Generamos un mallado estándar, haciendo clic derecho en malla y crear

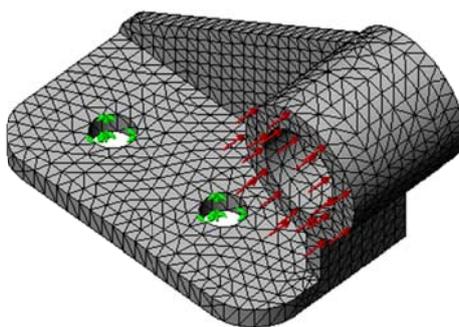


Figura 2.33 Mallado del modelo SolidWorks.

Luego vamos a Tutor 1 y ejecutamos.



Figura 2.34 Ejecución de estudio SolidWorks.

Se crean los respectivos informes:

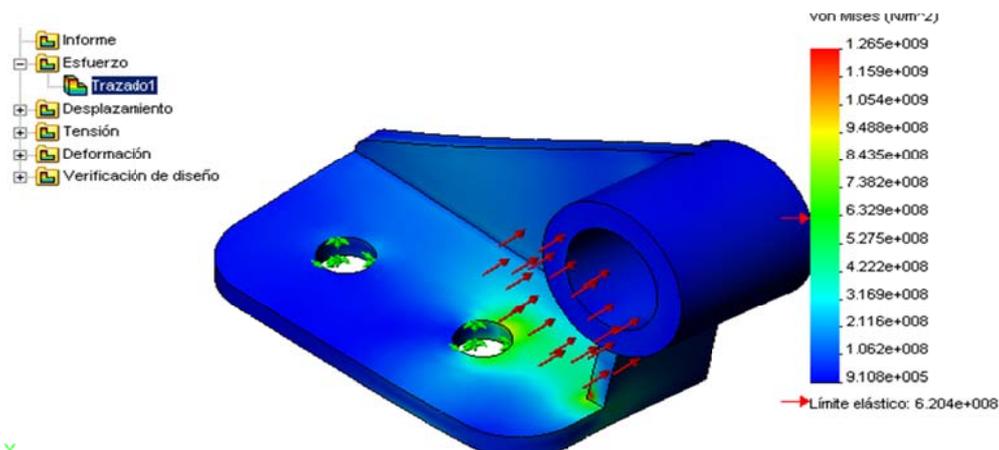


Figura 2.35 Esfuerzo de Von Mises SolidWorks.

Las tensiones de Von Mises indican que se ha superado el límite elástico.

Para cambiar las unidades de la deformación hacemos clic derecho en Editar definición y seleccionamos mm. Y se observa una deformación de 1.75 mm.

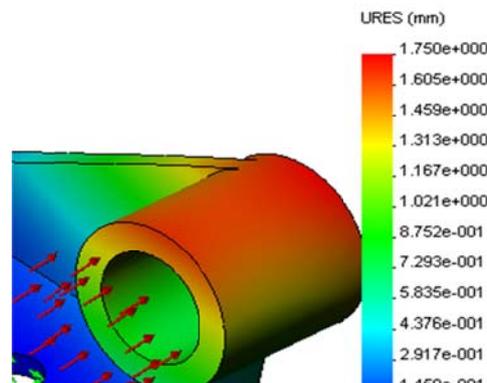


Figura 2.36 Deformaciones SolidWorks.

Podemos animar los resultados.

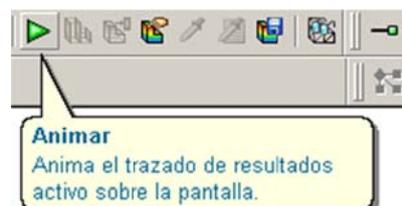


Figura 2.37 Ícono para animación SolidWorks.

El análisis de tensiones se refiere a las deformaciones unitarias.

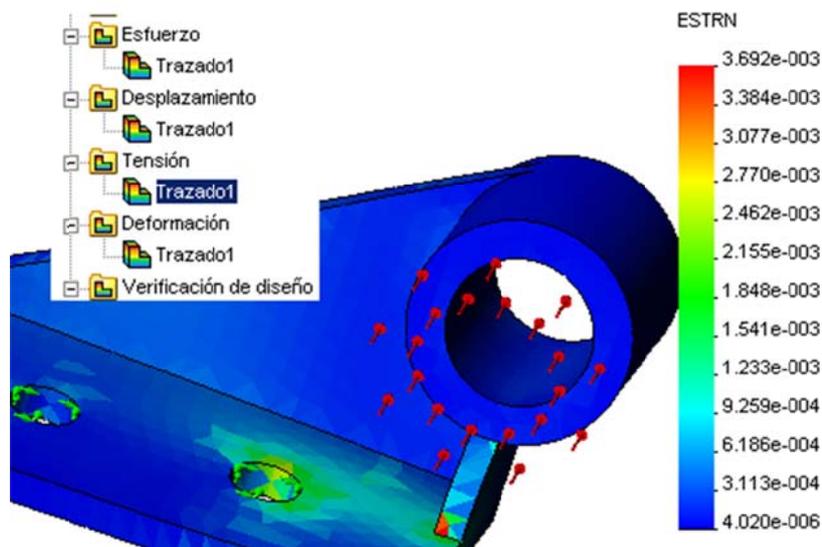


Figura 2.38 Análisis de deformación unitaria SolidWorks.

Si deseamos ver la distribución del factor de seguridad hacemos clic en verificación de diseño.

Distribución de factor de seguridad: FDS mín. = 0.49

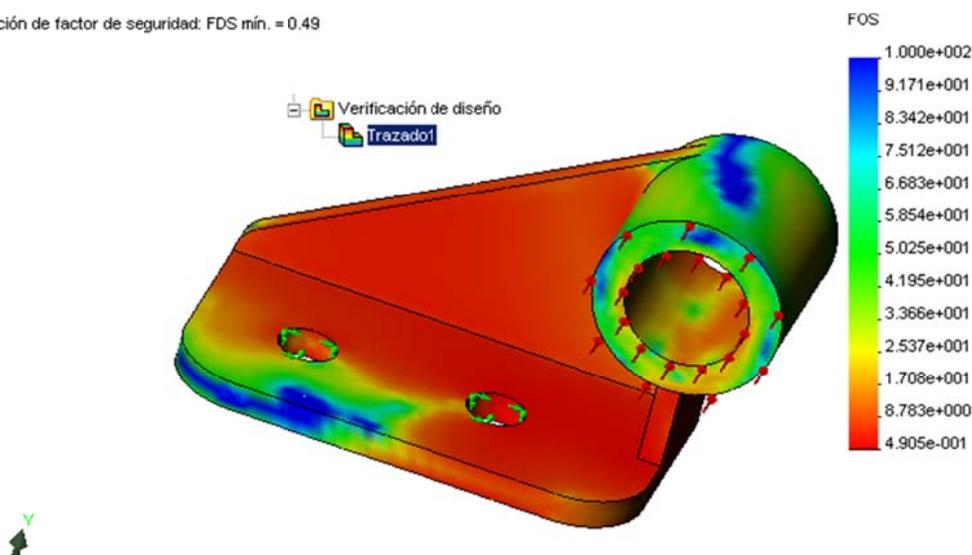


Figura 2.39 Factor de seguridad SolidWorks.

Con un factor mínimo de seguridad de 0.49, nuestro elemento de máquina fallara.

Para graficar zonas críticas del factor de seguridad seleccionamos el asistente para verificación de diseño:



Figura 2.40 Ícono de verificación de diseño SolidWorks.

Donde seleccionamos como criterio el esfuerzo de Von Mises, en base del límite elástico y graficamos áreas sobre el factor de seguridad.

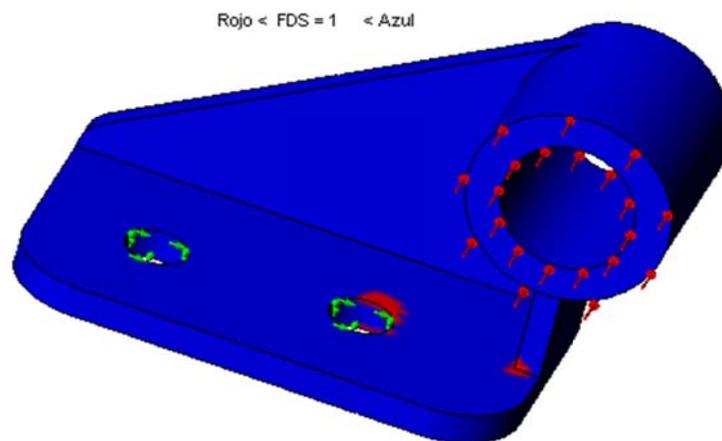


Figura 2.41 Distribución de factor de seguridad SolidWorks.

Menor que 1 zona roja y mayor que 1 zona azul

Los análisis correspondientes a grupos de elementos y los análisis de frecuencia del sistema se muestran en forma detallada en el Anexo J. De esta forma se desarrollará el análisis y simulación del sistema de piso giratorio y sus elementos.

2.6 PLANES DE MANTENIMIENTO PARA INSTALACIONES, MÁQUINAS Y MECANISMOS INSTALADOS.

El sector Mantenimiento generalmente se incluye en las organizaciones, dentro de la función denominada Ingeniería de Planta, siendo en muchos casos, su actividad excluyente. En algunas organizaciones, la función de Ingeniería de Planta se encuentra inmersa en el área de Recursos Humanos.

En mantenimiento, se agrupan una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones,...la confiabilidad de un sistema complejo, compuesto por una serie de piezas, puede llegar a ser muy mala a pesar de una muy mala confiabilidad individual.

Los objetivos del mantenimiento son:

1. Mantener operativos las máquinas y las instalaciones.
2. Asegurar Máxima disponibilidad.
3. Extender la vida útil de máquinas e instalaciones.
4. Promover acciones que fortalezcan el mantenimiento predictivo.
5. Asegurar un desempeño de alta calidad.

En el siguiente diagrama mostramos los sistemas de mantenimiento, dentro de los cuales están el planeado y el no planeado, y siguiendo el orden lógico propuesto mostramos los tipos de mantenimiento en cada caso hasta llegar a la meta final, que es el RAM´S, es decir:

- R, Reliability, Fiabilidad, relación entre el diseño y la construcción.
- A, Availability, Disponibilidad, tiempo efectivo operacional
- M, Maintainability, Mantenibilidad, facilidad para acciones de mantenimiento
- S, Safety, Seguridad, en acciones de mantenimiento y en funcionamiento

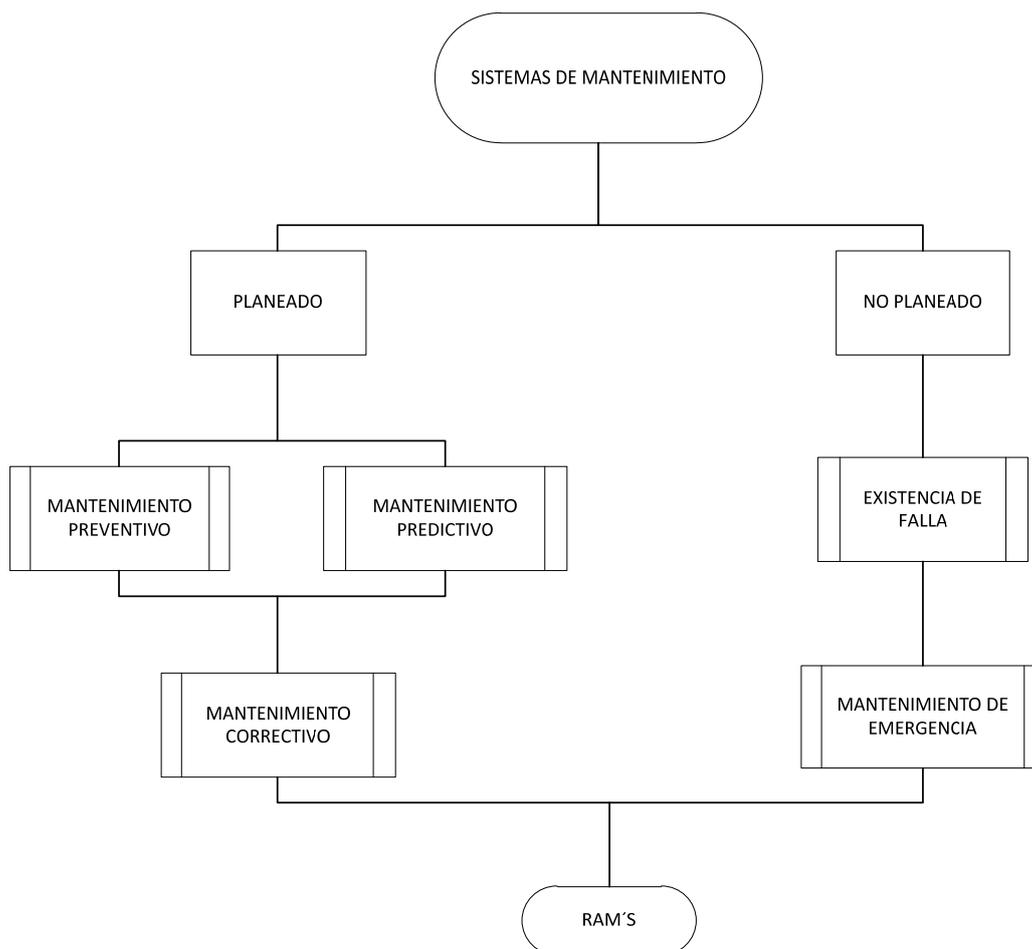


Figura 2.42 Diagrama de sistemas de mantenimiento.

- Mantenimiento Preventivo, se trata de las acciones destinadas a prevenir daños anticipándose a las fallas antes de que sucedan, planificar inspecciones, paras.
- Mantenimiento Predictivo, son las acciones destinadas a predecir las posibles fallas, mediante herramientas tecnológicas avanzadas, como ubicación de sensores, y la determinación de parámetros que nos permitan cuantificar el daño y determinar el tiempo del fallo, para alcanzar niveles de acción Just in Time.
- Mantenimiento Correctivo y cómo lo realizan en general las empresas, acciones de reparación, reemplazo, refaccionamiento, limpieza,...

¿Qué es mantenimiento preventivo y qué tópicos abarca?

Mantenimiento Preventivo.

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de: Prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos, sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de las fallas. Evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas que no nos avisan por algún medio. Por ejemplo, una lámpara eléctrica debía durar 4000 horas de encendido y se quema cuando sólo se la había empleado 200 horas. Ningún indicio o evidencia simple, nos informó sobre la proximidad de la falla.

Las fuentes internas: están constituidas por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales nos informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en nuestro poder.

Se debe tener en cuenta que los bienes existentes tanto pudieron ser adquiridos como nuevos (sin uso) o como usados. Forman parte de las mismas fuentes, los archivos de los equipos e instalaciones con sus listados de partes, especificaciones, planos generales, de detalle, de despiece, los archivos de inventarios de piezas y partes de repuesto (*spare parts*) y, por último, los archivos del personal disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos,...

¿Qué es mantenimiento Predictivo y por condición?, ¿cuáles son las herramientas o métodos que se utilizan para realizar el mantenimiento Predictivo?

Mantenimiento Predictivo.

Es el Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el

comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio. El mantenimiento Predictivo basado en la confiabilidad o la forma sistemática de como preservar el rendimiento requerido basándose en las características físicas, la forma como se utiliza, especialmente de como puede fallar y evaluando sus consecuencias para así aplicar las tareas adecuadas de mantenimiento (preventivas o correctivas). Detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos.

También conocido como Mantenimiento Predictivo, Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición -CBM (Condition Based Maintenance). A diferencia del Mantenimiento Preventivo Directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el Mantenimiento Predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación.

Los aparatos e instrumentos que se utilizan para los monitoreos requeridos son de naturaleza variada y pueden encontrarse incorporados en los equipos de control de procesos (automáticos), a través de equipos de captura de datos o mediante la operación manual de instrumental específico. Actualmente existen aparatos de medición sumamente precisos, que permiten analizar ruidos y vibraciones, aceites aislantes o espesores de chapa, mediante las aplicaciones de la electrónica en equipos de ultrasonidos, cromatografía líquida y gaseosa, y otros métodos.

Mantenimiento Correctivo.

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

- No planificado:

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores. Debe

efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales,...).

- Planificado:

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente. Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general, programamos la detención del equipo, pero antes de hacerlo, vamos acumulando tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no podríamos hacer con el equipo en funcionamiento. Lógicamente, aprovecharemos para las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

Para el caso del ejemplo, podemos diferir hasta el fin de semana, en horas diurnas, la reparación de la chapa perforada si las condiciones del tiempo permiten realizarla.

Mientras tanto, debido a la zona en que ocurrió el hecho, probablemente no se haga más que trasladar los elementos que pudieran encontrarse cerca del patio interior y/o cubrirlos adecuadamente.

Conclusiones:

- El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos.

- También el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.
- El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.
- La evaluación del mantenimiento debe entenderse como un proceso continuo que comienza con satisfacer los objetivos de la capacitación. Lo ideal es evaluar los programas desde el principio, durante, al final y una vez más después de que se haya realizado el mantenimiento.
- El impacto deseado con el mantenimiento es optimizar en forma económica la utilización y disponibilidad de los equipos e instalaciones de los servicios.
- La medición del grado en que un mantenimiento ha contribuido a mejorar alguna de estas situaciones resulta bastante difícil debido a que existe muchos factores externos, que también influyen en el resultado final, tales como edad de los equipos, presupuestos, calidad de la energía que se suministra,...
- Una manera de hacerlo sería realizando un adecuado seguimiento a los cronogramas y líneas del mantenimiento.

Mantenimiento, Rehabilitación y Evaluación de las obras civiles.

La evaluación de obras civiles es un proceso que se ejecuta a pedido de: el dueño de la edificación, de las instituciones de control de edificaciones, obras hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Cumpliendo con programas de mantenimiento o después de la ocurrencia de un evento. Se divide en:

1. Primaria.
2. Detallada o Secundaria.
3. Proyecto de Rehabilitación.

1. La Evaluación Primaria.

Está compuesta por un informe cualitativo de la obra, donde se llena una planilla estándar diseñada por el consultor siguiendo las normativas nacionales o internacionales tipo AASHTO, ACI, ASTM o ATC correspondientes al tipo de obra. Durante el reconocimiento se debe hacer una inspección sencilla de cada obra en campo y llenar una planilla de inventario que genera un primer informe de mantenimiento y complementa una base de datos.

La planilla de la evaluación primaria debe contemplar las condiciones normales de la obra al momento de la evaluación: materiales, componentes, daños, estado de mantenimiento, operatividad. Para obras esenciales se deben tener otras especificaciones para evaluación preventiva. También la planilla varía si se elabora después de la ocurrencia de un evento ya que según el tipo de este, se deben revisar velocidades de viento y chequear con valores normalizados, valores pluviométricos si son lluvias o inundaciones con valores históricos, aforos si son crecientes, aceleraciones si son terremotos, valores de daños para incendios o deslaves y agrietamientos.

Después de inspeccionadas las obras que se van a evaluar se elabora un método consistente y práctico, plasmado en las planillas de evaluación primaria, que permita determinar el estado real de las obras dentro de sus condiciones: locales, ambientales y de carga. Para así determinar un Índice de vulnerabilidad de la estructura para sus condiciones actuales de servicio, que reúna el carácter estático de los daños si existen y el aspecto dinámico de los factores externos actuantes. Es importante recordar que no existen obras aisladas sino en relación dinámica con otros elementos de un ambiente condicionante. A continuación se añade un ejemplo de planillas diseñadas para realizar una evaluación primaria en edificaciones.

Tabla 2.9 Planilla de evaluación, cargas verticales.

PLANILLA DE EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES EXISTENTES REVISIÓN PARA CARGAS VERTICALES				
OBRA				FECHA
DIRECCIÓN				
ENTIDAD FEDERAL		CIUDAD	MUNICIPIO	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN		USO	PISOS	
TIPIFICACIÓN ESTRUCTURAL				
Número	Elemento	Características		
1	Fundaciones			
2	Columnas			
3	Vigas			
4	Losas			
5	Paredes			
6	Muros			
Modelo a Analizar				
Sobrecargas				
Accesos	Peatonal			
	Vehicular			
ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES				
Número	Elemento	Características		
1	Tabiques			
2	Frisos			
3	Acabados			
4	Instalaciones			
5	Equipos			
6	Otros			
DISPONIBILIDAD DE PLANOS				
Arquitectonicos				
Estructurales				
Instalaciones				
ESQUEMA DE LA EDIFICACIÓN				

Tabla 2.10 Planilla de evaluación, revisión bajo acciones sísmicas.

PLANILLA DE EVALUACION DE EDIFICACIONES EXISTENTES					
REVISIÓN BAJO ACCIONES SISMICAS					
OBRA					FECHA
DIRECCIÓN					
ENTIDAD FEDERAL			CIUDAD		MUNICIPIO
AÑO DE CONSTRUCCIÓN			USO		PISOS
TIPIFICACIÓN ESTRUCTURAL					
ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS	RANGO DE VULNERABILIDAD	VULNERABILIDAD ASIGNADA	PESO	VULNERABILIDAD PARCIAL
EDAD	ANTES DE 1967	0,7 - 1,0		0,35	
	1967 A 1982	0,4 - 0,7			
	DESPUES DE 1982	0,0 - 0,4			
PISOS	UNO (1)	0,0 - 0,3		0,25	
	DOS (2)	0,3 - 0,5			
	MAS	0,5 - 1,0			
EDIFICIOS CERCANOS	PELIGROSO	0,5 - 1,0		1,00	
	NO PELIGROSO	0,0 - 0,5			
MANTENIMIENTO	ACEPTABLE	0,0 - 0,3		0,50	
	REGULAR	0,3 - 0,6			
	DETERIORADO	0,6 - 1,0			
FUNDACIONES	CON VIGAS	0,0 - 0,3		0,50	
	SIN VIGAS	0,3 - 1,0			
DENSIDAD DE PAREDES	NOMAL	0,0 - 0,3		0,50	
	MEDIANO	0,3 - 0,6			
	BAJO	0,6 - 1,0			
UBICACIÓN DE LAS PAREDES	SIMETRICA	0,0 - 0,1		1,00	
	INTERMEDIA	0,1 - 0,6			
	ASIMETRICA	0,6 - 1,0			
DETALLES CONSTRUCTIVOS	EJES ESVIADOS	0,0 - 1,0		1,00	
	SOPORTE INADECUADO	0,0 - 1,0			
	MALAS CONECCIONES	0,0 - 1,0			
ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	MUROS LIVIANOS	0,0 - 1,0		0,25	
	BALCONES, JARDINERAS	0,0 - 1,0		0,25	
	ELEMENTOS DE VIDRIO	0,0 - 1,0		0,25	
DIAFRAGMA	RIGIDO	0,0 - 1,0		0,50	
	INTERMEDIO	0,1 - 0,5			
	FLEXIBLE	0,5 - 1,0			
SISTEMA ESTRUCTURAL	BUENA ESTRUCT.	0,0 - 0,2		1,00	
	MEDIANA ESTRUCT.	0,2 - 0,4			
	MALA ESTRUCT.	0,4 - 1,0			
MASAS Y RIGIDECES	BALANCEADO	0,0 - 0,2		1,00	
	INTERMEDIO	0,2 - 0,5			
	DESBALANCEADO	0,5 - 1,0			
IRREGULARIDADES	PISO BLANDO	0,0 - 1,0		1,00	
	COLUMNA CORTA	0,0 - 1,0		1,00	
	DIAFRAGMA DISCONTINUO	0,0 - 1,0		1,00	
	ESCALERAS ASIMETRICA	0,0 - 1,0		1,00	
DAÑOS PREVIOS	VIGAS, COLUMNAS	0,0 - 1,0		1,00	
	PAREDES DE CARGA	0,0 - 1,0		1,00	
	LOSAS	0,0 - 1,0		1,00	
	MURO DE CONTENCIÓN	0,0 - 1,0		1,00	
INDICE DE DAÑOS = SUMATORIA VULNERABILIDAD/ 10					

Normalmente los métodos de evaluación son del tipo cualitativo (cantidad del deterioro) y cuantitativo (gravedad del deterioro), que permiten de una manera clara, simple y ordenada encarar el problema de evaluar una obra en su condición de uso por simple inspección ocular, ayudado con la instrumentación necesaria, generar tres índices que interpretan el estado de

deterioro de la estructura en interrelación con el ambiente condicionante y son los siguientes:

Índice de Daños (ID): es el daño existente en los elementos de la obra por los factores estáticos en el momento de hacer la inspección evaluativa.

Índice de Severidad (IS): es la acción de los agentes exteriores que causan los daños sobre los elementos de la estructura, representa los factores dinámicos de la evaluación.

Índice de Vulnerabilidad (IV): es el nivel de pérdida de uno o de varios elementos estructurales esenciales de la obra al ser sometidos al riesgo de un evento, representa la combinación de los índices de daños y de severidad formando un par ordenado que interpreta la realidad física de la obra, pudiéndose representar por un número porcentual único para cada estructura.

Los métodos basados en desempeño estructural que consideran estados límites son una herramienta excelente para el análisis de la rehabilitación de edificaciones. Este enfoque se desvía de los métodos basados en fuerzas, que toman un factor de respuesta R para incorporar la ductilidad. Para definir la demanda que genera un evento hay estados límites que puede tomarse en forma probabilística, en muchos casos siguiendo el modelo de Poisson donde la ocurrencia de un evento no influye en la ocurrencia de otro y donde la probabilidad de que dos eventos ocurran el mismo tiempo y en el mismo sitio es nula.

Esta ocurrencia probabilística es función del grado de desempeño que la sociedad espera de una construcción en particular. De esta manera se pueden tener niveles operacionales, de ocupación inmediata, de seguridad de vidas y de prevención de colapso.

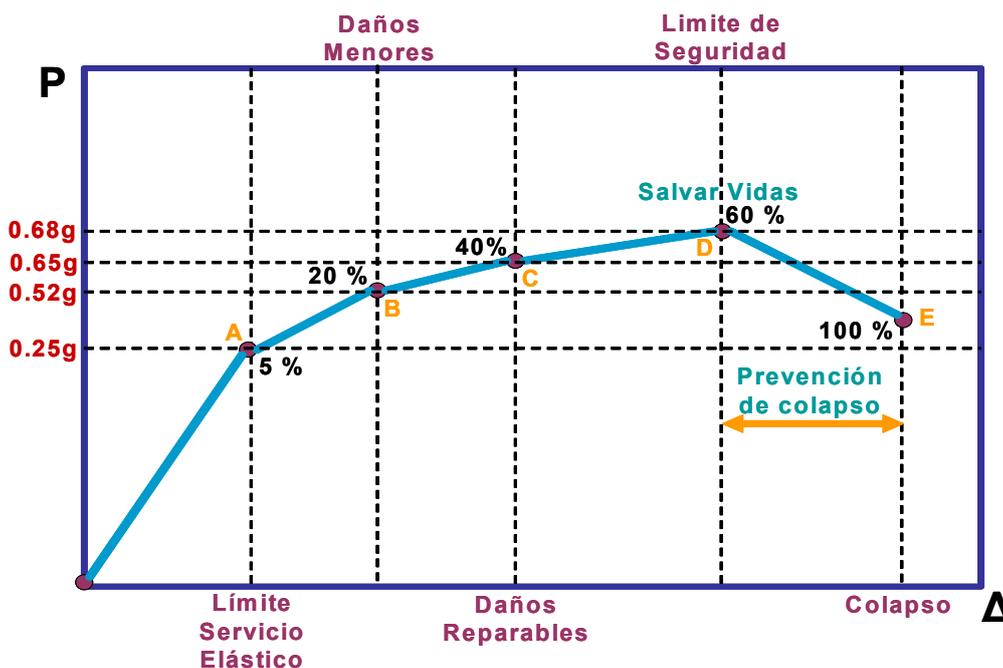


Figura. 2.43 Diagrama de límites de desempeño.

Actualmente el concepto de evaluación y de diseño se ha modificado en función de los Estados Límites que se fijan según el tipo de obra y los recursos necesarios para generar seguridad. Un Estado Límite es el punto en el cual se puede superar una condición de diseño. Los estados límites son fijados por el diseñador de la Obra y el Propietario en función de los grados de servicio y seguridad que se quiere que tenga la edificación ante la presencia de diversos eventos. En la Figura 2.43 se explica los estados límites o límites de desempeño.

Los estados límites o límites de desempeño son estados donde se superan las condiciones de diseño, comienzan en "A" planteando un estado límite de servicio en el rango elástico u operacional, donde después de un evento característico no hay que reparar nada y los peritos evaluadores dan la orden de ocupación inmediata, se obtienen márgenes menores al 5% de los daños.

Un segundo límite en "B" correspondiente a daños menores genera la utilización de programas de mantenimiento integral con porcentajes de reparación hasta de un 20% de daños.

Un tercer estado límite se puede tomar en “C” donde se obtienen daños moderados hasta de un 40% y se debe proceder a encontrar las causas subyacentes de los daños estructurales.

El siguiente corresponde al punto “D” o máximo soporte de capacidad portante de la edificación o límite de seguridad donde se recomienda la desocupación del inmueble por tener hasta un 60% de daños estructurales y la obra entra en un periodo de prevención de colapso o etapa para salvaguardar recursos y vidas, es un margen de seguridad, las rehabilitaciones de la estructura normalmente son a largo plazo. Por último en “E” o límite de colapso donde la edificación esta por caer por el agotamiento de la estructura si es que no se ha caído ya.

En otras palabras se tienen estados límites de servicio, de daños, de seguridad y de agrietamiento severo, correspondientes a demandas para una vida útil de la construcción, con sus correspondientes probabilidades de excedencia y periodos de retorno.

Tabla 2.11 Probabilidad de excedencia y periodos de retorno.

ESTADO LIMITE	PROBABIL. DE EXCEDENCIA	VIDA UTIL	PERIODO DE RETORNO
SEGURIDAD	50%	50 AÑOS	75 AÑOS
OCUPACION INMEDIATA	20%	50 AÑOS	225 AÑOS
SEGURIDAD DE VIDAS	10%	50 AÑOS	475 AÑOS
PREVISION DE COLAPSO	2%	50 AÑOS	2475 AÑOS

Los Profesionales que trabajan en las organizaciones de planificación y evaluación de obras deben gerenciar todos los eventos posibles que pueden causar daños a las obras mediante métodos estadísticos y probabilísticos, donde pasan a jugar un papel preponderante la vida útil de diseño de la obra y el periodo de retorno de esos eventos que están ligados con los estado límites,

como se puede ver en la tabla anterior con estados límites para edificaciones, donde por ejemplo en las zonas de alta sismicidad para el límite de seguridad de vidas, existe un 10% de probabilidad de que ocurra un sismo fuerte durante 50 años, pero ocurrirá al menos una vez en 475 años.

El periodo de retorno de ocurrencia entre eventos se especifica según alguna característica que los señale especialmente y es inverso a la probabilidad media de excedencia por unidad de tiempo. La tasa de ocurrencia o frecuencia de ocurrencia por unidad de tiempo (λ). $T_r = 1/\lambda$. La vida útil de la obra está fijada por diferentes características de uso de los elementos que conforman una obra civil y está sujeta a patrones de diseño que son fijados por el proyectista, este concepto ha sido ampliado al uso de los estados límites de desempeño. Es obligatorio por parte de los Diseñadores explicar a los dueños el método de diseño por desempeño y las condiciones límites. El periodo de retorno siguiendo el modelo de Poisson está representado por la siguiente expresión:

$$T_r = \frac{1}{1 - (1 - p)^{(1/T_u)}}$$

Cuando son superados los índices de daños, severidad y vulnerabilidad se tiene que hacer una evaluación detallada. Para aquellas evaluaciones que no pasan a la evaluación detallada, su informe primario puede revelar puntos críticos que deben ser pasados a los programas de mantenimiento integral.

2. La evaluación Detallada o Secundaria.

Debe procesar la construcción en función de modelos estructurales, evaluando toda la instalación con sus componentes estructurales y equipos, evaluación puntuales tales como informes hidráulicos, suelos, sonoros, ambientales. La evaluación detallada se basa en el cálculo de las relaciones Capacidad/Demanda, donde cada construcción tiene elementos específicos que deben ser revisados y cada uno tiene una relación de C/D. Los elementos evaluados deben tener relaciones de $C/D < 1$, si la relación es menor de 1 el elemento tiene que ser tratado de forma especial y debe ser rediseñado. De la evaluación detallada se generan los Proyectos de Rehabilitación.

El resultado de la evaluación detallada me indica el estado general de la obra como un aporte de todos los elementos particulares, generando expresiones que indican un porcentaje (%) total de vulnerabilidad. La demanda esta dictada por las normas específicas y la capacidades por modelos estructurales de software lo más aproximados posibles al estado actual de la edificación. La evaluación detallada concluye con recomendaciones que deben de ser resueltas bajo el criterio del consultor y el grado de vulnerabilidad general que presenta la obra directamente en un programa de reparación o en un Proyecto de Rehabilitación.

3. Rehabilitación de las Obras Civiles.

No hay mejor índice de evaluación de una obra que la eficiencia estructural de la misma, que está sujeta a la supervivencia a través del tiempo sin defectos estructurales apreciables. En su evaluación cuando se encuentran defectos estructurales se toma en cuenta un mapa de grietas y se conocen las deformaciones de la estructura se pueden aplicar modelos inelásticos y obtener curvas de capacidad. También conocer las cargas de los límites de colapso y su relación con las de servicio determina un índice de seguridad confiable. Un análisis elástico o inelástico para las cargas de servicio determina un estado de esfuerzos probable de la Obra útil para la verificación del mismo. Rehabilitar es hacer que una Obra Civil vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil.

Las técnicas de rehabilitación pueden ser reversibles o irreversibles, en la primera se trata de que la edificación obtenga nuevamente su capacidad portante reforzando los elementos sin intervención de elementos nuevos, solo reparación de elementos dañados, que en su conjunto mejoran la ductilidad de la edificación, la resistencia y rigidez de los diafragmas. Las técnicas irreversibles comprenden la adherencia de elementos nuevos para reforzar la obra evaluada con inyecciones y vaciados, elementos adheridos, morteros, reparación de juntas de construcción, reconstrucción de partes, incorporación de barras de pre esfuerzo y reforzamiento de fundaciones.

En las obras que tienen elementos estructurales de acero es importante tener en cuenta que, aunque estos elementos son incombustibles, sus resistencias se reducen bastante cuando quedan expuestas a las temperaturas alcanzadas normalmente durante incendios. Por el hecho de que el acero es un buen conductor de calor y que los miembros de acero no protegidos contra fuego pueden transmitir el calor a miembros adyacentes para dañarlos permanentemente.

La resistencia al fuego de los miembros de acero estructural puede incrementarse considerablemente aplicándoles cubiertas protectoras de concreto, yeso, fibras minerales por aspersión, pinturas especiales y algunos otros materiales. El espesor y material de protección depende de la estructura, la probabilidad de un incendio y factores económicos.

El concreto, no es un material aislante lo bastante bueno, es efectivo en espesores de 1 ½ a 2 pulgadas, debido a su masa, además el agua en el concreto mejora mucho sus cualidades protectoras contra el fuego, siendo su costo de instalación es alto y su peso considerable, se ha remplazado por materiales de protección roseados o lanzados.

Los roseados son fibras minerales o compuestos cementantes, generalmente a base de asbesto, siendo reemplazadas actualmente por otras fibras carentes de asbesto en vista de sus efectos nocivos.

Mantenimiento de las Obras Civiles.

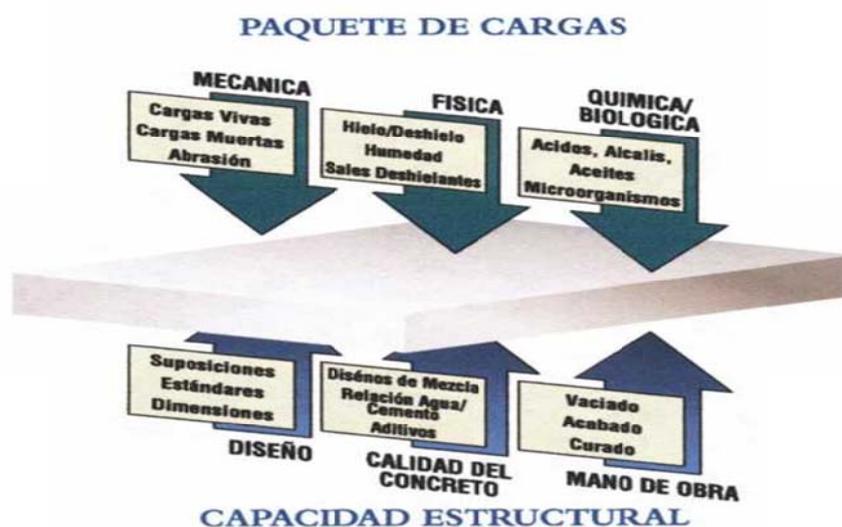


Figura 2.44 Cargas y capacidad estructural

En las obras civiles una de las funciones más importantes del mantenimiento corresponde a mantener el equilibrio del sistema de la obra. El concreto que se obtiene de la hidratación del cemento Portland a través de los años que es uno de los materiales para la construcción más versátil, económica, durable y disponible. Pero el concreto está frecuentemente expuesto a condiciones mecánicas, físicas, químicas y biológicas que comprometen y amenazan su desempeño. Para seleccionar los materiales y métodos de reparación más adecuados es importante determinar la causa de la falla antes de hacer cualquier inversión en la reparación del concreto. Para esto, se ha desarrollado la teoría de reparación conocida como Equilibrio. El concepto de Equilibrio es una herramienta innovadora para evaluar todas las influencias que causan el deterioro del concreto tales como cargas mecánicas, físicas, químicas y biológicas, estas se encuentran en Equilibrio con la capacidad estructural de la Obra civil como se puede ver en la figura de paquete de cargas contra capacidad estructural.

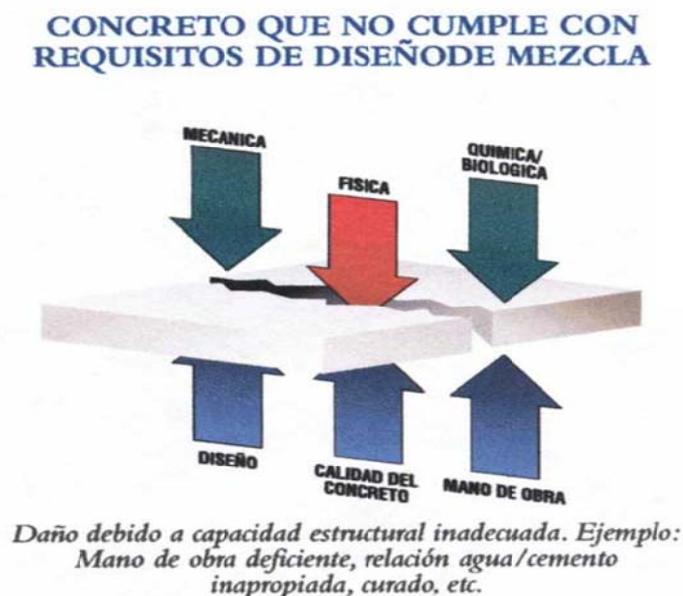


Figura 2.45 Falla en la calidad del concreto.

Se ha comprobado que el concepto de Equilibrio proporciona soluciones durables de largo plazo. Cuando alguna de las cargas externas interacciona y genera una rotura en el equilibrio la Obra entra en un periodo de diagnóstico y análisis para restablecer el equilibrio porque el concreto no cumple con los requisitos para los que fue diseñado como se puede ver en su figura respectiva.

Es importante seleccionar un sistema de productos de un solo proveedor para poder realizar una reparación exitosa, después de haber establecido una evaluación completa de los requisitos de la reparación y de haber determinado la estrategia. De ésta manera, todas las partes involucradas en el proyecto de reparación (propietario, consultor, diseñador, contratista y proveedor del material), se sienten confiados al trabajar juntos por una meta común.

Se ofrecen en el mercado una gran gama de productos y la experiencia necesaria para obtener soluciones integrales de reparación y protección para el concreto. Estos van desde aditivos para concreto normal y premezclado, morteros para reparación del concreto, equipo, sistemas de refuerzo y recubrimientos decorativos y resistentes a químicos para utilizarse solos o combinados para solucionar los retos de restauración más complejos.

Una de las metas de estas casas productoras es establecer el estándar de la industria con sistemas integrales de productos, con tecnología de punta, alternativas de aplicación, entrenamiento y la más alta garantía de calidad en el servicio al cliente.

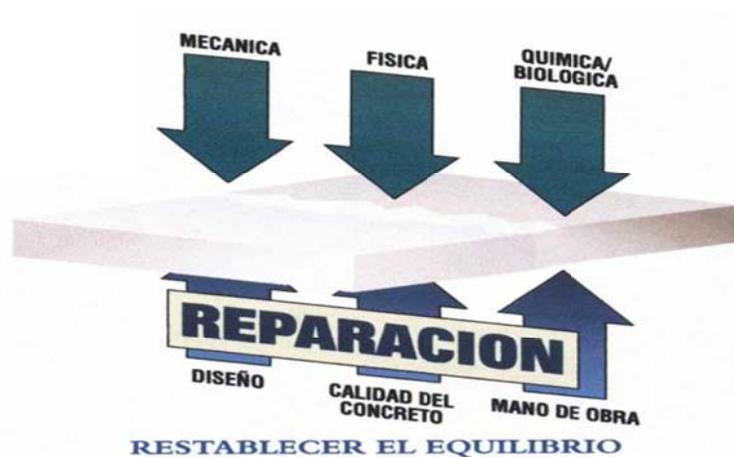


Figura 2.46 Reparación en el concreto.

Sus experiencias se basan en entender las necesidades de los diferentes mercados. Si solo se tiene un solo método de reparación se ignoran ciertos requisitos ya que cada estructura está sujeta a condiciones ambientales, cargas y limitaciones constructivas únicas. Cada proyecto de reparación es único y se debe hacer a la medida de los requisitos específicos y las condiciones establecidas durante el proceso de evaluación del equilibrio.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA, SISTEMA DE ROTACIÓN PARA EL SALÓN Y SISTEMAS ANEXOS.

En este capítulo se muestra el diseño a detalle de la estructura metálica, para lo cual se usa el apoyo del software de diseño estructural Sap 2000 para identificar los elementos críticos y realizar el control de diseño manualmente mediante el código LFRD generando cálculos con las ecuaciones pertinentes, para cada elemento y tipo de sección (columnas, vigas, conexiones soldadas, placas base y perfiles soldados). Posterior a esto tenemos el diseño de elementos del sistema de giro (moto-reductor, engranes, rodamientos, pernos, acoples,...). Aunque cabe destacar que estos dos sistemas se diseñan de forma paralela y luego se acopla el sistema de giro a la estructura.

3.1 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.

3.1.1 ALTERNATIVAS (DISEÑO ARQUITECTÓNICO).

Para el diseño arquitectónico, el inmueble debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Ocupar el espacio disponible mostrado en la Figura 3.1.
- Lograr una altura de 6,5 m para el piso del salón giratorio.
- Disponer de la mayor visibilidad panorámica en el salón.
- Disponer de una terraza-mirador transitable.
- Lograr la mayor área disponible para el piso giratorio.
- Dotar al inmueble de los servicios de: luz eléctrica, agua potable, sistema contra incendios, 2 baños pequeños y una barra de servicio tipo bar.
- Un elevador de carga ligera para el transporte de alimentos.

- El aspecto final del inmueble debe ser como el de un velero contemporáneo.

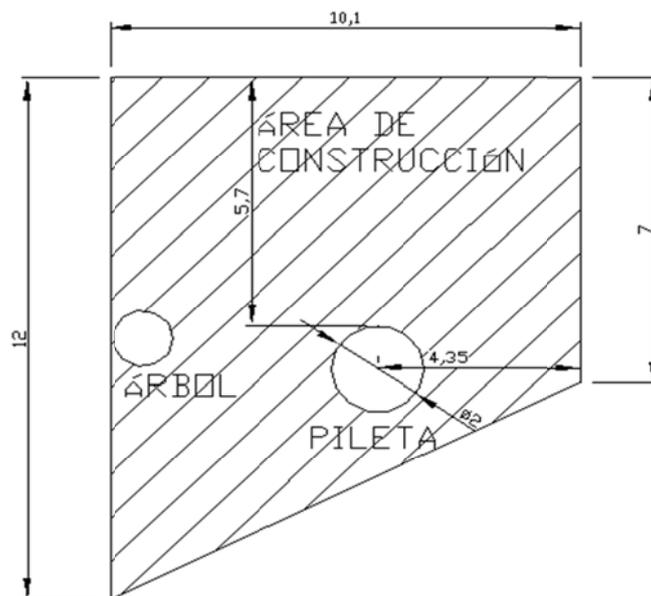


Figura 3.1 Área disponible para construcción.

Tras un proceso iterante de diseño arquitectónico, en la que se llegó a un consenso definitivo con los directivos de la empresa se decide adoptar el concepto arquitectónico mostrado en las siguientes figuras:

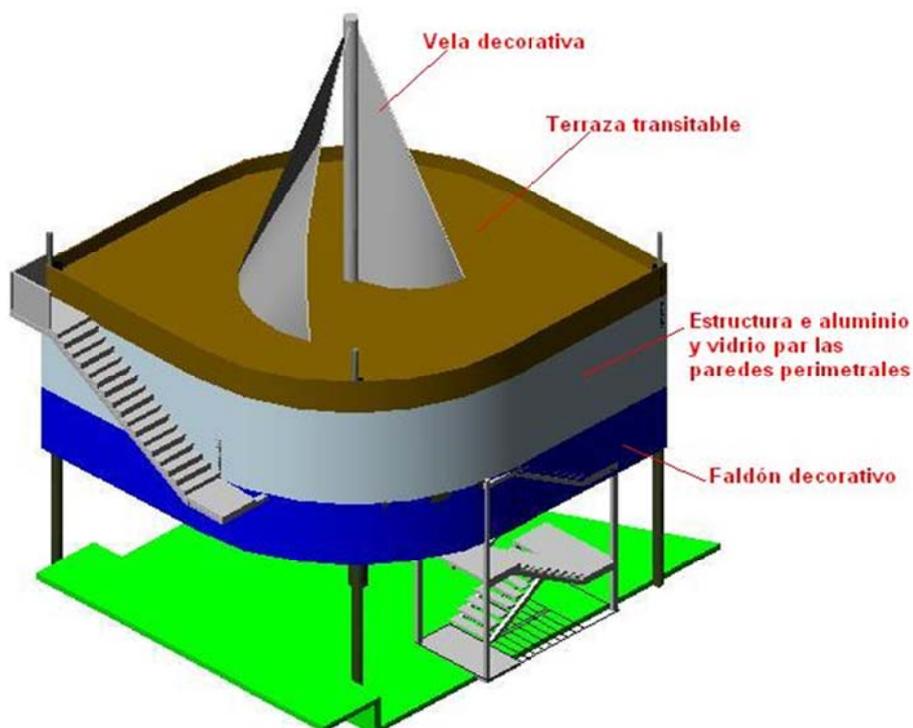


Figura 3.2 Perspectiva Noreste del inmueble.

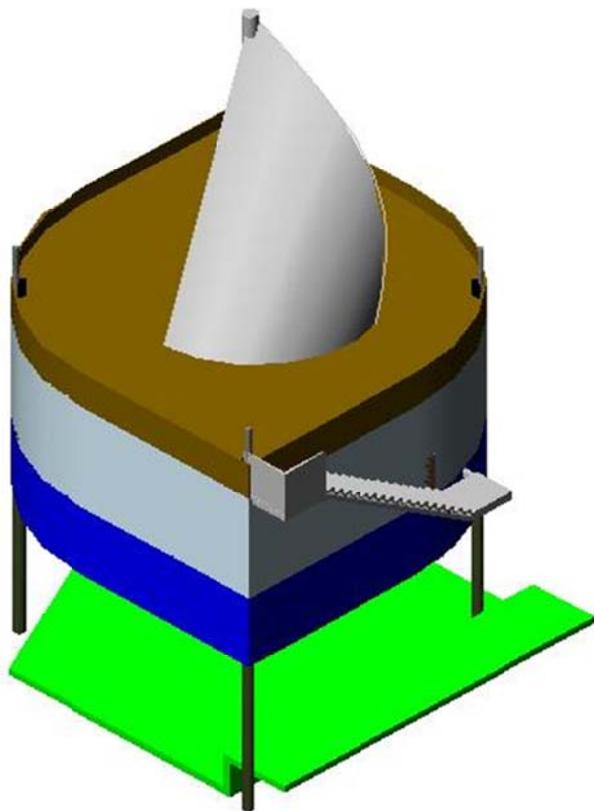


Figura 3.3 Perspectiva Sureste del inmueble.

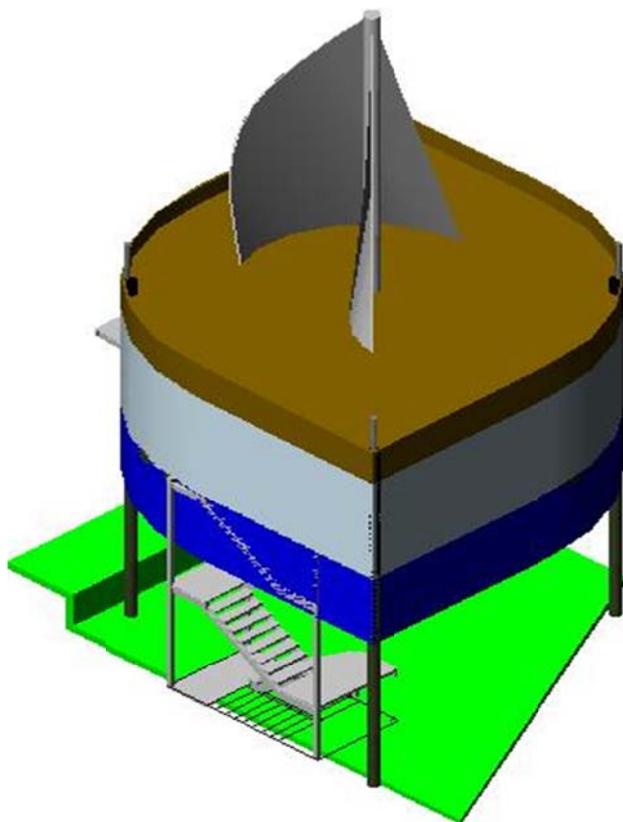


Figura 3.4 Perspectiva Noroeste del inmueble.

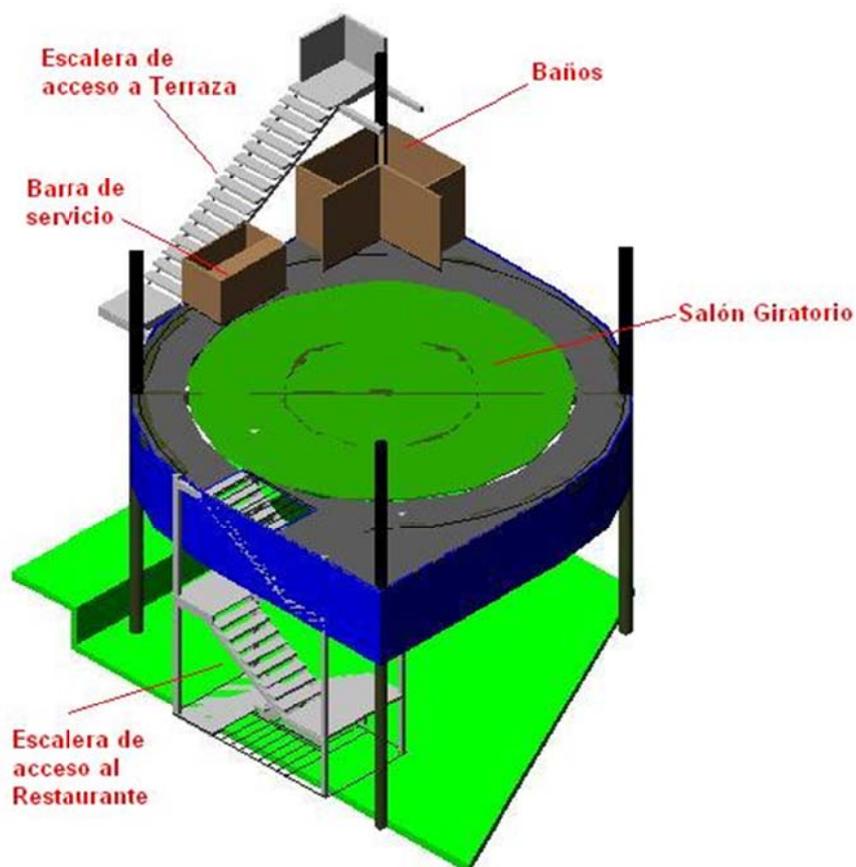


Figura 3.5 Diseño interior del inmueble.

Con este diseño arquitectónico, se ha cumplido con los requerimientos iniciales antes mencionados y además está acorde a las exigencias de concepto que los solicitantes exigieron. En el numeral que concierne a los planos constructivos se podrá apreciar en mejor forma los detalles que forman parte de este inmueble, así como la ubicación respecto a las instalaciones aledañas, orientación geográfica y ubicación zonal en Quito Distrito Metropolitano.

3.1.2 ALTERNATIVAS DE MATERIALES.

Los materiales de y para la construcción de este inmueble y sus precios unitarios, han sido tomados en su mayoría de las bases de datos de la cámara de la construcción de Quito, y de los principales distribuidores de estos insumos en la capital. Partiendo de este hecho que hace referencia a la disponibilidad y de que el proceso de construcción debe ser lo más ágil posible

para que las paras en instalaciones aledañas a la obra sean mínimas. Se ha escogido los siguientes materiales (Tabla 3.1). Las medidas de las secciones utilizadas en el diseño de la estructura están detalladas en la Tabla 3.2, como complemento de la lista general de materiales.

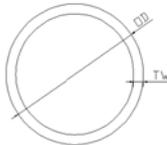
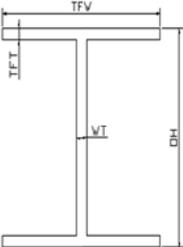
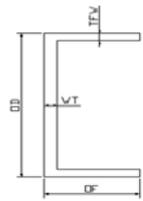
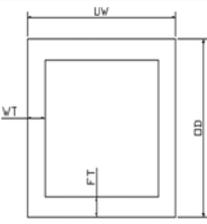
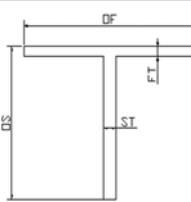
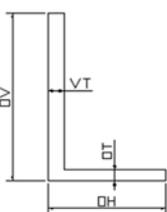
Notas:

1. La lista completa de los materiales de y para la construcción se los ha dispuesto en la base de datos de Jaleo Base para el desarrollo posterior del presupuesto de este proyecto. El archivo tiene por nombre "Base precios unitarios Tesis."
2. Posteriormente en la elaboración del Capítulo V (Análisis Económico y Financiero), se pudo observar la dificultad para modificar de forma rápida los rendimientos individuales de los precios unitarios y realizar cambios reiterativos en los precios de materiales y mano de obra usando el software Jaleo Studio. Por tal motivo se articuló una rutina de cálculo en Excel para mejorar estas características y poder manejar los formatos que se usa en el medio local, para precios unitario, presupuestos, cronogramas,...

Tabla 3.1 Lista preliminar de materiales

LISTA GENERAL DE MATERIALES PARA LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO			
No.	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	MATERIAL
	ESTRUCTURA		
	COLUMNAS		
1	COLUMNA PRINCIPAL	CLPP	Acero A36
2	COLUMNA SECUNDARIA	CLSEC	Acero A36
3	COLUMNA ESCALERA	ESCALERA	Acero A36
4	COLUMNA ELEVADOR DE CARGA	CLPEL	Acero A36
5	COLUMNA VELERO	CLVELA	Acero A36
6	COLM. ESTRUCT. PERIMETRAL		Acero A36
7	PERFIL L PARA MARCO DE GRADA		Aluminio
8	PERFIL L ELEVADOR DE CARGA	VIGSEC	Acero A36
9	PERFIL T ELEVADOR DE CARGA	VGELV	Acero A36
	VIGAS		
10	VIGA PRINCIPAL	VGP	Acero A36
11	VIGA PRINCIPAL SEGUNDO PISO	VGP2	Acero A36
12	VIGA AUXILIAR PRIMER PISO	VIGSEC1	Acero A36
13	VIGA AUXILIAR SEGUNDO PISO	VIGSEC2	Acero A36
14	VIGA ESCALERA	ESCALERA	Acero A36
15	VIGA ESCALERA 2	ESCALERA2	Acero A36
16	VIGAS ELEVADOR DE CARGA	VIGCARGA	Acero A36
17	VIG. ESTRUCT. PERIMETRAL		Aluminio
19	VIG. PISO GIRATORIO PRINCIPAL	VIGPISO	Acero A36
20	VIG. PISO GIRATORIO SECUNDARIA	CORREA	Acero A36
	PISOS		
	LOSA		
21	PLANCHA CANAL		Acero A36
22	MALLA ELECTROSOLDADA		Acero A36
22	HORMIGÓN		Acero A36
23	MORTERO		
24	CERÁMICA PARA PISO PISTA		MADERA
25	CERÁMICA PARA PISO SALÓN		GRESS
26	CERÁMICA PARA PISO TERRAZA		GRESS
27	CERÁMICA PARA PISO GRADA		GRESS
28	CERÁMICA PARA PISO BAÑOS		GRESS
29	RELLENO PARA CERÁMICA		GRESS
	PAREDES		
30	MAMPARA MODULAR		ALUMINIO
31	PARED BAÑO		BLOQUE
32	PARED POSTERIOR		BLOQUE
33	CERÁMICAS PARED BAÑO		GRESS
34	PARED PERIMETRAL		VIDRIO
35	RELLENO PARA CERÁMICA		VIDRIO
36	PUERTAS BAÑOS		MADERA
37	PUERTAS SALÓN		MADERA
	ACCESORIOS		
38	INODOROS		CERÁMICA
39	LAVAMANOS		CERÁMICA
40	BARRA DE SERVICIO		MADERA

Tabla 3.2 Perfiles estructurales utilizados.

TABLA DE PERFILES DE ACERO								
No.	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	PERFIL	MEDIDAS (mm)		TIPO PERFIL		
				OD	TW			
1	Columna Principal	CLPP		323.850	9.525	D12 x t0,375		
2	Columna Secundaria	CLSEC		323.850	12.700	D12 x t0,500		
3	Viga Elevador Polea	VGPLEV		75.000	8.000	D3 x t0,315		
				OH	WT	TFW	TFT	
4	Viga Principal	VGP		250.000	8.000	202.000	12.000	I 250x202x8x12
5	Viga Principal 2	VGP2		350.000	12.700	175.000	12.700	I 350x175x12.7x12.70
6	Viga Principal 22	VGP22		350.000	12.700	240.000	12.700	I 350x240x12.7x12.70
7	Viga Secundaria 1	VIGSEC1		140.000	4.700	73.000	6.900	IPE 140
8	Viga secundaria 2	VIGSEC2		160.000	5.000	82.000	7.400	IPE 160
9	Viga Piso	VIGPISO		140.000	4.700	73.000	6.900	IPE 140
				OD	TW	OF	TFW	
10	Correa Piso	CORREA		100.000	3.000	50.000	3.000	U 100x50x3
11	Correa Piso Giratorio	CORREA		100.000	2.000	50.000	2.000	U 100x50x2
				OD	WT	OW	FT	
12	Perfil para Escalera	ESCALERA		200.000	5.000	150.000	5.000	2G 200x75x25x5
13	Perfil para Escalera 2	ESCALERA2		150.000	4.000	100.000	4.000	2G 150x50x20x4
14	Riostra	RIOSTRA		200.000	6.000	150.000	6.000	2G 200x75x30x6
15	Columna Elevador	CLPEL		88.900	3.175	88.900	3.175	3 1/2 x 3 1/2 x 1/8
				OS	ST	OF	FT	
16	Perfil para Elevador	VGELV		52.832	7.112	103.124	8.763	WT 2 x 6,5
				OV	OH	VT	HT	
17	Perfil para Elevador	VIGSEC		63.500	63.500	4.763	4.763	L2 1/2x2 1/2x3/16
18	Perfil fin de grada	FINGRADA		50.8	50.8	4.763	4.763	L2 x2 x 3/16

3.1.3 ANÁLISIS DE CARGAS.

Las cargas que se incluyen para el diseño de la estructura metálica se las clasifica y muestra en la Tabla 3.3, la forma de cálculo obedece a valores predeterminados en la tabla 4-1 del ASCE 07-05 y al Código Ecuatoriano de Construcción, mientras que los otros valores son resultante del cálculo por parte del programa SAP 2000.

Tabla 3.3 Distribución de cargas.

TABLA DE CARGAS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA								
No.	ELEMENTO	DIRECCIÓN	TIPO DE CARGA	NOMBRE	VALOR (Ton)	VALOR (Ton/m)	VALOR (Ton/m ²)	PROCEDENCIA
1	LOSA PRIMER PISO	Y	LIVE	viva			0.20	Uso y ocupación del inmueble
2			DEAD	muerta			0.30	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
3	LOSA SENGUNDO PISO	Y	LIVE	viva			0.20	Uso y ocupación del inmueble
4			DEAD	muerta			0.30	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
5	GRADA 1	Y	LIVE	viva			0.50	Uso y ocupación del inmueble
6			DEAD	muerta			0.33	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
7	GRADA 2	Y	LIVE	viva			0.50	Uso y ocupación del inmueble
8			DEAD	muerta			0.33	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
9	DESCANSOS	Y	LIVE	viva			0.50	Uso y ocupación del inmueble
10			DEAD	muerta			0.17	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
11	PISO GIRATORIO	Y	LIVE	viva			0.20	Uso y ocupación del inmueble
12			DEAD	muerta			0.30	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
13	COLUMNA PRINCIPAL	Y	LIVE	vivam	8.01			Carga resultante del cálculo del piso giratorio
14								
15	VIGAS DE APOYO	Y	DEAD	vivam	4.84			Carga resultante del cálculo del piso giratorio
16								
17	GENERAL	X	QUAKE	Sx				Análisis del Cortante Basal
18		Y	QUAKE	Sy				Análisis del Cortante Basal

El inmueble debe ser sometido a un Análisis modal Sísmico para que las cargas en los ejes “x” y “y” sean tomadas en cuenta dentro de las combinaciones existentes en el código LRFD. Es así que se muestra a continuación el procedimiento seguido para el cálculo del cortante basal de diseño, indicado en el Código Ecuatoriano de Construcción (CEC).

El cortante basal total de diseño V , que se aplica a la estructura en una dirección dada, se determina mediante las expresiones:

$$V := \frac{Z \cdot I \cdot C}{R \cdot \Phi_p \cdot \Phi_e} \cdot W \qquad C := \frac{1.25 \cdot S^s}{T}$$

C = No debe exceder del valor de C_m establecido en la tabla 3 (CEC), no debe ser menor a 0.5 y puede utilizarse para cualquier estructura

S = Su valor y el de su exponente se obtiene de la tabla 3 (CEC).

R = Factor de Reducción de respuesta estructural.

Φ_p , Φ_e = Coeficientes de configuración en planta y en elevación respectivamente.

Para Z , Zona sísmica, nos referimos a la tabla 1 (CEC) Fig. 3.6; ubicamos la zona pertinente y tomamos el valor adecuado, en este caso el valor es de 0.4.

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona Sísmica	I	II	III	IV
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.4

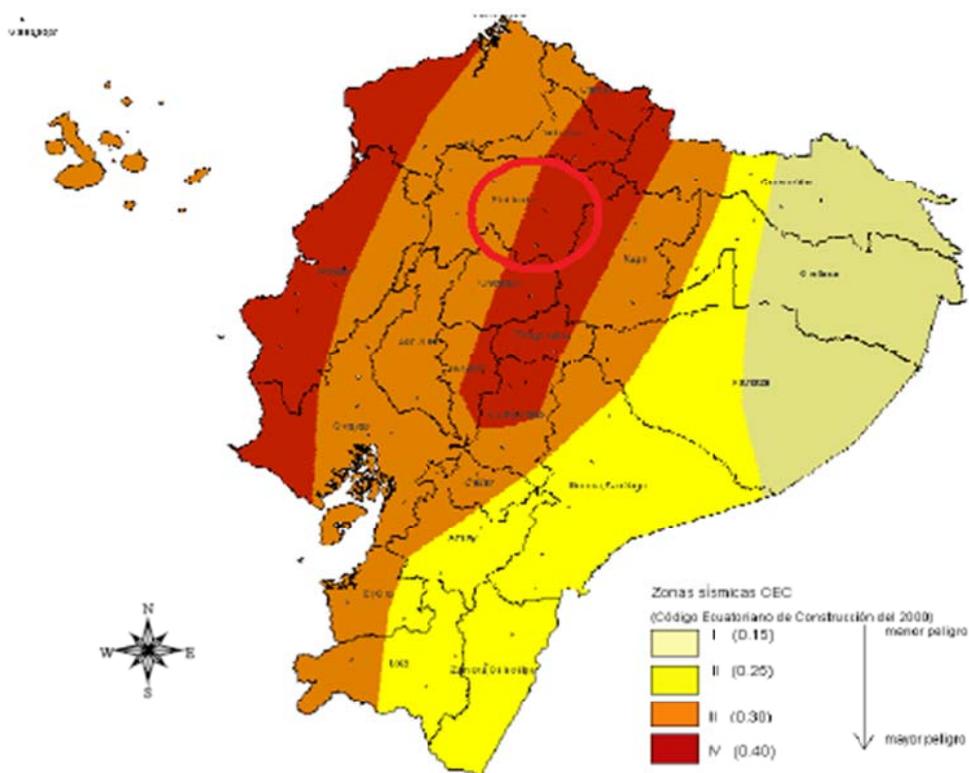


Figura 1. Ecuador Zonas sísmicas para propósitos de diseño

Figura 3.6 Zonas sísmicas en Ecuador

Para I, Factor de Importancia, nos referimos a la tabla 4 (CEC), tomamos el valor adecuado, $I = 1.0$

Tabla 3.4 Factor de importancia de la estructura.

Tabla 4. Tipo de uso, destino e importancia de la Estructura

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Factor I
1. Instalaciones Esenciales y / o peligrosas	Hospitales, Clínicas, Centros de Salud o de emergencia sanitaria. Estaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipo de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósitos de agua u otras sustancias anti-incendios. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
2. Estructuras de ocupación especial	Escuelas y centros de educación que albergan más de 300 personas. Todas las estructuras que albergan más de 5000 personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente.	1.3
3. Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores.	1.0

Para el valor de C, Coeficiente de suelos S y Coeficiente Cm tabla 3 (CEC); los valores de S = 1.5 y Cm = 2.8.

Tabla 3.5 Coeficiente de suelo.

Tabla 3. Coeficiente de suelo S y Coeficiente Cm

Perfil tipo	Descripción	S	Cm
S1	Roca o suelo firme	1.0	2.5
S2	Suelos intermedios	1.2	3.0
S3	Suelos blandos y estrato profundos	1.5	2.8
S4	Condiciones especiales de suelo	2.0*	2.5

(*) Este valor debe tomarse como mínimo, y no substituye los estudios de detalles necesarios para construir sobre este tipo de suelos

En el caso de R, Coeficiente de reducción de coeficiente estructural, usamos las tablas 7 y 9 (CEC). De este modo tenemos que $R = 7$ ó $R = 3$ (péndulo invertido se refiere que concentra la mayor masa arriba). Para nuestro caso debemos tomar la cantidad mayor para poder aumentar la capacidad de la edificación para disipar la energía sísmica.

Tabla 3.6 Coeficiente de respuesta estructural.**Tabla 7.** Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R

Sistema Estructural	R
Sistemas Estructurales de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de estructura de acero laminado en caliente, con muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).	12
Sistemas Estructurales de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de estructura de acero laminado en caliente.	10
Sistemas Estructurales de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).	10
Sistemas Estructurales de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y diagonales rigidizadoras.*	10
Sistemas Estructurales de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda y diagonales rigidizadoras.*	9
Sistemas Estructurales de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda	8
Estructuras de acero con elementos armados de placas o con elementos conformados en frío. Estructuras de aluminio	7
Estructuras de madera.	7
Estructuras de mampostería reforzada.	5
Estructuras de tierra reforzada o confinada	3

* Cuando se utilizan diagonales, se verificará que los elementos de tensión cedan antes que los elementos de compresión.

Tabla 3.7 Coeficiente de respuesta estructural.**Tabla 9.** Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R para otras estructuras

Tipo de Estructura	R
Reservorios y depósitos, incluyendo tanques y esferas presurizadas, soportados mediante columnas o soportes arriostrados o no arriostrados.	3
Silos de hormigón fundido en sitio y chimeneas que poseen paredes continuas desde la cimentación	5
Estructuras tipo cantilever tales como chimeneas, silos y depósitos apoyados en sus bordes	4
Torres en celosía (auto-portantes o atirantadas)	4
Estructuras en forma de péndulo invertido	3
Torres de enfriamiento	5
Depósitos elevados soportados por una pila o por soportes no arriostrados	4
Letreros y carteleras	5
Estructuras para vallas publicitarias y monumentos	3
Otras estructuras no descritas en este reglamento	3

Ahora para los coeficientes \emptyset_p , \emptyset_e = Coeficientes de configuración en planta y en elevación respectivamente; no referimos a la tabla 5 y figuras 2 y 3 (CEC). Para cuyo caso los valores son de $\emptyset_p = 0.9$ y $\emptyset_e = 0.81$

Tabla 3.8 Coeficiente de configuración en planta.

Tabla 5. Coeficientes de configuración en Planta

Tipo	Descripción de la irregularidad en planta	Φ_p
	<i>Irregularidad torsional</i>	
1	Existe irregularidad por torsión cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura, calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1.2 veces la deriva promedio de los dos extremos de la estructura, con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el apartado 4.4 del presente reglamento.	0.9
	<i>Retrocesos excesivos en las esquinas</i>	
2	La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta retrocesos excesivos en sus esquinas. Un retroceso en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del retroceso, son mayores que el 15 por ciento de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del retroceso.	0.9
	<i>Discontinuidades en el sistema de piso</i>	
3	La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entradas, retrocesos o huecos, con áreas mayores al 50 % del área total del piso o con cambios en la rigidez efectiva del piso de más del 50 %, entre niveles consecutivos.	0.9
	<i>Desplazamientos del plano de acción de elementos verticales</i>	
4	Una estructura se considera irregular cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.	0.8
	<i>Ejes estructurales no paralelos</i>	
5	La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura	0.9

En el caso de Φ_e , no promediamos los coeficientes si existe más de un factor, lo que hacemos es multiplicarlos, de esa forma obtenemos el Φ_e real.

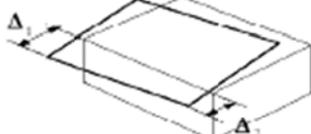
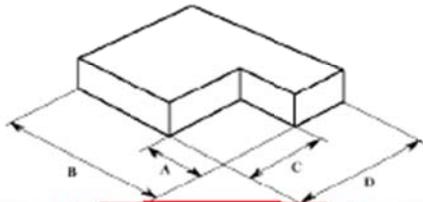
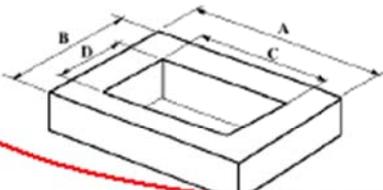
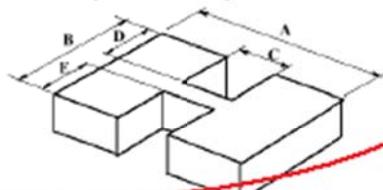
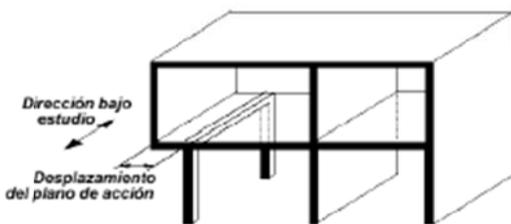
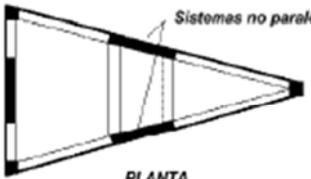
Figura 2. Irregularidades en Elevación

Descripción de la irregularidad en altura	
Piso Flexible $\Phi_g = 0.9$ Rigidez $K_c < 0.70 \times K_D$ o Rigidez $K_c < 0.80 \times \frac{KD + KE + KF}{3}$	
Distribución de Masas $\Phi_g = 0.9$ $m_D > 1.50 \times m_E$ o $m_D > 1.50 \times m_C$	
Irregularidad Geométrica $\Phi_g = 0.9$ $a > 1.30 \times b$	
Desalineamientos Verticales $\Phi_g = 0.8$ $b > a$	
Piso Débil $\Phi_g = 0.8$ Resistencia Piso B < Piso C	

La presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.

Figura 3.7 Irregularidades en elevación.

Figura 3. Irregularidades en Planta

Descripción de la irregularidad en planta
<p>Irregularidad torsional $\Phi_p = 0.9$</p> $\Delta > 1.2 \times \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$ 
<p>Retrocesos excesivos en las esquinas $\Phi_p = 0.9$</p> $A > 0.15 \times B \quad C > 0.15 \times D$ 
<p>Discontinuidad en el sistema de piso $\Phi_p = 0.9$</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $C \times D > 0.5 \times A \times B$  </div> <div style="text-align: center;"> $(C \times D + C \times E) > 0.5 \times A \times B$  </div> </div>
<p>Desplazamiento de los planos de acción elementos verticales $\Phi_p = 0.8$</p> 
<p>Ejes estructurales no paralelos $\Phi_p = 0.9$</p>  <p style="text-align: center;">Sistemas no paralelos</p> <p style="text-align: center;">PLANTA</p>

La presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.

Figura 3.8 Irregularidades en planta.

$$Z := 0.40 \quad \underline{R} := 7.00$$

$$I := 1.00 \quad \Phi_p := 0.90$$

$$\underline{C} := 2.80 \quad \Phi_e := 0.81 \quad \frac{Z \cdot I \cdot C}{R \cdot \Phi_p \cdot \Phi_e} = 0.219$$

Al calcular la primera parte de la ecuación para el cortante basal, tenemos una cifra de 0.219, este valor es el que debemos ingresar en el programa Sap 2000; como se muestra en el gráfico siguiente, tanto para Sx, como para Sy. El valor de W es el referente al peso de la estructura.

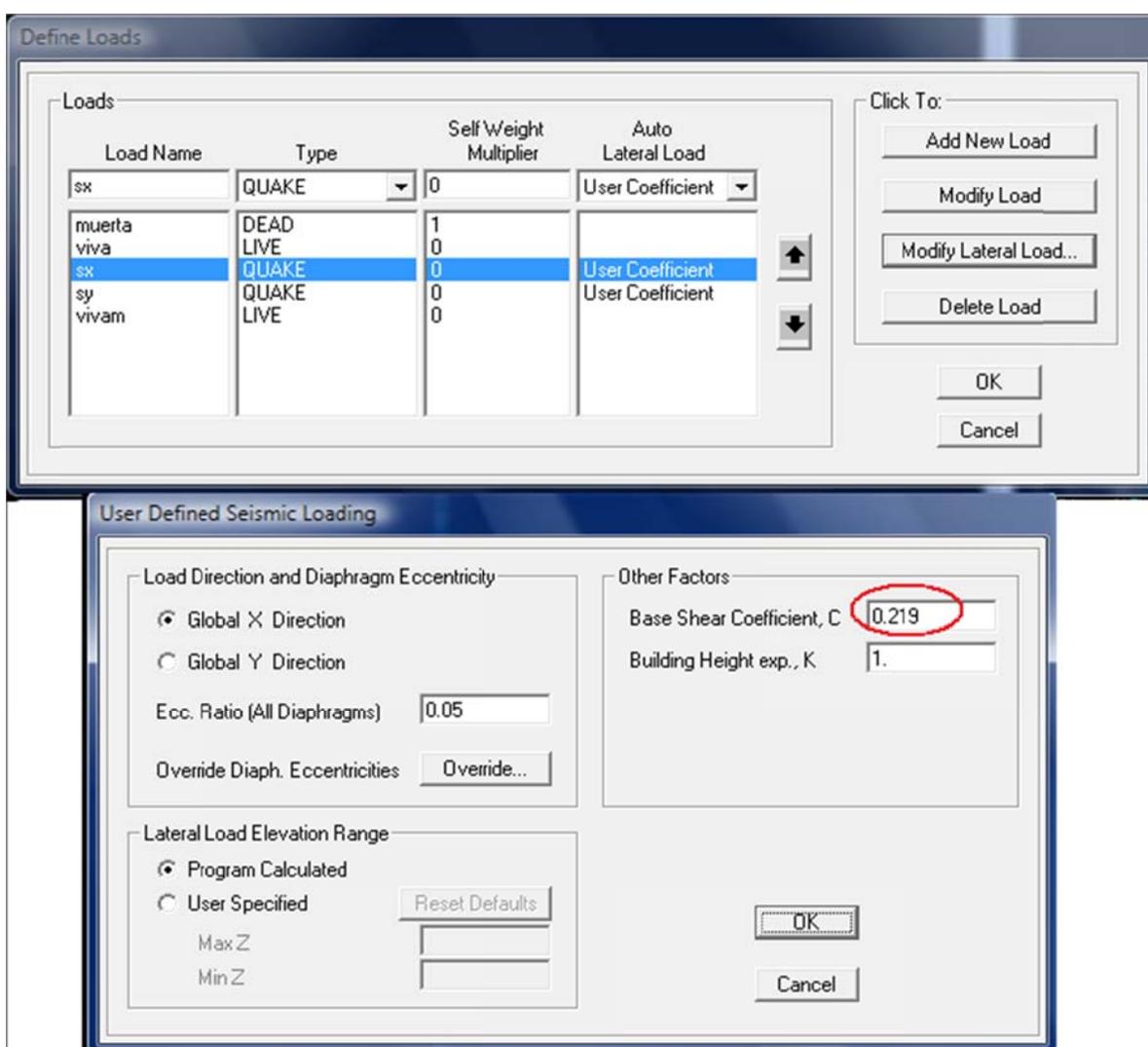


Figura 3.9 Definición de carga sísmica Sap 2000.

Ahora debemos crear un gráfico que muestre el espectro sísmico, pasamos a una tabla en Excel donde podamos crear dicho espectro, la variable en este caso será “T” que está inmersa en la ecuación:

$$C := \frac{1.25 \cdot S^S}{T}$$

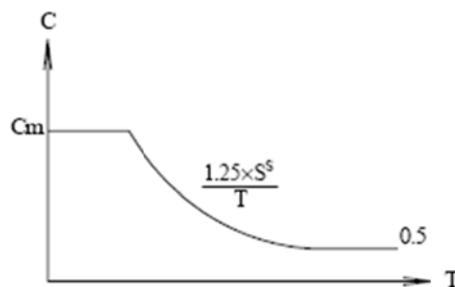


Figura 4. Espectro sísmico elástico del presente reglamento, que representa el sismo de diseño.

Figura 3.10 Espectro sísmico.

Este será el gráfico esperado. El pico que precede a la terraza de valores, es el que nos mostrará valor inelástico para el cortante basal “V”, mismo que se presenta en periodos de 50 años. Mientras que el pico elástico se presenta cada 484 años.

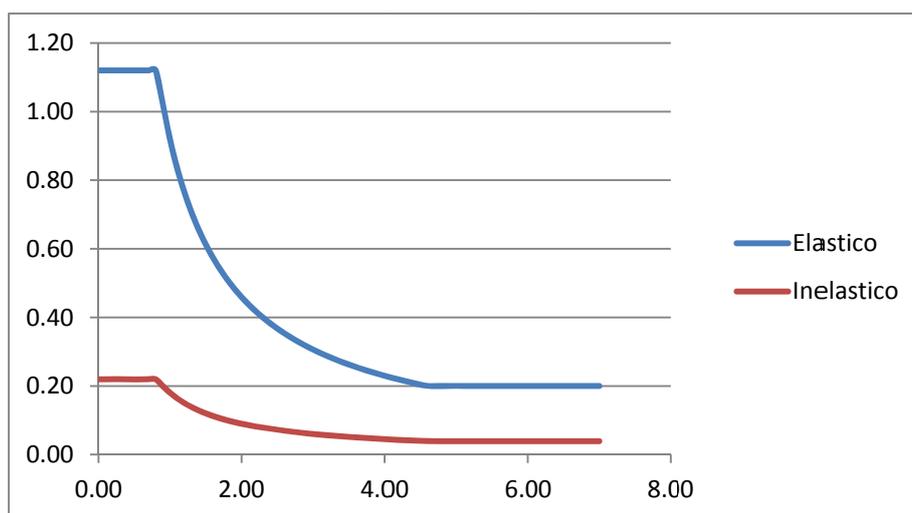


Figura 3.11 Espectros sísmicos elástico e inelástico.

Tabla 3.9 Datos del espectro sísmico

T (seg.)	C	Elástico	Inelástico
0.00	2.80	1.12	0.22
0.10	2.80	1.12	0.22
0.20	2.80	1.12	0.22
0.30	2.80	1.12	0.22
0.40	2.80	1.12	0.22
0.50	2.80	1.12	0.22
0.60	2.80	1.12	0.22
0.70	2.80	1.12	0.22
0.80	2.80	1.12	0.22
0.90	2.55	1.02	0.20
1.00	2.30	0.92	0.18
1.10	2.09	0.84	0.16
1.20	1.91	0.77	0.15
1.30	1.77	0.71	0.14
1.40	1.64	0.66	0.13
1.50	1.53	0.61	0.12
1.60	1.44	0.57	0.11
1.70	1.35	0.54	0.11
1.80	1.28	0.51	0.10
1.90	1.21	0.48	0.09
2.00	1.15	0.46	0.09
2.10	1.09	0.44	0.09
2.20	1.04	0.42	0.08
2.30	1.00	0.40	0.08
2.40	0.96	0.38	0.08

Este archivo de Excel debe ser guardado como un archivo de texto (*.txt (ms-dos)); para luego ser cargado en Sap 2000 al momento de definir la función del espectro sísmico.

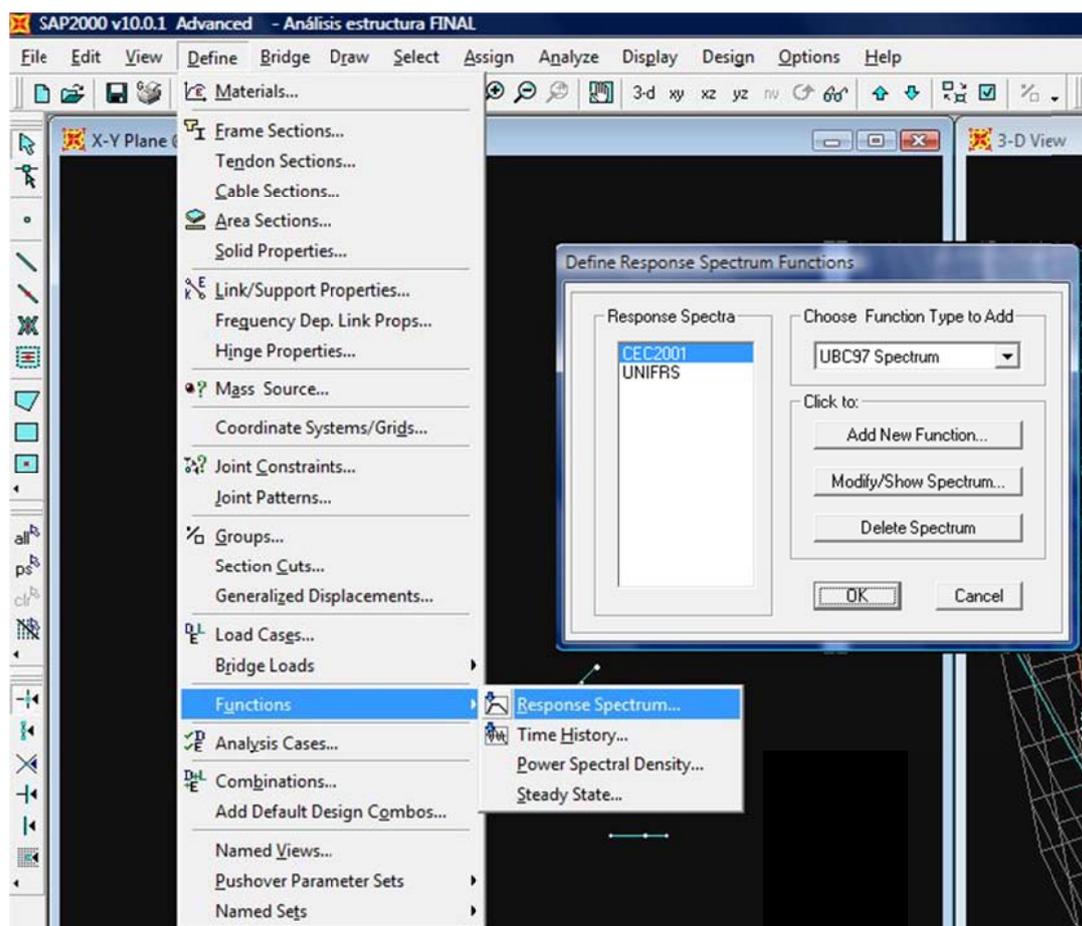


Figura 3.12 Selección del espectro de respuesta Sap 2000.

Al crear el Espectro de respuesta “CEC2001” cargamos el libro de Excel antes creado desde el menú indicado y cambiamos el sistema de visualización al de periodo vs. Valor. Aquí se muestran las ventanas del proceso.

El gráfico que se observa en la ventana es el de la función que Sap 2000 usará para el cálculo del espectro sísmico de respuesta. Ahora debemos completar la fórmula inicial de cortante basal. Mostrando al programa de dónde tomar el peso para calcular el efecto sísmico.

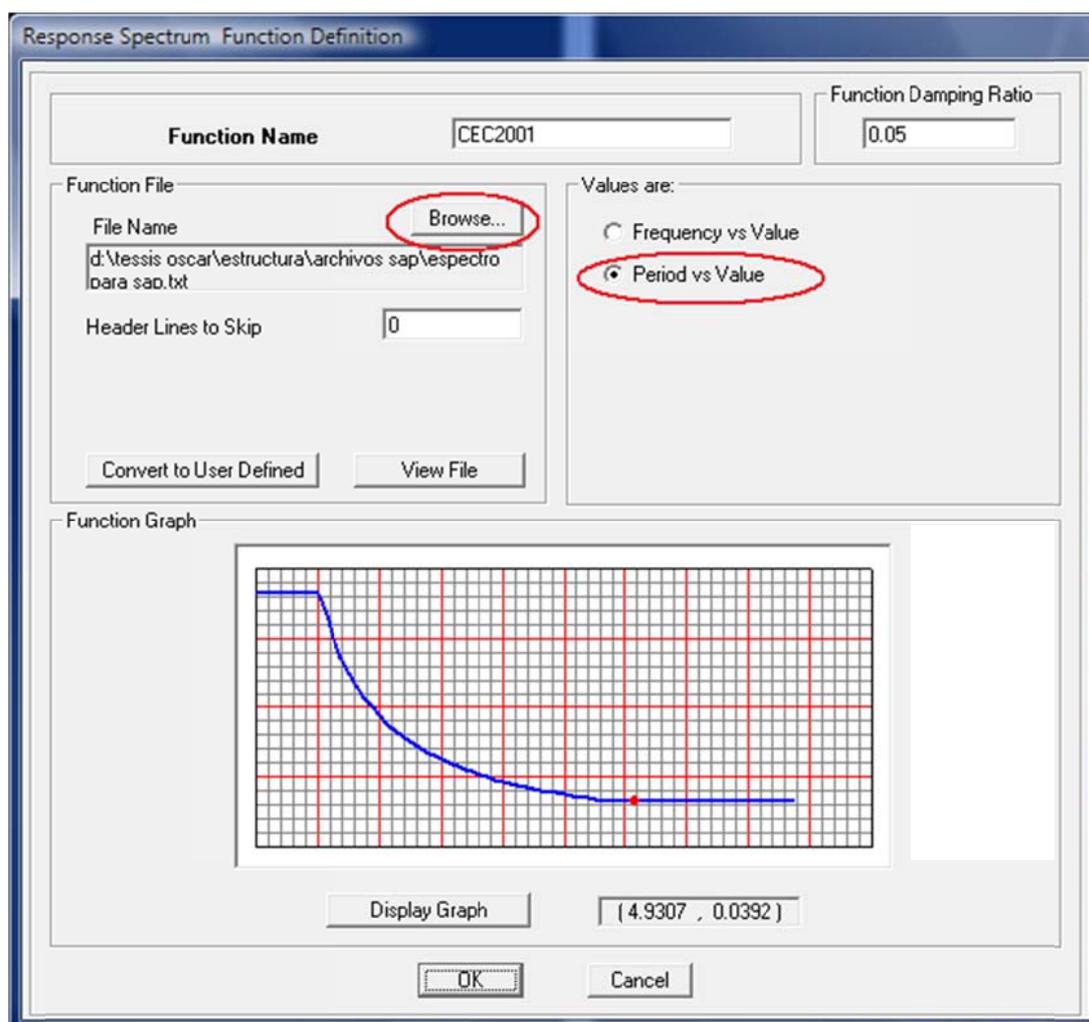


Figura 3.13 Espectro de respuesta Sap 2000.

En el siguiente menú definimos la masa usada para el cálculo del efecto sísmico. Cambiamos la opción a "FROM LOADS" y colocamos los valores de 1 para muerta y 0.25 para viva.

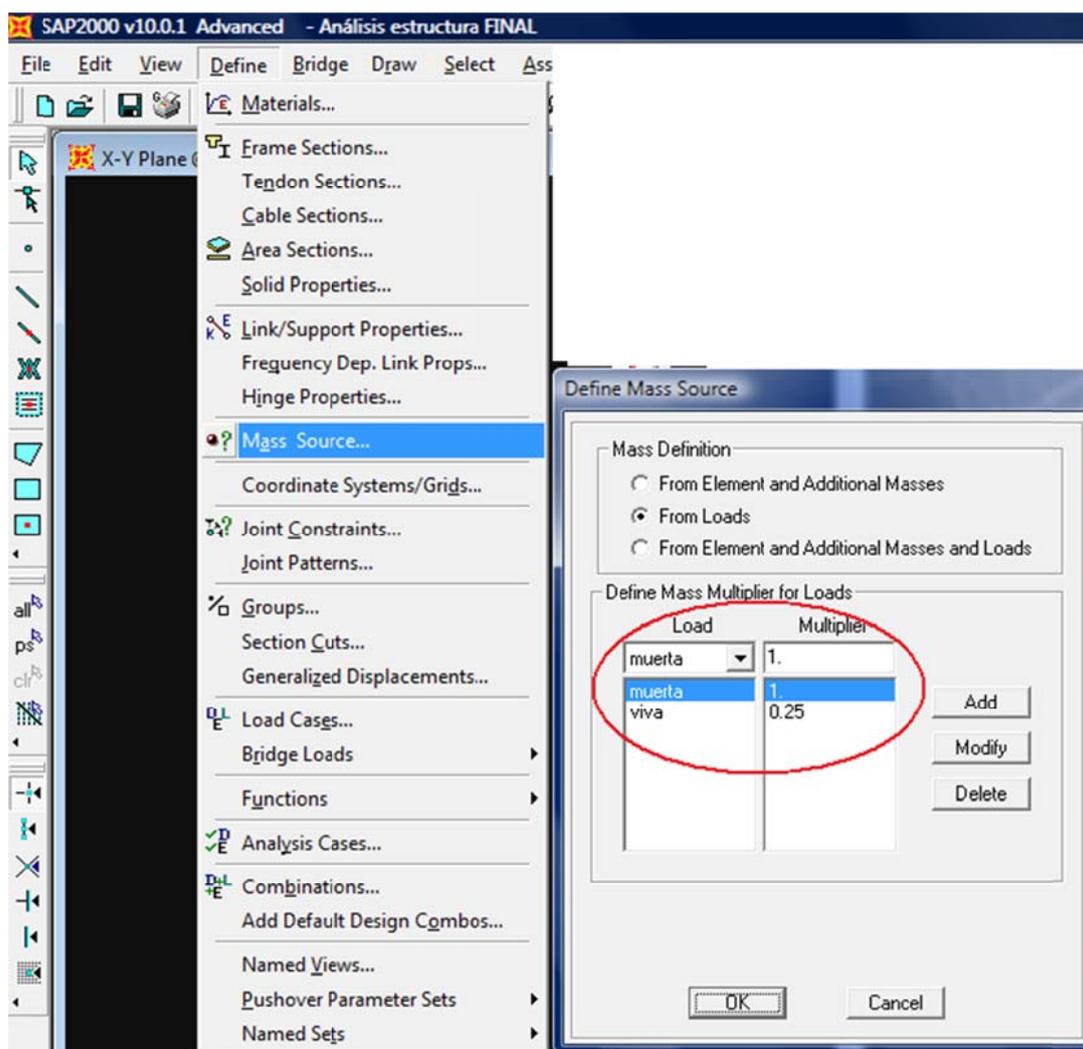


Figura 3.14 Selección de factor de carga para espectro sísmico.

Lo siguiente es definir los casos de análisis siguiendo el proceso mostrado en los gráficos. Creando los casos “ESPECTROX” y “ESPECTROY”; y modificando las opciones que se resalta. Con este procedimiento hacemos que Sap2000 utilicen la masa de la carga muerta más un 25% de la carga viva total, para calcular la fuerza sísmica y utilizarla en las combinaciones que utiliza el código LRFD.

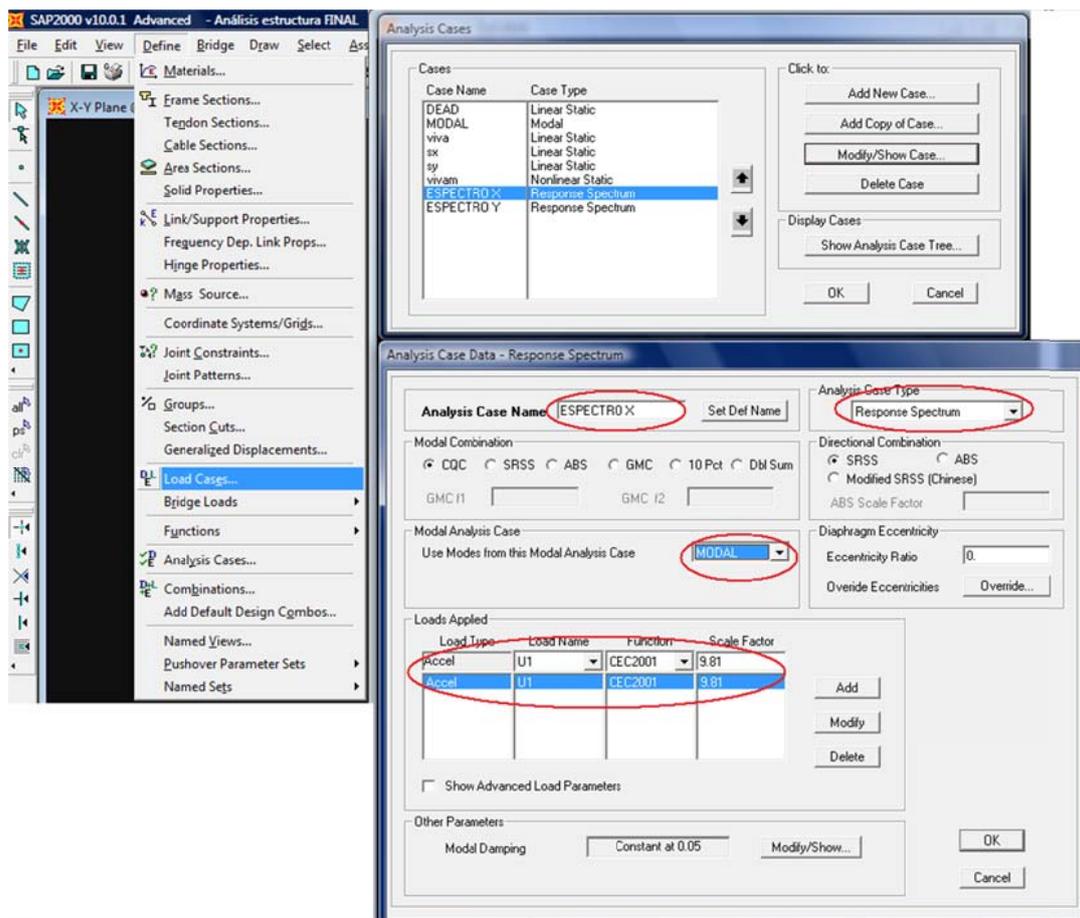


Figura 3.15 Conformación de carga sísmica.

En la Figura 3.16 se muestra el árbol de cargas, que es la forma en la que se dispone los diferentes tipos de cargas definidos en SAP 2000 para su análisis.

La naturaleza de la carga producida por el peso del sistema de salón giratorio se pone como "vivam" y su tipo de análisis es de carácter no lineal, esto es debido a que proviene de un sistema separado, como es el piso del salón giratorio además porque estas cargas actúan en una condición crítica de movimiento y según las ecuaciones del LRFD, los coeficientes que modifican las cargas vivas no lineales estáticas son mayores que los que modifican a las cargas de carácter lineal estático, de esta forma tendremos un margen de seguridad al poner estas cargas como vivas no lineales estáticas en la estructura principal.

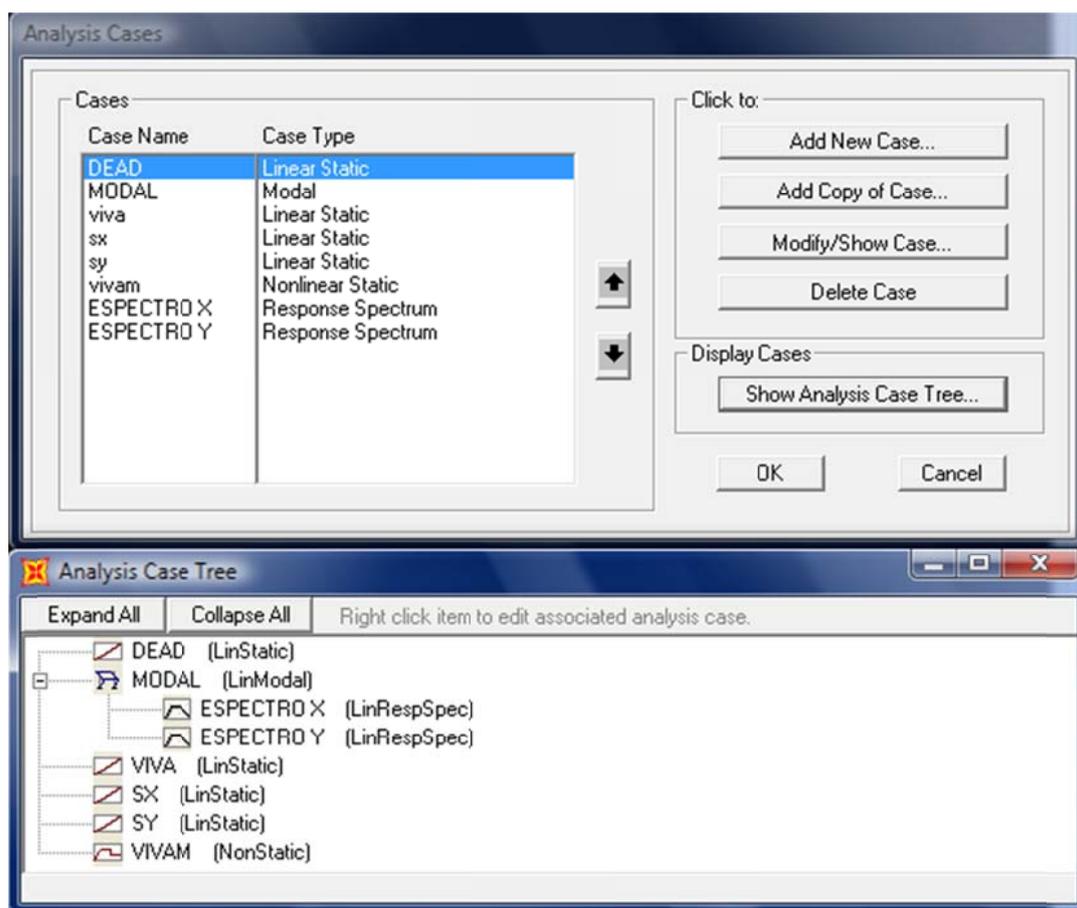


Figura 3.16 Árbol de cargas.

Una vez que determinamos el material, las secciones para los elementos estructurales, las cargas, sus anidaciones y naturalezas, y las restricciones de geometría y desplazamientos. Sap 2000 nos ofrece la herramienta para analizar a detalle los elementos estructurales y las circunstancias en la que se encuentran sometidas en condiciones críticas, para ello debemos accionar el motor de cálculo, que en primera instancia nos muestra los casos de carga creados y la acción a tomar, Figura 3.17. Y luego se despliega automáticamente la pantalla de análisis, Figura 3.18, que nos muestra el resumen de las ecuaciones utilizadas, los casos de estados de carga resueltos y si los hay los posibles errores en el diseño previo de la estructura.

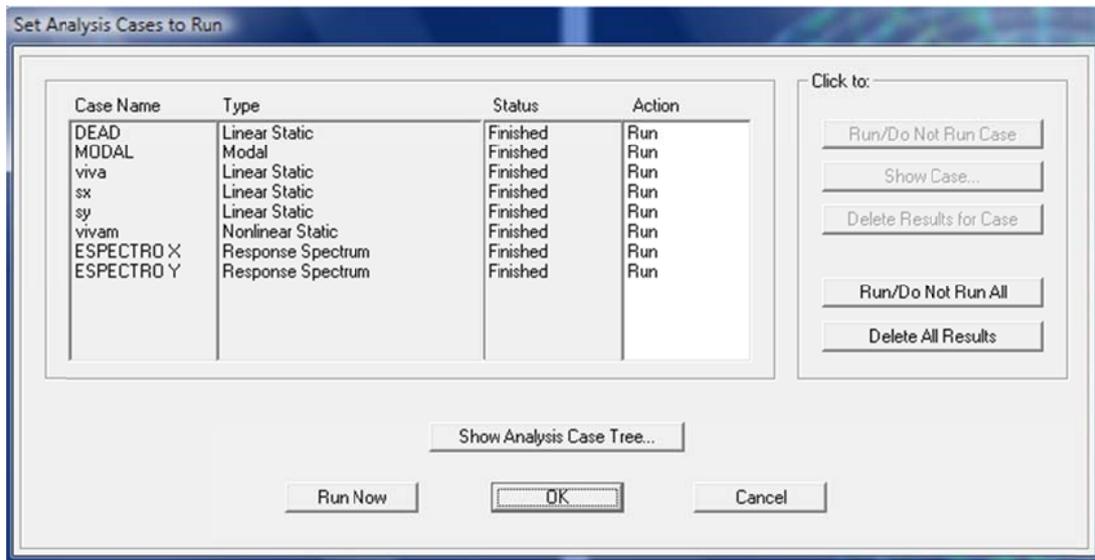


Figura 3.17 Casos de cargas a analizar.

3.1.4.1 Comprobación de la Capacidad de las Secciones utilizadas.

Unidades utilizadas para el análisis:
in, Kips, F.

Columna Principal CLPP:

$$D := 12.75 \text{ in} \quad F_y := 36$$

$$t := 0.375 \text{ in}$$

$$\lambda := \frac{D}{t} \quad \lambda = 34$$

$$\lambda_p := \frac{1300}{F_y} \quad \lambda_p = 36.111$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

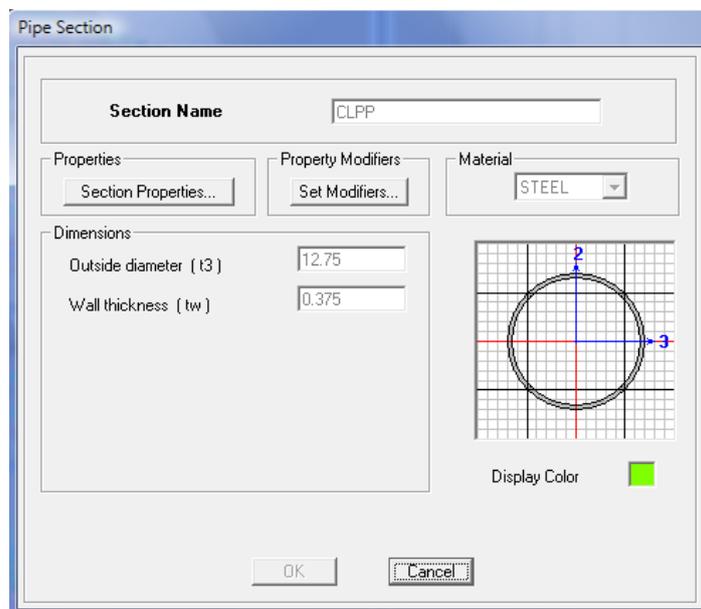


Figura 3.19 Propiedades de sección.

Columna Secundaria CLSEC:

$$D := 12.75 \text{ in} \quad F_y := 36$$

$$t := 0.50 \text{ in}$$

$$\lambda := \frac{D}{t} \quad \lambda = 25.5$$

$$\lambda_p := \frac{1300}{F_y} \quad \lambda_p = 36.111$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

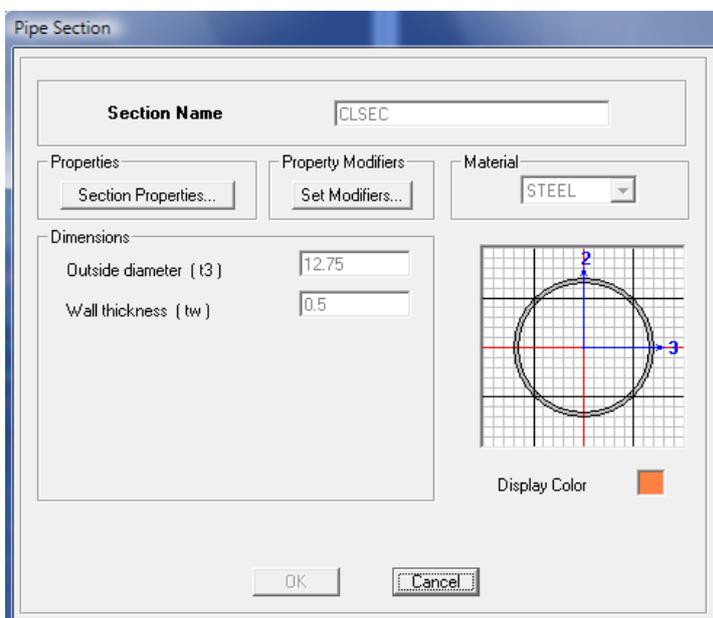


Figura 3.20 Propiedades de sección.

Perfil usado en la Escalera, ESCALERA:

$$bf := 5.906 \text{ in}$$

$$h := 7.874 \text{ in}$$

$$tw := 0.1969 \text{ in}$$

$$tf := 0.1969 \text{ in}$$

Patín:

$$\lambda_{\omega} := \frac{bf - (3 \cdot tf)}{tw} \quad \lambda = 26.995$$

$$\lambda_{\omega p} := \frac{190}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_p = 31.667$$

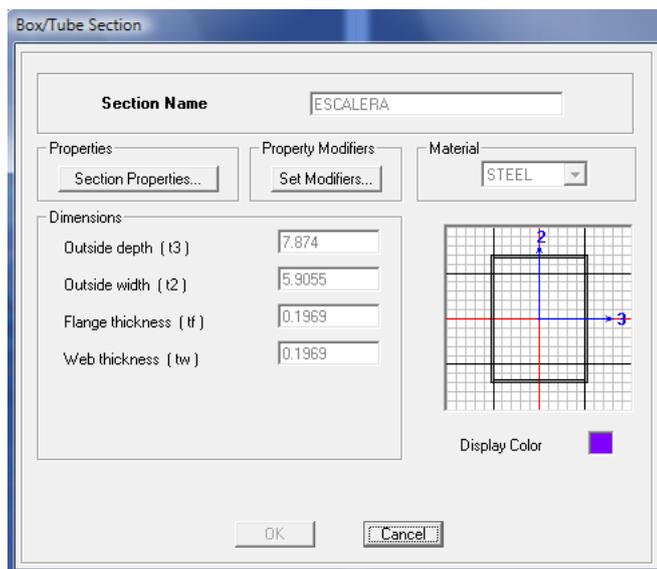


Figura 3.21 Propiedades de sección.

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Sección Compacta}$$

Alma:

$$\lambda_{\omega} := \frac{h - (3 \cdot tw)}{tw} \quad \lambda = 36.99$$

$$\lambda_{\omega p} := \frac{640}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_p = 106.667$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Sección Compacta}$$

Perfil usado en la Escalera, ESCALERA2:

$$bf := 3.937 \text{ in}$$

$$h := 5.906 \text{ in}$$

$$tw := 0.157 \text{ in}$$

$$tf := 0.157 \text{ in}$$

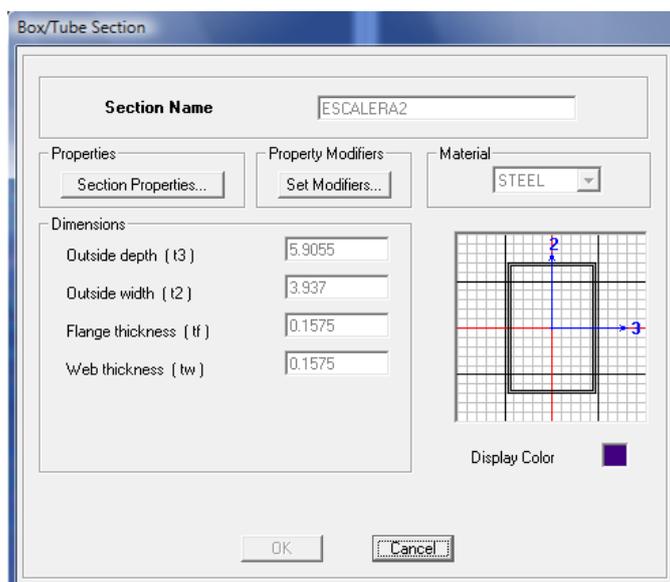


Figura 3.22 Propiedades de sección.

Patín:

$$\lambda_{\text{w}} := \frac{bf - (3 \cdot tf)}{tf} \quad \lambda = 22.076$$

$$\lambda_{\text{p}} := \frac{190}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_p = 31.667$$

$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1$ OK Sección Compacta

Alma:

$$\lambda_{\text{w}} := \frac{h - (3 \cdot tw)}{tw} \quad \lambda = 34.618$$

$$\lambda_{\text{p}} := \frac{640}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_p = 106.667$$

$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1$ OK Sección Compacta

Perfil usado para arriostramiento, RIOSTRA:

$$bf := 5.906 \text{ in}$$

$$h := 7.874 \text{ in}$$

$$tw := 0.236 \text{ in}$$

$$tf := 0.236 \text{ in}$$

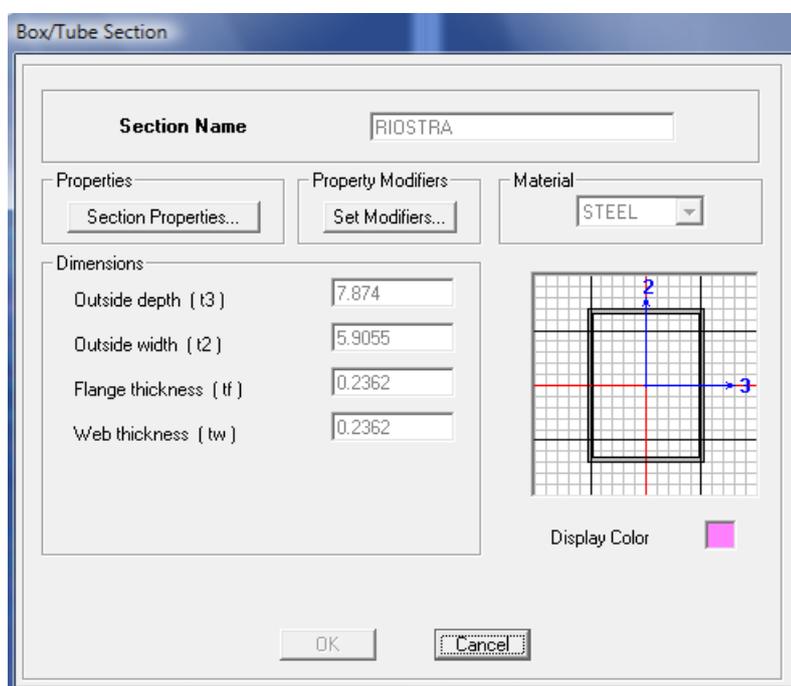


Figura 3.23 Propiedades de sección.

Patín:

$$\lambda_{\text{w}} := \frac{bf - (3 \cdot tf)}{tf} \quad \lambda = 22.025$$

$$\lambda_{\text{p}} := \frac{190}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_p = 31.667$$

$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1$ OK Sección Compacta

Alma:

$$\lambda_{\text{w}} := \frac{h - (3 \cdot tw)}{tw} \quad \lambda = 30.364$$

$$\lambda_{\text{p}} := \frac{640}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_p = 106.667$$

$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1$ OK Sección Compacta

Perfil usado para Elevador, CLPEL:

$$\overset{\text{mm}}{\text{bf}} := 3.5 \quad \text{in}$$

$$\overset{\text{mm}}{\text{h}} := 3.5 \quad \text{in}$$

$$\overset{\text{mm}}{\text{tw}} := 0.125 \quad \text{in}$$

$$\overset{\text{mm}}{\text{tf}} := 0.125 \quad \text{in}$$

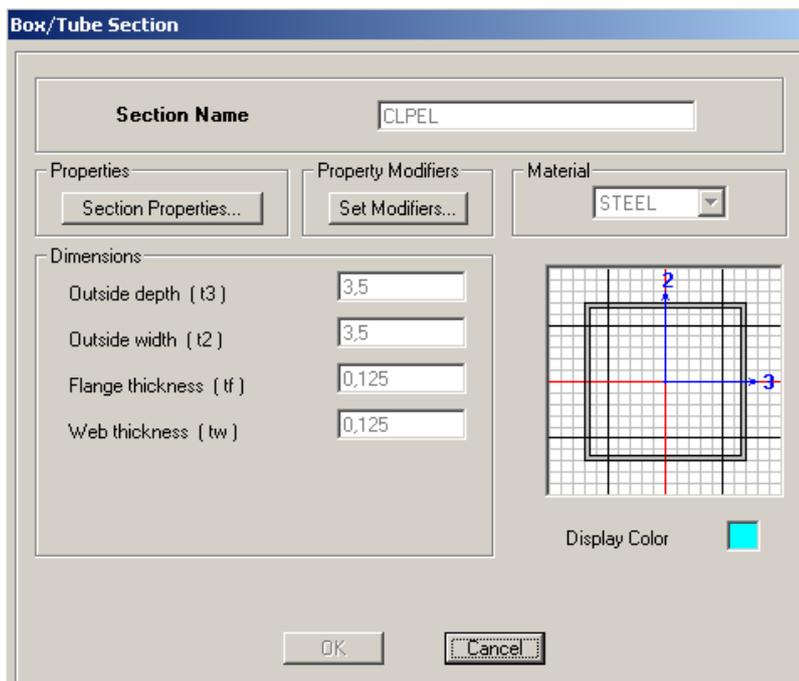


Figura 3.24 Propiedades de sección.

Patín:

$$\overset{\text{mm}}{\lambda} := \frac{\text{bf} - (3 \cdot \text{tf})}{\text{tf}}$$

$$\lambda = 25$$

$$\overset{\text{mm}}{\lambda_p} := \frac{190}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 31.667$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

Alma:

$$\overset{\text{mm}}{\lambda} := \frac{\text{h} - (3 \cdot \text{tw})}{\text{tw}}$$

$$\lambda = 25$$

$$\overset{\text{mm}}{\lambda_p} := \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 106.667$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

Ángulo "T" Elevador VGELV:

$$\underline{b_f} := 4.06 \quad \text{in}$$

$$d := 2.08 \quad \text{in}$$

$$t_d := 0.125 \quad \text{in}$$

$$\underline{t_f} := 0.345 \quad \text{in}$$

Patín: No Aplicable

Sección Esbelta

Alma:

$$\underline{\lambda} := \frac{d}{t_d} \quad \lambda = 16.64$$

$$\lambda_r := \frac{127}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 21.167$$

$$\lambda \leq \lambda_r \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección no compacta pero dentro de los límites recomendados.

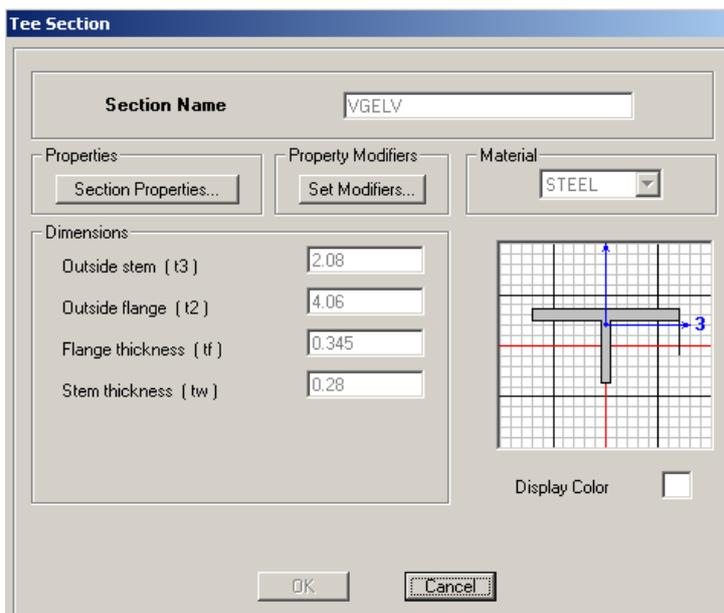


Figura 3.25 Propiedades de sección.

Ángulo Elevador, VIGSEC:

$$\underline{d} := 2.50 \quad \text{in}$$

$$\underline{t_d} := 0.1875 \quad \text{in}$$

$$\underline{b_f} := 2.50 \quad \text{in}$$

$$\underline{t_f} := 0.1875 \quad \text{in}$$

Sección Compacta, no aplicable para λ_p , (Slender)

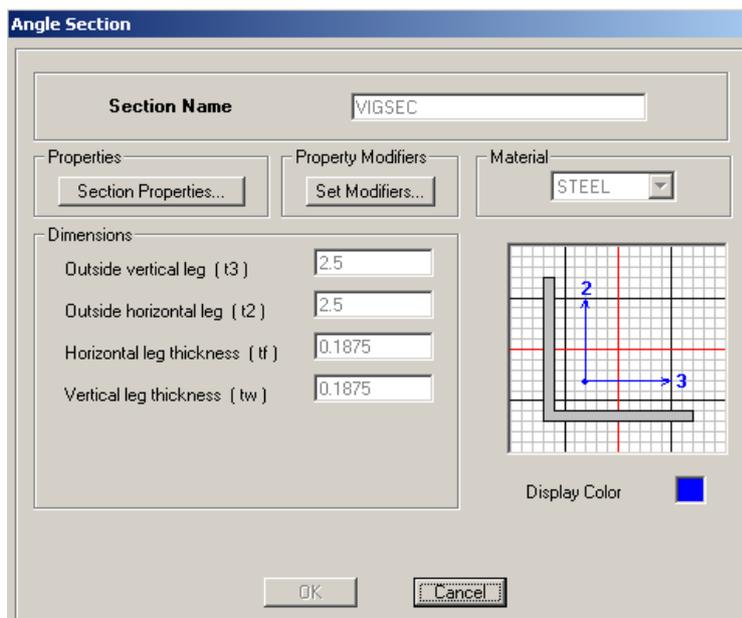


Figura 3.26 Propiedades de sección.

Viga Principal, VGP:

Para los Patines:

$$\underline{\underline{bf}} := 7.953 \text{ in}$$

$$\underline{\underline{tf}} := 0.472 \text{ in}$$

$$\underline{\underline{\lambda_{pp}}} := \frac{bf}{2 \cdot tf}$$

$$\underline{\underline{\lambda_{pp}}} := \frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 8.425$$

$$\lambda_{pp} = 10.833$$

Para el Alma:

$$\underline{\underline{h}} := 9.843 \text{ in}$$

$$\underline{\underline{tw}} := 0.315 \text{ in}$$

$$\underline{\underline{\lambda_a}} := \frac{h - (2 \cdot tw)}{tw}$$

$$\underline{\underline{\lambda_{pa}}} := \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_a = 29.248$$

$$\lambda_{pa} = 106.667$$

$$\lambda_p \leq \lambda_{pp} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \lambda_a \leq \lambda_{pa} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

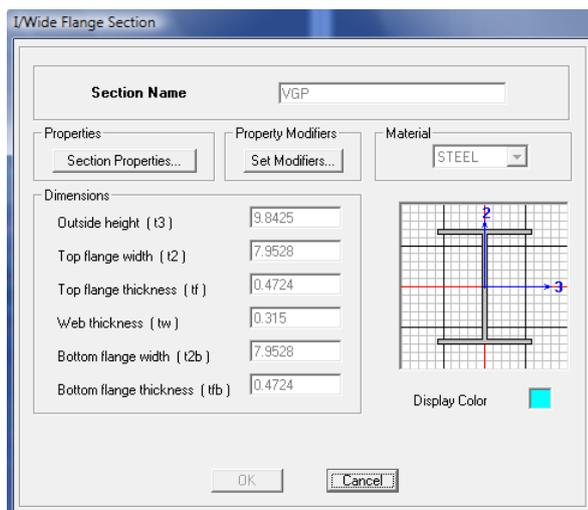


Figura 3.27 Propiedades de sección.

Viga Principal 2, VGP2:

Para los Patines:

$$\underline{\underline{bf}} := 6.8898 \text{ in}$$

$$\underline{\underline{tf}} := 0.50 \text{ in}$$

$$\underline{\underline{\lambda_{pp}}} := \frac{bf}{2 \cdot tf}$$

$$\underline{\underline{\lambda_{pp}}} := \frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 6.89$$

$$\lambda_{pp} = 10.833$$

Para el Alma:

$$\underline{\underline{h}} := 13.7795 \text{ in}$$

$$\underline{\underline{tw}} := 0.50 \text{ in}$$

$$\underline{\underline{\lambda_a}} := \frac{h - (2 \cdot tw)}{tw}$$

$$\underline{\underline{\lambda_{pa}}} := \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_a = 25.559$$

$$\lambda_{pa} = 106.667$$

$$\lambda_p \leq \lambda_{pp} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \lambda_a \leq \lambda_{pa} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

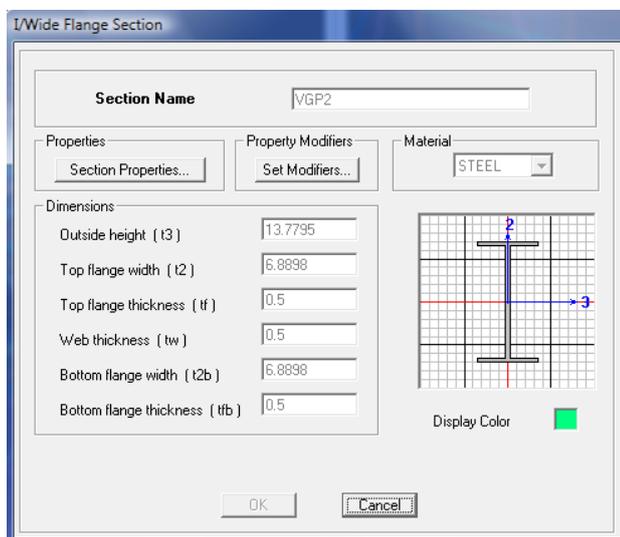


Figura 3.28 Propiedades de sección.

Viga Principal 22, VGP22:

Para los Patines:

$$\underset{\text{mm}}{bf} := 9.4488 \text{ in}$$

$$\underset{\text{mm}}{tf} := 0.50 \text{ in}$$

$$\underset{\text{mm}}{\lambda_p} := \frac{bf}{2 \cdot tf}$$

$$\underset{\text{mm}}{\lambda_{pp}} := \frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 9.449$$

$$\lambda_{pp} = 10.833$$

$$\lambda_p \leq \lambda_{pp} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Para el Alma:

$$\underset{\text{mm}}{h} := 13.7795 \text{ in}$$

$$\underset{\text{mm}}{tw} := 0.50 \text{ in}$$

$$\underset{\text{mm}}{\lambda_a} := \frac{h - (2 \cdot tw)}{tw}$$

$$\underset{\text{mm}}{\lambda_{pa}} := \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_a = 25.559$$

$$\lambda_{pa} = 106.667$$

$$\lambda_a \leq \lambda_{pa} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

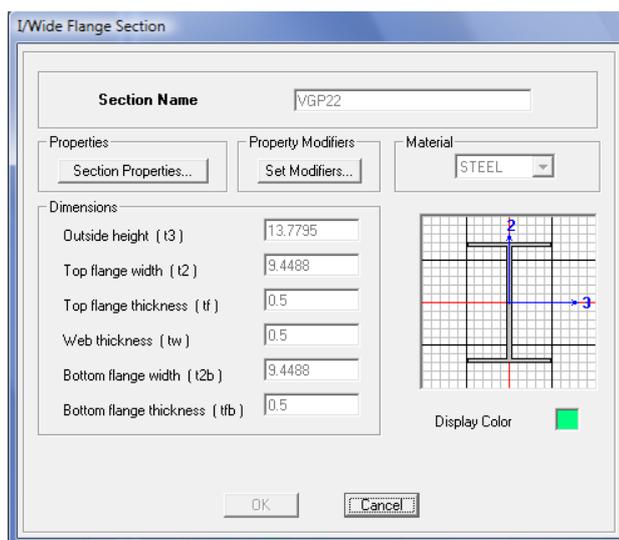


Figura 3.29 Propiedades de sección.

Viga Secundaria 1, VIGSEC1:

Para los Patines:

$$\underset{\text{mm}}{bf} := 2.874 \text{ in}$$

$$\underset{\text{mm}}{tf} := 0.272 \text{ in}$$

$$\underset{\text{mm}}{\lambda_p} := \frac{bf}{2 \cdot tf}$$

$$\underset{\text{mm}}{\lambda_{pp}} := \frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 5.283$$

$$\lambda_{pp} = 10.833$$

$$\lambda_p \leq \lambda_{pp} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Para el Alma:

$$\underset{\text{mm}}{h} := 5.512 \text{ in}$$

$$\underset{\text{mm}}{tw} := 0.185 \text{ in}$$

$$\underset{\text{mm}}{\lambda_a} := \frac{h - (2 \cdot tw)}{tw}$$

$$\underset{\text{mm}}{\lambda_{pa}} := \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_a = 27.795$$

$$\lambda_{pa} = 106.667$$

$$\lambda_a \leq \lambda_{pa} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

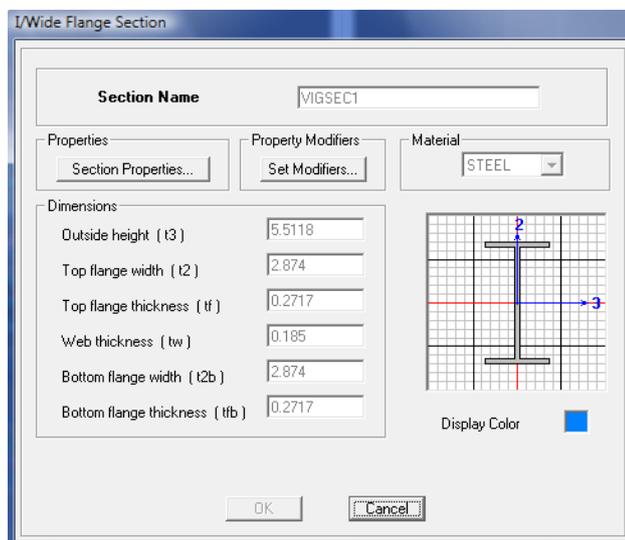


Figura 3.30 Propiedades de sección.

Viga Secundaria 2, VIGSEC2:

Para los Patines:

$$\frac{bf}{\sqrt{w}} := 3.2283 \text{ in}$$

$$\frac{tf}{\sqrt{w}} := 0.2913 \text{ in}$$

$$\frac{\lambda_p}{\sqrt{w}} := \frac{bf}{2 \cdot tf}$$

$$\frac{\lambda_{pp}}{\sqrt{w}} := \frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 5.541$$

$$\lambda_{pp} = 10.833$$

$$\lambda_p \leq \lambda_{pp} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

Viga Piso, VIGPISO:

Para los Patines:

$$\frac{bf}{\sqrt{w}} := 2.874 \text{ in}$$

$$\frac{tf}{\sqrt{w}} := 0.272 \text{ in}$$

$$\frac{\lambda_p}{\sqrt{w}} := \frac{bf}{2 \cdot tf}$$

$$\frac{\lambda_{pp}}{\sqrt{w}} := \frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 5.283$$

$$\lambda_{pp} = 10.833$$

$$\lambda_p \leq \lambda_{pp} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta

Para el Alma:

$$\frac{h}{\sqrt{w}} := 6.2992 \text{ in}$$

$$\frac{tw}{\sqrt{w}} := 0.1969 \text{ in}$$

$$\frac{\lambda_a}{\sqrt{w}} := \frac{h - (2 \cdot tw)}{tw}$$

$$\frac{\lambda_{pa}}{\sqrt{w}} := \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_a = 29.992$$

$$\lambda_{pa} = 106.667$$

$$\lambda_a \leq \lambda_{pa} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

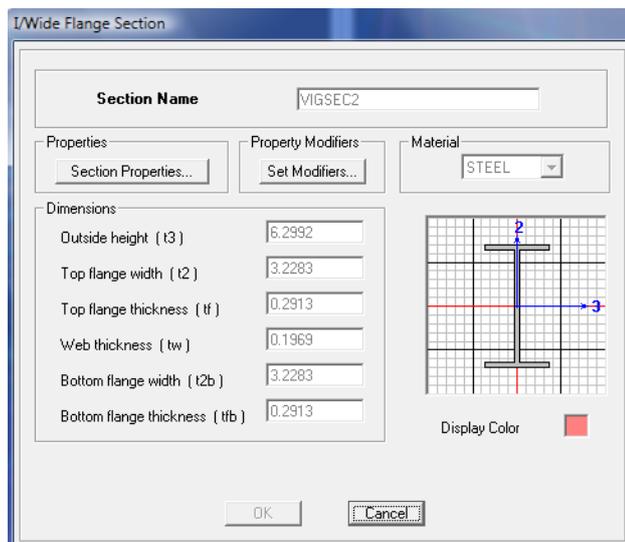


Figura 3.31 Propiedades de sección.

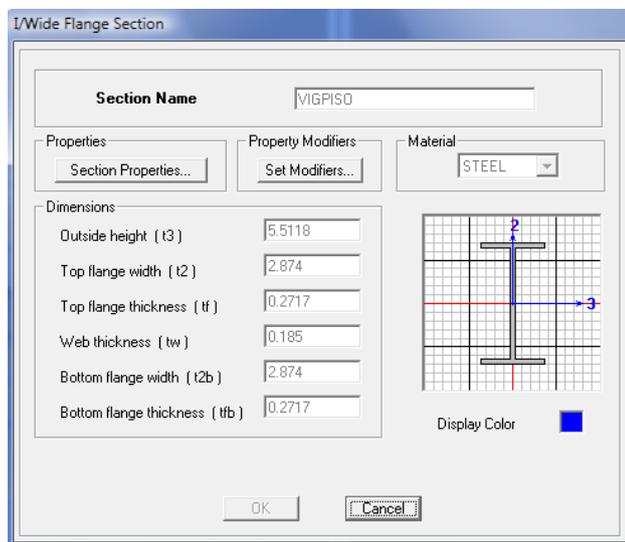


Figura 3.32 Propiedades de sección.

Viga Auxiliar Piso, CORREA 1:

Para los Patines:

$$\underline{\lambda}_{\text{bf}} := 1.969 \quad \text{in}$$

$$\underline{\lambda}_{\text{tf}} := 0.118 \quad \text{in}$$

$$\underline{\lambda}_{\text{w}} := \frac{\text{bf}}{\text{tf}}$$

$$\underline{\lambda}_{\text{p}} := \frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda = 16.686$$

$$\lambda_{\text{p}} = 10.833$$

$$\lambda \leq \lambda_{\text{p}} \rightarrow 0$$

$$\underline{\lambda}_{\text{r}} := \frac{141}{\sqrt{F_y - 10}}$$

$$\lambda_{\text{r}} = 27.652 \quad \lambda \leq \lambda_{\text{r}} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Sección no Compacta, pero dentro de lo recomendado.}$$

Para el Alma:

$$\underline{\lambda}_{\text{h}} := 3.937 \quad \text{in}$$

$$\underline{\lambda}_{\text{tw}} := 0.188 \quad \text{in}$$

$$\underline{\lambda}_{\text{a}} := \frac{h}{\text{tw}}$$

$$\lambda_{\text{ap}} := \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_{\text{a}} = 20.941$$

$$\lambda_{\text{ap}} = 106.667$$

$$\lambda_{\text{a}} \leq \lambda_{\text{ap}} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Sección Compacta en el Alma; en los patines dentro de lo recomendado.

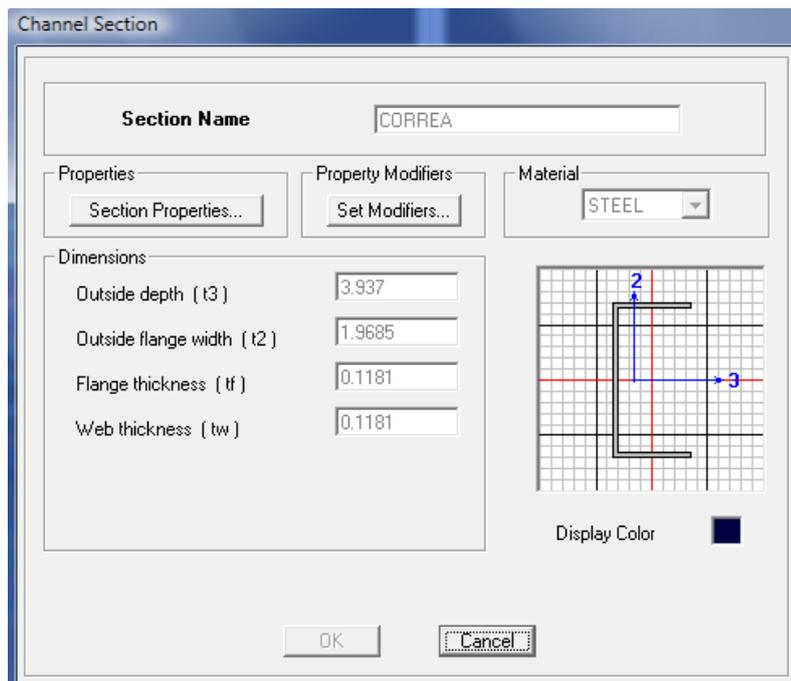


Figura 3.33 Propiedades de sección.

Viga Auxiliar Piso Giratorio, CORREA 2:

Para los Patines:

$$\underline{b_f} := 1.969 \quad \text{in}$$

$$\underline{t_f} := 0.0787 \quad \text{in}$$

$$\underline{\lambda} := \frac{b_f}{t_f}$$

$$\underline{\lambda_p} := \frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda = 25.019$$

$$\lambda_p = 10.833$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 0$$

$$\underline{\lambda_r} := \frac{141}{\sqrt{F_y - 10}}$$

$$\lambda_r = 27.652$$

$$\lambda \leq \lambda_r \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Sección no Compacta, pero dentro de lo recomendado.}$$

Para el Alma:

$$\underline{h} := 3.937 \quad \text{in}$$

$$\underline{t_w} := 0.0787 \quad \text{in}$$

$$\underline{\lambda_a} := \frac{h}{t_w}$$

$$\underline{\lambda_{ap}} := \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_a = 50.025$$

$$\lambda_{ap} = 106.667$$

$$\lambda_a \leq \lambda_{ap} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Sección Compacta en el Alma; en los patines dentro de lo recomendado.}$$

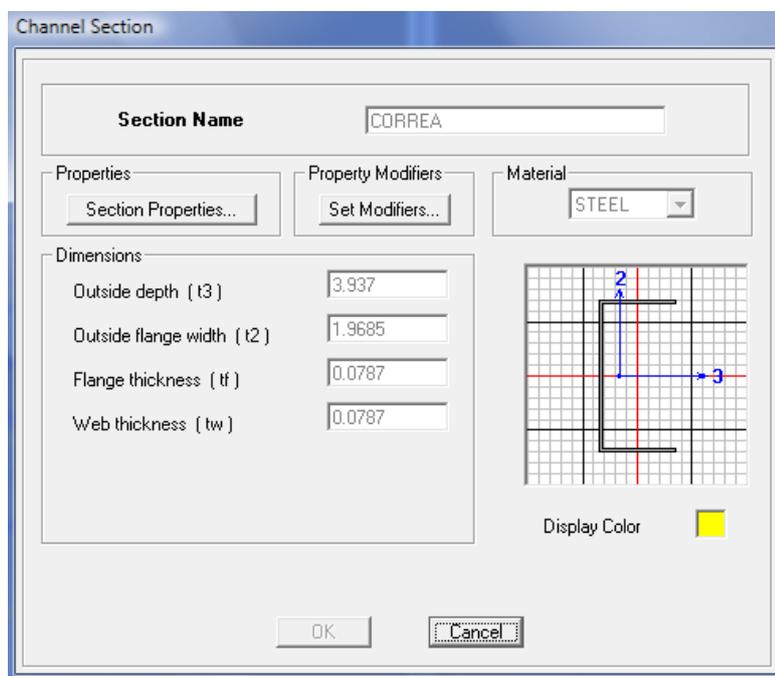


Figura 3.34 Propiedades de sección.

Perfil elevador CLPEL:

$$b_f := 5.00 \text{ in}$$

$$h := 7.00 \text{ in}$$

$$t_w := 0.1875 \text{ in}$$

$$t_f := 0.1875 \text{ in}$$

Patín:

$$\lambda := \frac{b_f - (3 \cdot t_f)}{t_f}$$

$$\lambda = 23.667$$

$$\lambda_p := \frac{190}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 31.667$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

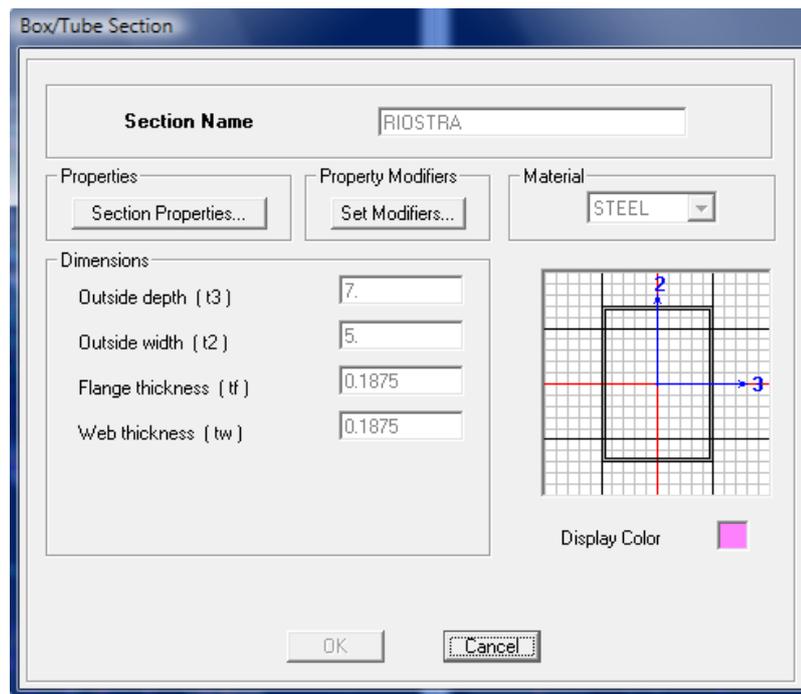


Figura 3.35 Propiedades de sección.

Sección Compacta

Alma:

$$\lambda := \frac{h - (3 \cdot t_w)}{t_w}$$

$$\lambda = 34.333$$

$$\lambda_p := \frac{640}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 106.667$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Sección Compacta}$$

3.1.4.2 Diseño de los Elementos Críticos.

Sección Columna Principal CLPP.

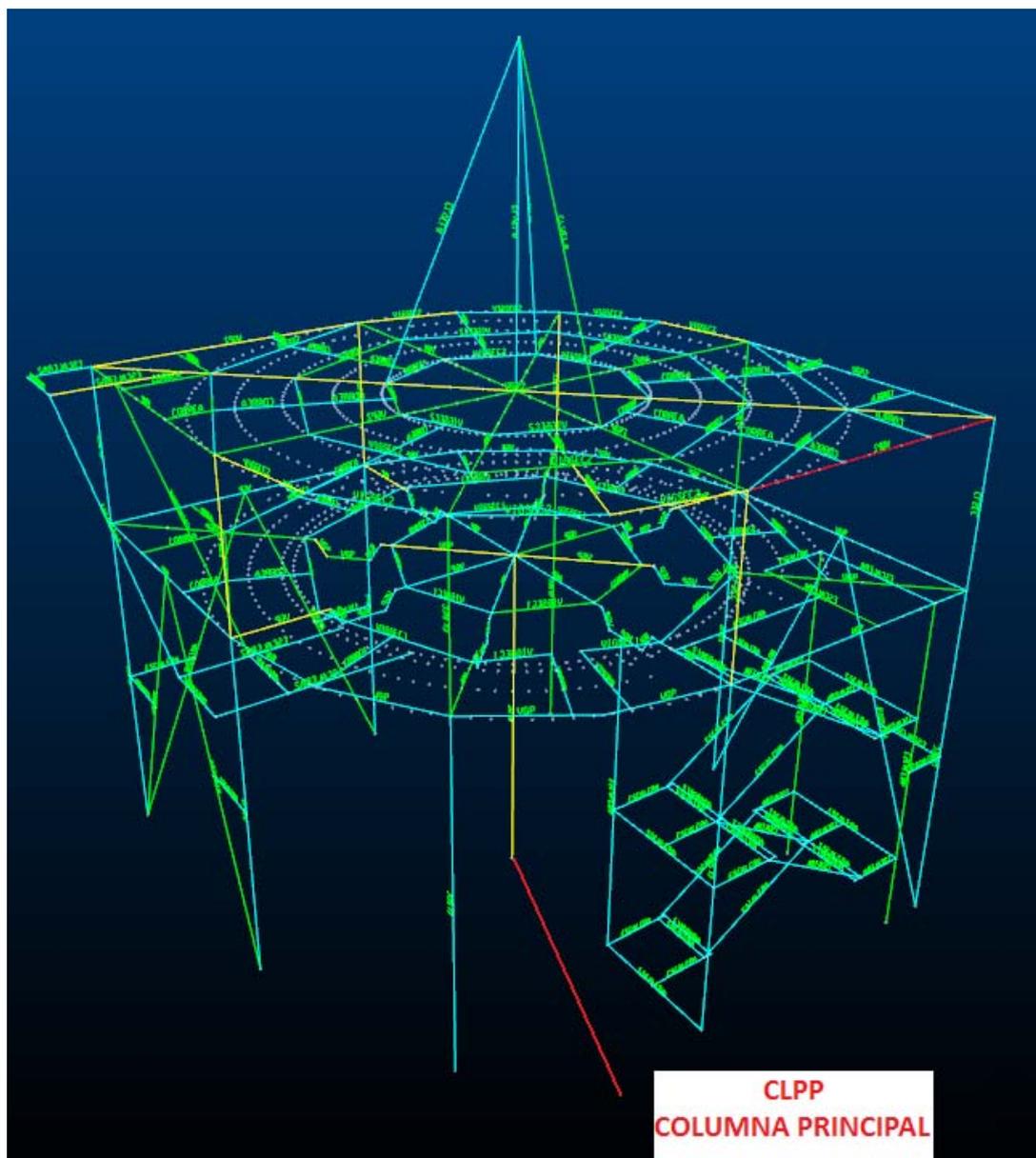
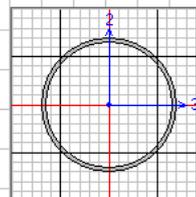


Figura 3.36 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK		Units: Kip, in, F						
Combo : COMB2								
Units : Kip, in, F								
Frame : 896	Design Sect: CLPP							
X Mid : 0.000	Design Type: Column							
Y Mid : 0.000	Frame Type : Moment Resisting Frame							
Z Mid : 127.952	Sect Class : Compact							
Length : 255.907	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3							
Loc : 4.865	RLLF : 1.000							
Area : 14.579	SMajor : 43.817	rMajor : 4.377	AUMajor: 7.294					
IMajor : 279.335	SMinor : 43.817	rMinor : 4.377	AUMinor: 7.294					
IMinor : 279.335	ZMajor : 57.445	E : 29000.000						
Ixy : 0.000	ZMinor : 57.445	Fy : 36.000						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu		
4.865	-138.281	139.505	-22.407	0.556	-0.089	0.000		
PMN DEMAND/CAPACITY RATIO								
Governing Equation (H1-1a)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
	0.707	= 0.648	+ 0.067	+ 0.011	0.950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN								
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial	-138.281	216.064	472.358					
MOMENT DESIGN								
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	139.505	1861.228	0.600	1.000	1.000	2.046	0.981	1.667
Minor Moment	-22.407	1861.228	0.600	1.000	1.000	2.046	0.981	
SHEAR DESIGN								
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion			
Major Shear	0.556	141.794	0.004	OK	0.000			
Minor Shear	0.089	141.794	0.001	OK	0.000			



Tubo: D12x0.375 in

Datos:

$P_u := 138.181$ Klb	P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.
$M_{ux} := 139.505$ Klb - in	Resistencia de flexión requeridas en los ejes, Klb-in
$M_{uy} := 22.407$ Klb - in	
$M_{cx} := 1861.228$ Klb - in	M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in
$V_u := 0.556$ Klb	V_u , Carga de corte, Klb
$F_y = 36$ Ksi	F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi
$E := 29000$ Ksi	E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi
$L := 255.907$ in	L , Longitud del elemento, in
$A := 14.579$ in ²	A , área de la sección transversal, in ²
$I_x := 279.335$ in ⁴	I , Inercia de la sección, in ⁴
$I_y := 279.335$ in ⁴	
$r_x := 4.377$ in	r , Radio de Giro de la Sección, in
$r_y := 4.377$ in	
$r := 4.377$ in	
$S_x := 43.817$ in ³	S , Módulo elástico de la sección transversal, in ³
$S_y := 43.817$ in ³	
$Z_x := 57.445$ in ³	Z , Módulo plástico de la sección, in ³
$Z_y := 57.445$ in ³	
$K := 2.046$	K , Factor de longitud efectiva
$\phi_c := 0.90$	ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD
$\phi_b := 0.90$	ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Diseño por esfuerzo combinado Axial y Flexión:

$$P_d := \phi_c \cdot P_u$$

P_d , resistencia de diseño a la compresión axial, Klb

$$P_d \geq P_u$$

P_n , resistencia nominal a la compresión axial de la columna, Klb

$$P_d \geq A_g \cdot F_{cr}$$

Resistencia nominal del elemento, Ecuación E3-1 AISC 2005

F_{cr} , Fuerza de pandeo por flexión, Klb

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2}$$

Esfuerzo crítico de Pandeo de Euler, Ksi

$$1. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-2 Aisc 2005}$$

$$2. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} > 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-3 Aisc 2005}$$

Entonces:

$$\frac{K \cdot L}{r} = 119.622 \quad 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681 \quad \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \quad \text{Relación de esbeltez}$$

$$F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y \quad \text{Recomendado: } \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \leq 200$$

Para miembros a compresión

$$F_{cr} = 16.949 \quad \text{Ksi}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la compresión se obtiene de la ecuación E3-1 AISC 2005.

$$A_g := A$$

$$P_n := A_g \cdot F_{cr}$$

$$P_n = 247.099 \quad \text{Klb}$$

Calculando la resistencia de diseño a la compresión P_d :

$$P_d := \phi_c \cdot P_n$$

$$P_d = 222.389 \quad \text{Klb}$$

$$P_u = 138.181 \quad \text{Klb}$$

Entonces:

$$P_d \geq P_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

La carga de diseño es mayor que la carga axial de compresión (carga aplicada) de la columna.

Este elemento no solo está sometido a compresión, sino a esfuerzos combinados que provocan flexo-compresión, es decir que hay momentos considerables que ayudan a que la columna se pandee antes de llegar a su límite de pandeo.

P_r , resistencia de compresión axial requerida, carga aplicada usando combinaciones de carga LRFD, Klb

P_c , resistencia de compresión axial disponible, Klb

$$P_c := \phi_c \cdot P_n$$

1. Si: $\frac{Pr}{Pc} \geq 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1a AISC 2005

2. Si: $\frac{Pr}{Pc} < 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{2 \cdot Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1b AISC 2005

$Pr := Pu$ $Pr = 138.181$ Klb

$Pc = 222.389$ Klb

$Mrx := Mux$ $Mrx = 139.505$ Klb - in

$Mry := Muy$ $Mry = 22.407$ Klb - in

$Mcx = 1.861 \times 10^3$ Klb - in

$Mcy := Mcx$ Mc , Resistencia disponible en los ejes x e y, Klb.

Entonces:

$$\frac{Pr}{Pc} = 0.621$$

$$\frac{Pr}{Pc} \geq 0.20 \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Uso Ecuación H1-1a AISC 2005}$$

$$\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0 \rightarrow 1$$

$$\left[\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \right] = 0.699 \quad 0.699 \leq 1.0 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta sección cumple con los requerimientos de esfuerzos combinados.

Otras propiedades de la sección.

Tabla 3.10 Propiedades de la sección.

Section Name		CLPP	
Properties			
Cross-section (axial) area	9.406E-03	Section modulus about 3 axis	7.180E-04
Torsional constant	2.325E-04	Section modulus about 2 axis	7.180E-04
Moment of Inertia about 3 axis	1.163E-04	Plastic modulus about 3 axis	9.414E-04
Moment of Inertia about 2 axis	1.163E-04	Plastic modulus about 2 axis	9.414E-04
Shear area in 2 direction	4.706E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.1112
Shear area in 3 direction	4.706E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.1112

OK

Sección Columna Secundaria, CLSEC:

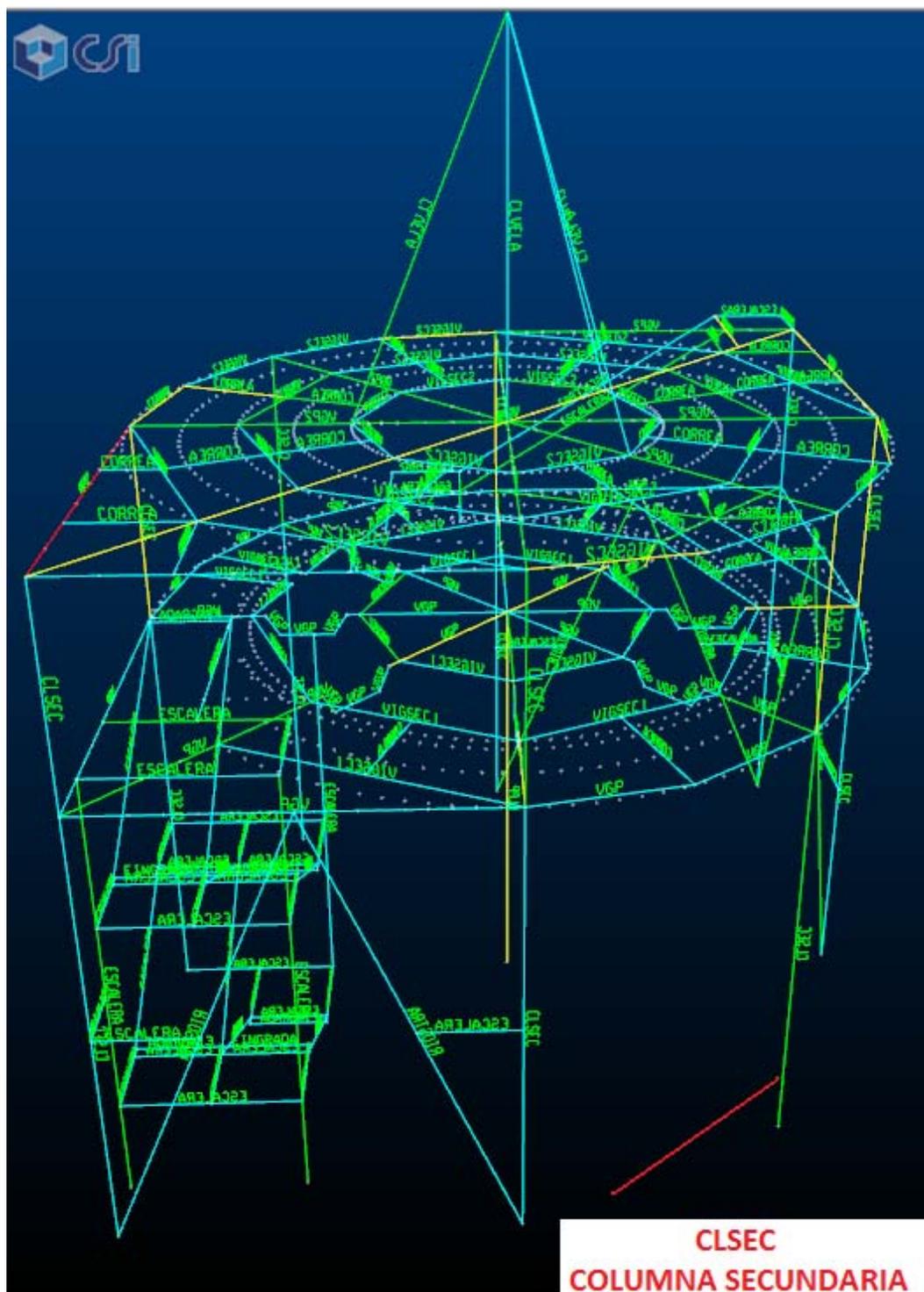
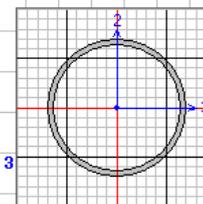


Figura 3.37 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK							Units Kip, in, F
Combo : COMB2							
Units : Kip, in, F							
Frame : 9	Design Sect: CLSEC						
X Mid : 147.546	Design Type: Column						
Y Mid : -147.546	Frame Type : Moment Resisting Frame						
Z Mid : 127.954	Sect Class : Compact						
Length : 255.906	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3						
Loc : 3.367	RLLF : 1.000						
Area : 19.242	SMajor : 56.713	rMajor : 4.335	AUMajor: 9.632				
IMajor : 361.544	SMinor : 56.713	rMinor : 4.335	AUMinor: 9.632				
IMinor : 361.544	ZMajor : 75.073	E : 29000.000					
Ixy : 0.000	ZMinor : 75.073	Fy : 36.000					
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu	
3.367	-66.060	-63.850	-64.696	-0.253	-0.256	0.000	
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
(H1-1a)	0.521	= 0.487	+ 0.023	+ 0.024	0.950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity				
Axial	-66.060	135.525	623.449				
MOMENT DESIGN							
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	
Major Moment	-63.850	2432.363	0.600	1.000	1.000	2.987	
Minor Moment	-64.696	2432.363	0.600	1.000	1.000	2.986	
						L Factor	
						0.987	
						Cb Factor	
						1.667	
SHEAR DESIGN							
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion		
Major Shear	0.253	187.242	0.001	OK	0.000		
Minor Shear	0.256	187.242	0.001	OK	0.000		



Datos:

$P_u := 66.060$ Klb

$M_{ux} := 63.850$ Klb - in

$M_{uy} := 64.696$ Klb - in

$M_{cx} := 2432.363$ Klb - in

$V_u := 0.253$ Klb

$F_y = 36$ Ksi

$E := 29000$ Ksi

$L := 255.906$ in

$A := 19.242$ in²

$I_x := 361.544$ in⁴ $I_y := 361.544$ in⁴

$r_x := 4.335$ in $r_y := 4.335$ in

$r_w := 4.335$ in

$S_x := 56.713$ in³ $S_y := 56.713$ in³ S, Módulo elástico de la sección transversal, in³

$Z_x := 75.073$ in³ $Z_y := 75.073$ in³ Z, Módulo plástico de la sección, in³

$K := 2.987$

$\phi_c := 0.90$

$\phi_b := 0.90$

Tubo: D12xt0.50 in

P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.

Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in

M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in

V_u , Carga de corte, Klb

F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi

E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi

L , Longitud del elemento, in

A , área de la sección transversal, in²

I , Inercia de la sección, in⁴

r , Radio de Giro de la Sección, in

K , Factor de longitud efectiva

ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Diseño por esfuerzo combinado Axial y Flexión:

$$P_d := \phi_c \cdot P_u$$

P_d , resistencia de diseño a la compresión axial, Klb

$$P_d \geq P_u$$

P_n , resistencia nominal a la compresión axial de la columna, Klb

$$P_d \geq A_g \cdot F_{cr}$$

Resistencia nominal del elemento, Ecuación E3-1 AISC 2005

F_{cr} , Fuerza de pandeo por flexión, Klb

$$F_{e} := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2}$$

Esfuerzo crítico de Pandeo de Euler, Ksi

$$1. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-2 Aisc 2005}$$

$$2. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} > 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-3 Aisc 2005}$$

Entonces:

$$\frac{K \cdot L}{r} = 176.33 \quad 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681 \quad \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \quad \text{Relación de esbeltez}$$

$$F_{cr} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Recomendado: } \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \leq 200$$

$$F_{cr} = 31.572 \quad \text{Ksi}$$

Para miembros a compresión

Por lo tanto la resistencia nominal a la compresión se obtiene de la ecuación E3-1 AISC 2005.

$$P_n := A_g \cdot F_{cr} \quad A_g := A$$

$$P_n = 607.508 \quad \text{Klb}$$

Calculando la resistencia de diseño a la compresión P_d :

$$P_d := \phi_c \cdot P_n$$

$$P_d = 546.758 \quad \text{Klb} \quad P_u = 66.06 \quad \text{Klb}$$

Entonces:

$$P_d \geq P_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

La carga de diseño es mayor que la carga axial de compresión (carga aplicada) de la columna.

Este elemento no solo está sometido a compresión, sino a esfuerzos combinados que provocan flexo-compresión, es decir que hay momentos considerables que ayudan a que la columna se pandee antes de llegar a su límite de pandeo.

P_r , resistencia de compresión axial requerida, carga aplicada usando combinaciones de carga LRFD, Klb

P_c , resistencia de compresión axial disponible, Klb

$$P_c := \phi_c \cdot P_n$$

1. Si: $\frac{Pr}{Pc} \geq 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1a AISC 2005

2. Si: $\frac{Pr}{Pc} < 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{2 \cdot Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1b AISC 2005

$Pr := Pu$ $Pr = 66.06$ Klb
 $Pc = 546.758$ Klb

$Mrx := Mux$ $Mrx = 63.85$ Klb - in

$Mry := Muy$ $Mry = 64.696$ Klb - in

$Mcx = 2.432 \times 10^3$ Klb - in

$Mcy := Mcx$ Mc , Resistencia disponible en los ejes x e y, Klb.

Entonces:

$$\frac{Pr}{Pc} = 0.121$$

$\frac{Pr}{Pc} < 0.20 \rightarrow 1$ OK Uso Ecuación H1-1a AISC 2005

$$\frac{Pr}{2Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0 \rightarrow 1$$

$$\left[\frac{Pr}{2Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \right] = 0.113 \quad 0.113 \leq 1.0 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta sección cumple con los requerimientos de esfuerzos combinados.

Otras propiedades de la sección.

Tabla 3.11 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		CLSEC	
Properties			
Cross-section (axial) area	0.0124	Section modulus about 3 axis	9.294E-04
Torsional constant	3.010E-04	Section modulus about 2 axis	9.294E-04
Moment of Inertia about 3 axis	1.505E-04	Plastic modulus about 3 axis	1.230E-03
Moment of Inertia about 2 axis	1.505E-04	Plastic modulus about 2 axis	1.230E-03
Shear area in 2 direction	6.214E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.1101
Shear area in 3 direction	6.214E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.1101

OK

Sección Columna ESCALERA:

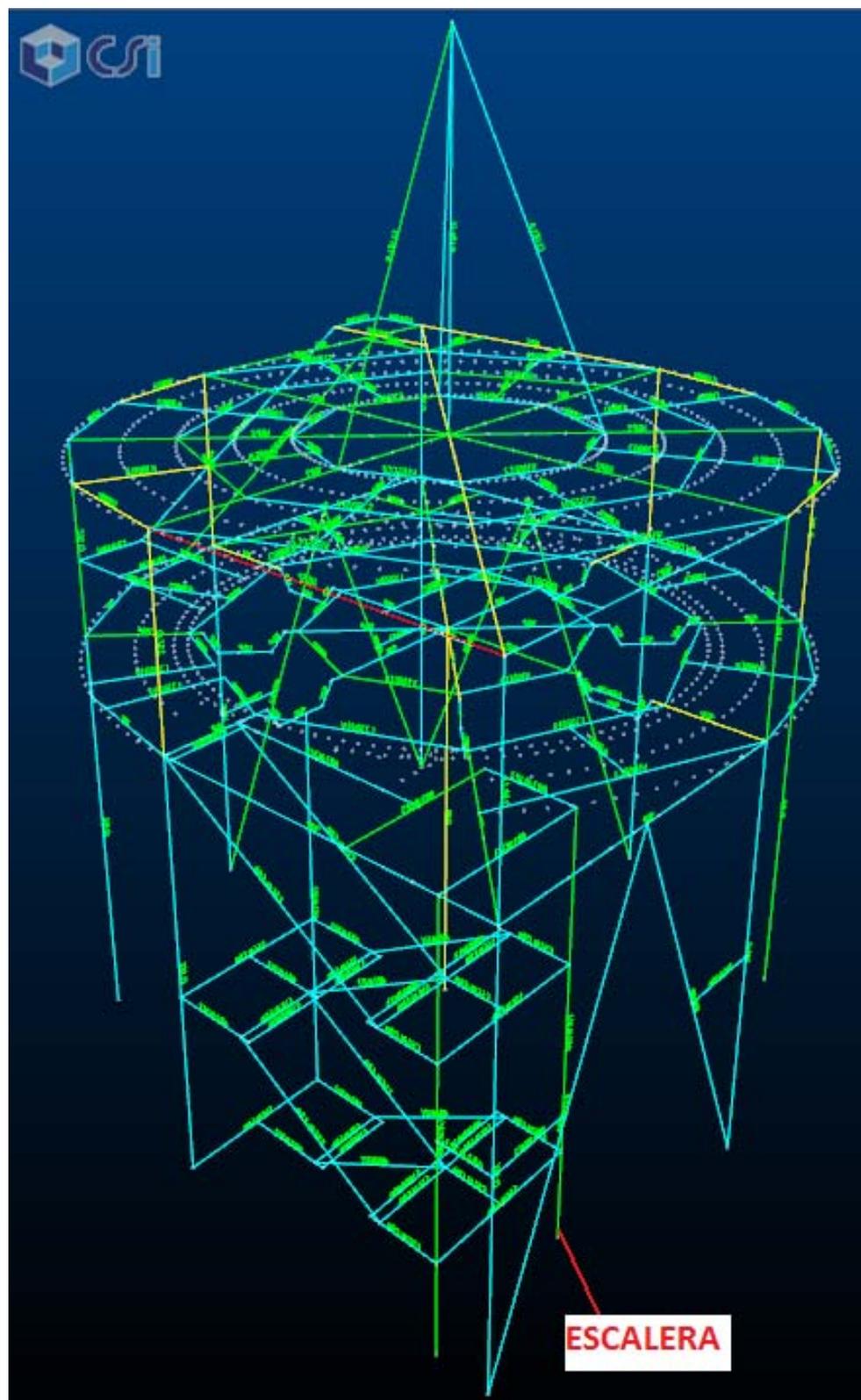
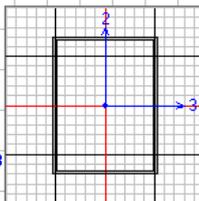


Figura 3.38 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK							Units Kip, in, F
Combo : COMB2							
Units : Kip, in, F							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Frame : 15</p> <p>X Mid : -114.222</p> <p>Y Mid : -176.996</p> <p>Z Mid : 127.953</p> <p>Length : 255.906</p> <p>Loc : 255.906</p> </div> <div> <p>Design Sect: ESCALERA</p> <p>Design Type: Column</p> <p>Frame Type : Moment Resisting Frame</p> <p>Sect Class : Non-Compact</p> <p>Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3</p> <p>RLLF : 1.000</p> </div> <div>  </div> </div>							
Area : 5.270	SMajor : 12.192	rMajor : 3.018	AUMajor: 3.100				
IMajor : 47.998	SMinor : 10.417	rMinor : 2.416	AUMinor: 2.325				
IMinor : 30.760	ZMajor : 14.432	E : 29000.000					
Ixy : 0.000	ZMinor : 11.839	Fy : 36.000					
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu	
255.906	-4.754	-19.079	148.567	0.585	-2.820	0.870	
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
	0.573	= 0.021	+ 0.041	+ 0.512	0.950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity				
Axial	-4.754	115.397	170.748				
MOMENT DESIGN							
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	
Major Moment	-19.079	467.601	0.850	1.000	1.000	2.122	
Minor Moment	148.567	290.369	0.850	1.000	1.000	0.443	
				L Factor	Cb Factor		
				0.443	2.456		
SHEAR DESIGN							
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion		
Major Shear	0.585	60.264	0.010	OK	0.000		
Minor Shear	2.820	45.198	0.062	OK	0.000		

Datos:

$P_u := 4.754$ Klb

$M_{ux} := 19.079$ Klb - in

$M_{uy} := 148.567$ Klb - in

$M_{cx} := 467.601$ Klb - in

$M_{cy} := 290.369$ Klb - in

$V_u := 0.585$ Klb

$F_y = 36$ Ksi

$E := 29000$ Ksi

$L := 255.906$ in

$A := 5.27$ in²

$I_x := 47.998$ in⁴

$r_x := 3.018$ in

$r_y := 2.416$ in

$S_x := 12.192$ in³

$Z_x := 14.432$ in³

$K := 2.122$

$\phi_c := 0.90$

$\phi_b := 0.90$

Perfil: 2G 200x75x25x5 Equivalente 200x150x5 mm
 P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.

Resistencias de flexión requeridas en los ejes x e y, Klb-in

M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in

V_u , Carga de corte, Klb

F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi

E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi

L , Longitud del elemento, in

A , área de la sección transversal, in²

I , Inercia de la sección, in⁴

r , Radio de Giro de la Sección, in

S , Módulo elástico de la sección transversal, in³

Z , Módulo plástico de la sección, in³

K , Factor de longitud efectiva

ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Diseño por esfuerzo combinado Axial y Flexión:

$$P_d := \phi_c \cdot P_u$$

P_d , resistencia de diseño a la compresión axial, Klb

$$P_d \geq P_u$$

P_n , resistencia nominal a la compresión axial de la columna, Klb

$$P_d \geq A_g \cdot F_{cr}$$

Resistencia nominal del elemento, Ecuación E3-1 AISC 2005

F_{cr} , Fuerza de pandeo por flexión, Klb

$$F_{e} := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2}$$

Esfuerzo crítico de Pandeo de Euler, Ksi

$$1. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-2 Aisc 2005}$$

$$2. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} > 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-3 Aisc 2005}$$

Entonces:

$$\frac{K \cdot L}{r} = 224.765 \quad 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681 \quad \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \quad \text{Relación de esbeltez}$$

$$F_{cr} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Recomendado: } \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \leq 200$$

$$F_{cr} = 31.572 \quad \text{Ksi} \quad \text{Para miembros a compresión}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la compresión se obtiene de la ecuación E3-1 AISC 2005.

$$P_n := A_g \cdot F_{cr} \quad \frac{A_g}{A} := A$$

$$P_n = 166.384 \quad \text{Klb}$$

Calculando la resistencia de diseño a la compresión P_d :

$$P_d := \phi_c \cdot P_n$$

$$P_d = 149.746 \quad \text{Klb} \quad P_u = 4.754 \quad \text{Klb}$$

Entonces:

$$P_d \geq P_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

La carga de diseño es mayor que la carga axial de compresión (carga aplicada) de la columna.

Este elemento no solo está sometido a compresión, sino a esfuerzos combinados que provocan flexo-compresión, es decir que hay momentos considerables que ayudan a que la columna se pandee antes de llegar a su límite de pandeo.

P_r , resistencia de compresión axial requerida, carga aplicada usando combinaciones de carga LRFD, Klb

P_c , resistencia de compresión axial disponible, Klb

$$P_c := \phi_c \cdot P_n$$

1. Si: $\frac{Pr}{Pc} \geq 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1a AISC 2005

2. Si: $\frac{Pr}{Pc} < 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{2 \cdot Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1b AISC 2005

$\overline{Pr} := Pu$ $Pr = 4.754$ Klb
 $Pc = 149.746$ Klb

$\overline{Mrx} := Mux$ $Mrx = 19.079$ Klb - in

$\overline{Mry} := Muy$ $Mry = 148.567$ Klb - in

$Mcx = 467.601$ Klb - in

$Mcy = 290.369$ Klb - in

Mc, Resistencia disponible en los ejes x e y, Klb.

Entonces:

$$\frac{Pr}{Pc} = 0.032$$

$$\frac{Pr}{Pc} < 0.20 \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Uso Ecuación H1-1b AISC 2005}$$

$$\frac{Pr}{2Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0 \rightarrow 1$$

$$\left[\frac{Pr}{2Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \right] = 0.568 \quad 0.568 \leq 1.0 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta sección cumple con los requerimientos de esfuerzos combinados.

Otras propiedades de la sección.

Tabla 3.12 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		ESCALERA	
Properties			
Cross-section (axial) area	5.27	Section modulus about 3 axis	12.1915
Torsional constant	56.4926	Section modulus about 2 axis	10.4174
Moment of Inertia about 3 axis	47.9981	Plastic modulus about 3 axis	14.4321
Moment of Inertia about 2 axis	30.7601	Plastic modulus about 2 axis	11.8386
Shear area in 2 direction	3.1	Radius of Gyration about 3 axis	3.0179
Shear area in 3 direction	2.325	Radius of Gyration about 2 axis	2.416

OK

Sección Viga Principal VGP.

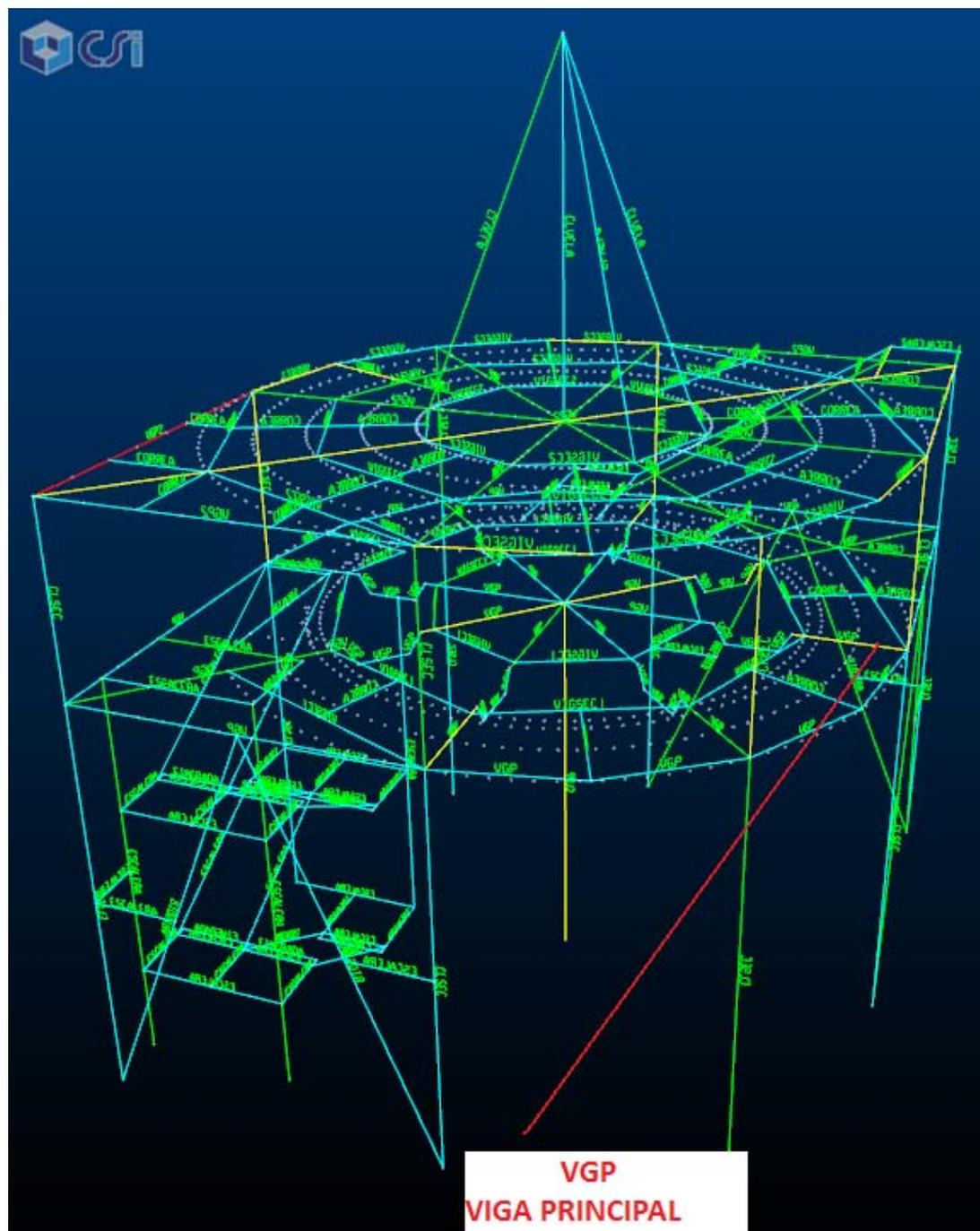
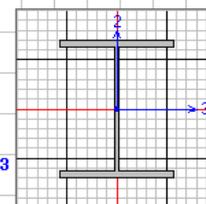


Figura 3.39 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK		Units: Kip, in, F	
Combo	: COMB2		
Units	: Kip, in, F		
Frame	: 95	Design Sect:	UGP
X Mid	: 175.209	Design Type:	Beam
Y Mid	: 0.000	Frame Type:	Moment Resisting Frame
Z Mid	: 255.906	Sect Class:	Compact
Length	: 66.953	Major Axis:	0.000 degrees counterclockwise from local 3
Loc	: 7.808	RLLF	: 1.000
Area	: 10.317	SMajor	: 37.301
IMajor	: 183.567	SMinor	: 9.966
IMinor	: 39.628	ZMajor	: 41.439
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 15.161
		rMajor	: 4.218
		rMinor	: 1.960
		E	: 29000.000
		Fy	: 36.000
		AVMajor	: 3.100
		AVMinor	: 6.262
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS			
Location	Pu	Mu33	Mu22
7.808	17.004	-935.773	-32.373
		Uu2	Uu3
		-28.756	-1.927
			Tu
			0.377
PHM DEMAND/CAPACITY RATIO			
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio
	0.789	= 0.025	+ 0.697
			+ 0.067
			Ratio Limit
			0.950
			Status Check
			OK
AXIAL FORCE DESIGN			
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	17.004	304.523	334.265
MOMENT DESIGN			
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor
Major Moment	-935.773	1342.624	1.000
Minor Moment	-32.373	484.342	1.000
		B1 Factor	B2 Factor
		1.000	1.000
		K Factor	L Factor
		1.000	0.883
			Cb Factor
			2.464
SHEAR DESIGN			
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio
Major Shear	28.756	60.264	0.477
Minor Shear	1.927	121.734	0.016
			Status Check
			OK
			Tu Torsion
			0.000



Datos:

Perfil: I 250x202x8x12 mm

$P_u := 17.004$ Klb	P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.
$M_{ux} := 935.773$ Klb - in	Resistencias de flexión requeridas en los ejes x e y, Klb-in
$M_{uy} := 32.373$ Klb - in	
$M_{cx} := 1342.624$ Klb - in	M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in
$M_{cy} := 484.342$ Klb - in	
$V_{ux} := 28.756$ Klb	V_u , Carga de corte, Klb
$V_{uy} := 1.927$ Klb	
$F_y = 36$ Ksi	F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi
$E := 29000$ Ksi	E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi
$L := 66.953$ in	L , Longitud del elemento, in
$A := 10.317$ in ²	A , área de la sección transversal, in ²
$I_x := 183.567$ in ⁴ $I_y := 39.628$ in ⁴	I , Inercia de la sección, in ⁴
$r_x := 4.218$ in $r_y := 1.960$ in $r := 1.690$ in	r , Radio de Giro de la Sección, in
$S_x := 37.301$ in ³ $S_y := 9.966$ in ³	S , Módulo elástico de la sección transversal, in ³
$Z_x := 41.439$ in ³ $Z_y := 15.161$ in ³	Z , Módulo plástico de la sección, in ³
$K := 1$	K , Factor de longitud efectiva
$C_b := 2.464$ $\phi_c := 0.90$	ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

Cb, Coeficiente de Momentos $\phi_b := 0.90$ ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Fluencia:

$M_n := M_p$ M_n , Momento flexionante nominal, Klb-in

$M_p := F_y \cdot Z_x$ M_p , Momento flexionante plástico Klb-in, Ecuación F2-1 AISC 2005

$M_p = 1.492 \times 10^3$ Klb - in

$M_n := M_p$ $M_n = 1.492 \times 10^3$ Klb - in

Diseño de Vigas por Momentos:

$L_b < L_p$ Zona de falla, Zona 1: Pandeo Plástico (No Aplica Análisis).

$L_p \leq L_b \leq L_r$ Zona de falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

$L_b > L_r$ Zona de falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Entonces:

$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ Ecuación F2-5 AISC 2005

$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$ Ecuación F2-6 AISC 2005

$h_o := 9.3701$ in h_o , Distancia entre centroides de patín, in

$C_w := \frac{I_y \cdot h_o^2}{4}$ C_w , Constante Torsional, in⁶

$r_{ts} := \left(\frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x} \right)^2$ Ecuación F2-7 AISC 2005

$r_{ts} = 24.774$ $c=1$, ára secciones H y de doble simetría. Ecuación F2-8 AISC 2005

$c := 1$

$J := 0.6287$ in⁴ J , Constante de Torsión, in⁴

Tabla 3.13 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		VGP	
Properties			
Cross-section (axial) area	10.3168	Section modulus about 3 axis	37.3007
Torsional constant	0.6287	Section modulus about 2 axis	9.9659
Moment of Inertia about 3 axis	183.5665	Plastic modulus about 3 axis	41.439
Moment of Inertia about 2 axis	39.6281	Plastic modulus about 2 axis	15.1607
Shear area in 2 direction	3.1	Radius of Gyration about 3 axis	4.2182
Shear area in 3 direction	6.262	Radius of Gyration about 2 axis	1.9599

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J_c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J_c} \right)}}$$

$$L_b := L$$

$$L_b = 66.953 \quad \text{in}$$

$$L_p = 97.908 \quad \text{in} \quad L_r = 4.128 \times 10^3 \quad \text{in}$$

$$L_b < L_p \quad \text{Zona de Falla, Zona 1: No aplica Análisis}$$

Pandeo Plástico:

$$L_b < L_{pd}$$

$$M_1 := M_{uy} \quad M_1, \text{ Menor de los momentos, Klb-in}$$

$$M_2 := M_{ux} \quad M_2, \text{ Mayor de los momentos, Klb-in}$$

$$L_{pd} := \frac{3600 + 2200 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)}{F_y} \cdot r_y \quad \text{Ecuación F1-17 del LRFD}$$

$$L_{pd} = 200.144 \quad \text{in}$$

$$L_b = 66.953 \quad \text{in}$$

$$L_b < L_{pd} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$M_n := M_p \quad \text{Nominal igual al Plástico}$$

$$M_p := F_y \cdot Z_x$$

$$M_p \leq 1.50 \cdot M_y \quad \text{Ecuación F1-1 del LRFD, Condición de Diseño}$$

$$M_y := F_y \cdot S_x \quad M_y = 1.343 \times 10^3 \quad \text{Klb-in} \quad M_y, \text{ Momento de fluencia}$$

$$M_u := \phi_b \cdot M_n \quad M_u = 1.343 \times 10^3 \quad \text{Klb-in}$$

$$M_p = 1.492 \times 10^3 \quad \text{Klb-in} \quad 1.50 \cdot M_y = 2.014 \times 10^3 \quad \text{Klb-in}$$

$$M_p \leq 1.50 \cdot M_y \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con la condición para Pandeo Plástico.

Fluencia: Al estar en la Zona 1 (Pandeo Plástico), Comprobaremos la Fluencia:

$$M_p := F_y \cdot Z_x = 1.492 \times 10^3 \quad \text{Klb} \quad M_n, \text{ Resistencia Nominal de Fluencia; Klb}$$

$$M_n := M_p = 1.492 \times 10^3 \quad \text{Klb} \quad M_p, \text{ Momento flexionante Plástico, Klb}$$

$$M_d := \phi_b \cdot M_n$$

$$M_d = 1.343 \times 10^3 \quad \text{Klb} \quad M_d, \text{ Momento Flexionante de diseño, Klb}$$

$$M_{ux} = 935.773 \quad \text{Klb}$$

$$M_d \geq M_{ux} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \frac{M_{ux}}{M_d} = 0.697 \quad \text{El elemento cumple con el estado límite de fluencia.}$$

Resistencia al Corte:

$$\phi_v := 0.60 \quad \phi_v, \text{ Factor de resistencia al Corte.}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte, Klb}$$

$$V_d := V_u \quad V_u, \text{ Carga de corte, Klb}$$

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v \quad V_n, \text{ Resistencia nominal al Corte, Klb: Ecuación G2-1 AISC 2005}$$

$$A_w, \text{ Área del alma, in}^2 \quad C_v, \text{ Coeficiente de corte del alma} = 1$$

$$C_v := 1$$

Geometría de la Sección VGP:

$$h_a := 9.8425 \text{ in} \quad h_a, \text{ Altura de la Sección}$$

$$t_w := 0.315 \text{ in} \quad t_w, \text{ Espesor del alma}$$

$$b_f := 7.9528 \text{ in} \quad b_f, \text{ Ancho de Patín}$$

$$t_f := 0.4724 \text{ in} \quad t_f, \text{ espesor de Patín}$$

$$A_w := t_w \cdot [h_a - (2 \cdot t_f)]$$

$$A_w = 2.803 \text{ in}^2$$

$$h := h_a - (2 \cdot t_f)$$

$$h = 8.898 \text{ in} \quad h, \text{ Altura del alma}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{t_w} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \frac{h}{t_w} = 28.247 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 63.576 \quad 28.247 \leq 63.576 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$V_n = 60.54 \text{ Klb}$$

$$V_{ux} = 28.756 \text{ Klb} \quad V_{ux}, \text{ Carga de corte aplicada}$$

$$V_u := V_{ux}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n$$

$$V_d = 36.324 \text{ Klb} \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte.}$$

$$V_d \geq V_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

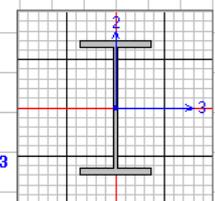
$D_m := \frac{L}{240}$	$D_m = 0.279 \text{ in}$	D_m , deflexión permitida	Código Ecuatoriano de la Construcción Capítulo 7, Numeral 7.1, Tabla 7.1(a), Pg.6.
$L = 66.953 \text{ in}$			
$w := 3.51 \text{ lb/in}$		w , Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in	
$E := 29000000 \text{ Psi}$		E , Módulo de elasticidad en Psi	
$\Delta L := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$			Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg, 284.
$\Delta L = 1.725 \times 10^{-4} \text{ in}$			
$\Delta L \leq D_m \rightarrow 1 \text{ OK}$			Cumple con el estado límite por deflexión.

Sección Viga Secundaria, VIGSEG1:



Figura 3.40 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK							Units Kip, in, F	
Combo : COMB2								
Units : Kip, in, F								
Frame : 703	Design Sect: UGSEC1							
X Mid : 73.793	Design Type: Beam							
Y Mid : 178.113	Frame Type : Moment Resisting Frame							
Z Mid : 255.897	Sect Class : Compact							
Length : 159.750	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3							
Loc : 0.000	RLLF : 1.000							
Area : 2.481	SMajor : 4.579	rMajor : 2.255	AMMajor: 1.020					
IMajor : 12.620	SMinor : 0.750	rMinor : 0.659	AMMinor: 1.301					
IMinor : 1.077	ZMajor : 5.233	E : 29000.000						
Ixy : 0.000	ZMinor : 1.164	Fy : 36.000						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu		
0.000	-3.463	75.481	0.707	0.952	0.017	-0.007		
PHM DEMAND/CAPACITY RATIO								
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
	0.514	= 0.049	+ 0.445	+ 0.019	0.950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN								
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial	-3.463	35.031	80.379					
MOMENT DESIGN								
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	75.481	169.554	0.850	1.000	1.000	1.000	0.966	2.210
Minor Moment	0.707	36.439	0.850	1.000	1.000	1.000	0.500	
SHEAR DESIGN								
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion			
Major Shear	0.952	19.827	0.048	OK	0.000			
Minor Shear	0.017	25.296	0.001	OK	0.000			



- Datos: Perfil: IPE 140
- $P_u := 3.463$ Klb P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.
 - $M_{ux} := 75.481$ Klb - in Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in
 - $M_{uy} := 0.707$ Klb - in
 - $M_{cx} := 169.554$ Klb - in M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in
 - $M_{cy} := 36.439$ Klb - in
 - $V_{ux} := 0.952$ Klb V_u , Carga de corte, Klb
 - $V_{uy} := 0.017$ Klb
 - $F_y = 36$ Ksi F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi
 - $E := 29000$ Ksi E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi
 - $L := 159.75$ in L , Longitud del elemento, in
 - $A := 2.481$ in² A , área de la sección transversal, in²
 - $I_x := 12.62$ in⁴ $I_y := 1.077$ in⁴ I , Inercia de la sección, in⁴
 - $r_x := 2.255$ in $r_y := 0.659$ in $r := 0.659$ in r , Radio de Giro de la Sección, in
 - $S_x := 4.579$ in³ $S_y := 0.75$ in³ S , Módulo elástico de la sección transversal, in³
 - $Z_x := 5.233$ in³ $Z_y := 1.164$ in³ Z , Módulo plástico de la sección, in³
 - $K := 1$ K , Factor de longitud efectiva
 - $C_b := 2.21$ $\phi_c := 0.90$ ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD
 - C_b , Coeficiente de Momentos $\phi_b := 0.90$ ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Fluencia:

$M_n := M_p$ M_n , Momento flexionante nominal, Klb-in

$M_p := F_y \cdot Z_x$ M_p , Momento flexionante lástico Klb-in, Ecuación F2-1 AISC 2005

$M_p = 188.388$ Klb – in

$M_n := M_p$ $M_n = 188.388$ Klb – in

Diseño de Vigas por Momentos:

$L_b < L_p$ Zona de falla, Zona 1: Pandeo Plástico (No Aplica Análisis).

$L_p \leq L_b \leq L_r$ Zona de falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

$L_b > L_r$ Zona de falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Entonces:

$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ Ecuación F2-5 AISC 2005

$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$ Ecuación F2-6 AISC 2005

$h_o := 5.2401$ in h_o , Distancia entre centroides de patín, in

$C_w := \frac{I_y \cdot h_o^2}{4}$ C_w , Constante Torsional, in⁶

$r_{ts} := \left(\frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x} \right)^2$ Ecuación F2-7 AISC 2005

$r_{ts} = 0.38$

$c := 1$ $c=1$, ára secciones H y de doble simetría. Ecuación F2-8 AISC 2005

$J := 0.0646$ in⁴ J , Constante de Torsión, in⁴

Tabla 3.14 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		WIGSEC1	
Properties			
Cross-section (axial) area	2.4808	Section modulus about 3 axis	4.5793
Torsional constant	0.0464	Section modulus about 2 axis	0.7498
Moment of Inertia about 3 axis	12.6201	Plastic modulus about 3 axis	5.2332
Moment of Inertia about 2 axis	1.0774	Plastic modulus about 2 axis	1.1645
Shear area in 2 direction	1.0199	Radius of Gyration about 3 axis	2.2554
Shear area in 3 direction	1.3012	Radius of Gyration about 2 axis	0.659

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$$

$$L_b := L$$

$$L_b = 159.75 \quad \text{in}$$

$$L_p = 32.919 \quad \text{in} \quad L_r = 73.777 \quad \text{in}$$

$$L_b > L_r \rightarrow 1 \quad \text{Zona de Falla, Zona 3: Pandeo Elástico.}$$

Pandeo Lateral Torsional:

$$M_n := F_{cr} \cdot S_x \quad \text{Ecuación F2-3, AISC 2005}$$

$$M_n \leq M_p$$

$$F_{cr} := \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \quad \text{Ecuación F2-4, AISC 2005}$$

$$M_n = 144.568 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_p = 188.388 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la flexión de menor valor será la resistencia nominal a la fluencia, M_n .

$$M_n := M_n \quad M_n = 144.568 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_d := \phi_b \cdot M_n \quad M_d, \text{ Momento de flexión de diseño.}$$

$$M_d = 130.111 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_{ux} = 75.481 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_{ux}, \text{ Momento aplicado al elemento}$$

$$M_u := M_{ux}$$

$$M_d \geq M_u \rightarrow 0.9 \cdot M_n \geq 75.481 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, este elemento cumple con el estado límite de fluencia.

Resistencia al Corte:

$$\phi_v := 0.60 \quad \phi_v, \text{ Factor de resistencia al Corte.}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte, Klb}$$

$$V_d := V_u \quad V_u, \text{ Carga de corte, Klb}$$

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v \quad V_n, \text{ Resistencia nominal al Corte, Klb: Ecuación G2-1 AISC 2005}$$

$$A_w, \text{ Área del alma, in}^2$$

$$C_v, \text{ Coeficiente de corte del alma} = 1 \quad C_v := 1$$

Geometría de la Sección VIGSEC1:

$$\underline{ha} := 5.5118 \text{ in} \quad \text{ha, Altura de la Sección}$$

$$\underline{tw} := 0.185 \text{ in} \quad \text{tw, Espesor del alma}$$

$$\underline{bf} := 2.874 \text{ in} \quad \text{bf, Ancho de Patín}$$

$$\underline{tf} := 0.2717 \text{ in} \quad \text{tf, espesor de Patín}$$

$$\underline{Aw} := tw \cdot [ha - (2 \cdot tf)]$$

$$Aw = 0.919 \text{ in}^2$$

$$\underline{h} := ha - (2 \cdot tf)$$

$$h = 4.968 \text{ in} \quad \text{h, Altura del alma}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{tw} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \frac{h}{tw} = 26.856 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 63.576 \quad 26.862 \leq 63.57 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$\underline{V_n} := 0.60 \cdot F_y \cdot Aw \cdot C_v$$

$$V_n = 19.854 \text{ Klb}$$

$$V_{ux} = 0.952 \text{ Klb} \quad V_{ux}, \text{ Carga de corte aplicada}$$

$$\underline{V_u} := V_{ux}$$

$$\underline{V_d} := \phi_v \cdot V_n$$

$$V_d = 11.912 \text{ Klb} \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte.}$$

$$V_d \geq V_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

$$\underline{D_m} := \frac{L}{240} \quad D_m = 0.666 \text{ in} \quad \text{Dm, deflexión permitida} \quad \text{Código Ecuatoriano de la Construcción}$$

$$L = 159.75 \text{ in}$$

Capítulo 7, Numeral 7.1, Tabla 7.1(a), Pg.6.

$$\underline{w} := 0.84 \text{ lb/in}$$

w, Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in

$$\underline{E} := 29000000 \text{ Psi}$$

E, Módulo de elasticidad en Psi

$$\underline{\Delta L} := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg, 284.

$$\Delta L = 0.019 \text{ in}$$

$$\Delta L \leq D_m \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Cumple con el estado límite por deflexión.

Sección Viga ESCALERA 2.

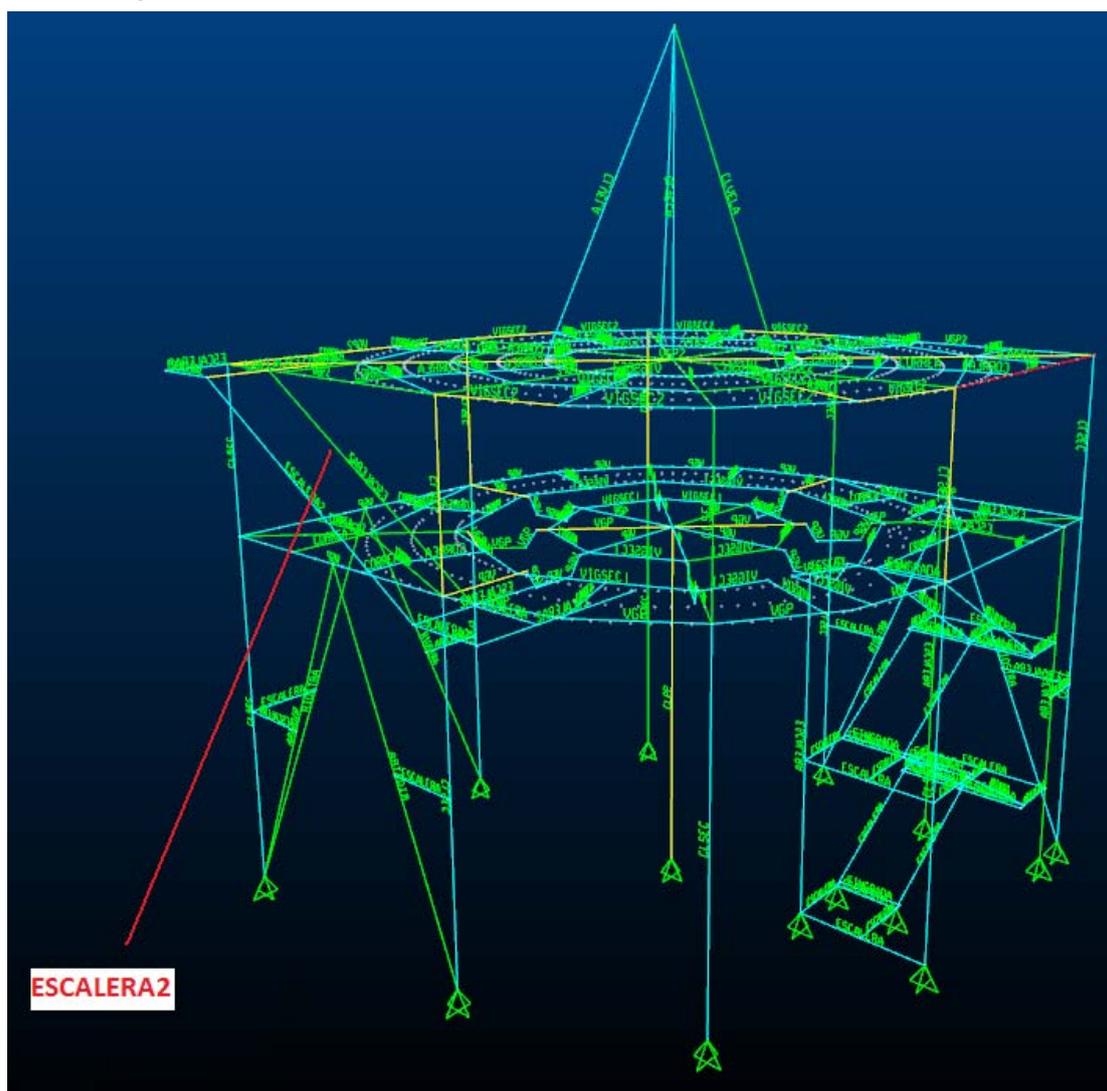
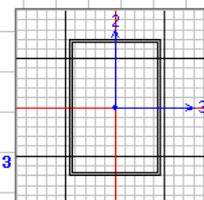


Figura 3.41 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK								Units
Combo : COMB2								Kip, in, F
Units : Kip, in, F								
Frame	: 889	Design Sect:	ESCALERA2					
X Mid	: 67.370	Design Type:	Brace					
Y Mid	: 208.651	Frame Type	: Moment Resisting Frame					
Z Mid	: 314.961	Sect Class	: Non-Compact					
Length	: 221.516	Major Axis	: 0.000 degrees counterclockwise from local 3					
Loc	: 190.392	RLLF	: 1.000					
Area	: 3.001	SMajor	: 5.023	rMajor	: 2.223	AUMajor	: 1.860	
IMajor	: 14.831	SMinor	: 4.010	rMinor	: 1.622	AUMinor	: 1.240	
IMinor	: 7.894	ZMajor	: 6.025	E	: 29000.000			
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 4.548	Fy	: 36.000			
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
Location		Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu	
190.392		-14.047	-32.363	-3.560	-0.644	-0.322	2.233	
PMN DEMAND/CAPACITY RATIO								
Governing Equation (H1-1a)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
	0.589	= 0.409	+ 0.150	+ 0.030	0.950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN								
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial	-14.047	34.322	97.226					
MOMENT DESIGN								
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cn Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	-32.841	195.202	0.850	1.015	1.000	1.000	1.000	3.715
Minor Moment	-4.354	128.398	0.850	1.223	1.000	1.000	1.000	
SHEAR DESIGN								
	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion			
Major Shear	0.644	36.158	0.018	OK	0.000			
Minor Shear	0.322	24.106	0.013	OK	0.000			



Datos:

$P_u := 14.047$ Klb

$M_{ux} := 32.363$ Klb - in

$M_{uy} := 3.56$ Klb - in

$M_{cx} := 195.202$ Klb - in

$M_{cy} := 128.398$ Klb - in

$V_u := 0.644$ Klb

$F_y = 36$ Ksi

$E := 29000$ Ksi

$L := 221.516$ in

$A := 3.001$ in²

$I_x := 14.831$ in⁴ $I_y := 7.894$ in⁴

$r_x := 2.223$ in $r_y := 1.622$ in

$r := 1.622$ in

$S_x := 5.023$ in³ $S_y := 4.010$ in³

$Z_x := 6.025$ in³ $Z_y := 4.010$ in³

$K := 1$

$\phi_c := 0.90$

$\phi_b := 0.90$

Perfil: 2G 150x50x20x4 Equivalente 150x100x4 mm

P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.

Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in

M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in

V_u , Carga de corte, Klb

F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi

E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi

L , Longitud del elemento, in

A , área de la sección transversal, in²

I , Inercia de la sección, in⁴

r , Radio de Giro de la Sección, in

S , Módulo elástico de la sección transversal, in³

Z , Módulo plástico de la sección, in³

K , Factor de longitud efectiva

ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Diseño por esfuerzo combinado Axial y Flexión:

$$\begin{aligned} \underline{P_d} &:= \phi_c \cdot P_u && P_d, \text{ resistencia de diseño a la compresión axial, Klb} \\ P_d &\geq P_u && P_n, \text{ resistencia nominal a la compresión axial de la columna, Klb} \\ P_d &\geq A_g \cdot F_{cr} && \text{Resistencia nominal del elemento, Ecuación E3-1 AISC 2005} \end{aligned}$$

F_{cr} , Fuerza de pandeo por flexión, Klb

$$\underline{F_e} := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2} \quad \text{Esfuerzo crítico de Pandeo de Euler, Ksi}$$

$$1. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } \underline{F_{cr}} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-2 Aisc 2005}$$

$$2. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} > 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } \underline{F_{cr}} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-3 Aisc 2005}$$

Entonces:

$$\frac{K \cdot L}{r} = 136.57 \quad 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681 \quad \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \quad \text{Relación de esbeltez}$$

$$\underline{F_{cr}} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Recomendado: } \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \leq 200$$

$$F_{cr} = 31.572 \quad \text{Ksi} \quad \text{Para miembros a compresión}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la compresión se obtiene de la ecuación E3-1 AISC 2005.

$$\begin{aligned} \underline{P_n} &:= A_g \cdot F_{cr} && \underline{A_g} := A \\ P_n &= 94.748 \quad \text{Klb} \end{aligned}$$

Calculando la resistencia de diseño a la compresión P_d :

$$\begin{aligned} \underline{P_d} &:= \phi_c \cdot P_n \\ P_d &= 85.273 \quad \text{Klb} \quad P_u = 14.047 \quad \text{Klb} \end{aligned}$$

$$\text{Entonces:} \quad P_d \geq P_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

La carga de diseño es mayor que la carga axial de compresión (carga aplicada) de la columna.

Este elemento no solo está sometido a compresión, sino a esfuerzos combinados que provocan flexo-compresión, es decir que hay momentos considerables que ayudan a que la columna se pandee antes de llegar a su límite de pandeo.

P_r , resistencia de compresión axial requerida, carga aplicada usando combinaciones de carga LRFD, Klb

P_c , resistencia de compresión axial disponible, Klb

$$\underline{P_c} := \phi_c \cdot P_n$$

1. Si: $\frac{Pr}{Pc} \geq 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1a AISC 2005

2. Si: $\frac{Pr}{Pc} < 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{2 \cdot Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1b AISC 2005

$\underline{Pr} := Pu$ $Pr = 14.047$ Klb
 $Pc = 85.273$ Klb

$\underline{Mrx} := Mux$ $Mrx = 32.363$ Klb - in

$\underline{Mry} := Muy$ $Mry = 3.56$ Klb - in

$Mcx = 195.202$ Klb - in

$Mcy = 128.398$ Klb - in

Mc, Resistencia disponible en los ejes x e y, Klb.

Entonces:

$$\frac{Pr}{Pc} = 0.165$$

$$\frac{Pr}{Pc} < 0.20 \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Uso Ecuación H1-1b AISC 2005}$$

$$\frac{Pr}{2Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0 \rightarrow 1$$

$$\left[\frac{Pr}{2Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \right] = 0.276 \quad 0.276 \leq 1.0 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta sección cumple con los requerimientos de esfuerzos combinados.

Otras propiedades de la sección.

Tabla 3.15 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		ESCALERA2	
Properties			
Cross-section (axial) area	3.0008	Section modulus about 3 axis	5.0228
Torsional constant	15.6023	Section modulus about 2 axis	4.0099
Moment of Inertia about 3 axis	14.831	Plastic modulus about 3 axis	6.0248
Moment of Inertia about 2 axis	7.8935	Plastic modulus about 2 axis	4.548
Shear area in 2 direction	1.86	Radius of Gyration about 3 axis	2.2231
Shear area in 3 direction	1.24	Radius of Gyration about 2 axis	1.6219

OK

Sección Viga RIOSTRA.

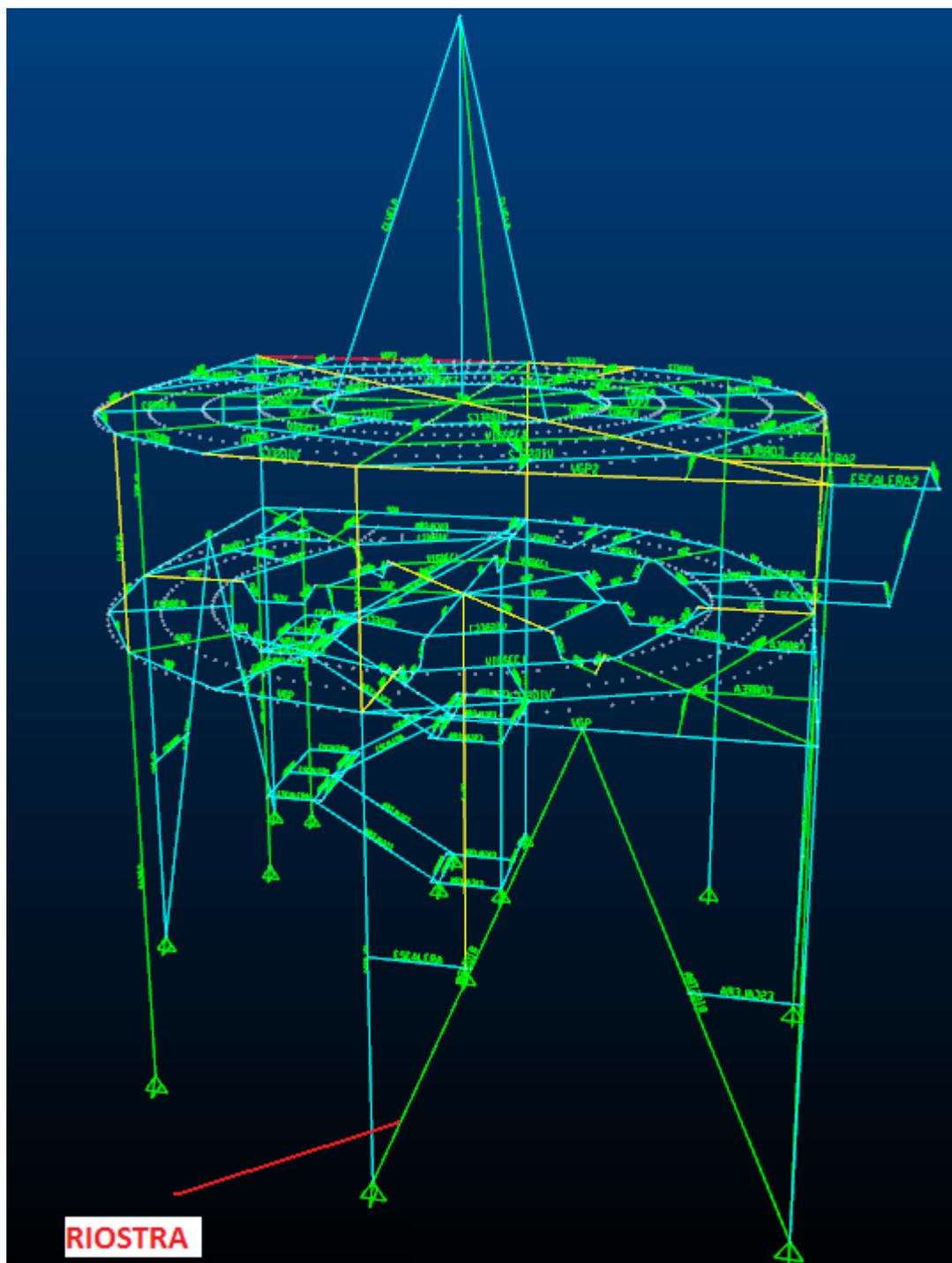


Figura 3.42 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK							Units
Combo : DSTL108							Kip, in, F
Units : Kip, in, F							
Frame : 602	Design Sect: RIOSTRA						
X Mid : 208.659	Design Type: Brace						
Y Mid : 52.177	Frame Type : Moment Resisting Frame						
Z Mid : 127.953	Sect Class : Compact						
Length : 276.365	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3						
Loc : 276.365	RLLF : 1.000						
Area : 6.287	SMajor : 14.393	rMajor : 3.002	AUMajor: 3.720				
IMajor : 56.666	SMinor : 12.267	rMinor : 2.400	AUMinor: 2.790				
IMinor : 36.222	ZMajor : 17.125	E : 29000.000					
Ixy : 0.000	ZMinor : 14.031	Fy : 36.000					
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu	
276.365	-44.065	-25.026	-31.050	-0.158	0.217	0.563	
PMN DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
(H1-1a)	0.576	= 0.460	+ 0.040	+ 0.075	0.950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity				
Axial	-44.065	95.735	203.693				
MOMENT DESIGN							
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor
Major Moment	-25.026	554.857	0.850	1.000	1.000	1.000	0.500
Minor Moment	-38.478	454.614	0.850	1.259	1.000	1.000	1.000
SHEAR DESIGN							
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion		
Major Shear	0.376	72.317	0.005	OK	0.000		
Minor Shear	0.263	54.238	0.005	OK	0.000		

Datos:

$P_u := 44.065$ Klb

$M_{ux} := 25.026$ Klb - in

$M_{uy} := 31.050$ Klb - in

$M_{cx} := 554.857$ Klb - in

$M_{cy} := 454.614$ Klb - in

$V_u := 0.376$ Klb

$F_y = 36$ Ksi

$E := 29000$ Ksi

$L := 276.365$ in

$A := 6.287$ in²

$I_x := 56.666$ in⁴

$r_x := 3.002$ in

$r := 2.40$ in

$S_x := 14.393$ in³

$Z_x := 17.125$ in³

$K := 1$

$\phi_c := 0.90$

$\phi_b := 0.90$

Perfil: 2G 250x75x30x6 Equivalente 250x150x6 mm

P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.

Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in

M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in

V_u , Carga de corte, Klb

F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi

E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi

L , Longitud del elemento, in

A , área de la sección transversal, in²

I , Inercia de la sección, in⁴

r , Radio de Giro de la Sección, in

S , Módulo elástico de la sección transversal, in³

Z , Módulo plástico de la sección, in³

K , Factor de longitud efectiva

ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Diseño por esfuerzo combinado Axial y Flexión:

$$\begin{aligned} \underline{P_d} &:= \phi_c \cdot P_u && P_d, \text{ resistencia de diseño a la compresión axial, Klb} \\ P_d &\geq P_u && P_n, \text{ resistencia nominal a la compresión axial de la columna, Klb} \\ P_d &\geq A_g \cdot F_{cr} && \text{Resistencia nominal del elemento, Ecuación E3-1 AISC 2005} \end{aligned}$$

F_{cr} , Fuerza de pandeo por flexión, Klb

$$\underline{F_{e}} := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2} \quad \text{Esfuerzo crítico de Pandeo de Euler, Ksi}$$

$$1. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } \underline{F_{cr}} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-2 Aisc 2005}$$

$$2. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} > 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } \underline{F_{cr}} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-3 Aisc 2005}$$

Entonces:

$$\frac{K \cdot L}{r} = 115.152 \quad 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681 \quad \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \quad \text{Relación de esbeltez}$$

$$\underline{F_{cr}} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y \quad \text{Recomendado: } \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \leq 200$$

Para miembros a compresión

$$F_{cr} = 17.912 \quad \text{Ksi}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la compresión se obtiene de la ecuación E3-1 AISC 2005.

$$\begin{aligned} \underline{P_n} &:= A_g \cdot F_{cr} && \underline{A_g} := A \\ P_n &= 112.611 \quad \text{Klb} \end{aligned}$$

Calculando la resistencia de diseño a la compresión P_d :

$$\begin{aligned} \underline{P_d} &:= \phi_c \cdot P_n \\ P_d &= 101.35 \quad \text{Klb} \quad P_u = 44.065 \quad \text{Klb} \end{aligned}$$

$$\text{Entonces:} \quad P_d \geq P_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

La carga de diseño es mayor que la carga axial de compresión (carga aplicada) de la columna.

Este elemento no solo está sometido a compresión, sino a esfuerzos combinados que provocan flexo-compresión, es decir que hay momentos considerables que ayudan a que la columna se pandee antes de llegar a su límite de pandeo.

P_r , resistencia de compresión axial requerida, carga aplicada usando combinaciones de carga LRFD, Klb

P_c , resistencia de compresión axial disponible, Klb

$$\underline{P_c} := \phi_c \cdot P_n$$

1. Si: $\frac{Pr}{Pc} \geq 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1a AISC 2005

2. Si: $\frac{Pr}{Pc} < 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{2 \cdot Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1b AISC 2005

$\underline{Pr} := Pu$ $Pr = 44.065$ Klb
 $Pc = 101.35$ Klb

$\underline{Mrx} := Mux$ $Mrx = 25.026$ Klb - in

$\underline{Mry} := Muy$ $Mry = 31.05$ Klb - in

$Mcx = 554.857$ Klb - in

$Mcy = 454.614$ Klb - in

Mc, Resistencia disponible en los ejes x e y, Klb.

Entonces:

$$\frac{Pr}{Pc} = 0.435$$

$\frac{Pr}{Pc} \geq 0.20 \rightarrow 1$ OK Uso Ecuación H1-1a AISC 2005

$$\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0 \rightarrow 1$$

$$\left[\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \right] = 0.536 \quad 0.536 \leq 1.0 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta sección cumple con los requerimientos de esfuerzos combinados.

Otras propiedades de la sección.

Tabla 3.16 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		RIDSTRA	
Properties			
Cross-section (axial) area	6.2868	Section modulus about 3 axis	14.3932
Torsional constant	66.5669	Section modulus about 2 axis	12.2673
Moment of Inertia about 3 axis	56.6662	Plastic modulus about 3 axis	17.1252
Moment of Inertia about 2 axis	36.2223	Plastic modulus about 2 axis	14.0313
Shear area in 2 direction	3.72	Radius of Gyration about 3 axis	3.0023
Shear area in 3 direction	2.79	Radius of Gyration about 2 axis	2.4003

OK

Sección Viga Principal 2 VGP2:

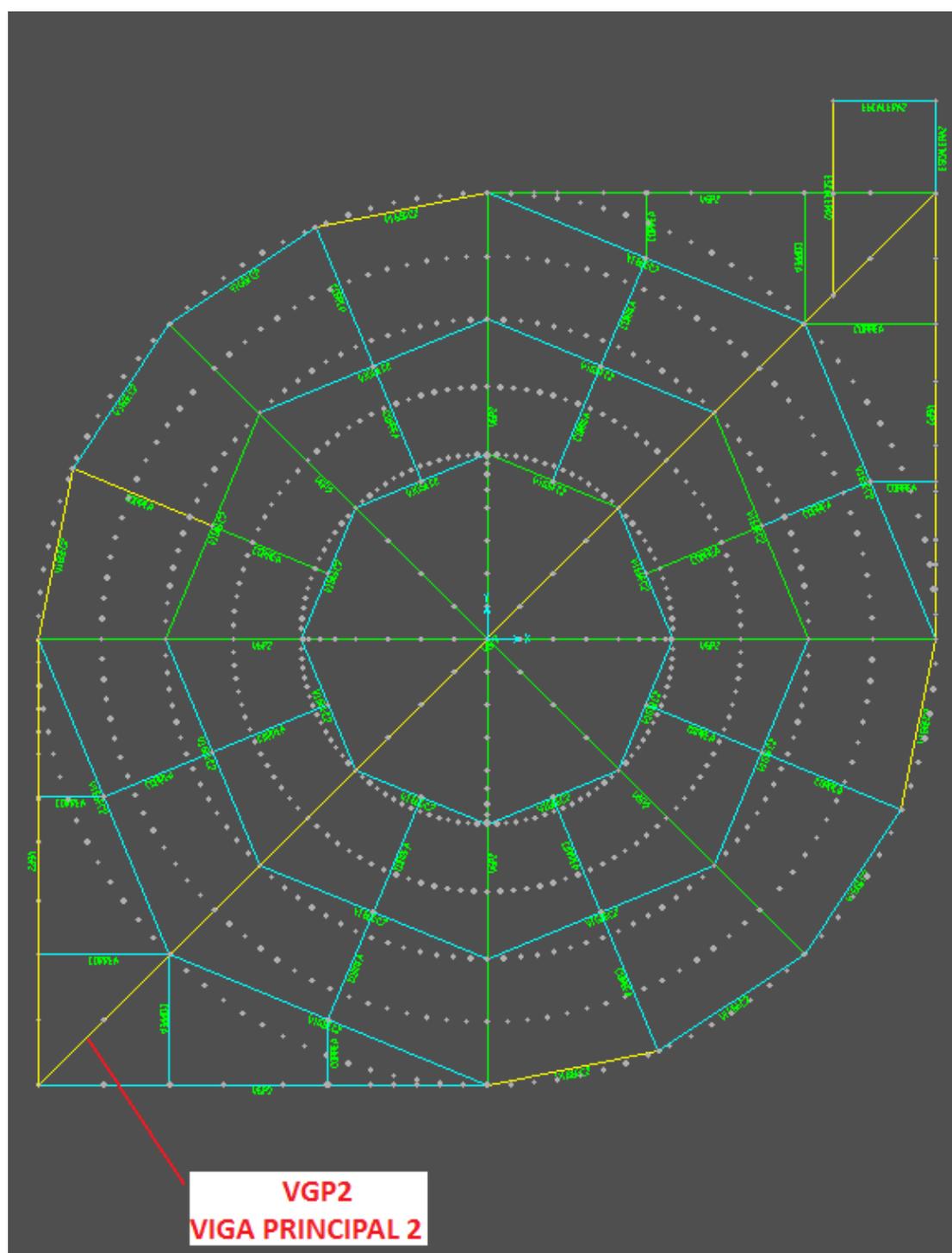
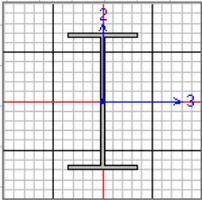


Figura 3.43 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK							Units		
Combo : DSTL2							Kip, in, F		
Units : Kip, in, F									
									
Frame	: 71	Design Sect:	UGP2						
X Mid	: 0.000	Design Type:	Beam						
Y Mid	: 0.000	Frame Type	: Moment Resisting Frame						
Z Mid	: 374.016	Sect Class	: Compact						
Length	: 590.252	Major Axis	: 0.000 degrees counterclockwise from local 3						
Loc	: 590.252	RLLF	: 1.000						
Area	: 13.280	SMajor	: 56.729	rMajor	: 5.425	AUMajor	: 6.890		
IMajor	: 390.852	SMinor	: 7.950	rMinor	: 1.436	AUMinor	: 5.741		
IMinor	: 27.387	ZMajor	: 66.161	E	: 29000.000				
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 12.666	Fy	: 36.000				
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS									
Location		Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu		
590.252		-98.213	-1273.472	-23.814	16.160	0.967	-0.422		
PMH DEMAND/CAPACITY RATIO									
Governing Equation		Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
(H1-1a)		0.881	= 0.293	+ 0.528	+ 0.060	0.950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN									
		Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial		-98.213	335.517	430.257					
MOMENT DESIGN									
		Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment		-1273.472	2143.615	0.850	1.000	1.000	1.000	0.500	1.939
Minor Moment		-26.285	386.376	1.000	1.104	1.000	1.000	0.147	
SHEAR DESIGN									
		Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion			
Major Shear		16.160	133.937	0.121	OK	0.000			
Minor Shear		0.967	111.614	0.009	OK	0.000			

Datos: Perfil: I 350x175x12.7x12.7 mm

$P_u := 98.245$ Klb P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.

$M_{ux} := 1273.506$ Klb - in Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in

$M_{uy} := 23.813$ Klb - in

$M_{cx} := 2143.615$ Klb - in M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in

$M_{cy} := 386.376$ Klb - in

$V_{ux} := 16.155$ Klb V_u , Carga de corte, Klb

$V_{uy} := 0.967$ Klb

$F_y = 36$ Ksi F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi

$E := 29000$ Ksi E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi

$L := 590.252$ in L , Longitud del elemento, in

$A := 13.280$ in² A , área de la sección transversal, in²

$I_x := 390.852$ in⁴ $I_y := 27.387$ in⁴ I , Inercia de la sección, in⁴

$r_x := 5.425$ in $r_y := 1.436$ in $r := 1.436$ in r , Radio de Giro de la Sección, in

$S_x := 56.729$ in³ $S_y := 7.95$ in³ S , Módulo elástico de la sección transversal, in³

$Z_x := 66.161$ in³ $Z_y := 12.666$ in³ Z , Módulo plástico de la sección, in³

$K := 1$ K , Factor de longitud efectiva

$C_b := 1.938$ $\phi_c := 0.90$ ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

C_b , Coeficiente de Momentos $\phi_b := 0.90$ ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Fluencia:

$M_n := M_p$ M_n , Momento flexionante nominal, Klb-in

$M_p := F_y \cdot Z_x$ M_p , Momento flexionante elástico Klb-in, Ecuación F2-1 AISC 2005

$M_p = 2.382 \times 10^3$ Klb - in

$M_n := M_p$ $M_n = 2.382 \times 10^3$ Klb - in

Diseño de Vigas por Momentos:

$L_b < L_p$ Zona de falla, Zona 1: Pandeo Plástico (No Aplica Análisis).

$L_p \leq L_b \leq L_r$ Zona de falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

$L_b > L_r$ Zona de falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Entonces:

$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ Ecuación F2-5 AISC 2005

$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$ Ecuación F2-6 AISC 2005

$h_o := 13.279$ in h_o , Distancia entre centroides de patín, in

$C_w := \frac{I_y \cdot h_o^2}{4}$ C_w , Constante Torsional, in⁶

$r_{ts} := \left(\frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x} \right)^2$ Ecuación F2-7 AISC 2005

$r_{ts} = 10.274$

$c := 1$ $c=1$, ára secciones H y de doble simetría. Ecuación F2-8 AISC 2005

$J := 1.0673$ in⁴ J , Constante de Torsión, in⁴

Tabla 3.17 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		VGP2	
Properties			
Cross-section (axial) area	13.2795	Section modulus about 3 axis	56.7293
Torsional constant	1.0673	Section modulus about 2 axis	7.9501
Moment of Inertia about 3 axis	390.8516	Plastic modulus about 3 axis	66.1609
Moment of Inertia about 2 axis	27.3872	Plastic modulus about 2 axis	12.6659
Shear area in 2 direction	6.8898	Radius of Gyration about 3 axis	5.4252
Shear area in 3 direction	5.7415	Radius of Gyration about 2 axis	1.4361

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$$

$$L_b := L$$

$$L_b = 590.252 \text{ in}$$

$$L_p = 71.732 \text{ in} \quad L_r = 1.569 \times 10^3 \text{ in}$$

$L_p \leq L_b < L_r \rightarrow 1$ Zona de Falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

Pandeo Lateral Torsional:

$$M_n := C_b \cdot \left[M_p - (M_p - 0.70 \cdot F_y \cdot S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \quad \text{Ecuación F2-2, AISC 2005}$$

$$M_n \leq M_p$$

$$M_n = 3.977 \times 10^3 \text{ Klb} - \text{in} \quad M_p = 2.382 \times 10^3 \text{ Klb} - \text{in}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la flexión de menor valor será la resistencia nominal a la fluencia, M_n .

$$M_n := M_p \quad M_n = 2.382 \times 10^3 \text{ Klb} - \text{in}$$

$$M_d := \phi_b \cdot M_n \quad M_d, \text{ Momento de flexión de diseño.}$$

$$M_d = 2.144 \times 10^3 \text{ Klb} - \text{in}$$

$$M_{ux} = 1.274 \times 10^3 \text{ Klb} - \text{in} \quad M_{ux}, \text{ Momento aplicado al elemento}$$

$$M_u := M_{ux}$$

$$M_d \geq M_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, este elemento cumple con el estado límite de fluencia.

Resistencia al Corte:

$$\phi_v := 0.60 \quad \phi_v, \text{ Factor de resistencia al Corte.}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte, Klb}$$

$$V_d := V_u \quad V_u, \text{ Carga de corte, Klb}$$

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v \quad V_n, \text{ Resistencia nominal al Corte, Klb: Ecuación G2-1 AISC 2005}$$

$$A_w, \text{ Área del alma, in}^2$$

$$C_v, \text{ Coeficiente de corte del alma} = 1 \quad C_v := 1$$

Geometría de la Sección VGP2:

$$\underline{ha} := 13.78 \quad \text{in} \quad \text{ha, Altura de la Sección}$$

$$\underline{tw} := 0.50 \quad \text{in} \quad \text{tw, Espesor del alma}$$

$$\underline{bf} := 6.89 \quad \text{in} \quad \text{bf, Ancho de Patín}$$

$$\underline{tf} := 0.50 \quad \text{in} \quad \text{tf, espesor de Patín}$$

$$\underline{Aw} := tw \cdot [ha - (2 \cdot tf)]$$

$$Aw = 6.39 \quad \text{in}^2$$

$$\underline{h} := ha - (2 \cdot tf)$$

$$h = 12.78 \quad \text{in} \quad \text{h, Altura del alma}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{tw} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad \frac{h}{tw} = 25.56 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 63.576 \quad 25.56 \leq 63.576 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$\underline{Vn} := 0.60 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$$

$$Vn = 138.024 \quad \text{Klb}$$

$$V_{ux} = 16.155 \quad \text{Klb} \quad V_{ux}, \text{ Carga de corte aplicada}$$

$$\underline{Vu} := V_{ux}$$

$$\underline{Vd} := \phi_v \cdot Vn$$

$$Vd = 82.814 \quad \text{Klb} \quad Vd, \text{ Resistencia de diseño al corte.}$$

$$Vd \geq Vu \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

$$\underline{Dm} := \frac{L}{240} \quad Dm = 2.459 \quad \text{in} \quad Dm, \text{ deflexión permitida}$$

Código Ecuatoriano de la
Construcción
Capítulo 7, Numeral 7.1,
Tabla 7.1(a), Pg.6.

$$L = 590.252 \quad \text{in}$$

$$\underline{w} := 4.52 \quad \text{lb/in} \quad w, \text{ Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in}$$

$$\underline{E} := 29000000 \quad \text{Psi} \quad E, \text{ Módulo de elasticidad en Psi}$$

$$\underline{\Delta L} := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \quad \text{Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg, 284.}$$

$$\Delta L = 0.63 \quad \text{in}$$

$$\Delta L \leq Dm \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Cumple con el estado límite por deflexión.}$$

Sección Viga Principal 22, VGP22:

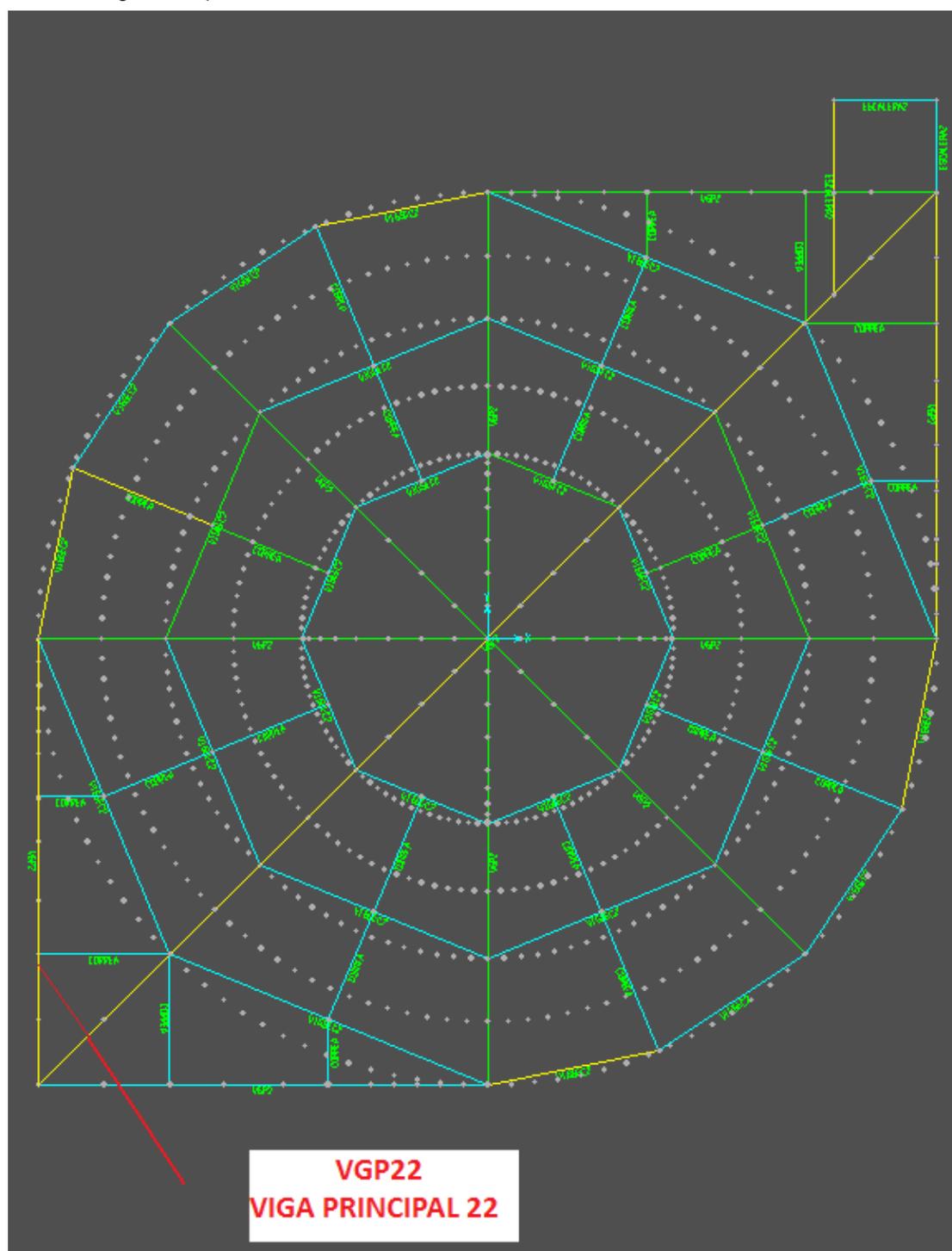


Figura 3.44 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK							Units	Kip, in, F
Combo : DSTL2								
Units : Kip, in, F								
Frame : 1374	Design Sect: UGP22							
X Mid : -208.686	Design Type: Beam							
Y Mid : -104.343	Frame Type : Moment Resisting Frame							
Z Mid : 374.016	Sect Class : Compact							
Length : 208.686	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3							
Loc : 208.686	RLLF : 1.000							
Area : 15.839	SMajor : 73.112	rMajor : 5.639	AVMajor: 6.890					
IMajor : 503.725	SMInor : 14.908	rMinor : 2.109	AVMinor: 7.874					
IMInor : 70.432	ZMajor : 83.152	E : 29000.000						
Ixy : 0.000	ZMinor : 23.119	Fy : 36.000						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu		
208.686	13.441	39.152	16.368	-35.638	132.373	-478.991		
PMH DEMAND/CAPACITY RATIO								
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
(H1-1b)	0.050	= 0.013	+ 0.015	+ 0.023	0.950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN								
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial	13.441	452.923	513.170					
MOMENT DESIGN								
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	39.152	2694.140	1.000	1.000	1.000	1.000	0.969	1.973
Minor Moment	16.368	724.539	1.000	1.000	1.000	1.000	0.354	
SHEAR DESIGN								
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion			
Major Shear	35.638	133.937	0.266	OK	0.000			
Minor Shear	132.373	153.071	0.865	OK	0.000			

Datos:

Perfil: I 350x240x12.70x12.70 mm

$P_u := 13.441$ Klb	P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.
$M_{ux} := 39.125$ Klb - in	Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in
$M_{uy} := 16.368$ Klb - in	
$M_{cx} := 2694.14$ Klb - in	M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in
$M_{cy} := 724.539$ Klb - in	
$V_{ux} := 35.638$ Klb	V_u , Carga de corte, Klb
$V_{uy} := 132.373$ Klb	
$F_y = 36$ Ksi	F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi
$E := 29000$ Ksi	E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi
$L := 208.686$ in	L , Longitud del elemento, in
$A := 15.839$ in ²	A , área de la sección transversal, in ²
$I_x := 503.725$ in ⁴ $I_y := 70.432$ in ⁴	I , Inercia de la sección, in ⁴
$r_x := 5.639$ in $r_y := 2.109$ in $r_w := 2.109$ in	r , Radio de Giro de la Sección, in
$S_x := 73.112$ in ³ $S_y := 14.908$ in ³	S , Módulo elástico de la sección transversal, in ³
$Z_x := 83.152$ in ³ $Z_y := 23.119$ in ³	Z , Módulo plástico de la sección, in ³
$K := 1$	K , Factor de longitud efectiva
$C_b := 1.973$	ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD
C_b , Coeficiente de Momentos	ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Fluencia:

$M_n := M_p$ M_n , Momento flexionante nominal, Klb-in

$M_p := F_y \cdot Z_x$ M_p , Momento flexionante plástico Klb-in, Ecuación F2-1 AISC 2005

$M_p = 2.993 \times 10^3$ Klb - in

$M_n := M_p$ $M_n = 2.993 \times 10^3$ Klb - in

Diseño de Vigas por Momentos:

$L_b < L_p$ Zona de falla, Zona 1: Pandeo Plástico (No Aplica Análisis).

$L_p \leq L_b \leq L_r$ Zona de falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

$L_b > L_r$ Zona de falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Entonces:

$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ Ecuación F2-5 AISC 2005

$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$ Ecuación F2-6 AISC 2005

$h_o := 13.287$ in h_o , Distancia entre centroides de patín, in

$C_w := \frac{I_y \cdot h_o^2}{4}$ C_w , Constante Torsional, in⁶

$r_{ts} := \left(\frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x} \right)^2$ Ecuación F2-7 AISC 2005

$r_{ts} = 40.96$

$c := 1$ $c=1$, ára secciones H y de doble simetría. Ecuación F2-8 AISC 2005

$J := 1.2805$ in⁴ J , Constante de Torsión, in⁴

Tabla 3.18 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		VGP22	
Properties			
Cross-section (axial) area	15.8386	Section modulus about 3 axis	73.112
Torsional constant	1.2805	Section modulus about 2 axis	14.9082
Moment of Inertia about 3 axis	503.7246	Plastic modulus about 3 axis	83.1525
Moment of Inertia about 2 axis	70.4325	Plastic modulus about 2 axis	23.1188
Shear area in 2 direction	6.8898	Radius of Gyration about 3 axis	5.6395
Shear area in 3 direction	7.874	Radius of Gyration about 2 axis	2.1088

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J_c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J_c} \right)}}$$

$$L_b := L$$

$$L_b = 208.686 \text{ in}$$

$$L_p = 105.351 \text{ in} \quad L_r = 6.095 \times 10^3 \text{ in}$$

$L_p \leq L_b < L_r \rightarrow 1$ Zona de Falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

Pandeo Lateral Torsional:

$$M_n := C_b \cdot \left[M_p - (M_p - 0.70 \cdot F_y \cdot S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \quad \text{Ecuación F2-2, AISC 2005}$$

$$M_n \leq M_p$$

$$M_n = 5.867 \times 10^3 \text{ Klb} - \text{in} \quad M_p = 2.993 \times 10^3 \text{ Klb} - \text{in}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la flexión de menor valor será la resistencia nominal a la fluencia, M_n .

$$M_n := M_p \quad M_n = 2.993 \times 10^3 \text{ Klb} - \text{in}$$

$$M_d := \phi_b \cdot M_n \quad M_d, \text{ Momento de flexión de diseño.}$$

$$M_d = 2.694 \times 10^3 \text{ Klb} - \text{in}$$

$$M_{ux} = 39.125 \text{ Klb} - \text{in} \quad M_{ux}, \text{ Momento aplicado al elemento}$$

$$M_u := M_{ux}$$

$$M_d \geq M_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, este elemento cumple con el estado límite de fluencia.

Resistencia al Corte:

$$\phi_v := 0.60 \quad \phi_v, \text{ Factor de resistencia al Corte.}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte, Klb}$$

$$V_d := V_u \quad V_u, \text{ Carga de corte, Klb}$$

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v \quad V_n, \text{ Resistencia nominal al Corte, Klb: Ecuación G2-1 AISC 2005}$$

$$A_w, \text{ Área del alma, in}^2$$

$$C_v, \text{ Coeficiente de corte del alma} = 1 \quad C_v := 1$$

Geometría de la Sección VGP22:

$h_a := 13.78$ in h_a , Altura de la Sección

$t_w := 0.50$ in t_w , Espesor del alma

$b_f := 9.449$ in b_f , Ancho de Patín

$t_f := 0.50$ in t_f , espesor de Patín

Análisis de resistencia al cortante en la dirección "y"

$$A_w := t_w \cdot [h_a - (2 \cdot t_f)]$$

$$A_w = 6.39 \text{ in}^2$$

$$h := h_a - (2 \cdot t_f)$$

$$h = 12.78 \text{ in} \quad h, \text{ Altura del alma}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{t_w} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{h}{t_w} = 25.56 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 63.576$$

$$25.56 \leq 63.576 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

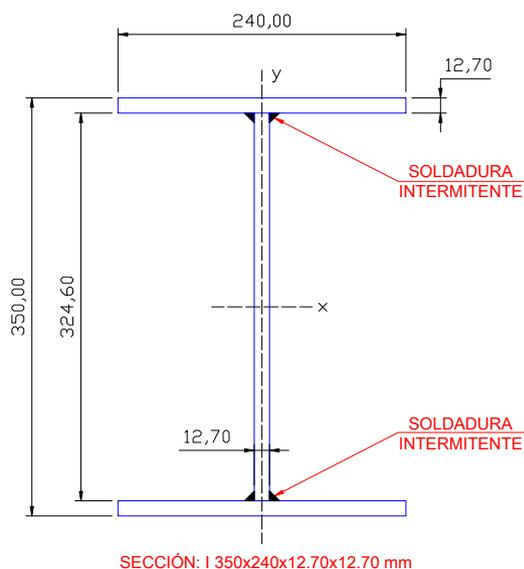


Figura 3.45 Detalle de sección.

Entonces:

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$V_n = 138.024 \text{ Klb}$$

$$V_{ux} = 35.638 \text{ Klb} \quad V_{ux}, \text{ Carga de corte aplicada}$$

$$V_u := V_{ux}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n$$

$$V_d = 82.814 \text{ Klb} \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte.}$$

$$V_d \geq V_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

$$D_m := \frac{L}{240} \quad D_m = 0.87 \text{ in} \quad D_m, \text{ deflexión permitida}$$

$$L = 208.686 \text{ in}$$

$$w := 4.52 \text{ lb/in}$$

w , Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in

Código Ecuatoriano de la
Construcción
Capítulo 7, Numeral 7.1,
Tabla 7.1(a), Pg.6.

$$E := 29000000 \text{ Psi}$$

E, Módulo de elasticidad en Psi

$$\Delta L := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg, 284.

$$\Delta L = 7.641 \times 10^{-3} \text{ in}$$

$$\Delta L \leq D_m \rightarrow 1 \text{ OK}$$

Cumple con el estado límite por deflexión.

Análisis de resistencia al cortante en la dirección "x"; en esta perfil el cortante en esta dirección es mayor.

$$A_f := 2 \cdot t_f \cdot b_f$$

$$E := 29000 \text{ Ksi}$$

$$A_f := 10.394 \text{ in}^2$$

$$F_y = 36 \text{ Ksi}$$

$$h := b_f$$

$$h = 9.449 \text{ in} \quad h, \text{ Altura del patín}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{2 \cdot t_f} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{h}{2 \cdot t_f} = 9.449 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 63.576$$

$$9.449 \leq 63.576 \rightarrow 1 \text{ OK}$$

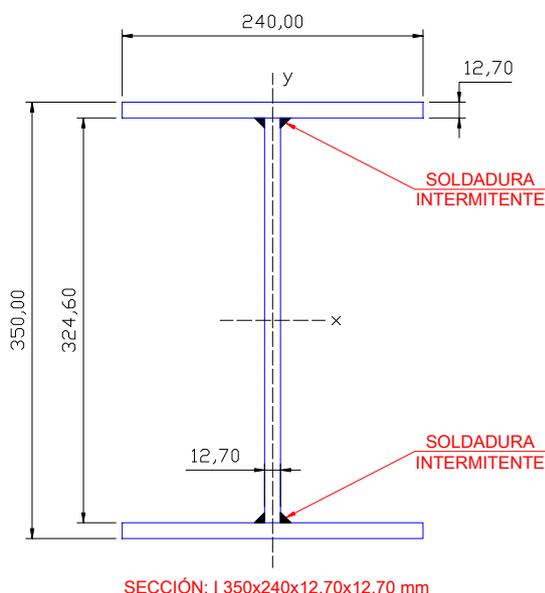


Figura 3.45 Detalle de sección.

Entonces:

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_f \cdot C_v$$

$$V_n = 224.51 \text{ Klb}$$

$$V_{uy} = 132.373 \text{ Klb} \quad V_{uy}, \text{ Carga de corte aplicada}$$

$$V_u := V_{uy}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n$$

$$V_d = 134.706 \text{ Klb} \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte.}$$

$$V_d \geq V_u \rightarrow 1 \text{ OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Geometría de la Sección VGP22:

$$h_a := 13.78 \text{ in} \quad h_a, \text{ Altura de la Sección}$$

$$t_w := 0.50 \text{ in} \quad t_w, \text{ Espesor del alma}$$

$$b_f := 9.449 \text{ in} \quad b_f, \text{ Ancho de Patín}$$

$$t_f := 0.50 \text{ in} \quad t_f, \text{ espesor de Patín}$$

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

$$D_m := \frac{L}{240} \quad D_m = 0.87 \text{ in} \quad D_m, \text{ deflexión permitida} \quad \text{Código Ecuatoriano de la Construcción}$$

Capítulo 7, Numeral 7.1, Tabla 7.1(a), Pg.6.

$$L = 208.686 \text{ in}$$

$$w := 4.52 \text{ lb/in} \quad w, \text{ Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in}$$

$$E := 29000000 \text{ Psi} \quad E, \text{ Módulo de elasticidad en Psi}$$

$$\Delta L := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \quad \text{Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg, 284.}$$

$$\Delta L = 7.641 \times 10^{-3} \text{ in}$$

$$\Delta L \leq D_m \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Cumple con el estado límite por deflexión.}$$

Sección Viga Secundaria 2 VIGSEG2:

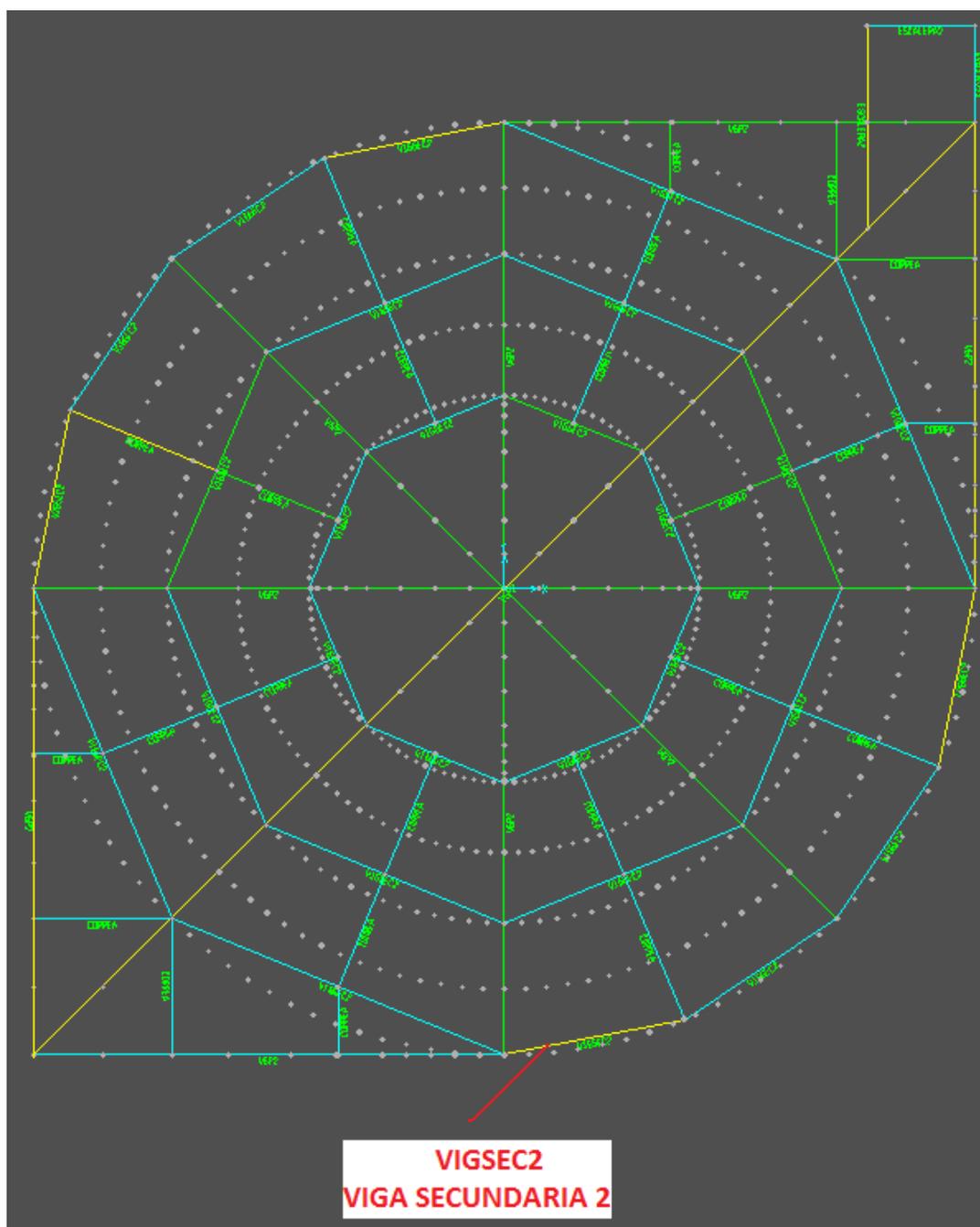


Figura 3.46 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK							Units Kip, in, F
Combo : DSTL2							
Units : Kip, in, F							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Frame : 818</p> <p>X Mid : 39.915</p> <p>Y Mid : -200.710</p> <p>Z Mid : 374.016</p> <p>Length : 81.409</p> <p>Loc : 6.890</p> </div> <div> <p>Design Sect: UIGSEC2</p> <p>Design Type: Beam</p> <p>Frame Type : Moment Resisting Frame</p> <p>Sect Class : Compact</p> <p>Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3</p> <p>RLLF : 1.000</p> </div> <div> </div> </div>							
Area : 3.006	SMajor : 6.367	rMajor : 2.583	AUMajor: 1.240				
IMajor : 20.052	SMInor : 1.014	rMinor : 0.738	AUMInor: 1.568				
IMInor : 1.637	ZMajor : 7.259	E : 29000.000					
Ixy : 0.000	ZMinor : 1.574	Fy : 36.000					
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu	
6.890	-18.462	-139.774	0.952	-3.034	0.028	0.004	
PMH DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
(H1-1a)	0.889	= 0.343	+ 0.528	+ 0.017	0.950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity				
Axial	-18.462	53.784	97.407				
MOMENT DESIGN							
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	
Major Moment	-139.774	235.187	0.361	1.000	1.000	1.000	
Minor Moment	0.952	49.299	0.273	1.000	1.000	1.000	
						L Factor	
						0.915	
						0.915	
						2.200	
						Factor	
						2.200	
SHEAR DESIGN							
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion		
Major Shear	3.034	24.106	0.126	OK	0.000		
Minor Shear	0.028	30.474	0.001	OK	0.000		

Datos:

$P_u := 18.462$ Klb

$M_{ux} := 139.774$ Klb - in

$M_{uy} := 0.952$ Klb - in

$M_{cx} := 235.187$ Klb - in

$M_{cy} := 49.299$ Klb - in

$V_{ux} := 3.034$ Klb

$V_{uy} := 0.028$ Klb

$F_y = 36$ Ksi

$E := 29000$ Ksi

$L := 81.409$ in

$A := 3.006$ in²

$I_x := 20.052$ in⁴ $I_y := 1.637$ in⁴

$r_x := 2.583$ in $r_y := 0.738$ in $r := 0.738$ in r , Radio de Giro de la Sección, in

$S_x := 6.367$ in³ $S_y := 1.014$ in³ S , Módulo elástico de la sección transversal, in³

$Z_x := 7.259$ in³ $Z_y := 1.574$ in³ Z , Módulo plástico de la sección, in³

$K := 1$ K , Factor de longitud efectiva

$C_b := 2.20$ $\phi_c := 0.90$ ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

Perfil: IPE 160

P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.

Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in

M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in

V_u , Carga de corte, Klb

F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi

E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi

L , Longitud del elemento, in

A , área de la sección transversal, in²

I , Inercia de la sección, in⁴

r , Radio de Giro de la Sección, in

S , Módulo elástico de la sección transversal, in³

Z , Módulo plástico de la sección, in³

K , Factor de longitud efectiva

ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

Cb, Coeficiente de Momentos $\phi_b := 0.90$ ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Fluencia:

$M_n := M_p$ Mn, Momento flexionante nominal, Klb-in
 $M_p := F_y \cdot Z_x$ Mp, Momento flexionante lástico Klb-in, Ecuación F2-1 AISC 2005

$M_p = 261.324$ Klb – in

$M_n := M_p$ Mn = 261.324 Klb – in

Diseño de Vigas por Momentos:

$L_b < L_p$ Zona de falla, Zona 1: Pandeo Plástico (No Aplica Análisis).

$L_p \leq L_b \leq L_r$ Zona de falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

$L_b > L_r$ Zona de falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Entonces:

$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ Ecuación F2-5 AISC 2005

$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$ Ecuación F2-6 AISC 2005

$h_o := 5.22$ in ho, Distancia entre centroides de patín, in

$C_w := \frac{I_y \cdot h_o^2}{4}$ Cw, Constante Torsional, in⁶

$r_{ts} := \left(\frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x} \right)^2$ Ecuación F2-7 AISC 2005

r_{ts} = 0.45

$c := 1$ c=1, ára secciones H y de doble simetría. Ecuación F2-8 AISC 2005

$J := 0.0644$ in⁴ J, Constante de Torsión, in⁴

Tabla 3.19 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		WIGSEC2	
Properties			
Cross-section (axial) area	3.0064	Section modulus about 3 axis	6.3665
Torsional constant	0.0644	Section modulus about 2 axis	1.0144
Moment of Inertia about 3 axis	20.052	Plastic modulus about 3 axis	7.2589
Moment of Inertia about 2 axis	1.6374	Plastic modulus about 2 axis	1.5736
Shear area in 2 direction	1.24	Radius of Gyration about 3 axis	2.5826
Shear area in 3 direction	1.5676	Radius of Gyration about 2 axis	0.738

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$$

$$L_b := L$$

$$L_b = 81.409 \quad \text{in}$$

$$L_p = 36.865 \quad \text{in} \quad L_r = 77.146 \quad \text{in}$$

$L_b > L_r \rightarrow 1$ Zona de Falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Pandeo Lateral Torsional:

$$M_n := F_{cr} \cdot S_x \quad \text{Ecuación F2-3, AISC 2005}$$

$$M_n \leq M_p$$

$$F_{cr} := \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \quad \text{Ecuación F2-4, AISC 2005}$$

$$M_n = 114.044 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_p = 261.324 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la flexión de menor valor será la resistencia nominal a la fluencia, M_n .

$$M_n := M_p \quad M_n = 261.324 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_d := \phi_b \cdot M_n \quad M_d, \text{ Momento de flexión de diseño.}$$

$$M_d = 235.192 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_u = 139.774 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_u, \text{ Momento aplicado al elemento}$$

$$M_u := M_u$$

$$M_d \geq M_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, este elemento cumple con el estado límite de fluencia.

Resistencia al Corte:

$$\phi_v := 0.60 \quad \phi_v, \text{ Factor de resistencia al Corte.}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte, Klb}$$

$$V_d := V_u \quad V_u, \text{ Carga de corte, Klb}$$

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v \quad V_n, \text{ Resistencia nominal al Corte, Klb: Ecuación G2-1 AISC 2005}$$

$$A_w, \text{ Área del alma, in}^2$$

$$C_v, \text{ Coeficiente de corte del alma} = 1 \quad C_v := 1$$

Geometría de la Sección VIGSEC2:

$$\underline{ha} := 6.2992 \text{ in} \quad \text{ha, Altura de la Sección}$$

$$\underline{tw} := 0.1969 \text{ in} \quad \text{tw, Espesor del alma}$$

$$\underline{bf} := 3.2283 \text{ in} \quad \text{bf, Ancho de Patín}$$

$$\underline{tf} := 0.2913 \text{ in} \quad \text{tf, espesor de Patín}$$

$$\underline{Aw} := tw \cdot [ha - (2 \cdot tf)]$$

$$Aw = 1.126 \text{ in}^2$$

$$\underline{h} := ha - (2 \cdot tf)$$

$$h = 5.717 \text{ in} \quad \text{h, Altura del alma}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{tw} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad \frac{h}{tw} = 29.033 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 63.576 \quad 29.033 \leq 63.576 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$\underline{Vn} := 0.60 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$$

$$Vn = 24.313 \text{ Klb}$$

$$V_{ux} = 3.034 \text{ Klb} \quad \text{Vux, Carga de corte aplicada}$$

$$\underline{Vu} := V_{ux}$$

$$\underline{Vd} := \phi_v \cdot Vn$$

$$Vd = 14.588 \text{ Klb} \quad \text{Vd, Resistencia de diseño al corte.}$$

$$Vd \geq Vu \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

$$\underline{Dm} := \frac{L}{240} \quad Dm = 0.339 \text{ in} \quad \text{Dm, deflexión permitida}$$

Código Ecuatoriano de la
Construcción
Capítulo 7, Numeral 7.1,
Tabla 7.1(a), Pg.6.

$$L = 81.409 \text{ in}$$

$$\underline{w} := 1.02 \text{ lb/in}$$

w, Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in

$$\underline{E} := 29000000 \text{ Psi}$$

E, Módulo de elasticidad en Psi

$$\underline{\Delta L} := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg, 284.

$$\Delta L = 1.003 \times 10^{-3} \text{ in}$$

$$\Delta L \leq Dm \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Cumple con el estado límite por deflexión.

Sección Viga Piso VGPIISO.

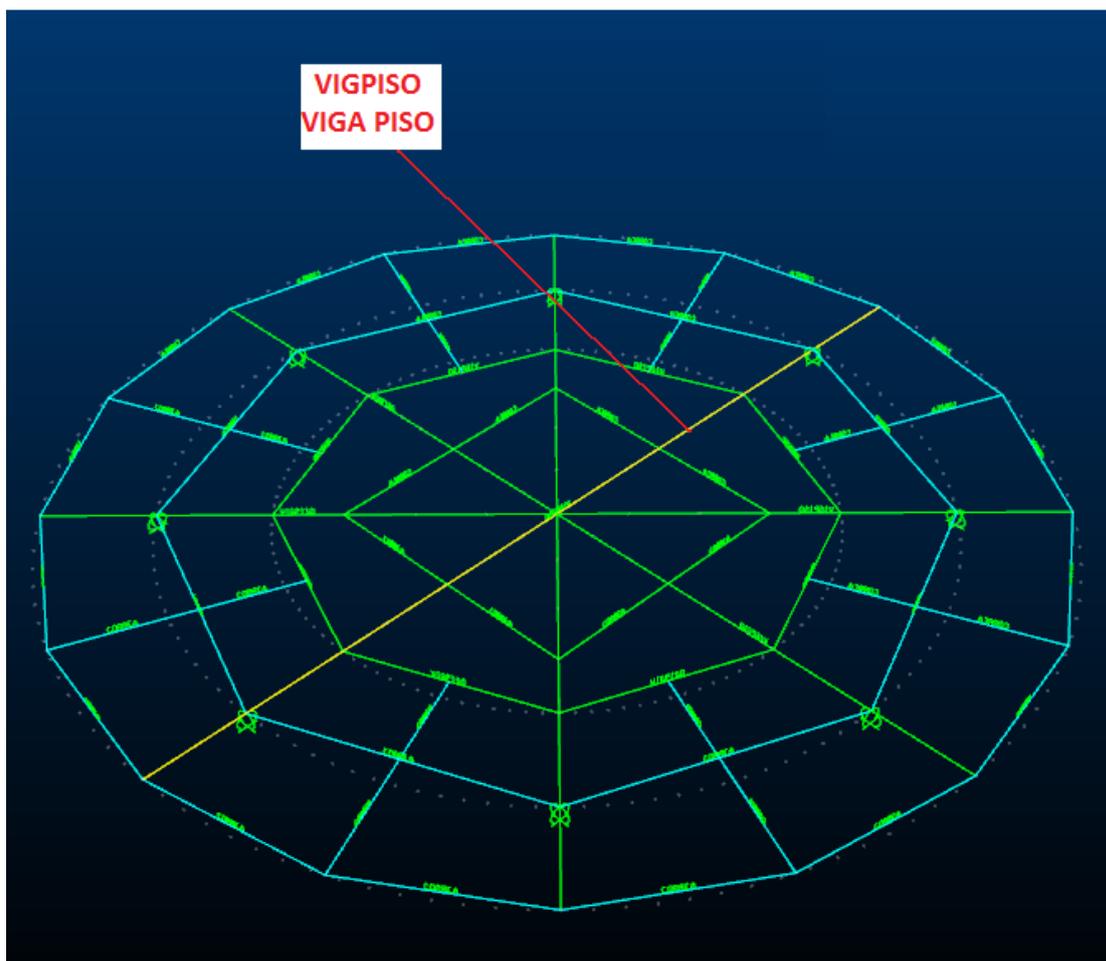


Figura 3.47 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK										Units	
Combo : DSTL2											
Units : Kip, in, F											
Frame	: 1113	Design Sect:	UIGPISO								
X Mid	: 0.000	Design Type:	Beam								
Y Mid	: 0.000	Frame Type:	Moment Resisting Frame								
Z Mid	: 0.000	Sect Class:	Compact								
Length	: 314.961	Major Axis:	0.000 degrees counterclockwise from local 3								
Loc	: 142.167	RLLF	: 1.000								
Area	: 2.481	SMajor	: 4.579	rMajor	: 2.255	AUMajor	: 1.020				
IMajor	: 12.620	SMinor	: 0.750	rMinor	: 0.659	AUMinor	: 1.301				
IMinor	: 1.077	ZMajor	: 5.233	E	: 29000.000						
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 1.164	Fy	: 36.000						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS											
Location		Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu				
142.167		28.003	64.591	-4.738E-04	0.028	-6.789E-05	-1.407E-06				
PHM DEMAND/CAPACITY RATIO											
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check					
(H1-1a)	0.707	= 0.348	+ 0.358	+ 0.000	0.950	OK					
AXIAL FORCE DESIGN											
Axial	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity								
	28.003	27.144	80.379								
MOMENT DESIGN											
Major Moment	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor			
Minor Moment	-4.738E-04	160.236	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.002		
		36.439	1.000	1.000	1.000	1.000	0.146				
SHEAR DESIGN											
Major Shear	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion						
Minor Shear	6.789E-05	19.827	0.001	OK	0.000						
		25.296	2.684E-06	OK	0.000						

Datos:

$P_u := 28.003$ Klb

$M_{ux} := 64.591$ Klb - in

$M_{uy} := 0.0004738$ Klb - in

$M_{cx} := 160.236$ Klb - in

$M_{cy} := 36.439$ Klb - in

$V_{ux} := 0.028$ Klb

$V_{uy} := 0.00006789$ Klb

$F_y = 36$ Ksi

$E := 29000$ Ksi

$L := 314.961$ in

$A := 2.481$ in²

$I_x := 12.62$ in⁴ $I_y := 1.077$ in⁴

$r_x := 2.255$ in $r_y := 0.659$ in $r := 0.659$ in r , Radio de Giro de la Sección, in

$S_x := 4.579$ in³ $S_y := 0.75$ in³ S , Módulo elástico de la sección transversal, in³

$Z_x := 5.233$ in³ $Z_y := 1.164$ in³ Z , Módulo plástico de la sección, in³

$K := 1$ K , Factor de longitud efectiva

$C_b := 1.002$ $\phi_c := 0.90$ ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

C_b , Coeficiente de Momentos $\phi_b := 0.90$ ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Perfil: IPE 140

P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.

Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in

M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in

V_u , Carga de corte, Klb

F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi

E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi

L , Longitud del elemento, in

A , área de la sección transversal, in²

I , Inercia de la sección, in⁴

r , Radio de Giro de la Sección, in

S , Módulo elástico de la sección transversal, in³

Z , Módulo plástico de la sección, in³

K , Factor de longitud efectiva

ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Fluencia:

$M_n := M_p$ Mn, Momento flexionante nominal, Klb-in

$M_p := F_y \cdot Z_x$ Mp, Momento flexionante lástico Klb-in, Ecuación F2-1 AISC 2005

$M_p = 188.388$ Klb - in

$M_n := M_p$ Mn = 188.388 Klb - in

Diseño de Vigas por Momentos:

$L_b < L_p$ Zona de falla, Zona 1: Pandeo Plástico (No Aplica Análisis).

$L_p \leq L_b \leq L_r$ Zona de falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

$L_b > L_r$ Zona de falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Entonces:

$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ Ecuación F2-5 AISC 2005

$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$ Ecuación F2-6 AISC 2005

$h_o := 5.2401$ in ho, Distancia entre centroides de patín, in

$C_w := \frac{I_y \cdot h_o^2}{4}$ Cw, Constante Torsional, in⁶

$r_{ts} := \left(\frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x} \right)^2$ Ecuación F2-7 AISC 2005

$r_{ts} = 0.38$

$c := 1$ c=1, ára secciones H y de doble simetría. Ecuación F2-8 AISC 2005

$J := 0.0646$ in⁴ J, Constante de Torsión, in⁴

Tabla 3.20 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		VIGPISO	
Properties			
Cross-section (axial) area	2.4808	Section modulus about 3 axis	4.5793
Torsional constant	0.0464	Section modulus about 2 axis	0.7498
Moment of Inertia about 3 axis	12.6201	Plastic modulus about 3 axis	5.2332
Moment of Inertia about 2 axis	1.0774	Plastic modulus about 2 axis	1.1645
Shear area in 2 direction	1.0199	Radius of Gyration about 3 axis	2.2554
Shear area in 3 direction	1.3012	Radius of Gyration about 2 axis	0.659

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J_c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J_c} \right)}}$$

$$L_b := L$$

$$L_b = 314.961 \quad \text{in}$$

$$L_p = 32.919 \quad \text{in} \quad L_r = 73.777 \quad \text{in}$$

$$L_b > L_r \rightarrow 1 \quad \text{Zona de Falla, Zona 3: Pandeo Elástico.}$$

Pandeo Lateral Torsional:

$$M_n := F_{cr} \cdot S_x \quad \text{Ecuación F2-3, AISC 2005}$$

$$M_n \leq M_p$$

$$F_{cr} := \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J_c}{S_x \cdot h_o} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \quad \text{Ecuación F2-4, AISC 2005}$$

$$M_n = 215.004 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_p = 188.388 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la flexión de menor valor será la resistencia nominal a la fluencia, M_n .

$$M_n := M_p \quad M_n = 188.388 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_d := \phi_b \cdot M_n \quad M_d, \text{ Momento de flexión de diseño.}$$

$$M_d = 169.549 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_{ux} = 64.591 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_{ux}, \text{ Momento aplicado al elemento}$$

$$M_u := M_{ux}$$

$$M_d \geq M_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, este elemento cumple con el estado límite de fluencia.

Resistencia al Corte:

$$\phi_v := 0.60 \quad \phi_v, \text{ Factor de resistencia al Corte.}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte, Klb}$$

$$V_d := V_u \quad V_u, \text{ Carga de corte, Klb}$$

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v \quad V_n, \text{ Resistencia nominal al Corte, Klb: Ecuación G2-1 AISC 2005}$$

$$A_w, \text{ Área del alma, in}^2$$

$$C_v, \text{ Coeficiente de corte del alma} = 1 \quad C_v := 1$$

Geometría de la Sección VIGPISO:

$$\underline{ha} := 5.5118 \text{ in} \quad \text{ha, Altura de la Sección}$$

$$\underline{tw} := 0.185 \text{ in} \quad \text{tw, Espesor del alma}$$

$$\underline{bf} := 2.874 \text{ in} \quad \text{bf, Ancho de Patín}$$

$$\underline{tf} := 0.2717 \text{ in} \quad \text{tf, espesor de Patín}$$

$$\underline{Aw} := tw \cdot [ha - (2 \cdot tf)]$$

$$Aw = 0.919 \text{ in}^2$$

$$\underline{h} := ha - (2 \cdot tf)$$

$$h = 4.968 \text{ in} \quad \text{h, Altura del alma}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{tw} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \frac{h}{tw} = 26.856 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 63.576 \quad 26.856 \leq 63.576 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$\underline{V_n} := 0.60 \cdot F_y \cdot Aw \cdot C_v$$

$$V_n = 19.854 \text{ Klb}$$

$$V_{ux} = 0.028 \text{ Klb} \quad \text{Vux, Carga de corte aplicada}$$

$$\underline{V_u} := V_{ux}$$

$$\underline{V_d} := \phi_v \cdot V_n$$

$$V_d = 11.912 \text{ Klb} \quad \text{Vd, Resistencia de diseño al corte.}$$

$$V_d \geq V_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

$$\underline{D_m} := \frac{L}{240} \quad D_m = 1.312 \text{ in} \quad \text{Dm, deflexión permitida}$$

Código Ecuatoriano de la
Construcción
Capítulo 7, Numeral 7.1,
Tabla 7.1(a), Pg.6.

$$L = 314.961 \text{ in}$$

$$\underline{w} := 0.84 \text{ lb/in}$$

w, Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in

$$\underline{E} := 29000000 \text{ Psi}$$

E, Módulo de elasticidad en Psi

$$\underline{\Delta L} := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg, 284.

$$\Delta L = 0.294 \text{ in}$$

$$\Delta L \leq D_m \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Cumple con el estado límite por deflexión.

Sección Viga Piso Correa CORREA1.

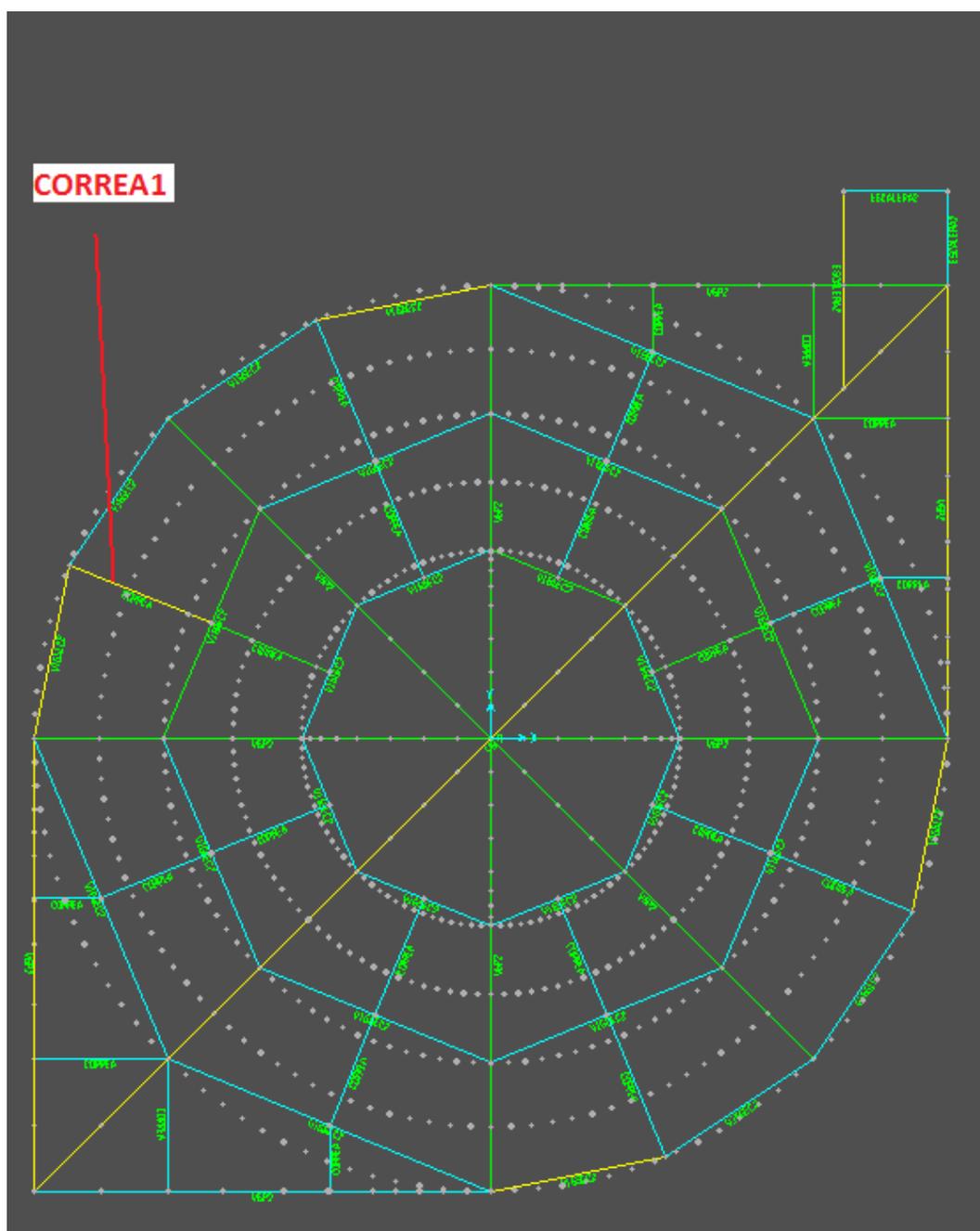
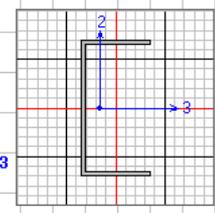


Figura 3.48 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK		Units Kip, in, F	
Combo	: DSTL2		
Units	: Kip, in, F		
Frame	: 815	Design Sect:	CORREA
X Mid	: -160.216	Design Type:	Beam
Y Mid	: 66.362	Frame Type:	Moment Resisting Frame
Z Mid	: 374.016	Sect Class:	Non-Compact
Length	: 70.396	Major Axis:	0.000 degrees counterclockwise from local 3
Loc	: 11.388	RLLF	: 1.000
Area	: 0.902	SMajor	: 1.115
IMajor	: 2.195	SMinor	: 0.240
IMinor	: 0.344	ZMajor	: 1.292
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 0.432
		rMajor	: 1.560
		rMinor	: 0.617
		E	: 29000.000
		Fy	: 36.000
		AUMajor	: 0.465
		AUMinor	: 0.465
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS			
Location	Pu	Mu33	Mu22
11.388	-6.684	-10.496	1.327
		Uu2	Uu3
		0.047	-0.174
			Tu
			6.699E-04
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO			
Governing Equation (H1-1a)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio
	0.883	0.480	0.256
			MMinor Ratio
			0.147
			Ratio Limit
			0.950
			Status Check
			OK
AXIAL FORCE DESIGN			
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-6.684	13.914	29.228
MOMENT DESIGN			
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor
Major Moment	-10.496	36.397	0.850
Minor Moment	1.701	10.307	0.850
			B1 Factor
			1.000
			B2 Factor
			1.000
			K Factor
			1.000
			L Factor
			1.000
			Cb Factor
			2.516
SHEAR DESIGN			
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio
Major Shear	0.047	9.040	0.005
Minor Shear	0.174	9.040	0.019
			Status Check
			OK
			Tu Torsion
			0.000



- Datos: Perfil: U 100x20x3 mm
- $P_u := 6.684$ Klb P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.
 - $M_{ux} := 10.496$ Klb - in Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in
 - $M_{uy} := 1.327$ Klb - in
 - $M_{cx} := 36.397$ Klb - in M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in
 - $M_{cy} := 10.307$ Klb - in
 - $V_{ux} := 0.047$ Klb V_u , Carga de corte, Klb
 - $V_{uy} := 0.174$ Klb
 - $F_y = 36$ Ksi F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi
 - $E := 29000$ Ksi E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi
 - $L := 70.396$ in L , Longitud del elemento, in
 - $A := 0.902$ in² A , área de la sección transversal, in²
 - $I_x := 2.195$ in⁴ $I_y := 0.344$ in⁴ I , Inercia de la sección, in⁴
 - $r_x := 1.560$ in $r_y := 0.617$ in $r := 0.617$ in r , Radio de Giro de la Sección, in
 - $S_x := 1.115$ in³ $S_y := 0.240$ in³ S , Módulo elástico de la sección transversal, in³
 - $Z_x := 1.292$ in³ $Z_y := 0.432$ in³ Z , Módulo plástico de la sección, in³
 - $K := 1$ K , Factor de longitud efectiva
 - $C_b := 2.516$ $\phi_c := 0.90$ ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

Cb, Coeficiente de Momentos $\phi_b := 0.90$ ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Fluencia:

$M_n := M_p$ M_n , Momento flexionante nominal, Klb-in

$M_p := F_y \cdot Z_x$ M_p , Momento flexionante lástico Klb-in, Ecuación F2-1 AISC 2005

$M_p = 46.512$ Klb – in

$M_n := M_p$ $M_n = 46.512$ Klb – in

Diseño de Vigas por Momentos:

$L_b < L_p$ Zona de falla, Zona 1: Pandeo Plástico (No Aplica Análisis).

$L_p \leq L_b \leq L_r$ Zona de falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

$L_b > L_r$ Zona de falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Entonces:

$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ Ecuación F2-5 AISC 2005

$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$ Ecuación F2-6 AISC 2005

$h_o := 3.8189$ in h_o , Distancia entre centroides de patín, in

$C_w := \frac{I_y \cdot h_o^2}{4}$ C_w , Constante Torsional, in⁶

$r_{ts} := \left(\frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x} \right)^2$ Ecuación F2-7 AISC 2005

$r_{ts} = 0.347$

$c := \frac{h_o}{2} \cdot \sqrt{\frac{I_y}{C_w}}$ c , para canales.

$c = 1$

$J := 0.004072$ in⁴ J , Constante de Torsión, in⁴

Tabla 3.21 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		CORREA	
Properties			
Cross-section (axial) area	0.9021	Section modulus about 3 axis	1.115
Torsional constant	4.072E-03	Section modulus about 2 axis	0.2398
Moment of Inertia about 3 axis	2.1948	Plastic modulus about 3 axis	1.2923
Moment of Inertia about 2 axis	0.3435	Plastic modulus about 2 axis	0.4318
Shear area in 2 direction	0.465	Radius of Gyration about 3 axis	1.5598
Shear area in 3 direction	0.465	Radius of Gyration about 2 axis	0.6171

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y}{E} \cdot \frac{S_x \cdot h_o}{J \cdot c} \right)}}$$

$$L_b := L$$

$$L_b = 70.396 \quad \text{in}$$

$$L_p = 30.821 \quad \text{in} \quad L_r = 46.153 \quad \text{in}$$

$L_b > L_r \rightarrow 1$ Zona de Falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Pandeo Lateral Torsional:

$$M_n := F_{cr} \cdot S_x \quad \text{Ecuación F2-3, AISC 2005}$$

$$M_n \leq M_p$$

$$F_{cr} := \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \quad \text{Ecuación F2-4, AISC 2005}$$

$$M_n = 5.607 \quad Klb - \text{in} \quad M_p = 46.512 \quad Klb - \text{in}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la flexión de menor valor será la resistencia nominal a la fluencia, M_n .

$$M_n := M_p \quad M_n = 46.512 \quad Klb - \text{in}$$

$$M_d := \phi_b \cdot M_n \quad M_d, \text{ Momento de flexión de diseño.}$$

$$M_d = 41.861 \quad Klb - \text{in}$$

$$M_{ux} = 10.496 \quad Klb - \text{in} \quad M_{ux}, \text{ Momento aplicado al elemento}$$

$$M_u := M_{ux}$$

$M_d \geq M_u \rightarrow 1$ OK Por lo tanto, este elemento cumple con el estado límite de fluencia.

Resistencia al Corte:

$$\phi_v := 0.60 \quad \phi_v, \text{ Factor de resistencia al Corte.}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte, Klb}$$

$$V_d := V_u \quad V_u, \text{ Carga de corte, Klb}$$

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v \quad V_n, \text{ Resistencia nominal al Corte, Klb: Ecuación G2-1 AISC 2005}$$

$$A_w, \text{ Área del alma, in}^2$$

$$C_v, \text{ Coeficiente de corte del alma} = 1 \quad C_v := 1$$

Geometría de la Sección CORREA:

$$\underline{ha} := 3.937 \quad \text{in} \quad \text{ha, Altura de la Sección}$$

$$\underline{tw} := 0.1181 \quad \text{in} \quad \text{tw, Espesor del alma}$$

$$\underline{bf} := 1.9685 \quad \text{in} \quad \text{bf, Ancho de Patín}$$

$$\underline{tf} := 0.1181 \quad \text{in} \quad \text{tf, espesor de Patín}$$

$$\underline{Aw} := tw \cdot [ha - (2 \cdot tf)]$$

$$Aw = 0.437 \quad \text{in}^2$$

$$\underline{h} := ha - (2 \cdot tf)$$

$$h = 3.701 \quad \text{in} \quad \text{h, Altura del alma}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{tw} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad \frac{h}{tw} = 31.336 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 63.576 \quad 31.336 \leq 63.576 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$\underline{Vn} := 0.60 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$$

$$Vn = 9.441 \quad \text{Klb}$$

$$Vux = 0.047 \quad \text{Klb} \quad \text{Vux, Carga de corte aplicada}$$

$$\underline{Vu} := Vux$$

$$\underline{Vd} := \phi_v \cdot Vn$$

$$Vd = 5.664 \quad \text{Klb} \quad \text{Vd, Resistencia de diseño al corte.}$$

$$Vd \geq Vu \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

$$\underline{Dm} := \frac{L}{240} \quad Dm = 0.293 \quad \text{in} \quad Dm, \text{ deflexión permitida} \quad \text{Código Ecuatoriano de la Construcción}$$

$$L = 70.396 \quad \text{in}$$

Capítulo 7, Numeral 7.1,
Tabla 7.1(a), Pg.6.

$$\underline{w} := 0.0537 \quad \text{lb/in}$$

w, Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in

$$\underline{E} := 29000000 \quad \text{Psi}$$

E, Módulo de elasticidad en Psi

$$\underline{\Delta L} := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot Ix}$$

Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg. 284.

$$\Delta L = 2.698 \times 10^{-4} \quad \text{in}$$

$$\Delta L \leq Dm \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Cumple con el estado límite por deflexión.

Sección Viga Piso Giratorio CORREA 2.

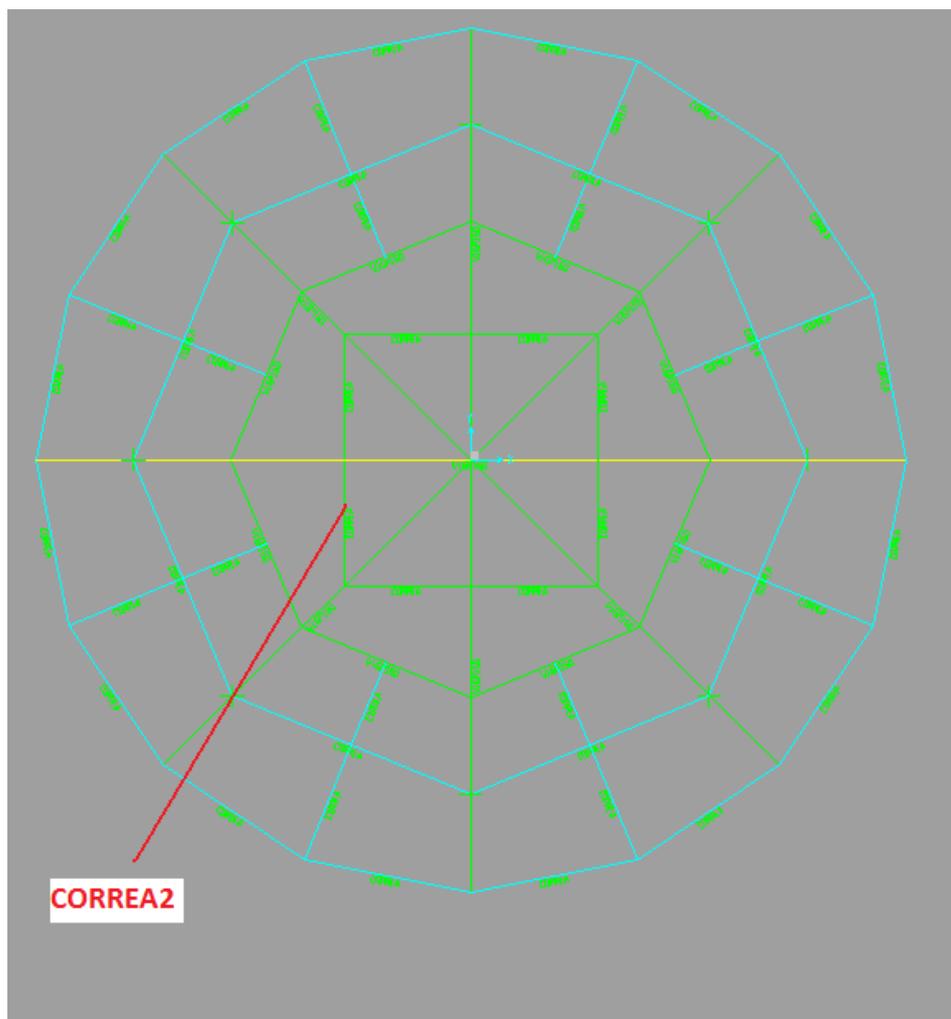


Figura 3.49 Posición del elemento en la estructura.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK

Units | Kip, in, F

Combo : DSTL2
Units : Kip, in, F

Frame : 205
X Mid : -45.940
Y Mid : -22.970
Z Mid : 0.000
Length : 45.940
Loc : 45.940

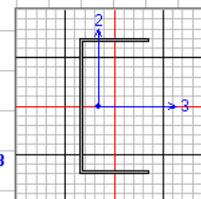
Design Sect: CORREA
Design Type: Beam
Frame Type: Moment Resisting Frame
Sect Class: Non-Compact
Major Axis: 0.000 degrees counterclockwise from local 3
RLLF : 1.000

Area : 0.608
IMajor : 1.508
IMinor : 0.236
Ixy : 0.000

SMajor : 0.766
SMinor : 0.163
ZMajor : 0.879
ZMinor : 0.293

rMajor : 1.575
rMinor : 0.623
E : 29000.000
Fy : 36.000

AUMajor: 0.310
AUMinor: 0.310



STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu
45.940	3.660	7.837	0.040	-0.044	-0.002	1.958E-04

PMH DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.500	0.093	0.400	0.007	0.950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
	3.660	12.165	19.686

MOMENT DESIGN

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	7.837	19.592	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.124
Minor Moment	0.040	5.696	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

SHEAR DESIGN

	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	0.044	6.026	0.007	OK	0.000
Minor Shear	0.002	6.026	0.000	OK	0.000

Datos:

Perfil: U 100x20x2 mm

- $P_u := 3.660$ Klb Pu, carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.
- $M_{ux} := 7.837$ Klb-in Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in
- $M_{uy} := 0.040$ Klb-in
- $M_{cx} := 19.592$ Klb-in Mc, resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in
- $M_{cy} := 5.696$ Klb-in
- $V_{ux} := 0.044$ Klb Vu, Carga de corte, Klb
- $V_{uy} := 0.002$ Klb
- $F_y = 36$ Ksi Fy, esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi
- $E := 29000$ Ksi E, Módulo de elasticidad del acero, Ksi
- $L := 45.94$ in L, Longitud del elemento, in
- $A := 0.608$ in² A, área de la sección transversal, in²
- $I_x := 1.508$ in⁴ $I_y := 0.236$ in⁴ I, Inercia de la sección, in⁴
- $r_x := 1.575$ in $r_y := 0.623$ in $r := 0.623$ in r, Radio de Giro de la Sección, in
- $S_x := 0.766$ in³ $S_y := 0.163$ in³ S, Módulo elástico de la sección transversal, in³
- $Z_x := 0.879$ in³ $Z_y := 0.293$ in³ Z, Módulo plástico de la sección, in³
- $K := 1$ K, Factor de longitud efectiva
- $C_b := 1.124$ $\phi_c := 0.90$ ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

C_b , Coeficiente de Momentos $\phi_b := 0.90$ ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Fluencia:

$M_n := M_p$ M_n , Momento flexionante nominal, Klb-in

$M_p := F_y \cdot Z_x$ M_p , Momento flexionante lástico Klb-in, Ecuación F2-1 AISC 2005

$M_p = 31.644$ Klb – in

$M_n := M_p$ $M_n = 31.644$ Klb – in

Diseño de Vigas por Momentos:

$L_b < L_p$ Zona de falla, Zona 1: Pandeo Plástico (No Aplica Análisis).

$L_p \leq L_b \leq L_r$ Zona de falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.

$L_b > L_r$ Zona de falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Entonces:

$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ Ecuación F2-5 AISC 2005

$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$ Ecuación F2-6 AISC 2005

$h_o := 3.8538$ in h_o , Distancia entre centroides de patín, in

$C_w := \frac{I_y \cdot h_o^2}{4}$ C_w , Constante Torsional, in⁶

$r_{ts} := \left(\frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x} \right)^2$ Ecuación F2-7 AISC 2005

$r_{ts} = 0.352$

$c := \frac{h_o}{2} \cdot \sqrt{\frac{I_y}{C_w}}$ c , para canales

$c = 1$

$J := 0.001231$ in⁴ J , Constante de Torsión, in⁴

Tabla 3.22 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		CORREA	
Properties			
Cross-section (axial) area	0.6076	Section modulus about 3 axis	0.7661
Torsional constant	1.231E-03	Section modulus about 2 axis	0.163
Moment of Inertia about 3 axis	1.5081	Plastic modulus about 3 axis	0.8792
Moment of Inertia about 2 axis	0.2358	Plastic modulus about 2 axis	0.2934
Shear area in 2 direction	0.31	Radius of Gyration about 3 axis	1.5755
Shear area in 3 direction	0.31	Radius of Gyration about 2 axis	0.623

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$$

$$L_b := L$$

$$L_b = 45.94 \quad \text{in}$$

$$L_p = 31.121 \quad \text{in} \quad L_r = 35.693 \quad \text{in}$$

$L_b > L_r \rightarrow 1$ Zona de Falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Pandeo Lateral Torsional:

$$M_n := F_{cr} \cdot S_x \quad \text{Ecuación F2-3, AISC 2005}$$

$$M_n \leq M_p$$

$$F_{cr} := \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \quad \text{Ecuación F2-4, AISC 2005}$$

$$M_n = 27.043 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_p = 31.644 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la flexión de menor valor será la resistencia nominal a la fluencia, M_n .

$$M_n := M_n \quad M_n = 27.043 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_d := \phi_b \cdot M_n \quad M_d, \text{ Momento de flexión de diseño.}$$

$$M_d = 24.339 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_{ux} = 7.837 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_{ux}, \text{ Momento aplicado al elemento}$$

$$M_u := M_{ux}$$

$$M_d \geq M_u \rightarrow 0.9 \cdot M_n \geq 7.837 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, este elemento cumple con el estado límite de fluencia.

Resistencia al Corte:

$$\phi_v := 0.60 \quad \phi_v, \text{ Factor de resistencia al Corte.}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte, Klb}$$

$$V_d := V_u \quad V_u, \text{ Carga de corte, Klb}$$

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v \quad V_n, \text{ Resistencia nominal al Corte, Klb: Ecuación G2-1 AISC 2005}$$

A_w , Área del alma, in²

$$C_v := 1 \quad C_v, \text{ Coeficiente de corte del alma} = 1$$

Geometría de la Sección CORREA:

$$\underline{ha} := 3.937 \quad \text{in} \quad \text{ha, Altura de la Sección}$$

$$\underline{tw} := 0.0787 \quad \text{in} \quad \text{tw, Espesor del alma}$$

$$\underline{bf} := 1.9685 \quad \text{in} \quad \text{bf, Ancho de Patín}$$

$$\underline{tf} := 0.0787 \quad \text{in} \quad \text{tf, espesor de Patín}$$

$$\underline{Aw} := tw \cdot [ha - (2 \cdot tf)]$$

$$Aw = 0.297 \quad \text{in}^2$$

$$\underline{h} := ha - (2 \cdot tf)$$

$$h = 3.78 \quad \text{in} \quad \text{h, Altura del alma}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{tw} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad \frac{h}{tw} = 48.025 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 63.576 \quad 48.025 \leq 63.576 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$\underline{Vn} := 0.60 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$$

$$Vn = 6.425 \quad \text{Klb}$$

$$Vux = 0.044 \quad \text{Klb} \quad \text{Vux, Carga de corte aplicada}$$

$$\underline{Vu} := Vux$$

$$\underline{Vd} := \phi_v \cdot Vn$$

$$Vd = 3.855 \quad \text{Klb} \quad \text{Vd, Resistencia de diseño al corte.}$$

$$Vd \geq Vu \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

$$\underline{Dm} := \frac{L}{240} \quad Dm = 0.191 \quad \text{in} \quad \text{Dm, deflexión permitida} \quad \text{Código Ecuatoriano de la Construcción}$$

$$L = 45.94 \quad \text{in}$$

Capítulo 7, Numeral 7.1,
Tabla 7.1(a), Pg.6.

$$\underline{w} := 0.21 \quad \text{lb/in}$$

w, Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in

$$\underline{E} := 29000000 \quad \text{Psi}$$

E, Módulo de elasticidad en Psi

$$\underline{\Delta L} := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot Ix}$$

Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg, 284.

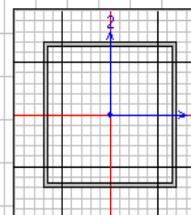
$$\Delta L = 2.785 \times 10^{-4} \quad \text{in}$$

$$\Delta L \leq Dm \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Cumple con el estado límite por deflexión.

Sección Columna Principal Elevador CLPEL.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK		Units: Kip, in, F						
Combo : DSTL2								
Units : Kip, in, F								
Frame : 15	Design Sect: CLPEL							
X Mid : 26,378	Design Type: Column							
Y Mid : 0,000	Frame Type : Moment Resisting Frame							
Z Mid : 63,976	Sect Class : Compact							
Length : 127,953	Major Axis : 0,000 degrees counterclockwise from local 3							
Loc : 64,173	RLLF : 1,000							
Area : 1,688	SMajor : 1,833	rMajor : 1,379	AVMajor: 0,875					
IMajor : 3,208	SMinor : 1,833	rMinor : 1,379	AVMinor: 0,875					
IMinor : 3,208	ZMajor : 2,137	E : 29000,000						
Ixy : 0,000	ZMinor : 2,137	Fy : 36,000						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu		
64,173	-5,184	0,172	0,152	-0,003	-0,002	0,000		
PMH DEMAND/CAPACITY RATIO								
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
(H1-1a)	0,336	= 0,332	+ 0,002	+ 0,002	0,950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN								
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial	-5,184	15,631	54,675					
MOMENT DESIGN								
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	0,172	69,230	0,850	1,000	1,000	2,755	0,502	1,964
Minor Moment	0,152	69,230	0,850	1,000	1,000	3,261	0,502	
SHEAR DESIGN								
	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion			
Major Shear	0,003	17,010	0,000	OK	0,000			
Minor Shear	0,002	17,010	0,000	OK	0,000			



Datos:

Perfil: 3 1/2 x 3 1/2 x 1/8 in

$P_u := 5.184$ Klb	P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.
$M_{ux} := 0.172$ Klb-in	Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in
$M_{uy} := 0.152$ Klb-in	
$M_{cx} := 69.23$ Klb-in	M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in
$M_{cy} := 69.23$ Klb-in	
$V_u := 0.003$ Klb	V_u , Carga de corte, Klb
$F_y = 36$ Ksi	F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi
$E := 29000$ Ksi	E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi
$L := 127.953$ in	L , Longitud del elemento, in
$A := 1.688$ in ²	A , área de la sección transversal, in ²
$I_x := 3.208$ in ⁴ $I_y := 3.208$ in ⁴	I , Inercia de la sección, in ⁴
$r_x := 1.379$ in $r_y := 1.379$ in	r , Radio de Giro de la Sección, in
$r := 1.379$ in	
$S_x := 1.833$ in ³ $S_y := 1.833$ in ³	S , Módulo elástico de la sección transversal, in ³
$Z_x := 2.137$ in ³ $Z_y := 2.137$ in ³	Z , Módulo plástico de la sección, in ³

$$K := 2.755$$

K, Factor de longitud efectiva

$$\phi_c := 0.90$$

ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

$$\phi_b := 0.90$$

ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Diseño por esfuerzo combinado Axial y Flexión:

$$P_d := \phi_c \cdot P_u$$

P_d , resistencia de diseño a la compresión axial, Klb

$$P_d \geq P_u$$

P_n , resistencia nominal a la compresión axial de la columna, Klb

$$P_d \geq A_g \cdot F_{cr}$$

Resistencia nominal del elemento, Ecuación E3-1 AISC 2005

$$F_{cr} := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2}$$

F_{cr} , Fuerza de pandeo por flexión, Klb

Esfuerzo crítico de Pandeo de Euler, Ksi

$$1. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_{cr}}\right) \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-2 Aisc 2005}$$

$$2. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} > 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-3 Aisc 2005}$$

Entonces:

$$\frac{K \cdot L}{r} = 255.628 \quad 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681 \quad \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \quad \text{Relación de esbeltez}$$

$$F_{cr} := 0.877 \cdot F_y$$

$$\text{Recomendado: } \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \leq 200$$

$$F_{cr} = 31.572 \quad \text{Ksi}$$

Para miembros a compresión

Por lo tanto la resistencia nominal a la compresión se obtiene de la ecuación E3-1 AISC 2005.

$$P_n := A_g \cdot F_{cr}$$

$$\frac{A_g}{A} := A$$

$$P_n = 53.294 \quad \text{Klb}$$

Calculando la resistencia de diseño a la compresión P_d :

$$P_d := \phi_c \cdot P_n$$

$$P_d = 47.964 \quad \text{Klb}$$

$$P_u = 5.184 \quad \text{Klb}$$

Entonces:

$$P_d \geq P_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

La carga de diseño es mayor que la carga axial de compresión (carga aplicada) de la columna.

Este elemento no solo está sometido a compresión, sino a esfuerzos combinados que provocan flexo-compresión, es decir que hay momentos considerables que ayudan a que la columna se pandee antes de llegar a su límite de pandeo.

P_r , resistencia de compresión axial requerida, carga aplicada usando combinaciones de carga LRFD, Klb

P_c , resistencia de compresión axial disponible, Klb

$$P_c := \phi_c \cdot P_n$$

1. Si: $\frac{Pr}{P_c} \geq 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{P_c} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1a AISC 2005

2. Si: $\frac{Pr}{P_c} < 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{2 \cdot P_c} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1b AISC 2005

$\underline{Pr} := Pu$ $Pr = 5.184$ Klb
 $P_c = 47.964$ Klb

$\underline{Mrx} := Mux$ $Mrx = 0.172$ Klb - in
 $\underline{Mry} := Muy$ $Mry = 0.152$ Klb - in

$Mcx = 69.23$ Klb - in
 $Mcy = 69.23$ Klb - in Mc , Resistencia disponible en los ejes x e y, Klb.

Entonces:

$$\frac{Pr}{P_c} = 0.108$$

$\frac{Pr}{P_c} < 0.20 \rightarrow 1$ OK Uso Ecuación H1-1b AISC 2005

$$\frac{Pr}{2P_c} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0 \rightarrow 1$$

$$\left[\frac{Pr}{2P_c} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \right] = 0.059 \quad 0.059 \leq 1.0 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta sección cumple con los requerimientos de esfuerzos combinados.

Otras propiedades de la sección.

Tabla 3.23 Propiedades de la sección.

Section Name: CLPEL			
Properties:			
Cross-section (axial) area	1.6875	Section modulus about 3 axis	1.8331
Torsional constant	4.8054	Section modulus about 2 axis	1.8331
Moment of Inertia about 3 axis	3.208	Plastic modulus about 3 axis	2.1367
Moment of Inertia about 2 axis	3.208	Plastic modulus about 2 axis	2.1367
Shear area in 2 direction	0.875	Radius of Gyration about 3 axis	1.3788
Shear area in 3 direction	0.875	Radius of Gyration about 2 axis	1.3788

Sección Riostra Elevador VGELV.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK		Units: Kip, in, F	
Combo	: DSTL2		
Units	: Kip, in, F		
Frame	: 105	Design Sect:	UGELV
X Mid	: 13,189	Design Type:	Brace
Y Mid	: 0,000	Frame Type:	Moment Resisting Frame
Z Mid	: 160,039	Sect Class:	Non-Compact
Length	: 69,383	Major Axis:	0,000 degrees counterclockwise from local 3
Loc	: 34,691	RLLF	: 1,000
Area	: 1,887	SMajor	: 0,321
IMajor	: 0,526	SMinor	: 0,949
IMinor	: 1,927	ZMajor	: 0,612
Ixy	: 0,000	ZMinor	: 1,456
		rMajor	: 0,528
		rMinor	: 1,011
		E	: 29000,000
		Fy	: 36,000
		AUMajor	: 0,582
		AUMinor	: 1,167
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS			
Location	Pu	Mu33	Mu22
34,691	-4,482	0,257	-0,005
		Uu2	Uu3
		-0,002	-0,002
		Tu	
		3,054E-05	
PMH DEMAND/CAPACITY RATIO			
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio
	0,113	= 0,096	+ 0,016
			+ 0,000
			Ratio Limit
			0,950
			Status Check
			OK
AXIAL FORCE DESIGN			
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-4,482	23,257	61,123
MOMENT DESIGN			
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor
Major Moment	0,257	15,587	0,850
Minor Moment	-0,005	30,760	0,242
		B1 Factor	B2 Factor
		1,000	1,000
		K Factor	L Factor
		1,000	1,000
		Factor	Factor
		1,000	1,000
		Factor	Factor
		1,000	1,000
		Factor	Factor
		1,000	1,000
SHEAR DESIGN			
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio
Major Shear	0,002	11,322	0,000
Minor Shear	0,002	22,691	0,000
		Status Check	Tu Torsion
		OK	0,000
		OK	0,000

Datos:

Perfil: WT 2 x 6.5 in

$P_u := 4.485$ Klb	P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.
$M_{ux} := 0.257$ Klb-in	Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in
$M_{uy} := 0.005$ Klb-in	
$M_{cx} := 15.587$ Klb-in	M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in
$M_{cy} := 30.760$ Klb-in	
$V_u := 0.002$ Klb	V_u , Carga de corte, Klb
$F_y = 36$ Ksi	F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi
$E := 29000$ Ksi	E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi
$L := 69.383$ in	L , Longitud del elemento, in
$A := 1.887$ in ²	A , área de la sección transversal, in ²
$I_x := 0.526$ in ⁴	I , Inercia de la sección, in ⁴
$I_y := 1.927$ in ⁴	
$r_x := 0.528$ in	r , Radio de Giro de la Sección, in
$r_y := 1.011$ in	
$r := 0.528$ in	
$S_x := 0.321$ in ³	S , Módulo elástico de la sección transversal, in ³
$S_y := 0.949$ in ³	
$Z_x := 0.612$ in ³	Z , Módulo plástico de la sección, in ³
$Z_y := 1.456$ in ³	
$K := 1$	K , Factor de longitud efectiva

$$\phi_c := 0.90$$

ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD

$$\phi_b := 0.90$$

ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Diseño por esfuerzo combinado Axial y Flexión:

$$P_d := \phi_c \cdot P_u$$

P_d , resistencia de diseño a la compresión axial, Klb

$$P_d \geq P_u$$

P_n , resistencia nominal a la compresión axial de la columna, Klb

$$P_d \geq A_g \cdot F_{cr}$$

Resistencia nominal del elemento, Ecuación E3-1 AISC 2005

$$F_{cr} := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2}$$

F_{cr} , Fuerza de pandeo por flexión, Klb

Esfuerzo crítico de Pandeo de Euler, Ksi

$$1. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-2 Aisc 2005}$$

$$2. \text{ Si } \frac{K \cdot L}{r} > 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Usar: } F_{cr} := 0.877 \cdot F_y \quad \text{Ecuación E3-3 Aisc 2005}$$

Entonces:

$$\frac{K \cdot L}{r} = 131.407 \quad 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681 \quad \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \quad \text{Relación de esbeltez}$$

$$F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y \quad \text{Recomendado: } \left(\frac{K \cdot L}{r}\right) \leq 200$$

Para miembros a compresión

$$F_{cr} = 14.505 \quad \text{Ksi}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la compresión se obtiene de la ecuación E3-1 AISC 2005.

$$P_n := A_g \cdot F_{cr}$$

$$A_g := A$$

$$P_n = 27.37 \quad \text{Klb}$$

Calculando la resistencia de diseño a la compresión P_d :

$$P_d := \phi_c \cdot P_n$$

$$P_d = 24.633 \quad \text{Klb} \quad P_u = 4.485 \quad \text{Klb}$$

Entonces:

$$P_d \geq P_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

La carga de diseño es mayor que la carga axial de compresión (carga aplicada) de la columna.

Este elemento no solo está sometido a compresión, sino a esfuerzos combinados que provocan flexo-compresión, es decir que hay momentos considerables que ayudan a que la columna se pandee antes de llegar a su límite de pandeo.

P_r , resistencia de compresión axial requerida, carga aplicada usando combinaciones de carga LRFD, Klb

P_c , resistencia de compresión axial disponible, Klb

$$P_c := \phi_c \cdot P_n$$

1. Si: $\frac{Pr}{Pc} \geq 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9} \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1a AISC 2005

2. Si: $\frac{Pr}{Pc} < 0.20$ Usar: $\frac{Pr}{2 \cdot Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0$ Ecuación H1-1b AISC 2005

$\frac{Pr}{Pc} := Pu$ $Pr = 4.485$ Klb $\frac{Mrx}{Pc} := Mux$ $Mrx = 0.257$ Klb - in
 $Pc = 24.633$ Klb $\frac{Mry}{Pc} := Muy$ $Mry = 5 \times 10^{-7}$ Klb - in
 $Mcx = 15.587$ Klb - in $Mcy = 30.76$ Klb - in
 Mc, Resistencia disponible en los ejes x e y, Klb.

Entonces:

$$\frac{Pr}{Pc} = 0.182$$

$$\frac{Pr}{Pc} < 0.20 \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Uso Ecuación H1-1b AISC 2005}$$

$$\frac{Pr}{2Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \leq 1.0 \rightarrow 1$$

$$\left[\frac{Pr}{2 \cdot Pc} + \left(\frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right) \right] = 0.108 \quad 0.108 \leq 1.0 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta sección cumple con los requerimientos de esfuerzos combinados.

Otras propiedades de la sección.

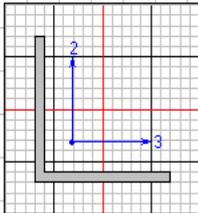
Tabla 3.24 Propiedades de la sección.

Property Data			
Section Name		VGELV	
Properties			
Cross-section (axial) area	1.8865	Section modulus about 3 axis	0.3207
Torsional constant	0.0664	Section modulus about 2 axis	0.9494
Moment of Inertia about 3 axis	0.5259	Plastic modulus about 3 axis	0.6115
Moment of Inertia about 2 axis	1.9272	Plastic modulus about 2 axis	1.4557
Shear area in 2 direction	0.5824	Radius of Gyration about 3 axis	0.528
Shear area in 3 direction	1.1673	Radius of Gyration about 2 axis	1.0107

OK

Sección Secundaria Elevador VIGSEC.

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK		Units: Kip, in, F	
Combo	: DSTL2		
Units	: Kip, in, F		
Frame	: 19	Design Sect:	VIGSEC
X Mid	: 0,000	Design Type:	Beam
Y Mid	: 23,622	Frame Type	: Moment Resisting Frame
Z Mid	: 255,906	Sect Class	: Slender
Length	: 47,244	Major Axis	: 0,000 degrees counterclockwise from local 3
Loc	: 0,000	RLLF	: 1,000
Area	: 0,902	SMajor	: 0,303
IMajor	: 0,547	SMinor	: 0,303
IMinor	: 0,547	ZMajor	: 0,545
Ixy	: -0,326	ZMinor	: 0,545
Theta	: 45,000	rMajor	: 0,778
		rMinor	: 0,778
		rMax	: 0,983
		rMin	: 0,495
		AUMajor	: 0,469
		AUMinor	: 0,469
		E	: 29000,000
		Fy	: 36,000



STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu	
0,000	-0,031	-2,688	-0,025	-0,230	-0,016	-1,760E-04	
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation (SAM 6-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
(SAM 6-1b)	0,334	= 0,000	+ 0,122	+ 0,211	0,950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity				
Axial	-0,031	17,928	29,236				
MOMENT DESIGN							
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor
Major Moment	-1,919	15,704	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500
Minor Moment	1,885	8,953	1,000	1,001	1,000	1,000	1,000
SHEAR DESIGN							
	Vu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion		
Major Shear	0,230	9,113	0,025	OK	0,000		
Minor Shear	0,016	9,113	0,002	OK	0,000		

Datos:

$P_u := 0.031$ Klb	Perfil: L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16 in	P_u , carga Axial a Compresión de la Columna, Klb.
$M_{ux} := 1.919$ Klb - in		Resistencias de flexión requeridas en los ejes, Klb-in
$M_{uy} := 1.885$ Klb - in		
$M_{cx} := 15.704$ Klb - in		M_c , resistencia de diseño a la Flexión, Klb-in
$M_{cy} := 8.953$ Klb - in		
$V_{ux} := 0.230$ Klb		V_u , Carga de corte, Klb
$V_{uy} := 0.016$ Klb		
$F_y = 36$ Ksi		F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi
$E := 29000$ Ksi		E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi
$L := 47.244$ in		L , Longitud del elemento, in
$A := 0.902$ in ²		A , área de la sección transversal, in ²
$I_x := 0.547$ in ⁴	$I_y := 0.547$ in ⁴	I , Inercia de la sección, in ⁴
$r_x := 0.778$ in	$r_y := 0.778$ in	$r := 0.778$ in
		r , Radio de Giro de la Sección, in
$S_x := 0.303$ in ³	$S_y := 0.303$ in ³	S , Módulo elástico de la sección transversal, in ³
$Z_x := 0.545$ in ³	$Z_y := 0.545$ in ³	Z , Módulo plástico de la sección, in ³

$K := 1$ K, Factor de longitud efectiva
 $C_b := 1.0$ $\phi_c := 0.90$ ϕ_c , Factor de resistencia a la compresión, LRFD
 Cb, Coeficiente de Momentos $\phi_b := 0.90$ ϕ_b , Factor de resistencia a la flexión, LRFD

Fluencia:

$M_n := M_p$ Mn, Momento flexionante nominal, Klb-in
 $M_p := F_y \cdot Z_x$ Mp, Momento flexionante lástico Klb-in, Ecuación F2-1 AISC 2005
 $M_p = 19.62$ Klb - in
 $M_n := M_p$ Mn = 19.62 Klb - in

Diseño de Vigas por Momentos:

$L_b < L_p$ Zona de falla, Zona 1: Pandeo Plástico (No Aplica Análisis).
 $L_p \leq L_b \leq L_r$ Zona de falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.
 $L_b > L_r$ Zona de falla, Zona 3: Pandeo Elástico.

Entonces:

$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ Ecuación F2-5 AISC 2005

$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$ Ecuación F2-6 AISC 2005

$h_o := 0.983$ in ho, Distancia entre centroides de patín, in

$C_w := \frac{I_y \cdot h_o^2}{4}$ Cw, Constante Torsional, in⁶

$r_{ts} := \left(\frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x} \right)^2$ Ecuación F2-7 AISC 2005

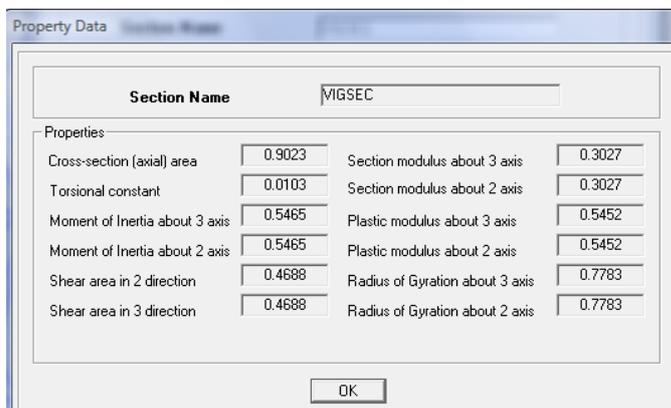
$r_{ts} = 0.787$

$c := \frac{h_o}{2} \cdot \sqrt{\frac{I_y}{C_w}}$ c, para canales

$c = 1$

$J := 0.0103$ in⁴ J, Constante de Torsión, in⁴

Tabla 3.25 Propiedades de la sección.



$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \left(\frac{E}{0.70 \cdot F_y} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.70 \cdot F_y \cdot S_x \cdot h_o}{E \cdot J \cdot c} \right)}}$$

$$L_b := L$$

$$L_b = 47.244 \quad \text{in}$$

$$L_p = 38.863 \quad \text{in} \quad L_r = 474.011 \quad \text{in}$$

$$L_p \leq L_b < L_r \rightarrow 1 \quad \text{Zona de Falla, Zona 2: Pandeo Inelástico.}$$

Pandeo Lateral Torsional:

$$M_n := C_b \cdot \left[M_p - (M_p - 0.70 \cdot F_y \cdot S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \quad \text{Ecuación F2-2, AISC 2005}$$

$$M_n \leq M_p$$

$$M_n = 19.389 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_p = 19.62 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

Por lo tanto la resistencia nominal a la flexión de menor valor será la resistencia nominal a la fluencia, M_n .

$$M_n := M_n \quad M_n = 19.389 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_d := \phi_b \cdot M_n \quad M_d, \text{ Momento de flexión de diseño.}$$

$$M_d = 17.45 \quad \text{Klb} - \text{in}$$

$$M_{ux} = 1.919 \quad \text{Klb} - \text{in} \quad M_{ux}, \text{ Momento aplicado al elemento}$$

$$M_u := M_{ux}$$

$$M_d \geq M_u \rightarrow 0.9 \cdot M_n \geq 1.919 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, este elemento cumple con el estado límite de fluencia.

Resistencia al Corte:

$$\phi_v := 0.60 \quad \phi_v, \text{ Factor de resistencia al Corte.}$$

$$V_d := \phi_v \cdot V_n \quad V_d, \text{ Resistencia de diseño al corte, Klb}$$

$$V_d := V_u \quad V_u, \text{ Carga de corte, Klb}$$

$$V_n := 0.60 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v \quad V_n, \text{ Resistencia nominal al Corte, Klb: Ecuación G2-1 AISC 2005}$$

$$A_w, \text{ Área del alma, in}^2$$

$$C_v, \text{ Coeficiente de corte del alma} = 1 \quad C_v := 1$$

Geometría de la Sección VIGSEC:

$$\underline{ha} := 3.937 \quad \text{in} \quad \text{ha, Altura de la Sección}$$

$$\underline{tw} := 0.0787 \quad \text{in} \quad \text{tw, Espesor del alma}$$

$$\underline{bf} := 1.9685 \quad \text{in} \quad \text{bf, Ancho de Patín}$$

$$\underline{tf} := 0.0787 \quad \text{in} \quad \text{tf, espesor de Patín}$$

$$\underline{Aw} := tw \cdot [ha - (2 \cdot tf)]$$

$$Aw = 0.297 \quad \text{in}^2$$

$$\underline{h} := ha - (2 \cdot tf)$$

$$h = 3.78 \quad \text{in} \quad \text{h, Altura del alma}$$

$$\text{Si: } \frac{h}{tw} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad \frac{h}{tw} = 48.025 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 63.576 \quad 48.025 \leq 63.576 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$\underline{Vn} := 0.60 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$$

$$Vn = 6.425 \quad \text{Klb}$$

$$V_{ux} = 0.23 \quad \text{Klb} \quad \text{Vux, Carga de corte aplicada}$$

$$\underline{Vu} := V_{ux}$$

$$\underline{Vd} := \phi_v \cdot Vn$$

$$Vd = 3.855 \quad \text{Klb} \quad \text{Vd, Resistencia de diseño al corte.}$$

$$Vd \geq Vu \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El elemento cumple con el estado límite de resistencia al corte.

Estado Límite por Deflexión:

Deflexión máxima (condición):

$$\underline{Dm} := \frac{L}{240} \quad Dm = 0.197 \quad \text{in} \quad \text{Dm, deflexión permitida} \quad \begin{array}{l} \text{Código Ecuatoriano de la} \\ \text{Construcción} \\ \text{Capítulo 7, Numeral 7.1, Tabla} \\ \text{7.1(a), Pg.6.} \end{array}$$

$$L = 47.244 \quad \text{in}$$

$$\underline{w} := 0.21 \quad \text{lb/in} \quad \text{w, Carga total de servicio (tomado de Sap 2000), lb/in}$$

$$\underline{E} := 29000000 \quad \text{Psi} \quad \text{E, Módulo de elasticidad en Psi}$$

$$\underline{\Delta L} := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \quad \text{Mc. Cormac, 2002, Diseño de Estructuras de Acero, Pg, 284.}$$

$$\Delta L = 8.587 \times 10^{-4} \quad \text{in}$$

$$\Delta L \leq Dm \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Cumple con el estado límite por deflexión.}$$

3.1.4.3 Diseño de la Placa Base para columnas cargadas axialmente.

DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO, MÉTODO LRFD, Mc. CORMAC, Pag. 681

Placa Base para Columna Principal:

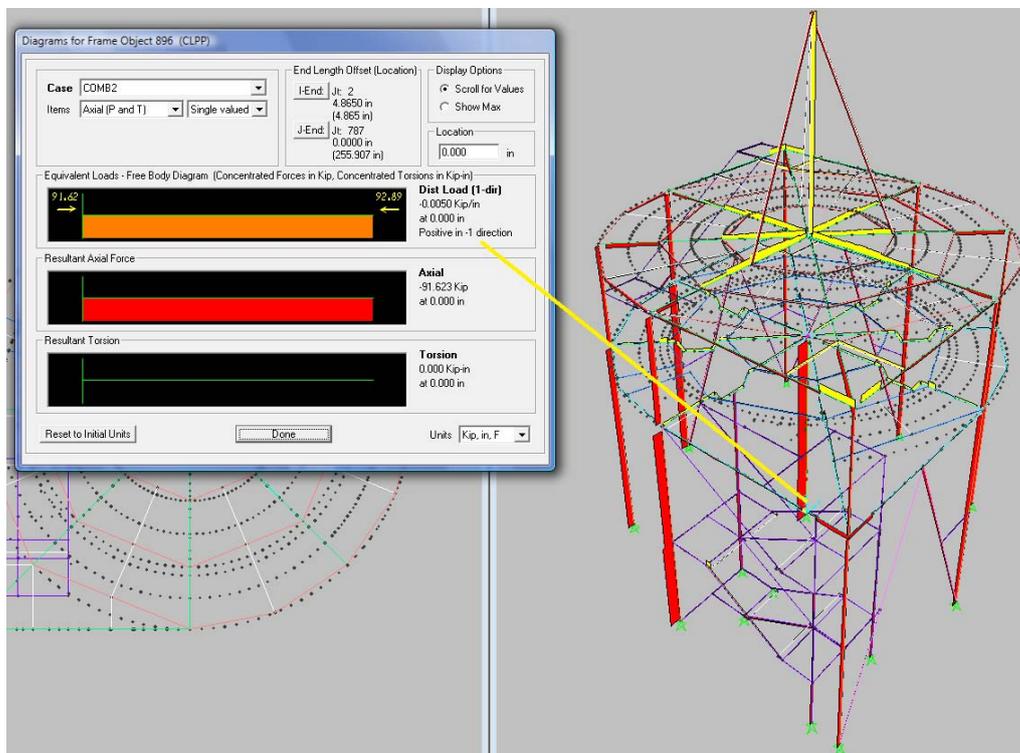


Figura 3.50 Carga axial en columna principal.

Datos:

$$P_u := 138.281 \text{ Klb}$$

P_u , Carga axial a la Tensión.

$$M_{ux} := 139.505 \text{ Klb} \cdot \text{in}$$

$$M_{uy} := 22.407 \text{ Klb} \cdot \text{in}$$

$$\phi_t := 0.60$$

ϕ_t , Factor de resistencia ala tensión.

$$\phi_c := 0.60$$

$$f_c := 2.98 \text{ Klb/in}^2 \quad f_c, \text{ Resistencia a la compresión del concreto}$$

A_1 , Área de la placa, in²

A_2 , Área máxima de la porción de concreto soportante, in².

$$K := 2.046$$

$$L := 255.907 \text{ in} \quad L, \text{ longitud de la columna.}$$

$$B := 22.55 \text{ in} \quad B \text{ y } N, \text{ dimensiones de la placa}$$

$$N := 22.55 \text{ in}$$

$$D := 12.75 \text{ in} \quad D, \text{ Diámetro de la columna}$$

P_p , resistencia de aplastamiento nominal.

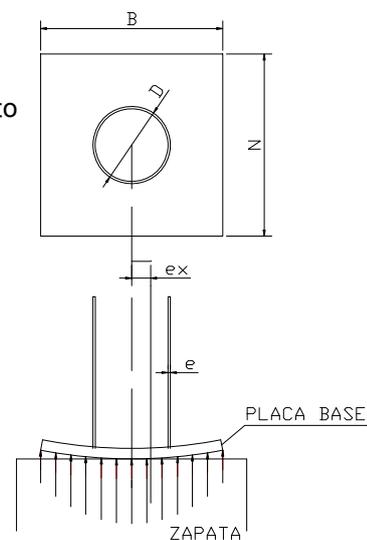


Figura 3.51 Geometría placa base.

$$P_d := \phi_c \cdot P_p \geq P_u$$

Sección J8, AISC 2005

a) Cuando la placa está apoyada sobre toda el área del hormigón:

$$P_p := 0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \quad \text{Ecuación J8-1, AISC 2005}$$

b) Cuando la placa no está soportada en toda el área del hormigón:

$$P_p := 0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.70 \cdot f_c \cdot A_1 \quad \text{Ecuación J8-2, AISC 2005}$$

$$A_1 := \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

$$A_1 = 127.676 \quad \text{in}^2$$

$$A_2 := B \cdot N = 508.503 \quad \text{in}^2$$

$$P_p := 0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \quad \text{Ecuación J8-2, AISC 2005}$$

$$P_p = 645.412 \quad \text{Klb} \quad P_p, \text{ resistencia nominal de aplastamiento.}$$

$$1.70 \cdot f_c \cdot A_1 = 646.808 \quad \text{Klb}$$

$$0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.70 \cdot f_c \cdot A_1 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la resistencia de diseño P_d se define como:

$$P_d := \phi_c \cdot P_p$$

$$P_d = 387.247 \quad \text{Klb} \quad P_u = 138.281 \quad \text{Klb} \quad P_d \geq P_u \rightarrow 1$$

Pero por acción de los momentos existentes en este elemento, se debe evaluar P_u como una carga equivalente P_{ueq} , misma que se calcula a continuación:

$$P_{ueq} := P_u + m \cdot M_{ux} + u \cdot m \cdot M_{uy} \quad m := 1.3 \quad u := 2 \quad \frac{K \cdot L}{12} = 43.632 \quad \text{ft}$$

Donde m y u , se obtienen de la Tabla 3-2 LRFD páginas 3-12.

$$P_{ueq} := P_u + m \cdot M_{ux} + u \cdot m \cdot M_{uy}$$

$$P_{ueq} = 377.896 \quad \text{Klb} \quad P_d = 387.247 \quad \text{Klb}$$

$$P_d \geq P_{ueq} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Entonces la carga de diseño es superior a la carga existente.}$$

Para calcular el espesor de la placa se toma momentos en las dos direcciones como si la placa se encontrara en voladizo con las mismas dimensiones m y n , que se determinaron en la geometría de la placa y la columna.

$$m := \frac{B - D}{2} \quad n := \frac{N - D}{2} \quad F_y = 36 \quad \text{Kips}$$

$$m = 4.9 \quad \text{in}$$

$$n = 4.9 \quad \text{in}$$

$$t1 := m \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot Pu}{0.90 \cdot Fy \cdot B \cdot N}} \quad \text{y/o} \quad t2 := n \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot Pu}{0.90 \cdot Fy \cdot B \cdot N}}$$

$$t1 = 0.635 \quad \text{in} \quad t2 = 0.635 \quad \text{in}$$

Geometría Final de la Placa:

$$B = 22.55 \quad \text{in}$$

$$N = 22.55 \quad \text{in}$$

$$t1 = 0.635 \quad \text{in} \quad \text{Usaremos placas de } 41/64 \text{ in,}$$

16.27 mm.

$$\frac{41}{64} = 0.641 \quad \text{in} \quad \text{Según catálogo de Aceros DIPAC}$$

Pg. 15.

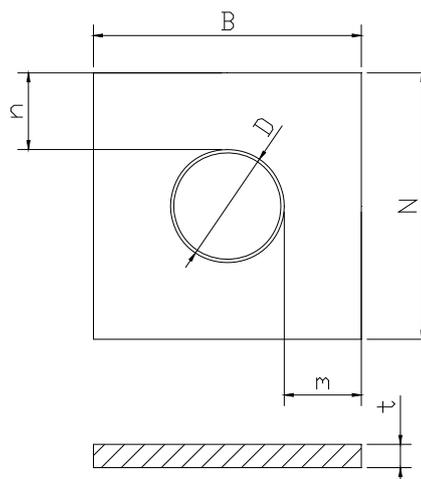


Figura 3.52 Geometría placa base.

Soldadura entre Columna Principal y Placa Base:

$$Lcs := \pi \cdot D \quad Lcs, \text{ Longitud del cordón de soldadura.}$$

$$Lcs = 40.055 \quad \text{in}$$

$$Tc := \frac{Mux}{D} \quad Tc, \text{ Torque en el punto extremo del cordón respecto al centro de la columna.}$$

$$Tc = 10.942 \quad \text{Klb}$$

Resistencia de la soldadura de filete de 1 pulgada de largo usando electrodo E70xx

$$E70 := 70 \quad \text{Ksi}$$

$$\phi_r := 0.75 \quad \phi_r, \text{ Factor de cortante en la soldadura}$$

$$Fw := 0.60 \quad \text{Ksi} \quad Fw, \text{ resistencia nominal de la soldadura}$$

$$Rs := \phi_r \cdot Fw \cdot E70 \cdot 1 \quad \text{Tabla J2.25 LRFD Pg. 6-78}$$

$$Rs = 31.5 \quad \text{Klb/in}$$

$$Tms := \frac{Tc}{Lcs \cdot Rs} \quad Tms, \text{ Tamaño requerido de la soldadura.}$$

$$Tms = 8.672 \times 10^{-3} \quad \text{in}$$

Usaremos Soldadura de 1/4 de pulgada.

Pernos de Anclaje (Procedimiento LRFD):

$$M := n \cdot F \cdot d_o$$

M, momento de volteo en la base de la columna, Klb-in

F, Fuerza de tensión requerida para el perno de anclaje, Klb

d_o, Distancia entre centros de pernos de anclaje, in

n, Número de pernos de anclaje a cada lado a 5 veces el diámetro del perno de anclaje.

ψ_t, Factor de resistencia a la tensión 0.90

d, Diámetro del perno de anclaje, in.

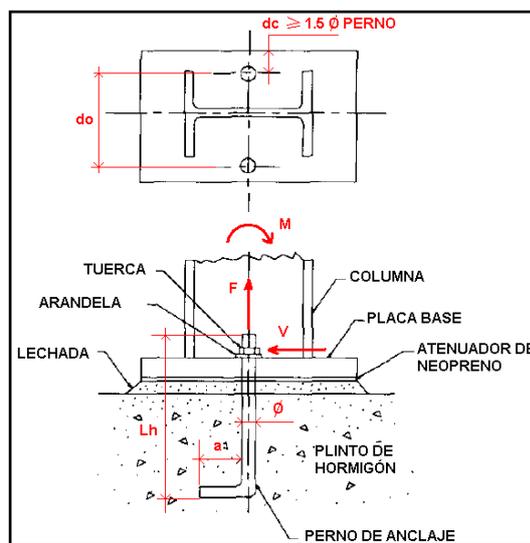


Figura 3.53 Pernos de anclaje.

1. Determinar la resistencia requerida del perno de anclaje:

$$F := T_u \quad \psi_t := 0.90 \quad \text{Donde } F_u, \text{ es el esfuerzo a la ruptura para varillas de acero, en nuestro caso ADELCA-ECUADOR nos brinda un dato de } F_u = 56 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (79Ksi), } A_g \text{ es el área del perno en pulgadas.}$$

$$T_u := 0.75 \cdot \psi_t \cdot F_u \cdot A_g$$

2. Se determina la longitud del perno de anclaje dentro del plinto de hormigón.

$$L_h := \frac{\left(\frac{T_u}{2}\right)}{0.70 \cdot f_c \cdot d}$$

Datos:

$$M_{ux} = 139.505 \text{ Klb} - \text{in} \quad M := M_{ux} \quad f_c = 2.98 \text{ Klb/in}^2$$

$$n := 2$$

$$d_o := 17.65 \text{ in} \quad F_u := 79 \text{ Ksi}$$

$$d := 0.78 \text{ in} \quad d, \text{ Diámetro del perno.}$$

$$F := \frac{M}{n \cdot d_o} \quad A_g := \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad A_g = 0.478 \text{ in}^2$$

$F = 3.952$ Klb Carga de tensión para el perno (carga solicitada)

$T_u := 0.75 \cdot \phi_t \cdot F_u \cdot A_g$ Método LRFD

$T_u = 25.481$ Klb $F = 3.952$ Klb T_u , resistencia del perno.

$L_h := \frac{\left(\frac{T_u}{2}\right)}{0.70 \cdot f_c \cdot d}$ longitud del perno de anclaje dentro del hormigón.

$L_h = 7.83$ in $L_{hm} := L_h \cdot 25.4 = 198.886$ mm

$L_{ht} := L_h + 5 \cdot d + t_1 + 2$ Longitud de perno, mas longitud de pata, mas espesor de placa y mas longitud roscada.

$L_{ht} = 14.365$ in

$L_{thm} := L_{ht} \cdot 25.4 = 364.872$ mm

Placa Base par Columna Secundaria:

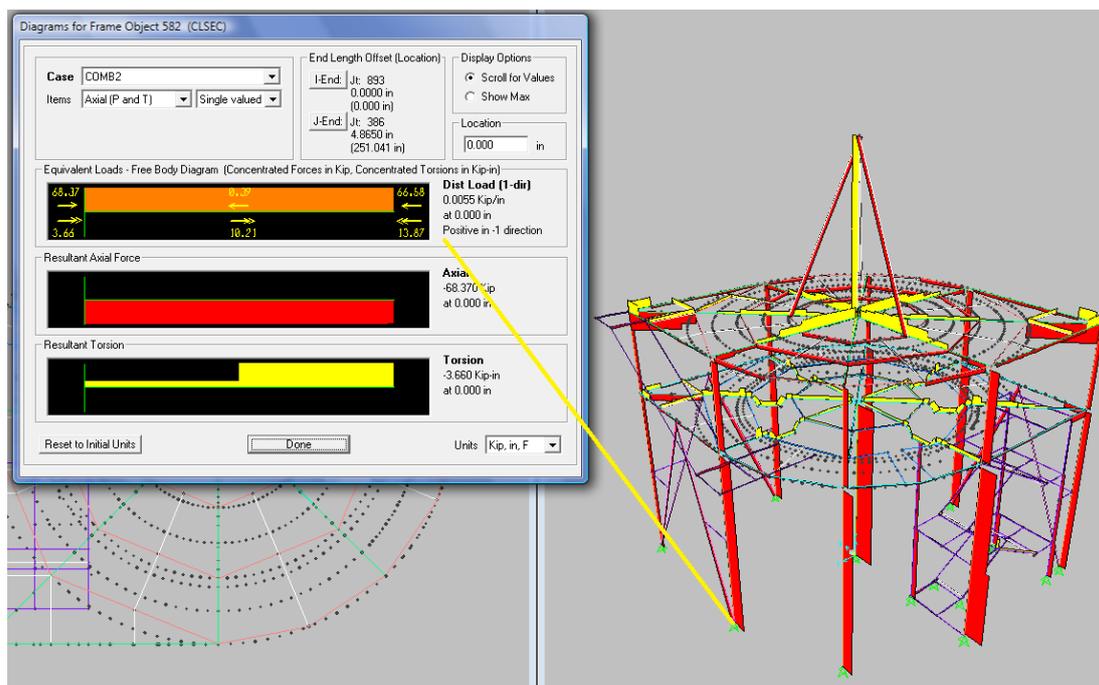


Figura 3.54 Carga axial en columna secundaria.

Datos:

$P_u := 66.060$ Klb

P_u , Carga axial a la Tensión.

$M_{ux} := 63.850$ Klb - in

$M_{uy} := 64.696$ Klb - in

$\phi_t := 0.60$

ϕ_t , Factor de resistencia ala tensión.

$\phi_c := 0.60$

$f_c := 2.98$ Klb/in²

f_c , Resistencia a la compresión del concreto

A_1 , Área de la placa, in²

A_2 , Área máxima de la porción de concreto soportante, in².

$$K := 2.987$$

$$L := 255.907 \quad \text{in} \quad L, \text{ longitud de la columna.}$$

$$B := 22.55 \quad \text{in} \quad B \text{ y } N, \text{ dimensiones de la placa}$$

$$N := 22.55 \quad \text{in}$$

$$D := 12.75 \quad \text{in} \quad D, \text{ Diámetro de la columna}$$

P_p , resistencia de aplastamiento nominal.

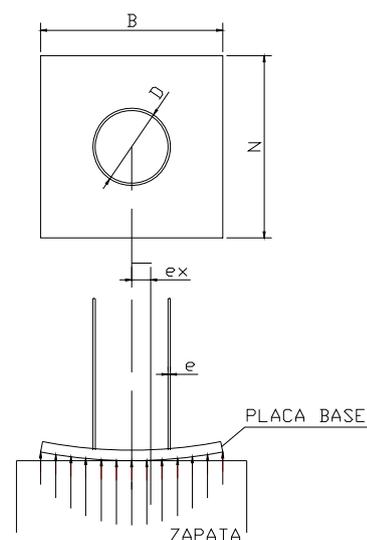


Figura 3.51 Geometría placa base.

$$P_d := \phi_c \cdot P_p \geq P_u$$

Sección J8, AISC 2005

a) Cuando la placa está apoyada sobre toda el área del hormigón:

$$P_p := 0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \quad \text{Ecuación J8-1, AISC 2005}$$

b) Cuando la placa no está soportada en toda el área del hormigón:

$$P_p := 0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.70 \cdot f_c \cdot A_1 \quad \text{Ecuación J8-2, AISC 2005}$$

$$A_1 := \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

$$A_1 = 127.676 \quad \text{in}^2$$

$$A_2 := B \cdot N = 508.503 \quad \text{in}^2$$

$$P_p := 0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \quad \text{Ecuación J8-2, AISC 2005}$$

$$P_p = 645.412 \quad \text{Klb} \quad P_p, \text{ resistencia nominal de aplastamiento.}$$

$$1.70 \cdot f_c \cdot A_1 = 646.808 \quad \text{Klb}$$

$$0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.70 \cdot f_c \cdot A_1 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la resistencia de diseño P_d se define como:

$$P_d := \phi_c \cdot P_p$$

$$P_d = 387.247 \quad \text{Klb} \quad P_u = 66.06 \quad \text{Klb} \quad P_d \geq P_u \rightarrow 1$$

Pero por acción de los momentos existentes en este elemento, se debe evaluar P_u como una carga equivalente P_{ueq} , misma que se calcula a continuación:

$$P_{ueq} := P_u + m \cdot M_{ux} + u \cdot m \cdot M_{uy} \quad \underline{m} := 1.3 \quad \underline{u} := 2 \quad \frac{K \cdot L}{12} = 63.7 \quad \text{ft}$$

Donde m y u , se obtienen de la Tabla 3-2 LRFD páginas 3-12.

$$\underline{P_{ueq}} := P_u + m \cdot M_{ux} + u \cdot m \cdot M_{uy}$$

$$P_{ueq} = 317.275 \quad \text{Klb} \quad P_d = 387.247 \quad \text{Klb}$$

$P_d \geq P_{ueq} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$ Entonces la carga de diseño es superior a la carga existente.

Para calcular el espesor de la placa se toma momentos en las dos direcciones como si la placa se encontrara en voladizo con las mismas dimensiones m y n , que se determinaron en la geometría de la placa y la columna.

$$\underline{m} := \frac{B - D}{2} \quad \underline{n} := \frac{N - D}{2} \quad F_y = 36 \quad \text{Kips}$$

$$m = 4.9 \quad \text{in} \quad n = 4.9 \quad \text{in}$$

$$\underline{t1} := m \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot P_u}{0.90 \cdot F_y \cdot B \cdot N}} \quad \text{y/o} \quad \underline{t2} := n \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot P_u}{0.90 \cdot F_y \cdot B \cdot N}}$$

$$t1 = 0.439 \quad \text{in} \quad t2 = 0.439 \quad \text{in}$$

Geometría Final de la Placa:

$$B = 22.55 \quad \text{in}$$

$$N = 22.55 \quad \text{in}$$

$$t1 = 0.439 \quad \text{in} \quad \text{Usaremos placas de } 29/64 \text{ in, } 11.51 \text{ mm.}$$

$$\frac{29}{64} = 0.453 \quad \text{in} \quad \text{Según catálogo de Aceros DIPAC Pg. 15.}$$

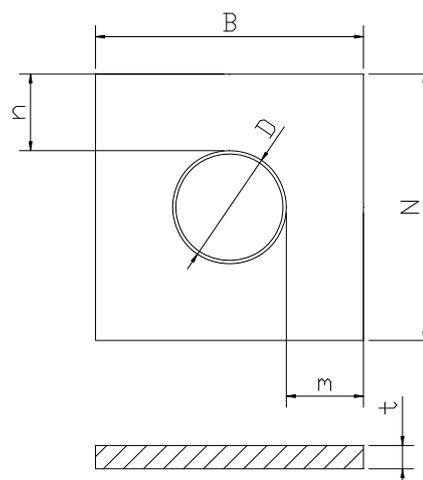


Figura 3.52 Geometría placa base.

Soldadura entre Columna Secundaria y Placa Base:

$$\underline{L_{cs}} := \pi \cdot D \quad L_{cs}, \text{ Longitud del cordón de soldadura.}$$

$$L_{cs} = 40.055 \quad \text{in}$$

$$\underline{T_c} := \frac{M_{ux}}{D} \quad T_c, \text{ Torque en el punto extremo del cordón respecto al centro de la columna.}$$

$$T_c = 5.008 \quad \text{Klb}$$

Resistencia de la soldadura de filete de 1 pulgada de largo usando electrodo E70xx

$$\underline{E70} := 70 \quad \text{Ksi}$$

$$\underline{\phi_r} := 0.75 \quad \phi_r, \text{ Factor de cortante en la soldadura}$$

$F_w := 0.60$ Ksi F_w , resistencia nominal de la soldadura

$R_s := \phi_r \cdot F_w \cdot E70 \cdot 1$ Tabla J2.25 LRFD Pg. 6-78

$R_s = 31.5$ Klb/in

$T_{ms} := \frac{T_c}{L_{cs} \cdot R_s}$ T_{ms} , Tamaño requerido de la soldadura.

$T_{ms} = 3.969 \times 10^{-3}$ in

Usaremos Soldadura de 1/4 de pulgada.

Pernos de Anclaje (Procedimiento LRFD):

$$M := n \cdot F \cdot d_o$$

M, momento de volteo en la base de la columna, klb-in

F, Fuerza de tensión requerida para el perno de anclaje, Klb

d_o , Distancia entre centros de pernos de anclaje, in

n, Número de pernos de anclaje a cada lado a 5 veces el diámetro del perno de anclaje.

ψ_t , Factor de resistencia a la tensión 0.90

d, Diámetro del perno de anclaje, in.

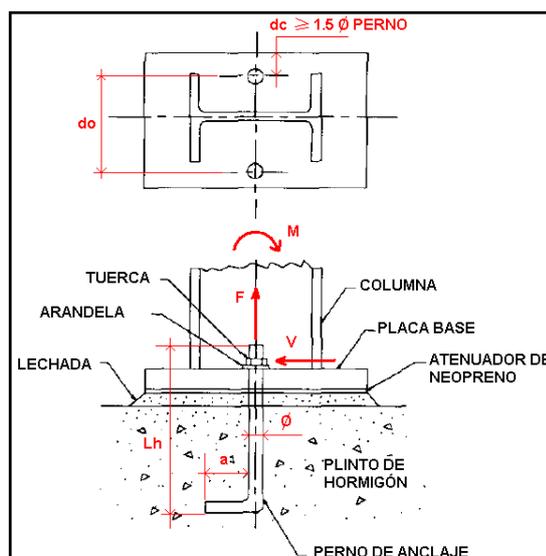


Figura 3.53 Pernos de anclaje.

1. Determinar la resistencia requerida del perno de anclaje:

$$F := T_u \quad \psi_t := 0.90$$

$$T_u := 0.75 \cdot \psi_t \cdot F_u \cdot A_g$$

Donde F_u , es el esfuerzo a la ruptura para varillas de acero, en nuestro caso ADELCA-ECUADOR nos brinda un dato de $F_u=56$ Kg/cm² (79Ksi), A_g es el área del perno en pulgadas.

2. Se determina la longitud del perno de anclaje dentro del plinto de hormigón.

$$L_h := \frac{\left(\frac{T_u}{2}\right)}{0.70 \cdot f_c \cdot d}$$

Datos:

$$M_{ux} = 63.85 \quad \text{Klb} \cdot \text{in} \quad \underline{M} := M_{ux} \quad f_c = 2.98 \quad \text{Klb/in}^2$$

$$\underline{n} := 2$$

$$\underline{d_o} := 17.65 \quad \text{in} \quad \underline{F_u} := 79 \quad \text{Ksi}$$

$$\underline{d} := 0.78 \quad \text{in} \quad d, \text{ Diámetro del perno.}$$

$$\underline{F} := \frac{M}{n \cdot d_o} \quad \underline{A_g} := \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad A_g = 0.478 \quad \text{in}^2$$

$$F = 1.809 \quad \text{Klb} \quad \text{Carga de tensión para el perno (carga solicitada)}$$

$$\underline{T_u} := 0.75 \cdot \phi_t \cdot F_u \cdot A_g \quad \text{Método LRFD}$$

$$T_u = 25.481 \quad \text{Klb} \quad F = 1.809 \quad \text{Klb} \quad T_u, \text{ resistencia del perno.}$$

$$\underline{L_h} := \frac{\left(\frac{T_u}{2}\right)}{0.70 \cdot f_c \cdot d} \quad \text{longitud del perno de anclaje dentro del hormigón.}$$

$$L_h = 7.83 \quad \text{in} \quad \underline{L_{hm}} := L_h \cdot 25.4 = 198.886 \quad \text{mm}$$

$$\underline{L_{ht}} := L_h + 5 \cdot d + t_1 + 2 \quad \text{Longitud de perno, mas longitud de pata, mas espesor de placa y mas longitud roscada.}$$

$$L_{ht} = 14.169 \quad \text{in}$$

$$\underline{L_{thm}} := L_{ht} \cdot 25.4 = 359.892 \quad \text{mm}$$

3.1.4.4 Control de la Deriva.

El análisis de la deriva nos permite saber si la estructura tiene la suficiente capacidad de mantenerse indeformable en caso de sismos. Que tanto se mueve la estructura en uno y otro eje. Este indicador no tiene que ver con la falla de la estructura.

La norma nos indica que el valor de la deriva evaluado en puntos críticos de la estructura debe ser menos a 0.02 m; esto nos garantiza que en el caso de un sismo la estructura no se tambalee en forma exajerada.

$$\text{Deriva} \leq 0.02$$

$$\text{Deriva1} := \frac{\Delta 1}{H1}$$

$$\text{Deriva2} := \frac{\Delta 2 - \Delta 1}{H2}$$

$$\Delta := \Delta_{\text{elástica}} \cdot R$$

Tabla 3.26 Definición de carga sísmica.

The image shows a software dialog box titled "User Defined Seismic Loading". It contains the following elements:

- Load Direction and Diaphragm Eccentricity:**
 - Radio button selected: Global X Direction
 - Radio button: Global Y Direction
 - Text box: Ecc. Ratio (All Diaphragms) = 0.05
 - Button: Override Diaph. Eccentricities (Override...)
- Other Factors:**
 - Text box: Base Shear Coefficient, C = 0.219
 - Text box: Building Height exp., K = 1.
- Lateral Load Elevation Range:**
 - Radio button selected: Program Calculated
 - Radio button: User Specified
 - Button: Reset Defaults
 - Text box: Max Z
 - Text box: Min Z
- Buttons:** OK and Cancel

$V_{\text{basal}} := \% \cdot W$

El valor que representa este porcentaje está inmerso en los cálculos que se realizan mediante Sap 2000, al momento de definir la carga sísmica, tanto para "Sy" como para "Sx"

$$V_{\text{basal}} := \frac{Z \cdot I \cdot C}{R \cdot \phi_p \cdot \phi_e}$$

R, Factor de comportamiento inelástico. $R := 10$

$R \cdot U := \Delta_1$ Para el piso del salón. $H_1 := 6.50 \text{ m}$

$R \cdot U := \Delta_2 - \Delta_1$ Para la terraza. $H_2 := 3.00 \text{ m}$

Los valores de la deformación en los ejes "y" y "x" que utilizamos corresponden a los puntos críticos (periféricos de la estructura) en los diferentes pisos. Representando estos los valores multiplicados por "R" en el numerador de la ecuación de la deriva.

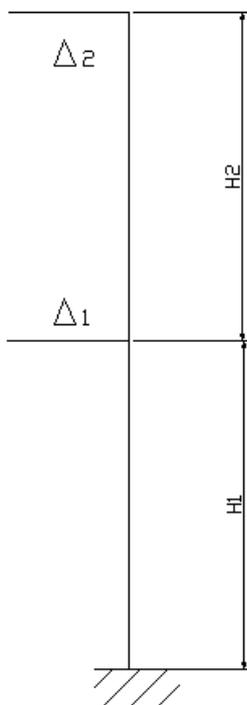


Figura 3.55 Diagrama de alturas.

Evaluación para "Sx".

Terraza:

$$R := 10$$

$$U := 0.0002 \text{ m}$$

$$\text{Deriva2} := \frac{R \cdot U}{H2}$$

$$\text{Deriva2} = 6.667 \times 10^{-4}$$

$$\text{Deriva2} \leq 0.02 \rightarrow 1 \text{ OK}$$

Evaluación para "Sy".

Terraza:

$$R := 10$$

$$U := 0.00143 \text{ m}$$

$$\text{Deriva2} := \frac{R \cdot U}{H2}$$

$$\text{Deriva2} = 4.767 \times 10^{-3}$$

$$\text{Deriva2} \leq 0.02 \rightarrow 1 \text{ OK}$$

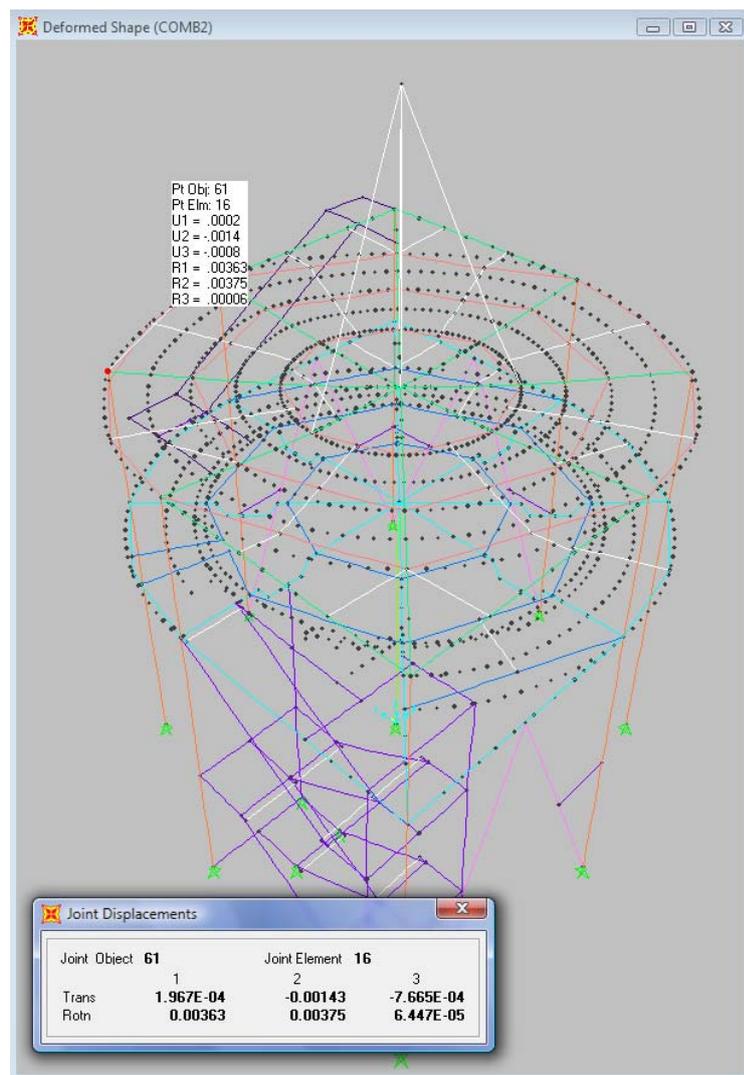


Figura 5.56 Traslación y rotación en puntos específicos.

Evaluación para "Sx".

Primer Piso:

$$\underline{R} := 10$$

$$\underline{U} := 0.0003 \text{ m}$$

$$\text{Deriva1} := \frac{R \cdot U}{H1}$$

$$\text{Deriva1} = 4.615 \times 10^{-4}$$

$$\text{Deriva1} \leq 0.02 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Evaluación para "Sy".

Primer Piso:

$$\underline{R} := 10$$

$$\underline{U} := 0.0014 \text{ m}$$

$$\underline{\text{Deriva1}} := \frac{R \cdot U}{H1}$$

$$\text{Deriva1} = 2.154 \times 10^{-3}$$

$$\text{Deriva1} \leq 0.02 \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

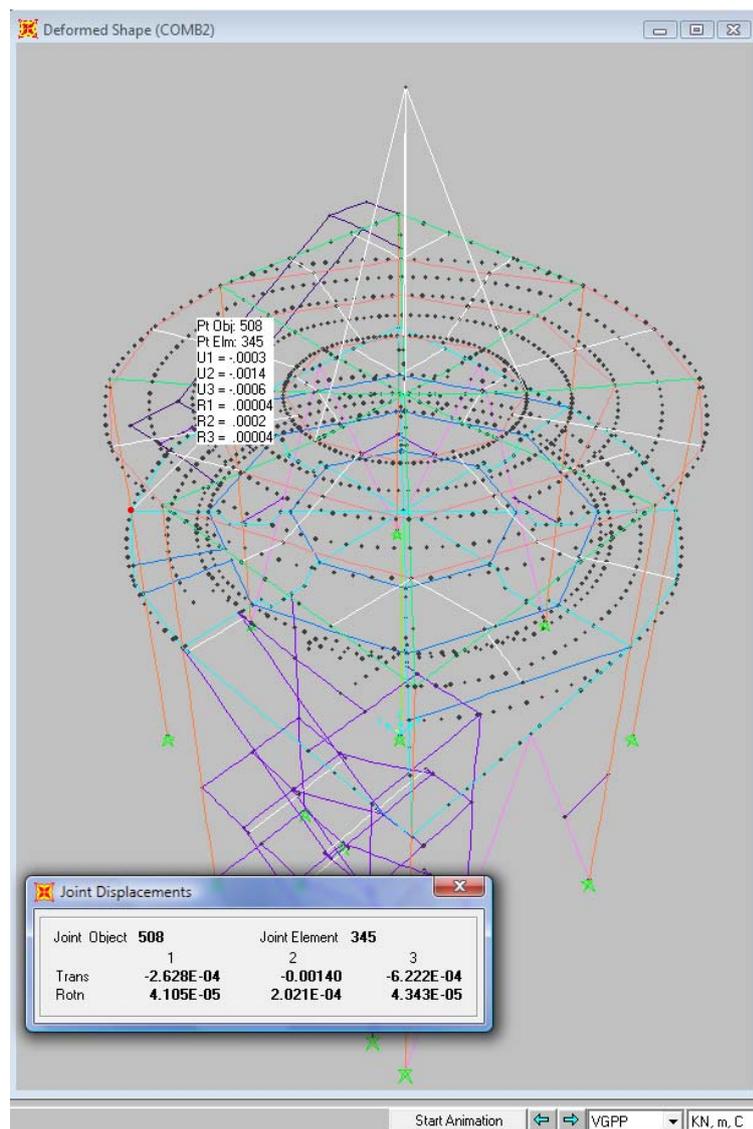


Figura 3.57 Traslación y rotación en puntos específicos.

3.1.4.5 Diseño de Conexiones.

Para propósitos de este proyecto, todas las uniones: Columna - Columna, Columna - Viga y Viga - Correa; se ensamblará con proceso de soldadura, es decir, mediante el calentamiento de sus superficies a un estado plástico, permitiendo que las partes fluyan y se unan con el aporte de otro material fundido, llamado material de aporte.

El código de soldadura estructural de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) es el estándar generalmente reconocido para soldar. Las especificaciones de la AISC establecen claramente que las normas del código AWS son aplicables para el método LRFD con unas cuantas excepciones menores que se encuentran enlistadas en la especificación AISC en la sección J2.

La resistencia de diseño R_d de las soldaduras se determina de acuerdo con las secciones J2, J4 y J5 de la especificación AISC 2005. Deben verificarse dos estados límite, a saber, el estado límite de resistencia del material de aportación y el estado límite de resistencia del material base, siguiendo la Tabla J2.5 de la AISC 2005.

Las juntas críticas y representativas de esta estructura serán analizadas bajo los criterios antes mencionados.

3.1.4.5.1 Diseñode Conexiones Totalmente Soldada, de Doble ángulo entre vigas.

Conexión Viga Principal (VGP) - Viga Secundaria (VIGSEC1) TRAVE PARA VIGA SECUNDARIA: Primel Nivel Conexión Totalmente Soldada

Se trata del nodo mostrado en la Figura 3.58 segun la modelación de Sap 2000, esta junta se la esquematiza en la Figura 3.59, donde se muestra el detalle propuesto.

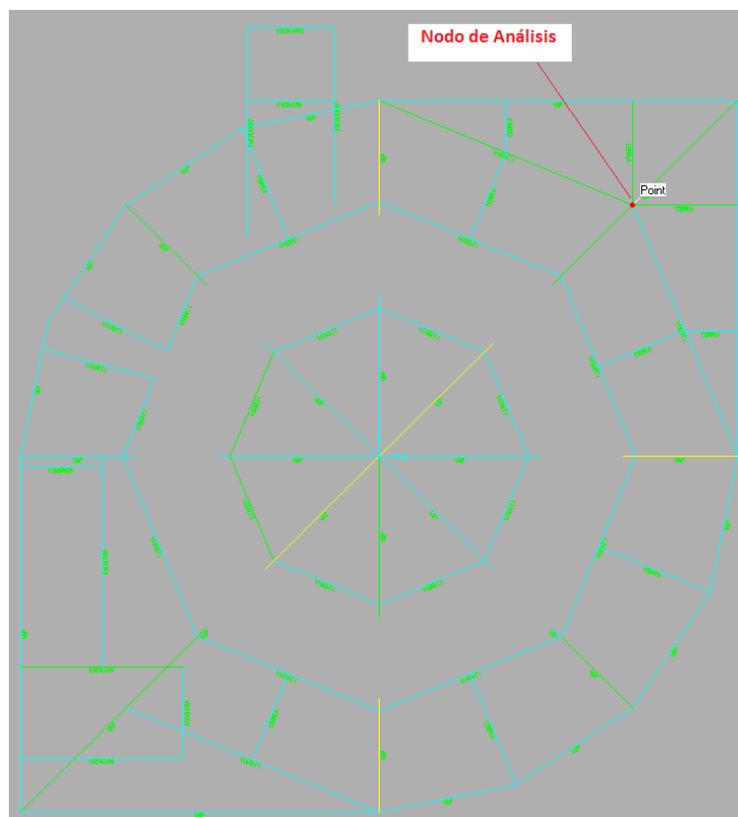


Figura 3.58 Nodo de análisis.

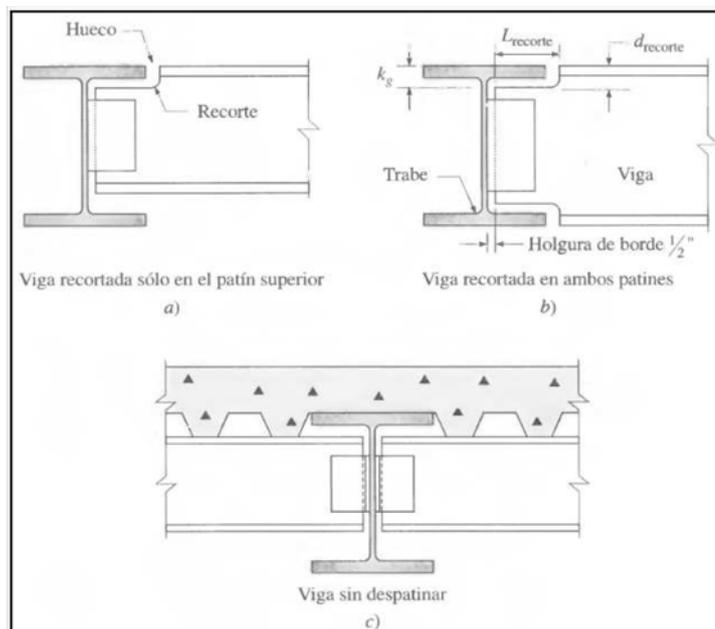


Figura 3.59 Esquema de junta.

Para este tipo de conexión usaremos DOBLE ÁNGULO, estos ángulos llamados ensambladores, se colocan en taller al alma de la viga soportada. En nuestro caso las vigas quedan alineadas con el patín superior, entonces usamos el diagrama a) Viga recortada en el patín superior. Tomaremos para el análisis la Viga principal VGP y conexión con la viga secundaria (VIGSEC1) crítico .

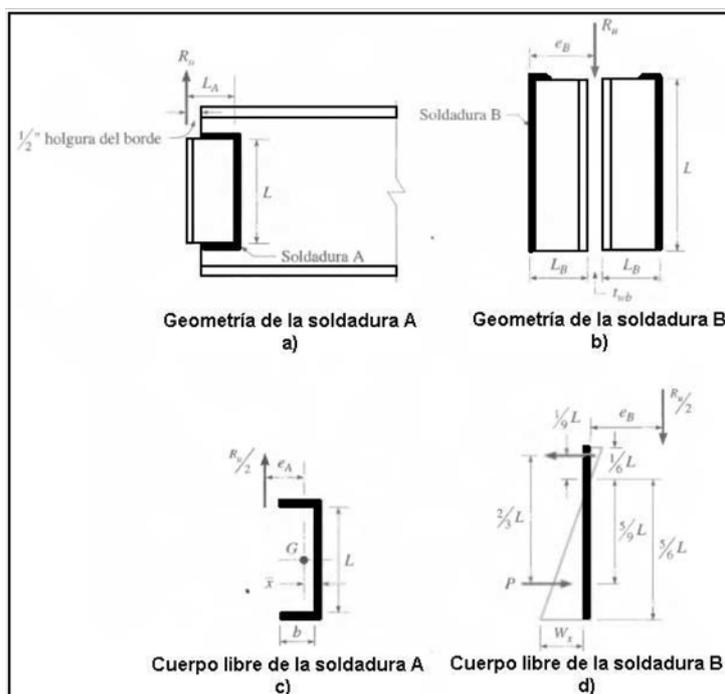


Figura 3.60 Esquema de soldadura.

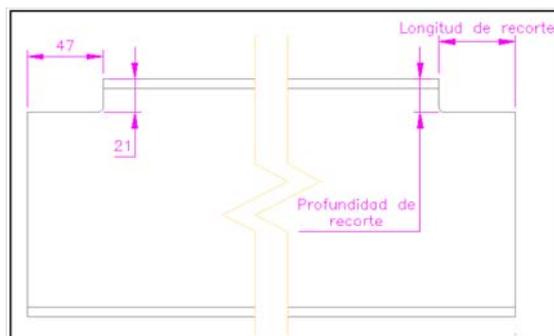


Figura 3.61 Esquema de recortes.

Datos:

Frame = 703 IPE 140

$R_u := V_u$ Secundaria

$V_u := 0.952$ Klb

$R_u := 0.952$ Klb

$d := 5.5118$ in

$tw := 0.185$ in

$bf := 2.874$ in

$tf := 0.2717$ in

$FExxx := 60$ Ksi

$Fexxy := 48$ Ksi

Electrodo usado E-6011,
datos (Tabla 2 AWS A5.1)

$$k := \frac{5}{8} \text{ in}$$

k, Valor tomado del LRFD Pg. 1-42, del perfil W6x12, que es el mas cercano al perfil usado para el diseño.

Frame = 98 I 250x202x8x12

Principal

$d := 9.8425$ in

$tw := 0.315$ in

$bf := 7.9528$ in

$tf := 0.4724$ in

$k := \frac{7}{8}$ in

$k_{trave} := k$

k, Valor tomado del LRFD Pg. 1-40, del perfil W10x26, que es el mas cercano al perfil usado para el dieño. El valor de "k" que usaremos será el mas grande.

Profundidad y Longitud de Corte (se realiza sobre la viga secundaria VIGSEC1):

$$d_{\text{recorte}} := k_{\text{trave}}$$

$e_x := 0.50$ in e_x , se recomienda desde 1/2 a 3/4 in, usaremos 1/2 in.

$$L_{\text{recorte}} := \left(\frac{1}{2} \cdot b_f \right) - \left(\frac{1}{2} \cdot t_w \right) + e_x$$

$$L_{\text{recorte}} = 4.319 \text{ in}$$

$$L_{\text{rec}} := L_{\text{recorte}} \cdot 25.4 = 109.7 \text{ mm}$$

$$L_{\text{rec}} := 110 \text{ mm}$$

$$d_{\text{recorte}} = 0.875 \text{ in}$$

$$d_{\text{rec}} := d_{\text{recorte}} \cdot 25.4 = 22.225 \text{ mm}$$

$$d_{\text{rec}} := 23 \text{ mm}$$

Diseño de Soldadura A:

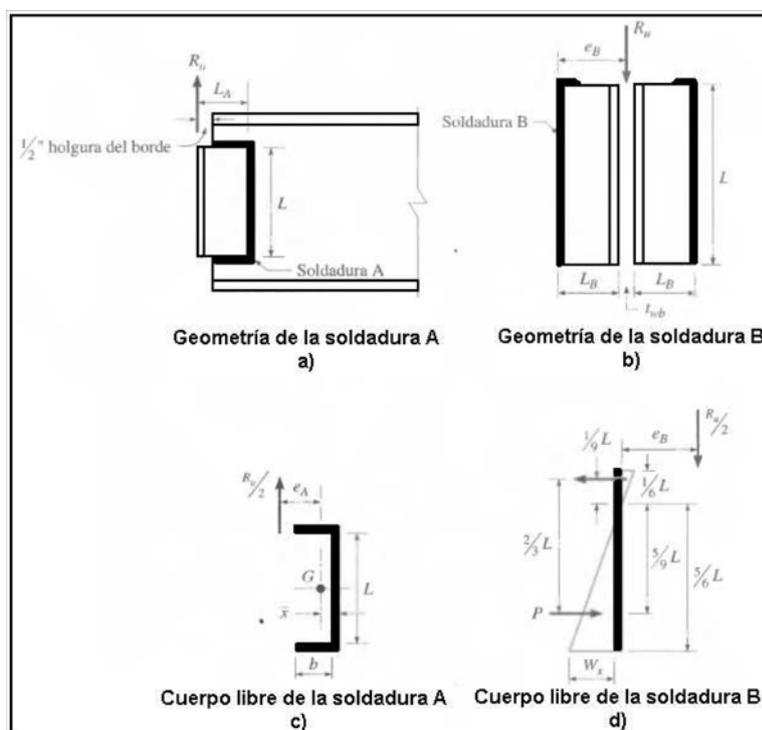


Figura 3.60 Esquema de soldadura.

Primero hallaremos un valor "D" ya que se tiene un espesor de "tw" mínimo a partir de la siguiente expresión:

$$t_w := 0.185 \text{ in}$$

Espesor del alma en la Viga Secundaria.

$$F_{ub} := 58 \text{ Ksi}$$

$$F_{exx} := 60 \text{ Ksi}$$

$$t_{wb} \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub})} = \frac{0.088 \cdot F_{exx} \cdot d}{F_{yb}} = t_{wbmin} \quad (\text{Para electrodos E60xx})$$

Calculando D:

$$\frac{0.088 \cdot F_{exx} \cdot D}{F_{ub}} = t_{wbmin} \quad D := \frac{t_w \cdot F_{ub}}{0.088 \cdot F_{exx}}$$

$D = 2.032$ in El valor "D", define el tamaño de la pierna de la soldadura de filete "w", este valor no debe ser menor que el valor indicado en la tabla J2.4 del AISC 2005 donde establece el valor mínimo de la pierna en 3mm, con este valor se puede definir al espesor del ángulo a utilizar con $w+1/16$ in.

$$w := \frac{D}{16}$$

$w = 0.127$ in

$w_{mm} := w \cdot 25.4 = 3.226$ mm Por lo tanto usaremos un tamaño de pierna de **4 mm**.

$ep := \left(w + \frac{1}{16} \right) \cdot 25.4 = 4.814$ mm ep, es el espesor de la platina, usaremos una de **5mm**,

Longitud efectiva de soldadura $L_w = L$.

Calculando L: $\underline{d} := 5.5118$ in $\underline{t_f} := 0.2717$ in

Alma y espesor de patín de viga secundaria.

$$\underline{L} := d - 2 \cdot t_f - 2 \cdot d_{\text{recorte}} - 2 \cdot w$$

$L = 2.964$ in $L_{mm} := L \cdot 25.4 = 75.295$ mm Longitud efectiva de soldadura.

Ya que la tabla 9-4 del AISC 1994 solo presenta longitudes de soldadura mayores a 4 pulgadas, se usará la tabla 8.42 del AISC 1994 como ayuda. Veamos la ubicación de la soldadura.

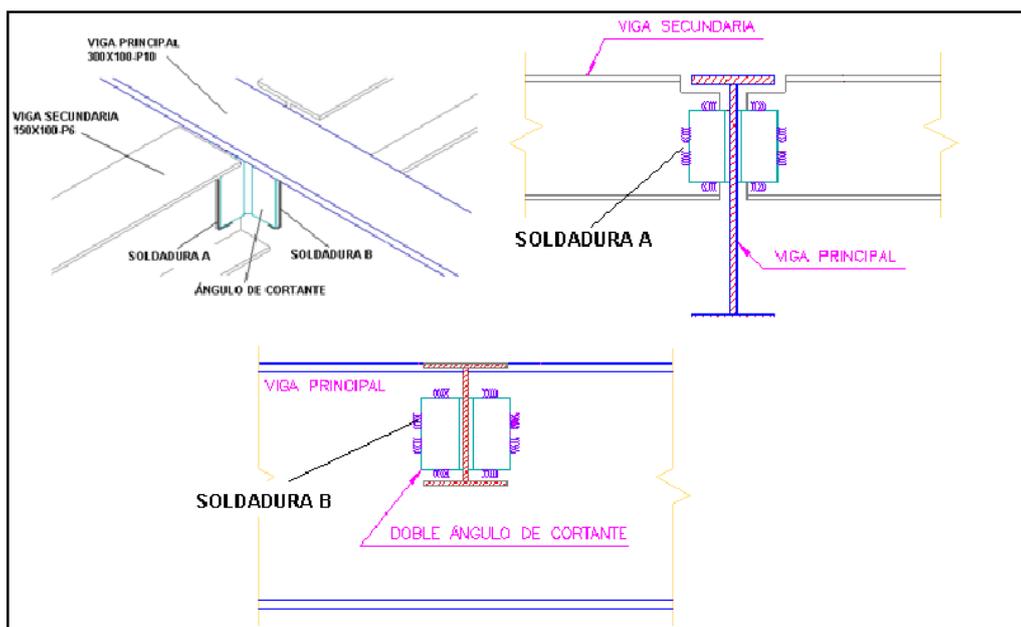


Figura 3.62 Ubicación de soldadura.

La soldadura A y B de la Figura 3.60 están sujetas a una fuerza directa $1/2R_u$:

$$\frac{1}{2} \cdot R_u = 0.476 \text{ Klb} \quad L = 2.964 \text{ in} \quad \text{Longitud efectiva de soldadura.}$$

La soldadura A se somete a $1/2R_u$ y a un momento de torsión $1/2R_u \cdot ea$, donde $ea = L_a - x'$. La distancia x' de la soldadura vertical al centroide de la soldadura con sección de canal puede obtenerse de la Tabla 8-42 AISC 1994.

Si se usa un ángulo de **50x6 mm** se puede hallar la longitud mínima de soldadura de filete que se necesita para este diseño usando la Tabla 8-42, y la Figura 3.60 a) y c).

$$b := \left(\frac{50}{25.4}\right) - \frac{1}{2} = 1.469 \text{ in} \quad y \quad b = k \cdot L \quad \text{Entonces:} \quad \underline{k} := \frac{b}{L} \quad k = 0.495 \quad \underline{k} := 0.50$$

Con ese valor de k, buscamos en la Tabla 8-42 el valor de x': $k = 0.5$ entonces $x := 0.125$

Entonces:

$$ea := La - x \quad La := \left(\frac{50}{25.4}\right) \quad \text{Longitud del ángulo usado en la junta en pulgadas.}$$

$$ea := \left(\frac{50}{25.4}\right) - 0.125 = 1.844 \text{ in} \quad \text{entonces:}$$

$$ea := a \cdot L \quad a := \frac{ea}{L} \quad a := \frac{1.844}{L} = 0.622 \quad \underline{a} := 0.60$$

Por lo tanto hallamos el valor del coeficiente de excentricidad C, de la Tabla 8-42: $\underline{C} := 1.89$

Entonces: Donde: $P_u := \frac{1}{2} \cdot R_u$

$$L_{min} := \frac{P_u}{C \cdot C_1 \cdot D} \quad C_1 := 0.857 \quad \text{C1, Coeficiente de resistencia del electrodo usado (Tabla 8-37 AISC 1994)}$$

Calculamos la Longitud mínima de soldadura: Longitud de cordón propuesta:

$$L_{min} = 0.145 \text{ in} \quad L_{minm} := L_{min} \cdot 25.4 = 3.673 \text{ mm} \quad L = 2.964 \text{ in} \quad L_{mm} = 75.295 \text{ mm}$$

Por lo tanto la longitud del cordón de soldadura propuesta cumple con lo mínimo requerido.

La resistencia de diseño según la Tabla 8-42 AISC 1994, se determina de la siguiente forma:

$$R_{dw} := \Phi R_n$$

$$\Phi R_n := C \cdot C_1 \cdot D \cdot L = 9.758 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño según la AISC se determina de la siguiente manera:

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

Tabla J2.5 AISC

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot \left(w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot L\right) \quad (\pi/4)=45^\circ, \text{ argumneto de la función seno.}$$

Donde:

$$L = 2.964 \text{ in} \quad L, \text{ Longitud de cordón.} \quad L_{mm} = 75.295 \text{ mm}$$

$$w = 0.127 \text{ in} \quad w, \text{ Tamaño de la pierna de la soldadura de filete.}$$

$$R_{dw} = 7.188 \quad \text{Klb}$$

Se tomará la resistencia de diseño de la soldadura (R_{dw}) de filete de menor valor para cualquier comparación de resultados.

$$R_{dw} = 7.188 \quad \text{Klb} \quad R_u = 0.952 \quad \text{Klb}$$

$$R_{dw} \geq R_u \quad \text{OK}$$

Por lo tanto el ángulo de **50x6 mm**, de longitud **L_{mm} = 76 mm** cumple con la resistencia por cortante.

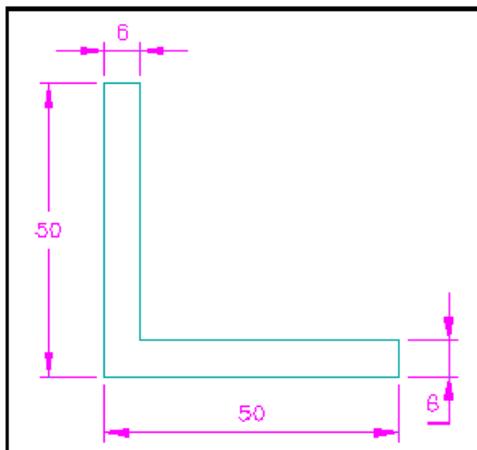


Figura 3.63 Sección de ángulo.

Para el metal base, es decir la viga armada secundaria (y principal), se usa un acero A36. La resistencia de diseño a la **ruptura** por cortante del material base adyacente está dada en la Sección J4.2 AISC 2005 de la siguiente manera:

$$R_{dBM1} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{uBM}) \cdot t_p \cdot L_w$$

Ecuación J4-4 AISC 2005

Donde: $t_p := t_w = 0.185 \quad \text{in}$

$$t_{wmm} := t_w \cdot 25.4 = 4.699 \quad \text{mm}$$

$$F_{uBM} := 58 \quad \text{Ksi}$$

$$L_w := L = 2.964 \quad \text{in}$$

El espesor de la platina es de 6mm, pero el espesor del alma de la viga es $t_w = 0.185 \text{ in}$ (4.699 mm).

$$R_{dBM1} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{uBM}) \cdot t_p \cdot L_w = 14.313 \quad \text{Klb} \quad \text{Resistencia de diseño a la ruptura por cortante.}$$

La resistencia de diseño a la **fluencia** en cortante del metal base adyacente está dada por la sección J4.2 AISC 2005 como:

$$R_{dBM2} := 1.0 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_p \cdot L_w$$

$$F_{yBM} := 36 \quad \text{Ksi}$$

$$R_{dBM2} := 1.0 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_p \cdot L_w = 11.846 \quad \text{Klb}$$

Entonces, la resistencia de diseño del material base de menor valor es la resistencia de fluencia por cortante.

$$R_{dBM2} = 11.846 \quad \text{Klb} \quad R_u = 0.952 \quad \text{Klb}$$

$$R_{dBM2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la Viga de sección armada Secundaria (IPE 140) cumple con la resistencia por cortante.

Diseño de Soldadura B:

Esta conexión se realiza entre el ángulo y la Viga Principal (I 250x202x8x12). Usaremos el mismo valor de tamaño de la pierna de la soldadura de filete w y Longitud de cordón L .

$$w := 0.127 \quad \text{in} \quad w_{mm} = 3.226 \quad \text{mm}$$

$$L = 2.964 \quad \text{in} \quad L_{mm} = 75.295 \quad \text{mm}$$

La soldadura B está sujeta a una fuerza directa $1/2R_u$, mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_b$; donde $e_b = L_b$, ver Figura 3.60 b) y d).

Debido a que los componentes de cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorialmente para obtener un fuerza resultante en la soldadura crítica de longitud unitaria como:

$$W_u := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{R_u \cdot e_b}{L^2}\right)^2 + \left(\frac{R_u}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_b}{L}\right)^2} \quad \text{Donde:} \quad \begin{array}{l} e_b := L_b \\ L_b := 2 \quad \text{in} \\ e_b := 2 \quad \text{in} \end{array}$$

Calculo W_u :

La longitud del lado de la platina 50 mm, 2 in.

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_b}{L}\right)^2} = 0.422 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Entonces $L_{min} = R_u/W_u$, esa sería la longitud mínima de soldadura para la carga R_u .

$$L_{min} := \frac{R_u}{W_u} = 2.257 \quad \text{in} \quad L_{minmm} := L_{min} \cdot 25.4 = 57.332 \quad \text{mm} \quad w_{mm} = 3.226 \quad \text{mm}$$

Como:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 2.425 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$W_d = 2.425 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad W_u = 0.422 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$W_d \geq W_u \rightarrow 1$ OK De acuerdo a la AISC 2005 debe cumplirse que $W_u < W_d$, esta soldadura cumple con la resistencia al corte.

Para el metal base de la viga de sección armada (Principal), Acero A36.

Para el metal base, de la viga armada principal, se usa un acero A36. La resistencia de diseño a la **ruptura** por cortante del material base adyacente está dada en la Sección J4.2 AISC 2005 de la siguiente manera:

$$R_{dBM1} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_u \cdot B_M) \cdot t_p \cdot L_w$$

Ecuación J4-4, AISC 2005

Donde:

$$t_w := 0.315 \text{ in}$$

$$t_p := t_w \quad t_{wmm} := t_w \cdot 25.4 = 8.001 \text{ mm} \quad \text{El espesor de la platina es de 6mm, pero el espesor del alma de la viga es } t_w = 0.315 \text{ in (8 mm).}$$

$$F_uBM = 58 \text{ Ksi}$$

$$L_w := L = 2.964 \text{ in}$$

$$R_{dBm1} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_uBM) \cdot t_p \cdot L_w = 24.372 \text{ Klb} \quad \text{Resistencia de diseño a la ruptura por cortante.}$$

La resistencia de diseño a la **fluencia** en cortante del metal base adyacente está dada por la sección J4.2 AISC 2005 como:

$$R_{dBm2} := 1.0 \cdot (0.60 \cdot F_yBM) \cdot t_p \cdot L_w \quad F_yBM = 36 \text{ Ksi}$$

$$R_{dBm2} = 20.17 \text{ Klb}$$

Entonces, la resistencia de diseño del metal base de menor valor es la resistencia de fluencia por cortante.

$$R_{dBm2} = 20.17 \text{ Klb} \quad R_u = 0.952 \text{ Klb}$$

$$R_{dBm2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Es así como la Viga de sección armada Principal (I 250x202x8x12) cumple con la resistencia por cortante.

Por lo tanto para las vigas secundarias de sección armada IPE 140 se deben usar doble ángulo de 50x50x6mm, de 76 mm de longitud aproximadamente, de acero A36. Con soldaduras A y B de tamaño de pierna de soldadura $w = 4 \text{ mm}$.

Tabla resumen:

Tabla 3.27 Descripción de la conexión.

DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN DE DOBLE ÁNGULO TOTALMENTE SOLDADA (VGP-VIGSEC1)						
	SOLDADURA A	SOLDADURA B	VIGA SECUNDARIA IPE 140			
			LONGITUD DE RECORTE L_{rec} (in) (mm)		PROPUNDIDAD DE RECORTE d_{rec} (in) (mm)	
REACCIÓN DE EXTREMO (R_u)	0.952 Klb	0.952 Klb	4.33	110.00	0.87	22.00
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA (R_{dw})	7.188 Klb	20.17 Klb				
RELACIÓN (R_u/R_{dw})	0.132	0.047				
ESPESOR DE ÁNGULO	6 mm	6 mm				
TAMAÑO DE PIERNA (w)	4 mm	4 mm				
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA DE FILETE (L)	76 mm	76 mm				
LONGITUD MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE (L_{min})	3.673 mm	57.332 mm				
REMATES DE EXTREMO	20 mm	20 mm				

Resultados del Diseño de la Conexión:

1. El perfil seleccionado para la conexión de doble ángulo totalmente soldada es un ángulo de 50x50 mm de 6 mm de espesor, con una longitud de 76 mm.
2. El tamaño de pierna para soldadura w será de 4 mm, con una longitud efectiva de soldadura de filete de 76 mm, tanto para la soldadura A como para la soldadura B.
3. Se realizará una soldadura de extremo de 20 mm de longitud efectiva, soldadura de filete con tamaño de pierna w de 4 mm.
4. Se deben respetar la longitudes mínimas de soldadura indicadas en la tabla 38 tanto para A como para B.
5. La longitud de recorte tiene un valor de 110 mm y la longitud de profundidad de 22 mm para todas las vigas IPN 140.

**Conexión Viga Principal 2 (VGP2) - Viga Secundaria 2 (VIGSEC2) TRAVE PARA VIGA SECUNDARIA: Segundo Nivel
Conexión Totalmente Soldada.**

Se trata del nodo mostrado en la Figura 3.64 según la modelación de Sap 2000, esta junta se la esquematiza en la Figura 3.59, donde se muestra el detalle propuesto.

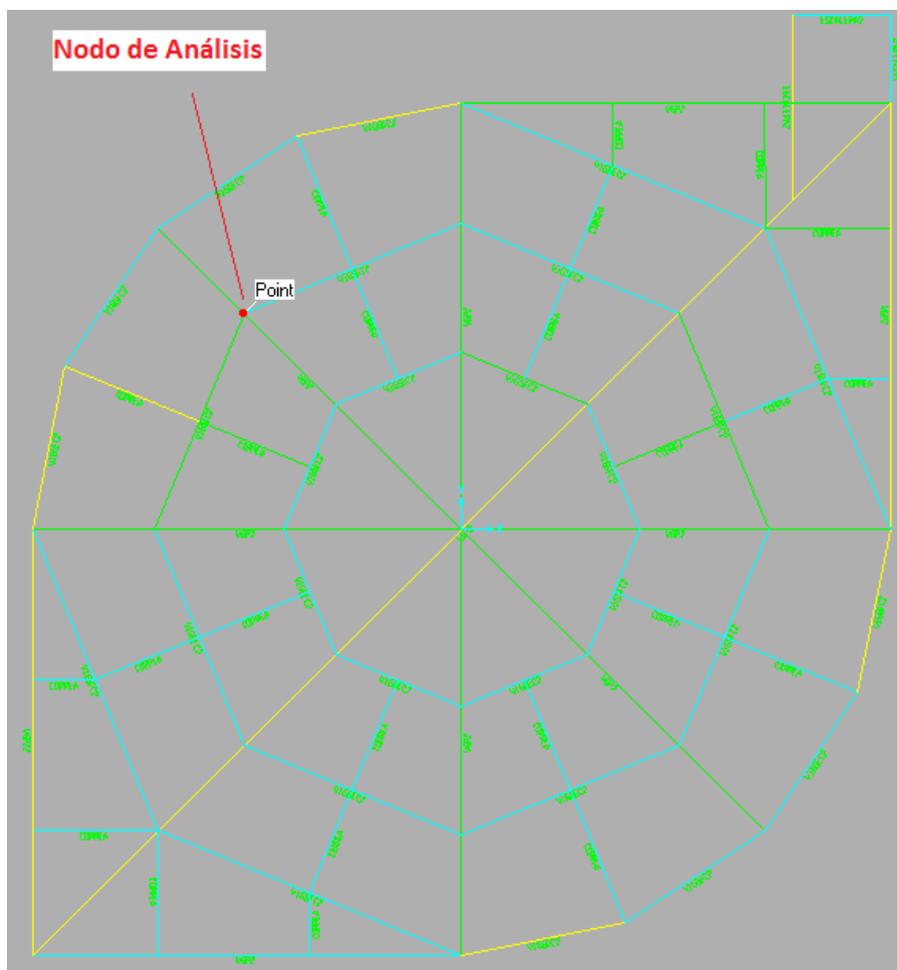


Figura 3.64 Nudo de análisis.

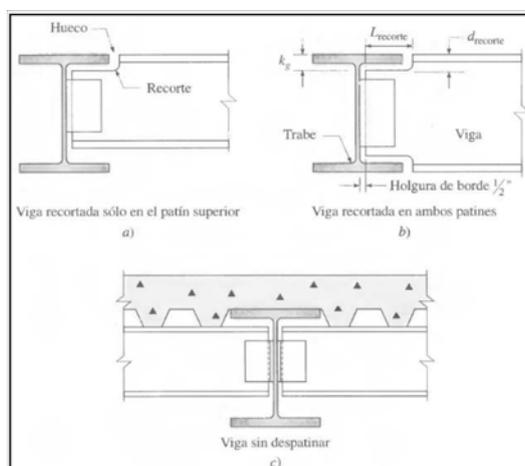


Figura 3.59 Esquema de Junta.

Para este tipo de conexión usaremos DOBLE ÁNGULO, estos ángulos llamados ensambladores, se colocan en taller al alma de la viga soportada. En nuestro caso las vigas quedan alineadas con el patín superior, entonces usamos el diagrama a) Viga recortada en el patín superior. Tomaremos para el análisis la Viga Principal 2 VGP2 y conexión con la viga secundaria (VIGSEC2) crítico .

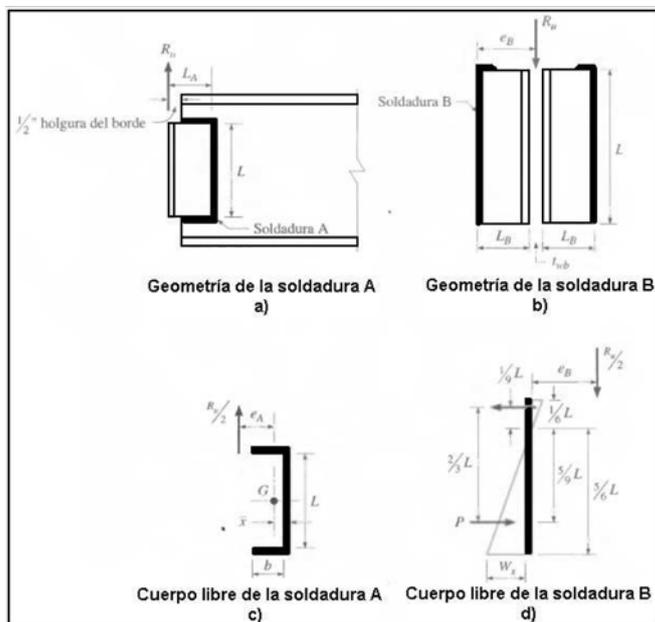


Figura 3.60 Esquema de soldadura.

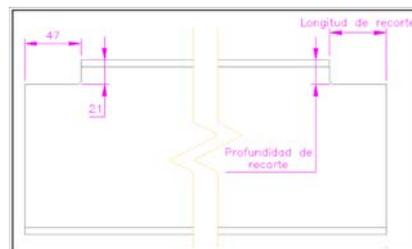


Figura 3.61 Esquema de recortes.

Datos:

Frame = 723 IPE 160
 Secundaria 2

$R_u := V_u$

$V_u := 3.051$ Klb

$R_u := 3.051$ Klb

$d := 6.2992$ in

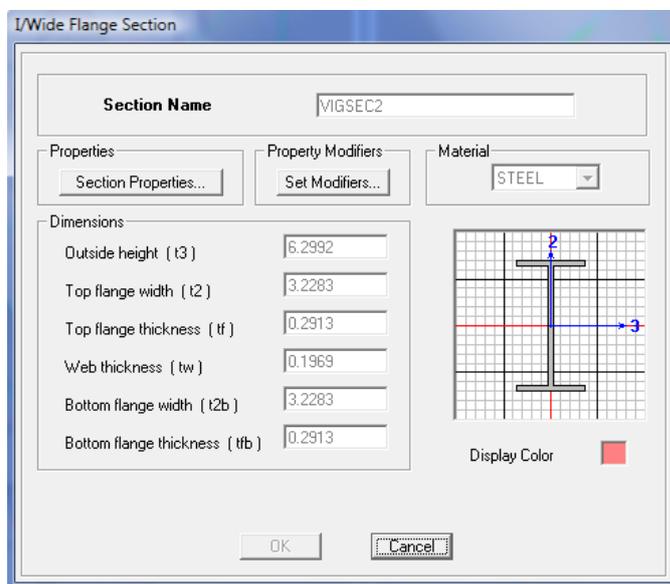
$t_w := 0.1969$ in

$b_f := 3.2283$ in

$t_f := 0.2913$ in

$F_{Exxx} := 60$ Ksi

$F_{Exxy} := 48$ Ksi



Electrodo usado E-6011,
 datos (Tabla 2 AWS A5.1)

$k := \frac{5}{8}$ in k , Valor tomado del LRFD Pg. 1-42, del perfil W6x12, que es el mas cercano al perfil usado para el diseño.

Frame = 61 | 350x175x12.70x12.70

Principal

$$d := 13.7795 \text{ in}$$

$$t_w := 0.50 \text{ in}$$

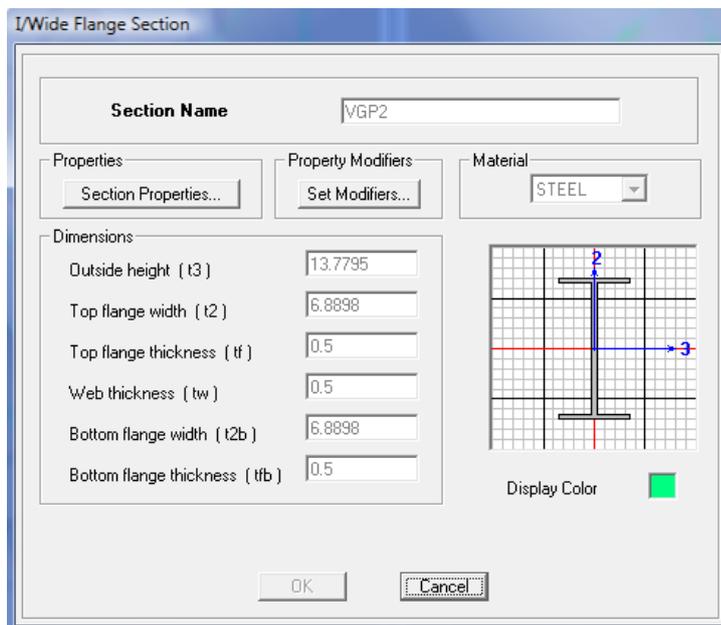
$$b_f := 6.8898 \text{ in}$$

$$t_f := 0.50 \text{ in}$$

$$k := 1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$k_{trave} := k$$

$$k = 1.25$$



k, Valor tomado del LRFD Pg. 1-38, del perfil W12x40, que es el mas cercano al perfil usado para el dieño. El valor de "k" que usaremos será el más grande.

Profundidad y Longitud de Corte (se realiza sobre la viga secundaria VIGSEC2):

$$d_{recorte} := k_{trave}$$

$ex := 0.50 \text{ in}$ ex, se recomienda desde 1/2 a 3/4 in, usaremos 1/2 in.

$$L_{recorte} := \left(\frac{1}{2} \cdot b_f \right) - \left(\frac{1}{2} \cdot t_w \right) + ex$$

$$L_{recorte} = 3.695 \text{ in}$$

$$L_{rec} := L_{recorte} \cdot 25.4 = 93.85 \text{ mm} \quad L_{rec} := 94 \text{ mm}$$

$$d_{recorte} = 1.25 \text{ in}$$

$$d_{rec} := d_{recorte} \cdot 25.4 = 31.75 \text{ mm} \quad d_{rec} := 32 \text{ mm}$$

Diseño de Soldadura A:

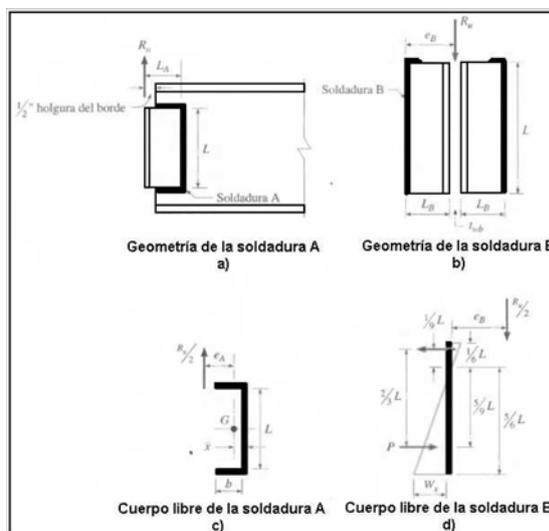


Figura 3.60 Esquema de soldadura.

Primero hallaremos un valor "D" ya que se tiene un espesor de "tw" mínimo a partir de la siguiente expresión:

$$tw := 0.1969 \text{ in} \quad \text{Espesor del alma en la Viga Secundaria 2.} \quad Fub := 58 \text{ Ksi}$$

$$twb \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot Fexx) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 \cdot Fub)} = \frac{0.088 \cdot Fexx \cdot d}{Fyb} = twbmin \quad (\text{Para electrodos E60xx})$$

$$Fexx := 60 \text{ Ksi}$$

Calculando D:

$$\frac{0.088 \cdot Fexx \cdot D}{Fub} = twbmin \quad D := \frac{tw \cdot Fub}{0.088 \cdot Fexx}$$

D = 2.163 in El valor "D", define el tamaño de la pierna de la soldadura de filete "w", este valor no debe ser menor que el valor indicado en la tabla J2.4 del AISC 2005 donde establece el valor mínimo de la pierna en 3mm, con este valor se puede definir al espesor del ángulo a utilizar con w+1/16 in.

$$w := \frac{D}{16}$$

$$w = 0.135 \text{ in}$$

$$wmm := w \cdot 25.4 = 3.434 \text{ mm} \quad \text{Por lo tanto usaremos un tamaño de pierna de } \mathbf{4 \text{ mm}}.$$

$$ep := \left(w + \frac{1}{16} \right) \cdot 25.4 = 5.021 \text{ mm} \quad ep, \text{ es el espesor de la platina, usaremos una de } \mathbf{6 \text{ mm}},$$

Longitud efectiva de soldadura $Lw = L$.

Calculando L: $d := 6.2992 \text{ in}$ $tf := 0.291 \text{ in}$ Alma y espesor de patín de viga secundaria.

$$L := d - 2 \cdot tf - 2 \cdot drecorte - 2 \cdot w$$

$$L = 2.946 \text{ in} \quad Lmm := L \cdot 25.4 = 74.834 \text{ mm} \quad \text{Longitud efectiva de soldadura.}$$

Ya que la tabla 9-4 del AISC 1994 solo presenta longitudes de soldadura mayores a 4 pulgadas, se usará la tabla 8.42 del AISC 1994 como ayuda. Veamos la ubicación de la soldadura.

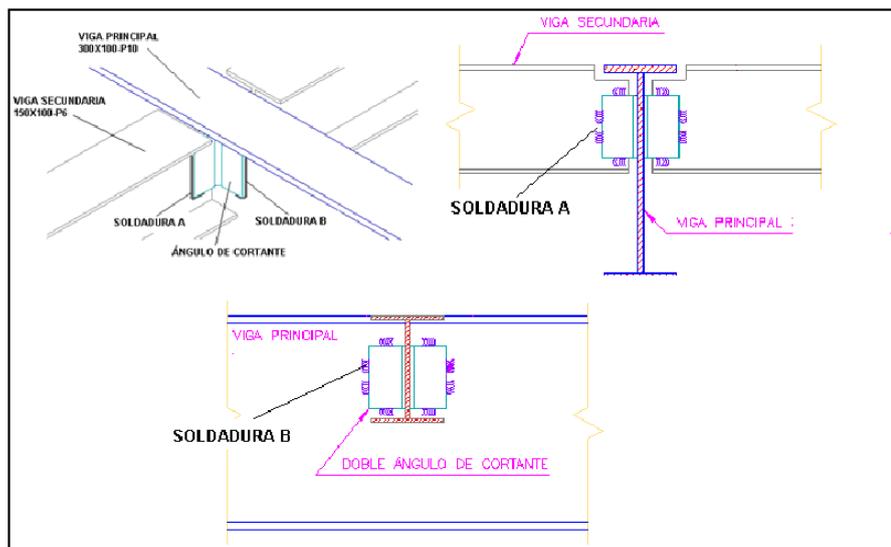


Figura 3.62 Ubicación de soldadura.

La soldadura A y B de la Figura 3.60 están sujetas a una fuerza directa $1/2R_u$:

$$\frac{1}{2} \cdot R_u = 1.526 \quad \text{Klb} \quad L = 2.946 \quad \text{in} \quad \text{Longitud efectiva de soldadura.}$$

La soldadura A se somete a $1/2R_u$ y a un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_a$, donde $e_a = L - x'$. La distancia x' de la soldadura vertical al centroide de la soldadura con sección de canal puede obtenerse de la Tabla 8-42 AISC 1994.

Si se usa un ángulo de **50x6 mm** se puede hallar la longitud mínima de soldadura de filete que se necesita para este diseño usando la Tabla 8-42 LRFD 1994, y la Figura 3.60 a) y c).

$$b := \left(\frac{50}{25.4} \right) - \frac{1}{2} = 1.469 \quad \text{in} \quad y \quad b = k \cdot L$$

Entonces:

$$b = 1.469 \quad L = 2.946$$

$$k := \frac{b}{L} = 0.498 \quad k := 0.50$$

Con ese valor de k , buscamos en la Tabla 8-42 el valor de x' :

$$k = 0.5 \quad \text{entonces} \quad x := 0.125$$

Entonces:

$$e_a := L - x \quad L_a := \left(\frac{50}{25.4} \right) \quad \text{Longitud del ángulo usado en la junta en pulgadas.}$$

$$e_a := \left(\frac{50}{25.4} \right) - 0.125 = \blacksquare \quad \text{in} \quad \text{entonces:}$$

$$e_a := a \cdot L \quad a := \frac{e_a}{L} \quad a := \frac{1.844}{L} = \blacksquare \quad a := 0.60$$

Por lo tanto hallamos el valor del coeficiente de excentricidad C , de la Tabla 8-42:

$$C := 1.89$$

Entonces: Donde: $P_u := \frac{1}{2} \cdot R_u = 1.526 \quad \text{Klb}$

$$L_{min} := \frac{P_u}{C \cdot C_1 \cdot D}$$

$$C_1 := 0.857$$

C_1 , Coeficiente de resistencia del electrodo usando (Tabla 8-37 AISC 1994)

$$D = 2.163$$

Calculamos la Longitud mínima de soldadura:

Longitud de cordón propuesta:

$$L_{min} = 0.435 \quad \text{in} \quad L_{minm} := L_{min} \cdot 25.4 = 11.06 \quad \text{mm} \quad L = 2.946 \quad \text{in} \quad L_{mm} = 74.834 \quad \text{mm}$$

Por lo tanto la longitud del cordón de soldadura propuesta cumple con lo mínimo requerido.

La resistencia de diseño según la Tabla 8-42 AISC 1994, se determina de la siguiente forma:

$$R_{dw} := \Phi R_n$$

$$\Phi R_n := C \cdot C_1 \cdot D \cdot L = 10.322 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño según la AISC se determina de la siguiente manera:

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

Tabla J2.5 AISC

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot \left(w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot L \right)$$

 $(\pi/4)=45^\circ$, argumneto de la función seno.

Donde:

$$L = 2.946 \text{ in} \quad L, \text{ Longitud de cordón.} \quad L_{mm} = 74.834 \text{ mm}$$

$$w = 0.135 \text{ in} \quad w, \text{ Tamaño de la pierna de la soldadura de filete.}$$

$$R_{dw} = 7.604 \text{ Klb}$$

Se tomará la resistencia de diseño de la soldadura (R_{dw}) de filete de menor valor para cualquier comparación de resultados.

$$R_{dw} = 7.604 \text{ Klb} \quad R_u = 3.051 \text{ Klb}$$

$$R_{dw} \geq R_u \quad \text{OK}$$

Por lo tanto el ángulo de 50x6 mm, de longitud $L_{mm} = 76 \text{ mm}$ cumple con la resistencia por cortante.

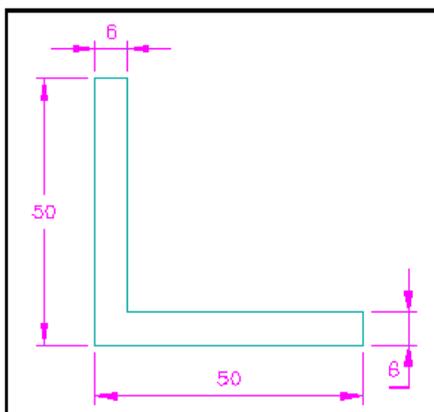


Figura 3.63 Sección de ángulo.

Para el metal base, es decir la viga armada secundaria (y principal), se usa un acero A36. La resistencia de diseño a la **ruptura** por cortante del material base adyacente está dada en la Sección J4.2 AISC 2005 de la siguiente manera:

$$R_{dBM1} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{uBM}) \cdot t_p \cdot L_w$$

Ecuación J4-4 AISC 2005

Donde: $t_p := t_w = 0.197 \text{ in}$ $t_{wmm} := t_w \cdot 25.4 = 5.001 \text{ mm}$

El espesor de la platina es de 6mm, pero el espesor del alma de la viga es **$t_w=0.197 \text{ in (5.00 mm)}$** .

$$F_{uBM} := 58 \text{ Ksi}$$

$$L_w := L = 2.946 \text{ in}$$

Resistencia de diseño a la ruptura por cortante.

$$R_{dBM1} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{uBM}) \cdot t_p \cdot L_w = 15.141 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño a la **fluencia** en cortante del metal base adyacente está dada por la sección J4.2 AISC 2005 como:

$$\underline{RdBM2} := 1.0 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot tp \cdot Lw \qquad \underline{FyBM} := 36 \quad \text{Ksi}$$

$$\underline{RdBM2} := 1.0 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot tp \cdot Lw = 12.53 \quad \text{Klb}$$

Entonces, la resistencia de diseño del material base de menor valor es la resistencia de fluencia por cortante.

$$RdBM2 = 12.53 \quad \text{Klb} \qquad Ru = 3.051 \quad \text{Klb}$$

$$RdBM2 \geq Ru \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la Viga de sección armada Secundaria 2 (**IPE 160**) cumple con la resistencia por cortante.

Diseño de Soldadura B:

Esta conexión se realiza entre el ángulo y la Viga Principal (I 350x175x12.70x12.70). Usaremos el mismo valor de tamaño de la pierna de la soldadura de filete w y Longitud de cordón L .

$$\underline{w} := 0.127 \quad \text{in} \qquad wmm = 3.434 \quad \text{mm}$$

$$L = 2.946 \quad \text{in} \qquad Lmm = 74.834 \quad \text{mm}$$

La soldadura B está sujeta a una fuerza directa $1/2Ru$, mas un momento de torsión $1/2Ru \cdot eb$; donde $eb = Lb$, ver Figura 3.60 b) y d).

Debido a que los componentes de cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorialmente para obtener un fuerza resultante en la soldadura crítica de longitud unitaria como:

$$\underline{Wu} := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{Ru \cdot eb}{L}\right)^2 + \left(\frac{Ru}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eb}{L}\right)^2} \quad \text{Donde:} \quad \begin{array}{l} \underline{eb} := Lb \\ \underline{Lb} := 2 \quad \text{in} \\ \underline{eb} := 2 \quad \text{in} \end{array}$$

Calculo Wu :

La longitud del lado de la platina 50 mm, 2 in.

$$\underline{Wu} := \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eb}{L}\right)^2} = 1.367 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Entonces $Lmin = Ru/Wu$, esa sería la longitud mínima de soldadura para la carga Ru .

$$\underline{Lmin} := \frac{Ru}{Wu} = 2.232 \quad \text{in} \qquad \underline{Lminmm} := Lmin \cdot 25.4 = 56.682 \quad \text{mm} \qquad wmm = 3.434 \quad \text{mm}$$

Como:

$$\underline{Wd} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot Fexx) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 2.425 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$Wd = 2.425 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \qquad Wu = 1.367 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$Wd \geq Wu \rightarrow 1 \quad \text{OK}$ De acuerdo a la AISC 2005 debe cumplirse que $Wu < Wd$, esta soldadura cumple con la resistencia al corte.

Para el metal base de la viga de sección armada (Principal 2), Acero A36.

Para el metal base, de la viga armada principal, se usa un acero A36. La resistencia de diseño a la **ruptura** por cortante del material base adyacente está dada en la Sección J4.2 AISC 2005 de la siguiente manera:

$$\underline{RdBM1} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot FuBM) \cdot tp \cdot Lw \quad \text{Ecuación J4-4, AISC 2005}$$

Donde:

$$\underline{tw} := 0.50 \quad \text{in}$$

$$\underline{tp} := tw \quad \underline{twmm} := tw \cdot 25.4 = 12.7 \quad \text{mm} \quad \text{El espesor de la platina es de 6mm, pero el espesor del alma de la viga es } \underline{tw=0.50 \text{ in (12.70 mm)}}.$$

$$FuBM = 58 \quad \text{Ksi}$$

$$\underline{Lw} := L = 2.946 \quad \text{in}$$

$$\underline{RdBM1} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot FuBM) \cdot tp \cdot Lw = 38.448 \quad \text{Klb} \quad \text{Resistencia de diseño a la ruptura por cortante.}$$

La resistencia de diseño a la **fluencia** en cortante del metal base adyacente está dada por la sección J4.2 AISC 2005 como:

$$\underline{RdBM2} := 1.0 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot tp \cdot Lw \quad FyBM = 36 \quad \text{Ksi}$$

$$RdBM2 = 31.819 \quad \text{Klb}$$

Entonces, la resistencia de diseño del metal base de menor valor es la resistencia de fluencia por cortante.

$$RdBM2 = 31.819 \quad \text{Klb} \quad Ru = 3.051 \quad \text{Klb}$$

$$RdBM2 \geq Ru \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Es así como la Viga de sección armada Principal 2 (I 350x175x12.70x12.70) cumple con la resistencia por cortante.

Por lo tanto para las vigas secundarias de sección IPE 160 se deben usar doble ángulo de 50x50x6mm, de 75 mm de longitud aproximadamente, de acero A36. Con soldaduras A y B de tamaño de pierna de soldadura $w = 4$ mm.

Tabla resumen:

Tabla 3.28 Descripción de conexión.

DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN DE DOBLE ÁNGULO TOTALMENTE SOLDADA (VGP2-VIGSEC2)						
	SOLDADURA A	SOLDADURA B	VIGA SECUNDARIA IPE 160			
			LONGITUD DE RECORTE Lrec (in) (mm)		PROPUNDIDAD DE RECORTE drec (in) (mm)	
REACCIÓN DE EXTREMO (Ru)	3.051 Klb	3.051 Klb	3.70	94.00	1.26	32.00
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA (Rdw)	7.604 Klb	31.819 Klb				
RELACIÓN (Ru/Rdw)	0.401	0.096				
ESPESOR DE ÁNGULO	6 mm	6 mm				
TAMAÑO DE PIERNA (w)	4 mm	4 mm				
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA DE FILETE (L)	75 mm	75 mm				
LONGITUD MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE (Lmin)	11.06 mm	56.682 mm				
REMATES DE EXTREMO	20 mm	20 mm				

Resultados del Diseño de la Conexión:

1. El perfil seleccionado para la conexión de doble ángulo totalmente soldada es un ángulo de 50x50 mm de 6 mm de espesor, con una longitud de 75 mm.
2. El tamaño de pierna para soldadura w será de 4 mm, con una longitud efectiva de soldadura de filete de 75 mm, tanto para la soldadura A como para la soldadura B.
3. Se realizará una soldadura de extremo de 20 mm de longitud efectiva, soldadura de filete con tamaño de pierna w de 4 mm.
4. Se deben respetar la longitudes mínimas de soldadura indicadas en la tabla 39 tanto para A como para B.
5. La longitud de recorte tiene un valor de 94 mm y la longitud de profundidad de 32 mm para todas las vigas IPN 160.

3.1.4.5.2 Diseño de Conexiones de Momento Totalmente Restringidas.

Conexión Viga Principal (VGP) - Columna Principal (CLPP): Primer Nivel Conexión Totalmente Restringida.

Una conexión de momento de viga-columna debe tener resistencia y rigidez adecuadas para transferir los momentos flexionantes factorizados, la fuerza axial y la fuerza cortante en los extremos de la viga a la columna, sin cambio aparente en el ángulo entre cada viga y columna.

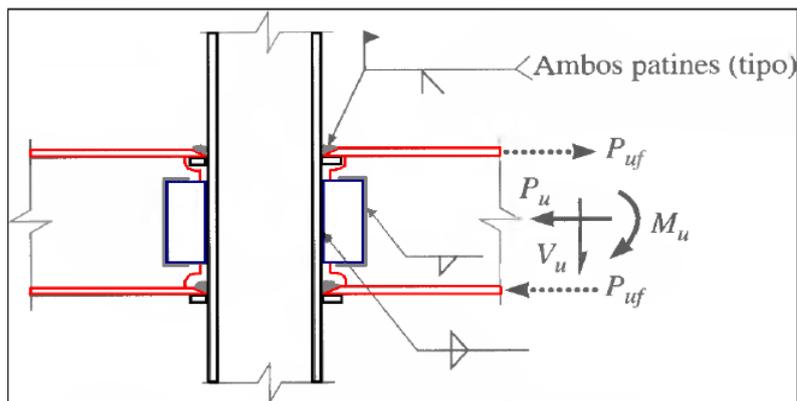


Figura 3.65 esquema de junta.

Este tipo de conexión está soldada directamente a la columna y al patín de la trabe mas una combinación de conexiones de cortante simple mediante placa extendida o placa de cortante. Por lo tanto, el momento puede resolverse con la acción de un par efectivo tensión-compresión sobre los patines de la viga. Donde:

M_u = Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, klb-in.

P_{uf} = Fuerza factorizada en la placa del patín a tensión o a compresión, klb.

D_m = Brazo de momento entre las líneas centrales de las placas de patín.

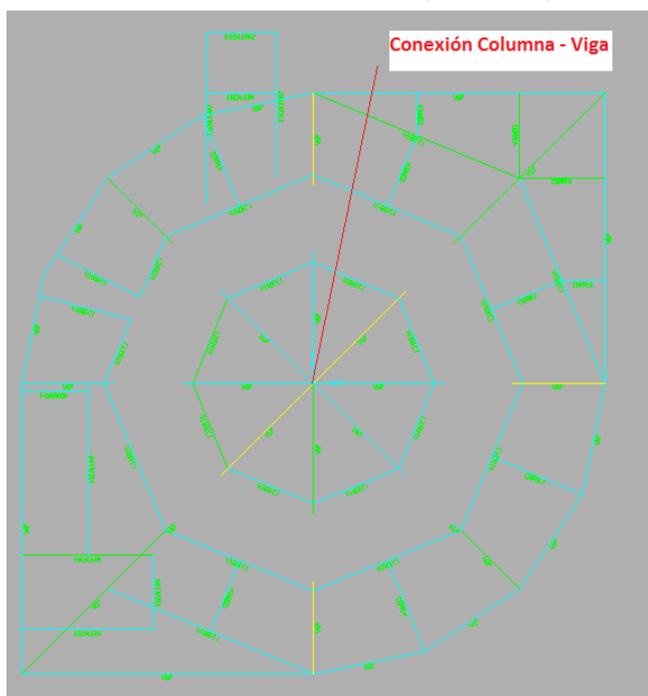


Figura 3.66 Nodo de análisis.

Al igual que en los anteriores cálculos para el diseño de esta conexión partimos de los datos proporcionados por el software Sap 2000:

Datos:

Frame = 38 I 250x202x8x12

$P_u := 28.303$ Klb

Principal

$V_u := 15.992$ Klb

$M_u := 978.705$ Klb - in

$d := 9.8425$ in

$t_w := 0.315$ in

$b_f := 7.9528$ in

$t_f := 0.4724$ in

Frame = 896 D12x0.375

Columna

$d_c := 12.75$ in

$t_{wc} := 0.375$ in

$t_{wc} := 0.375$ in

Diseño de soldadura de ranura CJP (Junta de Penetración Completa) Patín - Columna:

Primero debemos encontrar la fuerza $P_{uf} = R_u$, que soportará el cordón de soldadura de CJP.

$$d_m := d = 9.842 \quad \text{in}$$

$$P_{uf} := \frac{M_u}{d_m}$$

P_{uf} , Fuerza factorizada en el patín de la viga, a tensión o a compresión, Klb
 M_u , Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, Klb-in
 d_m , Brazo de momento entre las fuerzas del patín, in

$$P_{uf} = 99.437 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre::

Tabla J2.5 AISC 2005

$$R_d := \min(R_{dw}, R_{dBM})$$

R_d , Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.
 R_{dw} , Resistencia de diseño del metal de aporte, klb.
 R_{dBM} , Resistencia del metal base, Klb.

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$R_{dw} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot t_e \cdot L_w \quad F_{yw}, \text{ Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.}$$

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w \quad F_{yBM}, \text{ Esfuerzo de fluencia del metal base.}$$

Donde:

$$F_{yw} := 48 \quad \text{Ksi} \quad \text{Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)}$$

$$F_{yBM} := 36 \quad \text{Ksi}$$

$$t_e := t_f = 0.472 \quad \text{in}$$

$$L_w := b_f = 7.953 \quad \text{in}$$

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular R_d :

$$A_{BM} := b_f \cdot t_f = 3.757 \quad \text{in}^2 \quad A_{BM}, \text{ área del patín, in}^2.$$

$$F_{yBM} = 36 \quad \text{Ksi}$$

Calculamos R_{dBM} del metal base:

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 73.034 \quad \text{Klb} \quad P_{uf} = 99.437 \quad \text{Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 0 \quad \text{ADVERTENCIA}$$

Por lo tanto el patín de la viga no resistirá el esfuerzo de tensión P_{uf} . por tal razón se permite colocar placas de patín superior e inferior para que soporte el esfuerzo requerido.

Para este análisis debemos elegir el ancho y espesor de la placa de patín mínimo que resista la fuerza de tensión de tensión provocada por el momento actuante M_u .

Placa refuerzo de patín para viga.

El tamaño de pierna (w) de la soldadura de filete que unirá la placa de patín al patín de la viga, es que se analiza a continuación, el esquema se muestra en la Figura 3.67.

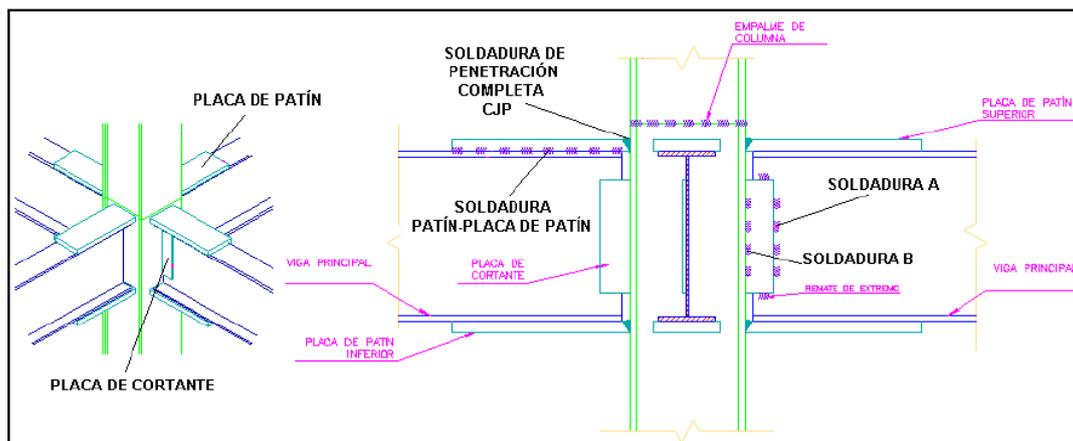


Figura 3.67 Ubicación de soldadura.

$$t_{wb} \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub})} = \frac{0.088 \cdot F_{exx} D}{F_{ub}} = t_{wb \text{ min}} \quad \text{Tabla 9-4 AISC 1994.}$$

Donde: $t_{wb \text{ min}} := t_f = 0.472 \text{ in}$ t_f , Espesor del patín de la viga, in

$$w := \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub}) \cdot t_{wb \text{ min}}}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707)} = 0.323 = \frac{58 \cdot t_{wb \text{ min}}}{60 \cdot 2 \cdot 0.707} = 0.323 \text{ in} \quad w_{\text{mm}} := w \cdot 25.4 = 8.203 \text{ mm}$$

$$25.4 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 9.79 \text{ mm}$$

Al valor de "w" hay que agregarle 1/16 pulgadas, por lo tanto el espacio libre que hay que dejar para colocar la soldadura de filete es de 10 mm, y la placa de patín se extenderá por fuera de los bordes del patín, por tanto el patín superior e inferior superarán el ancho del patín de la viga en 20 mm.

Con ese ancho de placa calcularemos el espesor requerido.

$$L_w := b_f + 2 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 8.724 \text{ in} \quad L_w, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 80.114 \text{ Klb}$$

Donde la longitud efectiva de soldadura de raura CJP es L_w (es decir el nuevo ancho de placa de patín) y "te" es el espesor de placa a calcular.

$$bf = 7.953 \text{ in} \quad bfmm := bf \cdot 25.4 = 202.001 \text{ mm} \quad \text{bf, ancho de patín de viga, in}$$

$$Lw := bf + 2.0 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) \quad Lw, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$Lw = 8.724 \text{ in} \quad Lwmm := Lw \cdot 25.4 = 221.582 \text{ mm}$$

$$Lw := 9.46 \text{ in} \quad Lwmm := Lw \cdot 25.4 = 240.284 \text{ mm} \quad Lw, \text{ redefinido por conveniencia constructiva, in}$$

$$te := \frac{RdBM}{(Lw \cdot 0.90 \cdot 0.60 \cdot FyBM)} = 0.436 \text{ in} \quad temm := te \cdot 25.4 = 11.065 \text{ mm}$$

De manera iterativa debemos recalcar, variando los valores finales de "Lw" y "te" para saber si la soldadura propuesta está en capacidad de soportar la acción del momento Mu. Primero debemos encontrar la fuerza Puf = Ru, que soporta el cordón de soldadura de CJP:

Por lo tanto usaremos una placa de 13.10 mm. que son placas que proporciona la empresa DIPAC.

$$te := \frac{33}{64} \text{ in} \quad Lw = 9.46 \text{ in} \quad temm := te \cdot 25.4 = 13.097 \text{ mm} \quad Lwmm = 240.284 \text{ mm}$$

$$\text{Ahora:} \quad Dm := dm + te = 10.358 \text{ in} \quad dm = 9.842 \text{ in} \quad Dm, \text{ Nueva distancia entre soldadura CJP de placa de patines, in}$$

$$Puf := \frac{Mu}{Dm} \quad Puf = 94.487 \text{ Klb}$$

Recalculando la resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre:

Tabla J2.5 AISC 2005

$$Rd := \min(Rdw, RdBM) \quad Rd, \text{ Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.}$$

$$Rdw, \text{ Resistencia de diseño del metal de aporte, Klb.}$$

$$RdBM, \text{ Resistencia del metal base, Klb.}$$

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$Rdw := 0.90 \cdot (0.60 \cdot Fyw) \cdot te \cdot Lw \quad Fyw, \text{ Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.}$$

$$RdBM := 0.90 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot te \cdot Lw \quad FyBM, \text{ Esfuerzo de fluencia del metal base.}$$

Donde:

$$Fyw := 48 \text{ Ksi} \quad \text{Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)}$$

$$FyBM := 36 \text{ Ksi}$$

$$te = 0.516 \text{ in} \quad \text{Nuevos valores de te y Lw por la utilización de placa de patin para la viga.}$$

$$Lw = 9.46 \text{ in}$$

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular Rd:

$$\underline{ABM} := Lw \cdot te = 4.878 \text{ in}^2 \quad \text{ABM, \u00e1rea del pat\u00edn, in}^2.$$

$$FyBM = 36 \text{ Ksi}$$

Calculamos RdBM del metal base:

$$\underline{RdBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot te \cdot Lw = 94.825 \text{ Klb} \quad Puf = 94.487 \text{ Klb}$$

$$RdBM \geq Puf \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \frac{Puf}{RdBM} = 0.996$$

Por lo tanto la relaci\u00f3n $RdBM > Puf$ demuestra que la placa de ancho **9.46 pulgadas** y de **espesor 0.516 pulgadas** cumple con el esfuerzo de tensi\u00f3n y compresi\u00f3n requerido por la soldadura CJP.

Para cortante en el \u00e1rea efectiva:

$$\underline{Rdw} := 0.80 \cdot (0.60 \cdot Fyw) \cdot te \cdot Lw \quad \text{Rdw, Resistencia de dise\u00f1o del metal de aporte.}$$

$$\underline{RdBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot te \cdot Lw \quad \text{RdBM, Resistencia de dise\u00f1o del metal Base.}$$

De la misma manera el material base gobierna el dise\u00f1o de este tipo de soldadura, entonces:

$$\underline{RdBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot te \cdot Lw$$

$$RdBM = 94.825 \text{ Klb}$$

$$Puf = 94.487 \text{ Klb}$$

$$RdBM \geq Puf \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la soldadura de ranura cumple con la resistencia de dise\u00f1o por cortante en el \u00e1rea efectiva.

Dise\u00f1o de soldadura de Filete, Pat\u00edn - Placa de Patin:

De los c\u00e1lculos anteriores se ha obtenido el ancho y el espesor de la placa de pat\u00edn tanto para el pat\u00edn inferior como para el pat\u00edn superior. Ahora debemos calcular el largo efectivo de soldadura de filete y de este c\u00e1lculo se obtendr\u00e1 el largo de la placa de pat\u00edn.

La soldadura de de filete que analizaremos est\u00e1 diagramada en la figura 104 (d), y es considerada del tipo B, esta soldadura est\u00e1 sujeta a una fuerza directa $1/2Ru$, mas un momento de torsi\u00f3n $1/2Ru \cdot eB$, donde $eB=Lb$.

Entonces:

Debido a que los componentes de la fuerza cortante est\u00e1n dispuestos en \u00e1ngulo recto, pueden combinarse vectorialmente para obtener la m\u00e1xima fuerza resultante en la soldadura cr\u00edtica de longitud unitaria como:

$$\underline{Ru} := Puf = 94.487 \text{ Klb}$$

$$\frac{1}{2} \cdot Ru = 47.243 \text{ Klb}$$

$$Wu := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{Ru \cdot eB}{L^2} \right)^2 + \left(\frac{Ru}{2 \cdot L} \right)^2} = \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5} \right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L} \right)^2}$$

Donde:

$$ap, \text{ ancho de patín, in} \quad ap := Lw = 9.46 \text{ in}$$

$$w, \text{ tamaño de la soldadura, in} \quad \underline{w} := \frac{8}{25.4} = 0.315 \text{ in} \quad (w=8 \text{ mm})$$

$$eB := \frac{1}{2} \cdot ap + w$$

$$eB = 5.045 \text{ in}$$

Longitud de placa de patín: (Planteando W_u en función de L)

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

De esta ecuación se puede encontrar la longitud efectiva de soldadura necesaria que soporte la carga $1/2R_u$, con ayuda de interpolación dando valores a L y que cumpla con la resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria.

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria (W_d) se supone como:

$$\underline{W_d} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.02 \cdot F_{exxD}$$

$$W_d = 6.013 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Además de acuerdo con la AISC 2005 tiene que cumplirse que W_u sea menor o igual a W_d , para que la resista si se aplica la mencionada carga. Entonces reemplazamos con valores de L :

Si $\underline{L} := 5 \text{ in}$

$$\underline{W_u} := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 35.598 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$W_u \leq W_d$$

Si $\underline{L} := 14 \text{ in}$

$$\underline{W_u} := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 5.527 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$W_u = 5.527 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad W_d = 6.013 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$\frac{W_u}{W_d} = \blacksquare \quad \text{OK}$$

$$L_f := L + 0.50 = 14.5 \text{ in} \quad L_{fmm} := L_f \cdot 25.4 = 368.3 \text{ mm} \quad \underline{L_{mm}} := L \cdot 25.4 = 355.6 \text{ mm}$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva (L) de 14.00 pulgadas, puesto que la 1/2 pulgada extra es para la olgura de borde que se necesita para soldar la placa de patín a la columna.

Dimensión final de la placa de patín:

Ancho: $L_w = 9.46$ in $L_{wmm} = 240.284$ mm

Largo: $L_f = 14.5$ in $L_{fmm} = 368.3$ mm

Espesor: $t_e = 0.516$ in $t_{emm} = 13.097$ mm

Diseño de soldadura de Filete, Alma de Viga - Placa de Cortante:

Para el diseño de esta soldadura se considera como soldadura de filete tipo A según la Figura 104 (c), con la diferencia que $V_u = 1/2 R_u$, ya que solo cuenta con una placa a un lado del alma de la viga principal.

Primero hallaremos un valor de D, ya que se tiene un espesor de alma $t_w = 0.315$ in mínimo a partir de la siguiente expresión:

$$t_{wb} \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub})}$$

$$= \frac{0.088 \cdot F_{exx} \cdot D}{F_{ub}} := t_{wbmin}$$

$t_w = 0.315$ in t_w , espesor del alma, in

$F_{ub} := 58$ Ksi Para electrodo E60xx

$F_{exx} := 60$ Ksi

Calculando D:

$$D := \frac{t_w \cdot F_{ub}}{0.088 \cdot F_{exx}}$$

$D = 3.46$ in

Ahora:

$$w := \frac{D}{16} = 0.216 \text{ in} \quad w_{mm} := w \cdot 25.4 = 5.493 \text{ mm}$$

El valor de "D" define el valor del tamaño de la pierna de la soldadura de filete $w = D/16$; por lo tanto se usará un tamaño de pierna de soldadura de **5.5 mm**, ya que la AISC 2005 establece un mínimo de tamaño de pierna de 3mm y con el valor de 5.5 mm cumplimos ese mínimo, con ese valor se puede definir el espesor de placa de cortante a utilizar con $w + 1/16$ in, establecido en la Sección J2.2b de la AISC 2005, obteniendo un valor de **7 mm**. En cuanto a la longitud efectiva de la soldadura, esta queda definida por la longitud del alma menos los espesores de los patines de la viga.

$$t_{pc} := w + \frac{1}{16} = 0.279 \text{ in}$$

t_{pc} , espesor de placa de cortante

$$t_{pcmm} := t_{pc} \cdot 25.4 = 7.081 \text{ mm}$$

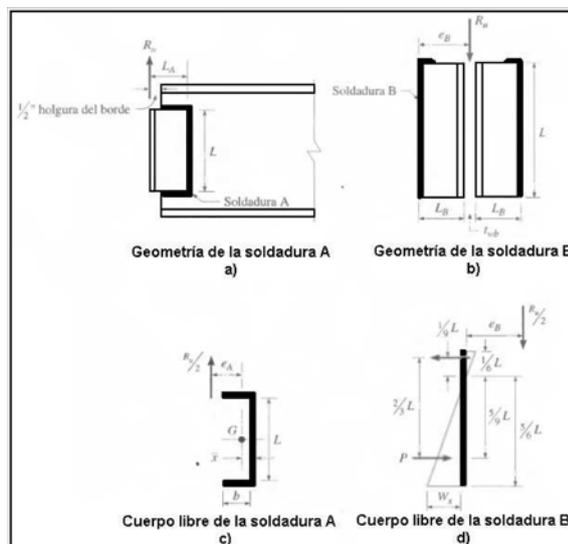


Figura 3.60 Esquema de soldadura.

$$d = 9.842 \text{ in}$$

d, tamaño del alma de la viga, in

$$t_f = 0.472 \text{ in}$$

t_f, espesor del patín de viga, in

$$L_w := d - 2 \cdot t_f = 8.898 \text{ in}$$

$$L_{wmm} := L_w \cdot 25.4 = 226.002 \text{ mm}$$

La soldadura A está sujeta a la fuerza directa $1/2R_u = V_u$ mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_A$, donde $e_A = L - x$. La distancia x' de la soldadura vertical al centroide de la soldadura con sección de canal puede obtenerse de la Tabla 8-42 de la AISC 1994.

Al usar un plana de 50 mm de ancho puedo hallar la longitud mínima de soldadura de filete que se necesita para este diseño de la tabla 8-42 de la AISC 1994 y mediante la figura 104 (a), como el peralte de la viga Principal es de 250mm se hará un análisis con una placa de cortante de 200 mm que cumpla con los requicitos de longitud mínima, tenemos:

$$h := \frac{50}{25.4} = 1.969 \text{ in} \quad h, \text{ ancho de placa de cortante (50 mm), in} \quad h_{mm} := h \cdot 25.4 = 50 \text{ mm}$$

$$L := \frac{200}{25.4} = 7.874 \text{ in} \quad L, \text{ Longitud de placa de cortante (200 mm), in} \quad L_{mm} := L \cdot 25.4 = 200 \text{ mm}$$

$$b := k \cdot L = h - \frac{1}{2} = 1.469 \text{ in} \quad \text{Entonces: } k := \frac{\left(h - \frac{1}{2}\right)}{L} = 0.187 \text{ in} \quad \text{Según Tabla 8-42 AISC 1994}$$

$$k := 0.20 \quad \text{Entonces} \quad x := 0.029$$

Entonces:

$$e_A := h - x = 1.94 \quad \rightarrow \quad e_a := a \cdot L \quad \rightarrow \quad a := \frac{e_A}{L} = 0.246 \text{ in}$$

Ahora hallamos el valor del coeficiente de excentricidad C tabulado (Tabla 8-42 AISC 1994), donde:

$$C := 1.88$$

Entonces:

$$L_{min} := \frac{P_u}{C \cdot C_1 \cdot D} \quad C_1, \text{ Coeficiente de la resistencia del electrodo usando Tabla 8-37 AISC 1994, para electrodo E60xx}$$

$$C_1 := 0.857$$

$$V_u = 15.992 \text{ Klb}$$

$$R_u := 2 \cdot V_u = 31.984 \text{ Klb}$$

$$P_u := \frac{1}{2} \cdot R_u$$

$$P_u = 15.992 \text{ Klb}$$

Calculando la longitud mínima de soldadura de filete tenemos:

$$\underline{L_{min}} := \frac{P_u}{C \cdot C_1 \cdot D} = 2.869 \text{ in} \quad \underline{L_{minmm}} := L_{min} \cdot 25.4 = 72.861 \text{ mm}$$

Por lo tanto la longitud del cordón de soldadura de filete de 200 mm cumple con la condición de longitud mínima requerida para este caso.

La resistencia de diseño según la tabla 8-42 del AISC 1994 se determina de la siguiente manera:

$$R_{dw} := \Phi \cdot R_n = C \cdot C_1 \cdot D \cdot L = 43.897 \text{ Klb}$$

$$R_{dw1} := C \cdot C_1 \cdot D \cdot L = 43.897 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño según la AISC se determina de la siguiente manera (Tabla J2.5 AISC 2005):

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

$$\underline{R_{dw}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$w = 0.216 \text{ in} \quad w_{mm} = 5.493 \text{ mm} \quad w, \text{ tamaño de pierna de la soldadura de filete, in}$$

$$L = 7.874 \text{ in} \quad L_{mm} = 200 \text{ mm} \quad L, \text{ Longitud de cordón de soldadura de filete, in}$$

$$\underline{R_{dw}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 32.511 \text{ Klb}$$

$$R_{dw2} := R_{dw} = 32.511 \text{ Klb}$$

Para cualquier comparación se toma la resistencia de diseño de la soldadura de filete de menor valor R_{dw} :

$$R_{dw2} = 32.511 \text{ Klb} \quad R_u = 31.984 \text{ Klb} \quad \frac{R_u}{R_{dw2}} = 0.984$$

$$R_{dw2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta soldadura de filete cumple con la resistencia por cortante.

La resistencia de diseño a la ruptura por cortante del material base adyacente está dada en la sección J4.2 de la especificación AISC 2005 como:

$$\underline{R_{dBM1}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{uBM}) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-4 AISC 2005}$$

$$\underline{t_p} := t_w = 0.315 \text{ in} \quad F_{uBM} = 58 \text{ Ksi}$$

$$L_w = 8.898 \text{ in}$$

$$R_{dBM1} = 116.115 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño a la fluencia en cortante del metal base adyacente está dada por la sección J4.2 de la AISC 2005 como:

$$\underline{R_{dBM2}} := 1.0 \cdot (0.6 \cdot F_{yBM}) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-3 AISC 2005}$$

$$F_{yBM} = 36 \text{ Ksi}$$

$$RdBM2 = 60.54 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño del metal base de menor valor es la resistencia de fluencia por cortante, entonces:

$$\frac{Ru}{RdBM2} = 0.528 \quad RdBM2 \geq Ru \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta viga de sección armada cumple con la resistencia por cortante, y la placa define las siguientes dimensiones:

$$\text{Ancho:} \quad h = 1.969 \quad \text{in} \quad h_{\text{mm}} = 50 \quad \text{mm}$$

$$\text{Largo:} \quad L = 7.874 \quad \text{in} \quad L_{\text{mm}} = 200 \quad \text{mm}$$

$$\text{Espesor:} \quad t_{\text{pc}} = 0.279 \quad \text{in} \quad t_{\text{pcmm}} = 7.081 \quad \text{mm}$$

Diseño de soldadura de filete Placa de Cortante - Columna:

Para el diseño de esta soldadura de filete, se le considera como soldadura tipo B, Figura 104 (d). La soldadura B está sujeta a una fuerza directa $1/2Ru$, mas un momento de torsión $1/2Ru \cdot eB$ donde $eB = Lb$, entonces:

$$Vu = 15.992 \quad \text{Klb}$$

$$\frac{1}{2} \cdot Ru = 15.992 \quad \text{Klb}$$

Debido a que los componentes de cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorielmente para obtener la máxima fuerza resultante en la soldadura de longitud unitaria como:

$$W_u := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{Ru \cdot eB}{L^2}\right)^2 + \left(\frac{Ru}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2}$$

Donde:

$$eB := \frac{1}{2} \cdot t_{\text{pc}} + w = 0.356 \quad \text{in} \quad eB_{\text{m}} := eB \cdot 25.4 = 9.033 \quad \text{mm}$$

Calculando W_u , si $L = 200 \text{ mm}$:

$$L = 7.874 \quad \text{in} \quad L_{\text{mm}} = 200 \quad \text{mm}$$

$$W_u := \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 2.058 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria se calcula como:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{\text{exx}}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.20 \cdot F_{\text{exx}} \cdot D$$

Calculando W_d :

$$W_d = 4.129 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad \frac{W_u}{W_d} = 0.498 \quad \text{OK} \quad W_d \geq W_u$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva de **200 mm**, ya que con ese valor se tiene que $W_u < W_d$ (menor o igual que).

Resultados del Diseño de la Conexión:

1. Se usará una placa de patín superior e inferior para todas las vigas armadas principales en la conexión con la columna principal y las columnas secundarias.
2. La placa de patín tendrá las dimensiones de 370x240x13.10 mm; con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 8 mm.
3. Se empleará una placa de cortante que será soldada directamente al alma de la viga, con las dimensiones de 200x50x7 mm, y con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 5.50 mm.
4. Se usará remates de extremo o refuerzos de 20 mm, para placas de cortante con tamaño de pierna de 5.5mm y un refuerzo de placas de patín de 100 mm con tamaño de pierna de 8.00 mm.
5. La unión soldada de las placas de patín a la columna son del tipo CJP.

Tabla 3.29 Descripción de la conexión.

DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN SOLDADA DE MOMENTO TOTALMENTE RESTRINGIDA (VGP-CLPP)			
	PLACA DE CORTE		PLACA DE PATÍN
	SOLDADURA A	SOLDADURA B	
FUERZA FACTORIZADA (P_{uf})	--	--	94.487 Klb
REACCIÓN DE EXTREMO (R_u)	31.984 Klb	31.984 Klb	94.487 Klb
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA (CJP)	--	--	94.825 Klb
RELACIÓN (P_{uf}/CJP)	--	--	0.9964
RESISTENCIA REQUERIDA W_u	--	2.058 Klb/in	5.527 Klb/in
RESISTENCIA DE DISEÑO W_d	--	4.129 Klb/in	6.013 Klb/in
RELACIÓN (W_u/W_d)	--	0.4984	0.9192
LONGITUD MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	72.861 mm	--	--
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	32.511 Klb	--	--
RELACIÓN (R_u/R_{dw})	0.9838	--	--
ESPESOR DE PLACA	7.00 mm	7.00 mm	13.10 mm
ANCHO DE PLACA	50.00 mm	50.00 mm	240.00 mm
LARGO DE PLACA	200.00 mm	200.00 mm	370.00 mm
TAMAÑO DE PIERNA w	5.50 mm	5.50 mm	8.00 mm
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA	200.00 mm	200.00 mm	356.00 mm
REMATES DE EXTREMOS O REFUERZO	20.00 mm	--	100.00 mm

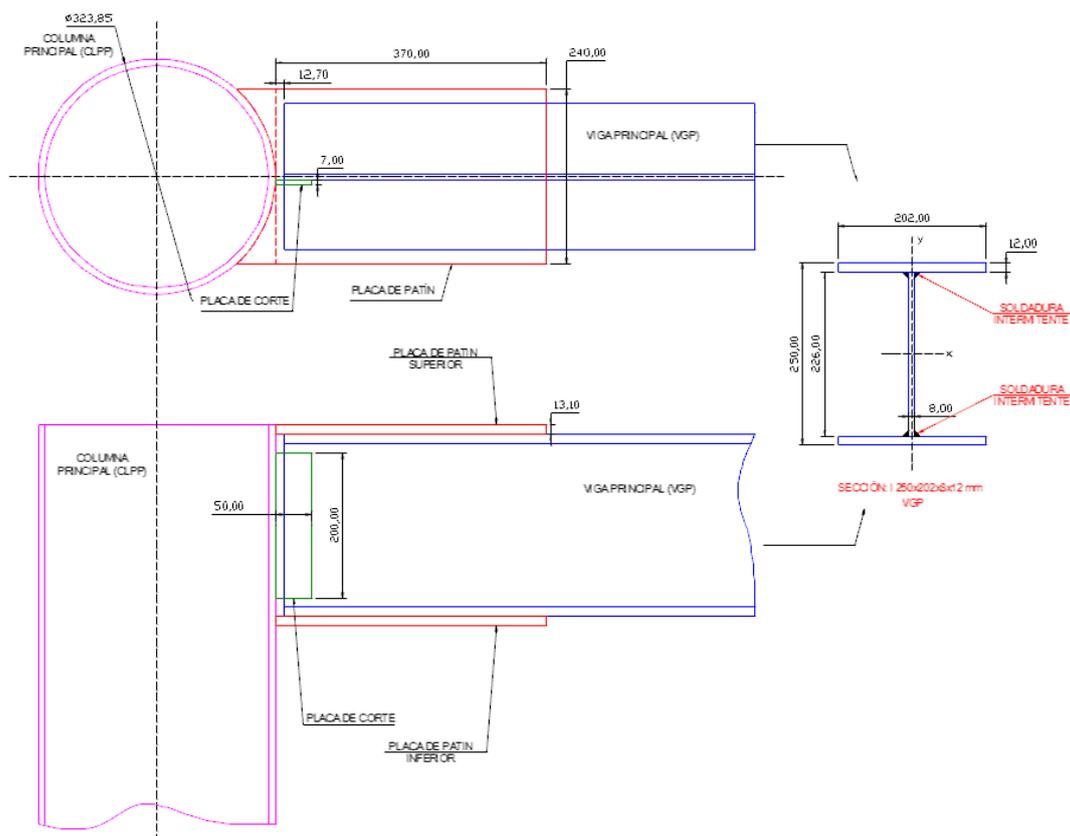


Figura 3.68 Esquema de junta.

Este es diagrama general de la junta que se instalará, este tipo de junta se puede realizar entre las VIGAS PRINCIPALES VGP y las COLUMNAS SECUNDARIAS. Inicialmente se tomó a la columna principal para el diseño, esto por que se trata de una junta crítica, pues las condiciones de carga de la viga principal hacia la comuna principal son las mas exigentes. Así que el suso de esta tipo de conexión en las columnas secundarias es adecuado, por que las condiciones de carga son mucho menores.

Para el caso de la conexión central (sujeto inicial de nuestro diseño) tenemos un problema de espacio ya que confluyen 8 Vigas Principales en este nodo, y por tal motivo la utilización de las placas de patín superior e inferior son imposibles de realizar individualmente. Por ese motivo se usará un sistema de bastidor que hará las veces de placa de patín superior y lo propio para el patín inferior. Es decir usaremos placas de patín comunes y la conexión del trabe de alma se mantendrá.

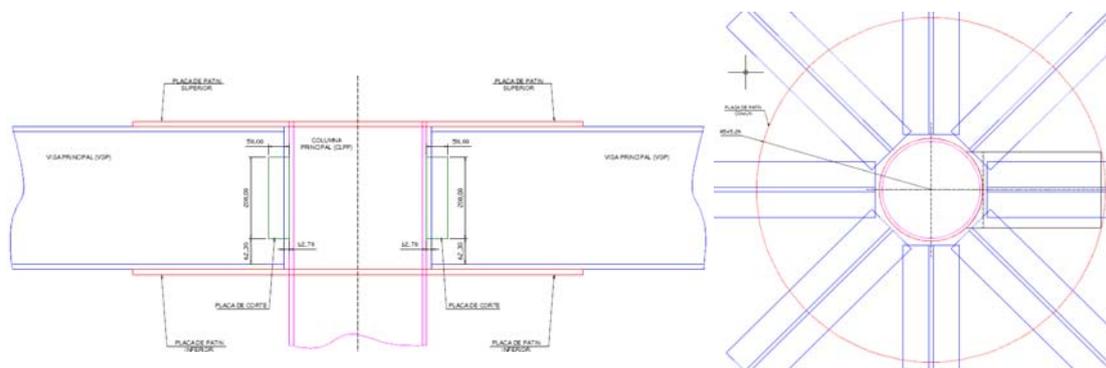


Figura 3.69 Esquema de junta.

Conexión Viga Secundaria 1 (VIGSEG1) - Columna Secundaria (CLSEC): Primer Nivel
Conexión Totalmente Restringida.

Una conexión de momento de viga-columna debe tener resistencia y rigidez adecuadas para transferir los momentos flexionantes factorizados, la fuerza axial y la fuerza cortante en los extremos de la viga a la columna, sin cambio aparente en el ángulo entre cada viga y columna.

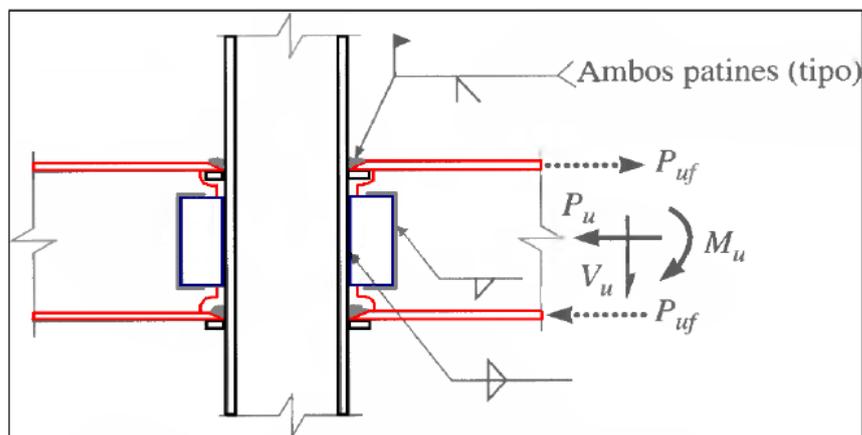


Figura 3.65 Esquema ed junta.

Este tipo de conexión está soldada directamente a la columna y al patín de la trabe mas una combinación de conexiones de cortante simple mediante placa extendida o placa de cortante. Por lo tanto, el momento puede resolverse con la acción de un par efectivo tensión-compresión sobre los patines de la viga. Donde:

M_u = Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, klb-in.

P_{uf} = Fuerza factorizada en la placa del patín a tensión o a compresión, klb.

D_m = Brazo de momento entre la líneas centrales de las placas de patín.

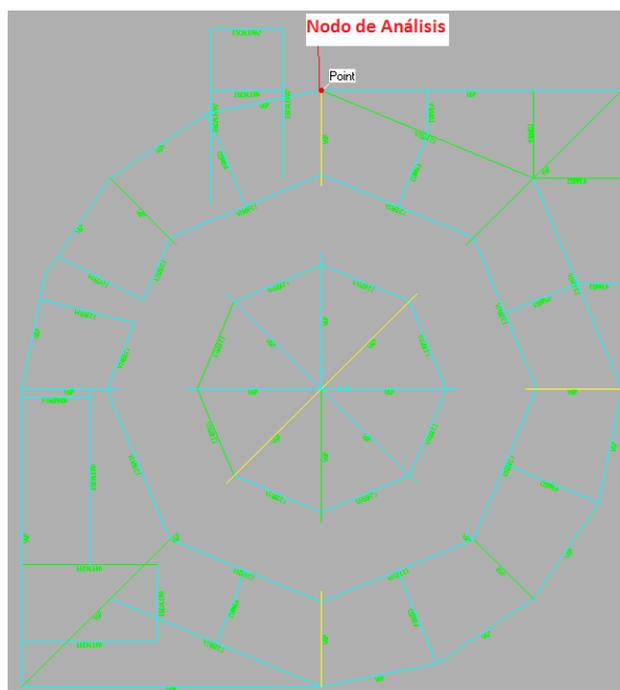


Figura 3.70 Nodo de análisis.

Al igual que en los anteriores cálculos para el diseño de esta conexión partimos de los datos proporcionados por el software Sap 2000:

Datos:

Frame = 703 IPE 140

$P_u := 3.474$ Klb

Secundaria 1

$V_u := 0.954$ Klb

$M_u := 75.612$ Klb - in

$d := 5.5118$ in

$t_w := 0.185$ in

$b_f := 2.874$ in

$t_f := 0.2717$ in

I/Wide Flange Section

Section Name: WIGSEC1

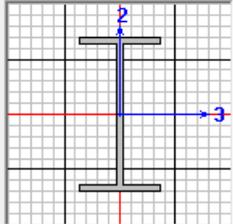
Properties: Section Properties... Property Modifiers: Set Modifiers... Material: STEEL

Dimensions:

Outside height (t3)	5.5118
Top flange width (t2)	2.874
Top flange thickness (tf)	0.2717
Web thickness (tw)	0.185
Bottom flange width (t2b)	2.874
Bottom flange thickness (tfb)	0.2717

Display Color: 

OK Cancel



Frame = 896 D12x0.50

Column
Secundaria

$d_c := 12.75$ in

$t_{wc} := 0.50$ in

$t_{wc} := 0.50$ in

Pipe Section

Section Name: CLSEC

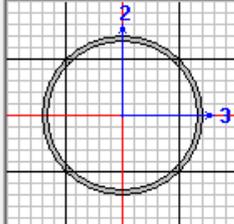
Properties: Section Properties... Property Modifiers: Set Modifiers... Material: STEEL

Dimensions:

Outside diameter (t3)	12.75
Wall thickness (tw)	0.5

Display Color: 

OK Cancel



Diseño de soldadura de ranura CJP (Junta de Penetración Completa) Patín - Columna:

Primero debemos encontrar la fuerza $P_{uf} = R_u$, que soportará el cordón de soldadura de CJP.

$$d_m := d = 5.512 \quad \text{in}$$

$$P_{uf} := \frac{M_u}{d_m}$$

P_{uf} , Fuerza factorizada en el patín de la viga, a tensión o a compresión, Klb
 M_u , Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, Klb-in
 d_m , Brazo de momento entre las fuerzas del patín, in

$$P_{uf} = 13.718 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre::

Tabla J2.5 AISC 2005

$$R_d := \min(R_{dw}, R_{dBM})$$

R_d , Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.
 R_{dw} , Resistencia de diseño del metal de aporte, klb.
 R_{dBM} , Resistencia del metal base, Klb.

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$R_{dw} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot t_e \cdot L_w \quad F_{yw}, \text{ Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.}$$

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w \quad F_{yBM}, \text{ Esfuerzo de fluencia del metal base.}$$

Donde:

$$F_{yw} := 48 \quad \text{Ksi} \quad \text{Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)}$$

$$F_{yBM} := 36 \quad \text{Ksi}$$

$$t_e := t_f = 0.272 \quad \text{in}$$

$$L_w := b_f = 2.874 \quad \text{in}$$

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular R_d :

$$A_{BM} := b_f \cdot t_f = 0.781 \quad \text{in}^2 \quad A_{BM}, \text{ área del patín, in}^2.$$

$$F_{yBM} = 36 \quad \text{Ksi}$$

Calculamos R_{dBM} del metal base:

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 15.18 \quad \text{Klb} \quad P_{uf} = 13.718 \quad \text{Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto el patín de la viga resistirá el esfuerzo de tensión P_{uf} . Pero por razones constructivas se permitirá la colocación de placas de patín superior e inferior para que nos ayude con en las tareas de montaje. Si el caso no amerita entonces el patín superior e inferior de la viga se unirá a la columna con un proceso de soldadura.

Para este análisis debemos elegir el ancho y espesor de la placa de patín mínimo que resista la fuerza de tensión de tensión provocada por el momento actuante M_u , en este caso será el mismo que el patín original mas una longitud que permita realizar el cordón de soldadura para unir posteriormente la placa al patín.

Placa refuerzo de patín para viga.

El tamaño de pierna (w) de la soldadura de filete que unirá la placa de patín al patín de la viga, es que se analiza a continuación, el esquema se muestra en la Figura 3.67.

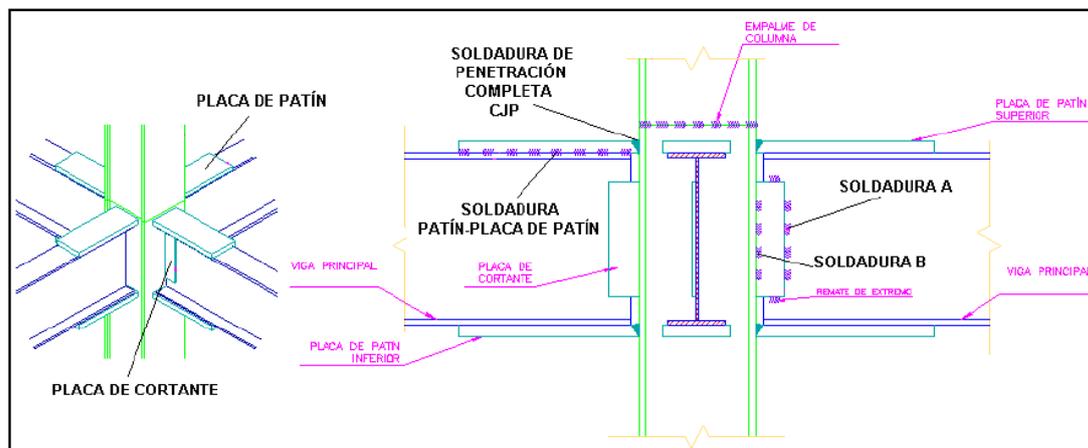


Figura 3.67 Ubicación de soldadura.

$$t_{wb} \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 F_{ub})} = \frac{0.088 \cdot F_{exx} D}{F_{ub}} = t_{wb \text{ min}} \quad \text{Tabla 9-4 AISC 1994.}$$

Donde: $t_{wb \text{ min}} := t_f = 0.272 \text{ in}$ t_f , Espesor del patín de la viga, in

$$w := \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub}) \cdot t_{wb \text{ min}}}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707)} = 0.186 = \frac{58 \cdot t_{wb \text{ min}}}{60 \cdot 2 \cdot 0.707} = 0.186 \text{ in} \quad w_{\text{mm}} := w \cdot 25.4 = 4.718 \text{ mm}$$

$$25.4 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 6.305 \text{ mm}$$

Al valor de "w" hay que agregarle 1/16 pulgadas, por lo tanto el espacio libre que hay que dejar para colocar la soldadura de filete es de 6 mm, y la placa de patín se extenderá por fuera de los bordes del patín, por tanto el patín superior e inferior superarán el ancho del patín de la viga en 12 mm.

Con ese ancho de placa calcularemos el espesor requerido.

$$L_w := b_f + 2 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 3.37 \text{ in} \quad L_w, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$\underline{RdBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot te \cdot Lw = 17.802 \text{ Klb}$$

Donde la longitud efectiva de soldadura de raura CJP es Lw (es decir el nuevo ancho de placa de patín) y "te" es el espesor de placa a calcular.

$$bf = 2.874 \text{ in} \quad \underline{bfmm} := bf \cdot 25.4 = 73 \text{ mm} \quad bf, \text{ ancho de patín de viga, in}$$

$$\underline{Lw} := bf + 2.0 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) \quad Lw, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$Lw = 3.37 \text{ in} \quad \underline{Lwmm} := Lw \cdot 25.4 = 85.6 \text{ mm}$$

$$\underline{Lw} := 3.38581 \text{ in} \quad \underline{Lwmm} := Lw \cdot 25.4 = 86 \text{ mm} \quad Lw, \text{ redefinido por conveniencia constructiva, in}$$

$$\underline{te} := \frac{RdBM}{(Lw \cdot 0.90 \cdot 0.60 \cdot FyBM)} = 0.27 \text{ in} \quad \underline{temm} := te \cdot 25.4 = 6.87 \text{ mm}$$

De manera iterativa debemos recalculer, variando los valores finales de " Lw " y " te " para saber si la soldadura propuesta está en capacidad de soportar la acción del momento Mu . Primero debemos encontrar la fuerza $Puf = Ru$, que soporta el cordón de soldadura de CJP:

Por lo tanto usaremos una placa de 6.75 mm (7.00mm). que son placas que proporciona la empresa DIPAC.

$$\underline{te} := \frac{17}{64} \text{ in} \quad Lw = 3.386 \text{ in} \quad \underline{temm} := te \cdot 25.4 = 6.747 \text{ mm} \quad Lwmm = 86 \text{ mm}$$

$$\text{Ahora:} \quad \underline{Dm} := dm + te = 5.777 \text{ in} \quad dm = 5.512 \text{ in} \quad Dm, \text{ Nueva distancia entre soldadura CJP de placa de patines, in}$$

$$\underline{Puf} := \frac{Mu}{Dm} \quad Puf = 13.087 \text{ Klb}$$

Recalculando la resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre:

Tabla J2.5 AISC 2005

$$Rd := \min(\underline{Rdw}, RdBM) \quad \begin{array}{l} Rd, \text{ Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.} \\ Rdw, \text{ Resistencia de diseño del metal de aporte, klb.} \\ RdBM, \text{ Resistencia del metal base, Klb.} \end{array}$$

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$\underline{Rdw} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot Fyw) \cdot te \cdot Lw \quad Fyw, \text{ Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.}$$

$$\underline{RdBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot te \cdot Lw \quad FyBM, \text{ Esfuerzo de fluencia del metal base.}$$

Donde:

$$\underline{Fyw} := 48 \text{ Ksi} \quad \text{Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)}$$

$$\underline{FyBM} := 36 \text{ Ksi}$$

$t_e = 0.266$ in Nuevos valores de t_e y L_w por la utilización de placa de patin para
 $L_w = 3.386$ in la viga.

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular R_d :

$$\underline{ABM} := L_w \cdot t_e = 0.899 \text{ in}^2 \quad \text{ABM, área del patín, in}^2.$$

$$F_{yBM} = 36 \text{ Ksi}$$

Calculamos R_{dBM} del metal base:

$$\underline{R_{dBM}} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 17.483 \text{ Klb} \quad P_{uf} = 13.087 \text{ Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \frac{P_{uf}}{R_{dBM}} = 0.749$$

Por lo tanto la relación $R_{dBM} > P_{uf}$ demuestra que la placa de ancho **3.386 pulgadas** y de **espesor 0.266 pulgadas** cumple con el esfuerzo de tensión y compresión requerido por la soldadura CJP.

Para cortante en el área efectiva:

$$\underline{R_{dw}} := 0.80 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot t_e \cdot L_w \quad R_{dw}, \text{ Resistencia de diseño del metal de aporte.}$$

$$\underline{R_{dBM}} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w \quad R_{dBM}, \text{ Resistencia de diseño del metal Base.}$$

De la misma manera el material base gobierna el diseño de este tipo de soldadura, entonces:

$$\underline{R_{dBM}} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w$$

$$R_{dBM} = 17.483 \text{ Klb} \quad P_{uf} = 13.087 \text{ Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la soldadura de ranura cumple con la resistencia de diseño por cortante en el área efectiva.

Diseño de soldadura de Filete, Patín - Placa de Patin:

De los cálculos anteriores se ha obtenido el ancho y el espesor de la placa de patín tanto para el patín inferior como para el patín superior. Ahora debemos calcular el largo efectivo de soldadura de filete y de este cálculo se obtendrá el largo de la placa de patín.

La soldadura de de filete que analizaremos está diagramada en la figura 104 (d), y es considerada del tipo B, esta soldadura está sujeta a una fuerza directa $1/2R_u$, mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_B$, donde $e_B = L_b$.

Entonces:

$$\underline{R_u} := P_{uf} = 13.087 \text{ Klb} \quad \text{Debido a que los componentes de la fuerza cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorialmente}$$

$\frac{1}{2} \cdot Ru = 6.544$ Klb para obtener la máxima fuerza resultante en la soldadura crítica de longitud unitaria como:

$$W_{u, \text{máx}} := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{Ru \cdot eB}{L^2}\right)^2 + \left(\frac{Ru}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2}$$

Donde:

ap, ancho de patín, in

$$ap := Lw = 3.386 \text{ in}$$

w, tamaño de la soldadura, in

$$w := \frac{5}{25.4} = 0.197 \text{ in} \quad (w=5 \text{ mm})$$

$$eB := \frac{1}{2} \cdot ap + w$$

$$eB = 1.89 \text{ in}$$

Longitud de placa de patín: (Planteando Wu en función de L)

$$W_{u, \text{máx}} := \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

De esta ecuación se puede encontrar la longitud efectiva de soldadura necesaria que soporte la carga $1/2Ru$, con ayuda de interpolación dando valores a L y que cumpla con la resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria.

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria (Wd) se supone como:

$$W_{d, \text{máx}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.02 \cdot F_{exxD}$$

$$W_d = 3.758 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Además de acuerdo con la AISC 2005 tiene que cumplirse que Wu sea menor o igual a Wd, para que la resista si se aplica la mencionada carga. Entonces reemplazamos con valores de L:

$$W_u \leq W_d$$

Si $L := 5$ in

$$W_{u, \text{máx}} := \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 2.21 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Si $L := 4$ in

$$W_{u, \text{máx}} := \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 3.228 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$W_u = 3.228 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad W_d = 3.758 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$\frac{W_u}{W_d} = 0.859 \quad \text{OK}$$

$$L_f := L + 0.50 = 4.5 \text{ in} \quad L_{fmm} := L_f \cdot 25.4 = 114.3 \text{ mm} \quad L_{mmm} := L \cdot 25.4 = 101.6 \text{ mm}$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva (L) de **4.00 pulgadas**, puesto que la 1/2 pulgada extra es para la olgura de borde que se necesita para soldar la placa de patín a la columna.

Dimensión final de la placa de patín:

Ancho: $L_w = 3.386$ in $L_{wmm} = 86$ mm

Largo: $L_f = 4.5$ in $L_{fmm} = 114.3$ mm

Espesor: $t_e = 0.266$ in $t_{emm} = 6.747$ mm

Diseño de soldadura de Filete, Alma de Viga - Placa de Cortante:

Para el diseño de esta soldadura se considera como soldadura de filete tipo A según la Figura 104 (c), con la diferencia que $V_u = 1/2R_u$, ya que solo cuenta con una placa a un lado del alma de la viga principal.

Primero hallaremos un valor de D , ya que se tiene un espesor de alma $t_w = 0.185$ in mínimo a partir de la siguiente expresión:

$$t_w \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub})}$$

$$= \frac{0.088 \cdot F_{exx} \cdot D}{F_{ub}} := t_{wbmin}$$

$t_w = 0.185$ in t_w , espesor del alma, in

$F_{ub} := 58$ Ksi Para electrodo E60xx

$F_{exx} := 60$ Ksi

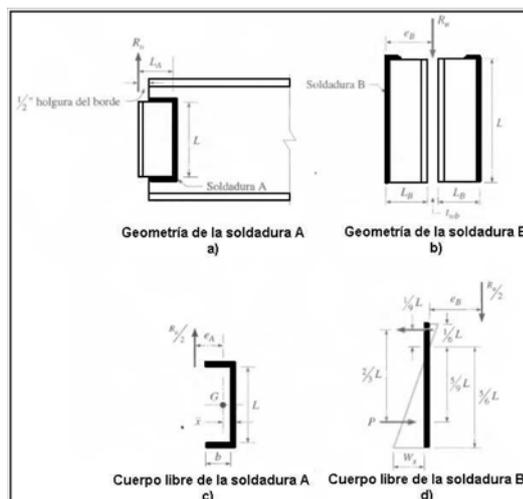


Figura 3.60 Esquema de soldadura.

Calculando D :

$$D := \frac{t_w \cdot F_{ub}}{0.088 \cdot F_{exx}}$$

$D = 2.032$ in

Ahora:

$$w := \frac{D}{16} = 0.127 \text{ in} \quad w_{mmm} := w \cdot 25.4 = 3.226 \text{ mm}$$

El valor de "D" define el valor del tamaño de la pierna de la soldadura de filete $w=D/16$; por lo tanto se usará un tamaño de pierna de soldadura de **4 mm**, ya que la AISC 2005 establece un mínimo de tamaño de pierna de 3mm y con el valor de 4 mm cumplimos ese mínimo, con ese valor se puede definir el espesor de placa de cortante a utilizar con $w+1/6$ in, establecido en la Sección J2.2b de la AISC 2005, obteniendo un valor de **5 mm**. En cuanto a la longitud efectiva de la soldadura, esta queda definida por la longitud del alma menos los espesores de los patines de la viga.

$$\underline{\underline{tpc}} := w + \frac{1}{16} = 0.19 \quad \text{in} \quad \text{tcp, espesor de placa de cortante}$$

$$\underline{\underline{tpcmm}} := \underline{\underline{tpc}} \cdot 25.4 = 4.814 \quad \text{mm}$$

$$d = 5.512 \quad \text{in}$$

d, tamaño del alma de la viga, in

$$tf = 0.272 \quad \text{in}$$

tf, espesor del patín de viga, in

$$\underline{\underline{Lw}} := d - 2 \cdot tf = 4.968 \quad \text{in}$$

$$\underline{\underline{Lwmm}} := \underline{\underline{Lw}} \cdot 25.4 = 126.197 \quad \text{in}$$

La soldadura A está sujeta a la fuerza directa $1/2R_u = V_u$ mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot eA$, donde $eA = L \cdot x$. La distancia x' de la soldadura vertical al centroide de la soldadura con sección de canal puede obtenerse de la Tabla 8-42 de la AISC 1994.

Al usar un plana de 50 mm de ancho puedo hallar la longitud mínima de soldadura de filete que se necesita para este diseño de la tabla 8-42 de la AISC 1994 y mediante la figura 104 (a), como el peralte de la viga Principal es de 140mm se hará un análisis con una placa de cortante de 110 mm que cumpla con los requicitos de longitud mínima, tenemos:

$$\underline{\underline{h}} := \frac{50}{25.4} = 1.969 \quad \text{in} \quad \text{h, ancho de placa de cortante (50 mm), in} \quad \underline{\underline{hmm}} := h \cdot 25.4 = 50 \quad \text{mm}$$

$$\underline{\underline{L}} := \frac{110}{25.4} = 4.331 \quad \text{in} \quad \text{L, Longitud de placa de cortante (110 mm), in} \quad \underline{\underline{Lmm}} := L \cdot 25.4 = 110 \quad \text{mm}$$

$$\underline{\underline{b}} := k \cdot L = h - \frac{1}{2} = 1.469 \quad \text{in} \quad \text{Entonces:} \quad \underline{\underline{k}} := \frac{\left(h - \frac{1}{2}\right)}{L} = 0.339 \quad \text{in}$$

$$\underline{\underline{k}} := 0.30 \quad \text{Entonces} \quad \underline{\underline{x}} := 0.056 \quad \text{Según Tabla 8-42 AISC 1994}$$

Entonces:

$$\underline{\underline{eA}} := h - x = 1.913 \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{ea}} := a \cdot L \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{a}} := \frac{eA}{L} = 0.442 \quad \text{in}$$

Ahora hallamos el valor del coeficiente de excentricidad C tabulado (Tabla 8-42 AISC 1994), donde:

$$\underline{\underline{C}} := 1.84$$

Entonces:

$$\underline{\underline{L_{min}}} := \frac{P_u}{C \cdot C_1 \cdot D} \quad \text{C1, Coeficiente de la resistencia del electrodo usando Tabla 8-37 AISC 1994, para electrodo E60xx}$$

$$\underline{\underline{C1}} := 0.857$$

$$V_u = 0.954 \quad \text{Klb}$$

$$\underline{\underline{R_u}} := 2 \cdot V_u = 1.908 \quad \text{Klb}$$

$$\underline{\underline{P_u}} := \frac{1}{2} \cdot R_u \quad P_u = 0.954 \quad \text{Klb}$$

Calculando la longitud mínima de soldadura de filete tenemos:

$$\underline{L_{min}} := \frac{P_u}{C \cdot C1 \cdot D} = 0.298 \text{ in} \quad \underline{L_{minmm}} := L_{min} \cdot 25.4 = 7.562 \text{ mm}$$

Por lo tanto la longitud del cordón de soldadura de filete de 110 mm cumple con la condición de longitud mínima requerida para este caso.

La resistencia de diseño según la tabla 8-42 del AISC 1994 se determina de la siguiente manera:

$$R_{dw} := \Phi \cdot R_n = C \cdot C1 \cdot D \cdot L = 13.878 \text{ Klb}$$

$$\underline{R_{dw1}} := C \cdot C1 \cdot D \cdot L = 13.878 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño según la AISC se determina de la siguiente manera (Tabla J2.5 AISC 2005):

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

$$\underline{R_{dw}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$w = 0.127 \text{ in} \quad w_{mm} = 3.226 \text{ mm} \quad w, \text{ tamaño de pierna de la soldadura de filete, in}$$

$$L = 4.331 \text{ in} \quad L_{mm} = 110 \text{ mm} \quad L, \text{ Longitud de cordón de soldadura de filete, in}$$

$$\underline{R_{dw}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 10.502 \text{ Klb}$$

$$\underline{R_{dw2}} := R_{dw} = 10.502 \text{ Klb}$$

Para cualquier comparación se toma la resistencia de diseño de la soldadura de filete de menor valor R_{dw} :

$$R_{dw2} = 10.502 \text{ Klb} \quad R_u = 1.908 \text{ Klb} \quad \frac{R_u}{R_{dw2}} = 0.182$$

$$R_{dw2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta soldadura de filete cumple con la resistencia por cortante.

La resistencia de diseño a la ruptura por cortante del material base adyacente está dada en la sección J4.2 de la especificación AISC 2005 como:

$$\underline{R_{dBM1}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{uBM}) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-4 AISC 2005}$$

$$\underline{t_p} := t_w = 0.185 \text{ in} \quad F_{uBM} = 58 \text{ Ksi}$$

$$L_w = 4.968 \text{ in}$$

$$R_{dBM1} = 40.848 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño a la fluencia en cortante del metal base adyacente está dada por la sección J4.2 de la AISC 2005 como:

$$\underline{R_{dBM2}} := 1.0 \cdot (0.6 \cdot F_{yBM}) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-3 AISC 2005}$$

$$F_{yBM} = 36 \text{ Ksi}$$

$$R_{dBM2} = 19.854 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño del metal base de menor valor es la resistencia de fluencia por cortante, entonces:

$$\frac{R_u}{R_{dBM2}} = 0.096 \quad R_{dBM2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta viga de sección armada cumple con la resistencia por cortante, y la placa define las siguientes dimensiones:

$$\text{Ancho:} \quad h = 1.969 \quad \text{in} \quad h_{mm} = 50 \quad \text{mm}$$

$$\text{Largo:} \quad L = 4.331 \quad \text{in} \quad L_{mm} = 110 \quad \text{mm}$$

$$\text{Espesor:} \quad t_{pc} = 0.19 \quad \text{in} \quad t_{pcmm} = 4.814 \quad \text{mm}$$

Diseño de soldadura de filete Placa de Cortante - Columna:

Para el diseño de esta soldadura de filete, se le considera como soldadura tipo B, Figura 104 (d). La soldadura B está sujeta a una fuerza directa $1/2R_u$, mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_B$ donde $e_B = L_b$, entonces:

$$V_u = 0.954 \quad \text{Klb}$$

$$\frac{1}{2} \cdot R_u = 0.954 \quad \text{Klb}$$

Debido a que los componentes de cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorielmente para obtener la máxima fuerza resultante en la soldadura de longitud unitaria como:

$$W_u := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{R_u \cdot e_B}{L^2}\right)^2 + \left(\frac{R_u}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L}\right)^2}$$

Donde:

$$e_B := \frac{1}{2} \cdot t_{pc} + w = 0.222 \quad \text{in} \quad e_{Bmm} := e_B \cdot 25.4 = 5.633 \quad \text{mm}$$

Calculando W_u , si $L = 110 \text{ mm}$:

$$L = 4.331 \quad \text{in} \quad L_{mm} = 110 \quad \text{mm}$$

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L}\right)^2} = 0.224 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria se calcula como:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.20 \cdot F_{exx} \cdot D$$

Calculando W_d :

$$W_d = 2.425 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad \frac{W_u}{W_d} = 0.092 \quad \text{OK} \quad W_d \geq W_u$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva de **110 mm**, ya que con ese valor se tiene que $W_u < W_d$ (menor o igual que).

Resultados del Diseño de la Conexión:

1. Se usará una placa de patín superior e inferior para las vigas secundarias del primer nivel en la conexión con las columnas secundarias El uso de la placa de patín es solo con por facilidad en el montaje de no requerirse se soldará directo del patín de la viga a la columna.
2. La placa de patín tendrá las dimensiones de 86x115x7 mm; con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 5 mm.
3. Se empleará una placa de cortante que será soldada directamente al alma de la viga, con las dimensiones de 110x50x5 mm, y con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 4 mm.
4. Se usará remates de extremo o refuerzos de 20 mm, para placas de cortante con tamaño de pierna de 4 mm y un refuerzo de placas de patín de 20 mm con tamaño de pierna de 5 mm.
5. La unión soldada de las placas de patín a la columna son del tipo CJP.

Tabla 3.30 Descripción de la conexión.

DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN SOLDADA DE MOMENTO TOTALMENTE RESTRINGIDA (VIGSEC1-CLSEC)			
	PLACA DE CORTE		PLACA DE PATÍN
	SOLDADURA A	SOLDADURA B	
FUERZA FACTORIZADA (P_{uf})	--	--	13.087 Klb
REACCIÓN DE EXTREMO (R_u)	1.908 Klb	1.908 Klb	13.087 Klb
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA (CJP)	--	--	17.483 Klb
RELACIÓN (P_{uf}/CJP)	--	--	0.7486
RESISTENCIA REQUERIDA W_u	--	0.224 Klb/in	3.228 Klb/in
RESISTENCIA DE DISEÑO W_d	--	2.425 Klb/in	3.758 Klb/in
RELACIÓN (W_u/W_d)	--	0.0924	0.8590
LONGITUD MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	7.562 mm	--	--
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	10.502 Klb	--	--
RELACIÓN (R_u/R_{dw})	0.1817	--	--
ESPESOR DE PLACA	5.00 mm	5.00 mm	7.00 mm
ANCHO DE PLACA	50.00 mm	50.00 mm	86.00 mm
LARGO DE PLACA	110.00 mm	110.00 mm	115.00 mm
TAMAÑO DE PIERNA w	4.00 mm	4.00 mm	5.00 mm
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA	110.00 mm	110.00 mm	101.60 mm
REMATES DE EXTREMOS O REFUERZO	20.00 mm	--	20.00 mm

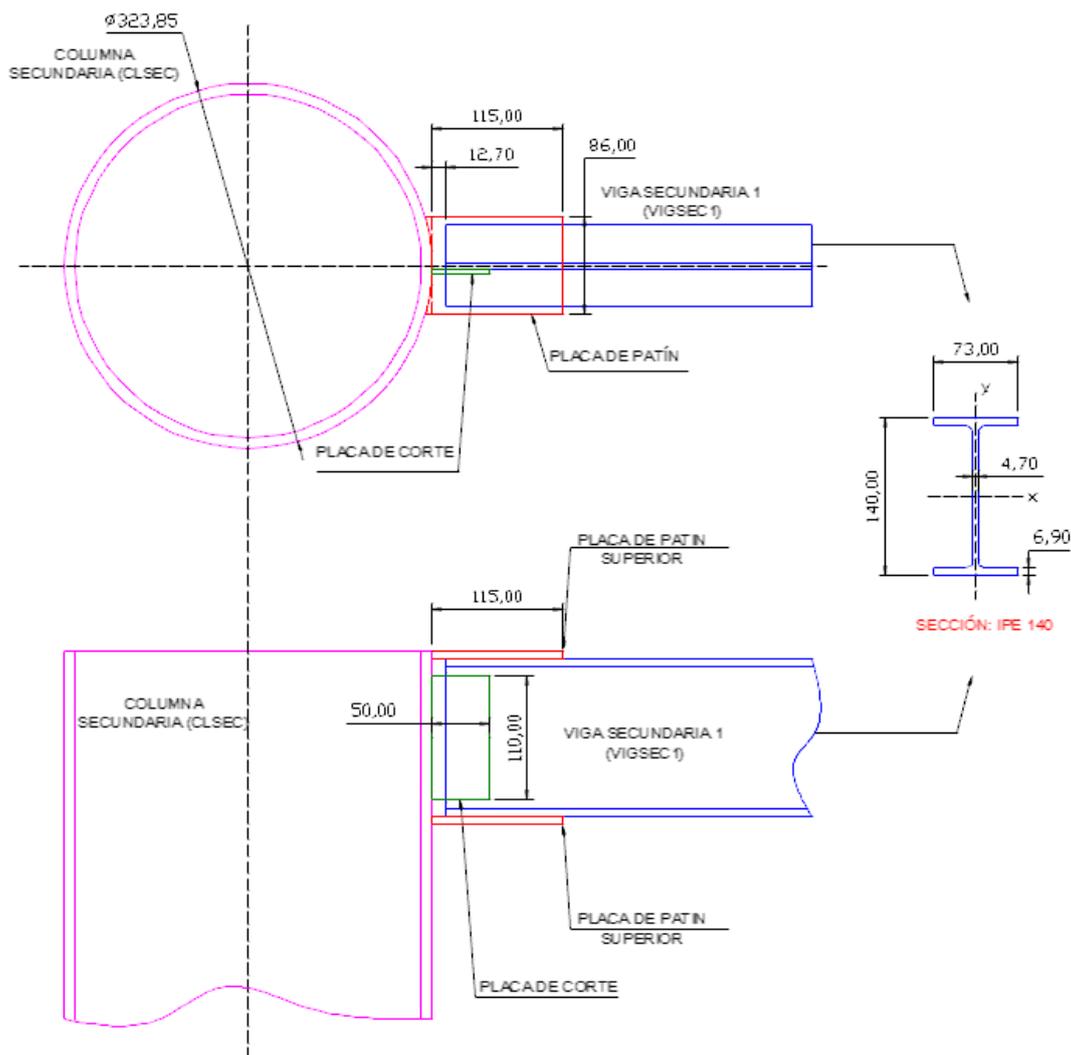


Figura 3.71 Esquema de junta.

Como se manifiesta en el proceso de diseño de esta conexión, la utilización de placas de patín es opcional y depende de la facilidad para el montaje, si en una junta se saturan los elementos al punto que se pueda tener superposición de los mismos, entonces se prescinde de las placas de patín de las vigas secundarias de primer nivel.

Siempre se preferirá a los elementos de las conexiones con las vigas principales y luego a los elementos de las vigas secundarias, esto en lo referente a las placas de patín. En lo referente a las placas de corte se mantiene como el diseño manifiesta.

Conexión Viga Principal 2 (VGP2) - Columna Secundaria (CLSEC): Segundo Nivel
Segundo Nivel Nivel
Conexión Totalmente Restringida.

Una conexión de momento de viga-columna debe tener resistencia y rigidez adecuadas para transferir los momentos flexionantes factorizados, la fuerza axial y la fuerza cortante en los extremos de la viga a la columna, sin cambio aparente en el ángulo entre cada viga y columna.

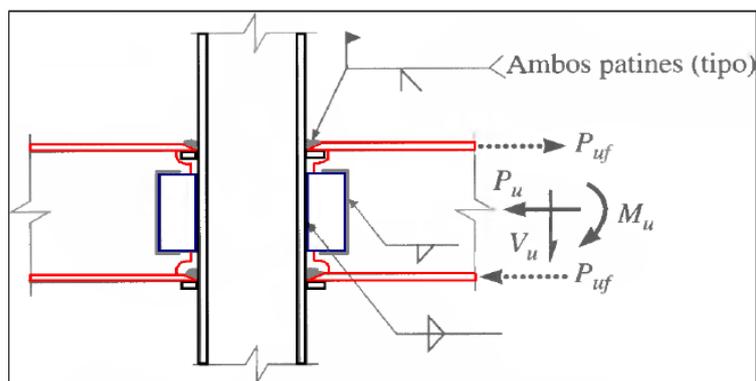


Figura 3.65 Esquema de junta.

Este tipo de conexión está soldada directamente a la columna y al patín de la trabe mas una combinación de conexiones de cortante simple mediante placa extendida o placa de cortante. Por lo tanto, el momento puede resolverse con la acción de un par efectivo tensión-compresión sobre los patines de la viga. Donde:

M_u = Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, klb-in.

P_{uf} = Fuerza factorizada en la placa del patín a tensión o a compresión, klb.

D_m = Brazo de momento entre la líneas centrales de las placas de patín.

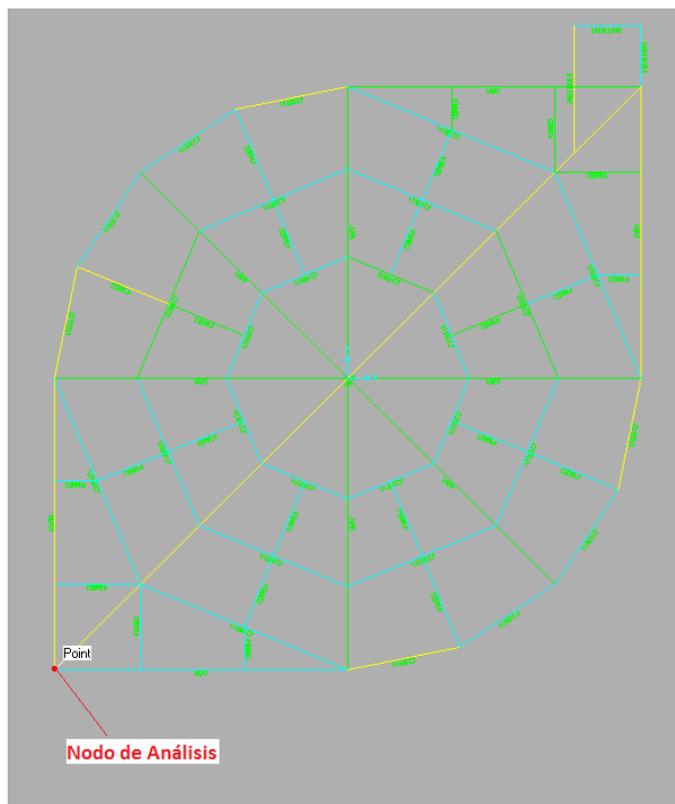


Figura 3.72 Nodo de análisis.

Al igual que en los anteriores cálculos para el diseño de esta conexión partimos de los datos proporcionados por el software Sap 2000:

Datos:

Frame = 71 | 350x175x12.70x12.70

$P_u := 98.213$ Klb

Principal 2

$V_u := 16.160$ Klb

$M_u := 1273.472$ Klb - in

$d := 13.7795$ in

$t_w := 0.50$ in

$b_f := 6.8898$ in

$t_f := 0.50$ in

I/Wide Flange Section

Section Name: VGP2

Properties: Section Properties... | Property Modifiers: Set Modifiers... | Material: STEEL

Dimensions:

Outside height (t3)	13.7795
Top flange width (t2)	6.8898
Top flange thickness (tf)	0.5
Web thickness (tw)	0.5
Bottom flange width (t2b)	6.8898
Bottom flange thickness (tfb)	0.5

Display Color:

OK Cancel

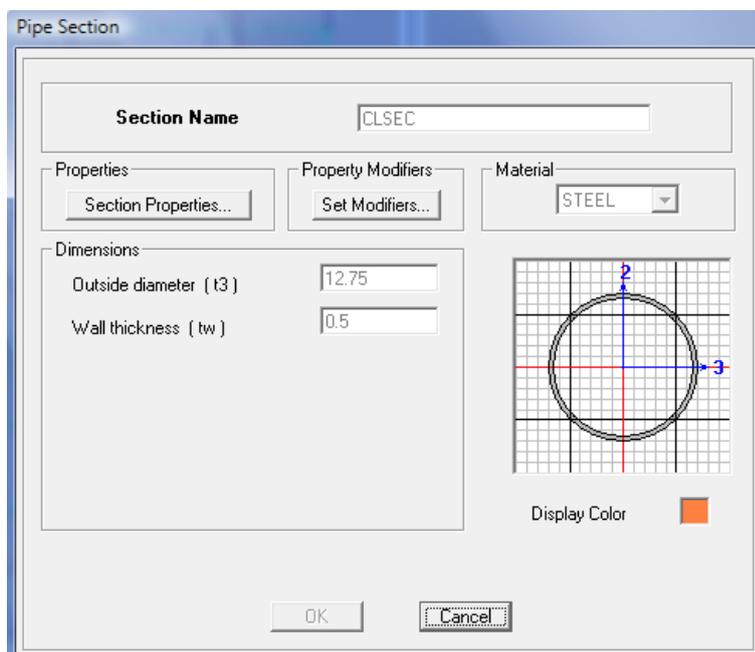
Frame = 2 D12x0.50

Columna
Secundaria

$d_c := 12.75$ in

$t_w := 0.50$ in

$t_w := 0.50$ in



Diseño de soldadura de ranura CJP (Junta de Penetración Completa) Patín - Columna:

Primero debemos encontrar la fuerza $P_{uf} = R_u$, que soportará el cordón de soldadura de CJP.

$d_m := d = 13.78$ in

$$P_{uf} := \frac{M_u}{d_m}$$

P_{uf} , Fuerza factorizada en el patín de la viga, a tensión o a compresión, Klb
 M_u , Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, Klb-in
 d_m , Brazo de momento entre las fuerzas del patín, in

$P_{uf} = 92.418$ Klb

La resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre::

Tabla J2.5 AISC 2005

$$R_d := \min(R_{dw}, R_{dBM})$$

R_d , Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.
 R_{dw} , Resistencia de diseño del metal de aporte, klb.
 R_{dBM} , Resistencia del metal base, Klb.

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$R_{dw} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot t_e \cdot L_w$$

F_{yw} , Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w$$

F_{yBM} , Esfuerzo de fluencia del metal base.

Donde:

$$F_{yw} := 48 \text{ Ksi} \quad \text{Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)}$$

$$F_{yBM} := 36 \text{ Ksi}$$

$$t_e := t_f = 0.5 \text{ in}$$

$$L_w := b_f = 6.89 \text{ in}$$

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular R_d :

$$ABM := b_f \cdot t_f = 3.445 \text{ in}^2 \quad \text{ABM, área del patín, in}^2.$$

$$F_{yBM} = 36 \text{ Ksi}$$

Calculamos R_{dBM} del metal base:

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 66.969 \text{ Klb} \quad P_{uf} = 92.418 \text{ Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 0 \quad \text{ADVERTENCIA}$$

Por lo tanto el patín de la viga no resistirá el esfuerzo de tensión P_{uf} . por tal razón se permite colocar placas de patín superior e inferior para que soporte el esfuerzo requerido.

Para este análisis debemos elegir el ancho y espesor de la placa de patín mínimo que resista la fuerza de tensión provocada por el momento actuante M_u .

Placa refuerzo de patín para viga.

El tamaño de pierna (w) de la soldadura de filete que unirá a la placa de patín al patín de la viga, es que se analiza a continuación, el esquema se muestra en la Figura 3.67.

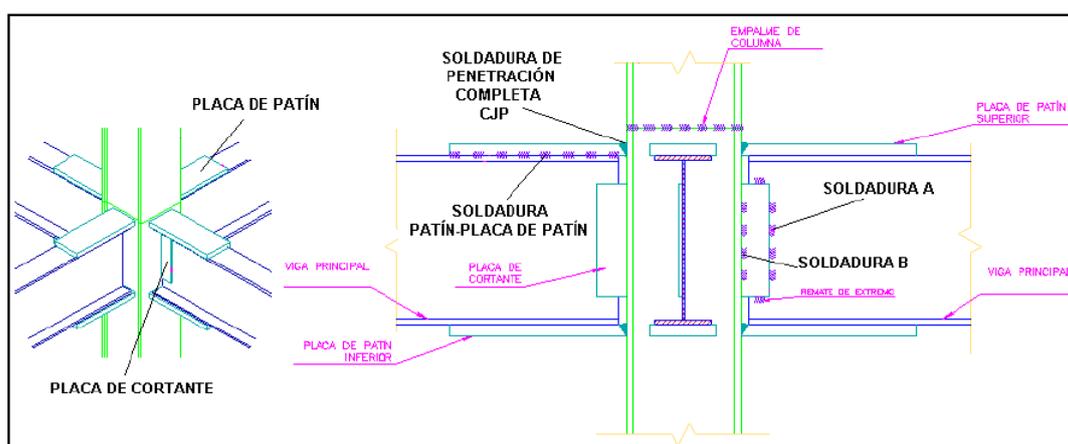


Figura 3.67 Ubicación de soldadura.

$$t_{wb} \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 F_{ub})} = \frac{0.088 \cdot F_{exxD}}{F_{ub}} = t_{wb \text{ min}} \quad \text{Tabla 9-4 AISC 1994.}$$

Donde: $\underline{twbmin} := tf = 0.5$ in tf , Espesor del patín de la viga, in

$$\underline{w} := \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot Fub) \cdot twbmin}{0.75 \cdot (0.60 \cdot Fexx) \cdot 2 \cdot (0.707)} = 0.342 = \frac{58 \cdot twbmin}{60 \cdot 2 \cdot 0.707} = 0.342 \text{ in} \quad \underline{wmm} := w \cdot 25.4 = 8.682 \text{ mm}$$

$$25.4 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 10.27 \text{ mm}$$

Al valor de "w" hay que agregarle 1/16 pulgadas, por lo tanto el espacio libre que hay que dejar para colocar la soldadura de filete es de **10 mm**, y la placa de patín se extenderá por fuera de los bordes del patín, por tanto el patín superior e inferior superarán el ancho del patín de la viga en **20 mm**.

Con ese ancho de placa calcularemos el espesor requerido.

$$\underline{Lw} := bf + 2 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 7.698 \text{ in} \quad Lw, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$\underline{RdBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot te \cdot Lw = 74.829 \text{ KlB}$$

Donde la longitud efectiva de soldadura de raura CJP es Lw (es decir el nuevo ancho de placa de patín) y "te" es el espesor de placa a calcular.

$$bf = 6.89 \text{ in} \quad \underline{bfmm} := bf \cdot 25.4 = 175.001 \text{ mm} \quad bf, \text{ ancho de patín de viga, in}$$

$$\underline{Lw} := bf + 2 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) \quad Lw, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$Lw = 7.698 \text{ in} \quad \underline{Lwmm} := Lw \cdot 25.4 = 195.54 \text{ mm}$$

$$\underline{Lw} := 9.449 \text{ in} \quad \underline{Lwmm} := Lw \cdot 25.4 = 240.005 \text{ mm} \quad Lw, \text{ redefinido por conveniencia constructiva, in}$$

$$\underline{te} := \frac{RdBM}{(Lw \cdot 0.90 \cdot 0.60 \cdot FyBM)} = 0.407 \text{ in} \quad \underline{temm} := te \cdot 25.4 = 10.347 \text{ mm}$$

De manera iterativa debemos recalculer, variando los valores finales de "Lw" y "te" para saber si la soldadura propuesta está en capacidad de soportar la acción del momento Mu . Primero debemos encontrar la fuerza $Puf = Ru$, que soporta el cordón de soldadura de CJP:

Por lo tanto usaremos una placa de **13.10 mm**. que son placas que proporciona la empresa DIPAC.

$$\underline{te} := \frac{33}{64} \text{ in} \quad Lw = 9.449 \text{ in} \quad \underline{temm} := te \cdot 25.4 = 13.097 \text{ mm} \quad Lwmm = 240.005 \text{ mm}$$

Ahora: $\underline{Dm} := dm + te = 14.295$ in $dm = 13.78$ in Dm , Nueva distancia entre soldadura CJP de placa de patines, in

$$\underline{Puf} := \frac{Mu}{Dm} \quad Puf = 89.084 \text{ KlB}$$

Recalculando la resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre:

Tabla J2.5 AISC 2005

$$R_d := \min(R_{dw}, R_{dBM})$$

R_d , Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.
 R_{dw} , Resistencia de diseño del metal de aporte, klb.
 R_{dBM} , Resistencia del metal base, Klb.

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$R_{dw} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot t_e \cdot L_w$$

F_{yw} , Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w$$

F_{yBM} , Esfuerzo de fluencia del metal base.

Donde:

$$F_{yw} := 48 \text{ Ksi}$$

Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)

$$F_{yBM} := 36 \text{ Ksi}$$

$$t_e = 0.516 \text{ in}$$

Nuevos valores de t_e y L_w por la utilización de placa de patin para la viga.

$$L_w = 9.449 \text{ in}$$

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular R_d :

$$A_{BM} := L_w \cdot t_e = 4.872 \text{ in}^2$$

A_{BM} , área del patín, in².

$$F_{yBM} = 36 \text{ Ksi}$$

Calculamos R_{dBM} del metal base:

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 94.714 \text{ Klb}$$

$P_{uf} = 89.084 \text{ Klb}$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \frac{P_{uf}}{R_{dBM}} = 0.941$$

Por lo tanto la relación $R_{dBM} > P_{uf}$ demuestra que la placa de ancho **9.46 pulgadas** y de **espesor 0.516 pulgadas** cumple con el esfuerzo de tensión y compresión requerido por la soldadura CJP.

Para cortante en el área efectiva:

$$R_{dw} := 0.80 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot t_e \cdot L_w$$

R_{dw} , Resistencia de diseño del metal de aporte.

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w$$

R_{dBM} , Resistencia de diseño del metal Base.

De la misma manera el material base gobierna el diseño de este tipo de soldadura, entonces:

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w$$

$$R_{dBM} = 94.714 \quad \text{Klb}$$

$$P_{uf} = 89.084 \quad \text{Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la soldadura de ranura cumple con la resistencia de diseño por cortante en el área efectiva.

Diseño de soldadura de Filete, Patín - Placa de Patín:

De los cálculos anteriores se ha obtenido el ancho y el espesor de la placa de patín tanto para el patín inferior como para el patín superior. Ahora debemos calcular el largo efectivo de soldadura de filete y de este cálculo se obtendrá el largo de la placa de patín.

La soldadura de de filete que analizaremos está diagramada en la figura 104 (d), y es considerada del tipo B, esta soldadura está sujeta a una fuerza directa $1/2R_u$, mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_B$, donde $e_B = L_b$.

Entonces:

Debido a que los componentes de la fuerza cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorialmente para obtener la máxima fuerza resultante en la soldadura crítica de longitud unitaria como:

$$R_u := P_{uf} = 89.084 \quad \text{Klb}$$

$$\frac{1}{2} \cdot R_u = 44.542 \quad \text{Klb}$$

$$W_u := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{R_u \cdot e_B}{L}\right)^2 + \left(\frac{R_u}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L}\right)^2}$$

$$w_{mm} = 8.682$$

Donde:

a_p , ancho de patín, in

$$a_p := L_w = 9.449 \text{ in}$$

w , tamaño de la soldadura, in

$$w := \frac{9}{25.4} = 0.354 \text{ in} \quad (w=9 \text{ mm})$$

$$e_B := \frac{1}{2} \cdot a_p + w$$

$$e_B = 5.079 \text{ in}$$

Longitud de placa de patín: (Planteando W_u en función de L)

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L}\right)^2} \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

De esta ecuación se puede encontrar la longitud efectiva de soldadura necesaria que soporte la carga $1/2R_u$, con ayuda de interpolación dando valores a L y que cumpla con la resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria.

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria (W_d) se supone como:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.02 \cdot F_{exxD}$$

$$W_d = 6.765 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Además de acuerdo con la AISC 2005 tiene que cumplirse que W_u sea menor o igual a W_d , para que la resista si se aplica la mencionada carga. Entonces reemplazamos con valores de L :

Si $L := 5$ in $W_u \leq W_d$

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 33.772 \quad \frac{Klb}{in}$$

Si $L := 12.50$ in

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 6.314 \quad \frac{Klb}{in}$$

$$W_u = 6.314 \quad \frac{Klb}{in} \quad W_d = 6.765 \quad \frac{Klb}{in}$$

$$\frac{W_u}{W_d} = 0.933 \quad \text{OK}$$

$$L_f := L + 0.50 = 13 \quad \text{in} \quad L_{fmm} := L_f \cdot 25.4 = 330.2 \quad \text{mm} \quad L_{mm} := L \cdot 25.4 = 317.5 \quad \text{mm}$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva (L) de 12.50 pulgadas, puesto que la 1/2 pulgada extra es para la olgura de borde que se necesita para soldar la placa de patín a la columna.

Dimensión final de la placa de patín:

Ancho: $L_w = 9.449$ in $L_{wmm} = 240.005$ mm

Largo: $L_f = 13$ in $L_{fmm} = 330.2$ mm

Espesor: $t_e = 0.516$ in $t_{emm} = 13.097$ mm

Diseño de soldadura de Filete, Alma de Viga - Placa de Cortante:

Para el diseño de esta soldadura se considera como soldadura de filete tipo A según la Figura 104 (c), con la diferencia que $V_u = 1/2 R_u$, ya que solo cuenta con una placa a un lado del alma de la viga principal.

Primero hallaremos un valor de D , ya que se tiene un espesor de alma $t_w = 0.50$ in mínimo a partir de la siguiente expresión:

$$t_{wb} \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub})}$$

$$= \frac{0.088 \cdot F_{exx} \cdot D}{F_{ub}} := t_{wbmin}$$

$t_w = 0.5$ in t_w , espesor del alma, in

$F_{ub} := 58$ Ksi Para electrodo E60xx

$F_{exx} := 60$ Ksi

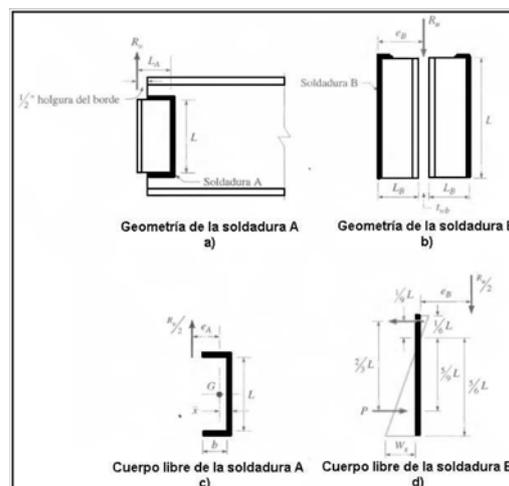


Figura 3.60 Esquema de soldadura.

Calculando D:

$$D := \frac{tw \cdot Fub}{0.088 \cdot Fexx}$$

$$D = 5.492 \text{ in}$$

Ahora:

$$w := \frac{D}{16} = 0.343 \text{ in} \quad w_{mm} := w \cdot 25.4 = 8.719 \text{ mm}$$

El valor de "D" define el valor del tamaño de la pierna de la soldadura de filete $w=D/16$; por lo tanto se usará un tamaño de pierna de soldadura de **9.00 mm**, ya que la AISC 2005 establece un mínimo de tamaño de pierna de 3mm y con el valor de 9.00 mm cumplimos ese mínimo, con ese valor se puede definir el espesor de placa de cortante a utilizar con $w+1/6$ in, establecido en la Sección J2.2b de la AISC 2005, obteniendo un valor de **10.30 mm**. En cuanto a la longitud efectiva de la soldadura, esta queda definida por la longitud del alma menos los espesores de los patines de la viga.

$$t_{pc} := w + \frac{1}{16} = 0.406 \text{ in} \quad t_{pc}, \text{ espesor de placa de cortante}$$

$$t_{pcmm} := t_{pc} \cdot 25.4 = 10.307 \text{ mm}$$

$$d = 13.78 \text{ in}$$

d, tamaño del alma de la viga, in

$$t_f = 0.5 \text{ in}$$

t_f, espesor del patín de viga, in

$$L_w := d - 2 \cdot t_f = 12.78 \text{ in}$$

$$L_{wmm} := L_w \cdot 25.4 = 324.599 \text{ in}$$

La soldadura A está sujeta a la fuerza directa $1/2R_u = V_u$ mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_A$, donde $e_A = L - x$. La distancia x' de la soldadura vertical al centroide de la soldadura con sección de canal puede obtenerse de la Tabla 8-42 de la AISC 1994.

Al usar un placa de 50 mm de ancho puedo hallar la longitud mínima de soldadura de filete que se necesita para este diseño de la tabla 8-42 de la AISC 1994 y mediante la figura 104 (a), como el peralte de la viga Principal es de 350mm se hará un análisis con una placa de cortante de 200 mm que cumpla con los requicitos de longitud mínima, tenemos:

$$h := \frac{50}{25.4} = 1.969 \text{ in} \quad h, \text{ ancho de placa de cortante (50 mm), in} \quad h_{mm} := h \cdot 25.4 = 50 \text{ mm}$$

$$L := \frac{200}{25.4} = 7.874 \text{ in} \quad L, \text{ Longitud de placa de cortante (200 mm), in} \quad L_{mm} := L \cdot 25.4 = 200 \text{ mm}$$

$$b := k \cdot L = h - \frac{1}{2} = 1.469 \text{ in} \quad \text{Entonces: } k := \frac{\left(h - \frac{1}{2}\right)}{L} = 0.187 \text{ in} \quad \text{Según Tabla 8-42 AISC 1994}$$

$$k := 0.20 \quad \text{Entonces} \quad x := 0.029$$

Entonces:

$$eA := h - x = 1.94 \quad \rightarrow \quad ea := a \cdot L \quad \rightarrow \quad a := \frac{eA}{L} = 0.246 \quad \text{in}$$

Ahora hallamos el valor del coeficiente de excentricidad C tabulado (Tabla 8-42 AISC 1994), donde:

$$C := 1.88$$

Entonces: $L_{min} := \frac{Pu}{C \cdot C1 \cdot D}$ C1, Coeficiente de la resistencia del electrodo usando Tabla 8-37 AISC 1994, para electrodo E60xx

$$C1 := 0.857$$

$$Vu = 16.16 \quad \text{Klb}$$

$$Ru := 2 \cdot Vu = 32.32 \quad \text{Klb}$$

$$Pu := \frac{1}{2} \cdot Ru$$

$$Pu = 16.16 \quad \text{Klb}$$

Calculando la longitud mínima de soldadura de filete tenemos:

$$L_{min} := \frac{Pu}{C \cdot C1 \cdot D} = 1.826 \quad \text{in} \quad L_{minmm} := L_{min} \cdot 25.4 = 46.384 \quad \text{mm}$$

Por lo tanto la longitud del cordón de soldadura de filete de 200 mm cumple con la condición de longitud mínima requerida para este caso.

La resistencia de diseño según la tabla 8-42 del AISC 1994 se determina de la siguiente manera:

$$R_{dw} := \Phi \cdot R_n = C \cdot C1 \cdot D \cdot L = 69.679 \quad \text{Klb}$$

$$R_{dw1} := C \cdot C1 \cdot D \cdot L = 69.679 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño según la AISC se determina de la siguiente manera (Tabla J2.5 AISC 2005):

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$w = 0.343 \quad \text{in} \quad w_{mm} = 8.719 \quad \text{mm} \quad w, \text{ tamaño de pierna de la soldadura de filete, in}$$

$$L = 7.874 \quad \text{in} \quad L_{mm} = 200 \quad \text{mm} \quad L, \text{ Longitud de cordón de soldadura de filete, in}$$

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 51.605 \quad \text{Klb}$$

$$R_{dw2} := R_{dw} = 51.605 \quad \text{Klb}$$

Para cualquier comparación se toma la resistencia de diseño de la soldadura de filete de menor valor R_{dw} :

$$R_{dw2} = 51.605 \text{ Klb} \quad R_u = 32.32 \text{ Klb} \quad \frac{R_u}{R_{dw2}} = 0.626$$

$$R_{dw2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta soldadura de filete cumple con la resistencia por cortante.

La resistencia de diseño a la ruptura por cortante del material base adyacente está dada en la sección J4.2 de la especificación AISC 2005 como:

$$R_{dBM1} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_uBM) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-4 AISC 2005}$$

$$t_p := t_w = 0.5 \text{ in} \quad F_uBM = 58 \text{ Ksi}$$

$$L_w = 12.78 \text{ in}$$

$$R_{dBM1} = 61.706 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño a la fluencia en cortante del metal base adyacente está dada por la sección J4.2 de la AISC 2005 como:

$$R_{dBM2} := 1.0 \cdot (0.6 \cdot F_yBM) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-3 AISC 2005}$$

$$F_yBM = 36 \text{ Ksi}$$

$$R_{dBM2} = 138.019 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño del metal base de menor valor es la resistencia de fluencia por cortante, entonces:

$$\frac{R_u}{R_{dBM2}} = 0.234 \quad R_{dBM2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta viga de sección armada cumple con la resistencia por cortante, y la placa define las siguientes dimensiones:

$$\text{Ancho:} \quad h = 1.969 \text{ in} \quad h_{mm} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Largo:} \quad L = 7.874 \text{ in} \quad L_{mm} = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor:} \quad t_{pc} = 0.406 \text{ in} \quad t_{pcmm} = 10.307 \text{ mm}$$

Diseño de soldadura de filete Placa de Cortante - Columna:

Para el diseño de esta soldadura de filete, se le considera como soldadura tipo B, Figura 104 (d). La soldadura B está sujeta a una fuerza directa $1/2R_u$, mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_B$ donde $e_B = L_b$, entonces:

$$V_u = 16.16 \text{ Klb}$$

$$\frac{1}{2} \cdot R_u = 16.16 \text{ Klb}$$

Debido a que los componentes de cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorialmente para obtener la máxima fuerza resultante en la soldadura de longitud unitaria como:

$$W_u := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{R_u \cdot e_B}{L}\right)^2 + \left(\frac{R_u}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L}\right)^2}$$

Donde:

$$e_B := \frac{1}{2} \cdot t_{pc} + w = 0.546 \quad \text{in} \quad e_{Bm} := e_B \cdot 25.4 = 13.877 \quad \text{mm}$$

Calculando W_u , si $L = 200$ mm:

$$L = 7.874 \quad \text{in} \quad L_{mm} = 200 \quad \text{mm}$$

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L}\right)^2} = 2.115 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria se calcula como:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.20 \cdot F_{exx} \cdot D$$

Calculando W_d :

$$W_d = 6.554 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad \frac{W_u}{W_d} = 0.323 \quad \text{OK} \quad W_d \geq W_u$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva de **200 mm**, ya que con ese valor se tiene que $W_u < W_d$ (menor o igual que).

Resultados del Diseño de la Conexión:

1. Se usará una placa de patín superior e inferior para todas las vigas armadas principales 2 en la conexión con las columnas secundarias.
2. La placa de patín tendrá las dimensiones de 330x240x13.10 mm; con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 9 mm.
3. Se empleará una placa de cortante que será soldada directamente al alma de la viga, con las dimensiones de 200x50x10.32 mm, y con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 9 mm.
4. Se usará remates de extremo o refuerzos de 20 mm, para placas de cortante con tamaño de pierna de 9 mm y un refuerzo de placas de patín de 100 mm con tamaño de pierna de 9 mm.
5. La unión soldada de las placas de patín a la columna son del tipo CJP.

Tabla 3.31 Descripción de la conexión.

DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN SOLDADA DE MOMENTO TOTALMENTE RESTRINGIDA (VGP2-CLSEC)			
	PLACA DE CORTE		PLACA DE PATÍN
	SOLDADURA A	SOLDADURA B	
FUERZA FACTORIZADA (P_{uf})	--	--	89.084 Klb
REACCIÓN DE EXTREMO (R_u)	32.32 Klb	32.32 Klb	89.084 Klb
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA (CJP)	--	--	94.714 Klb
RELACIÓN (P_{uf}/CJP)	--	--	0.9406
RESISTENCIA REQUERIDA W_u	--	2.115 Klb/in	6.314 Klb/in
RESISTENCIA DE DISEÑO W_d	--	6.554 Klb/in	6.765 Klb/in
RELACIÓN (W_u/W_d)	--	0.3227	0.9333
LONGITUD MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	46.384 mm	--	--
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	51.605 Klb	--	--
RELACIÓN (R_u/R_{dw})	0.6261	--	--
ESPESOR DE PLACA	10.32 mm	10.32 mm	13.10 mm
ANCHO DE PLACA	50.00 mm	50.00 mm	240.00 mm
LARGO DE PLACA	200.00 mm	200.00 mm	330.00 mm
TAMAÑO DE PIERNA w	9.00 mm	9.00 mm	9.00 mm
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA	200.00 mm	200.00 mm	317.50 mm
REMATES DE EXTREMOS O REFUERZO	20.00 mm	--	100.00 mm

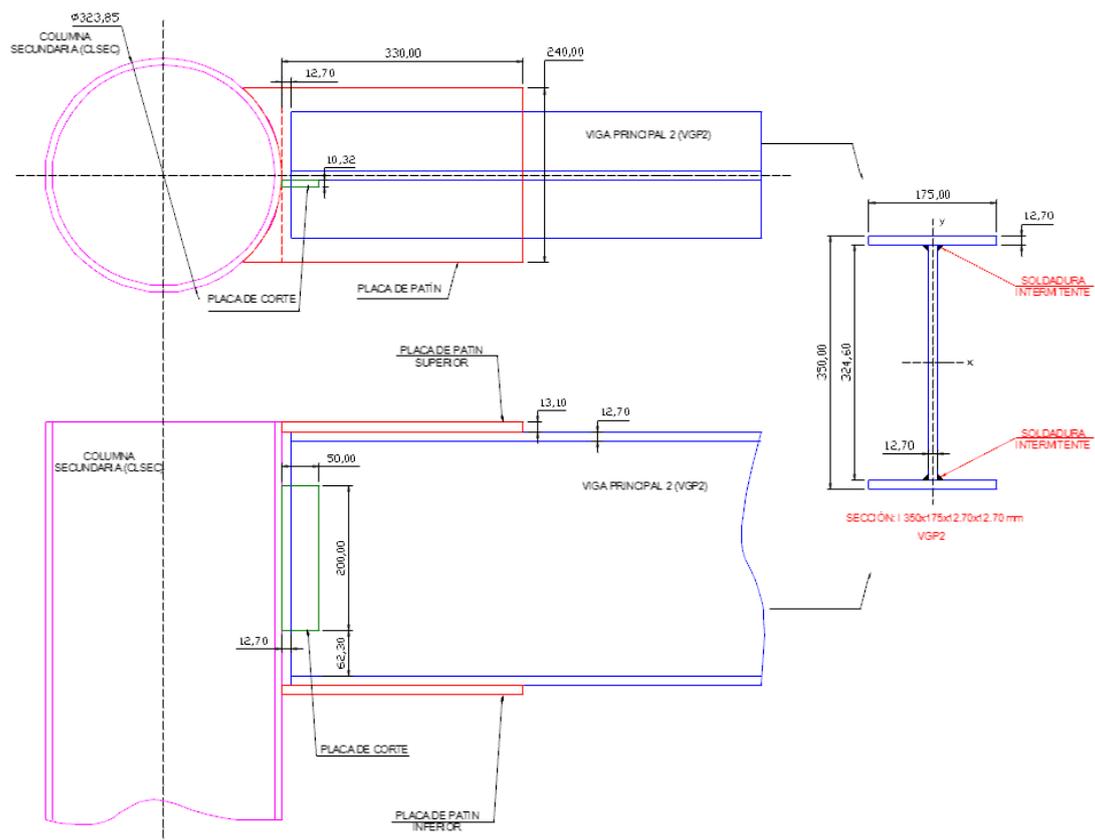


Figura 3.73 Esquema de junta.

Conexión Viga Principal 22 (VGP22) - Columna Secundaria (CLSEC): Segundo Nivel
Segundo Nivel Nivel
Conexión Totalmente Restringida.

Una conexión de momento de viga-columna debe tener resistencia y rigidez adecuadas para transferir los momentos flexionantes factorizados, la fuerza axial y la fuerza cortante en los extremos de la viga a la columna, sin cambio aparente en el ángulo entre cada viga y columna.

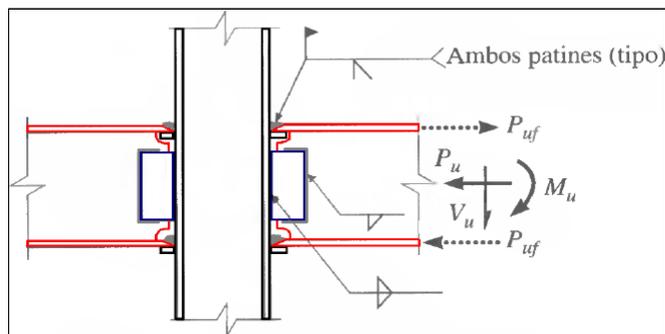


Figura 3.65 esquema de junta.

Este tipo de conexión está soldada directamente a la columna y al patín de la trabe mas una combinación de conexiones de cortante simple mediante placa extendida o placa de cortante. Por lo tanto, el momento puede resolverse con la acción de un par efectivo tensión-compresión sobre los patines de la viga. Donde:

- M_u = Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, klb-in.
- P_{uf} = Fuerza factorizada en la placa del patín a tensión o a compresión, klb.
- D_m = Brazo de momento entre las líneas centrales de las placas de patín.

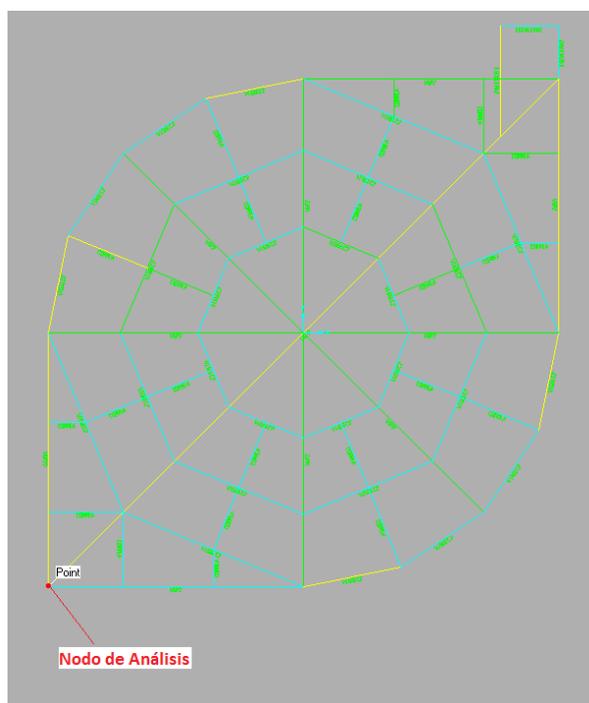


Figura 3.74 Nodo de análisis.

Al igual que en los anteriores cálculos para el diseño de esta conexión partimos de los datos proporcionados por el software Sap 2000:

Datos:

Frame = 71 I 350x240x12.70x12.70

$P_u := 13.441$ Klb

Principal 22

$V_u := 35.638$ Klb

$V_{ux} := 132.373$ Klb

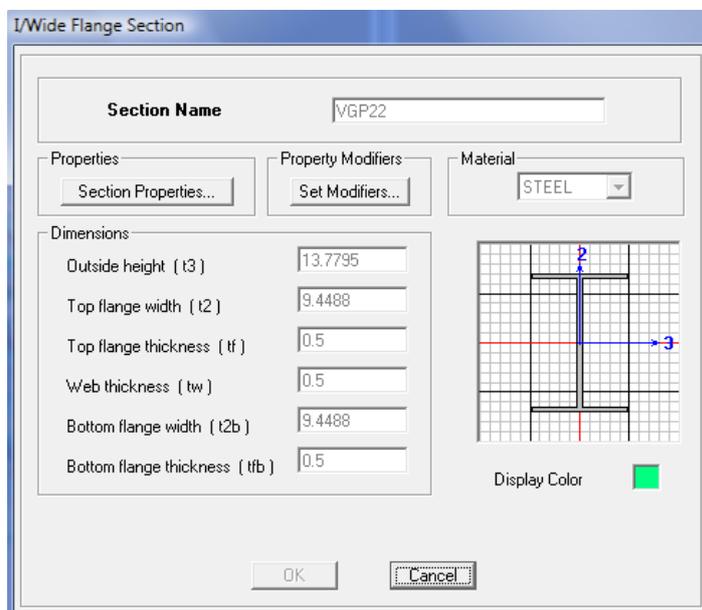
$M_u := 39.152$ Klb - in

$d := 13.7795$ in

$t_w := 0.50$ in

$b_f := 9.4488$ in

$t_f := 0.50$ in



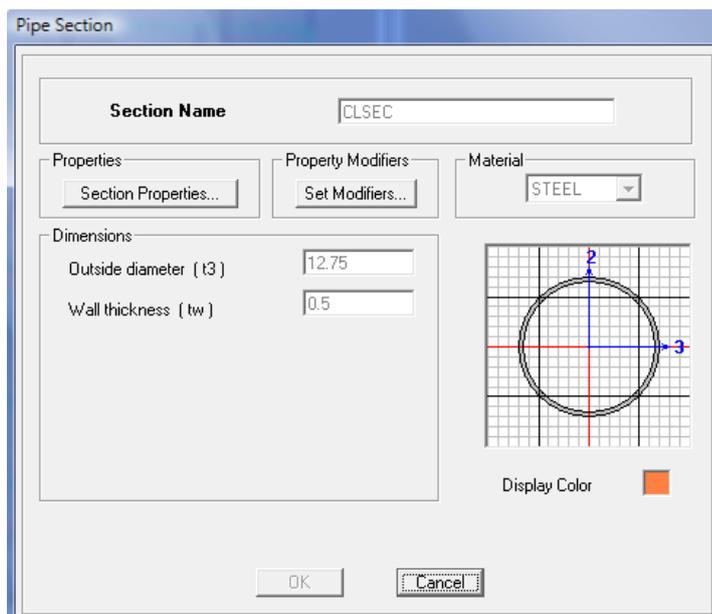
Frame = 2 D12x0.50

Columna
Secundaria

$d_c := 12.75$ in

$t_{wc} := 0.50$ in

$t_{wc} := 0.50$ in



Diseño de soldadura de ranura CJP (Junta de Penetración Completa) Patín - Columna:

Primero debemos encontrar la fuerza $P_{uf} = R_u$, que soportará el cordón de soldadura de CJP.

$$\underline{d_m} := d = 13.78 \quad \text{in}$$

$$\underline{P_{uf}} := \frac{M_u}{d_m}$$

P_{uf} , Fuerza factorizada en el patín de la viga, a tensión o a compresión, Klb
 M_u , Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, Klb-in
 d_m , Brazo de momento entre las fuerzas del patín, in

$$P_{uf} = 2.841 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre::

Tabla J2.5 AISC 2005

$$R_d := \min(R_{dw}, R_{dBM})$$

R_d , Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.
 R_{dw} , Resistencia de diseño del metal de aporte, Klb.
 R_{dBM} , Resistencia del metal base, Klb.

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$\underline{R_{dw}} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot t_e \cdot L_w$$

F_{yw} , Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.

$$\underline{R_{dBM}} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w$$

F_{yBM} , Esfuerzo de fluencia del metal base.

Donde:

$$\underline{F_{yw}} := 48 \quad \text{Ksi}$$

Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)

$$\underline{F_{yBM}} := 36 \quad \text{Ksi}$$

$$\underline{t_e} := t_f = 0.5 \quad \text{in}$$

$$\underline{L_w} := b_f = 9.449 \quad \text{in}$$

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular R_d :

$$\underline{A_{BM}} := b_f \cdot t_f = 4.724 \quad \text{in}^2$$

A_{BM} , área del patín, in².

$$F_{yBM} = 36 \quad \text{Ksi}$$

Calculamos R_{dBM} del metal base:

$$\underline{R_{dBM}} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 91.842 \quad \text{Klb}$$

$$P_{uf} = 2.841 \quad \text{Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{ADVERTENCIA}$$

Por lo tanto el patín de la viga resistirá el esfuerzo de tensión P_{uf} . Ahora si el proceso de montaje así lo amerita se podrá colocar placas de patín superior e inferior para que soporte el esfuerzo requerido.

Para este análisis debemos elegir el ancho y espesor de la placa de patín mínimo que resista la fuerza de tensión provocada por el momento actuante M_u .

Placa refuerzo de patín para viga.

El tamaño de pierna (w) de la soldadura de filete que unirá a la placa de patín al patín de la viga, es que se analiza a continuación, el esquema se muestra en la Figura 3.67.

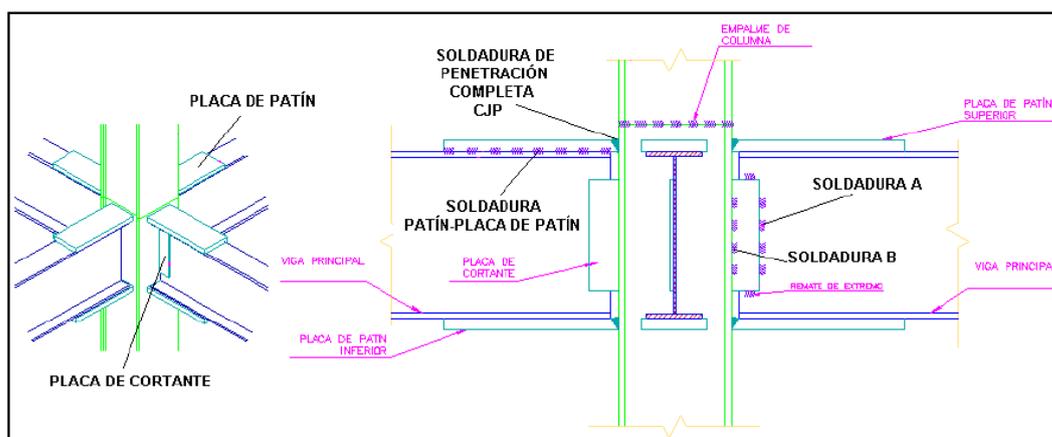


Figura 3.67 Ubicación de soldadura.

$$t_{wb} \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 F_{ub})} = \frac{0.088 \cdot F_{exx} D}{F_{ub}} = t_{wb \text{ min}} \quad \text{Tabla 9-4 AISC 1994.}$$

Donde: $t_{wb \text{ min}} := t_f = 0.5$ in t_f , Espesor del patín de la viga, in

$$w := \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub}) \cdot t_{wb \text{ min}}}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707)} = 0.342 = \frac{58 \cdot t_{wb \text{ min}}}{60 \cdot 2 \cdot 0.707} = 0.342 \text{ in}$$

$$w_{mm} := w \cdot 25.4 = 8.682 \text{ mm}$$

$$25.4 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 10.27 \text{ mm}$$

Al valor de "w" hay que agregarle 1/16 pulgadas, por lo tanto el espacio libre que hay que dejar para colocar la soldadura de filete es de **10 mm**, y la placa de patín se extenderá por fuera de los bordes del patín, por tanto el patín superior e inferior superarán el ancho del patín de la viga en **20 mm**.

Con ese ancho de placa calcularemos el espesor requerido.

$$L_w := b_f + 2 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 10.257 \text{ in} \quad L_w, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$R_{dB} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 99.702 \text{ Klb}$$

Donde la longitud efectiva de soldadura de raura CJP es L_w (es decir el nuevo ancho de placa de patín) y "te" es el espesor de placa a calcular.

$$bf = 9.449 \text{ in} \quad \underline{bfmm} := bf \cdot 25.4 = 240 \text{ mm} \quad bf, \text{ ancho de patín de viga, in}$$

$$\underline{L_w} := bf + 2.0 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) \quad L_w, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$L_w = 10.257 \text{ in} \quad \underline{L_wmm} := L_w \cdot 25.4 = 260.539 \text{ mm}$$

$$\underline{L_w} := 10.2559 \text{ in} \quad \underline{L_wmm} := L_w \cdot 25.4 = 260.5 \text{ mm} \quad L_w, \text{ redefinido por conveniencia constructiva, in}$$

$$\underline{te} := \frac{RdBM}{(L_w \cdot 0.90 \cdot 0.60 \cdot FyBM)} = 0.5 \text{ in} \quad \underline{temm} := te \cdot 25.4 = 12.702 \text{ mm}$$

De manera iterativa debemos recalcular, variando los valores finales de " L_w " y " te " para saber si la soldadura propuesta está en capacidad de soportar la acción del momento M_u . Primero debemos encontrar la fuerza $P_{uf} = R_u$, que soporta el cordón de soldadura de CJP:

Por lo tanto usaremos una placa de **13.89 mm**. que son placas que proporciona la empresa DIPAC.

$$\underline{te} := \frac{35}{64} \text{ in} \quad L_w = 10.256 \text{ in} \quad \underline{temm} := te \cdot 25.4 = 13.891 \text{ mm} \quad L_wmm = 260.5 \text{ mm}$$

$$\text{Ahora:} \quad \underline{Dm} := dm + te = 14.326 \text{ in} \quad dm = 13.78 \text{ in} \quad Dm, \text{ Nueva distancia entre soldadura CJP de placa de patines, in}$$

$$\underline{P_{uf}} := \frac{M_u}{Dm} \quad P_{uf} = 2.733 \text{ Klb}$$

Recalculando la resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre:

Tabla J2.5 AISC 2005

$$Rd := \min(Rdw, RdBM) \quad \begin{array}{l} Rd, \text{ Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.} \\ Rdw, \text{ Resistencia de diseño del metal de aporte, Klb.} \\ RdBM, \text{ Resistencia del metal base, Klb.} \end{array}$$

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$\underline{Rdw} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot Fyw) \cdot te \cdot L_w \quad Fyw, \text{ Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.}$$

$$\underline{RdBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot FyBM) \cdot te \cdot L_w \quad FyBM, \text{ Esfuerzo de fluencia del metal base.}$$

Donde:

$F_{yw} := 48 \text{ Ksi}$ Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)

$F_{yBM} := 36 \text{ Ksi}$

$te = 0.547 \text{ in}$ Nuevos valores de te y L_w por la utilización de placa de patin para la viga.
 $L_w = 10.256 \text{ in}$

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular R_d :

$ABM := L_w \cdot te = 5.609 \text{ in}^2$ ABM, área del patín, in².

$F_{yBM} = 36 \text{ Ksi}$

Calculamos R_{dBM} del metal base:

$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot te \cdot L_w = 109.033 \text{ Klb}$ $P_{uf} = 2.733 \text{ Klb}$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \frac{P_{uf}}{R_{dBM}} = 0.025$$

Por lo tanto la relación $R_{dBM} > P_{uf}$ demuestra que la placa de ancho **10.256 pulgadas** y de **espesor 0.547 pulgadas** cumple con el esfuerzo de tensión y compresión requerido por la soldadura CJP.

Para cortante en el área efectiva:

$R_{dw} := 0.80 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot te \cdot L_w$ R_{dw} , Resistencia de diseño del metal de aporte.

$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot te \cdot L_w$ R_{dBM} , Resistencia de diseño del metal Base.

De la misma manera el material base gobierna el diseño de este tipo de soldadura, entonces:

$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot te \cdot L_w$

$R_{dBM} = 109.033 \text{ Klb}$ $P_{uf} = 2.733 \text{ Klb}$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la soldadura de ranura cumple con la resistencia de diseño por cortante en el área efectiva.

Diseño de soldadura de Filete, Patín - Placa de Patin:

De los cálculos anteriores se ha obtenido el ancho y el espesor de la placa de patín tanto para el patín inferior como para el patín superior. Ahora debemos calcular el largo efectivo de soldadura de filete y de este cálculo se obtendrá el largo de la placa de patín.

La soldadura de de filete que analizaremos está diagramada en la figura 104 (d), y es considerada del tipo B, esta soldadura está sujeta a una fuerza directa $1/2R_u$, mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_B$, donde $e_B = L_b$.

Entonces:

$R_u := P_{uf} = 2.733 \text{ Klb}$ Debido a que los componentes de la fuerza cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse

$\frac{1}{2} \cdot Ru = 1.366$ Klb vectorialmente para obtener la máxima fuerza resultante en la soldadura crítica de longitud unitaria como:

$$W_u := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{Ru \cdot eB}{L}\right)^2 + \left(\frac{Ru}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2}$$

$$w_{mm} = 8.682$$

Donde:

ap, ancho de patín, in

$$ap := Lw = 10.256 \text{ in}$$

w, tamaño de la soldadura, in

$$w := \frac{9}{25.4} = 0.354 \text{ in} \quad (w=9 \text{ mm})$$

$$eB := \frac{1}{2} \cdot ap + w$$

$$eB = 5.482 \text{ in}$$

Longitud de placa de patín: (Planteando Wu en función de L)

$$W_u := \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

De esta ecuación se puede encontrar la longitud efectiva de soldadura necesaria que soporte la carga $1/2Ru$, con ayuda de interpolación dando valores a L y que cumpla con la resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria.

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria (W_d) se supone como:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.02 \cdot F_{exxD}$$

$$W_d = 6.765 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Además de acuerdo con la AISC 2005 tiene que cumplirse que W_u sea menor o igual a W_d , para que la resista si se aplica la mencionada carga. Entonces reemplazamos con valores de L:

$$W_u \leq W_d$$

Si $L := 2$ in

$$W_u := \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 6.777 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Si $L := 4$ in

$$W_u := \frac{Ru}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 1.72 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$W_u = 1.72 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad W_d = 6.765 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$\frac{W_u}{W_d} = 0.254 \quad \text{OK}$$

$$L_f := L + 0.50 = 4.5 \text{ in} \quad L_{fmm} := L_f \cdot 25.4 = 114.3 \text{ mm} \quad L_{mm} := L \cdot 25.4 = 101.6 \text{ mm}$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva (L) de 4.00 pulgadas, puesto que la 1/2 pulgada extra es para la olgura de borde que se necesita para soldar la placa de patín a la columna.

Dimensión final de la placa de patín:

Ancho: $L_w = 10.256$ in $L_{wmm} = 260.5$ mm

Largo: $L_f = 4.5$ in $L_{fmm} = 114.3$ mm

Espesor: $t_e = 0.547$ in $t_{emm} = 13.891$ mm

Diseño de soldadura de Filete, Alma de Viga - Placa de Cortante:

Para el diseño de esta soldadura se considera como soldadura de filete tipo A según la Figura 104 (c), con la diferencia que $V_u = 1/2R_u$, ya que solo cuenta con una placa a un lado del alma de la viga principal.

Primero hallaremos un valor de D, ya que se tiene un espesor de alma $t_w = 0.50$ in mínimo a partir de la siguiente expresión:

$$t_w b \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub})}$$

$$= \frac{0.088 \cdot F_{exx} \cdot D}{F_{ub}} := t_w b_{min}$$

$t_w = 0.5$ in t_w , espesor del alma, in

$F_{ub} := 58$ Ksi Para electrodo E60xx

$F_{exx} := 60$ Ksi

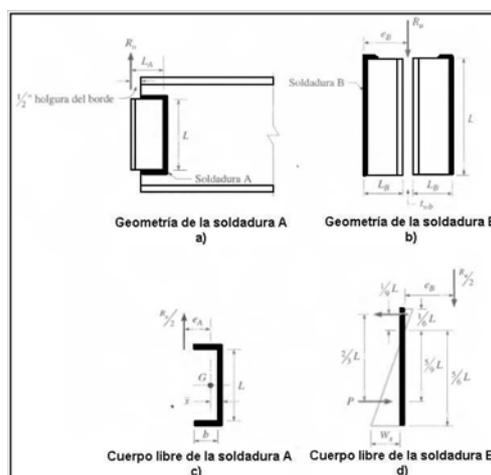


Figura 3.60 Esquema de soldadura.

Calculando D:

$$D := \frac{t_w \cdot F_{ub}}{0.088 \cdot F_{exx}}$$

$D = 5.492$ in

Ahora:

$$w := \frac{D}{16} = 0.343 \text{ in} \quad w_{mm} := w \cdot 25.4 = 8.719 \text{ mm}$$

El valor de "D" define el valor del tamaño de la pierna de la soldadura de filete $w=D/16$; por lo tanto se usará un tamaño de pierna de soldadura de **9.00 mm**, ya que la AISC 2005 establece un mínimo de tamaño de pierna de 3mm y con el valor de 9.00 mm cumplimos ese mínimo, con ese valor se puede definir el espesor de placa de cortante a utilizar con $w+1/6$ in, establecido en la Sección J2.2b de la AISC 2005, obteniendo un valor de **10.30 mm**. En cuanto a la longitud efectiva de la soldadura, esta queda definida por la longitud del alma menos los espesores de los patines de la viga.

$$\underline{\underline{t_{pc}}} := w + \frac{1}{16} = 0.406 \text{ in}$$

t_{pc}, espesor de placa de cortante

$$\underline{\underline{t_{pcmm}}} := t_{pc} \cdot 25.4 = 10.307 \text{ mm}$$

$$d = 13.78 \text{ in}$$

d, tamaño del alma de la viga, in

$$t_f = 0.5 \text{ in}$$

t_f, espesor del patín de viga, in

$$\underline{\underline{L_w}} := d - 2 \cdot t_f = 12.78 \text{ in}$$

$$\underline{\underline{L_{wmm}}} := L_w \cdot 25.4 = 324.599 \text{ in}$$

La soldadura A está sujeta a la fuerza directa $1/2R_u = V_u$ mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot eA$, donde $eA = L \cdot x$. La distancia x' de la soldadura vertical al centroide de la soldadura con sección de canal puede obtenerse de la Tabla 8-42 de la AISC 1994.

Al usar un placa de 70 mm de ancho puedo hallar la longitud mínima de soldadura de filete que se necesita para este diseño de la tabla 8-42 de la AISC 1994 y mediante la figura 104 (a), como el peralte de la viga Principal es de 350mm se hará un análisis con una placa de cortante de 300 mm que cumpla con los requicitos de longitud mínima, tenemos:

$$\underline{\underline{h}} := \frac{70}{25.4} = 2.756 \text{ in} \quad h, \text{ ancho de placa de cortante (70 mm), in} \quad \underline{\underline{h_{mm}}} := h \cdot 25.4 = 70 \text{ mm}$$

$$\underline{\underline{L}} := \frac{300}{25.4} = 11.81 \text{ in} \quad L, \text{ Longitud de placa de cortante (300 mm), in} \quad \underline{\underline{L_{mm}}} := L \cdot 25.4 = 300 \text{ mm}$$

$$\underline{\underline{b}} := k \cdot L = h - \frac{1}{2} = 2.256 \text{ in} \quad \text{Entonces:} \quad \underline{\underline{k}} := \frac{\left(h - \frac{1}{2}\right)}{L} = 0.191 \text{ in} \quad \text{Según Tabla 8-42 AISC 1994}$$

$$\underline{\underline{k}} := 0.20 \quad \text{Entonces} \quad \underline{\underline{x}} := 0.029$$

Entonces:

$$\underline{\underline{eA}} := h - x = 2.727 \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{ea}} := a \cdot L \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{a}} := \frac{eA}{L} \quad a = 0.231 \text{ in}$$

Ahora hallamos el valor del coeficiente de excentricidad C tabulado (Tabla 8-42 AISC 1994), donde:

$$\underline{\underline{C}} := 1.98$$

Entonces:

$$\underline{\underline{L_{min}}} := \frac{P_u}{C \cdot C1 \cdot D} \quad C1, \text{ Coeficiente de la resistencia del electrodo usando Tabla 8-37 AISC 1994, para electrodo E60xx}$$

$$\underline{\underline{C1}} := 0.857$$

$$V_u = 35.638 \text{ Klb}$$

$$\underline{\underline{R_u}} := 2 \cdot V_u = 71.276 \text{ Klb}$$

$$\underline{\underline{P_u}} := \frac{1}{2} \cdot R_u$$

$$P_u = 35.638 \text{ Klb}$$

Calculando la longitud mínima de soldadura de filete tenemos:

$$\underline{L_{min}} := \frac{P_u}{C \cdot C_1 \cdot D} = 3.824 \text{ in} \quad \underline{L_{minmm}} := L_{min} \cdot 25.4 = 97.126 \text{ mm}$$

Por lo tanto la longitud del cordón de soldadura de filete de 300 mm cumple con la condición de longitud mínima requerida para este caso.

La resistencia de diseño según la tabla 8-42 del AISC 1994 se determina de la siguiente manera:

$$R_{dw} := \Phi \cdot R_n = C \cdot C_1 \cdot D \cdot L = 110.077 \text{ Klb}$$

$$\underline{R_{dw1}} := C \cdot C_1 \cdot D \cdot L = 110.077 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño según la AISC se determina de la siguiente manera (Tabla J2.5 AISC 2005):

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

$$\underline{R_{dw}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$w = 0.343 \text{ in}$ $w_{mm} = 8.719 \text{ mm}$ w , tamaño de pierna de la soldadura de filete, in

$L = 11.811 \text{ in}$ $L_{mm} = 300 \text{ mm}$ L , Longitud de cordón de soldadura de filete, in

$$\underline{R_{dw}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 77.407 \text{ Klb}$$

$$\underline{R_{dw2}} := R_{dw} = 77.407 \text{ Klb}$$

Para cualquier comparación se toma la resistencia de diseño de la soldadura de filete de menor valor R_{dw} :

$$R_{dw2} = 77.407 \text{ Klb} \quad R_u = 71.276 \text{ Klb} \quad \frac{R_u}{R_{dw2}} = 0.921$$

$$R_{dw2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta soldadura de filete cumple con la resistencia por cortante.

La resistencia de diseño a la ruptura por cortante del material base adyacente está dada en la sección J4.2 de la especificación AISC 2005 como:

$$\underline{R_{dBM1}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{uBM}) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-4 AISC 2005}$$

$$\underline{t_p} := t_w = 0.5 \text{ in} \quad F_{uBM} = 58 \text{ Ksi}$$

$$L_w = 12.78 \text{ in}$$

$$R_{dBM1} = 166.772 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño a la fluencia en cortante del metal base adyacente está dada por la sección J4.2 de la AISC 2005 como:

$$\underline{R_{dBM2}} := 1.0 \cdot (0.6 \cdot F_{yBM}) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-3 AISC 2005}$$

$$F_{yBM} = 36 \text{ Ksi}$$

$$R_{dBM2} = 138.019 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño del metal base de menor valor es la resistencia de fluencia por cortante, entonces:

$$\frac{R_u}{R_{dBM2}} = 0.516 \quad R_{dBM2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta viga de sección armada cumple con la resistencia por cortante, y la placa define las siguientes dimensiones:

$$\text{Ancho:} \quad h = 2.756 \text{ in} \quad h_{mm} = 70 \text{ mm}$$

$$\text{Largo:} \quad L = 11.811 \text{ in} \quad L_{mm} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor:} \quad t_{pc} = 0.406 \text{ in} \quad t_{pcmm} = 10.307 \text{ mm}$$

Diseño de soldadura de filete Placa de Cortante - Columna:

Para el diseño de esta soldadura de filete, se le considera como soldadura tipo B, Figura 104 (d). La soldadura B está sujeta a una fuerza directa $1/2R_u$, mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_B$ donde $e_B = L_b$, entonces:

$$V_u = 35.638 \text{ Klb}$$

$$\frac{1}{2} \cdot R_u = 35.638 \text{ Klb}$$

Debido a que los componentes de cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorielmente para obtener la máxima fuerza resultante en la soldadura de longitud unitaria como:

$$W_u := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{R_u \cdot e_B}{L^2} \right)^2 + \left(\frac{R_u}{2 \cdot L} \right)^2} = \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5} \right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L} \right)^2}$$

Donde:

$$e_B := \frac{1}{2} \cdot t_{pc} + w = 0.546 \text{ in} \quad e_{Bm} := e_B \cdot 25.4 = 13.872 \text{ mm}$$

Calculando W_u , si $L = 300 \text{ mm}$:

$$L = 11.811 \text{ in} \quad L_{mm} = 300 \text{ mm}$$

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5} \right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L} \right)^2} = 3.059 \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria se calcula como:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.20 \cdot F_{exx} \cdot D$$

Calculando W_d :

$$W_d = 6.554 \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad \frac{W_u}{W_d} = 0.467 \quad \text{OK} \quad W_d \geq W_u$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva de **300 mm**, ya que con ese valor se tiene que $W_u < W_d$ (menor o igual que).

Resultados del Diseño de la Conexión:

1. Se usará una placa de patín superior e inferior para esta viga armada en las conexiones con las columnas secundarias, de ser una facilidad para el montaje, de lo contrario se conectará directamente con soldadura al patín inferior y superior respectivamente .
2. La placa de patín tendrá las dimensiones de 260.50x114.30x13.89 mm; con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 9 mm.
3. Se empleará una placa de cortante que será soldada directamente al alma de la viga, con las dimensiones de 300x70x10.32 mm, y con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 9 mm.
4. Se usará remates de extremo o refuerzos de 30 mm, para placas de cortante con tamaño de pierna de 9 mm y un refuerzo de placas de patín de 100 mm con tamaño de pierna de 9 mm.
5. La unión soldada de las placas de patín a la columna son del tipo CJP.

Tabla 3.32 Descripción de la conexión.

DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN SOLDADA DE MOMENTO TOTALMENTE RESTRINGIDA (VGP22-CLSEC)			
	PLACA DE CORTE		PLACA DE PATÍN
	SOLDADURA A	SOLDADURA B	
FUERZA FACTORIZADA (P_{uf})	--	--	2.733 Klb
REACCIÓN DE EXTREMO (R_u)	35.638 Klb	35.638 Klb	109.033 Klb
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA (CJP)	--	--	109.033 Klb
RELACIÓN (P_{uf}/CJP)	--	--	0.0251
RESISTENCIA REQUERIDA W_u	--	3.059 Klb/in	1.72 Klb/in
RESISTENCIA DE DISEÑO W_d	--	6.554 Klb/in	6.765 Klb/in
RELACIÓN (W_u/W_d)	--	0.4667	0.2542
LONGITUD MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	97.126 mm	--	--
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	77.407 Klb	--	--
RELACIÓN (R_u/R_{dw})	0.9208	--	--
ESPESOR DE PLACA	10.32 mm	10.32 mm	13.89 mm
ANCHO DE PLACA	70.00 mm	70.00 mm	206.50 mm
LARGO DE PLACA	300.00 mm	300.00 mm	114.60 mm
TAMAÑO DE PIERNA w	9.00 mm	9.00 mm	9.00 mm
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA	300.00 mm	300.00 mm	101.60 mm
REMATES DE EXTREMOS O REFUERZO	30.00 mm	--	100.00 mm

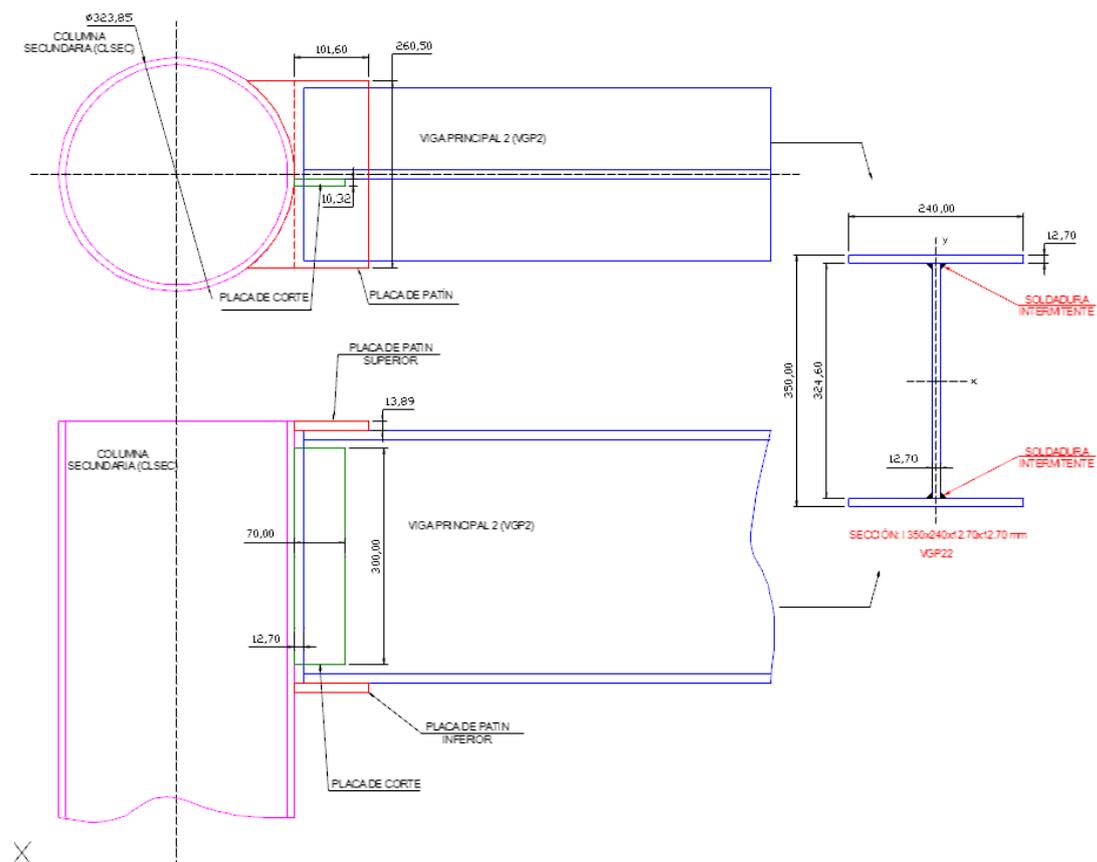


Figura 3.75 Esquema de Junta.

Conexión Viga Secundaria 2 (VIGSEC2) - Columna Secundaria (CLSEC): Segundo Nivel
Segundo Nivel Nivel
Conexión Totalmente Restringida.

Una conexión de momento de viga-columna debe tener resistencia y rigidez adecuadas para transferir los momentos flexionantes factorizados, la fuerza axial y la fuerza cortante en los extremos de la viga a la columna, sin cambio aparente en el ángulo entre cada viga y columna.

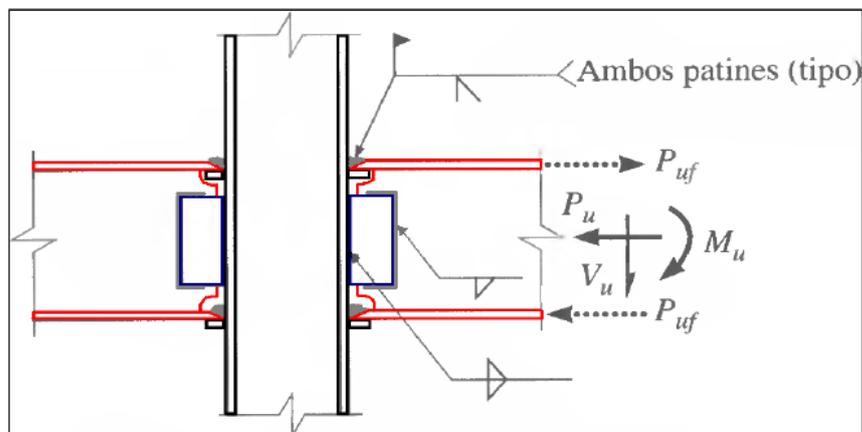


Figura 3.65 Esquema de junta.

Este tipo de conexión está soldada directamente a la columna y al patín de la trabe mas una combinación de conexiones de cortante simple mediante placa extendida o placa de cortante. Por lo tanto, el momento puede resolverse con la acción de un par efectivo tensión-compresión sobre los patines de la viga. Donde:

M_u = Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, klb-in.

P_{ufp} = Fuerza factorizada en la placa del patín a tensión o a compresión, klb.

D_m = Brazo de momento entre la líneas centrales de las placas de patín.

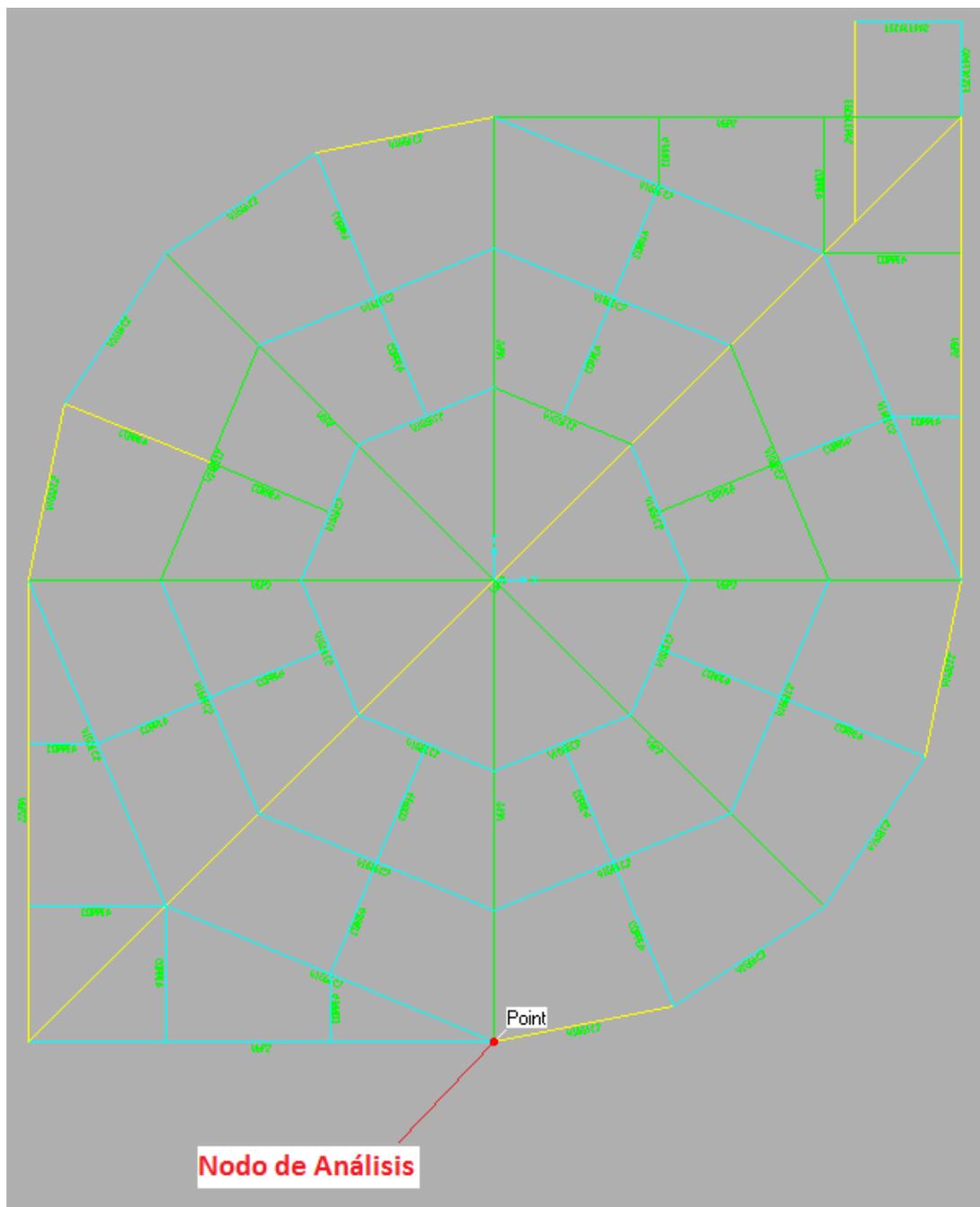


Figura 3.76 Nodo de análisis.

Al igual que en los anteriores cálculos para el diseño de esta conexión partimos de los datos proporcionados por el software Sap 2000:

Datos:

Frame = 818 IPE 160

$P_u := 18.489$ Klb Principal 2

$V_u := 3.034$ Klb

$M_u := 139.785$ Klb - in

$d := 6.2992$ in

$t_w := 0.1969$ in

$b_f := 3.2283$ in

$t_f := 0.2913$ in

I/Wide Flange Section

Section Name: IIGSEC2

Properties: Section Properties... Property Modifiers: Set Modifiers... Material: STEEL

Dimensions:

Outside height (t3)	6.2992
Top flange width (t2)	3.2283
Top flange thickness (tf)	0.2913
Web thickness (tw)	0.1969
Bottom flange width (t2b)	3.2283
Bottom flange thickness (tfb)	0.2913

Display Color: ■

OK Cancel

Frame = 579 D12x0.50

Column
Secundaria

$d_c := 12.75$ in

$t_{wc} := 0.50$ in

$t_{wc} := 0.50$ in

Pipe Section

Section Name: CLSEC

Properties: Section Properties... Property Modifiers: Set Modifiers... Material: STEEL

Dimensions:

Outside diameter (t3)	12.75
Wall thickness (tw)	0.5

Display Color: ■

OK Cancel

Diseño de soldadura de ranura CJP (Junta de Penetración Completa) Patín - Columna:

Primero debemos encontrar la fuerza $P_{uf} = R_u$, que soportará el cordón de soldadura de CJP.

$$d_m := d = 6.299 \quad \text{in}$$

$$P_{uf} := \frac{M_u}{d_m}$$

P_{uf} , Fuerza factorizada en el patín de la viga, a tensión o a compresión, Klb
 M_u , Momento de extremo de la viga sujeta a carga factorizada, Klb-in
 d_m , Brazo de momento entre las fuerzas del patín, in

$$P_{uf} = 22.191 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre::

Tabla J2.5 AISC 2005

$$R_d := \min(R_{dw}, R_{dBM})$$

R_d , Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.
 R_{dw} , Resistencia de diseño del metal de aporte, klb.
 R_{dBM} , Resistencia del metal base, Klb.

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$R_{dw} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot t_e \cdot L_w$$

F_{yw} , Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w$$

F_{yBM} , Esfuerzo de fluencia del metal base.

Donde:

$$F_{yw} := 48 \quad \text{Ksi} \quad \text{Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)}$$

$$F_{yBM} := 36 \quad \text{Ksi}$$

$$t_e := t_f = 0.291 \quad \text{in}$$

$$L_w := b_f = 3.228 \quad \text{in}$$

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular R_d :

$$A_{BM} := b_f \cdot t_f = 0.94 \quad \text{in}^2 \quad \text{ABM, área del patín, in}^2.$$

$$F_{yBM} = 36 \quad \text{Ksi}$$

Calculamos R_{dBM} del metal base:

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 18.281 \quad \text{Klb} \quad P_{uf} = 22.191 \quad \text{Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 0 \quad \text{ADVERTENCIA}$$

Por lo tanto el patín de la viga no resistirá el esfuerzo de tensión P_{uf} . Por tal razón se permite colocar placas de patín superior e inferior para que soporte el esfuerzo requerido.

Para este análisis debemos elegir el ancho y espesor de la placa de patín mínimo que resista la fuerza de tensión provocada por el momento actuante M_u .

Placa refuerzo de patín para viga.

El tamaño de pierna (w) de la soldadura de filete que unirá a la placa de patín al patín de la viga, es que se analiza a continuación, el esquema se muestra en la Figura 3.67.

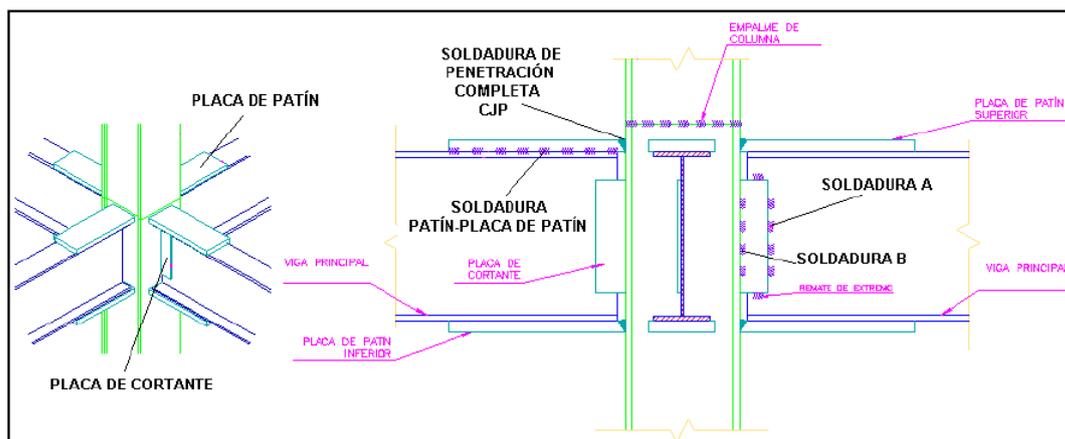


Figura 3.67 Ubicación de soldadura.

$$t_{wb} \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 F_{ub})} = \frac{0.088 \cdot F_{exx} D}{F_{ub}} = t_{wb \text{ min}} \quad \text{Tabla 9-4 AISC 1994.}$$

Donde: $t_{wb \text{ min}} := t_f = 0.291 \text{ in}$ t_f , Espesor del patín de la viga, in

$$w := \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub}) \cdot t_{wb \text{ min}}}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707)} = 0.199 = \frac{58 \cdot t_{wb \text{ min}}}{60 \cdot 2 \cdot 0.707} = 0.199 \text{ in} \quad w_{\text{mm}} := w \cdot 25.4 = 5.058 \text{ mm}$$

$$25.4 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 6.646 \text{ mm}$$

Al valor de "w" hay que agregarle 1/16 pulgadas, por lo tanto el espacio libre que hay que dejar para colocar la soldadura de filete es de **7 mm**, y la placa de patín se extenderá por fuera de los bordes del patín, por tanto el patín superior e inferior superarán el ancho del patín de la viga en **14 mm**.

Con ese ancho de placa calcularemos el espesor requerido.

$$L_w := b_f + 2 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) = 3.752 \text{ in} \quad L_w, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot t_e \cdot L_w = 21.245 \text{ Klb}$$

Donde la longitud efectiva de soldadura de raura CJP es L_w (es decir el nuevo ancho de placa de patín) y "te" es el espesor de placa a calcular.

$$bf = 3.228 \text{ in} \quad \underline{bfmm} := bf \cdot 25.4 = 81.999 \text{ mm} \quad bf, \text{ ancho de patín de viga, in}$$

$$\underline{L_w} := bf + 2.0 \cdot \left(w + \frac{1}{16} \right) \quad L_w, \text{ para este cálculo es el ancho de la placa de patin, in.}$$

$$L_w = 3.752 \text{ in} \quad \underline{L_wmm} := L_w \cdot 25.4 = 95.29 \text{ mm}$$

$$\underline{L_w} := 5 \text{ in} \quad \underline{L_wmm} := L_w \cdot 25.4 = 127 \text{ mm} \quad L_w, \text{ redefinido por conveniencia constructiva, in}$$

$$\underline{te} := \frac{RdBM}{(L_w \cdot 0.90 \cdot 0.60 \cdot F_yBM)} = 0.219 \text{ in} \quad \underline{temm} := te \cdot 25.4 = 5.552 \text{ mm}$$

De manera iterativa debemos recalculer, variando los valores finales de "Lw" y "te" para saber si la soldadura propuesta está en capacidad de soportar la acción del momento Mu. Primero debemos encontrar la fuerza $P_{uf} = R_u$, que soporta el cordón de soldadura de CJP:

Por lo tanto usaremos una placa de **6.35 mm**. que son placas que proporciona la empresa DIPAC.

$$\underline{te} := \frac{1}{4} \text{ in} \quad L_w = 5 \text{ in} \quad \underline{temm} := te \cdot 25.4 = 6.35 \text{ mm} \quad L_wmm = 127 \text{ mm}$$

$$\text{Ahora:} \quad \underline{D_m} := dm + te = 6.549 \text{ in} \quad dm = 6.299 \text{ in} \quad D_m, \text{ Nueva distancia entre soldadura CJP de placa de patines, in}$$

$$\underline{P_{uf}} := \frac{M_u}{D_m} \quad P_{uf} = 21.344 \text{ Klb}$$

Recalculando la resistencia de diseño de la soldadura de ranura está dada por el menor valor entre:

Tabla J2.5 AISC 2005

$$R_d := \min(R_{dw}, RdBM) \quad R_d, \text{ Resistencia de diseño de la soldadura, Klb.}$$

R_{dw} , Resistencia de diseño del metal de aporte, klb.

R_{dBM} , Resistencia del metal base, Klb.

Para tensión o compresión normal al área efectiva, tensión o compresión paralela al eje de la soldadura:

$$\underline{R_{dw}} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yw}) \cdot te \cdot L_w \quad F_{yw}, \text{ Esfuerzo de fluencia del electrodo de soldadura.}$$

$$\underline{R_{dBM}} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_{yBM}) \cdot te \cdot L_w \quad F_{yBM}, \text{ Esfuerzo de fluencia del metal base.}$$

Donde:

$$\underline{F_{yw}} := 48 \text{ Ksi} \quad \text{Electrodo usado E-6011, datos (Tabla 2 AWS A5.1)}$$

$$\underline{F_{yBM}} := 36 \text{ Ksi}$$

$t_e = 0.25$ in Nuevos valores de t_e y L_w por la utilización de placa de patin para la viga.
 $L_w = 5$ in

Para la viga de sección armada de menor espesor de patín, y según la tabla J2.5 AISC 2005, quien gobierna el diseño es el metal base. entonces usaremos la segunda ecuación para calcular R_d :

$$ABM := L_w \cdot t_e = 1.25 \text{ in}^2 \quad \text{ABM, área del patín, in}^2.$$

$$F_y^{BM} = 36 \text{ Ksi}$$

Calculamos R_{dBM} del metal base:

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_y^{BM}) \cdot t_e \cdot L_w = 24.3 \text{ Klb} \quad P_{uf} = 21.344 \text{ Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \frac{P_{uf}}{R_{dBM}} = 0.878$$

Por lo tanto la relación $R_{dBM} > P_{uf}$ demuestra que la placa de ancho **5.00 pulgadas** y de **espesor 0.25 pulgadas** cumple con el esfuerzo de tensión y compresión requerido por la soldadura CJP.

Para cortante en el área efectiva:

$$R_{dw} := 0.80 \cdot (0.60 \cdot F_y^w) \cdot t_e \cdot L_w \quad R_{dw}, \text{ Resistencia de diseño del metal de aporte.}$$

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_y^{BM}) \cdot t_e \cdot L_w \quad R_{dBM}, \text{ Resistencia de diseño del metal Base.}$$

De la misma manera el material base gobierna el diseño de este tipo de soldadura, entonces:

$$R_{dBM} := 0.90 \cdot (0.60 \cdot F_y^{BM}) \cdot t_e \cdot L_w$$

$$R_{dBM} = 24.3 \text{ Klb} \quad P_{uf} = 21.344 \text{ Klb}$$

$$R_{dBM} \geq P_{uf} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la soldadura de ranura cumple con la resistencia de diseño por cortante en el área efectiva.

Diseño de soldadura de Filete, Patín - Placa de Patin:

De los cálculos anteriores se ha obtenido el ancho y el espesor de la placa de patín tanto para el patín inferior como para el patín superior. Ahora debemos calcular el largo efectivo de soldadura de filete y de este cálculo se obtendrá el largo de la placa de patín.

La soldadura de de filete que analizaremos está diagramada en la figura 104 (d), y es considerada del tipo B, esta soldadura está sujeta a una fuerza directa $1/2R_u$, mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_B$, donde $e_B = L_b$.

Entonces:

$$R_u := P_{uf} = 21.344 \quad \text{Klb}$$

$$\frac{1}{2} \cdot R_u = 10.672 \quad \text{Klb}$$

Debido a que los componentes de la fuerza cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorialmente para obtener la máxima fuerza resultante en la soldadura crítica de longitud unitaria como:

$$W_u := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{R_u \cdot eB}{L^2}\right)^2 + \left(\frac{R_u}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2}$$

$$w_{mm} = 5.058$$

Donde:

ap, ancho de patín, in

$$a_p := Lw = 5 \quad \text{in}$$

w, tamaño de la soldadura, in

$$w := \frac{5}{25.4} = 0.197 \quad \text{in} \quad (w=5 \text{ mm})$$

$$eB := \frac{1}{2} \cdot a_p + w$$

$$eB = 2.697 \quad \text{in}$$

Longitud de placa de patín: (Planteando W_u en función de L)

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

De esta ecuación se puede encontrar la longitud efectiva de soldadura necesaria que soporte la carga $1/2R_u$, con ayuda de interpolación dando valores a L y que cumpla con la resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria.

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria (W_d) se supone como:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.02 \cdot F_{exxD}$$

$$W_d = 3.758 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Además de acuerdo con la AISC 2005 tiene que cumplirse que W_u sea menor o igual a W_d , para que la resista si se aplica la mencionada carga. Entonces reemplazamos con valores de L :

$$W_u \leq W_d$$

Si $L := 3 \quad \text{in}$

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 12.049 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Si $L := 6 \quad \text{in}$

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{eB}{L}\right)^2} = 3.383 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$W_u = 3.383 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad W_d = 3.758 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

$$\frac{W_u}{W_d} = 0.9 \quad \text{OK}$$

$$\underline{L_f} := L + 0.50 = 6.5 \quad \text{in} \quad \underline{L_{fmm}} := L_f \cdot 25.4 = 165.1 \quad \text{mm} \quad \underline{L_{mm}} := L \cdot 25.4 = 152.4 \quad \text{mm}$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva (L) de 6.50 pulgadas, puesto que la 1/2 pulgada extra es para la ologura de borde que se necesita para soldar la placa de patín a la columna.

Dimensión final de la placa de patín:

$$\text{Ancho:} \quad L_w = 5 \quad \text{in} \quad L_{wmm} = 127 \quad \text{mm}$$

$$\text{Largo:} \quad L_f = 6.5 \quad \text{in} \quad L_{fmm} = 165.1 \quad \text{mm}$$

$$\text{Espesor:} \quad t_e = 0.25 \quad \text{in} \quad t_{emm} = 6.35 \quad \text{mm}$$

Diseño de soldadura de Filete, Alma de Viga - Placa de Cortante:

Para el diseño de esta soldadura se considera como soldadura de filete tipo A según la Figura 104 (c), con la diferencia que $V_u = 1/2 R_u$, ya que solo cuenta con una placa a un lado del alma de la viga principal.

Primero hallaremos un valor de D , ya que se tiene un espesor de alma $t_w = 0.50$ in mínimo a partir de la siguiente expresión:

$$t_{wb} \geq \frac{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot 2 \cdot (0.707 \cdot w)}{0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{ub})}$$

$$= \frac{0.088 \cdot F_{exx} \cdot D}{F_{ub}} := t_{wbmin}$$

$$t_w = 0.197 \quad \text{in} \quad t_w, \text{ espesor del alma, in}$$

$$F_{ub} := 58 \quad \text{Ksi} \quad \text{Para electrodo E60xx}$$

$$F_{exx} := 60 \quad \text{Ksi}$$

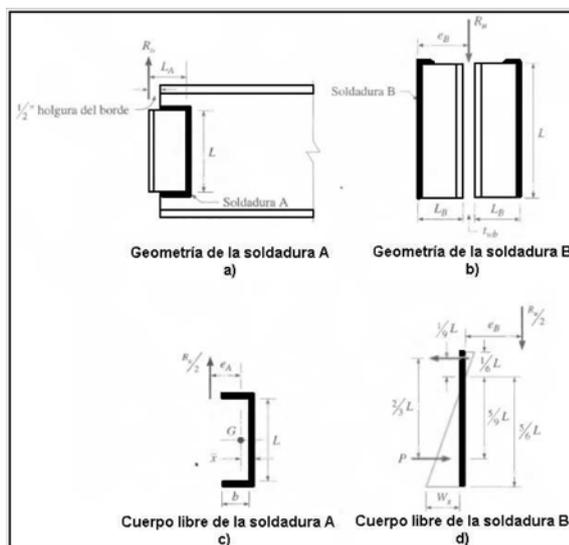


Figura 3.60 Esquema de soldadura.

Calculando D :

$$D := \frac{t_w \cdot F_{ub}}{0.088 \cdot F_{exx}}$$

$$D = 2.163 \quad \text{in}$$

Ahora:

$$\underline{w} := \frac{D}{16} = 0.135 \quad \text{in} \quad \underline{w_{mm}} := w \cdot 25.4 = 3.434 \quad \text{mm}$$

El valor de "D" define el valor del tamaño de la pierna de la soldadura de filete $w=D/16$; por lo tanto se usará un tamaño de pierna de soldadura de **4.00 mm**, ya que la AISC 2005 establece un mínimo de tamaño de pierna de 3mm y con el valor de 4.00 mm cumplimos ese mínimo, con ese valor se puede definir el espesor de placa de cortante a utilizar con $w+1/6$ in, establecido en la Sección J2.2b de la AISC 2005, obteniendo un valor de **5.16 mm**. En cuanto a la longitud efectiva de la soldadura, esta queda definida por la longitud del alma menos los espesores de los patines de la viga.

$$\underline{tpc} := w + \frac{1}{16} = 0.198 \quad \text{in} \quad \text{tcp, espesor de placa de cortante}$$

$$\underline{tpcmm} := \underline{tpc} \cdot 25.4 = 5.021 \quad \text{mm}$$

$$d = 6.299 \quad \text{in}$$

d, tamaño del alma de la viga, in

$$tf = 0.291 \quad \text{in}$$

tf, espesor del patín de viga, in

$$\underline{Lw} := d - 2 \cdot tf = 5.717 \quad \text{in}$$

$$\underline{Lwmm} := \underline{Lw} \cdot 25.4 = 145.202 \quad \text{in}$$

La soldadura A está sujeta a la fuerza directa $1/2R_u = V_u$ mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot eA$, donde $eA = L \cdot a$. La distancia x' de la soldadura vertical al centroide de la soldadura con sección de canal puede obtenerse de la Tabla 8-42 de la AISC 1994.

Al usar un placa de 50 mm de ancho puedo hallar la longitud mínima de soldadura de filete que se necesita para este diseño de la tabla 8-42 de la AISC 1994 y mediante la figura 104 (a), como el peralte de la viga Principal es de 160mm se hará un análisis con una placa de cortante de 110 mm que cumple con los requicitos de longitud mínima, tenemos:

$$\underline{h} := \frac{50}{25.4} = 1.969 \quad \text{in} \quad \text{h, ancho de placa de cortante (50 mm), in} \quad \underline{hmm} := h \cdot 25.4 = 50 \quad \text{mm}$$

$$\underline{L} := \frac{110}{25.4} = 4.331 \quad \text{in} \quad \text{L, Longitud de placa de cortante (200 mm), in} \quad \underline{Lmm} := L \cdot 25.4 = 110 \quad \text{mm}$$

$$\underline{b} := k \cdot L = h - \frac{1}{2} = 1.469 \quad \text{in} \quad \text{Entonces:} \quad \underline{k} := \frac{\left(h - \frac{1}{2}\right)}{L} = 0.339 \quad \text{in} \quad \text{Según Tabla 8-42 AISC 1994}$$

$$\underline{k} := 0.30 \quad \text{Entonces} \quad \underline{x} := 0.056$$

Entonces:

$$\underline{eA} := h - x = 1.913 \quad \text{in} \rightarrow \underline{ea} := a \cdot L \quad \text{in} \rightarrow \underline{a} := \frac{eA}{L} = 0.442 \quad \text{in}$$

Ahora hallamos el valor del coeficiente de excentricidad C tabulado (Tabla 8-42 AISC 1994), donde:

$$\underline{C} := 1.61$$

Entonces:

$$\underline{Lmin} := \frac{P_u}{C \cdot C1 \cdot D} \quad \text{C1, Coeficiente de la resistencia del electrodo usando Tabla 8-37 AISC 1994, para electrodo E60xx}$$

$$\underline{C1} := 0.857$$

$$V_u = 3.034 \quad \text{Klb}$$

$$\underline{R_u} := 2 \cdot V_u = 6.068 \quad \text{Klb}$$

$$\underline{P_u} := \frac{1}{2} \cdot R_u \quad P_u = 3.034 \quad \text{Klb}$$

Calculando la longitud mínima de soldadura de filete tenemos:

$$\underline{L_{min}} := \frac{P_u}{C \cdot C1 \cdot D} = 1.017 \quad \text{in} \quad \underline{L_{minmm}} := L_{min} \cdot 25.4 = 25.823 \quad \text{mm}$$

Por lo tanto la longitud del cordón de soldadura de filete de 200 mm cumple con la condición de longitud mínima requerida para este caso.

La resistencia de diseño según la tabla 8-42 del AISC 1994 se determina de la siguiente manera:

$$R_{dw} := \Phi \cdot R_n = C \cdot C1 \cdot D \cdot L = 12.924 \quad \text{Klb}$$

$$\underline{R_{dw1}} := C \cdot C1 \cdot D \cdot L = 12.924 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño según la AISC se determina de la siguiente manera (Tabla J2.5 AISC 2005):

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

$$\underline{R_{dw}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$w = 0.135 \quad \text{in} \quad w_{mm} = 3.434 \quad \text{mm} \quad w, \text{ tamaño de pierna de la soldadura de filete, in}$$

$$L = 4.331 \quad \text{in} \quad L_{mm} = 110 \quad \text{mm} \quad L, \text{ Longitud de cordón de soldadura de filete, in}$$

$$\underline{R_{dw}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 11.177 \quad \text{Klb}$$

$$\underline{R_{dw2}} := R_{dw} = 11.177 \quad \text{Klb}$$

Para cualquier comparación se toma la resistencia de diseño de la soldadura de filete de menor valor R_{dw} :

$$R_{dw2} = 11.177 \quad \text{Klb} \quad R_u = 6.068 \quad \text{Klb} \quad \frac{R_u}{R_{dw2}} = 0.543$$

$$R_{dw2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta soldadura de filete cumple con la resistencia por cortante.

La resistencia de diseño a la ruptura por cortante del material base adyacente está dada en la sección J4.2 de la especificación AISC 2005 como:

$$\underline{R_{dBM1}} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{uBM}) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-4 AISC 2005}$$

$$\underline{t_p} := t_w = 0.197 \quad \text{in} \quad F_{uBM} = 58 \quad \text{Ksi}$$

$$L_w = 5.717 \quad \text{in}$$

$$R_{dBM1} = 74.602 \quad \text{Klb}$$

La resistencia de diseño a la fluencia en cortante del metal base adyacente está dada por la sección J4.2 de la AISC 2005 como:

$$\underline{R_{dBM2}} := 1.0 \cdot (0.6 \cdot F_{yBM}) \cdot t_p \cdot L_w \quad \text{Ecuación J4-3 AISC 2005}$$

$$F_{yBM} = 36 \quad \text{Ksi}$$

$$R_{dBM2} = 24.313 \text{ Klb}$$

La resistencia de diseño del metal base de menor valor es la resistencia de fluencia por cortante, entonces:

$$\frac{R_u}{R_{dBM2}} = 0.25 \quad R_{dBM2} \geq R_u \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto esta viga de sección armada cumple con la resistencia por cortante, y la placa define las siguientes dimensiones:

$$\text{Ancho:} \quad h = 1.969 \text{ in} \quad h_{mm} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Largo:} \quad L = 4.331 \text{ in} \quad L_{mm} = 110 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor:} \quad t_{pc} = 0.198 \text{ in} \quad t_{pcmm} = 5.021 \text{ mm}$$

Diseño de soldadura de filete Placa de Cortante - Columna:

Para el diseño de esta soldadura de filete, se le considera como soldadura tipo B, Figura 104 (d). La soldadura B está sujeta a una fuerza directa $1/2R_u$, mas un momento de torsión $1/2R_u \cdot e_B$ donde $e_B = L_b$, entonces:

$$V_u = 3.034 \text{ Klb}$$

$$\frac{1}{2} \cdot R_u = 3.034 \text{ Klb}$$

Debido a que los componentes de cortante están dispuestos en ángulo recto, pueden combinarse vectorialmente para obtener la máxima fuerza resultante en la soldadura de longitud unitaria como:

$$W_u := \sqrt{\frac{9}{5} \cdot \left(\frac{R_u \cdot e_B}{L^2}\right)^2 + \left(\frac{R_u}{2 \cdot L}\right)^2} = \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L}\right)^2}$$

Donde:

$$e_B := \frac{1}{2} \cdot t_{pc} + w = 0.234 \text{ in} \quad e_{Bm} := e_B \cdot 25.4 = 5.944 \text{ mm}$$

Calculando W_u , si $L = 110 \text{ mm}$:

$$L = 4.331 \text{ in} \quad L_{mm} = 110 \text{ mm}$$

$$W_u := \frac{R_u}{2 \cdot L} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{18}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{e_B}{L}\right)^2} = 0.714 \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

La resistencia de diseño de la soldadura de filete de longitud unitaria se calcula como:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.20 \cdot F_{exx} \cdot D$$

Calculando W_d :

$$W_d = 2.581 \frac{\text{Klb}}{\text{in}} \quad \frac{W_u}{W_d} = 0.277 \quad \text{OK} \quad W_d \geq W_u$$

Por lo tanto se puede usar una soldadura de filete de longitud efectiva de **110 mm**, ya que con ese valor se tiene que $W_u < W_d$ (menor o igual que).

Resultados del Diseño de la Conexión:

1. Se usará una placa de patín superior e inferior para todas las vigas secundarias 2 en la conexión con las columnas secundarias.
2. La placa de patín tendrá las dimensiones de 127x165.10x6.35 mm; con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 5 mm.
3. Se empleará una placa de cortante que será soldada directamente al alma de la viga, con las dimensiones de 110x50x5.16 mm, y con un tamaño de pierna de soldadura de filete w de 4 mm.
4. Se usará remates de extremo o refuerzos de 20 mm, para placas de cortante con tamaño de pierna de 4 mm y un refuerzo de placas de patín de 50 mm con tamaño de pierna de 5 mm.
5. La unión soldada de las placas de patín a la columna son del tipo CJP.

Tabla 3.33 Descripción de la conexión.

DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN SOLDADA DE MOMENTO TOTALMENTE RESTRINGIDA (VIGSEC2-CLSEC)			
	PLACA DE CORTE		PLACA DE PATÍN
	SOLDADURA A	SOLDADURA B	
FUERZA FACTORIZADA (P_{uf})	--	--	21.344 Klb
REACCIÓN DE EXTREMO (R_u)	6.068 Klb	6.068 Klb	21.344 Klb
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA (CJP)	--	--	24.30 Klb
RELACIÓN (P_{uf}/CJP)	--	--	0.8784
RESISTENCIA REQUERIDA W_u	--	0.714 Klb/in	3.383 Klb/in
RESISTENCIA DE DISEÑO W_d	--	2.581 Klb/in	3.758 Klb/in
RELACIÓN (W_u/W_d)	--	0.2766	0.9002
LONGITUD MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	25.823 mm	--	--
RESISTENCIA MÍNIMA DE SOLDADURA DE FILETE	11.177 Klb	--	--
RELACIÓN (R_u/R_{dw})	0.5429	--	--
ESPESOR DE PLACA	5.16 mm	5.16 mm	6.35 mm
ANCHO DE PLACA	50.00 mm	50.00 mm	127.00 mm
LARGO DE PLACA	110.00 mm	110.00 mm	165.10 mm
TAMAÑO DE PIERNA w	4.00 mm	4.00 mm	5.00 mm
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA	110.00 mm	110.00 mm	152.40 mm
REMATES DE EXTREMOS O REFUERZO	20.00 mm	--	50.00 mm

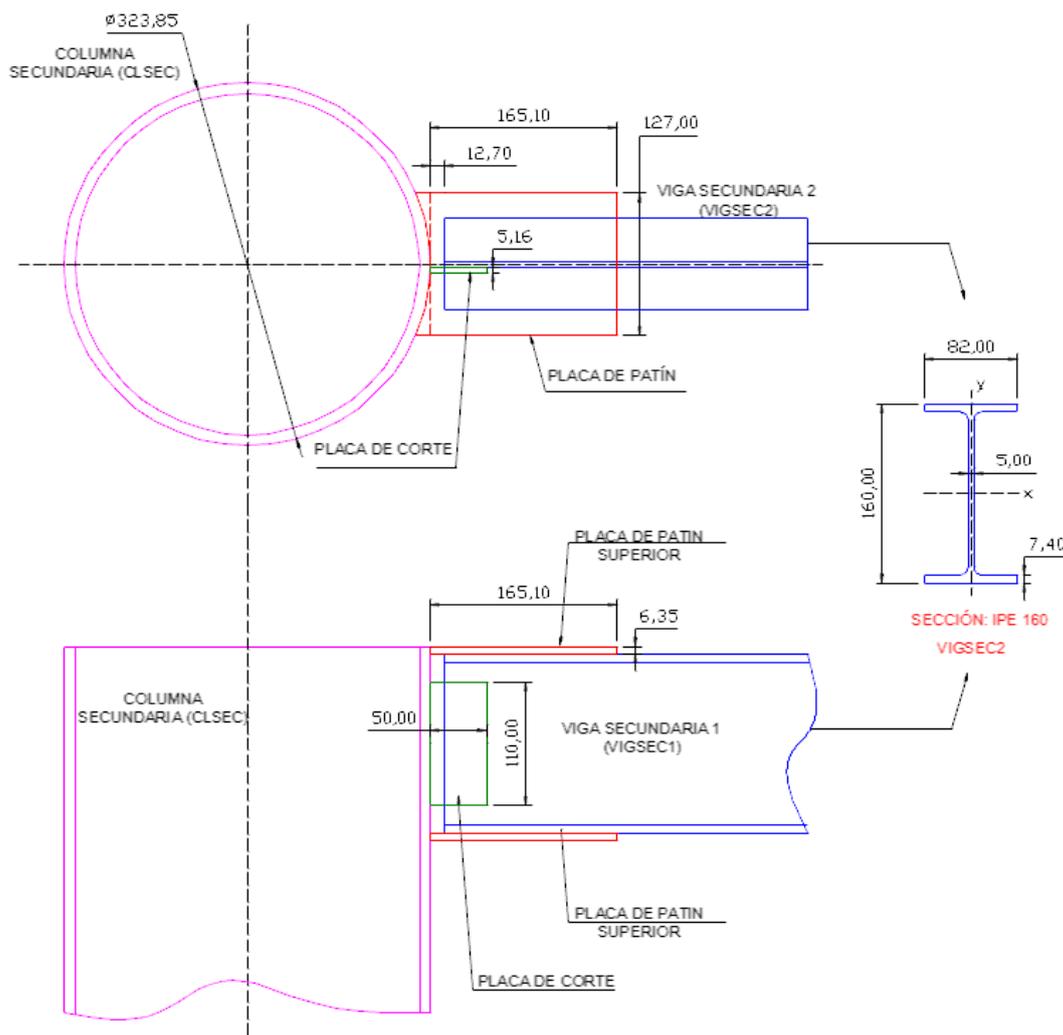


Figura 3.77 Esquema de junta.

3.1.4.5.3 Diseño de Vigas de Sección Armada.

La especificación AISC 2005 (E6) presenta varios requisitos respecto a las vigas de sección armada. Cuando dichas vigas constan de componentes diferentes que están en contacto y que se apoyan en placas de base o superficie laminadas, éstas deben conectarse en sus extremos con tornillos o soldaduras. Si se sueldan, las longitudes de los cordones deben ser iguales, por lo menos al ancho máximo del miembro más pequeño.

Para el diseño de columnas armadas se usará el criterio de diseño de vigas armadas soldadas por cortante horizontales (Recomendación).

Recomendación de, Vinnakota Sriramulu, 2006, "Estructuras de Acero: Comportamiento y LRFD" 1° Edición. Editorial Mc Graw-Hill, México, Pg. 731.

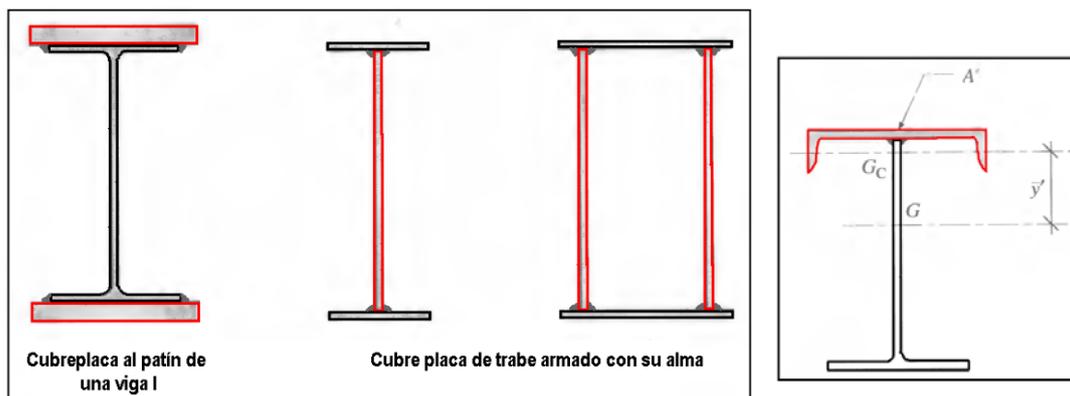


Figura 3.78 Vigas de sección armada.

La soldadura se proporciona para transferir la cortante horizontal a la superficie de contacto. La sección compuesta que se muestra en la Figura 120, se usa como ejemplo o analogía para el diseño de este tipo de soldaduras, y se obtiene al soldar el alma de una " T ", al alma de un perfil canal para formar una sola sección simétrica. Gc representa el centro de gravedad del canal, y G el de la sección armada; y w el tamaño de la soldadura de filete a lo largo de cada lado del alma de la " T ".

Diseño de Soldadura Intermitente de Viga Armada (250x202x8x12 mm):

Para el diseño de esta viga considerada crítica se tiene los siguientes datos proporcionados por el software de diseño estructural Sap2000.

Datos:

- Frame = 38
- I 250x202x8x12
- Principal
- $V_u := 15.992 \text{ Klb}$
- $d := 9.8425 \text{ in}$
- $t_w := 0.315 \text{ in}$
- $b_f := 7.9528 \text{ in}$
- $t_f := 0.4724 \text{ in}$
- $I_x := 183.567 \text{ in}^4$ $I_y := 39.628 \text{ in}^4$
- $S_x := 37.301 \text{ in}^3$ $S_y := 9.966 \text{ in}^3$
- $r_x := 4.218 \text{ in}$ $r_y := 1.960 \text{ in}$
- $Z_x := 41.439 \text{ in}^3$ $Z_y := 15.161 \text{ in}^3$

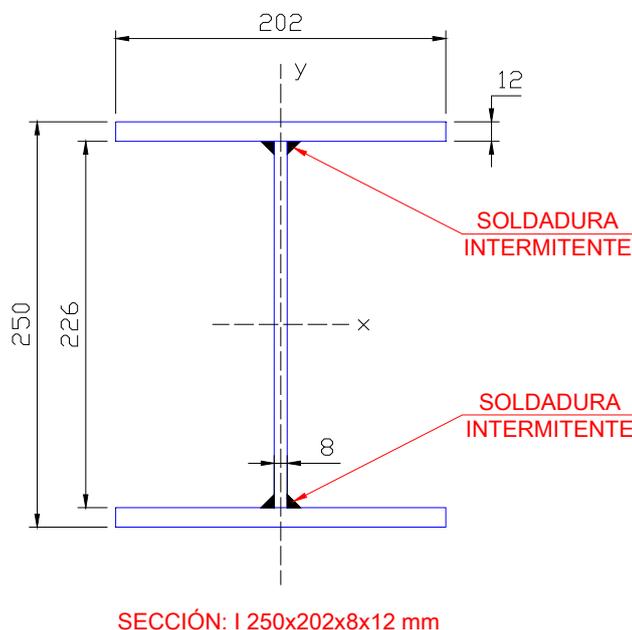


Figura 3.79 Geometría de la sección.

$$y_m := (226 + 12) \cdot 0.50 = 119 \text{ mm}$$

$$y := \frac{y_m}{25.4} = 4.685 \text{ in}$$

y_m / y , Distancia del eje neutro de la sección armada al centroide del área, mm / in.

$$A_{pm} := (202 \cdot 8) = 1.616 \times 10^3 \quad \text{mm}^2$$

$$A_p := \frac{A_{pm}}{(25.4)^2} = 2.505 \quad \text{in}^2$$

Apm / Ap, Área de la sección transversal de la placa de patín, mm² / in².

$$V := V_u = 15.992 \quad \text{Klb} \quad \quad V, \text{ Fuerza cortante máxima factorizada, Klb}$$

Si, qsv es el flujo de cortante en la superficie de contacto, se tiene:

$$2 \cdot W_d \geq q_{sv} \quad \quad q_{sv} := \frac{V \cdot A_p \cdot y}{I_x} = 1.022 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

La resistencia de diseño del metal de aporte para una soldadura de filete está dada por:

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w \quad \quad \text{Tabla J2.5 AISC 2005}$$

$$\text{De donde: } W_d := \frac{R_{dw}}{L_w}$$

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e$$

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

Por lo tanto debe cumplir con lo establecido en la ecuación de flujo de cortante:

$$2 \cdot W_d \geq q_{sv} \quad \quad q_{sv} := \frac{V \cdot A_p \cdot y}{I_x}$$

Entonces:

$$2 \cdot \left[0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \right] \geq q_{sv} \quad \quad q_{sv} = 1.022$$

De aquí podemos allar el tamaño de pierna "w", necesario para este tipo de soldadura de sección armada.

w ≥

$$w := \frac{q_{sv}}{2 \cdot \left(0.75 \cdot 0.60 \cdot F_{exx} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \right)} = 0.027 \quad \text{in} \quad (\text{w, debe ser mayor o igual al valor calculado})$$

$$w_m := w \cdot 25.4 = 0.68 \quad \text{mm} \quad \quad w_m := 5.00 \quad \text{mm}$$

$$w := \frac{w_m}{25.4} = 0.197 \quad \text{in}$$

El espesor de las placas a soldar son de 8 y 12 mm, es decir que podemos usar un w=5 mm (Tabla J2.4 AISC 2005), por lo tanto se usa un tamaño de pierna de soldadura de **w = 5 mm** para el diseño. Con ese valor podemos calcular la resistencia de soldadura de filete por unidad de longitud intermitente, Wd queda:

$$\frac{W_d}{in} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 3.758 \quad \frac{Klb}{in}$$

Y para un valor de L_{iw} = ancho máximo de peralte de viga = 250 mm, pero para propósitos de diseño se establece una longitud de 200 mm de longitud efectiva de soldadura de filete, se tiene una resistencia de diseño R_d :

$$R_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

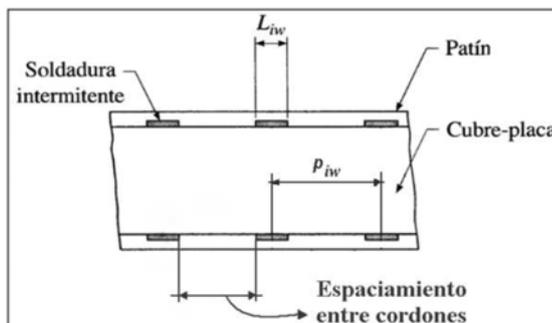


Figura 3.80 Ubicación de soldadura.

Donde:

$L_{iw} := L_w$ L_{iw} , Longitud de soldadura intermitente, in.

$$\frac{L_w}{in} := \left(\frac{200}{25.4}\right) = 7.874 \quad in \quad L_{wm} := L_w \cdot 25.4 = 200 \quad mm$$

$\frac{L_{iw}}{in} := L_w$

$$\frac{R_{dw}}{Klb} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L_w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 29.592 \quad Klb$$

$$V = 15.992 \quad Klb$$

$$R_{dw} \geq V \rightarrow 1 \quad OK \quad \frac{V}{R_{dw}} = 0.54$$

Por lo tanto la relación anterior establece que $R_{dw} > V$, entonces la soldadura de filete intermitente cumple con los requisitos necesarios para sección armada.

Paso longitudinal necesario de la soldadura intermitente (p_{iw}):

$$p_{iw} \leq \frac{(2 \cdot W_d \cdot L_{iw}) \cdot I_x}{V \cdot A_p \cdot y}$$

La ecuación de p_{iw} , está desarrollada para el paso de tornillos, y se puede adaptar para definir el espacio de soldaduras intermitentes.

$$p_{iw} := \frac{(2 \cdot W_d \cdot L_{iw}) \cdot I_x}{V \cdot A_p \cdot y} = 57.892 \quad in$$

$$p_{iwm} := p_{iw} \cdot 25.4 = 1.47 \times 10^3 \quad mm$$

Este valor es una referencia para ubicar cordones de soldadura separados a una distancia de centro a centro, y de acuerdo con la sección E6.2 de la AISC 2005, el espaciamento máximo de cordones es de un valor de $0.75 \cdot (E/F_y) / 2$ veces el espesor de placa mínimo a soldar (en este caso **8mm**). Por lo tanto el espaciamento máximo entre cordones (ec) será de:

$$tw = 0.315 \text{ in} \quad twm := tw \cdot 25.4 = 8.001 \text{ mm}$$

$$Fy := 36 \text{ Ksi} \quad Fy, \text{ esfuerzo M\u00ednimo de Fluencia, Ksi}$$

$$E := 29000 \text{ Ksi} \quad E, \text{ M\u00f3dulo de elasticidad del acero, Ksi}$$

$$ec := tw \cdot 0.75 \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 6.705 \text{ in}$$

$$ecm := ec \cdot 25.4 = 170.315 \text{ mm}$$

Es decir Puedo tener cordones de soldadura separados una distancia m\u00e1xima de **170.32 mm**, por lo tanto se establece una distancia de **150 mm**, para una separaci\u00f3n entre cordones.

Tabla 3.34 Descripci\u00f3n de la soldadura.

DESCRIPCI\u00d3N DE SOLDADURA INTERMITENTE PARA VIGAS DE SECCI\u00d3N ARMADA (I 250x202x8x12)	
FUERZA CORTANTE M\u00c1XIMA FACTORIAZDA (V)	15.992 Klb
RESISTENCIA DE LA SOLDADURA DE FILETE (Rdw)	29.592 Klb
RELACI\u00d3N (V/Rdw)	0.540
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA (Lw)	200.00 mm
PASO LONGITUDINAL ENTRE CORDONES (pwi, real)	350.00 mm
ESPACIAMIENTO ENTRE CORDONES (ec)	150.00 mm
TAMA\u00d1O DE PIERNA DE SOLDADURA (w)	5.00 mm
ESPESOR M\u00cdNIMO DE PLACA	8.00 mm

Resultados del Dise\u00f1o de la Secci\u00f3n Armada:

1. Para todas la vigas de secci\u00f3n armada (I 250x202x8x12 mm) se usar\u00e1 el mismo tipo de soldadura intermitente.
2. La longitud de soldadura intermitente ser\u00e1 de 200 mm, con un tama\u00f1o de pierna de soldadura de filete de 5 mm, y la separaci\u00f3n entre cordones ser\u00e1 de 150 mm.
3. La relaci\u00f3n de resistencia (V/Rdw) nos da un valor de 0.54, aunque la especificaci\u00f3n AISC 2005 permite valores de dise\u00f1o dentro de un rango de 0.90 y 1.10.

Diseño de Soldadura Intermitente de Viga Armada (I 350x175x12.70x12.70 mm):

Para el diseño de esta viga considerada crítica se tiene los siguientes datos proporcionados por el software de diseño estructural Sap2000.

Datos:

Frame = 71 I 350x175x12.0x12.70

Principal 2

$V_u := 16.155$ Klb

$d := 13.7795$ in

$t_w := 0.50$ in

$b_f := 6.8897$ in

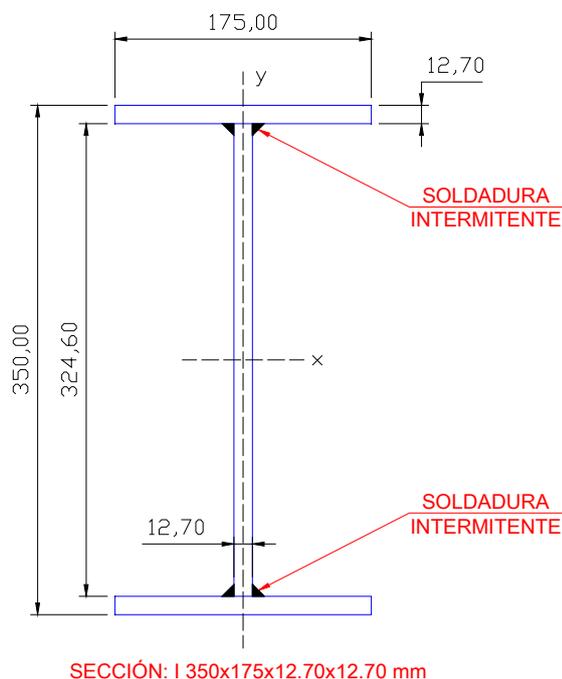
$t_f := 0.50$ in

$I_x := 390.852$ in⁴ $I_y := 27.387$ in⁴

$S_x := 56.729$ in³ $S_y := 7.950$ in³

$r_x := 5.425$ in $r_y := 1.436$ in

$Z_x := 66.161$ in³ $Z_y := 12.666$ in³



SECCIÓN: I 350x175x12.70x12.70 mm

Figura 3.81 Geometría de la sección.

$$y_m := (324.60 + 12.70) \cdot 0.50 = 168.65 \text{ mm}$$

$$y := \frac{y_m}{25.4} = 6.64 \text{ in}$$

y_m / y , Distancia del eje neutro de la sección armada al centroide del área, mm / in.

$$A_{pm} := (175 \cdot 12.70) = 2.223 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$A_p := \frac{A_{pm}}{(25.4)^2} = 3.445 \text{ in}^2$$

A_{pm} / A_p , Área de la sección transversal de la placa de patín, mm² / in².

$$V := V_u = 16.155 \text{ Klb}$$

V, Fuerza cortante máxima factorizada, Klb

Si, q_{sv} es el flujo de cortante en la superficie de contacto, se tiene:

$$2 \cdot Wd \geq q_{sv} \quad q_{sv} := \frac{V \cdot A_p \cdot y}{I_x} = 0.945 \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

La resistencia de diseño del metal de aporte para una soldadura de filete está dada por:

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w \quad \text{Tabla J2.5 AISC 2005}$$

De donde:
$$W_d := \frac{R_{dw}}{L_w}$$

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e$$

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

Por lo tanto debe cumplir con lo establecido en la ecuación de flujo de cortante:

$$2 \cdot W_d \geq q_{sv} \quad q_{sv} := \frac{V \cdot A_p \cdot y}{I_x}$$

Entonces:

$$2 \cdot \left[0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \right] \geq q_{sv} \quad q_{sv} = 0.945$$

De aquí podemos hallar el tamaño de pierna "w", necesario para este tipo de soldadura de sección armada.

$w \geq \dots$

$$w := \frac{q_{sv}}{2 \cdot \left(0.75 \cdot 0.60 \cdot F_{exx} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \right)} = 0.025 \quad \text{in} \quad (w, \text{ debe ser mayor o igual al valor calculado})$$

$$w_m := w \cdot 25.4 = 0.629 \quad \text{mm} \quad w_m := 5.00 \quad \text{mm}$$

$$w := \frac{w_m}{25.4} = 0.197 \quad \text{in}$$

El espesor de las placas a soldar son de 12.70 y 12.70 mm, es decir que podemos usar un $w=5$ mm (Tabla J2.4 AISC 2005), por lo tanto se usa un tamaño de pierna de soldadura de $w = 5$ mm para el diseño. Con ese valor podemos calcular la resistencia de soldadura de filete por unidad de longitud intermitente, W_d queda:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 3.758 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Y para un valor de $L_{iw} =$ ancho máximo de peralte de viga = 350 mm, pero para propósitos de diseño se establece una longitud de 200 mm de longitud efectiva de soldadura de filete, se tiene una resistencia de diseño R_d :

$$R_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

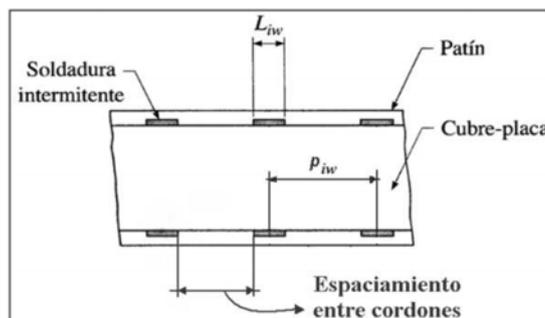


Figura 3.80 Ubicación de soldadura.

Donde:

$L_{iw} := L_w$ L_{iw} , Longitud de soldadura intermitente, in.

$$L_w := \left(\frac{200}{25.4} \right) = 7.874 \text{ in} \quad L_{wm} := L_w \cdot 25.4 = 200 \text{ mm}$$

$L_{iw} := L_w$

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L_w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 29.592 \text{ Klb}$$

$$V = 16.155 \text{ Klb}$$

$$R_{dw} \geq V \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \frac{V}{R_{dw}} = 0.546$$

Por lo tanto la relación anterior establece que $R_{dw} > V$, entonces la soldadura de filete intermitente cumple con los requisitos necesarios para sección armada.

Paso longitudinal necesario de la soldadura intermitente (pi_w):

$$pi_w \leq \frac{(2 \cdot W_d \cdot L_{iw}) \cdot I_x}{V \cdot A_p \cdot y}$$

La ecuación de pi_w , está desarrollada para el paso de tornillos, y se puede adaptar para definir el espacio de soldaduras intermitentes.

$$pi_w := \frac{(2 \cdot W_d \cdot L_{iw}) \cdot I_x}{V \cdot A_p \cdot y} = 62.602 \text{ in}$$

$$pi_{wm} := pi_w \cdot 25.4 = 1.59 \times 10^3 \text{ mm}$$

Este valor es una referencia para ubicar cordones de soldadura separados a una distancia de centro a centro, y de acuerdo con la sección E6.2 de la AISC 2005, el espaciamiento máximo de cordones es de un valor de $0.75 \cdot (E/F_y)^{1/2}$ veces el espesor de placa mínimo a soldar (en este caso **8mm**). Por lo tanto el espaciamiento máximo entre cordones (ec) será de:

$$tw = 0.5 \text{ in} \quad tw_m := tw \cdot 25.4 = 12.7 \text{ mm}$$

$$F_y = 36 \text{ Ksi} \quad F_y, \text{ esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi}$$

$$E := 29000 \text{ Ksi} \quad E, \text{ Módulo de elasticidad del acero, Ksi}$$

$$ec := tw \cdot 0.75 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.643 \text{ in}$$

$$ec_m := ec \cdot 25.4 = 270.342 \text{ mm}$$

Es decir puedo tener cordones de soldadura separados una distancia máxima de **270.342 mm**, por lo tanto se establece una distancia de **150 mm**, para una separación entre cordones.

Tabla 3.35 Descripción de la soldadura.

DESCRIPCIÓN DE SOLDADURA INTERMITENTE PARA VIGAS DE SECCIÓN ARMADA (I 350x175x12.70x12.70)	
FUERZA CORTANTE MÁXIMA FACTORIAZDA (V)	16.155 Klb
RESISTENCIA DE LA SOLDADURA DE FILETE (Rdw)	29.592 Klb
RELACIÓN (V/Rdw)	0.546
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA (Lw)	200.00 mm
PASO LONGITUDINAL ENTRE CORDONES (pwi, real)	350.00 mm
ESPACIAMIENTO ENTRE CORDONES (ec)	150.00 mm
TAMAÑO DE PIERNA DE SOLDADURA (w)	5.00 mm
ESPESOR MÍNIMO DE PLACA	12.70 mm

Resultados del Diseño de la Sección Armada:

1. Para todas la vigas de sección armada (I 350x175x12.70x12.70 mm) se usará el mismo tipo de soldadura intermitente.
2. La longitud de soldadura intermitente será de 200 mm, con un tamaño de pierna de soldadura de filete de 5 mm, y la separación entre cordones será de 150 mm.
3. La relación de resistencia (V/Rdw) nos da un valor de 0.546, aunque la especificación AISC 2005 permite valores de diseño dentro de un rango de 0.90 y 1.10.

Diseño de Soldadura Intermitente de Viga Armada (I 350x240x12.70x12.70 mm):

Para el diseño de esta viga considerada crítica se tiene los siguientes datos proporcionados por el software de diseño estructural Sap2000.

Datos:

Frame = 1374 I 350x240x12.0x12.70

$V_u := 132.373$ Klb

$d := 13.7795$ in

$t_w := 0.50$ in

$b_f := 9.4488$ in

$t_f := 0.50$ in

$I_x := 503.725$ in⁴ $I_y := 70.432$ in⁴

$S_x := 73.112$ in³ $S_y := 14.908$ in³

$r_x := 5.639$ in $r_y := 2.109$ in

$Z_x := 83.152$ in³ $Z_y := 23.119$ in³

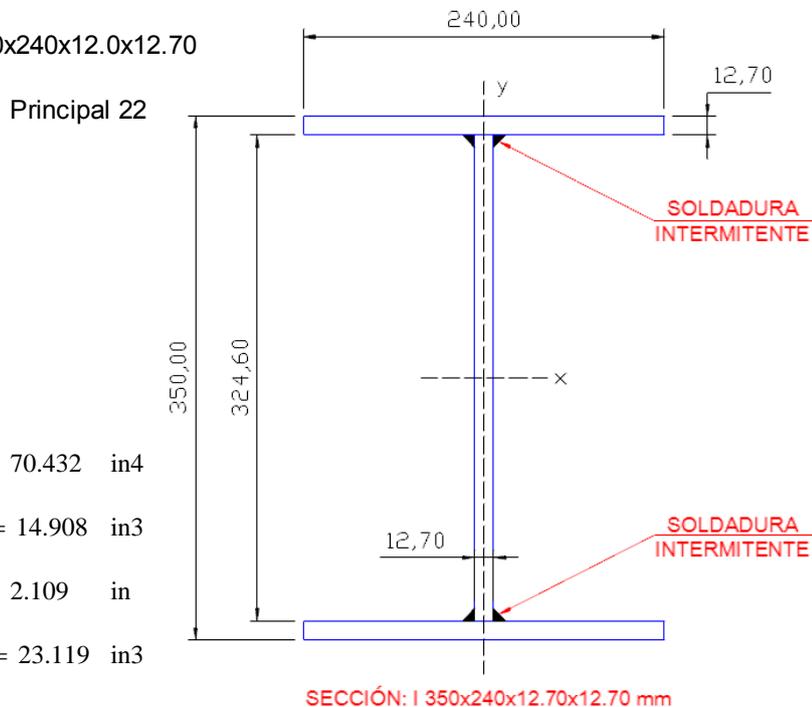


Figura 3.82 Geometría de la sección.

$y_m := (324.60 + 12.70) \cdot 0.50 = 168.65$ mm

$y := \frac{y_m}{25.4} = 6.64$ in

y_m / y , Distancia del eje neutro de la sección armada al centroide del área, mm / in.

$A_{pm} := (240 \cdot 12.70) = 3.048 \times 10^3$ mm²

$A_p := \frac{A_{pm}}{(25.4)^2} = 4.724$ in²

A_{pm} / A_p , Área de la sección transversal de la placa de patín, mm² / in².

$V := V_u = 132.373$ Klb

V, Fuerza cortante máxima factorizada, Klb

Si, q_{sv} es el flujo de cortante en la superficie de contacto, se tiene:

$2 \cdot W_d \geq q_{sv}$ $q_{sv} := \frac{V \cdot A_p \cdot y}{I_x} = 8.243$ $\frac{\text{Klb}}{\text{in}}$

La resistencia de diseño del metal de aporte para una soldadura de filete está dada por:

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w \quad \text{Tabla J2.5 AISC 2005}$$

De donde:
$$W_d := \frac{R_{dw}}{L_w}$$

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e$$

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

Por lo tanto debe cumplir con lo establecido en la ecuación de flujo de cortante:

$$2 \cdot W_d \geq q_{sv} \quad q_{sv} := \frac{V \cdot A_p \cdot y}{I_x}$$

Entonces:

$$2 \cdot \left[0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \right] \geq q_{sv} \quad q_{sv} = 8.243$$

De aquí podemos hallar el tamaño de pierna "w", necesario para este tipo de soldadura de sección armada.

w ≥

$$w := \frac{q_{sv}}{2 \cdot \left(0.75 \cdot 0.60 \cdot F_{exx} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \right)} = 0.216 \quad \text{in} \quad (\text{w, debe ser mayor o igual al valor calculado})$$

$$w_m := w \cdot 25.4 = 5.484 \quad \text{mm} \quad w_m := 6.00 \quad \text{mm}$$

$$w := \frac{w_m}{25.4} = 0.236 \quad \text{in}$$

El espesor de las placas a soldar son de 12.70 y 12.70 mm, es decir que podemos usar un w=5 mm (Tabla J2.4 AISC 2005), por lo tanto se usa un tamaño de pierna de soldadura de **w = 6 mm** para el diseño. Con ese valor podemos calcular la resistencia de soldadura de filete por unidad de longitud intermitente, W_d queda:

$$W_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 4.51 \quad \frac{\text{Klb}}{\text{in}}$$

Y para un valor de L_{iw} = ancho máximo de peralte de viga = 350 mm, pero para propósitos de diseño se establece una longitud de 750 mm de longitud efectiva de soldadura de filete, se tiene una resistencia de diseño R_d:

$$R_d := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot t_e \cdot L_w$$

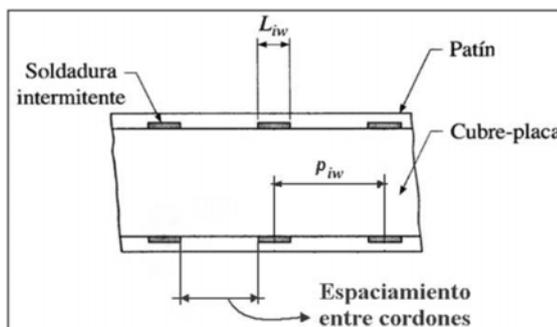


Figura 3.80 Ubicación de la soldadura.

Donde:

$L_{iw} := L_w$ L_{iw} , Longitud de soldadura intermitente, in.

$$L_w := \left(\frac{750}{25.4} \right) = 29.52 \text{ in} \quad L_{wm} := L_w \cdot 25.4 = 750 \text{ mm}$$

$L_{iw} := L_w$

$$R_{dw} := 0.75 \cdot (0.60 \cdot F_{exx}) \cdot w \cdot L_w \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 133.166 \text{ Klb}$$

$$V = 132.373 \text{ Klb}$$

$$R_{dw} \geq V \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \frac{V}{R_{dw}} = 0.994$$

Por lo tanto la relación anterior establece que $R_{dw} > V$, entonces la soldadura de filete intermitente cumple con los requisitos necesarios para sección armada.

Paso longitudinal necesario de la soldadura intermitente (pi_w):

$$pi_w \leq \frac{(2 \cdot W_d \cdot L_{iw}) \cdot I_x}{V \cdot A_p \cdot y}$$

La ecuación de pi_w , está desarrollada para el paso de tornillos, y se puede adaptar para definir el espacio de soldaduras intermitentes.

$$pi_w := \frac{(2 \cdot W_d \cdot L_{iw}) \cdot I_x}{V \cdot A_p \cdot y} = 32.309 \text{ in}$$

$$pi_{wm} := pi_w \cdot 25.4 = 820.638 \text{ mm}$$

Este valor es una referencia para ubicar cordones de soldadura separados a una distancia de centro a centro, y de acuerdo con la sección E6.2 de la AISC 2005, el espaciamiento máximo de cordones es de un valor de $0.75 \cdot (E/F_y)^{1/2}$ veces el espesor de placa mínimo a soldar (en este caso **12.70mm**). Por lo tanto el espaciamiento máximo entre cordones (ec) será de:

$$t_w = 0.5 \text{ in} \quad t_{wm} := t_w \cdot 25.4 = 12.7 \text{ mm}$$

$F_y = 36 \text{ Ksi}$ F_y , esfuerzo Mínimo de Fluencia, Ksi

$E = 29000 \text{ Ksi}$ E , Módulo de elasticidad del acero, Ksi

$$ec := t_w \cdot 0.75 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.643 \text{ in}$$

$$ec_m := ec \cdot 25.4 = 270.342 \text{ mm}$$

Es decir puedo tener cordones de soldadura separados una distancia máxima de **270.342 mm**, por lo tanto se establece una distancia de **200 mm**, para una separación entre cordones.

Tabla 3.36 Descripción de la soldadura.

DESCRIPCIÓN DE SOLDADURA INTERMITENTE PARA VIGAS DE SECCIÓN ARMADA (I 350x240x12.70x12.70)	
FUERZA CORTANTE MÁXIMA FACTORIAZDA (V)	132.373 Klb
RESISTENCIA DE LA SOLDADURA DE FILETE (Rdw)	133.166 Klb
RELACIÓN (V/Rdw)	0.994
LONGITUD EFECTIVA DE SOLDADURA (Lw)	750.00 mm
PASO LONGITUDINAL ENTRE CORDONES (pwi, real)	950.00 mm
ESPACIAMIENTO ENTRE CORDONES (ec)	200.00 mm
TAMAÑO DE PIERNA DE SOLDADURA (w)	6.00 mm
ESPESOR MÍNIMO DE PLACA	12.70 mm

Resultados del Diseño de la Sección Armada:

1. Para todas la vigas de sección armada (I 350x240x12.70x12.70 mm) se usará el mismo tipo de soldadura intermitente.
2. La longitud de soldadura intermitente será de 750 mm, con un tamaño de pierna de soldadura de filete de 5 mm, y la separación entre cordones será de 200 mm.
3. La relación de resistencia (V/Rdw) nos da un valor de 0.994, aunque la especificación AISC 2005 permite valores de diseño dentro de un rango de 0.90 y 1.10.

3.1.5 PLANOS DE FABRICACIÓN.

Anexo D.

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE SALÓN ROTATORIO.

Para este diseño, se presentaron algunas alternativas referentes al mecanismo que mueve la losa en forma de disco correspondiente al salón giratorio. En primera instancia se pretendía que un rodillo de apoyo sería el que impulsaría el mecanismo. Pero las incertidumbres en cuanto a los materiales y su duración, hicieron que se desista de esta idea. Posteriormente se pensó en un mecanismo de bandas y poleas, que se desechó por las grandes dimensiones, al igual que el sistema de cadena y catalina. Finalmente las opciones restantes fueron: un en un par de engranes y la otra un sistema motriz directamente desde el centro del salón giratorio; con este mecanismo se planteó las siguientes alternativas.

3.2.1 ALTERNATIVAS.

Lo ideal en este caso sería contar con un sistema de par de engranes o cremallera lo suficientemente grande como para ser ubicado en el perímetro de la losa para luego, conectarlo a una unidad motriz lo más silenciosa posible, como un motor eléctrico que nos permita generar el movimiento circular con los regímenes dinámicos y cinemáticos deseados.

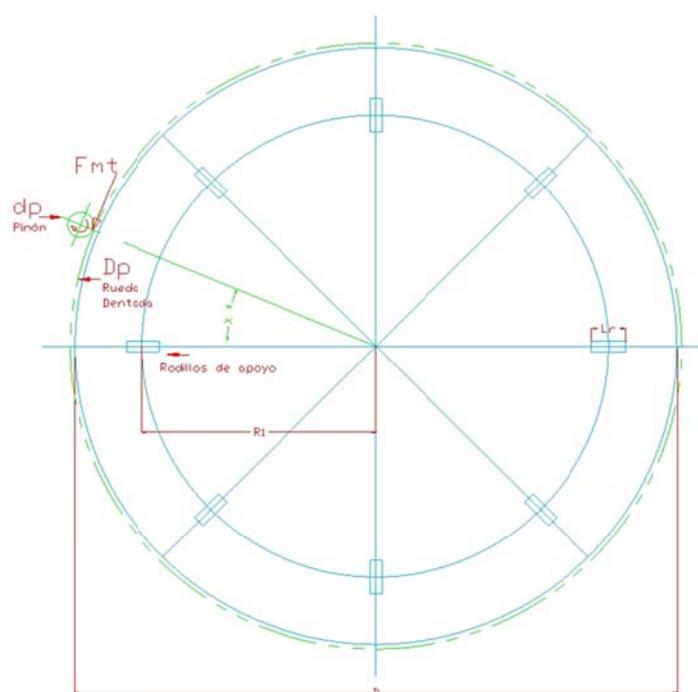


Figura 3.83 Alternativa sistema de giro.

El otro extremo de estas alternativas sería generar el movimiento deseado desde el centro mismo del salón giratorio e instalarlo sobre la columna principal de la estructura metálica. Pero esto conlleva un gasto importante en la solución de los problemas de orden geométrico por los espacios reducidos disponibles y de uso de energía por la importante cantidad potencia que tendría que generar la fuente motriz para efectuar el movimiento.

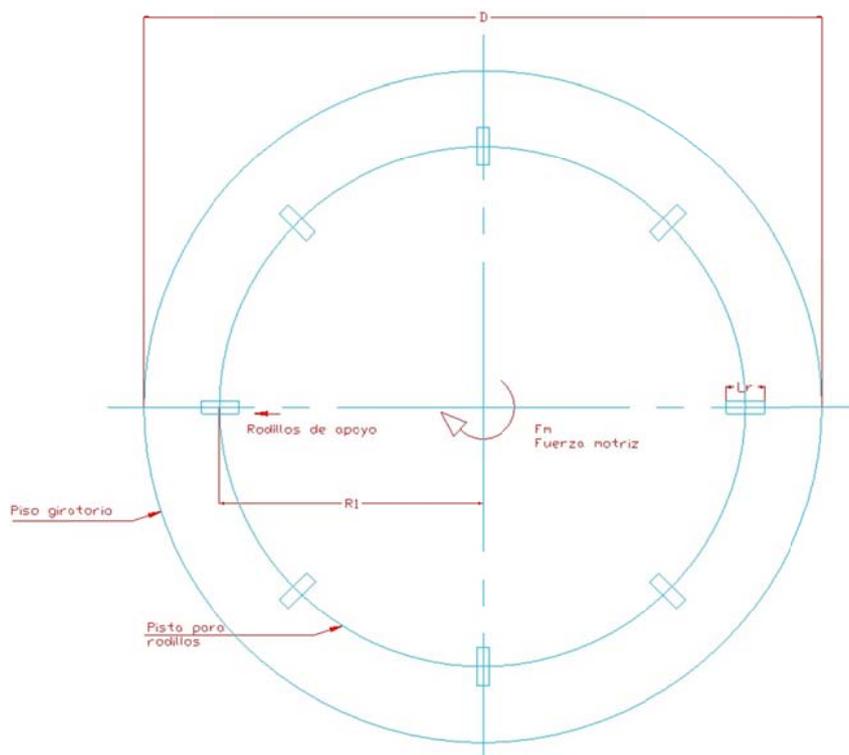


Figura 3.84 Alternativa sistema de giro.

El punto medio de este diseño tiene a la alternativa inicial como principio, pero el engrane de la corona no está en el extremo de la losa de piso giratorio, sino a un radio determinado cercano al punto de apoyo de los rodillos. Esta alternativa sugiere el movimiento mediante un mecanismo capaz de sacar de la inercia al piso que debe girar en las condiciones críticas, que en este caso sería cuando el salón esté lleno de gente. Procedo a determinar las variables necesarias que permitan calcular la potencia requerida por el motor eléctrico, los datos provienen de las geometrías de los elementos que conforman el mecanismo.

Este mecanismo consiste en soportar el salón giratorio sobre rodillos cilíndricos en un número de 8, ubicados a un radio determinado respecto del centro de la estructura, cada uno de los cuales gira respecto a su propio eje soportado en sus extremos por un sistema de rodamientos emplazados en chumaceras.

El sistema motriz constará de un par de engranes rectos cuya corona tendrá un radio inferior al del salón giratorio, el par de engranes tendrán su punto de contacto a un radio determinado acorde al acople que se logre con la estructura metálica y el piñón se conectará a la unidad de potencia que consta de un moto-reductor eléctrico.

El salón giratorio pivotará en un eje que estará instalado entre el centro de gravedad del salón y la columna principal de la estructura metálica. El sistema motriz deberá ser capaz de vencer las inercias de cada elemento y las fuerzas de rozamiento, los rodillos estarán en contacto con una pista metálica ubicada en la cara opuesta al piso del salón giratorio.

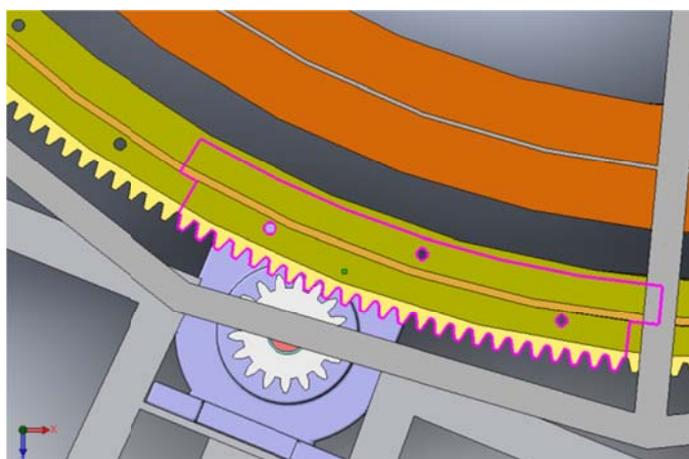


Figura 3.85 Par de engranes.

El uso del par de engranes rectos garantizan la transmisión de la fuerza motriz de una forma eficiente para nuestra necesidad. Por efectos constructivos la corona de este par deberá ser fragmentada para un posterior montaje en la estructura del piso giratorio.

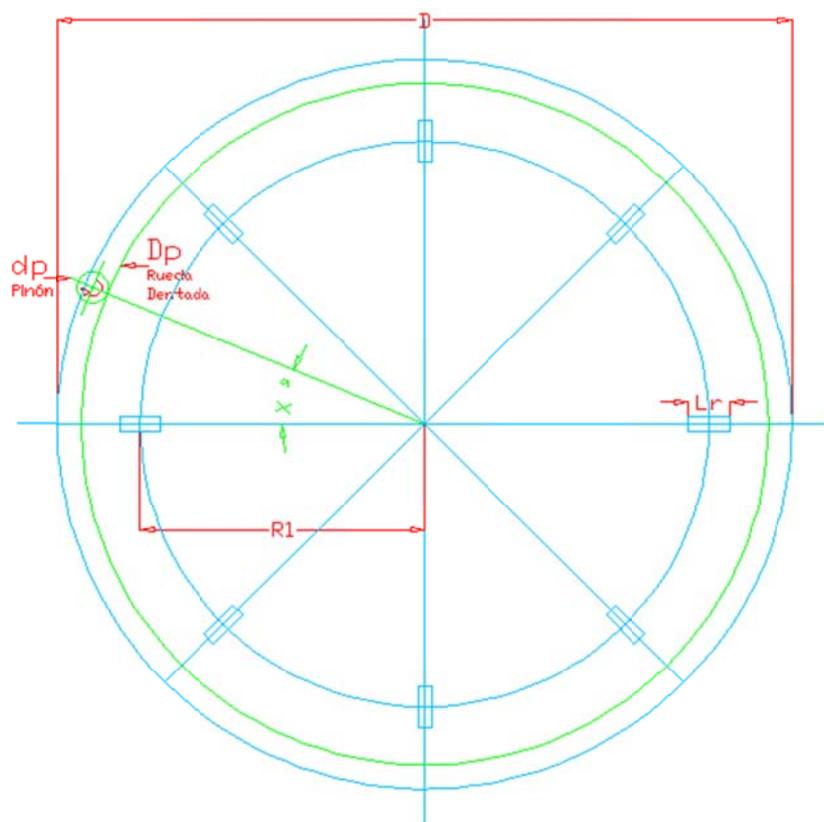


Figura 3.86 Esquema del sistema de giro.

La Figura 3.86, nos muestra la condición inicial de diseño, este será el punto de partida para el proceso de cálculo de elementos mecánicos y estructurales que nos permitan alcanzar el objetivo planteado inicialmente.

D , representa el diámetro del piso giratorio, $R1$, la distancia a la cual colocaremos los rodillos que soportarán la carga del salón y la transmitirán a la estructura principal, y los diámetros d_p y D_p , son los que representan al par de engranes rectos (piñón y corona respectivamente).

3.2.2 ALTERNATIVAS DE MATERIALES.

Tabla 3.37 Lista general de materiales.

LISTA GENERAL DE MATERIALES PARA EL SALÓN GIRATORIO					
No.	DESCRIPCIÓN	REFCIA.	NOMENCLATURA	CANTIDAD	MATERIAL
1	ESTRUCTURA PISO GIRATORIO				
1.1	VIGAS				
1.1.1	VIGA PRINCIPAL PISO GIRATORIO		VIGPISO		Acero A36
1.1.2	VIGA AUXILIAR PISO GIRATORIO		CORREA		Acero A36
1.2	LOSA				
1.2.1	PANEL MODULAR METÁLICO				ACERO
1.2.2	MALLA ELECTROSOLDADA				Acero A36
1.2.3	HORMIGÓN				HORMIGÓN
1.2.4	MORTERO				MORTERO
1.2.5	CERÁMICA PARA PISO PISTA				CERÁMICA
2	SISTEMA DE GIRO				
2.1	PISTAS				
2.1.1	PISTA DE ACERO			1	ACERO
2.1.2	PLACA DE SUJECCIÓN DE LA CORONA DENTADA			1	ACERO
2.1.3	PERNOS Y TUERCAS DE SUJECCIÓN			45	ACERO
2.2	SISTEMA DE GIRO PARTE CENTRAL				ACERO
2.2.1	PLACA BASE / EJE CENTRAL			1	ACERO
2.2.2	EJE CENTRAL			1	
2.2.3	RODAMIENTO CENTRAL			1	ACERO
2.2.4	ALOJAMIENTO RODAMIENTO CENTRAL			1	ACERO
2.2.5	COLUMNA CENTRAL			1	Acero A36
2.2.6	PERNOS Y TUERCAS DE SUJECCIÓN			4	ACERO
2.3	SISTEMA DE GIRO PARTE MOTRIZ				
2.3.1	MOTOREDUCTOR			1	VARIOS
2.3.2	ENGRANAJE RECTO MOTRIZ (PIÑÓN)			1	ACERO
2.3.3	ENGRANEJE RECTO CONDUCIDO (CORONA)			1	ACERO
2.3.4	CHAVETA PARA ENGRANE RECTO (PIÑÓN)			1	ACERO
2.3.5	SOPORTE SISTEMA MOTRIZ			1	ACERO
2.3.6	PERNOS Y TUERCAS DE SUJECCIÓN			4	ACERO
2.4	SISTEMA DE GIRO PARTE PERIFÉRICA				
2.4.1	RODILLO PERIFÉRICO			8	ACERO
2.4.2	RODAMIENTO RODILLO PERIFÉRICO			16	ACERO
2.4.3	CHUMACERA RODILLO PERIFÉRICO			16	ACERO
2.4.4	PERNOS Y TUERCAS DE SUJECCIÓN			32	ACERO
3	ESTRUCTURA METÁLICA PRINCIPAL				
3.1	VIGAS PRINCIPALES DE SOPORTE			8	Acero A36
3.2	PLATINAS DE SOPORTE RODILLOS PERIFÉRICOS			16	Acero A36

Los materiales utilizados para la construcción del sistema de piso giratorio se enumeran en la tabla 3.37.

3.2.3 ANÁLISIS DE CARGAS.

Tabla 3.38 Cargas para el diseño estructural.

TABLA DE CARGAS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA								
No.	ELEMENTO	DIRECCIÓN	TIPO DE CARGA	NOMBRE	VALOR (Ton)	VALOR (Ton/m)	VALOR (Ton/m ²)	PROCEDENCIA
1	LOSA PRIMER PISO	Y	LIVE	viva			0.20	Uso y ocupación del inmueble
2			DEAD	muerta			0.30	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
3	LOSA SENGUNDO PISO	Y	LIVE	viva			0.20	Uso y ocupación del inmueble
4			DEAD	muerta			0.30	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
5	GRADA 1	Y	LIVE	viva			0.50	Uso y ocupación del inmueble
6			DEAD	muerta			0.33	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
7	GRADA 2	Y	LIVE	viva			0.50	Uso y ocupación del inmueble
8			DEAD	muerta			0.33	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
9	DESCANSOS	Y	LIVE	viva			0.50	Uso y ocupación del inmueble
10			DEAD	muerta			0.17	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
11	PISO GIRATORIO	Y	LIVE	viva			0.20	Uso y ocupación del inmueble
12			DEAD	muerta			0.30	Peso de todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes
13	COLUMNA PRINCIPAL	Y	LIVE	vivam	8.01			Carga resultante del cálculo del piso giratorio
14								
15	VIGAS DE APOYO	Y	DEAD	vivam	4.84			Carga resultante del cálculo del piso giratorio
16								
17	GENERAL	X	QUAKE	Sx	0.219			Análisis del Cortante Basal, COEFICIENTE*
18		Y	QUAKE	Sy	0.219			Análisis del Cortante Basal, COEFICIENTE*

Al igual que en el caso de la estructura principal, se generan las secciones necesarias para la modelación de la estructura para el piso giratorio, las condiciones de carga que en este caso no son más que las cargas viva, vivam, Sx y Sy, cuyo valor se tabula en la Tabla 3.38.

3.2.4 Diseño de Detalle.

El diseño de detalle muestra un análisis de cinemática y dinámica del sistema de giro para poder seleccionar un motor-reductor adecuado y el par de engranes, así como un método para escoger el conjunto de rodamientos y chumaceras. El proceso de cálculo obedece al siguiente diagrama de flujo mostrado en la Figura 3.87.

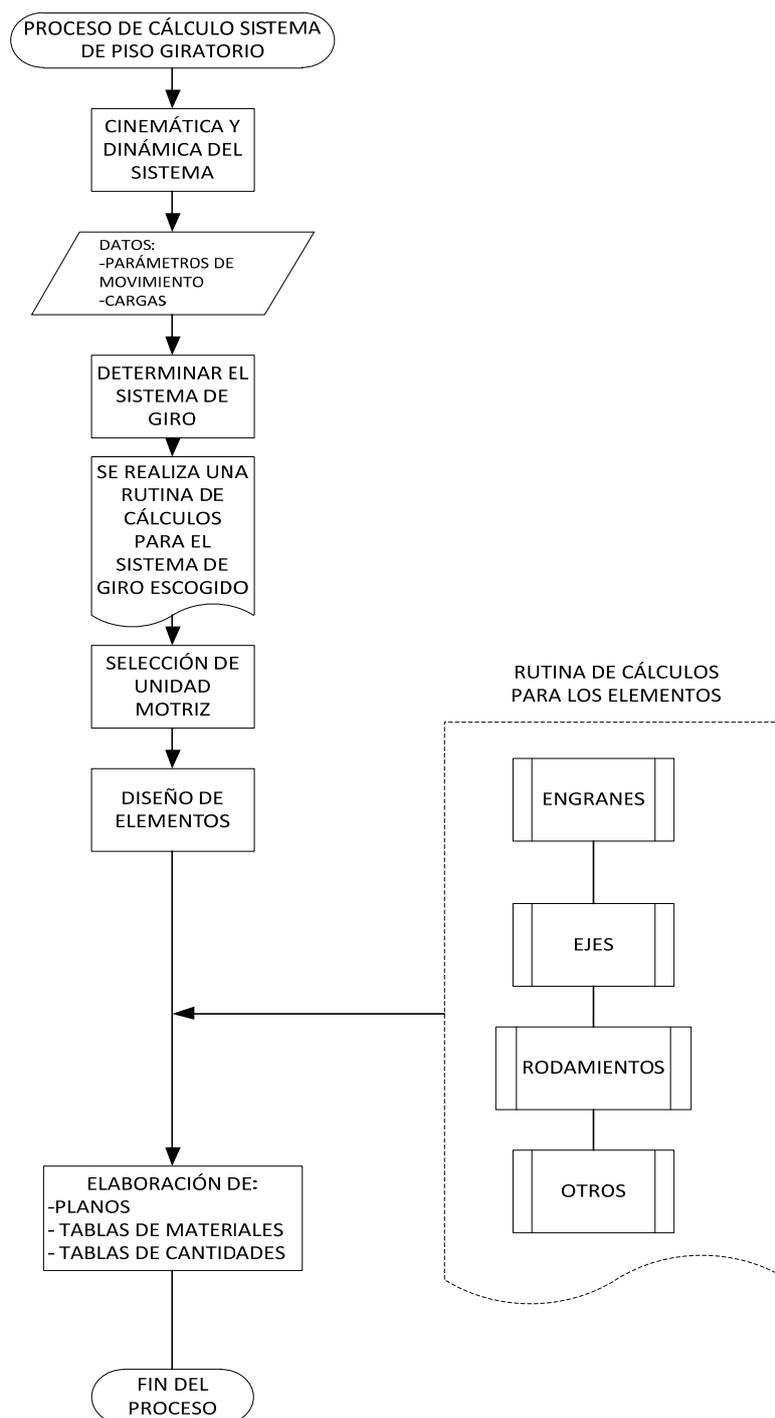


Figura 3.87 Diagrama de cálculo del piso giratorio.

3.2.4.1 Análisis Cinemático y Dinámico.

Se requiere mover circularmente al rededor de su centro la pista de hormigón y acero, para lo cual se utilizará un sistema de rodillo con un motoreductor ubicado como se muestra en las figuras. Con el procedimiento mostrado aquí se escogerá el motoreductor adecuado y los elementos necesarios para que el sistema funcione adecuadamente.

Datos:

$D := 26.25$ ft $D = 8$ m
 $R1 := 10.17$ ft $R1 = 3.100$ m
 $Lr := 1.97$ ft $Lr = 0.600$ m
 $ed := 0.328083$ ft $ed = 0.10$ m, espesor de la losa

$Ri := 6.889743$ ft Radio interior
 $Lo := 5.905494$ ft Altura media de los ocupantes

$Rg := 12.25$ ft Radio del engrane recto, para sistema motriz

$\delta_h := 149.8$ $\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$ Densidad del hormigón densidad hormigón = 2400 Kg/m³

$\delta_a := 486.9$ $\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$ Densidad del acero densidad acero = 7850 Kg/m³

$g_i := 32.2$ $\frac{\text{ft}}{\text{s}^2}$ Aceleración de la gravedad en el sistema inglés

n es la velocidad de giro de la pista (una revolución en 13 minutos) 1/13 rpm

$n := \frac{1}{13}$ rpm $n = 0.077$ rpm

$r := 0.2460622$ ft Radio de rodillos pivote $r = 7.5$ cm

Solución :

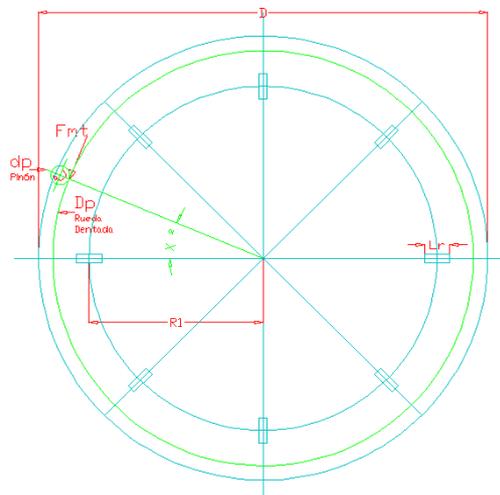


Figura 3.88 Sistema de giro

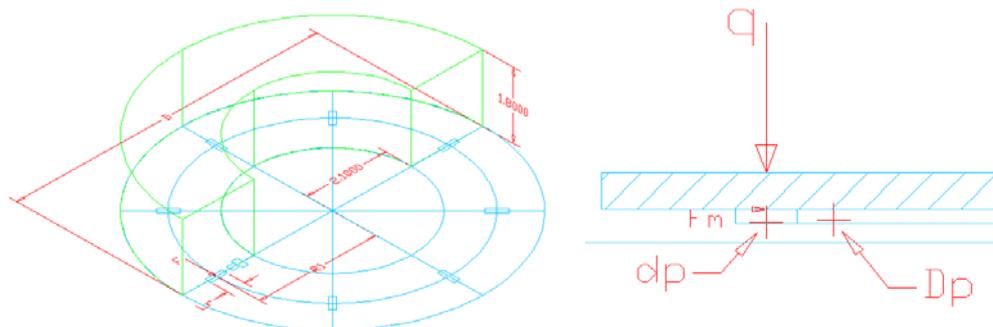


Figura 3.89 Carga sobre el sistema de giro.

Ahora debemos tomar en cuenta también que hay personas en el momento del arranque, por lo que dicha inercia representada por la geometría de un disco hueco o dona, supuesto que hay personas de 1,8 m de estatura ocupando la mayor parte de la pista del salón con la disposición mostrada en verde (he representado solo la mitad para efectos didácticos).

$$\omega_d := \frac{n \cdot 2\pi}{60}$$

$$\omega_d = 8.055 \times 10^{-3} \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \text{Velocidad angular del disco}$$

Para mover la pista circular hay que vencer su inercia y fuerza producto de la fricción que producen los otros rodillos (acero) en la superficie de la pista (acero). Para ello utilizamos el concepto de Radio de giro.

Diseño de Elementos de Máquinas

Robert L. Mott Pag. 650

$T := I \cdot \alpha$ Es el torque (T) necesario para acelerar angularmente (α) un cuerpo de inercia (I), a una velocidad n, en una determinado intervalo de tiempo. Dicha expresión conviene expresarla en función del radio de giro k.

$k := \sqrt{\frac{I}{m \cdot d}}$ Donde md es la masa del disco, entonces:

$$I := m \cdot k^2 \quad \text{ó} \quad I := \frac{W_d \cdot k^2}{g_i}$$

$T := \frac{W_t \cdot k^2 \cdot n}{g_i \cdot t}$ Es la ecuación del Torque (T) con las ecuaciones anteriores remplazadas

Entonces se deben trabajar las expresiones de W_d = masa del disco y W_o = masa de ocupantes; k^2 que sería la suma de los radios de giro: radio de giro del disco de hormigón-acero y radio de giro del disco hueco que representa la inercia de los ocupantes

$$k_d := \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} \quad \text{Radio de Giro del disco}$$

$$k_o := \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 + R_i^2\right]} \quad \text{Radio de giro de la geometría equivalente a los ocupantes}$$

$k := k_d + k_o$ Radio de giro Total, es la sumatoria de los radios de giro

$$k = 19.763$$

$$V_d := \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot e_d \quad \text{Volumen del disco} \quad V_d = 177.555 \text{ ft}^3$$

$W_d := \delta_w \cdot V_d$ Densidad de peso del disco (peso/volumen)

$\delta_d := \frac{(\delta_h \cdot V_h) + (\delta_a \cdot V_a)}{V_h + V_a}$ Debemos encontrar la densidad de la losa de hormigón y acero.

$V_a := V_c + V_i + V_g$ V_c , es el volumen de los perfiles "C" y V_i , es el Volumen de los perfiles "I"

$$A_c := 0.0041656 \text{ ft}^2 \quad A_i := 0.017628 \text{ ft}^2 \quad \text{Areas de sección de los perfiles "C" e "I".}$$

$$L_c := 226.412 \text{ ft} \quad L_i := 149.1898 \text{ ft} \quad \text{Longitudes usadas de los perfiles "C" e "I" para el disco giratorio.}$$

$$V_c := A_c \cdot L_c$$

$$V_i := A_i \cdot L_i \quad V_c = 0.943 \text{ ft}^3$$

$$hg := 0.541337 \text{ ft} \quad \text{ancho del engrane} \quad V_i = 2.63 \text{ ft}^3$$

$$R_{11} := 11.48 \text{ ft} \quad \text{Radio interno engrane}$$

$$V_g := \frac{hg \cdot \pi \cdot (R_g^2 - R_{11}^2)}{4} \text{ ft}^3 \quad \text{Volumen del engrane.}$$

$$V_g = 7.769 \text{ ft}^3$$

$$V_a := V_c + V_i + V_g \text{ ft}^3 \quad W_g := V_g \cdot \delta_a = 3.783 \times 10^3 \text{ lb, peso del engrane.}$$

$$V_a = 11.342 \text{ ft}^3 \quad \text{La parte de volumen del disco que corresponde al acero}$$

$$V_h := V_d - V_a$$

$$V_h = 166.213 \text{ ft}^3 \quad \text{Volumen total del disco la parte de hormigón}$$

$$\delta_d := \frac{(\delta_h \cdot V_h) + (\delta_a \cdot V_a)}{V_h + V_a} \quad \text{Densidad de la losa combinada hormigón acero}$$

$$\delta_d = 171.333 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$W_a := V_a \cdot \delta_a \quad W_a = 5.522 \times 10^3$$

$$W_h := V_h \cdot \delta_h \quad W_h = 2.49 \times 10^4$$

$$W_d := \delta_d \cdot V_d$$

$$W_d = 3.042 \times 10^4 \text{ lb} \quad \text{Masa del Disco hormigón-acero}$$

$$W_{oc} := 9360 \text{ lb} \quad \text{Peso de 52 personas distribuidas en el salón, con un peso promedio de 180 lbs. Que es lo que se podría ocupar en forma crítica.}$$

$$W_d = 3.042 \times 10^4 \text{ lb}$$

$$W_{t1} := W_d + W_{oc} \quad \text{La masa resultante del sistema es igual a la masa del disco más la masa de la geometría equivalente a los ocupantes}$$

$$W_{t1} = 3.978 \times 10^4 \text{ lb}$$

Es necesario comparar estos valores con los obtenidos en el programa Sap 2000, como se muestra en la tabla de resumen, con el fin de sustentar nuestros cálculos:

$W_{\text{piso}} := 1259.42 + 468.11 + 18612.25 + W_g$ lb W_{piso} , este es el peso muerto de la estructura del piso, Ver Tabla 3.39.

$$W_{\text{piso}} = 2.412 \times 10^4 \text{ lb}$$

A esta cantidad debemos sumarle el peso de los ocupantes W_{oc} ; entonces

$W_{\text{t2}} := W_{\text{piso}} + W_{\text{oc}}$ La masa resultante del sistema es igual a la masa del disco más la masa de la geometría equivalente a los ocupantes, con los valores de la tabla 3.39.

$$W_{\text{t2}} = 3.348 \times 10^4 \text{ lb}$$

	Section Text	Object Type	Num Pieces	Total Length	Total Weight
			Unitless	ft	Lb
▶	VIGPISO	Frame	15	149.1898	1259.42
	CORREA	Frame	48	226.412	468.11
	PISOPISTA	Area			18612.25

Tabla 3.39 Resumen de Materiales Sap 2000.

Vemos que W_{t1} es mayor que W_{t2} , entonces para seguir nuestros cálculos manejaremos el mayor de ellos.

$$W_{\text{t}} := W_{\text{t1}}$$

$$W_{\text{t}} = 3.978 \times 10^4 \text{ lb} \quad W_{\text{tt}} := \frac{W_{\text{t}}}{2000} = 19.89 \text{ ton}$$

Al remplazar los valores de k y W_{t} en la ecuación de T nos queda definir el tiempo de respuesta de nuestra ecuación.

$$T := \frac{W_{\text{t}} \cdot k^2 \cdot n}{g_i \cdot t} \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$R_1 = 10.17 \text{ ft}$$

El tiempo t se debe escoger, dependiendo de las condiciones del sistema en cuestión, para ello nos referimos a la tabla 16.1 de Mott. y escogemos un $t = 1.0$ s, que corresponde al tiempo de aceleración de un sistema similar.

$$T := \frac{W_{\text{t}} \cdot k^2 \cdot n}{g_i \cdot t} \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$T = 3.712 \times 10^4 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$t := 1 \text{ s}$$

$$F_1 := \frac{T}{\frac{D}{2}}$$

Es la fuerza que se requiere para sacar de la inercia al disco, pero se debe tomar en cuenta a la fuerza de rozamiento de cada rodillo.

$$F_1 = 2.828 \times 10^3 \text{ lb}$$

A esta fuerza debemos sumarle el efecto del rozamiento entre la pista de acero y los rodillos del mismo material:

$$\mu := 0.0024$$

Pag. 134 Máquinas Prontuario Nicolás Larburu, coeficiente de rozamiento acero-acero, para rodamientos de rodillo y rodaduras, está entre: 0.001 y 0.0024

$$q := \frac{W_t}{9} \quad q = 4.42 \times 10^3 \text{ lb} \quad \text{Carga soportada por los 8 rodillos y el eje central.}$$

El valor de esta carga, es menor que el que resulta de calcular las reacciones en los puntos de soporte del rodillo (17 555 lb), pero debemos recordar que es una carga mayorada acorde a la segunda ecuación del LRFD, en la que multiplica a la carga muerta por 1.20 y a la carga viva por 1.60 para calcular la estructura metálica. Por tal razón no usaremos esta carga sino, W_t que es la que continúa en nuestro cálculo.

$$N_d := q$$

Son 8 rodillos y las superficies de contacto son acero y acero, además del sistema de pivote en el centro de la estructura.

$$F_r := \mu \cdot N_d$$

$$F_r = 10.608 \text{ lb}$$

$$F_{rr} := -F_r \cdot 9$$

$$F_{rr} = -95.474 \text{ lb}$$

este valor restaremos a F_1

$$F_m := F_1 - F_{rr}$$

$$F_m = 2.923 \times 10^3 \text{ lb}$$

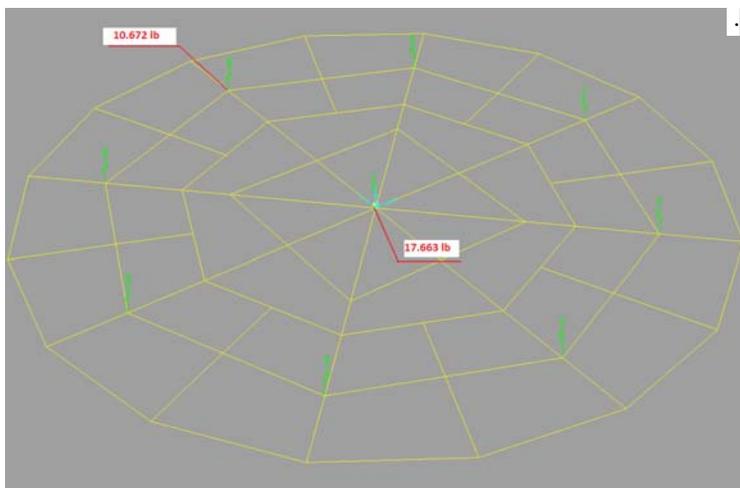


Figura 3.90 Fuerzas de reacción en piso giratorio.

F_m , es la fuerza aplicada a 3.10m (10.17 pies) del centro con la que se debería mover al disco sacándolo de su inercia.

Tanto el disco giratorio como los rodillos comparte la misma velocidad tangencial en la distancia en la que hacen contacto, de modo que los rodillos en la periferia tendrán las siguientes características cinemáticas:

$$V_{tg} := \omega_d \cdot R_1$$

$$V_{tg} = 0.082 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$$

Los puntos de contacto del disco y el rodillo comparten la misma velocidad angular.

$$\omega_r := \frac{V_{tg}}{r}$$

ω_r , es la velocidad angular de los rodillos periféricos.

$$\omega_r = 0.333 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$n_r := \frac{60 \cdot \omega_r}{2\pi}$$

$$n_r = 3.179 \text{ rpm}$$

Velocidad a la que gira el rodillo

$$W_r := q$$

$$q = 4.42 \times 10^3 \text{ lb}$$

Carga aplicada sobre el rodillo

F_m , es la fuerza requerida para sacar al disco giratorio de la inercia y ponerlo a girar, pero esta fuerza teórica es aplicada en la periferia del disco, en nuestro caso de diseño, la fuerza que aplicaremos está ubicada a 3.74 m del centro del disco, puesto que este es el radio del engrane recto del que disponemos, entonces los momentos (par motriz "T"), provocados por estas fuerza deben ser iguales:

$$F_m \cdot \left(\frac{D}{2}\right) = 3.837 \times 10^4 \text{ lb}\cdot\text{ft} \quad \frac{D}{2} = 13.125 \text{ ft} \quad F_m = 2.923 \times 10^3 \text{ lb}$$

$$R_g = 12.25 \text{ ft}$$

$$F_{mt} \cdot R_g := F_m \cdot \left(\frac{D}{2}\right)$$

$$R_g := 12.25 \text{ ft}$$

$$F_{mt} := F_m \cdot \left(\frac{D}{2 \cdot R_g}\right)$$

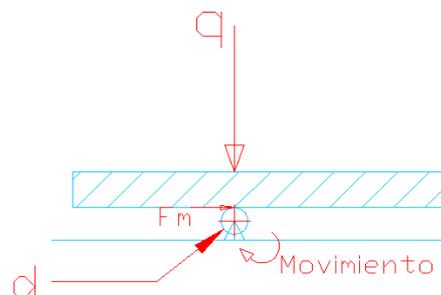


Figura 3.91 Cargas sobre el rodillo.

$$F_{mt} = 3.132 \times 10^3 \text{ lb} \quad \text{Fuerza motriz total para mover el disco y vencer las fuerzas de rozamiento, producidas por la carga } q.$$

Siendo este el caso de diseño ocupado, la relación de transmisión "i" por un par de engranes rectos debe ser menor o igual 7, para garantizar que no exista interferencia en este par de engranes, pero en condiciones de velocidad tan bajas podemos pasar por alto esta recomendación.

$$i := 22$$

$$R_g = 12.25 \text{ ft} \quad \text{Radio del Engrane} \quad R_g' := \frac{R_g}{3.29} \text{ m} \quad R_g' = 3.723 \text{ m}$$

$$R_p := \frac{R_g}{i} \quad R_p, \text{ Es el Radio del pinón.}$$

$$R_p = 0.557 \text{ ft} \quad R_p' := \frac{R_p}{3.28} \text{ m} \quad R_p' = 0.17 \text{ m} \quad \text{Este es el radio tentativo para el pinón.}$$

$$T_t := F_{mt} \cdot R_p \quad T_t = 1.744 \times 10^3 \text{ lb}\cdot\text{ft} \quad \text{Torque total}$$

$$P := T_t \cdot 0.00181818 \text{ HP} \quad \text{Potencia requerida por el sistema.}$$

$$P = 3.171 \text{ HP} \quad n_p := n \cdot i \quad n_p = 1.692 \text{ rpm} \quad \text{velocidad angular del piñon a la salida del motorreductor}$$

$$T_t := T_t \cdot 12 \quad T_t \cdot 12 = 2.093 \times 10^4 \text{ lb}\cdot\text{in} \quad \text{Torque a la salida para el motorreductor}$$

3.2.4.2 Escoger la Unidad Motriz.

Ahora escogemos el sistema de Motoreductor adecuado para completar nuestros sistema.

Datos:

$P_e := 3$ HP Potencia Requerida.

$n_e := 2$ rpm Velocidad Requerida.

$T_t = 2.093 \times 10^4$ lb-in Torque requerido a la salida del motorreductor.

Según el catálogo gearing POWER de Browning; tenemos el siguientes procedimiento:

Para motoreductores del Tipo CbN Gearmotors

Información Requerida:

1. Seleccione la potencia de Entrada en HP, basado en la aplicación requerida.
2. Velocidad de giro a la salida del motoreductor en RPM.
3. Seleccione la Clase de Carga AGMA, según tabla y el régimen de trabajo, Pag A-8.

1. $P_e = 3$ HP
2. $n_e = 2$ RPM
3. AGMA := 2.0 Clase II Pag. A-51

Selección del Motoreductor:

1. Localice la Potencia del motor en HP, desde las tablas A-18 hasta A-77.
2. Escoja la velocidad de salida requerida en RPM.
3. Seleccione el Motoreductor deseado y la clasificación AGMA de factor de servicio y los numerales 1 y 2.
4. Verifique la sobrecarga y compárela con la del motoreductor seleccionado. OHL

1. $P_e = 3$ HP Pag. A-52
2. $n_e := 2.2$ RPM
3. AGMA = 2 Clase II Pag. A-12
4. $K := 1.25$ Un piñón, se asemeja a nuestro sistema. Pag A-8
 $LLF := 0.80$ El rodillo será montado en el extremo del eje. Pag A-8
 $r_p := R_p$ ft Radio del piñón

$T_{mr} := 77348$ (lb-in) T_{mr} , es la carga a la salida del Motorreductor, según tabla, Pag. A-52

$T_t = 2.093 \times 10^4$ (lb-in) T_t , es el torque que se requiere a la salida del motoreductor.

$T_{mr} - T_t = 5.642 \times 10^4$ (lb-in) Se tiene una sobrecarga a favor teóricamente.

Olgura de sobrecarga según el manual de motoreductor, Pag. A-8.

$$HOL := \frac{63025 \cdot Pe \cdot K \cdot LLF}{ne \cdot r \cdot 12} \quad \text{Holgura de sobrecarga teórica, si se conoce la Potencia.}$$

$$HOL = 1.286 \times 10^4 \quad \text{lb}$$

$$HOLA := 14783 \quad \text{lb}$$

HOLA, valor de sobrecarga real del motoreductor, Pag. A-52.

La sobrecarga real, debe ser mayor que la sobrecarga teórica.

$$HOLA \geq HOL \rightarrow 1 \quad \text{Si Cumple.}$$

$$HOLA - HOL = 1.921 \times 10^3 \quad \text{lb} \quad \text{Olgura de Sobrecarga.}$$

CbN · 2905 · S · V3 · 800 · MR · 182T · 3

Las características de los parámetros motrices Pag. A-10 y A-11

Las dimensiones de este motor están en la página A-123 del catálogo Browning SERIES 2000

3.2.4.3 Geometría de los Engranajes rectos:

Diseño del par de Engranajes rectos para el Rodillo Motriz:

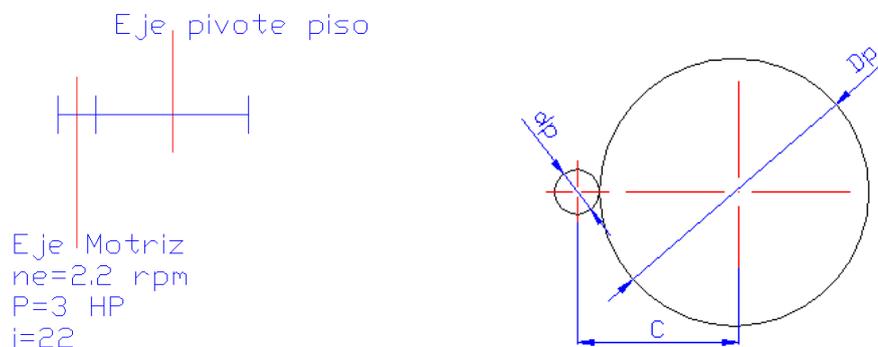


Figura 3.92 Esquema del par de engranes.

$i = 22$ Relación de transmisión de los engranajes rectos

$$P_n := \frac{P_e}{1.34} \quad (\text{KW}) \quad P_e = 3 \quad (\text{HP})$$

$P_n = 2.239$ (KW) Potencia nominal equivalente a $P = 3$ HP

Según la tabla 13-6 de Shigley (Anexo E) se selecciona una proporción de dientes para los engranajes cilíndricos de dientes rectos con un ángulo de presión de 20° y dientes de profundidad completa. Esto es para que no haya interferencia. En este caso piñón y rueda tendrán la misma geometría.

$Z_p := 17$	Número de dientes del piñón
$Z_r := Z_p \cdot i$	Número de dientes de la rueda que es menor que el número máximo de dientes para evitar la interferencia ($Z_r < 1309$)
$Z_r = 374$	
$\phi := 20^\circ$	Ángulo de presión
$m := 20$ (mm)	Módulo de los engranes

3.2.4.3.1 Geometría del Piñón Recto:

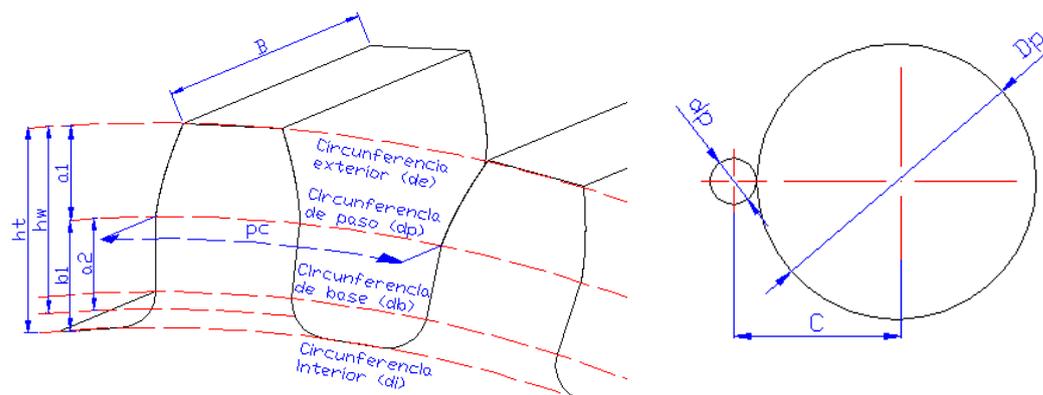


Figura 3.93 Geometría del par de engranes.

$(Z_p) = 17$	Número de dientes del piñón
$dp := m \cdot Z_p$	
$dp = 340$ (mm)	Diámetro de paso del piñón
$a1 := m$	Esta relación se la obtiene de la tabla 13-1 Shigley (Anexo E)
$a1 = 20$ (mm)	Adendo del piñón
$b1 := 1.25 \cdot m$	Esta relación se la obtiene de la tabla 13-1 Shigley (Anexo E)
$b1 = 25$ (mm)	Dedendo del piñón
$de := dp + 2 \cdot a1$	
$de = 380$ (mm)	Diámetro exterior del piñón
$di := dp - 2 \cdot b1$	
$di = 290$ (mm)	Diámetro interior del piñón
$ht := a1 + b1$	
$ht = 45$ (mm)	Altura total del diente del piñón
$db := dp \cdot \cos\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)$	$db = 319.495$ (mm) Diámetro de base del piñón

3.2.4.3.2 Geometría de la Rueda Recta:

$D_p := m \cdot Z_r$	$Z_r = 374$	Número de dintes de la Rueda
$D_p = 7.48 \times 10^3$	(mm)	Diámetro de paso de la rueda
$a_2 := m$		Esta relación se la obtiene de la tabla 13-1 Shigley (Anexo E)
$a_2 = 20$	(mm)	Adendo de la rueda
$b_2 := 1.25 \cdot m$		Esta relación se la obtiene de la tabla 13-1 Shigley (Anexo E)
$b_2 = 25$	(mm)	Dedendo de la rueda
$D_e := D_p + 2 \cdot a_2$		
$D_e = 7.52 \times 10^3$	(mm)	Diámetro exterior de la rueda
$D_i := D_p - 2 \cdot b_2$		
$D_i = 7.43 \times 10^3$	(mm)	Diámetro interior de la rueda
$H_t := a_2 + b_2$		
$H_t = 45$	(mm)	Altura total del diente de la rueda
$D_b := D_p \cdot \cos\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)$		
$D_b = 7.029 \times 10^3$	(mm)	Diámetro de base de la rueda

3.2.4.3.3 Geometría General:

$h_w := a_1 + a_2$		
$h_w = 40$	(mm)	Altura de trabajo
$P_c := m \cdot \pi$		
$P_c = 62.832$	(mm)	Paso circular
$C := \frac{d_p + D_p}{2}$		
$C = 3.91 \times 10^3$	(mm)	

Distancia entre centros

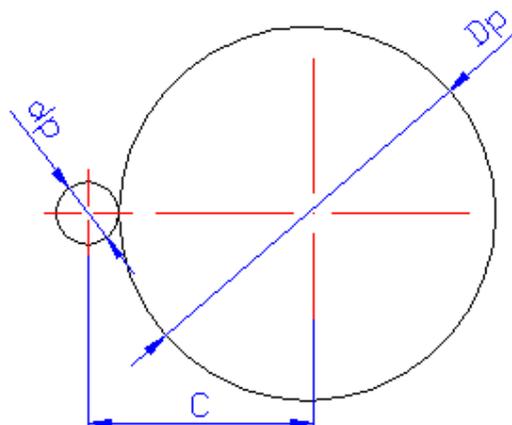


Figura 3.94 Distancia entre centros.

$$B_{\min} := 8 \cdot m$$

$$B_{\min} = 160 \quad (\text{mm}) \quad \text{Ancho mínimo de la cara de los engranes}$$

$$B_{\max} := 12 \cdot m$$

$B_{\max} = 240$ (mm) Ancho máximo de la cara de los engranes

$$B_{\min} \leq B \leq B_{\max}$$

$B := 165$ (mm) Ancho escogido $160 \leq B \leq 240$ (mm)

$$B_{\min} \leq B \leq B_{\max} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

Por ser un requerimiento del diseño máxima eficiencia escojo este ancho de diente (que está dentro del intervalo), con esto aseguro engranejes más robustos.

3.2.4.4 Selección del Material para los Engranés Rectos.

Tanto para el piñón como para la rueda se seleccionara un Acero AISI 1020 tratado térmicamente, el tratamiento térmico se lo realiza posterior al maquinado de partes y piezas.

- Tratamiento térmico:
- Normalizado a 500 °C
 - Cementado 920 °C
 - Temple 820 °C
 - Revenido a 420 °C para el piñón y rueda recta
- Dureza:
- Superficial: 58 - 62 HRC (111 HB)
 - Del núcleo: 35 HRC (111 BHN)
- Estado de entrega:
- Bonificado
- Proveedor:
- Aceros BÖHLER del Ecuador

3.2.4.4.1 Cálculo de las Fuerzas en los Engranajes Rectos:

$$n_1 := n_e \quad n_e = 2.2 \quad (\text{rpm})$$

$$n_1 = 2.2 \quad (\text{rpm}) \quad \text{Velocidad angular del eje del piñón recto}$$

$$n_s := \frac{n_e}{i} \quad i = 22$$

$$n_s = 0.1 \quad (\text{rpm}) \quad \text{Velocidad angular en el engrane. (Eje de la rueda recta)}$$

3.2.4.4.1.1 Cálculo de las Fuerzas en el Piñón Recto:

$$T_1 := \frac{9550 \cdot P_n}{n_1}$$

$$T_1 = 9.718 \times 10^3 \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad \text{Torque del eje del piñón recto}$$

El Torque de Salida del Motorreductor es: 9718 N-m, este valor incluye el factor de servicio propio del motorreductor.

$$T1 = 9.718 \times 10^3 \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

$$F_{t1} := \frac{2 \cdot T1}{d_p}$$

$$F_{t1} = 57.167 \quad (\text{KN}) \quad \text{Fuerza tangencial en el piñón recto a la salida del motorreductor.}$$

$$F_{r1} := F_{t1} \cdot \tan\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)$$

$$F_{r1} = 20.807 \quad (\text{KN}) \quad \text{Fuerza radial en el piñón recto}$$

3.2.4.4.1.2 Cálculo de las Fuerzas en la Rueda Recta:

$$T_s := \frac{9550 \cdot P_n}{n_s} \quad n_s = 0.1 \quad (\text{rpm}) \quad \text{Velocidad de giro del disco y el engrane.}$$

$$T_s = 2.138 \times 10^5 \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad \text{Torque del eje del piñón recto}$$

Las fuerzas tangenciales y normales son las mismas que en el otro engrane (Acción y reacción)

$$F_t := F_{t1} \cdot 1000$$

$$F_r := F_{r1} \cdot 1000$$

$$F_t = 57167 \quad (\text{N})$$

$$F_r = 20807 \quad (\text{N})$$

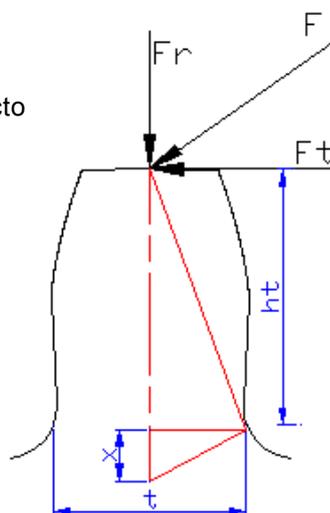


Figura 3.95 Fuerzas en el diente del engrane.

3.2.4.4.2 Cálculo de los Esfuerzos en los Engranajes Rectos:

$$K_o := 1.5 \quad \text{Factor de sobrecarga} \quad K_o = 1.5 \text{ cuando la fuente de potencia es uniforme y la máquina impulsada es de impacto medio. Tabla 15-2 Shigley. (Anexo E)}$$

$$d_p = 340 \quad (\text{mm}) \quad \text{Diámetro de paso del piñón cilíndrico de dientes rectos}$$

$$D_p = 7.48 \times 10^3 \quad (\text{mm}) \quad \text{Diámetro de paso de la rueda cilíndrica de dientes rectos}$$

$$\frac{m_g}{Z_p} := \frac{Z_r}{Z_p} \quad Z_r = 374 \quad Z_p = 17$$

$$m_g = 22 \quad \text{Relación de velocidades}$$

$$Y_p := 0.303 \quad \text{Factor de forma de Lewis para un engrane de } Z_p = 17 \text{ dientes Tabla 14-2 de Shigley (Anexo E)}$$

$$Y_r := 0.475 \quad \text{Factor de forma de Lewis para un engrane de } Z_r = 374 \text{ dientes}$$

3.2.4.4.2.1 Cálculo del Factor Dinámico K_v' :

$$v_p := \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60000} \quad n_1 = 2.2 \quad (\text{rpm})$$

$$v_p = 0.039 \quad (\text{m/s}) \quad \text{Velocidad tangencial de los engranajes rectos}$$

Número de nivel de exactitud en la transmisión

Se escoje una Q_v de 7 porque los engranes se van a manufacturar por fresado o similar donde el proceso no es muy exacto para fabricar la involuta.

$$Q_v := 7$$

Se calculan los coeficientes A_v y B_v de la ecuación 14-28 de Shigley, pag 928.

$$B_v := 0.25 \cdot (12 - Q_v)^{\frac{2}{3}} \quad B_v = 0.731$$

$$A_v := 50 + 56 \cdot (1 - B_v) \quad A_v = 65.064$$

$$V_{\max} := \frac{[A_v + (Q_v - 3)]^2}{200} \quad \text{Ecuación 14-29 de Shigley, pag 930.}$$

$$V_{\max} = 23.849 \quad (\text{m/s}) \quad v_p = 0.039 \quad (\text{m/s})$$

$$V_{\max} > v_p \quad \text{Velocidad tangencial máxima recomendada } V_{\max} > v_p$$

$$K_v' := \left(\frac{A_v + \sqrt{200 \cdot v_p}}{A_v} \right)^{B_v} \quad \text{Para unidades SI}$$

$$K_v' = 1.031 \quad \text{Factor dinámico}$$

3.2.4.4.2.2 Cálculo del Factor de Tamaño K_s :

La ecuación que está dada en Shigley para el cálculo de K_s está en unidades inglesas habituales, por lo que se deduce una ecuación para el sistema internacional.

$$P_m := \frac{25.4}{m} \quad \text{Paso diametral}$$

Piñón

Rueda

$$x_p := \frac{3 \cdot Y_p}{2 \cdot P}$$

$$x_r := \frac{3 \cdot Y_r}{2 \cdot P}$$

$$t_p := \sqrt{4 \cdot H_t \cdot x_p}$$

$$t_r := \sqrt{4 \cdot H_t \cdot x_r}$$

$$d_{ep} := 0.808 \cdot \sqrt{B \cdot t_p}$$

$$d_{er} := 0.808 \cdot \sqrt{B \cdot t_r}$$

$$K_{bp} := 1.24 \cdot dp^{-0.107}$$

$$K_{br} := 1.24 \cdot dr^{-0.107}$$

$$K_{sp} := \frac{1}{K_{bp}}$$

$$K_{sr} := \frac{1}{K_{br}}$$

$$K_{sp} = 1.158$$

$K_{sp} = 1.158$ Factor de tamaño para el piñón cilíndrico de dientes rectos

$K_{sr} = 1.172$ Factor de tamaño para la rueda cilíndrica de dientes rectos

3.2.4.4.2.3 Cálculo del Factor de Distribución de Carga K_h :

$C_{mc} := 1$ Factor de corrección de carga. Es igual a 1 para dientes sin coronar

$$\frac{B}{10 \cdot dp} = 0.049 \quad \frac{B}{10 \cdot dp} > 0.05 \quad \text{Si fuera menor debería usar un valor igual 0.05}$$

$$C_{pf} := \frac{B}{10 \cdot dp} - 0.0375 + 0.0125 \cdot \frac{B}{25.4} \quad 1 \leq B \leq 431.8 \quad (\text{mm}) \quad \text{Ec. 14-32 Shigley}$$

$C_{pf} = 0.092$ Factor de proporción del piñón

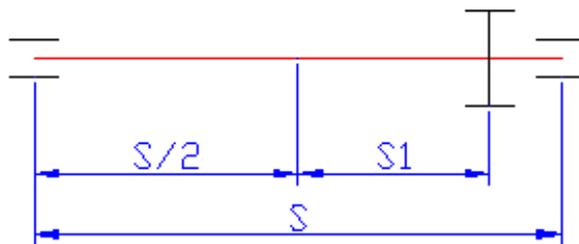


Figura 3.96 Distribución decarga.

Puesto que es mejor colocar el piñón lo más cercano posible al cojinete, es más probable que la relación $S1/S$ sea mayor que 0.175, por lo que el $C_{pm} = 1.1$.
Figura 14-10 Shigley (Anexo E).

$C_{pm} := 1.1$ Modificador de proporción del piñón.

De la tabla 14-9 de Shigley (Anexo E) se obtienen los factores A_a , B_a , C_a para engranes comerciales cerrados.

$$A_a := 0.127$$

$$B_a := 0.0158$$

$$C_a := -0.0000093$$

$$C_{ma} := A_a + B_a \cdot \left(\frac{B}{25.4} \right) + C_a \cdot \left(\frac{B}{25.4} \right)^2$$

$C_{ma} = 0.229$ Factor de alineación del acoplamiento

$C_e := 0.8$ Factor de corrección de la alineación del acoplamiento

$K_h := 1 + C_{mc} \cdot (C_{pf} \cdot C_{pm} + C_{ma} \cdot C_e)$

$K_h = 1.285$ Factor de distribución de carga

3.2.4.4.2.4 Determinación del Factor Geométrico para Flexión Yj:

Para engranes rectos se utiliza la figura 14-6 de Shigley (Anexo E). Se debe entrar a la gráfica con el número de dientes del piñón y de la rueda.

Para el piñón se calculó: $Z_p = 17$ $Z_r = 374$

$Y_{jp} := 0.29$ Factor geométrico de resistencia a la flexión

Para la rueda:

$Y_{jr} := 0.40$ Factor geométrico de resistencia a la flexión

3.2.4.4.2.5 Cálculo del Coeficiente Elástico Ze:

$E_p := 2 \cdot 10^5$ (MPa) Módulo de elasticidad del acero para el piñón

$E_r := 2 \cdot 10^5$ (MPa) Módulo de elasticidad del acero para la rueda

$\mu_p := 0.3$ Relación de Poisson para el piñón de acero

$\mu_r := 0.3$ Relación de Poisson para la rueda de acero

Estos datos se obtuvieron de la Tabla 14-8 de Shirley (Anexo E), evaluados en la ecuación 14-13, pag 916.

$$Z_e := \left[\frac{1}{\pi \cdot \left(\frac{1 - \mu_p^2}{E_p} \right) + \frac{1 - \mu_r^2}{E_r}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Z_e = 230.362 \left(\frac{N}{mm^2} \right)^{0.5}$$

3.2.4.4.2.6 Determinación del Factor de Condición Superficial ZR:

Aún no se han establecido efectos perjudiciales debidos al acabado superficial por lo que se puede tomar un valor mayor a la unidad.

$Z_R := 1$ Factor de condición superficial

Se elige un valor de uno debido a que sino se han establecido efectos perjudiciales es mejor que este factor no altere el valor de la resistencia.

3.2.4.4.2.7 Determinación del Factor Geométrico para Picadura ZI:

$m_n := 1$ Relación de repartición de carga. Esta es 1 para engranes rectos.

Para engranes externos se tiene que:

$$Z_I := \frac{\cos\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot \sin\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)}{2 \cdot m_n} \cdot \frac{m_g}{m_g + 1} \quad \text{Ec, 14-23, Pag 927}$$

$Z_I = 0.154$ Factor geométrico de resistencia a la picadura

3.2.4.4.2.8 Determinación de los Factores de Ciclos de Carga Y_n y Z_n :

Nos hemos impuesto que el par de engranes debe funcionar con una confiabilidad 90% las primeras 10000 horas de operación se calcularan los ciclos que esto representa para el piñón y para la rueda

$$N_{cp} := n_1 \cdot 60 \cdot 10000$$

$$N_{cp} = 1.32 \times 10^6 \quad \text{Número de ciclos del piñón para las primeras 10000 horas}$$

Se utiliza la figura 14-14 y 14-15 respectivamente de Shigley. (Anexo E); Pag, 935.

$$Y_{np} := 1.3558 \cdot N_{cp}^{-0.0178}$$

$$Y_{np} = 1.055 \quad \text{Factor de ciclos de carga de resistencia a la flexión para el piñón}$$

$$Z_{np} := 2.366 \cdot N_{cp}^{-0.056}$$

$$Z_{np} = 1.075 \quad \text{Factor de ciclos de carga de resistencia a la picadura para el piñón}$$

$$N_{cr} := n_s \cdot 60 \cdot 10000$$

$$N_{cr} = 6 \times 10^4 \quad \text{Número de ciclos de la rueda para las primeras 10000 horas}$$

$$Y_{nr} := Y_{np} \quad \text{Factor de ciclos de carga de resistencia a la flexión para el piñón}$$

$$Y_{nr} = 1.055$$

$$Z_{nr} := Z_{np} \quad \text{Factor de ciclos de carga de resistencia a la picadura para el piñón}$$

$$Z_{nr} = 1.075$$

3.2.4.4.2.9 Determinación del Factor de Temperatura Y_θ :

$$Y_\theta := 1 \quad \text{Factor de temperatura}$$

Se toma un valor de uno cuando la temperatura del aceite es menor que 120 ° C, en este caso, este par de engranes no está inmerso en lubricante alguno, Pag 936 Shigley.

3.2.4.4.2.10 Determinación del Factor de Confiabilidad Yz:

$Yz := 0.85$ Factor de confiabilidad

Este factor corresponde a una confiabilidad del 90 %
Tabla 14-10 de Shigley (Anexo E), Pag 935.

3.2.4.4.2.11 Cálculo del Factor de Relación de Dureza Zw:

$HBp := 111$ Dureza del piñón

$HBr := 111$ Dureza de la rueda

Para aceros de dureza superior a 48 RHC, el factor de relación de dureza depende del acabado superficial del piñón fp y de la dureza de la rueda acoplada, Ec. de la figura 14-13, Pag 934.

$fp := 64$ (μplg) Acabado superficial N7, ver tabla 2.8 y 3.8; Prontuario de máquinas, Pag. 281, Nicolas Larburu A.

$B' := 0.00075e^{-0.0112 \cdot fp}$

$Zw := 1 + B' \cdot (450 - HBr)$ Ec. 14-37 Pag. 933

$Zw = 1.124$ Factor de relación de dureza para la rueda

3.2.4.4.2.12 Cálculo del Número Esfuerzo Flexionante Permisible σ_{fp} :

Para aceros grado 2 endurecidos completamente usamos la figura 14-2 de Shigley. (Anexo E)

$\sigma_{fpp} := (0.703 \cdot HBp + 113)$ $HBp = 111$

$\sigma_{fpp} = 191.033$ (MPa) Esfuerzo flexionante permisible para el piñón

$\sigma_{fpr} := (0.703 \cdot HBr + 113)$

$\sigma_{fpr} = 191.033$ (MPa) Esfuerzo flexionante permisible para la rueda

3.2.4.4.2.13 Cálculo del Esfuerzo de Contacto Permisible σ_{hp} :

Para aceros grado 2 endurecidos completamente usamos la figura 14-5 de Shigley. (Anexo E)

$\sigma_{hpp} := (2.41HBp + 237)$

$\sigma_{hpp} = 504.51$ (MPa) Esfuerzo de contacto permisible para el piñón

$\sigma_{hpr} := (2.41 \cdot HBr + 237)$

$\sigma_{hpr} = 504.51$ (MPa) Esfuerzo de contacto permisible para la rueda

$nd := 1.4$ Factor de diseño para experiencias no cuantificadas

3.2.4.4.2.14 Cálculo del Esfuerzo AGMA de Flexión σ :

$$\sigma_p := \frac{F_t \cdot n_d}{B \cdot m \cdot Y_{jp}} \cdot K_h \cdot K_o \cdot K_v' \cdot K_{sp} \quad \text{Ec, 14-15, Shigley, Pag. 918}$$

$$\sigma_p = 192.476 \quad (\text{MPa}) \quad \text{Esfuerzo AGMA de flexión para el piñón.}$$

$$\sigma_r := \frac{F_t \cdot n_d}{B \cdot m \cdot Y_{jr}} \cdot K_h \cdot K_o \cdot K_v' \cdot K_{sr}$$

$$\sigma_r = 141.233 \quad (\text{MPa}) \quad \text{Esfuerzo AGMA de flexión para la rueda.}$$

$$F_t = 5.717 \times 10^4 \quad (\text{N}) \quad F_t, \text{ Fuerza tangencial aplicada al diente del engrane.}$$

$$n_d = 1.4 \quad n_d, \text{ factor de diseño para experiencias no cuantificadas.}$$

$$B = 165 \quad (\text{mm}) \quad B, \text{ ancho del diente de engrane.}$$

$$m = 20 \quad (\text{mm}) \quad m, \text{ módulo de los engranes.}$$

$$Y_{jp} = 0.29 \quad Y_j(p/r), \text{ Factor geométrico para flexión.}$$

$$Y_{jr} = 0.4$$

$$K_h = 1.285 \quad K_h, \text{ Factor de distribución de carga.}$$

$$K_o = 1.5 \quad K_o, \text{ Factor de sobrecarga.}$$

$$K_v' = 1.031 \quad K_v', \text{ Factor dinámico.}$$

$$K_{sp} = 1.158$$

$$K_{sr} = 1.172 \quad K_s(p/r), \text{ Factor de tamaño.}$$

3.2.4.4.2.15 Cálculo del Esfuerzo AGMA de Contacto σ_c :

$$\sigma_{cp} := Z_e \cdot \sqrt{\frac{F_t \cdot n_d}{d_p \cdot B} \cdot \frac{Z_R}{Z_I} \cdot K_o \cdot K_h \cdot K_v' \cdot K_{sp}} \quad \text{Ec, 14-16, Shigley, Pag. 918}$$

$$\sigma_{cp} = 1.065 \times 10^3 \quad (\text{MPa}) \quad \text{Esfuerzo AGMA de contacto para el piñón.}$$

$$\sigma_{cr} := Z_e \cdot \sqrt{\frac{F_t \cdot n_d}{d_p \cdot B} \cdot \frac{Z_R}{Z_I} \cdot K_o \cdot K_h \cdot K_v' \cdot K_{sr}}$$

$$\sigma_{cr} = 1.071 \times 10^3 \quad (\text{MPa}) \quad \text{Esfuerzo AGMA de contacto para la rueda.}$$

$$Z_e = 230.362 \quad (\text{N/mm}^2)^{0.5} \quad Z_e, \text{ Coeficiente elástico.}$$

$$d_p = 340 \quad (\text{mm}) \quad d_p, \text{ Diámetro de paso del piñón.}$$

$$Z_R = 1 \quad Z_R, \text{ Factor de condición superficial.}$$

$$Z_I = 0.154 \quad Z_I, \text{ Factor geométrico de picadura.}$$

3.2.4.4.2.16 Cálculo de los Factores de Seguridad Sf y Sh:

$$S_{fp} := \frac{\sigma_{fpp} \cdot Y_{np}}{Y_{\theta} \cdot Y_z \cdot \sigma_p} \quad \text{Pag, 937. Shigley}$$

$$S_{fp} = 1.232 \quad \text{Factor de seguridad a flexión para el piñón}$$

$$S_{hp} := \frac{\sigma_{hpp} \cdot Z_{np}}{Y_{\theta} \cdot Y_z \cdot \sigma_{cp}}$$

$$S_{hp} = 0.599 \quad \text{Factor de seguridad de contacto para el piñón (picadura).}$$

$$\sigma_{fpp} = 191.033 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma_{fpp}, \text{ Esfuerzo flexionante permisible para piñón.}$$

$$Y_{np} = 1.055 \quad Y_{np}, \text{ Factor de ciclos de carga de resistencia a la flexión para el piñón.}$$

$$Y_{\theta} = 1 \quad Y_{\theta}, \text{ Factor de temperatura.}$$

$$Y_z = 0.85 \quad Y_z, \text{ Factor de confiabilidad.}$$

$$\sigma_p = 192.476 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma_p, \text{ Esfuerzo AGMA de flexión para el piñón.}$$

$$\sigma_{hpp} = 504.51 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma_{hpp}, \text{ Esfuerzo de contacto permisible para piñón.}$$

$$Z_{np} = 1.075 \quad Z_{np}, \text{ Factor de ciclos de carga de resistencia a la picadura para piñón.}$$

$$\sigma_{cp} = 1.065 \times 10^3 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma_{cp}, \text{ Esfuerzo AGMA de contacto para piñón.}$$

El factor de seguridad por picadura en el piñón es menor que el de flexión, por lo que el piñón está diseñado para resistir más el evento de flexión que el de picadura. Esto es muy lógico puesto que por la característica de baja revoluciones, el efecto por picadura es mínimo, al igual que una falla por fatiga.

$$S_{fr} := \frac{\sigma_{fpr} \cdot Y_{nr}}{Y_{\theta} \cdot Y_z \cdot \sigma_r}$$

$$S_{fr} = 1.679 \quad \text{Factor de seguridad a flexión para la rueda}$$

$$S_{hr} := \frac{\sigma_{hpr} \cdot Z_{nr} \cdot Z_w}{Y_{\theta} \cdot Y_z \cdot \sigma_{cr}}$$

$$S_{hr} = 0.669 \quad \text{Factor de seguridad de contacto para la rueda}$$

$$\sigma_{fpr} = 191.033 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma_{fpr}, \text{ Esfuerzo flexionante permisible para la rueda.}$$

$$Y_{nr} = 1.055 \quad Y_{nr}, \text{ Factor de ciclos de carga de resistencia a la flexión para la rueda.}$$

$$\sigma_r = 141.233 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma_r, \text{ Esfuerzo AGMA de flexión para la rueda.}$$

$$\sigma_{hpr} = 504.51 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma_{hpr}, \text{ Esfuerzo de contacto permisible para la rueda.}$$

$$Z_{nr} = 1.075 \quad Z_{nr}, \text{ Factor de ciclos de carga de resistencia a la picadura para la rueda}$$

$$Z_w = 1.124 \quad Z_w, \text{ Factor de relación de dureza para la rueda.}$$

$$\sigma_{cr} = 1.071 \times 10^3 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma_{cr}, \text{ Esfuerzo AGMA de contacto para la rueda.}$$

El factor de seguridad por picadura de la rueda es menor que el de flexión, por tanto tenemos la misma característica que en el piñón. La rueda y el piñón están diseñados para resistir más flexión que picadura (no hay un efecto de falla por fatiga), y por los parámetros de velocidad bajos, estos factores de seguridad son suficientes para continuar con nuestro diseño.

3.2.4.5 Selección de Rodamientos y Chumaceras:

En este apartado utilizaré un eje auxiliar de diámetro = 90 mm; para lo cual me referiré al *Catálogo General de Rodamientos SKF*.

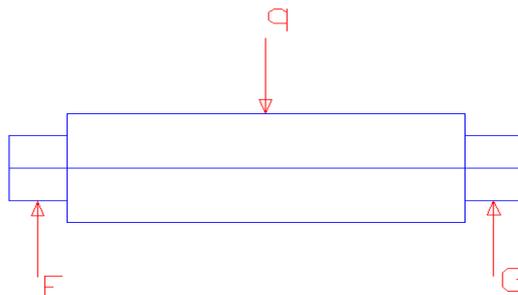


Figura 3.97 Cargas sobre el rodillo periférico.

3.2.4.5.1 Rodamientos y Chumaceras para los Rodillos Periféricos:

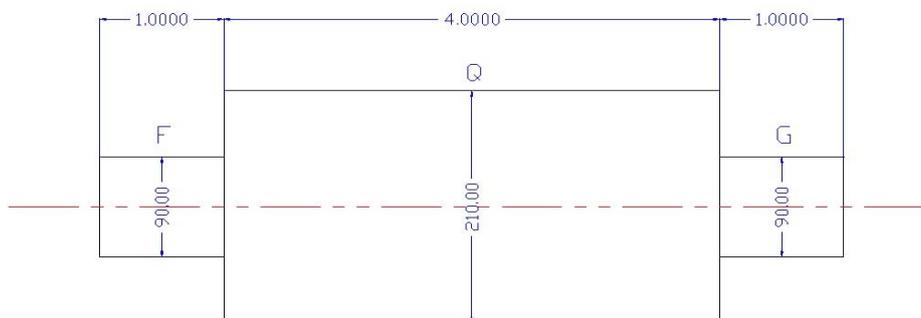


Figura 3.98 Geometría del rodillo periférico.

Rodamientos para los puntos F y G, son rodamientos de bolas tipo Y, del catálogo SKF.

$$q = 4.42 \times 10^3 \text{ (lb)} \quad Q := q \cdot 4.448222 \text{ (N)} \quad Q = 1.966 \times 10^4 \text{ (N)} \quad \text{Carga sobre los rodillos.}$$

Ahora debemos tener en cuenta que estos rodillos son parte estructural importante, por tal motivo es mejor tomar en cuenta el valor de la carga ejercida producto del análisis estructural en Sap 2000.

$$qq := 17555.134 \text{ (lb)}$$

Para la configuración crítica en la que el apoyo central falla y se sobrecarga a los rodillos.

$$QQ := qq \cdot 4.448222 = 7.809 \times 10^4 \text{ (N)}$$

$$Q = 1.966 \times 10^4 \text{ (N)}$$

Usaremos esta carga (QQ) para seleccionar los rodamientos y chumaceras.

$$F := \frac{QQ}{2}$$

$$F = 3.904 \times 10^4 \quad (\text{N})$$

$$G := F \quad \text{Resultante de fuerza radial}$$

$$G = 3.904 \times 10^4 \quad (\text{N})$$

$$G_a := 0 \quad \text{No existe carga axial}$$

Se van a escoger rodamientos de bolas tipo Y por la facilidad en el montaje y por su capacidad de absorber hasta un 20% de su capacidad dinámica en cargas axiales, esto en el caso de que se generen por causa de excentricidades en sistema de giro, aunque nuestro rodillo se cargará únicamente con cargas radiales; los coeficientes X_o y Y_o son los siguientes:

Carga estática equivalente:

$$X_o := 0.6 \quad X_o \text{ y } Y_o, \text{ son factores de carga, radial y axial.}$$

$$Y_o := 0.5 \quad F \text{ y } G_a, \text{ son las cargas Radial y Axial reales.}$$

$$P_o := X_o \cdot F + Y_o \cdot G_a \quad P_o, \text{ carga estática equivalente para rodamientos Y cargados estáticamente. Pág. 667 SKF.}$$

$$P_o = 23427 \quad (\text{N}) \quad \text{Carga estática equivalente.}$$

$$F = 3.904 \times 10^4 \quad (\text{N}) \quad \text{Cuandno } P_o < F, \text{ se toma } P_o = F.$$

$$P_o \leq F \rightarrow 1 \quad \text{Si esta afirmación es verdadera entonces } P_o = F \text{ (fuerza radial)}$$

$$P_o := F$$

$$\text{Entonces:} \quad P_o = 3.904 \times 10^4 \quad (\text{N}) \quad F = 3.904 \times 10^4 \quad (\text{N})$$

Busco un rodamiento en la categoría seleccionada (tipo Y) cuya geometría sea la que necesitamos (d, diámetro interior) y luego comparamos el valor de C_o (capacidad de carga estática).

Escojo un rodamiento SKF YAJ 218 (para un diámetro de 90 mm), Pág. 671 SKF

$$C := 73500 \quad (\text{N}) \quad \text{Capacidad de Carga dinámica que soporta el rodamiento.}$$

$$C_o := 73500 \quad (\text{N}) \quad \text{Capacidad de Carga estática que soporta el rodamiento.}$$

$$C_o > P_o \rightarrow 1 \quad C_o > P_o \quad \text{Por lo que el rodamiento inicialmente resiste la carga estática.}$$

Aparentemente, la comparación directa de P_o y C_o sería suficiente pero la SKF nos recomienda usar el criterio de capacidad de carga estática necesaria.

Capacidad de carga estática necesaria:

$S_o := \frac{C_o}{P_o}$ S_o , Factor de seguridad estático.

$S_o = 1.882$ Si este valor resulta inferior al recomendado en la Tabla 9, Pág. 53 SKF, se deberá seleccionar otro rodamiento con mayor capacidad de carga estática

El valor recomendado es mayor o igual a 1. (Rodamientos estacionarios, con carga de choque notables)

$S_{or} := 1$ Valor de Tabla 9, Pág 53 SKF

$S_o \geq S_{or} \rightarrow 1$ OK, entonces el rodamiento es adecuado para carga estática.

Carga dinámica equivalente:

El análisis para carga dinámica se deja de lado por el tipo de funcionamiento de los rodamientos. Si la velocidad angular es menor a 10 RPM, entonces la falla es inminentemente de carácter estático, y este es nuestro caso.

Chumaceras:

La chumacera que será instalada para el rodamiento tipo Y se la puede seleccionar en la página 658 del manual SKF.

Para ello tomamos una chumacera de las series SY-TF-SYG-TG, d 12-100 mm de la página 684 SKF.

Soporte: SYJ 90 TG, SYJ 518.

3.2.4.5.2 Rodamiento para el Eje Pivote:

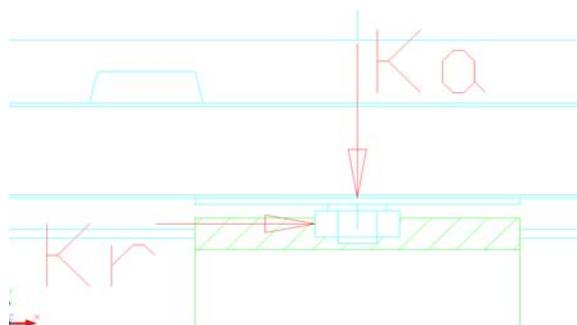


Figura 3.99 Cargas en el eje central.

Rodamiento para el punto K, es un rodamiento de rodillos a rotula, del catálogo SKF, Pág. 459.

Las componentes de las cargas para el rodamiento son:

1. Cargas de reacción de la estructura en ese punto (datos desde Sap 2000, 8 rodillos y apoyo central).
2. Cargas de reacción por el accionamiento del par de engranes.

Carga muerta del modelo rodillos y apoyo central. Sap 2000.

El diseño de la estructura se ha dispuesto para que la carga del salón giratorio descance sobre los rodillos periféricos, esta carga Q_c , es la carga muerta que soportaría la columna central en caso de fallar el sistema de rodillos.

$Q_c := 33997.823$	$Q_c = 3.4 \times 10^4$	(N)	
$F_t = 5.717 \times 10^4$	(N)	F_t , Fuerza tangencial del par de engranes.	Cargas por accionamiento de engranes.
$F_r = 2.081 \times 10^4$	(N)	F_r , Fuerza radial del par de engranes.	
$K_a := Q_c$	(N)	K_a , Resultante de fuerza axial para el rodamiento.	
$K_r := \sqrt{F_r^2 + F_t^2}$		K_r , Resultan de la fuerza radial para el rodamiento.	
$K_r = 6.084 \times 10^4$	(N)		
$K_a = 3.4 \times 10^4$	(N)	Con estas fuerzas, K_r y K_a , se selecciona el rodamiento para el eje central.	

Escojo un rodamiento SKF 22326 CC/W33 E (para un diámetro de 130 mm), Pág. 476 SKF.

$C := 978000$	(N)	Capacidad de Carga dinámica que soporta el rodamiento.
$C_0 := 1320000$	(N)	Capacidad de Carga estática que soporta el rodamiento.
$Y_1 := 1.9$		Y_1 , Factor de carga.
$Y_2 := 2.9$		Y_2 , Factor de carga.
$Y_0 := 1.8$		Y_0 , Factor de carga.
$e := 0.35$		e , Factor de carga.
$B_r := 93$	(mm)	B_r , Ancho del rodamiento.
$d_r := 130$	(mm)	d_r , Diámetro interno del rodamiento.

Los puntos de control para las acrgas son:

Capacidad de Carga Axial:

$F_{ap} := 3 \cdot B_r \cdot d_r$		F_{ap} , Máxima Carga Axial Admisible.
$F_{ap} = 3.627 \times 10^4$	(N)	
$K_a = 3.4 \times 10^4$	(N)	
$F_{ap} \geq K_a \rightarrow 1$	OK	Resiste la carga axial impuesta.

Carga Radial Mínima:

$$F_{rm} := 0.02 \cdot C \quad F_{rm}, \text{ Carga radial mínima.}$$

$$F_{rm} = 1.956 \times 10^4 \quad (\text{N})$$

$$K_r = 6.084 \times 10^4 \quad (\text{N})$$

$$K_r \geq F_{rm} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{La carga Radial es adecuada para el funcionamiento.}$$

Carga Dinámica Equivalente:

$$P := K_r + Y_1 \cdot K_a \quad \text{Si, } K_a/K_r \text{ menor o igual que } e.$$

$$P := 0.67 \cdot K_r + Y_2 \cdot K_a \quad \text{Si, } K_a/K_r \text{ es mayor que } e.$$

Entonces:

$$\frac{K_a}{K_r} = 0.559 \quad e = 0.35$$

$$\frac{K_a}{K_r} > e \rightarrow 1 \quad \text{Para esta relación usar: } P := 0.67 \cdot K_r + Y_2 \cdot K_a$$

$$P = 139354 \quad (\text{N}) \quad P, \text{ Carga dinámica equivalente aplicada sobre el rodamiento.}$$

$$C = 9.78 \times 10^5 \quad (\text{N})$$

$$C > P \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Por lo que el rodamiento resiste la carga dinámica.}$$

El análisis para carga dinámica solo avanza hasta este punto. Se deja de lado el análisis para el tiempo de vida requerido, por el tipo de funcionamiento de los rodamientos. Si la velocidad angular es menor a 10 RPM, entonces la falla es inminentemente de carácter estático, y este es nuestro caso.

Carga Estática Equivalente:

$$P_o := K_r + Y_0 \cdot K_a \quad P_o, \text{ Carga estática equivalente.}$$

$$P_o = 122032 \quad (\text{N})$$

$$C_o = 1.32 \times 10^6 \quad (\text{N})$$

$$C_o > P_o \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{Por lo que el rodamiento resiste la carga estática.}$$

Chumaceras:

La chumacera o soporte será adecuada y/o fabricada, de tal forma que se instale en la parte alta de la columna principal, como se muestra en la figura (sombreado).

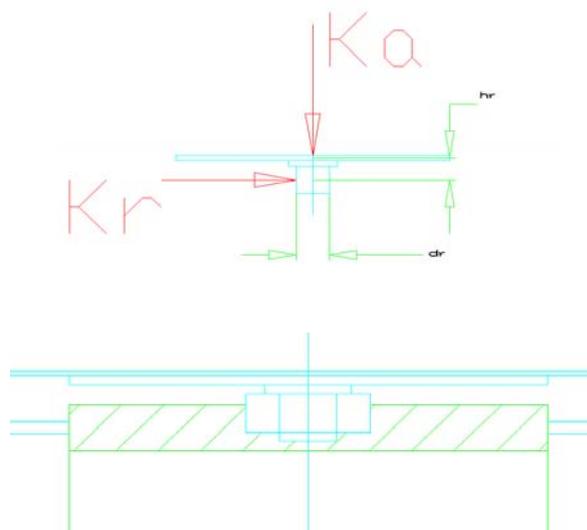


Figura 3.100 Soporte para rodamiento central.

3.2.4.6 Cálculo de Ejes y Flechas.

3.2.4.6.1 Cálculo de Eje Motoreductor.

Este elemento tiene garantizado, tanto la geometría, como el material usado, para los rangos de trabajo especificados en el catálogo y definidos anteriormente en el numeral 2, en el que escogemos la unidad motriz. Puesto que el eje es parte íntegra del motoreductor.

3.2.4.6.2 Cálculo de eje, Rodillo Periférico:

Estos rodillos se los confeccionará con tubería SCH 40 de 8" de diámetro en su sección mayor, y con una sección maciza en el interior con el diámetro menor y para los acoples se utilizará tapas del mismo material del tubo y se soldará al cilindro en los extremos y la parte media. esto me dará el equivalente a un rodillo macizo. pero con menos material utilizado

Geometría del Eje:

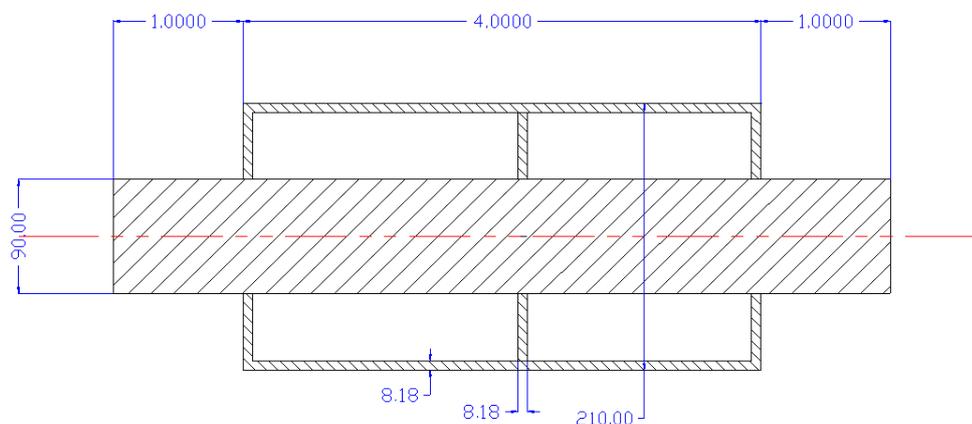


Figura 3.101 Geometría del rodillo periférico.

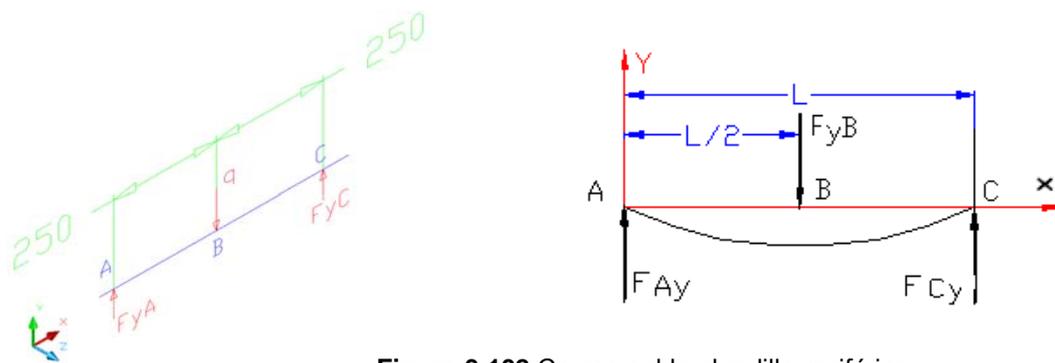


Figura 3.102 Cargas sobre el rodillo periférico.

Apoyos simples carga central.

$L := 500$ (mm) Longitud entre apoyos

FyA (N) FyA , Reacción en A.

$QQ = 7.809 \times 10^4$ (N) FyB , Carga alpicada en rodillo, dato de Sap 2000.

$FyB := QQ$

FyC (N) Fyc , Reacción en C.

PLANO X-Y:

$$\Sigma F_x := 0$$

$$\Sigma F_y := 0$$

$$FyA + FyC - FyB = 0$$

$$\Sigma M_A := 0$$

$$0 := -FyB \cdot \frac{L}{2} + FyC \cdot L$$

$$FyC := \frac{FyB \cdot \left(\frac{L}{2}\right)}{L}$$

$$FyC = 3.904 \times 10^4 \text{ (N)}$$

$$FyA := FyB - FyC$$

$$FyA = 3.904 \times 10^4 \text{ (N)} \quad FyB = 7.809 \times 10^4 \text{ (N)} \quad FyC = 3.904 \times 10^4 \text{ (N)}$$

Fuerza Cortante:

$$VA := FyA \quad VA = 3.904 \times 10^4 \text{ (N)}$$

$$VB := VA - FyB \quad VB = -3.904 \times 10^4 \text{ (N)}$$

$$VC := VB + FyC \quad VC = 0 \text{ (N)}$$

Momento Flector:

$$MA := 0$$

$$MB := MA + VA \cdot \left(\frac{L}{2}\right) \quad MB = 9.761 \times 10^6 \text{ (N - mm)} \quad MC := 0$$

Deflexión:

 $D := 210$ (mm) Diámetro de la sección

 $E := 207000$ (KPa) Módulo de elasticidad

 $I := \frac{\pi \cdot D^4}{64}$ (mm)⁴ Inercia de la sección, como si fuera un cilindro sólido.

$$Y_{\max} := \frac{-FyB \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

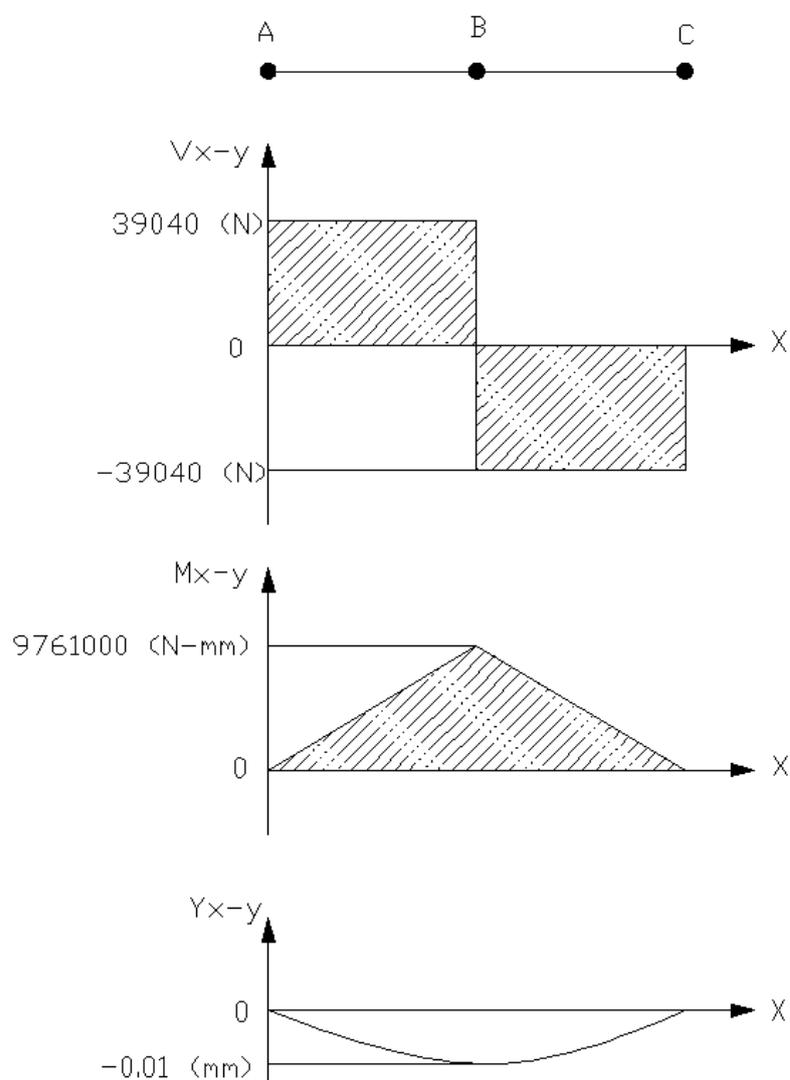
 $Y_{\max} = -0.01$ (mm)


Figura 3.103 Diagramas de Corte, Momento y Deflexión.

Análisis de la sección B

Se analizará la sección B porque tiene un momento flector, y es justo donde empieza el rodamiento por lo que se asume que puede ser un sector de falla.

$MB = 9.761 \times 10^6$	(N - mm)	Momento flector total en la sección B
$MB = 9761142$	(N - mm)	
$TB := 0$	(N - mm)	Torque total en la sección B
$D = 210$	(mm)	Díametro del eje en la sección B
$\sigma_b := \frac{32 \cdot MB}{\pi \cdot D^3}$		
$\sigma_b = 10.736$	(MPa)	Esfuerzo de flexión en la sección B
$\tau := \frac{16 \cdot TB}{\pi \cdot D^3}$		
$\tau = 0$	(MPa)	Esfuerzo de torsión en la sección B

El cálculo de los esfuerzos es el siguiente:

$$\sigma_{bmax} := \sigma_b$$

$$\sigma_{bmin} := -\sigma_b$$

$$\sigma_m := \frac{\sigma_{bmax} + \sigma_{bmin}}{2}$$

$$\sigma_m = 0 \quad (\text{MPa})$$

$$\sigma_a := \frac{\sigma_{bmax} - \sigma_{bmin}}{2}$$

$$\sigma_a = 10.736 \quad (\text{MPa})$$

$$\tau_m := \tau$$

$$\tau_a := 0$$

$$\sigma_{eqm} := \sqrt{\sigma_m^2 + 4 \cdot \tau_m^2}$$

$$\sigma_{eqm} = 0 \quad (\text{MPa})$$

$$\sigma_{eqa} := \sqrt{\sigma_a^2 + 4 \cdot \tau_a^2}$$

$$\sigma_{eqa} = 10.736 \quad (\text{MPa})$$

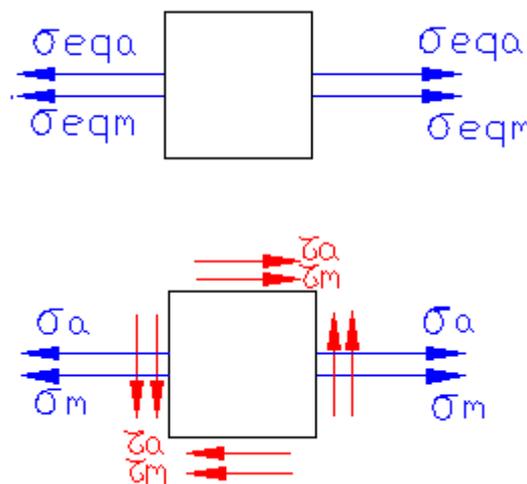


Figura 3.104 Esfuerzos Principales

Teoría del esfuerzo cortante máximo (Conservadora)

El material escogido es un acero ASTM A53GRB, Aceros DIPAC, Pag 29.

ASTM A 53 GR B	}	- Resistencia a la fluencia	$S_y := 241.32$	(MPa)
		- Resistencia última	$S_u := 413.68$	(MPa)
		- Resistencia a la fluencia por cortante	$S_{sy} := 0.58 \cdot S_y$	
			$S_{sy} = 139.966$	(MPa)
		- Porcentaje de elongación	$\underline{\underline{\varepsilon}} := 0.5$	(%)

Proveedor : Aceros DIPAC.

Cálculo de la resistencia a la fatiga

$$S_u = 413.68 \quad (\text{Mpa}) \quad S_y = 241.32 \quad (\text{MPa})$$

$$k_{\text{superficie}} := 4.45 \cdot S_u^{-0.265} \quad \text{Tabla 7-5 de Shigley (Anexo E) para maquinado.}$$

$$k_{\text{superficie}} = 0.901$$

$$k_{\text{tamaño}} := 0.859 - 0.000837 \cdot D \quad \text{Ecuación 7-10 de Shigley}$$

$$k_{\text{tamaño}} = 0.683$$

$$k_{\text{carga}} := 1 \quad \text{Tabla 7-7 de Shigley (Anexo E)}$$

$$k_{\text{superficie}} = 0.901$$

$$k_{\text{conf}} := 0.897 \quad \text{confiabilidad del 90\%}$$

Concentrador de esfuerzos por cambio de sección:

$$\underline{\underline{r}} := 3 \quad (\text{mm}) \quad \text{Radio de curvatura del cambio de sección}$$

$$D = 210 \quad (\text{mm}) \quad d := 90 \quad (\text{mm})$$

Utilizando la figura E-15-9 de Shigley obtengo el concentrador de esfuerzos.

$$K_t := 0.622 + 0.38 \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{-4.3} + \left(\frac{r}{d}\right)^{-0.5} \cdot \sqrt{\frac{-0.322 - 0.277 \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^2 + 0.599 \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^4}{1 - 2.55 \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^2 + 5.27 \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^4}}$$

$$K_t = 2.458$$

Concentrador de esfuerzos por fatiga

$$\underline{\underline{q}} := 1 \quad \text{Sensibilidad (Criterio conservador)}$$

$$K_f := 1 + q \cdot (K_t - 1)$$

$$K_f = 2.458$$

$$S_e := 0.5 \cdot S_u \cdot k_{\text{carga}} \cdot k_{\text{tamaño}} \cdot k_{\text{superficie}} \cdot k_{\text{conf}} \cdot K_f$$

$$S_e = 280.842 \quad (\text{Mpa})$$

Cálculo del factor de seguridad (Sodelberg):

$$F_s := \frac{S_y}{\sigma_{\text{eqm}} + \frac{S_y}{S_e} \cdot \sigma_{\text{eqa}}} \quad S_y = 241.32$$

$$F_s = 26.159 \quad F_s > 1 \quad \text{La sección B resiste.}$$

Cálculo del Diámetro Mínimo:

Factores de Concentración de Esfuerzo: *Shigley pag 518*

De acuerdo con Peterson, los valores de los factores de concentración del esfuerzo entalles cortados con fresas mecánicas, las gráficas de Peterson dan los siguientes valores:

$$k_t := 2.14 \quad (\text{Para flexión})$$

$$k_f := 2.62 \quad (\text{Para torsión})$$

Usando el Criterio de Soderberg se tiene:

$$\text{Tam}_T := \frac{TB}{1000} \quad (\text{N} - \text{m}) \quad S_y = 241.32 \quad (\text{MPa}) \quad S_e = 280.842 \quad (\text{MPa})$$

$$\text{Mam}_T := \frac{MB}{1000} \quad (\text{N} - \text{m}) \quad SY := S_y \cdot 1000000 \quad (\text{Pa})$$

$$\text{Mam}_T = 9.761 \times 10^3 \quad (\text{N} - \text{m}) \quad SE := S_e \cdot 1000000 \quad (\text{Pa})$$

$$\text{Dam}_{\text{min}} := \left[\frac{32 \cdot FS}{\pi \cdot SY} \cdot \sqrt{(k_t \cdot \text{Tam}_T)^2 + \frac{SY}{SE} \cdot (k_f \cdot \text{Mam}_T)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{Dam}_{\text{min}} = 0.118 \quad (\text{m})$$

$$D_{\text{min}} := \text{Dam}_{\text{min}} \cdot 1000 \quad (\text{mm})$$

$$D_{\text{min}} = 117.831 \quad (\text{mm})$$

$$D \geq D_{\text{min}} \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad D = 210 \quad (\text{mm})$$

El diámetro mínimo está por debajo del diámetro propuesto.

Cálculo de Rigidez:

Por simplificar los cálculos, el análisis de rigidez se lo hará para una sección transversal constante de $\phi = 210$ mm, que sería el caso más crítico.

$$D = 210 \quad (\text{mm}) \quad \text{Dímetro de la sección}$$

$$I := \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

$$I = 9.547 \times 10^7 \quad (\text{mm}^4) \quad \text{Inercia de la sección}$$

$$L := 500 \quad (\text{mm}) \quad \text{Longitud entre los apoyos de la flecha}$$

El eje se va a deflexionar debido a las cargas radiales y Fr.

Generalmente se permite una deflexión máxima de 2° para la flecha.

Plano x-y

$$F_r := F_{yB} \quad (\text{N}) \quad E = 2.07 \times 10^5 \quad (\text{KPa}) \quad F_t := 0 \quad (\text{N}) \quad F_{yB} = 7.809 \times 10^4 \quad (\text{N})$$

$$Y_{\max} := -\frac{F_r \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$Y_{\max} = -0.01 \quad (\text{mm})$$

Generalmente se permite una deflexión angular máxima de 0.2° para la flecha

$$W := \sqrt{F_r^2 + F_t^2}$$

$$W = 78089 \quad (\text{N})$$

$$z := 0$$

$$\theta_{xz} := \frac{W}{48 \cdot E \cdot I} \cdot (12 \cdot z^2 - 3 \cdot L^2) \cdot \frac{180}{\pi}$$

$$\theta_{xz} = -0.0035 \quad ^\circ \quad \text{Se fleja menos que } 0.2^\circ$$

3.2.4.6.3 Cálculo de Flechas, Eje pivote (central):

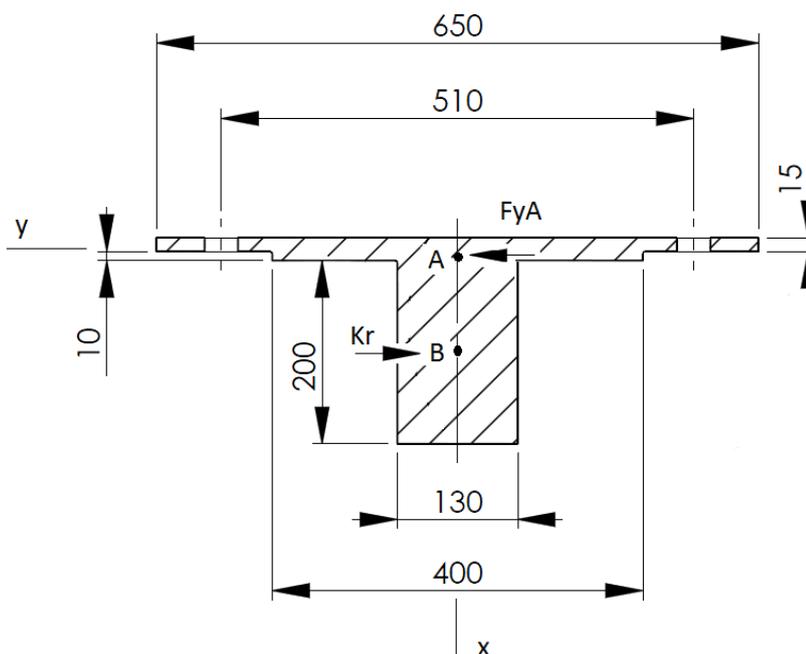


Figura 3.105 Fuerzas sobre eje central.

En el punto A el eje se fija, en el punto B se transmite la carga radial Kr, el extremo del eje permanece libre.

$$L := 100 \quad (\text{mm}) \quad L, \text{ Longitud A-B}$$

$$K_r = 6.084 \times 10^4 \quad (\text{N}) \quad K_r, \text{ Carga radial aplicada en el punto B.}$$

$$F_{yB} := K_r \quad F_{yA}, \text{ reacción en A.}$$

PLANO X-Y:

$$\sum F_x := 0$$

$$\sum F_y := 0$$

$$F_{yA} := F_{yB}$$

$$F_{yA} = 6.084 \times 10^4 \quad (\text{N})$$

$$\sum M_A := -F_{yB} \cdot L$$

$$M_A := -F_{yB} \cdot L = -6.084 \times 10^6 \quad (\text{N} \cdot \text{mm})$$

Fuerza Cortante:

$$V_A := F_{yA} \quad V_A = 6.084 \times 10^4 \quad (\text{N})$$

$$V_B := V_A - F_{yB} \quad V_B = 0 \quad (\text{N})$$

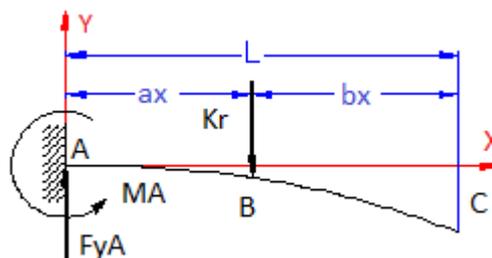


Figura 3.106 Diagrama de cuerpo libre.

Momento Flector:

$$\underline{M_A} := -V_A \cdot L \quad M_A = -6.084 \times 10^6 \quad (\text{N} - \text{mm})$$

$$\underline{M_B} := 0 \quad (\text{N} - \text{mm})$$

Deflexión:

$$\underline{D} := 130 \quad (\text{mm}) \quad \text{Diámetro de la sección.}$$

$$\underline{E} := 207000 \quad (\text{KPa}) \quad \text{Módulo de elasticidad}$$

$$\underline{I} := \frac{\pi \cdot D^4}{64} \quad (\text{mm})^4 \quad \text{Inercia de la sección}$$

$$L_g := 200 \quad (\text{mm}) \quad \text{Lg, Longitud total del eje.}$$

$$\underline{Y_{\max}} := \frac{-F_y B \cdot L_g^3}{3 \cdot E \cdot I}$$

Por acción del conjunto de eje, rodamiento y soporte, esta deformación tiene una tendencia a cero coherente con la realidad del ensamble.

$$Y_{\max} = -0.056 \quad (\text{mm})$$

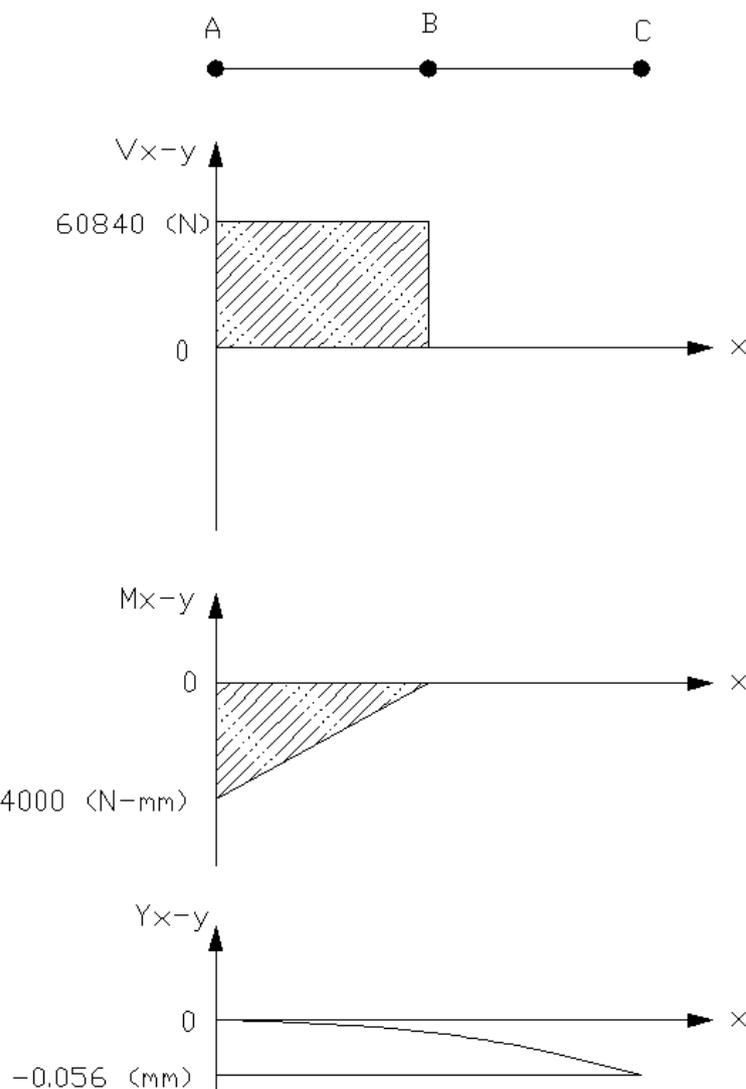


Figura 3.107 Diagrama de corte, momento y deflexión.

Análisis de la sección A

Se analizará la sección A porque tiene un momento flector y el cortante es el máximo, y es donde hay cambio de diámetro por lo que puede ser un sector de falla.

$$MA = -6.084 \times 10^6 \quad (\text{N} \cdot \text{mm}) \quad \text{MA, Momento flector total en la sección A.}$$

$$TA := 0 \quad (\text{N} \cdot \text{mm}) \quad \text{TA, Torque total en la sección A.}$$

$$D = 130 \quad (\text{mm}) \quad \text{D, Diámetro del eje en la sección A (en el cambio de diámetro, uso el menor).}$$

$$\sigma_a := \frac{32 \cdot MA}{\pi \cdot D^3}$$

$$\sigma_a = -28.205 \quad (\text{Mpa}) \quad \text{Esfuerzo de flexión en la sección A.}$$

$$\tau_m := \frac{16 \cdot TA}{\pi \cdot D^3}$$

$$\tau_m = 0 \quad (\text{Mpa}) \quad \text{Esfuerzo de torsión en la sección A.}$$

El cálculo de los esfuerzos es el siguiente:

$$\sigma_{\text{amax}} := \sigma_a$$

$$\sigma_{\text{amin}} := -\sigma_a$$

$$\sigma_m := \frac{\sigma_{\text{amax}} + \sigma_{\text{amin}}}{2}$$

$$\sigma_m = 0 \quad (\text{Mpa})$$

$$\sigma_a := \frac{\sigma_{\text{amax}} - \sigma_{\text{amin}}}{2}$$

$$\sigma_a = -28.205 \quad (\text{Mpa})$$

$$\tau_m := \tau$$

$$\tau_a := 0$$

$$\sigma_{\text{eqm}} := \sqrt{\sigma_m^2 + 4 \cdot \tau_m^2}$$

$$\sigma_{\text{eqm}} = 0 \quad (\text{Mpa})$$

$$\sigma_{\text{eqa}} := \sqrt{\sigma_a^2 + 4 \cdot \tau_a^2}$$

$$\sigma_{\text{eqa}} = 28.205 \quad (\text{Mpa})$$

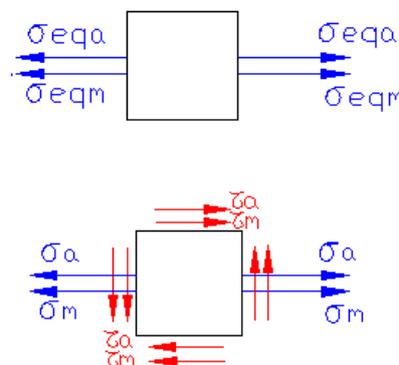


Figura 3.104 Esfuerzos principales

Teoría del esfuerzo cortante máximo (Conservadora)

El material escogido es un acero 1020, R.Mott, Pag Apéndices 3.

AISI 1020	{	- Resistencia a la fluencia	$S_y := 207$	(MPa)
		- Resistencia última	$S_u := 379$	(MPa)
		- Resistencia a la fluencia por cortante	$S_{sy} := 0.58 \cdot S_y$	
			$S_{sy} = 120.06$	(MPa)
		- Porcentaje de elongación	$\epsilon := 25$	(%)

Proveedor : Aceros BÖHLER del Ecuador S.A.

Cálculo de la resistencia a la fatiga

$$\begin{aligned}
 S_u &= 379 \quad (\text{Mpa}) & S_y &= 207 \quad (\text{MPa}) \\
 k_{\text{superficie}} &:= 4.45 \cdot S_u^{-0.265} & & \text{Tabla 7-5 de Shigley (Anexo E) para maquinado} \\
 k_{\text{superficie}} &= 0.923 \\
 k_{\text{tamaño}} &:= 0.859 - 0.000837 \cdot D & & \text{Ecuación 7-10 de Shigley} \\
 k_{\text{tamaño}} &= 0.75 \\
 k_{\text{carga}} &:= 1 & & \text{Tabla 7-7 de Shigley (Anexo E)} \\
 k_{\text{superficie}} &= 0.923 \\
 k_{\text{conf}} &:= 0.897 & & \text{confiabilidad del 90\%}
 \end{aligned}$$

Concentrador de esfuerzos por cambio de sección:

$$\begin{aligned}
 r &:= 3 \quad (\text{mm}) \quad \text{Radio de curvatura del cambio de sección} \\
 D_m &:= 400 \quad (\text{mm}) & D &= 130 \quad (\text{mm})
 \end{aligned}$$

Utilizando la figura E-15-9 de Shigley obtengo el concentrador de esfuerzos.

$$K_t := 0.622 + 0.38 \cdot \left(\frac{D_m}{D}\right)^{-4.3} + \left(\frac{r}{D}\right)^{-0.5} \cdot \sqrt{\frac{-0.322 - 0.277 \cdot \left(\frac{D_m}{D}\right)^2 + 0.599 \cdot \left(\frac{D_m}{D}\right)^4}{1 - 2.55 \cdot \left(\frac{D_m}{D}\right)^2 + 5.27 \cdot \left(\frac{D_m}{D}\right)^4}}$$

$$K_t = 2.838$$

Concentrador de esfuerzos por fatiga

$$q := 1 \quad \text{Sensibilidad (Criterio conservador)}$$

$$K_f := 1 + q \cdot (K_t - 1)$$

$$K_f = 2.838$$

$$S_e := 0.5 \cdot S_u \cdot k_{\text{carga}} \cdot k_{\text{tamaño}} \cdot k_{\text{superficie}} \cdot k_{\text{conf}} \cdot K_f$$

$$S_e = 333.834 \quad (\text{Mpa})$$

Cálculo del factor de seguridad (Sodelberg):

$$F_s := \frac{S_y}{\sigma_{eqm} + \frac{S_y}{S_e} \cdot \sigma_{eqa}}$$

$$F_s = 11.836 \quad F_s > 1$$

La sección A resiste en el cambio de sección.

Cálculo del Diámetro Mínimo:

Factores de Concentración de Esfuerzo:

Shigley pag 518

De acuerdo con Peterson , los valores de los factores de concentración del esfuerzo entalles cortados con fresas mecánicas, las gráficas de Peterson dan los siguientes valores:

$$k_t := 2.14 \quad (\text{Para flexión})$$

$$k_f := 2.62 \quad (\text{Para torsión})$$

Usando el Criterio de Soderberg se tiene:

$$T_{am_T} := \frac{T_A}{1000} \quad (\text{N} - \text{m}) \quad S_y = 207 \quad (\text{MPa}) \quad S_e = 333.834 \quad (\text{MPa})$$

$$M_{am_T} := \frac{M_A}{1000} \quad (\text{N} - \text{m}) \quad S_Y := S_y \cdot 1000000 \quad (\text{Pa})$$

$$M_{am_T} = -6.084 \times 10^3 \quad (\text{N} - \text{m}) \quad S_E := S_e \cdot 1000000 \quad (\text{Pa})$$

$$D_{am_min} := \left[\frac{32 \cdot F_s}{\pi \cdot S_Y} \cdot \sqrt{(k_t \cdot T_{am_T})^2 + \frac{S_Y}{S_E} \cdot (k_f \cdot M_{am_T})^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_{am_min} = 0.122 \quad (\text{m})$$

$$D_{min} := D_{am_min} \cdot 1000 \quad (\text{mm})$$

$$D_{min} = 122.26 \quad (\text{mm}) \quad D = 130 \quad (\text{mm})$$

$$D \geq D_{min} \rightarrow 1 \quad \text{OK}$$

El diámetro mínimo está pr debajo del diámetro propuesto.

Cálculo de Rigidez:

Por simplificar los cálculos, el análisis de rigidez se lo hara para una sección transversal constante de $\phi = 130 \text{ mm}$, que sería el caso más crítico.

$D = 130$ (mm) Diámetro de la sección

$$I_w := \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

$I = 1.402 \times 10^7$ (mm⁴) Inercia de la sección

$L_g := 200$ (mm) Longitud de la flecha

El eje se va a deflexionar debido a la cargas radiales K_r .

Generalmente se permite una deflexión máxima de 2° para la flecha.

Plano x-y:

$F_{yA} := K_r$ (N) $E = 2.07 \times 10^5$ (KPa) $K_r = 6.084 \times 10^4$ (N) $F_{yA} = 6.084 \times 10^4$ (N)

$F_r := F_{yA}$ (N) F_r , Fuerza Radial. $F_{yB} = 6.084 \times 10^4$ (N)

$F_t := 0$ (N) F_t , Fuerza tangencial o axial.

$F_r = 6.084 \times 10^4$ (N)

$$Y_{\max} := -\frac{F_{yB} \cdot L_g^3}{3 \cdot E \cdot I}$$

$Y_{\max} = -0.056$ (mm)

Generalmente se permite una deflexión angular máxima de 0.2° para la flecha

$$W := \sqrt{F_r^2 + F_t^2}$$

$W = 60836$ (N)

$z := 0$

$$\theta_{xz} := \frac{W}{48 \cdot E \cdot I} \cdot (12 \cdot z^2 - 3 \cdot L^2) \cdot \frac{180}{\pi}$$

$\theta_{xz} = -0.0008$ °

Se fleja menos que 0.2°

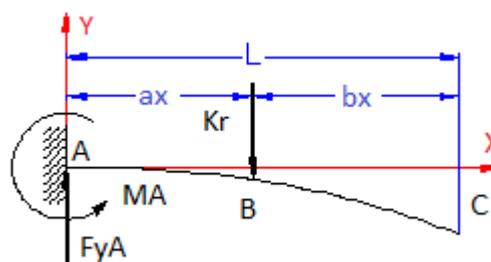


Figura 3.106 Diagrama de cuerpo libre.

3.2.4.7 Cálculo de la junta empernada para anclar el motor

MOTOR: **CbN · 2905 · S · V3 · 800 · MR · 182T · 3**

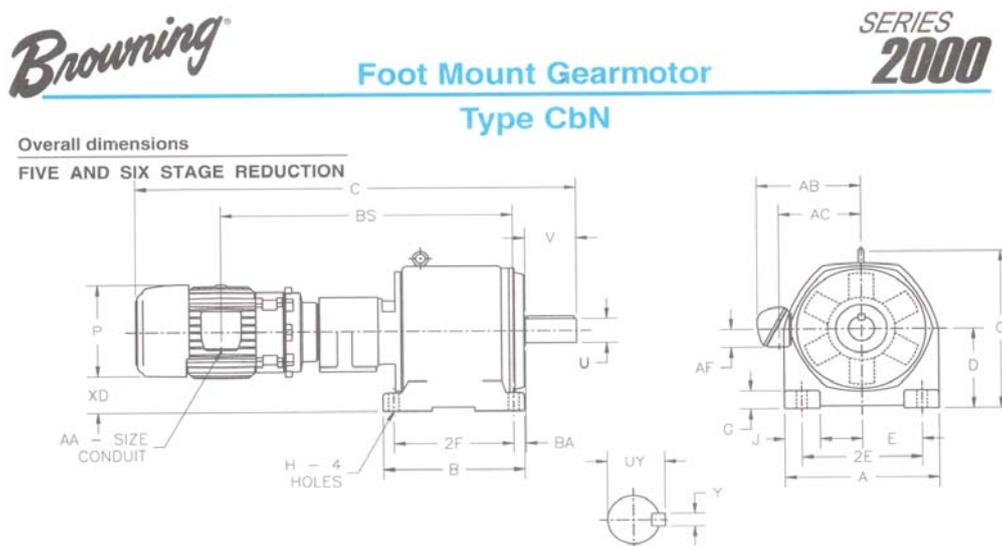


Figura 3.108 Geometría del Motoreductor.

La estructura del motor dispone de un arreglo para sujeción de 4 agujeros de diámetro $H=1.44$ in, 36.575 mm; y el espesor del pie de placa de sujeción es de $G=2.95$ in, 74.93 mm.

Para anclar el motor se eligió un arreglo de cuatro pernos M36x2x140 (serie de paso fino), grado 4.6. Los agujeros son pasantes a través de una placa de tol de 25.4 mm de espesor, el perno se sujeta con una tuerca y una arandela.

Datos del perno propuesto: M 36 x 2 x 140, Grado 4.6

$d_n := 36$	(mm)	Diámetro nominal*
$p := 2$	(mm)	Paso*
$S_y := 240$	(Mpa)	Resistencia a la fluencia**
$d_{n'} := 30.444$	(mm)	Diámetro de núcleo*

Datos del Motor:

$$T_{mr} = 7.735 \times 10^4 \quad (\text{lb} - \text{in}) \quad 8739.372 \quad (\text{N} - \text{m})$$

$$n_e = 2.2 \quad (\text{rpm})$$

$$P_n := 2.2371 \quad (\text{Kw}) \quad 3 \quad (\text{HP})$$

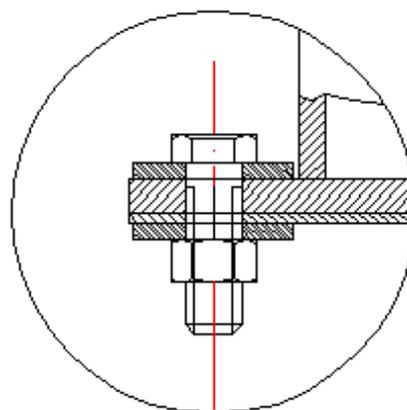


Figura 3.109 Sujeción Motoreductor.

Nota: * MÁQUINAS , Prontuario, Nicolás Larburu, Pag. 500

** Diseño de elementos de máquinas, Robert Mott, Tabla 18-4, Pag. 744

3.2.4.7.1 Cálculo del torque del motor:

$$T_m := \frac{9550 \cdot P_n}{n_e}$$

Este torque (T_m) incluso es superior al nominal que genera el motoreductor (T_{mr}).

$$T_m = 9.711 \times 10^3 \text{ (N - m)} \quad T_{mr} = 7.735 \times 10^4 \text{ (lb - in)}$$

3.2.4.7.2 Cálculo de las cargas en los pernos:

El motor al arrancar genera un torque inicial, luego se mantiene esta condición pero en menor intensidad, siendo necesario un torque menor, por lo que basta un análisis de carga estática en los pernos. A la vez, sólo existe carga de tracción en dos pernos mientras que en los otros dos del otro lado, la carga es cero.

$$\text{dist} := 500.126 \text{ (mm)} \quad 2E = \text{dist}$$

$$F := \frac{T_m \cdot 1000}{\text{dist}}$$

$$F_p := \frac{F}{2}$$

$$F_p = 9.709 \times 10^3 \text{ (N)}$$

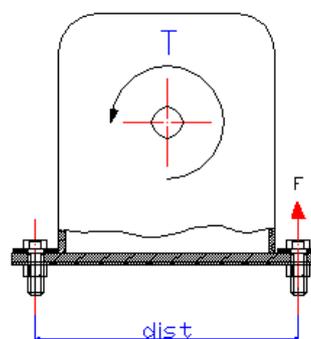


Figura 3.110 Distancia entre pernos.

3.2.4.7.3 Cálculo del Factor de Seguridad FS:

Se supondrá que el perno se romperá en la parte del núcleo.

$$A_r := \frac{\pi}{4} \cdot d_n^2$$

$$FS := \frac{S_y \cdot A_r}{F_p}$$

$$FS = 17.995 \quad \text{El perno resiste.}$$

$$FS \geq 2 \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{En el caso de que se duplique la carga sobre el perno.}$$

Se seleccionaron arandelas regulares 36N y una tuerca para rosca métrica 36M, paso fino.

Se hace este cálculo para comprobar que los pernos suministrados por el fabricante resisten las condiciones de trabajo del diseño. O si estos se deben reemplazar por alguna condición especial.

3.2.4.8 Cálculo de la junta empernada, en la Corona Recta.

La sujeción de la corona dentada se presenta como una junta empernada, en este caso se ha seccionado a la corona dentada para posteriormente ensamblarla, esto debido a la complejidad en la construcción de este engrane y su posterior traslado e instalación, por esta razón es importante el análisis de la junta dispuesta a continuación.

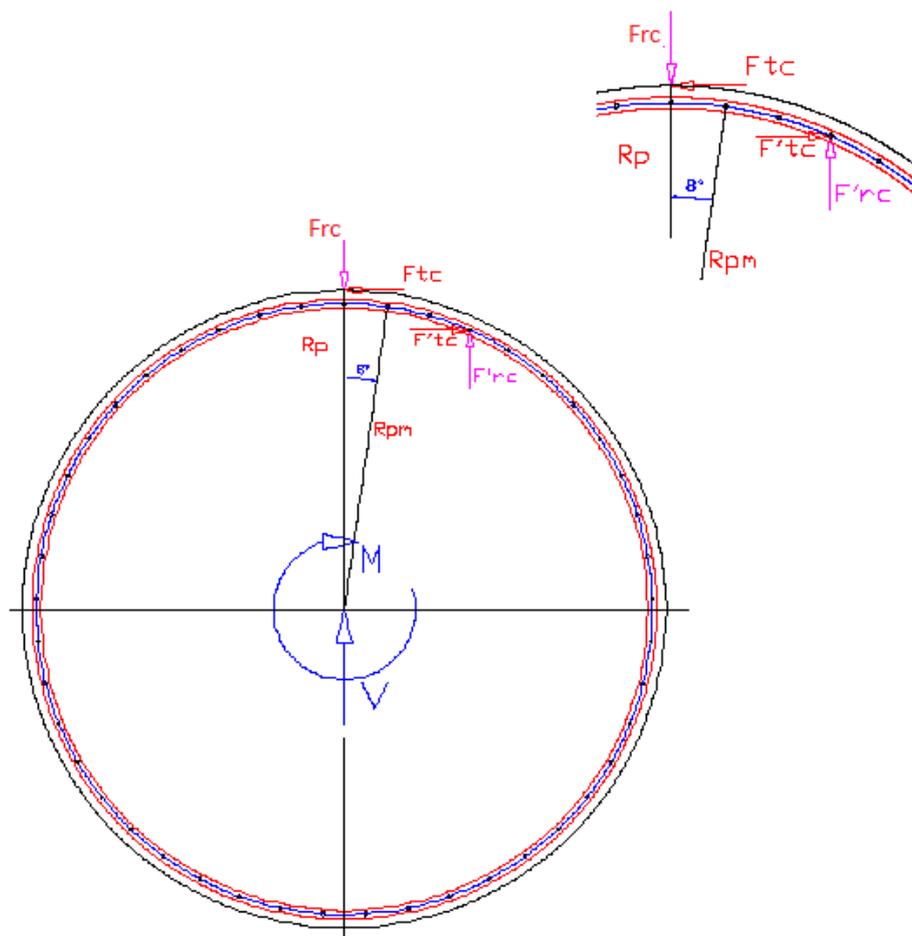


Figura 3.111 Junta empernada corona dentada.

En este arreglo circular de la junta, el centroide (punto "O"), es el centro del bastidor conformado por la estructura metálica, dando un arreglo matricial circular cuyo diagrama de cuerpo libre de forma simplificada es como el que se muestra en la gráfica.

$R_{p1} := 3.63221$ (m) Radio de perforaciones externas, ubicación.

$R_{p2} := 3.52985$ (m) Radio de perforaciones internas, ubicación.

$R_{pm} := \frac{R_{p1} + R_{p2}}{2}$ Radio medio para simplificar diagrama de cuerpo libre

$R_{pm} = 3.581$ (m)

$R_p := 3.740$ (m) Radio de engrane (corona)

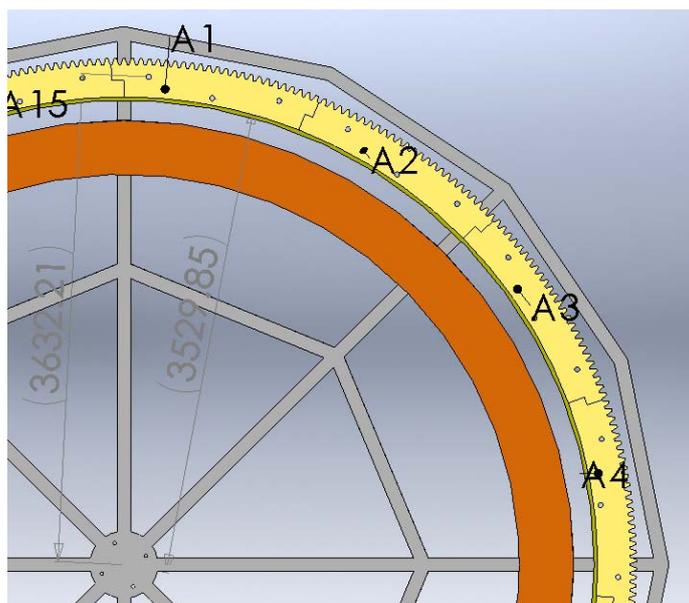


Figura 3.112 Radio para perforaciones junta emperrada corona.

En cada perno se produce cíclicamente una variación de estados de carga, debido al movimiento de la rueda dentada, por tanto calcularé el estado más crítico de uno de los pernos. El instante en que el estado de carga es máximo es cuando el perno es colinial con el diente de la corona que transmite las cargas mostradas y sufre el efecto de cortante y momento (como mostramos a continuación).

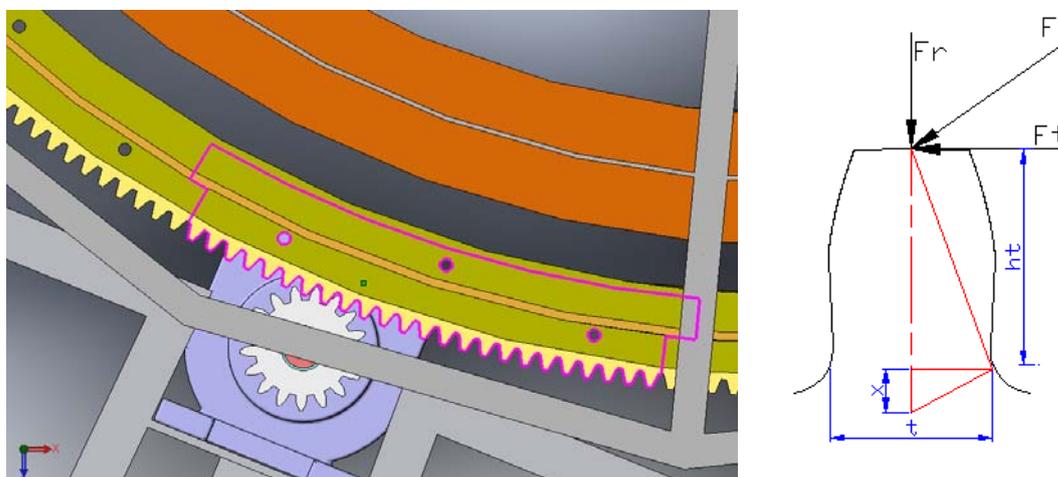


Figura 3.113 Conjunto motoreductor engrane, cargas en el diente de engrane.

Las fuerzas que se generan en el par de engranes son las generadas por la transmisión de cargas del par de engranes y con las que calcularemos son la junta son:

$$F_{tc} := F_{t1} \quad F_{t1} = 57.167 \quad (\text{KN})$$

$$F_{rc} := F_{r1} \quad F_{r1} = 20.807 \quad (\text{KN})$$

$$F_{tc} = 57.167 \quad (\text{KN})$$

$$F_{rc} := 20.807 \quad (\text{KN})$$

$$F_c := \sqrt{F_{tc}^2 + F_{rc}^2}$$

$$F_c = 60.836 \quad (\text{KN})$$

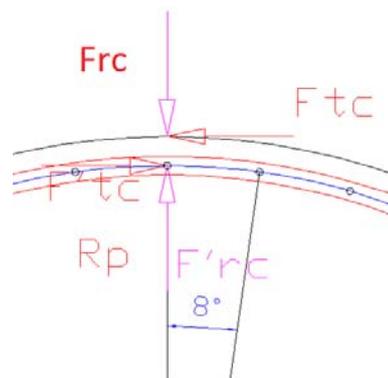


Figura 3.114 Detalle de cargas en la junta.

F_{t1} , Carga tangencial generada por el par de engranes.
 F_{r1} , Carga radial generada por el par de engranes.

En el caso crítico en el que el ensamble no es solidario y todo el efecto debe ser soportado por 3 pernos.

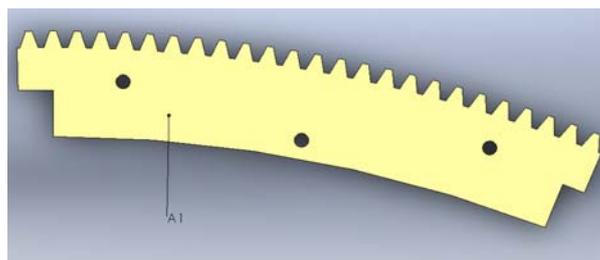


Figura 3.115 Fracción de corona dentada.

$$V := F_c \quad V = 60.836 \quad (\text{KN}) \quad V, \text{ Cortante total.}$$

$$M := F_{tc} \cdot R_p \quad M = 213.806 \quad (\text{KN} \cdot \text{m}) \quad M, \text{ Momento máximo.}$$

$$F'_{rc} := \frac{V}{3} \quad \text{En el caso de que el ensamble no sea solidario entonces un solo perno soportará un tercio de el cortante total, al igual que el momento.}$$

$$F'_{rc} = 20.279 \quad (\text{KN}) \quad F'_{rc}, \text{ Carga cortante primaria para un perno.}$$

$$F'_{tc} := \frac{M \cdot R_{pm}}{3 \cdot R_{pm}^2} \quad \text{Ecuación 8-34, Manual de diseño mecánico, Shyglye.}$$

$$F'_{tc} = 19.902 \quad (\text{KN}) \quad F'_{tc}, \text{ Carga cortante secundaria para un perno.}$$

El perno tenderá a cortarse por su diámetro mayor, debido a que el cortante se forma en la parte que el perno no tiene rosca. Por consiguiente, el área de esfuerzo cortante y el esfuerzo de corte son:

$D_n := 36 \text{ (mm)}$ Diámetro nominal del agujero y del perno.
 Suponemos un Perno M 36 inicialmente.

$A_s := \frac{\pi \cdot D_n^2}{4}$ $A_s = 1.018 \times 10^3 \text{ (mm}^2\text{)}$ A_s , Área de esfuerzo cortante (diámetro mayor del perno).

$\tau := \frac{F'rc \cdot 1000}{A_s}$ $\tau = 19.923 \text{ (MPa)}$ τ , Esfuerzo cortante en el perno.

La placa de soporte es la más delgada en el conjunto que estamos calculando, por tanto ese espesor genera el mayor esfuerzo de aplastamiento, el área de aplastamiento es A_b y el esfuerzo de aplastamiento se calcula a continuación:

$e_p := 25.4 \text{ (mm)}$ e_p , Espesor de la placa de soporte.

$A_b := e_p \cdot D_n$ $A_b = 914.4 \text{ (mm}^2\text{)}$ $a := 492 \text{ (mm)}$ Distancia entre agujeros.

$\sigma := \frac{F'rc \cdot 1000}{A_b}$ $\sigma = 22.177 \text{ (MPa)}$ σ , Esfuerzo de aplastamiento en el perno.

Ahora la placa de soporte tiene un esfuerzo crítico por flexión.

$M_{pl} := M \cdot 1000$

$M_{pl} = 2.138 \times 10^5 \text{ (N - m)}$

$I := I_b - 3(I_p + R_{pm}^2 \cdot A_b)$ I_b : Inercia de la placa soporte.
 I_p : Inercia de los agujeros
 d : distancia
 A_b : área de aplastamiento

$I_b := \frac{e_p \cdot a^3}{12}$

$I_p := \frac{e_p \cdot D_n^3}{12}$

$I := I_b - 3(I_p + d^2 \cdot A_b)$ $I = 2.296 \times 10^8 \text{ (mm}^4\text{)}$

$\sigma_p := \frac{M_{pl} \cdot 100}{I} \cdot 1000$ $\sigma_p = 93.134 \text{ (MPa)}$

Selección del Perno con sus respectivas Propiedades:

Perno:

(Shigley: Tabla 8-11)

Clase 4.6

M36x2x185

Propiedades Mecánicas:

(Shigley: Tabla 8-11)

$$S_p := 225$$

Sp [MPa]: Resistencia mínima de prueba.

$$S_{ut} := 400$$

Sy [MPa]: Resistencia de tensión mínima.

$$S_y := 240$$

Su [MPa]: Resistencia mínima de fluencia.

Propiedades Geométricas:

(Shigley: Tabla 8.1 y Tabla E-29)

Perno Cabeza Hexagonal Regular.

$$A_t := 915$$

At [mm²]: Area de Esfuerzo a Tensión.

$$A_r := 884$$

Ar [mm²]: Area al Diametro Menor.

$$D_n := 36$$

Dn [mm]: Diametro Nominal.

$$P := 2$$

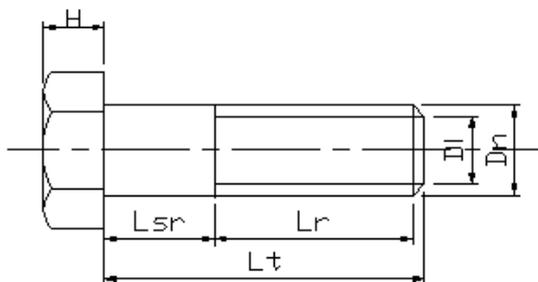
P [mm]: Paso.

$$H := 23.55$$

H [mm]: Altura de la Cabeza del Perno.

$$W := 55$$

W [mm]: Ancho entre caras planas del Perno.

**Figura 3.116** Geometría del perno.

Esfuerzos y Cargas en la junta:

$$F'_{rc} = 20.279 \quad (\text{KN}) \quad F'_{rc}, \text{ Cortante máximo sobre el perno.}$$

$$\tau = 19.923 \quad (\text{MPa}) \quad \tau, \text{ Esfuerzo de corte máximo sobre el perno.}$$

$$\sigma = 22.177 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma, \text{ Esfuerzo de aplastamiento sobre el perno.}$$

$$\sigma_p = 93.134 \quad (\text{MPa}) \quad \sigma_p, \text{ Esfuerzo de flexión en la placa soporte.}$$

$$e_p = 25.4 \quad (\text{mm}) \quad e_p, \text{ espesor de la placa soporte.}$$

$$S_{yp} := 248 \quad (\text{Ksi}) \quad S_{yp}, \text{ Resistencia mínima a la fluencia placa soporte ASTM A36.}$$

$$S_{utp} := 400 \quad (\text{MPa}) \quad S_{utp}, \text{ Resistencia mínima a la tensión, placa soporte ASTM A36.}$$

Aplastamiento del perno (Factor de Seguridad):

$$FSa := \frac{Sp}{\sigma} \quad FSa, \text{ Factor de seguridad por aplastamiento. Shigley Pag. 568.}$$

$$FSa = 10.146$$

$$FSa \geq 1.5 \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{El perno resiste el aplastamiento.}$$

Aplastamiento de la placa (Factor de seguridad de la placa):

$$FSp := \frac{Syp}{\sigma p} \quad FSp, \text{ Factor de seguridad por aplastamiento de la placa. Shigley Pag. 568.}$$

$$FSp = 2.663$$

$$FSp \geq 1.5 \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{La placa resiste el aplastamiento.}$$

Corte del perno (factor de seguridad):

$$FS_{cp} := 0.577 \cdot \frac{Sp}{\tau} \quad FS_{cp}, \text{ Factor de seguridad por corte del perno (en el diámetro mayor). Shigley Pag. 569.}$$

$$FS_{cp} = 6.516$$

$$FS_{cp} \geq 1.5 \rightarrow 1 \quad \text{OK} \quad \text{El perno resiste el cortante.}$$

Con los puntos de control analizados, se determina que la junta es segura.

PARA LA JUNTA EMPERNADADA EN GENERAL:

Distancias y Diametros a Considerar:

Datos de ubicación para el perno propuesto:

$$d := 7029 \quad (\text{mm}) \quad d \text{ [mm]: Diametro Límite para ubicación de pernos, es el diámetro base del diente del engrane (corona)}$$

$$d = 7.029 \times 10^3$$

$$Dt := Rp1.2000 \quad (\text{mm}) \quad Dt \text{ [mm]: Diametro de ubicación de los pernos}$$

Distancia desde el Borde (el más cercano) al Diametro de ubicación de los Pernos (Db):

Recomendable. (pág 935 Norton) $Db = 1.5 \text{ a } 2 Dn$.

$$Db := 2 \cdot Dn$$

$$Db = 72 \quad (\text{mm})$$

Diametro de Colocación de los Pernos: D_p [mm]

$$\underline{D_p} := D_t - 2 \cdot D_b \quad R_{pm} \cdot 2000 = 7.162 \times 10^3 \text{ (mm)}$$

$D_p = 7.12 \times 10^3$ Este diámetro está muy cercano al propuesto inicialmente, por tal razón lo mantendremos

$$\underline{D_p} := R_{pm} \cdot 2000$$

$$D_p = 7.162 \times 10^3 \text{ (mm)}$$

Por tanto estamos dentro del rango adecuado, para el trabajo.

Ángulo de Separación entre los Pernos

Ángulo de Separación entre los Pernos: β [Grados]

$$N_p := 45 \quad N_p, \text{ Cantidad de pernos en toda la junta (corona completa).}$$

$$\beta := \frac{360}{N_p}$$

$$\beta = 8^\circ$$

Selección de Arandela:

Shigley Tabla. E-33.

Tamaño de la Arandela 36N
 Diametro Interno: DI [mm]
 Diametro Exterior: DE[mm]

Espesor de la Arandela: ea [mm]

$$DI := 38.3$$

$$DE := 90$$

$$ea := 6.4$$

Longitudes a Considerar con respecto al Perno, Placa de sujeción (Tapa) y Cuerpo de la Corona dentada.

Longitud Roscada: L_r [mm] (Shigley: página 466)

$$\underline{L_r} := 2 \cdot D_n + 6$$

$$L_r = 78$$

Longitud del Perno: L_t [mm]

(L_t : $L_{tmin} = 40\text{mm}$ y $L_{tmax} > 200$)

Máquinas Prontuario de N. Larbuero: página 511

$$L_t := 185$$

Longitud sin Rosca: Lsr [mm]

$$Lsr := Lt - Lr$$

$$Lsr = 107$$

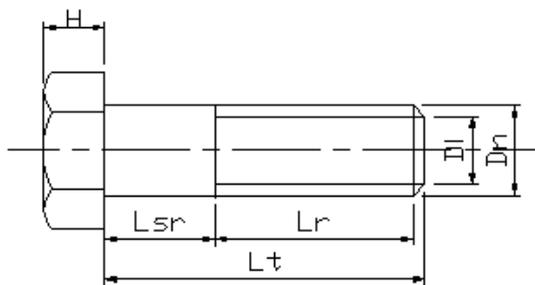


Figura 3.116 Geometría del perno.

Ancho de la Placa de sujeción: Atapa [mm]

$$Atapa := 25.4$$

Ancho del Diente de la corona: Apc [mm]

$$Apc := 165$$

Longitud del Perno que ingresa al Cuerpo de la corona: Le [mm]

$$Le := Lt - Atapa - ea$$

$$Le = 153.2$$

$$dif := Apc - Le \quad dif = 11.8 \quad (\text{mm}) \quad \text{Longitud sin perforar}$$

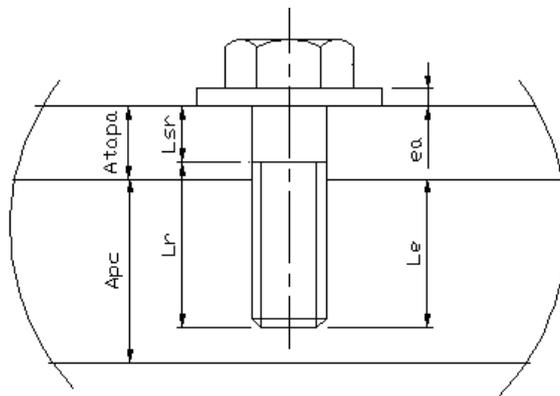


Figura 3.117 Geometría perno, placa y engrane.

El resumen de Elementos y materiales se muestra en la Tabla 3.40.

Tabla 3.40 Elementos mecánicos del sistema de giro.

TABLA DE ELEMENTOS MECÁNICOS PARA EL SISTEMA DE PISO GIRATORIO									
No.	MRK.	ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS			MATERIAL	CANT.	
				MAGNITUD	UNIDAD	CANTIDAD			
1	A	MOTORREDUCTOR SERIES 2000 BROWNING	CbN+2905-S-V3-800-MR-182T-3	Potencia Velocidad Torque	Pe ne Tmm	3.000 2.200 77348.000	Acero Varios	1	
2	B	PIÑÓN RECTO	PR-20-340-165	Número de Dientes Módulo Diámetro de Paso Ancho de Diente	Zr m dp B	17.000 20.000 340.000 165.000	Acero AISI 1020	1	
3	C	CORONA RECTA	CR-20-7480-165	Número de Dientes Módulo Diámetro de Paso Ancho de Diente	Zr m Dp B	374.000 20.000 7480.000 165.000	Acero AISI 1020	1	
4	D	RODAMIENTO PARA RODILLOS PERIFÉRICOS	SKF: YAU218	Diámetro Interno Diámetro externo Longitud	Di Dex B	90.000 160.000 96.000	Acero Varios	16	
5	E	CHUMACERA PARA RODAMIENTOS DE RODILLOS PERIFÉRICOS	SKF: SYJ90TG, SYJ 518	Diámetro Interno Altura Longitud Ancho de Base	Di H L A	160.000 200.000 327.000 88.000	Acero Varios	16	
6	F	RODAMIENTO PARA EJE PIVOTE	SKF: 22326 CC/W33E	Diámetro Interno Diámetro externo Longitud	Di Dex B	130.000 280.000 93.000	Acero Varios	1	
7	G	SOPORTE PARA RODAMIENTOS DE EJE PIVOTE	SEP-280-450-115	Diámetro Interno Diámetro Externo Altura	Di Dex H	280.000 450.000 115.000	Acero: A36	1	
8	H	RODILLO PERIFÉRICO	RP-90-210-600	Diámetro Menor Diámetro Mayor Longitud	Dm Dmx L	90.000 210.000 600.000	Acero: ASTM A 53 GR B	8	
9	I	EJE PIVOTE	EP-130-650-225	Diámetro Menor Diámetro Mayor Longitud	Dm Dmx L	130.000 650.000 225.000	Acero: AISI 1020	1	

Tabla 3.40 Elementos mecánicos del sistema de giro.

TABLA DE ELEMENTOS MECÁNICOS PARA EL SISTEMA DE PISO GIRATORIO									
No.	MRK.	ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS			MATERIAL	CANT.	
				MAGNITUD	UNIDAD	CANTIDAD			
10	J	PERNO SUJECIÓN MOTOREDUCTOR	M36x2x140	Diámetro Nominal	Dn	36.000	Acero: Grado 4.6	4	
				Paso	p	2.000			
				Longitud	L	140.000			
11	K	TUERCA SUJECIÓN MOTOREDUCTOR	M36	Diámetro Nominal	Dn	36.000	Acero: Grado 4.6	4	
				Ancho	W	55.000			
				Altura	H	31.000			
12	L	ARANDELA SUJECIÓN MOTOREDUCTOR	36N	Diámetro Interno	Di	38.300	Acero: Grado 4.6	4	
				Diámetro Externo	Dex	66.000			
				Espesor	e	5.600			
13	M	PERNO SUJECIÓN JUNTA CENTRAL	M36x2x45	Diámetro Nominal	Dn	36.000	Acero: Grado 4.6	4	
				Paso	p	2.000			
				Longitud	L	45.000			
14	N	CONTRA-TUERCA SUJECIÓN JUNTA CENTRAL	M36	Diámetro Nominal	Dn	36.000	Acero: Grado 4.6	4	
				Ancho	W	55.000			
				Altura	H	18.000			
15	O	ARANDELA SUJECIÓN JUNTA CENTRAL	36N	Diámetro Interno	Di	38.300	Acero: Grado 4.6	4	
				Diámetro Externo	Dex	66.000			
				Espesor	e	5.600			
16	P	PERNO SUJECIÓN JUNTA CORONA DENTADA	M36x2x185	Diámetro Nominal	Dn	36.000	Acero: Grado 4.6	45	
				Paso	p	2.000			
				Longitud	L	185.000			
17	Q	ARANDELA SUJECIÓN JUNTA CORONA DENTADA	36N	Diámetro Interno	Di	38.300	Acero: Grado 4.6	45	
				Diámetro Externo	Dex	90.000			
				Espesor	e	3.400			
18	R	PLACA CENTRAL PISO GIRATORIO	PLACA GIRO	Diámetro Exterior	Dex	500.000	Acero: A36	1	
				Espesor	e	5.160			
19	S	PISTA SOPORTE CORONA RECTA	PSCR	Diámetro Interno	Di	6900.000	Acero: A36	1	
				Diámetro Externo	Dex	7390.000			
				Espesor	e	19.940			

Tabla 3.40 Elementos mecánicos del sistema de giro.

No.	MRK.	ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS			MATERIAL	CANT.	
				MAGNITUD	UNIDAD	CANTIDAD			
20	T	PISTA RODILLOS PERIFÉRICOS	PRP	Diámetro Interno	Di	mm	5800.000	Acero: A36	1
				Diámetro Externo	Dex	mm	6600.000		
				Espesor	e	mm	13.200		
21	U	SOPORTE MOTORREDUCTOR	SOPMR	Largo	L	mm	950.000	Acero: A36	1
				Ancho	A	mm	731.376		
				Espesor	e	mm	25.400		
22	V	PERNO SUJECIÓN RODILLO PERIFÉRICO	M24x2x95	Diámetro Nominal	Dn	mm	24.000	Acero: Grado 4.6	32
				Paso	p	mm	2.000		
				Longitud	L	mm	95.000		
23	W	TUERCA SUJECIÓN RODILLO PERIFÉRICO	M24	Diámetro Nominal	Dn	mm	24.000	Acero: Grado 4.6	32
				Ancho	W	mm	36.000		
				Altura	H	mm	21.500		
24	X	ARANDELA SUJECIÓN RODILLO PERIFÉRICO	24N	Diámetro Interno	Di	mm	25.600	Acero: Grado 4.6	32
				Diámetro Externo	Dex	mm	44.000		
				Espesor	e	mm	4.600		

3.2.5 PLANOS DE FABRICACIÓN.

Ver Anexo D.

3.3 DISEÑO DE SISTEMAS ANEXOS.

3.3.1 SISTEMA DE ELEVADOR DE CARGAS LIGERAS.

Para el sistema de elevador, es necesario poner en funcionamiento un elevador de carga que ya existe pero que su moto-reductor y cables están fuera de servicio. La estructura tipo torre, que será posteriormente acoplada al descanso (grada inicial) de arranque para la terraza, será retirada para construir la estructura principal del restaurante y luego se la levantará para instalar el elevador de carga.

Los datos de las secciones utilizadas para moto-reductor y cables; así como el análisis de compacidad de las secciones de los elementos de la torre se incorporaron en el análisis de la estructura general. El motor eléctrico será dispuesto en la parte baja de la torre y transportará mediante cables y poleas la carga requerida depositada en un contenedor.

3.3.1.1 Análisis Cinemático y Dinámico.

Sistema Elevador de Cargas.

Para el elevador de carga, usaremos la base de estructura metálica, que hará las veces de torre guía, el sistema de elevador se instalará allí. El motor eléctrico será dispuesto en la parte baja de la torre y transportará mediante cables y poleas la carga requerida depositada en un contenedor.

Datos:

$W_e := 330 \text{ lb}$	Peso de la caja del elevador lléna. (0.150 ton)
$H_e := 26.2466 \text{ ft}$	Altura a desplazar (8 m).
$V_e := 1.093 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$	Velocidad de desplazamiento del elevador (1/3 m/s).
$r_e := 0.2460622 \text{ ft}$	Radio de giro del rodillo-carrete (0.075 m).

Solución:

$$w_e := \frac{V_e}{r_e} \quad \text{Velocidad tangencial del rodillo-carrete.}$$

$$w_e = 4.442 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$n_{me} := \frac{w_e \cdot 60}{2 \cdot \pi} \quad \text{Velocidad angular del rodillo-carrete}$$

$$n_{me} = 42.418 \text{ rpm}$$

$$T_e := W_e \cdot r_e \quad \text{Torque necesario para mover la carga con el rodillo-carrete}$$

$$T_e := T_e \cdot 12$$

$$T_e = 974.406 \text{ lb}\cdot\text{plg} \quad \text{Torque a la salida para el motoreductor}$$

$$T_e = 81.201 \text{ lb}\cdot\text{in}$$

$$P := T_e \cdot 0.001818182 \text{ HP} \quad \text{Potencia requerida por el sistema.}$$

$$P = 0.148 \text{ HP} \quad n_{me} = 42.418 \text{ rpm} \quad \text{velocidad angular del rodillo}$$

3.3.1.2 Selección de la Unidad Motriz.

Ahora escogemos el sistema de Motoreductor adecuado para completar nuestro sistema.

Datos:

$$\begin{aligned} P_e &:= \frac{1}{6} \text{ HP} && \text{Potencia Requerida} \\ n_e &:= 43 \text{ rpm} && \text{Velocidad Requerida} \\ T_e &= 81.201 \text{ lb}\cdot\text{in} && \text{Torque de salida del motoreductor} \end{aligned}$$

Según el catálogo gearing POWER de Browning; tenemos el siguiente procedimiento:

Para motoreductores del Tipo CbN Gearmotors

Información Requerida:

1. Seleccione la potencia de Entrada en HP, basado en la aplicación requerida.
2. Velocidad de giro a la salida del motoreductor en RPM.
3. Seleccione la Clase de Carga AGMA, según tabla y el régimen de trabajo, Pag A-8.

1. $P_e = 0.167 \text{ HP}$
2. $n_e = 43 \text{ RPM}$
3. $AGMA := 1.0$ Clase I Pag. A-12

Selección del Motoreductor:

1. Localice la Potencia del motor en HP, desde las tablas A-18 hasta A-77.
2. Escoja la velocidad de salida requerida en RPM.
3. Seleccione el Motoreductor, basado en la clasificación AGMA de factor de servicio y los numerales 1 y 2.
4. Verifique la sobrecarga y compárela con la del motoreductor seleccionado. OHL

1. $P_e = 0.167 \text{ HP} \left(\frac{1}{6} \text{ Hp} \right)$ Pag. A-18
2. $n_e = 43 \text{ RPM}$
3. $AGMA = 1$ Clase I Pag. A-12
4. $K := 1.2$ Aunque el valor es para un Piñón, se asemeja a nuestro sistema.
 $LLF := 1.2$ El rodillo será montado al final del eje.
 $r_e = 0.24 \text{ ft}$ Radio del rodillo motriz

$$HOL := \frac{63025 \cdot P_e \cdot K \cdot LLF}{n_e \cdot r \cdot 12}$$

$$HOL = 9.771 \text{ lb} \quad HOL_{\Delta} := 580 \text{ lb}$$

$$HOL_{\Delta} \geq HOL \rightarrow 1 \quad \text{Si Cumple.}$$

$$HOL_{\Delta} - HOL \geq 0 \rightarrow 1$$

$$HOL_{\Delta} - HOL = 570.229 \text{ lb} \quad \text{Olgura de Sobrecarga} \quad \text{Las dimensiones de este motor están en la página A-88 del catálogo Browning SERIES 2000}$$

CbN · 1703 · S · B3 · 40 · MS · 48 · 1/6

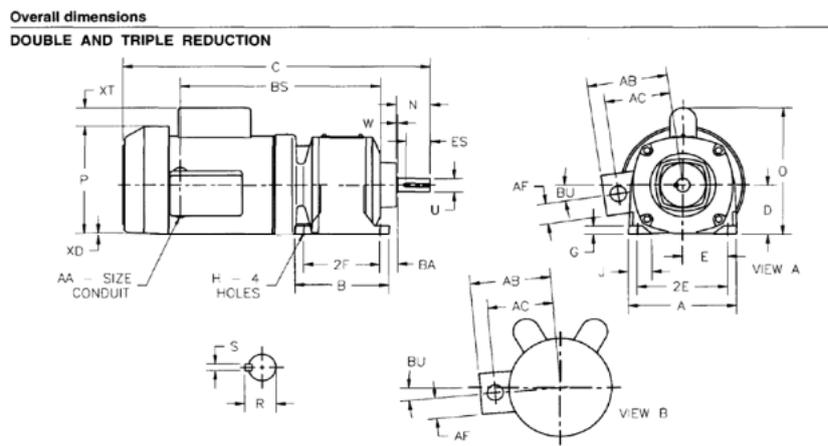


Figura 3.118 Geometría de motoreductor para elevador.

3.3.1.3 Sección de cable para el elevador.

Cable preesforzado

$$W_e = 330 \quad \text{lb}$$

Torón estructural ASTM A586

$$FS := 8$$

Factor de seguridad de Cables trabajo dinámico

$$F_{Pu} := 200000 \quad \text{Psi}$$

Resistencia Nominal

$$F_t := \frac{F_{Pu}}{FS}$$

Resistencia admisible a la tensión

$$F_t = 2.5 \times 10^4 \quad \text{Psi}$$

$$\phi := 0.9 \quad W_s = \phi \cdot A_s \cdot F_t$$

Acero Sólido

$$A_s := \frac{W_e}{\phi \cdot F_t}$$

$$A_s = 0.015 \quad \text{plg}^2$$

$$\gamma_{\text{acero}} := 7500 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \quad \gamma_{\text{cable}} := 4500 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$A_{\text{cable}} := \frac{\gamma_{\text{acero}} \cdot A_s}{\gamma_{\text{cable}}}$$

$$A_s = 0.015 \quad \text{plg}^2 \quad \text{Cable de Acero}$$

$$D_c := \sqrt{\frac{4 \cdot A_s}{\pi}}$$

$$D_c = 0.137 \quad \text{Plg}$$

$$D_{\text{cable}} := \frac{3}{16} \text{ Plg} \quad 5 \text{ mm de diámetro, mínimo diámetro requerido.}$$

El resumen de materiales y elementos se muestra en la Tabla 3.41.

Tabla 3.41 Elementos mecánicos del sistema de giro.

TABLA DE ELEMENTOS MECÁNICOS PARA EL SISTEMA DE ELEVADOR DE CARGAS									
No.	MRK.	ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS			MATERIAL	CANT.	
				MAGNITUD	UNIDAD	CANTIDAD			
1	R	MOTORREDUCTOR SERIES 2000 BROWNING	CbN-1703-S-B3-40-MS-48-1/6	Potencia	Pe	HP	1/6	Acero Varios	1
				Velocidad	ne	RPM	43		
				Torque	Trm	lb-in	580		
2	S	CABLE PARA ELEVADOR DE CARGA	PR-20-340-165	Diámetro mínimo	Dm	mm	5	Acero: ASTM A586	1
				Diámetro máximo	Dmx	in	3/8		
				Longitud	Lg	m	30		

3.3.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Para el sistema de iluminación se tiene los planos arquitectónicos que muestran los puntos de luz de acuerdo al servicio y ubicación. Los detalles de instalación y especificación de materiales están disponibles en el Anexo D (Planos de fabricación).

En el diseño de este sistema eléctrico en general se tomaron en cuenta los siguientes parámetros, que determinan la independencia de circuitos:

- Identificación de los circuitos de iluminación.
Focos, luminarias ornamentales, interruptores, conmutadores.
- Identificación de los circuitos de servicio.
Tomacorrientes, tomas para motores eléctricos.
- Identificación de circuitos de emergencia.
Luminarias de emergencia, alarmas sonoras.

Con esa información podemos separar las redes eléctricas, de esa forma evitamos la saturación del suministro y el posible colapso de los circuitos y la anulación de servicios importantes. El sistema eléctrico satisface las necesidades de iluminación de salones, corredores, escaleras, servicios sanitarios, barra bar, terraza, iluminación ornamental.

En cuanto a las tomas de energía se las encuentra en la zona de barra bar, las periferias del salón principal, servicios sanitarios, escaleras, terraza. La alimentación de energía especial como son, los motores eléctricos para los sistemas de piso giratorio, elevador de carga y extractor de olores, tomas extras de iluminación y amplificación; y un circuito separado de iluminación direccional usado para señalización de zonas y trayectos para evacuaciones en caso de emergencia. En la Tabla 3.42 se resumen los elementos eléctricos instalados en el inmueble.

Tabla 3.42 Elementos eléctricos instalados.

ELEMENTOS ELÉCTRICOS INSTALADOS							
NIVEL	FOCOS	LUMINARIAS ESPECIALES	INTERRUPTORES	CONMUTADORES	TOMACORRIENTES	TOMAS ESPECIALES	BREAKERS
	F	F2	SS	SC	TC	TCE	BRK
PB. PLANTA BAJA	1	1	2	1	2	1	1
G1. DESCANSO DE GRADA 1	1	1					
G2. DESCANSO DE GRADA 2	1	1					
G3. DESCANSO DE GRADA 3	1	1					
P1. PLANTA 1	19	8	8	1	13	2	1
G4. GRADA TERRAZA	2	3	1				
T. TERRAZA	16	8	3	1	4		
TOTAL	41	23	14	3	19	3	2

Las cantidades de material utilizado, y el presupuesto se incluyen en el Capítulo 5.

3.3.3 SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.

Dentro de los sistemas de seguridad para instalaciones en general se encuentra el sistema contra incendios, que entre las funciones más importantes están: instalación de sensores y centrales de incendios, aviso a centrales receptoras de alarmas, accionamiento de dispositivos de extinción, accionamiento de dispositivos de aviso y señalización, extinción manual, puertas contra fuegos (apertura al exterior y doble hoja) y alumbrado de emergencia. Las bocas de incendio equipadas y equipo de bombeo, ya son parte de las instalaciones en general del complejo de eventos.

El sistema contra incendios que se instala en este restaurante tiene el siguiente esquema general, Figura 3.119 y los parámetros que se han tomado en cuenta para el diseño del sistema contra incendios son los siguientes:

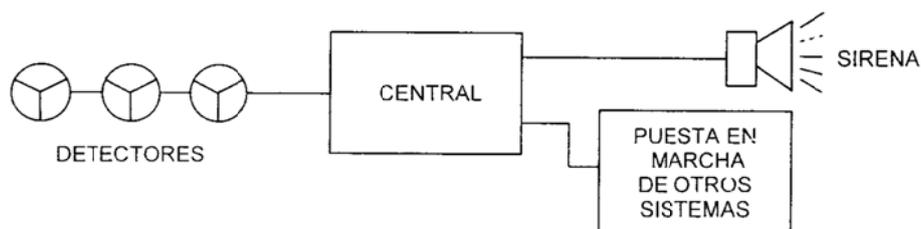


Figura 3.119 Esquema sistema contra incendios.

1. Las posibles fuentes de calor que podrían provocar un incendio son los sistemas eléctricos instalados.
2. La segunda causa de un posible incendio en esta instalación es la combustión de los muebles dispuestos en el restaurante por causa de colillas de cigarrillo, encendedores, velas,...
3. Las áreas de control son la barra de servicio, salón, baños y sistemas de giro y elevación y terraza, exteriores.
4. Las etapas en el desarrollo de un incendio de esta instalación se las puede detectar en las zonas 1 y 2 y el campo de acción del sistema contra incendios cubre las 4 etapas de desarrollo (Figura 3.120).
5. La selección de extintores y sensores detectores se las realizará mediante las siguientes matrices.
6. Las clases de fuego establecidas son: A, C.

Clases de Fuegos:

- Clase A: Fuego de materias sólidas, generalmente de naturaleza orgánica, donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas.
- Clase B: Fuego de líquidos o sólidos licuales.
- Clase C: Fuego de gases.
- Clase D: Fuego de metales.

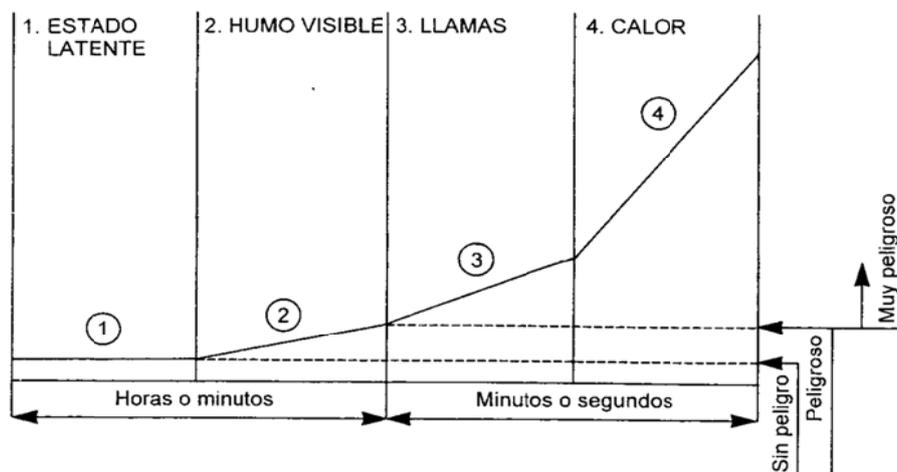


Figura 3.120 Etapas de desarrollo de fuegos.

Matriz de selección de Detectores:

CLASIFICACIÓN

HUMO {
 - Ópticos
 - Iónicos
 - Barrera Infrarrojos

TEMPERATURA {
 - Térmicos
 - Termovelocimétricos

LLAMAS

Tabla 3.43 Selección de detectores.

Tipos de detectores	Adecuado para la detección de				Algunos riesgos atípicos más frecuentes
	Fuegos latentes	Fuegos de evolución			
		Lenta	Media(*)	Rapida(*)	
Temperatura fija			SI	SI	Bobinados eléctricos, transformadores. Tanques abiertos de líquidos inflamables, etc.
Termovelocimétricos			SI	SI	- Procesos peligrosos. - Trenes laminación. - Transformadores intemperie, etc.
Llama				SI	Locales de grandes dimensiones y riesgo a la intemperie
Humos visibles	SI	SI			- Almacenes de papel. - Archivos documentos; - Buques (bodegas). - Almacenes en balas, etc
Ionización	SI		SI	SI	(Uso muy generalizado y más recomendado). - Equipos de alto valor. - Almacenes. - Galería de cables, etc.

En este caso se utilizará los detectores de Ionización o Multi-sensor (Iónico, Óptico y Térmico).

Matriz de selección de Extintores.

La elección del agente extintor se determina según la Tabla 3.44, y en función de las clases de fuego establecidas. (A, C, D)

Tabla 3.44 Tipo de extintor.

	CLASES DE FUEGOS			
	A	B	C	D
De agua pulverizada	•••	•		
De agua de chorro	••			
De espuma física	••	••		
De polvo convencional		•••	••	
De polvo polivalente	••	••	••	
De polvo especial				•
De anhídrido carbónico	•	••		
De hidrocarburos halogenados	•	••	•	
Específico para fuego de metales				•

•••Muy adecuado ••Adecuado •Aceptable

En este caso, los extintores que se utilizarán en la instalación son de polvo polivalente y el detalle de su ubicación de muestra en los manuales de mantenimiento e instalación del Anexo A.

Las acciones y planes de contingencia que se deben seguir se las indica en el Anexo A, de la misma forma la instalación y disposición de estos elementos se las encuentra en ese apartado y en los planos arquitectónicos Anexo D.

Funciones activadas por el sistema contra incendios:

1. Corte de energía eléctrica en los sistemas de elevador de carga y piso giratorio y sistema de iluminación ornamental.
2. Activación de señalización luminosa para mostrar salidas de emergencia.
3. Activación de alarma luminosa a la barra de servicio y oficina principal del área administrativa de la empresa.

En este sistema contra incendios no se dispone unidades de aspersores, porque no amerita la protección con este mecanismo, en caso de necesitar un sistema de extinción de incendios por agua, se dispone de unidades de este tipo en los alrededores del inmueble.

Estas son las funciones más importantes en caso de que el sistema contra incendios se active, una vez más cabe recalcar que las acciones y procedimientos puntuales se los encuentra en el apartado del Anexo A. En la Tabla 3.45, se muestra los elementos instalados para el sistema contra incendios.

Tabla 3.45 Elementos sistema contra incendios.

ELEMENTOS SISTEMA CONTRA INCENDIOS		
NIVEL	EXTINTORES	DETECTOR MULTISENSOR
	EX	DTM
PB. PLANTA BAJA	1	1
G1. DESCANSO DE GRADA 1		1
G2. DESCANSO DE GRADA 2		1
G3. DESCANSO DE GRADA 3		1
P1. PLANTA 1	4	8
G4. GRADA TERRAZA		
T. TERRAZA	2	
TOTAL	7	12

3.3.4 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE SERVICIO Y AGUAS SERVIDAS.

El sistema de agua potable tiene la característica de contar con una unidad de bomba cisterna unida al sistema general de agua potable de servicio de la empresa, por tal motivo no es necesario adecuar una unidad de bombeo y cisterna al inmueble. En el restaurante, las zonas a las que se le tiene que dotar de agua de servicio son: barra de servicio, baños y terraza. El sistema de recolección de aguas servidas debe ser coherente con el sistema de agua potable. Por esta razón la barra de servicio, los baños y la terraza contará con cañerías adecuadas para el efecto y se unirán al sistema general de aguas servidas de la empresa. Los detalles de instalación y materiales están disponibles en el Anexo D.

3.3.5 PLANOS DE FABRICACIÓN Y/O INSTALACIÓN.

Anexo D.

CAPÍTULO 4

SIMULACIÓN

El presente capítulo muestra la simulación de la estructura metálica y las simulaciones de los elementos mecánicos del sistema de giro. Gráficos, diagramas, tablas, informes y videos; conforman el alcance de este apartado. Y la comparación de resultados obtenidos a partir del software, con los generados mediante formulaciones en el Capítulo III, nos permiten tener un control y mejorar los procesos de diseño de la estructura y del sistema de giro.

4.1 PRUEBAS DE SIMULACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EL SOFTWARE SAP 2000, VERSIÓN 10.0.

Las pruebas de simulación acarrearán una extensa lista de resultados, en las tablas que genera el programa SAP2000 (74 tablas de DEFINICIÓN DEL MODELO, 22 ANÁLISIS DE RESULTADOS y 3 de DATOS DE DISEÑO), donde se muestra el comportamiento de la estructura, en los elementos de área, vigas-columnas y puntos.

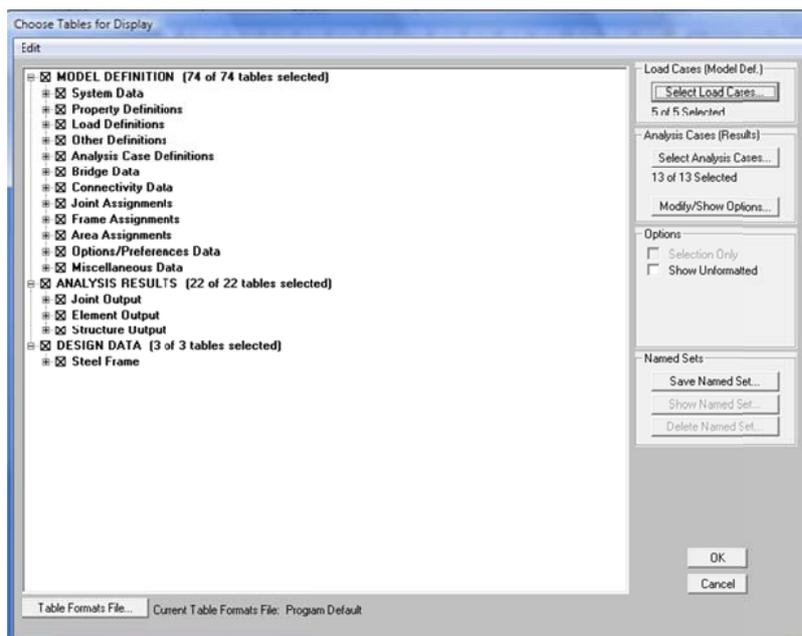


Figura 4.1 Árbol de selección de tablas.

En vista de la extensión en el detalle de los resultados, en este apartado se mostrará la correlación con uno de los elementos (Columna Principal CLP) y las principales tablas y luego se pondrá a disposición las tablas completas más relevantes. La figura 4.1 muestra el árbol de selección de las tablas disponibles para mostrar en este diseño.

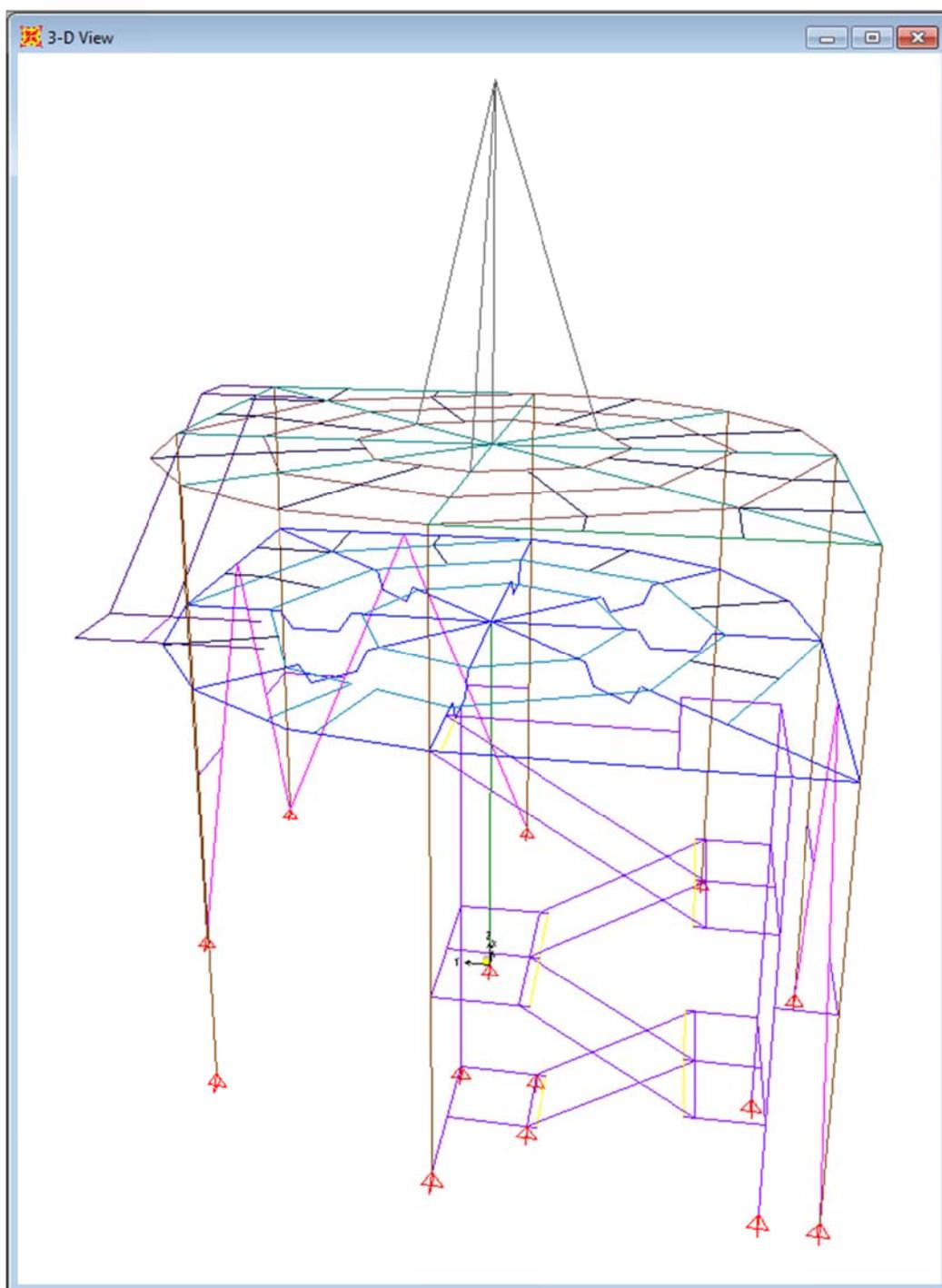


Figura 4.2 Modelo alámbrico tridimensional de la estructura.

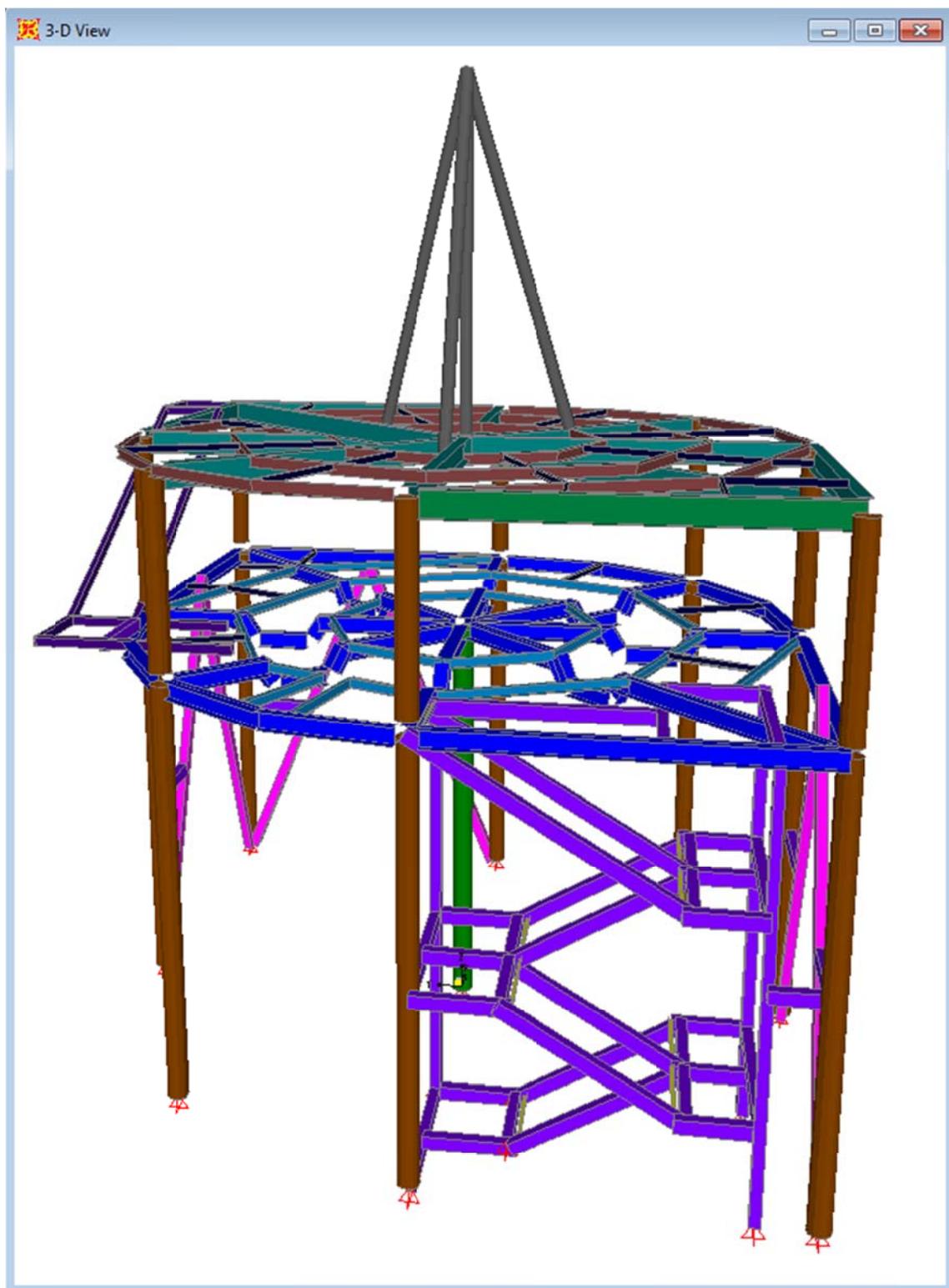


Figura 4.3 Modelo tridimensional de la estructura.

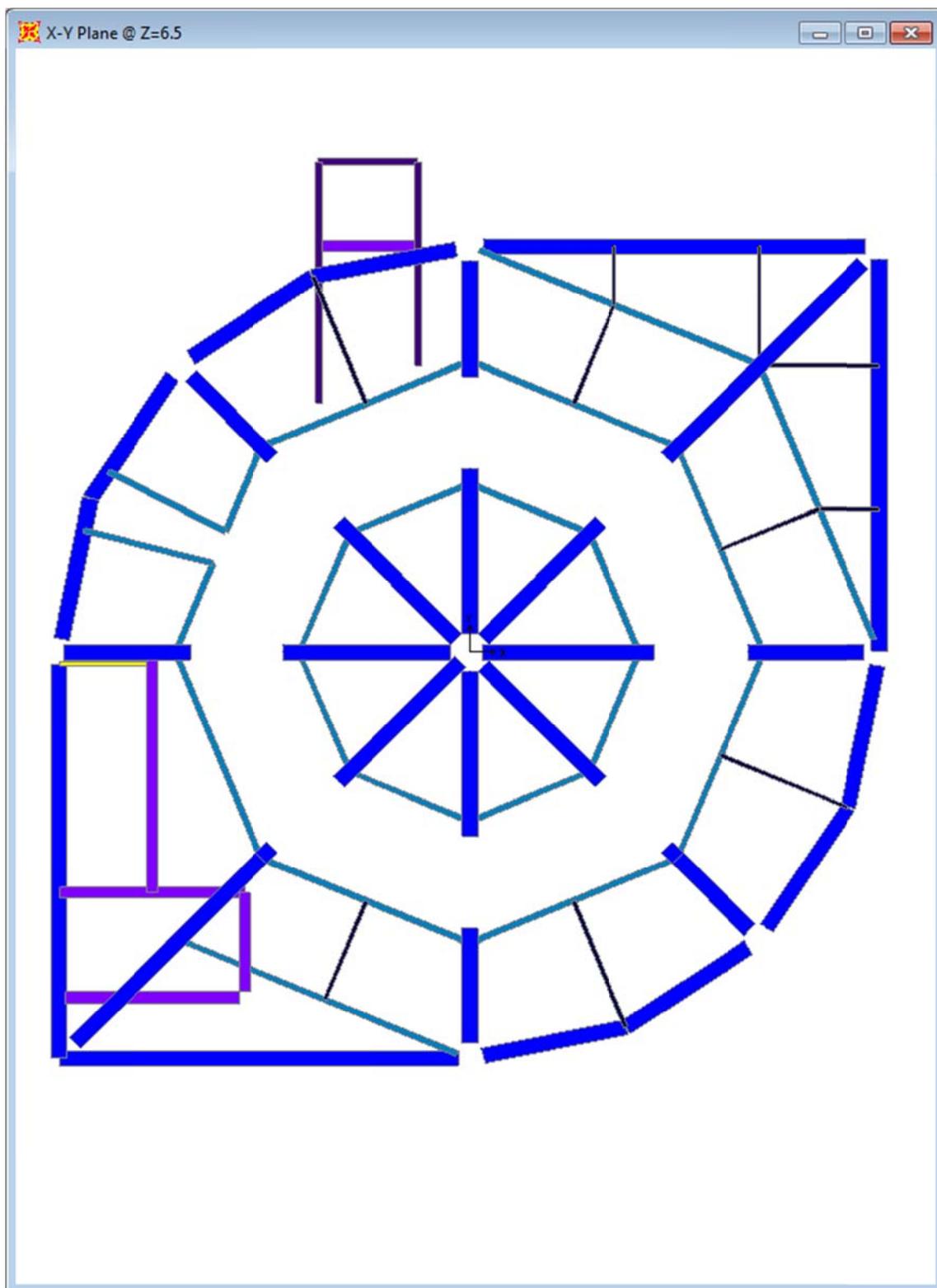


Figura 4.4 Nivel N+6.50m, soporte de salón giratorio.

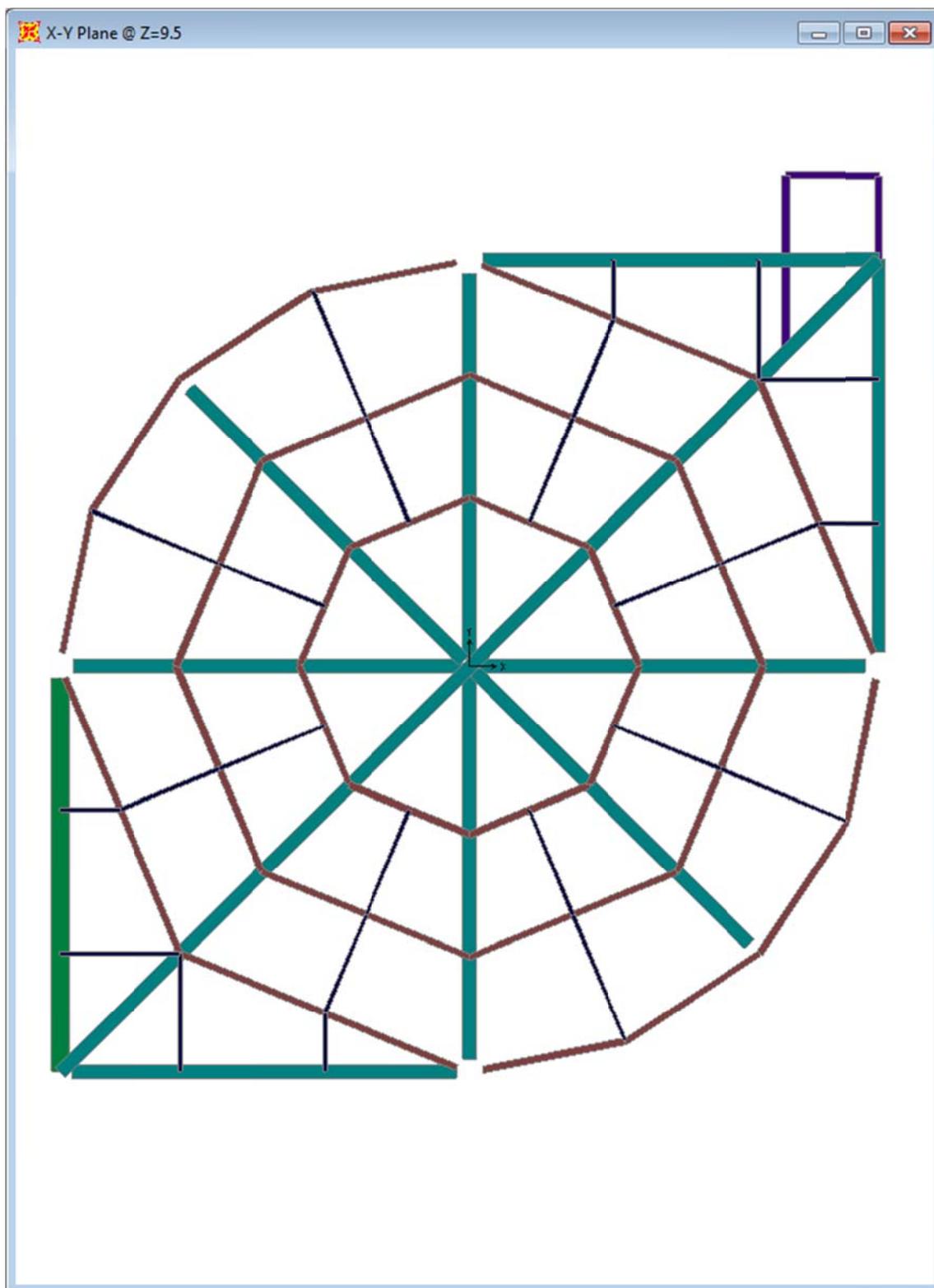


Figura 4.5 Nivel N+9.50m, terraza.

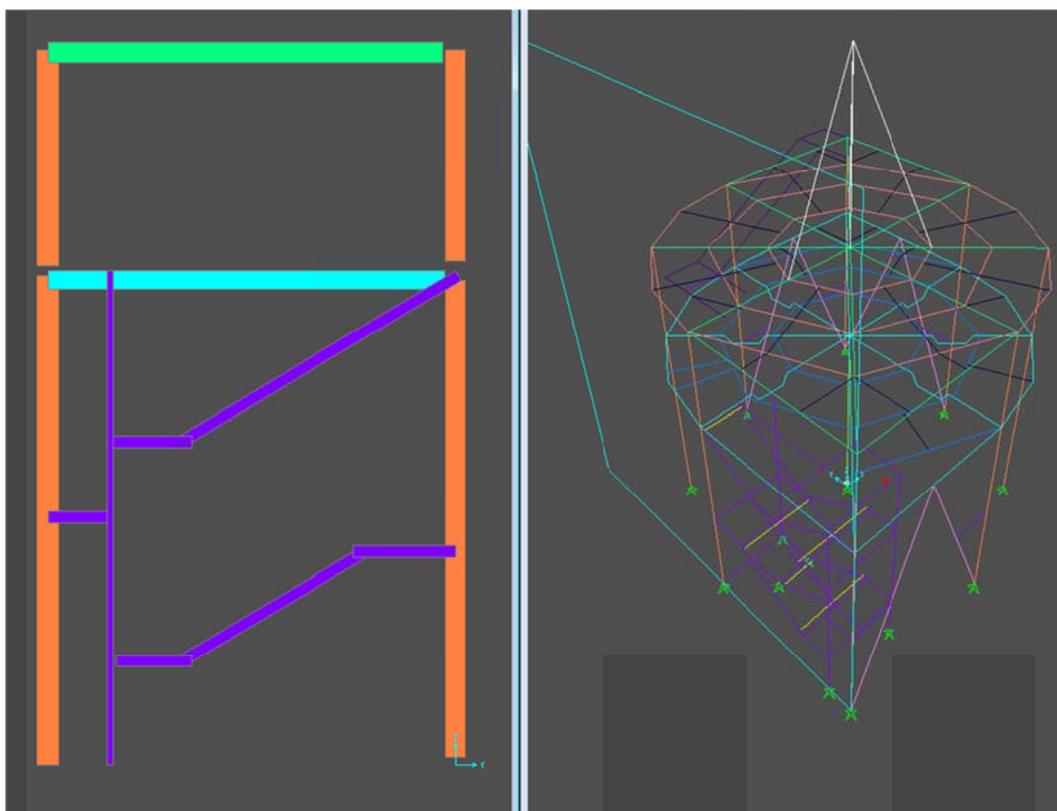


Figura 4.6 Vista lateral derecha, grada principal.

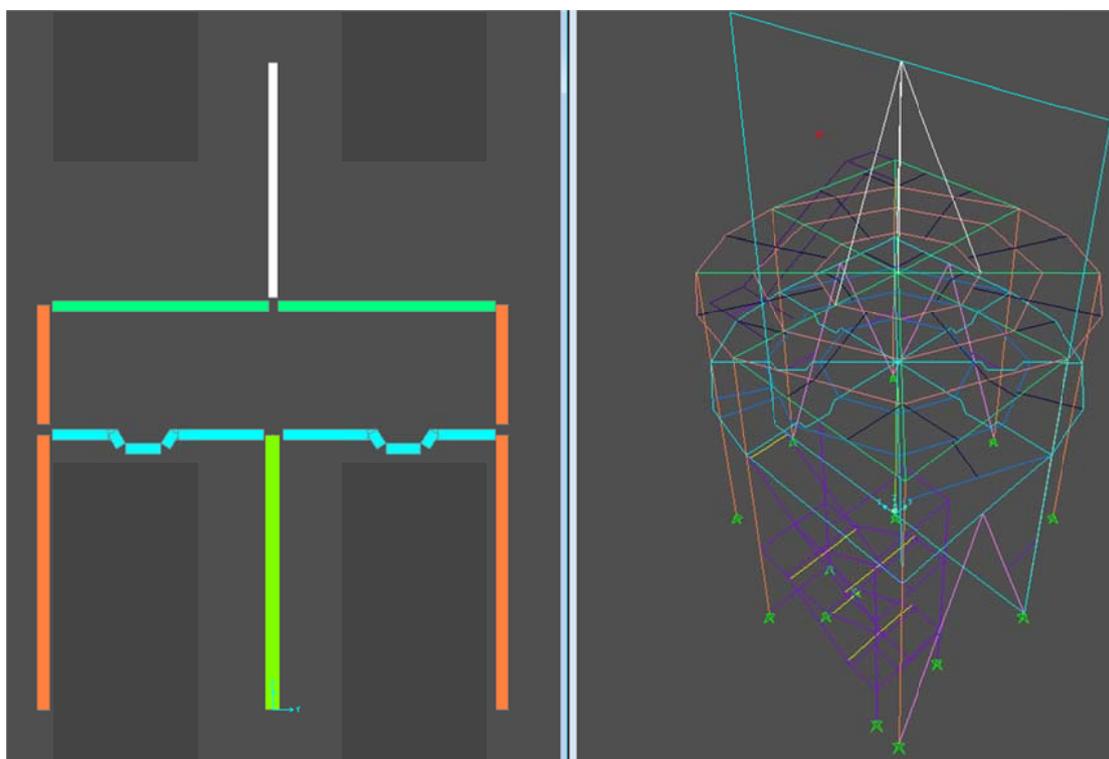


Figura 4.7 Vista del plano medio, columna central.

4.1.1 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN, ELEMENTO COLUMNA PRINCIPAL Y TABLAS DE RESULTADOS:

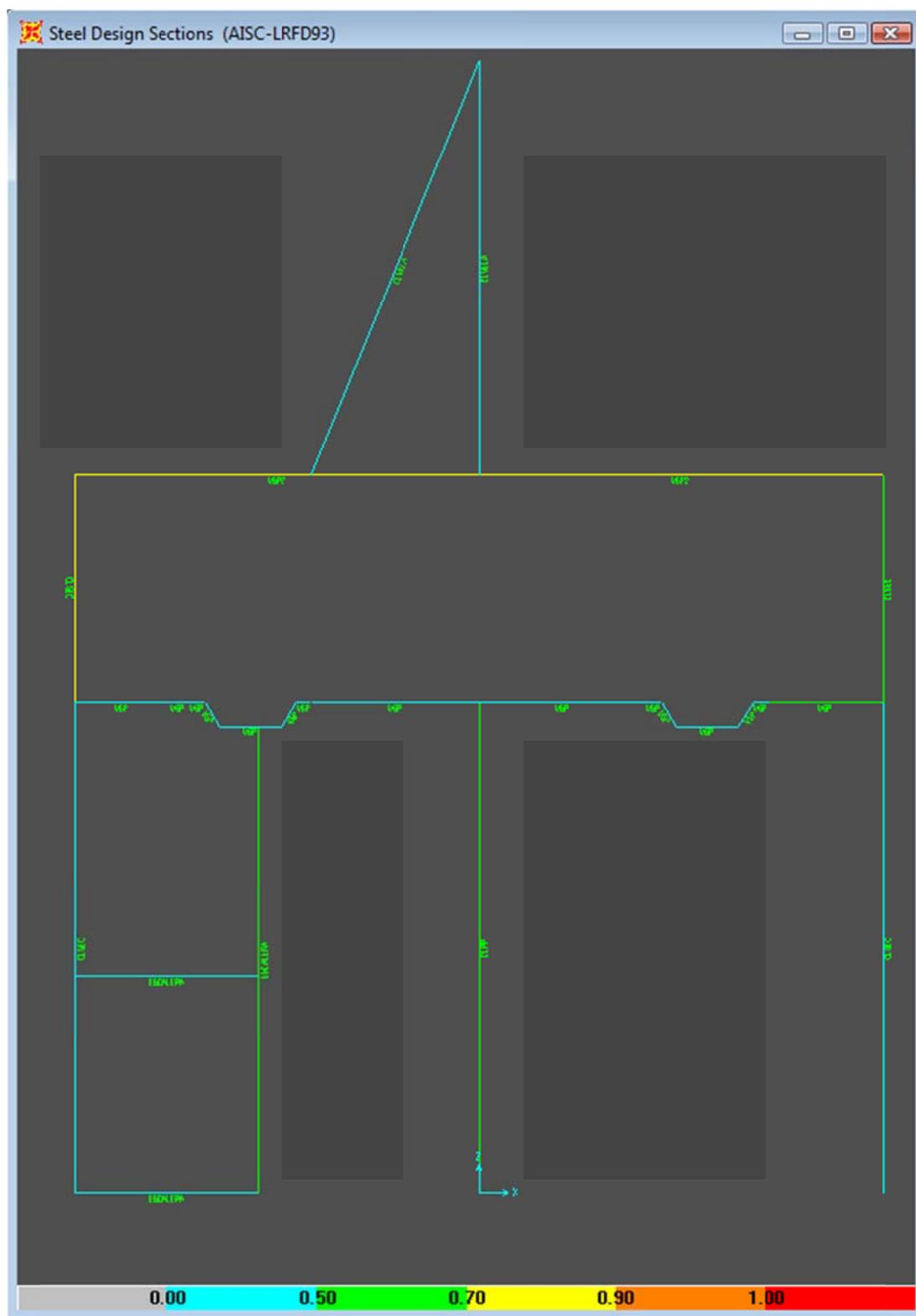


Figura 4.8 Columna principal, desde el plano medio (Elemento 896).

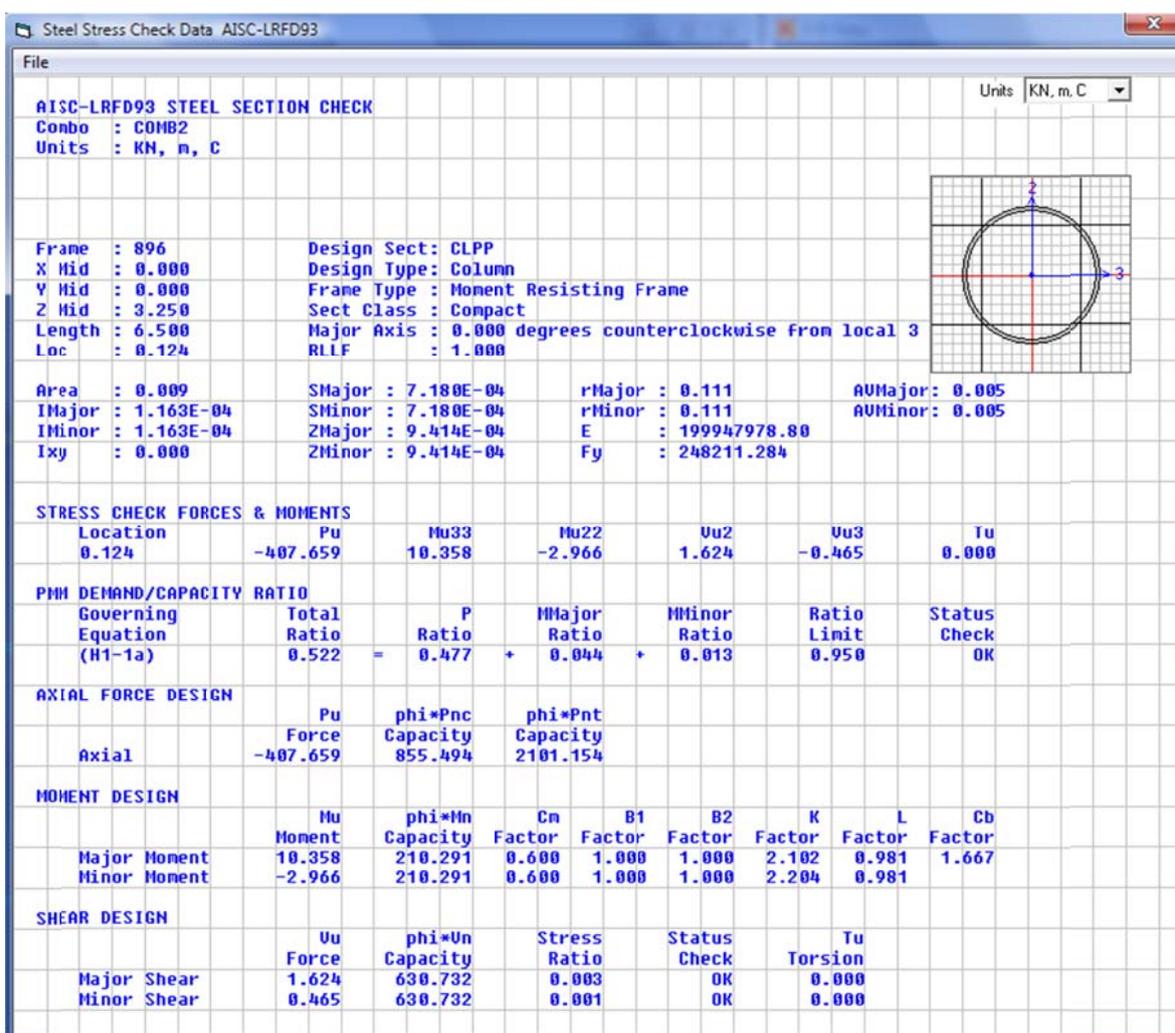


Figura 4.9 Resumen de Diseño del elemento Sap 2000.

Tabla 4.1 Tabla resumen de fuerzas en el elemento.

TABLE: Element Forces - Frames								
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
896	0.12357	COMB2	-407.659	1.624	-0.465	0	-2.9663	10.3577
896	3.3118	COMB2	-410.429	1.624	-0.465	0	-1.4831	5.1788
896	6.50004	COMB2	-413.199	1.624	-0.465	0	4.341E-16	-3.229E-15

Tabla 4.2 Tabla resumen de fuerzas en los extremos del elemento.

TABLE: Element Joint Forces - Frames									
Frame	Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
896	2	COMB2	Combination	-1.624	-0.465	-407.552	-3.0238	10.5584	-1.793E-16
896	787	COMB2	Combination	1.624	0.465	413.199	2.692E-16	2.913E-15	-9.953E-18

Tabla 4.3 Tabla resumen de desplazamientos.

TABLE: Joint Displacements - Absolute										
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	Unitless	m	m	m	Radians	Radians	Radians
2	DEAD	LinStatic			2.8E-06	-0.00039	-0.00011	-2.7E-05	4.5E-05	9.7E-05
2	MODAL	LinModal	Mode	1	-0.00355	-0.08841	-2.3E-06	0.0012	-0.00033	0.00629
2	MODAL	LinModal	Mode	2	0.08831	-0.00645	3.5E-05	-0.00023	0.00113	-0.00034
2	MODAL	LinModal	Mode	3	-0.00089	-0.00082	0.00043	0.00023	-0.00172	0.00052
2	MODAL	LinModal	Mode	4	0.01062	0.02293	4.8E-05	0.00031	0.00019	0.04921
2	MODAL	LinModal	Mode	5	-0.00184	-0.00631	-0.00058	0.00189	-0.00387	0.1248
2	MODAL	LinModal	Mode	6	-0.00886	-0.00835	0.00261	0.01474	-0.01575	0.04277
2	MODAL	LinModal	Mode	7	-0.00974	0.00024	-0.00037	0.00194	-0.00085	0.06598
2	MODAL	LinModal	Mode	8	0.01845	-0.00168	0.00156	0.0002	0.00741	0.02835
2	MODAL	LinModal	Mode	9	0.01248	-0.01514	-0.00375	0.01021	0.00399	0.02491
2	MODAL	LinModal	Mode	10	-0.00773	0.03712	0.00102	-0.00809	-0.00161	0.11276
2	MODAL	LinModal	Mode	11	-0.03049	-0.01386	-0.00333	5.4E-05	0.0045	-0.05063
2	MODAL	LinModal	Mode	12	-0.00867	-0.01521	0.01956	0.00473	-0.01137	0.00149
2	viva	LinStatic			3.7E-05	-0.00041	-2.3E-05	-4.9E-06	1.1E-05	9.1E-05
2	sx	LinStatic			-0.00208	-6.7E-05	-8.5E-07	8.8E-06	-3.3E-05	2.8E-07
2	sy	LinStatic			-5.4E-05	-0.00426	-2.8E-08	6.1E-05	-1.4E-05	0.0002
2	vivam	NonStatic	Max		0.00032	8.7E-05	-0.00078	-5.2E-05	0.00061	-3.8E-05
2	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		0.00442	0.00051	2.4E-06	1.4E-05	5.8E-05	0.00011
2	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		0.00046	0.00899	1.3E-06	0.00012	3.4E-05	0.0007
2	COMB1	Combination			3.9E-06	-0.00055	-0.00015	-3.8E-05	6.3E-05	0.00014
2	COMB2	Combination			0.00057	-0.00099	-0.00142	-0.00012	0.00105	0.0002
2	COMB5	Combination			-0.00178	-0.00512	-0.00094	-0.00002	0.00063	0.00037
787	DEAD	LinStatic			0	0	0	0.00011	-2.2E-05	9.7E-05
787	MODAL	LinModal	Mode	1	0	0	0	0.01989	-0.00066	0.00629
787	MODAL	LinModal	Mode	2	0	0	0	0.00161	0.01991	-0.00034
787	MODAL	LinModal	Mode	3	0	0	0	7.5E-05	0.00067	0.00052
787	MODAL	LinModal	Mode	4	0	0	0	-0.00547	0.00236	0.04921
787	MODAL	LinModal	Mode	5	0	0	0	0.00051	0.00154	0.1248
787	MODAL	LinModal	Mode	6	0	0	0	-0.00554	0.00594	0.04277
787	MODAL	LinModal	Mode	7	0	0	0	-0.00104	-0.00183	0.06598
787	MODAL	LinModal	Mode	8	0	0	0	0.00029	0.00052	0.02835
787	MODAL	LinModal	Mode	9	0	0	0	-0.00167	0.00087	0.02491
787	MODAL	LinModal	Mode	10	0	0	0	-0.0045	-0.00098	0.11276
787	MODAL	LinModal	Mode	11	0	0	0	0.00319	-0.00935	-0.05063
787	MODAL	LinModal	Mode	12	0	0	0	0.00113	0.00376	0.00149
787	viva	LinStatic			0	0	0	9.7E-05	3E-06	9.1E-05
787	sx	LinStatic			0	0	0	1.1E-05	-0.00047	2.8E-07
787	sy	LinStatic			0	0	0	0.00096	-5.2E-06	0.0002
787	vivam	NonStatic	Max		0	0	0	6.1E-06	-0.00024	-3.8E-05
787	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		0	0	0	0.00012	0.001	0.00011
787	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		0	0	0	0.00202	9.3E-05	0.0007
787	COMB1	Combination			0	0	0	0.00015	-3.1E-05	0.00014
787	COMB2	Combination			0	0	0	0.00029	-0.0004	0.0002
787	COMB5	Combination			0	0	0	0.0012	-0.00073	0.00037

Los puntos 2 y 787 de la tabla 4.3 muestran los apoyos del elemento 896 (CLPP) que es la columna principal y el comportamiento de sus extremos en desplazamientos longitudinales y radiales bajo la influencia de los diferentes estados de carga.

4.1.2 TABLAS RELEVANTES.

Dada la cantidad de información que se puede desplegar como resultado del diseño y la simulación del modelo estructural diseñado, nos centraremos en los elementos críticos de la estructura para mostrar los resultados en las diferentes tablas. La simulación del modelo estructural y su visualización proponen infinitas propuestas gráficas por lo que es necesario manifestar que las tablas mostradas deben ser complementadas con la visualización en el entorno de diseño que el programa Sap2000 nos permite manejar.

Éste apartado estaría incompleto sin el modelo digital para ser usado en el programa Sap2000. Por tal motivo esta información es parte neural del capítulo de simulación. Las tablas mostradas solo son una valiosa muestra de lo diseñado y simulado. Los elementos de los cuales se mostrarán las tablas resumen son:

Tabla 4.4 Elementos de análisis.

TABLA DE ELEMENTOS ANALIZADOS			
No.	FRAME	SECCIÓN	COMBINACIÓN ANALIZADA
1	896	CLPP	COMB2 = 1.4*D+1.6L
2	582	CLSEC	COMB2 = 1.4*D+1.6L
3	13	ESCALERA	COMB5 = 1.2*D+L+Q
4	95	VGP	COMB2 = 1.4*D+1.6L
5	703	VIGSEC1	COMB2 = 1.4*D+1.6L
6	889	ESCALERA 2	COMB2 = 1.4*D+1.6L
7	601	RIOSTRA	COMB5 = 1.2*D+L+Q
8	440	VGP2	COMB2 = 1.4*D+1.6L
9	725	VIGSEC2	COMB2 = 1.4*D+1.6L
10	743	VIGPISO	COMB2 = 1.4*D+1.6L
11	707	CORREA	COMB2 = 1.4*D+1.6L

Las tablas resumen que a continuación mostramos son:

Tabla 4.5 Tablas de resultados mostrados.

TABLAS DE RESULTADOS MOSTRADOS		
No.	NOMBRE DE LA TABLA	No. TABLA
1	MATERIAL LIST 1 - BY OBJECT TYPE	4.6
2	MATERIAL LIST 2 - BY SECT. PROP.	4.7
3	ELEMENT FORCES - FRAMES	4.8
4	ELEMENT JOINT FORCES - FRAMES	4.9
5	JOINT DISPLACEMENTS - ABSOLUTE	4.10
6	JOINT REACTIONS	4.11
7	RESPONSE SPEC MODAL INFORMATION	4.12
8	STEEL SUM - AISC - LRDF 93	4.13
9	STEEL PMM - AISC - LRFD 93	4.14
10	STEEL SHEAR - AISC - LRFD 93	4.15
11	JOINT RESTRAINT ASSIGNMENTS	4.16
12	FRAME SECTION ASSIGNMENTS	4.17
13	JOINT LOAD - FORCES	4.18
14	MODAL PERIODS AND FREQUENCIES	4.19
15	MODAL PARTICIPATION FACTORS	4.20
16	PROGRAM CONTROL	4.21

Tabla 4.6 Lista 1 de materiales.

TABLE: Material List 1 - By Object Type			
ObjectType	Material	TotalWeight	NumPieces
Text	Text	KN	Unitless
Frame	STEEL	199.128	256
Area	CONC	314.269	

Tabla 4.7 Lista 2 de materiales.

TABLE: Material List 2 - By Section Property				
Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
Text	Text	Unitless	m	KN
ESCALERA	Frame	46	94.97595	20.045
CLSEC	Frame	16	76.00004	60.766
VGP	Frame	71	87.35335	41.187
VIGSEC1	Frame	22	51.89257	6.762
VIGSEC2	Frame	28	69.51249	13.024
CLPP	Frame	1	6.50004	4.706
CLVELA	Frame	4	23.27109	3.326
VGP2	Frame	12	67.99807	29.585
ESCALERA2	Frame	8	22.95587	1.924
FINGRADA	Frame	8	9.6	0.341
CORREA	Frame	34	48.01521	8.344
RIOSTRA	Frame	6	42.11759	9.118
PPRIMERO	Area			126.529
SEGUNDO	Area			180.247

Tablas de la 4.8 a la 4.21 desde Excel (PDF) introducidas.

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
13	0	vivam	NonStatic	Max	-4.632	0.023	-0.012	0	0	-8.674E-19
13	1.44	vivam	NonStatic	Max	-4.632	0.023	-0.012	0	0.0177	-0.0338
13	1.44	vivam	NonStatic	Max	-4.38	-0.096	-0.152	-0.0388	-0.126	-0.0923
13	3.24998	vivam	NonStatic	Max	-4.38	-0.096	-0.152	-0.0388	0.1496	0.0823
13	3.24998	vivam	NonStatic	Max	-4.155	0.199	0.723	0.0539	0.3689	0.1012
13	4.32	vivam	NonStatic	Max	-4.155	0.199	0.723	0.0539	-0.4052	-0.1115
13	4.32	vivam	NonStatic	Max	-5.088	-0.089	0.06	0.0392	0.0595	-0.0068
13	6.5	vivam	NonStatic	Max	-5.088	-0.089	0.06	0.0392	-0.0704	0.1882
13	0	vivam	NonStatic	Min	-4.632	0.023	-0.012	0	0	-8.674E-19
13	1.44	vivam	NonStatic	Min	-4.632	0.023	-0.012	0	0.0177	-0.0338
13	1.44	vivam	NonStatic	Min	-4.38	-0.096	-0.152	-0.0388	-0.126	-0.0923
13	3.24998	vivam	NonStatic	Min	-4.38	-0.096	-0.152	-0.0388	0.1496	0.0823
13	3.24998	vivam	NonStatic	Min	-4.155	0.199	0.723	0.0539	0.3689	0.1012
13	4.32	vivam	NonStatic	Min	-4.155	0.199	0.723	0.0539	-0.4052	-0.1115
13	4.32	vivam	NonStatic	Min	-5.088	-0.089	0.06	0.0392	0.0595	-0.0068
13	6.5	vivam	NonStatic	Min	-5.088	-0.089	0.06	0.0392	-0.0704	0.1882
13	0	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	25.841	0.751	0.649	0	1.214E-16	3.268E-16
13	1.44	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	25.841	0.751	0.649	0	0.9338	1.0815
13	1.44	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	20.368	1.681	0.877	0.0498	1.0026	2.3947
13	3.24998	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	20.368	1.681	0.877	0.0498	0.5869	0.6497
13	3.24998	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	21.885	2.219	0.501	0.1802	0.291	0.2547
13	4.32	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	21.885	2.219	0.501	0.1802	0.3337	2.6015
13	4.32	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	17.31	0.397	0.455	0.0404	0.6108	0.637
13	6.5	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	17.31	0.397	0.455	0.0404	0.3822	0.3005
13	0	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	23.018	0.096	3.18	0	1.454E-15	2.193E-16
13	1.44	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	23.018	0.096	3.18	0	4.5798	0.1376
13	1.44	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	5.498	3.306	5.221	0.5207	5.2646	4.2994
13	3.24998	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	5.498	3.306	5.221	0.5207	4.185	1.6859
13	3.24998	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	22.907	0.874	10.292	0.795	4.8102	1.4586
13	4.32	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	22.907	0.874	10.292	0.795	6.2039	0.8341
13	4.32	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	5.181	2.164	1.278	0.1534	1.6032	3.1652
13	6.5	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	5.181	2.164	1.278	0.1534	1.184	1.5539
95	0.175	vivam	NonStatic	Max	9.968	-31.046	-0.439	0.0099	-0.0611	-25.0007

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
95	0.46265	vivam	NonStatic	Max	9.968	-31.046	-0.439	0.0099	0.0653	-16.0702
95	0.7503	vivam	NonStatic	Max	9.968	-31.046	-0.439	0.0099	0.1916	-7.1398
95	0.7503	vivam	NonStatic	Max	3.512	-18.613	-1.152	0.0037	-0.1485	-3.9355
95	1.02545	vivam	NonStatic	Max	3.512	-18.613	-1.152	0.0037	0.1686	1.1859
95	1.3006	vivam	NonStatic	Max	3.512	-18.613	-1.152	0.0037	0.4856	6.3074
95	1.3006	vivam	NonStatic	Max	70.945	-4.614	-3.295	0.0031	-0.6193	7.1883
95	1.5006	vivam	NonStatic	Max	70.945	-4.614	-3.295	0.0031	0.0398	8.111
95	0.175	vivam	NonStatic	Min	9.968	-31.046	-0.439	0.0099	-0.0611	-25.0007
95	0.46265	vivam	NonStatic	Min	9.968	-31.046	-0.439	0.0099	0.0653	-16.0702
95	0.7503	vivam	NonStatic	Min	9.968	-31.046	-0.439	0.0099	0.1916	-7.1398
95	0.7503	vivam	NonStatic	Min	3.512	-18.613	-1.152	0.0037	-0.1485	-3.9355
95	1.02545	vivam	NonStatic	Min	3.512	-18.613	-1.152	0.0037	0.1686	1.1859
95	1.3006	vivam	NonStatic	Min	3.512	-18.613	-1.152	0.0037	0.4856	6.3074
95	1.3006	vivam	NonStatic	Min	70.945	-4.614	-3.295	0.0031	-0.6193	7.1883
95	1.5006	vivam	NonStatic	Min	70.945	-4.614	-3.295	0.0031	0.0398	8.111
95	0.175	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.789	1.153	0.217	0.0012	0.1113	2.4525
95	0.46265	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.789	1.153	0.217	0.0012	0.0523	2.124
95	0.7503	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.789	1.153	0.217	0.0012	0.0297	1.7967
95	0.7503	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.493	0.572	0.2	0.0005217	0.0399	1.901
95	1.02545	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.493	0.572	0.2	0.0005217	0.0216	1.7447
95	1.3006	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.493	0.572	0.2	0.0005217	0.0736	1.5886
95	1.3006	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.815	0.142	0.584	0.0004247	0.0785	1.5618
95	1.5006	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.815	0.142	0.584	0.0004247	0.0426	1.5337
95	0.175	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.324	0.522	0.789	0.0074	0.5052	1.1375
95	0.46265	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.324	0.522	0.789	0.0074	0.2801	0.994
95	0.7503	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.324	0.522	0.789	0.0074	0.0689	0.8529
95	0.7503	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.219	0.302	1.27	0.002	0.3416	0.3959
95	1.02545	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.219	0.302	1.27	0.002	0.0225	0.3192
95	1.3006	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.219	0.302	1.27	0.002	0.3584	0.2467
95	1.3006	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.181	0.075	2.465	0.0017	0.3136	0.2349
95	1.5006	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.181	0.075	2.465	0.0017	0.187	0.2229
440	0.175	vivam	NonStatic	Max	-2.261	0.763	0.179	0.0004718	0.1133	0.2879
440	0.46265	vivam	NonStatic	Max	-2.261	0.763	0.179	0.0004718	0.0619	0.0683

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
440	0.75031	vivam	NonStatic	Max	-2.261	0.763	0.179	0.0004718	0.0105	-0.1513
440	0.75031	vivam	NonStatic	Max	-3.705	0.723	0.04	-0.0003918	0.0046	0.0384
440	1.12546	vivam	NonStatic	Max	-3.705	0.723	0.04	-0.0003918	-0.0104	-0.2329
440	1.50062	vivam	NonStatic	Max	-3.705	0.723	0.04	-0.0003918	-0.0255	-0.5043
440	1.50062	vivam	NonStatic	Max	-4.984	0.74	-0.017	-9.836E-05	-0.0079	-0.2947
440	1.90054	vivam	NonStatic	Max	-4.984	0.74	-0.017	-9.836E-05	-0.0011	-0.5908
440	2.30046	vivam	NonStatic	Max	-4.984	0.74	-0.017	-9.836E-05	0.0056	-0.8869
440	2.30046	vivam	NonStatic	Max	-6.335	0.776	0.021	0.000169	0.0049	-0.7103
440	2.70039	vivam	NonStatic	Max	-6.335	0.776	0.021	0.000169	-0.0035	-1.0206
440	3.10031	vivam	NonStatic	Max	-6.335	0.776	0.021	0.000169	-0.012	-1.3308
440	3.10031	vivam	NonStatic	Max	-6.711	-0.073	-0.061	0.000269	-0.0052	-1.0788
440	3.1274	vivam	NonStatic	Max	-6.711	-0.073	-0.061	0.000269	-0.0035	-1.0768
440	3.1274	vivam	NonStatic	Max	-6.848	-0.0005735	-0.053	2.944E-05	-0.000238	-1.0474
440	3.1314	vivam	NonStatic	Max	-6.848	-0.0005735	-0.053	2.944E-05	-0.00002723	-1.0473
440	3.1314	vivam	NonStatic	Max	-6.827	-0.117	-0.061	3.557E-05	-0.0017	-1.04
440	3.1863	vivam	NonStatic	Max	-6.827	-0.117	-0.061	3.557E-05	0.0017	-1.0336
440	3.1863	vivam	NonStatic	Max	-6.918	-0.008565	-0.077	4.316E-05	-0.0007337	-1.0077
440	3.20575	vivam	NonStatic	Max	-6.918	-0.008565	-0.077	4.316E-05	0.0007603	-1.0075
440	3.20575	vivam	NonStatic	Max	-6.85	-0.194	-0.059	3.934E-05	-0.0033	-0.9814
440	3.31821	vivam	NonStatic	Max	-6.85	-0.194	-0.059	3.934E-05	0.0034	-0.9596
440	3.31821	vivam	NonStatic	Max	-6.941	-0.007708	-0.085	4.761E-05	-0.0009012	-0.9255
440	3.34013	vivam	NonStatic	Max	-6.941	-0.007708	-0.085	4.761E-05	0.000953	-0.9253
440	3.34013	vivam	NonStatic	Max	-6.851	-0.288	-0.058	4.553E-05	-0.0048	-0.898
440	3.50613	vivam	NonStatic	Max	-6.851	-0.288	-0.058	4.553E-05	0.0048	-0.8502
440	3.50613	vivam	NonStatic	Max	-6.926	-0.002729	-0.05	2.824E-05	-0.0003281	-0.8209
440	3.52053	vivam	NonStatic	Max	-6.926	-0.002729	-0.05	2.824E-05	0.0003972	-0.8209
440	3.52053	vivam	NonStatic	Max	-6.789	-0.388	-0.055	-6.842E-05	0.0049	-0.804
440	3.74477	vivam	NonStatic	Max	-6.789	-0.388	-0.055	-6.842E-05	0.0172	-0.717
440	3.74477	vivam	NonStatic	Max	-6.34	-0.503	-0.032	0.0000585	0.0059	-0.7409
440	4.13373	vivam	NonStatic	Max	-6.34	-0.503	-0.032	0.0000585	0.0184	-0.5453
440	4.13373	vivam	NonStatic	Max	-5.625	-0.509	-0.003613	-0.000109	-0.0017	-0.6174
440	4.52269	vivam	NonStatic	Max	-5.625	-0.509	-0.003613	-0.000109	-0.0003373	-0.4196
440	4.52269	vivam	NonStatic	Max	-5.016	-0.505	0.032	-0.0002242	0.0102	-0.4851

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P		V2		V3		T	M2	M3
					KN	KN	KN	KN	KN	KN-m			
440	4.91165	vivam	NonStatic	Max	-5.016	-0.505	0.032	-0.0002242	-0.0021	-0.0002242	-0.0021	-0.2886	
440	4.91165	vivam	NonStatic	Max	-4.553	-0.482	0.073	-0.0002286	0.0013	-0.0002286	0.0013	-0.3424	
440	5.20062	vivam	NonStatic	Max	-4.553	-0.482	0.073	-0.0002286	-0.0197	-0.0002286	-0.0197	-0.203	
440	0.175	vivam	NonStatic	Min	-2.261	0.763	0.179	0.0004718	0.1133	0.0004718	0.1133	0.2879	
440	0.46265	vivam	NonStatic	Min	-2.261	0.763	0.179	0.0004718	0.0619	0.0004718	0.0619	0.0683	
440	0.75031	vivam	NonStatic	Min	-2.261	0.763	0.179	0.0004718	0.0105	0.0004718	0.0105	-0.1513	
440	0.75031	vivam	NonStatic	Min	-3.705	0.723	0.04	-0.0003918	0.0046	-0.0003918	0.0046	0.0384	
440	1.12546	vivam	NonStatic	Min	-3.705	0.723	0.04	-0.0003918	-0.0104	-0.0003918	-0.0104	-0.2329	
440	1.50062	vivam	NonStatic	Min	-3.705	0.723	0.04	-0.0003918	-0.0255	-0.0003918	-0.0255	-0.5043	
440	1.50062	vivam	NonStatic	Min	-4.984	0.74	-0.017	-9.836E-05	-0.0079	-9.836E-05	-0.0079	-0.2947	
440	1.90054	vivam	NonStatic	Min	-4.984	0.74	-0.017	-9.836E-05	-0.0011	-9.836E-05	-0.0011	-0.5908	
440	2.30046	vivam	NonStatic	Min	-4.984	0.74	-0.017	-9.836E-05	0.0056	-9.836E-05	0.0056	-0.8869	
440	2.30046	vivam	NonStatic	Min	-6.335	0.776	0.021	0.000169	0.0049	0.000169	0.0049	-0.7103	
440	2.70039	vivam	NonStatic	Min	-6.335	0.776	0.021	0.000169	-0.0035	0.000169	-0.0035	-1.0206	
440	3.10031	vivam	NonStatic	Min	-6.335	0.776	0.021	0.000169	-0.012	0.000169	-0.012	-1.3308	
440	3.10031	vivam	NonStatic	Min	-6.711	-0.073	-0.061	0.0000269	-0.0052	0.0000269	-0.0052	-1.0788	
440	3.1274	vivam	NonStatic	Min	-6.711	-0.073	-0.061	0.0000269	-0.0035	0.0000269	-0.0035	-1.0768	
440	3.1274	vivam	NonStatic	Min	-6.848	-0.0005735	-0.053	2.944E-05	-0.000238	2.944E-05	-0.000238	-1.0474	
440	3.1314	vivam	NonStatic	Min	-6.848	-0.0005735	-0.053	2.944E-05	-0.00002723	2.944E-05	-0.00002723	-1.0473	
440	3.1314	vivam	NonStatic	Min	-6.827	-0.117	-0.061	3.557E-05	-0.0017	3.557E-05	-0.0017	-1.04	
440	3.1863	vivam	NonStatic	Min	-6.827	-0.117	-0.061	3.557E-05	0.0017	3.557E-05	0.0017	-1.0336	
440	3.1863	vivam	NonStatic	Min	-6.918	-0.008565	-0.077	4.316E-05	-0.0007337	4.316E-05	-0.0007337	-1.0077	
440	3.20575	vivam	NonStatic	Min	-6.918	-0.008565	-0.077	4.316E-05	0.0007603	4.316E-05	0.0007603	-1.0075	
440	3.20575	vivam	NonStatic	Min	-6.85	-0.194	-0.059	3.934E-05	-0.0033	3.934E-05	-0.0033	-0.9814	
440	3.31821	vivam	NonStatic	Min	-6.85	-0.194	-0.059	3.934E-05	0.0034	3.934E-05	0.0034	-0.9596	
440	3.31821	vivam	NonStatic	Min	-6.941	-0.007708	-0.085	4.761E-05	-0.0009012	4.761E-05	-0.0009012	-0.9255	
440	3.34013	vivam	NonStatic	Min	-6.941	-0.007708	-0.085	4.761E-05	0.000953	4.761E-05	0.000953	-0.9253	
440	3.34013	vivam	NonStatic	Min	-6.851	-0.288	-0.058	4.553E-05	-0.0048	4.553E-05	-0.0048	-0.898	
440	3.50613	vivam	NonStatic	Min	-6.851	-0.288	-0.058	4.553E-05	0.0048	4.553E-05	0.0048	-0.8502	
440	3.50613	vivam	NonStatic	Min	-6.926	-0.002729	-0.05	2.824E-05	-0.0003281	2.824E-05	-0.0003281	-0.8209	
440	3.52053	vivam	NonStatic	Min	-6.926	-0.002729	-0.05	2.824E-05	0.0003972	2.824E-05	0.0003972	-0.8209	
440	3.52053	vivam	NonStatic	Min	-6.789	-0.388	-0.055	-6.842E-05	0.0049	-6.842E-05	0.0049	-0.804	
440	3.74477	vivam	NonStatic	Min	-6.789	-0.388	-0.055	-6.842E-05	0.0172	-6.842E-05	0.0172	-0.717	

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P		V2		V3		T	M2	M3
					KN	KN	KN	KN	KN	KN-m			
440	3.74477	vivam	NonStatic	Min	-6.34	-0.503	-0.032	0.000585	0.0059	-0.7409			
440	4.13373	vivam	NonStatic	Min	-6.34	-0.503	-0.032	0.000585	0.0184	-0.5453			
440	4.13373	vivam	NonStatic	Min	-5.625	-0.509	-0.003613	-0.000109	-0.0017	-0.6174			
440	4.52269	vivam	NonStatic	Min	-5.625	-0.509	-0.003613	-0.000109	-0.0003373	-0.4196			
440	4.52269	vivam	NonStatic	Min	-5.016	-0.505	0.032	-0.0002242	0.0102	-0.4851			
440	4.91165	vivam	NonStatic	Min	-5.016	-0.505	0.032	-0.0002242	-0.0021	-0.2886			
440	4.91165	vivam	NonStatic	Min	-4.553	-0.482	0.073	-0.0002286	0.0013	-0.3424			
440	5.20062	vivam	NonStatic	Min	-4.553	-0.482	0.073	-0.0002286	-0.0197	-0.203			
440	0.175	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	3.776	0.75	0.11	0.0008124	0.0311	1.6669			
440	0.46265	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	3.776	0.75	0.11	0.0008124	0.017	1.4567			
440	0.75031	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	3.776	0.75	0.11	0.0008124	0.0401	1.2484			
440	0.75031	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.409	0.648	0.053	0.0005527	0.0339	1.429			
440	1.12546	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.409	0.648	0.053	0.0005527	0.0517	1.1959			
440	1.50062	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.409	0.648	0.053	0.0005527	0.0708	0.9676			
440	1.50062	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.422	0.575	0.08	0.0002861	0.0399	0.88			
440	1.90054	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.422	0.575	0.08	0.0002861	0.0092	0.6666			
440	2.30046	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.422	0.575	0.08	0.0002861	0.0252	0.4691			
440	2.30046	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.757	0.635	0.107	0.000307	0.0275	0.6757			
440	2.70039	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.757	0.635	0.107	0.000307	0.0167	0.4508			
440	3.10031	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.757	0.635	0.107	0.000307	0.0588	0.2812			
440	3.10031	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.973	0.038	0.068	0.0001284	0.1195	0.302			
440	3.1274	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.973	0.038	0.068	0.0001284	0.1178	0.3011			
440	3.1274	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.867	0.0002804	0.048	2.523E-05	0.0112	0.3058			
440	3.1314	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.867	0.0002804	0.048	2.523E-05	0.011	0.3058			
440	3.1314	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.858	0.05	0.059	3.325E-05	0.0029	0.3039			
440	3.1863	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.858	0.05	0.059	3.325E-05	0.000575	0.3013			
440	3.1863	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.71	0.003599	0.066	0.0000365	0.0014	0.3103			
440	3.20575	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.71	0.003599	0.066	0.0000365	0.0002229	0.3103			
440	3.20575	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.552	0.081	0.05	3.313E-05	0.0031	0.3141			
440	3.31821	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.552	0.081	0.05	3.313E-05	0.0025	0.3054			
440	3.31821	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.392	0.00321	0.062	3.454E-05	0.0009327	0.313			
440	3.34013	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.392	0.00321	0.062	3.454E-05	0.0004221	0.3129			
440	3.34013	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.185	0.121	0.042	3.359E-05	0.0037	0.3207			

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P KN	V2		V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
						KN	KN				
440	3.50613	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.185	0.121	0.042	3.359E-05	0.0034	0.3013	
440	3.50613	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.942	0.001159	0.097	5.442E-05	0.0008434	0.3194	
440	3.52053	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.942	0.001159	0.097	5.442E-05	0.000556	0.3194	
440	3.52053	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.661	0.166	0.025	0.0001738	0.0164	0.338	
440	3.74477	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.661	0.166	0.025	0.0001738	0.0113	0.3013	
440	3.74477	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.752	0.241	0.023	0.000168	0.0059	0.3971	
440	4.13373	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.752	0.241	0.023	0.000168	0.0046	0.3037	
440	4.13373	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.621	0.267	0.024	0.0001231	0.006	0.3128	
440	4.52269	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.621	0.267	0.024	0.0001231	0.0035	0.2096	
440	4.52269	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.513	0.29	0.031	0.000156	0.0142	0.2206	
440	4.91165	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.513	0.29	0.031	0.000156	0.0058	0.1097	
440	4.91165	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.446	0.306	0.043	0.0002382	0.0133	0.1154	
440	5.20062	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.446	0.306	0.043	0.0002382	0.0169	0.0317	
440	0.175	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.348	0.193	0.401	0.0008458	0.1333	0.294	
440	0.46265	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.348	0.193	0.401	0.0008458	0.0204	0.2483	
440	0.75031	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.348	0.193	0.401	0.0008458	0.098	0.2075	
440	0.75031	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.423	0.218	0.104	0.0019	0.062	0.2049	
440	1.12546	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.423	0.218	0.104	0.0019	0.0967	0.2499	
440	1.50062	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.423	0.218	0.104	0.0019	0.1337	0.3103	
440	1.50062	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.089	0.201	0.092	0.0005354	0.0494	0.1434	
440	1.90054	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.089	0.201	0.092	0.0005354	0.0139	0.2044	
440	2.30046	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.089	0.201	0.092	0.0005354	0.0257	0.2756	
440	2.30046	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.73	0.149	0.131	0.0005174	0.0357	0.319	
440	2.70039	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.73	0.149	0.131	0.0005174	0.0179	0.3692	
440	3.10031	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.73	0.149	0.131	0.0005174	0.0697	0.4219	
440	3.10031	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.573	0.018	0.04	0.0001603	0.1097	0.2982	
440	3.1274	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.573	0.018	0.04	0.0001603	0.1101	0.2977	
440	3.1274	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.472	0.0001405	0.045	2.631E-05	0.01	0.3056	
440	3.1314	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.472	0.0001405	0.045	2.631E-05	0.0101	0.3056	
440	3.1314	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.461	0.03	0.037	0.0000221	0.001	0.3048	
440	3.1863	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.461	0.03	0.037	0.0000221	0.0019	0.3032	
440	3.1863	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.381	0.002206	0.032	1.803E-05	0.0005491	0.3082	
440	3.20575	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.381	0.002206	0.032	1.803E-05	0.0008742	0.3081	

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P			V2			V3			T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
					KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN			
440	3.20575	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.29	0.051	0.036	2.364E-05	0.0018	0.3102					
440	3.31821	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.29	0.051	0.036	2.364E-05	0.0022	0.3045					
440	3.31821	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.212	0.002032	0.03	1.697E-05	0.0001808	0.307					
440	3.34013	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.212	0.002032	0.03	1.697E-05	0.0005164	0.307					
440	3.34013	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.088	0.077	0.04	3.108E-05	0.0032	0.312					
440	3.50613	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.088	0.077	0.04	3.108E-05	0.0034	0.2992					
440	3.50613	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		2.943	0.0007443	0.024	0.0000132	0.0001576	0.3101					
440	3.52053	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		2.943	0.0007443	0.024	0.0000132	0.0002494	0.3101					
440	3.52053	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		2.767	0.107	0.053	6.731E-05	0.0056	0.3228					
440	3.74477	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		2.767	0.107	0.053	6.731E-05	0.0147	0.299					
440	3.74477	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		2.42	0.158	0.057	7.098E-05	0.0111	0.3357					
440	4.13373	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		2.42	0.158	0.057	7.098E-05	0.0127	0.2764					
440	4.13373	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		2.815	0.172	0.053	0.000167	0.0076	0.2249					
440	4.52269	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		2.815	0.172	0.053	0.000167	0.0133	0.1605					
440	4.52269	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.095	0.183	0.041	0.0002408	0.0087	0.1255					
440	4.91165	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.095	0.183	0.041	0.0002408	0.0132	0.0575					
440	4.91165	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.256	0.19	0.051	0.0001579	0.0076	0.0392					
440	5.20062	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		3.256	0.19	0.051	0.0001579	0.0142	0.0264					
582	0	vivam	NonStatic	Max		-24.385	-0.246	1.16	-0.1079	-0.0152	-0.6777					
582	3.18821	vivam	NonStatic	Max		-24.385	-0.246	1.16	-0.1079	-3.713	0.1078					
582	3.25	vivam	NonStatic	Max		-24.385	-0.246	1.16	-0.1079	-3.7847	0.1231					
582	3.25	vivam	NonStatic	Max		-24.187	-0.17	1.06	-0.2457	-3.7805	-0.041					
582	6.37643	vivam	NonStatic	Max		-24.187	-0.17	1.06	-0.2457	-7.0937	0.4915					
582	0	vivam	NonStatic	Min		-24.385	-0.246	1.16	-0.1079	-0.0152	-0.6777					
582	3.18821	vivam	NonStatic	Min		-24.385	-0.246	1.16	-0.1079	-3.713	0.1078					
582	3.25	vivam	NonStatic	Min		-24.385	-0.246	1.16	-0.1079	-3.7847	0.1231					
582	3.25	vivam	NonStatic	Min		-24.187	-0.17	1.06	-0.2457	-3.7805	-0.041					
582	6.37643	vivam	NonStatic	Min		-24.187	-0.17	1.06	-0.2457	-7.0937	0.4915					
582	0	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		53.346	4.395	0.082	0.0101	0.0051	10.3006					
582	3.18821	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		53.346	4.395	0.082	0.0101	0.2631	3.7197					
582	3.25	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		53.346	4.395	0.082	0.0101	0.2682	3.9909					
582	3.25	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		48.796	2.29	0.106	0.0396	0.2666	0.4153					
582	6.37643	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		48.796	2.29	0.106	0.0396	0.4104	7.3507					

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P KN	V2		V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
						KN	KN				
582		0 ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	22.513	3	1.444	0.0825	0.0126	6.9742	
582	3.18824	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	22.513	3	1.444	0.0825	4.6126	2.5928	
582	3.25	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	22.513	3	1.444	0.0825	4.7018	2.7782	
582	3.25	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	19.391	1.702	1.126	0.0807	4.6862	0.2115	
582	6.37643	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	19.391	1.702	1.126	0.0807	8.1637	5.4948	
601	0	vivam	NonStatic	Max	-8.897	-0.038	-0.195	0.0832	-0.9636	-0.0674	
601	3.50985	vivam	NonStatic	Max	-8.897	-0.038	-0.195	0.0832	-0.2797	0.0645	
601	3.50985	vivam	NonStatic	Max	-8.685	-0.042	-0.095	0.0857	-0.2778	-0.0525	
601	7.01969	vivam	NonStatic	Max	-8.685	-0.042	-0.095	0.0857	0.0549	0.0944	
601	0	vivam	NonStatic	Min	-8.897	-0.038	-0.195	0.0832	-0.9636	-0.0674	
601	3.50985	vivam	NonStatic	Min	-8.897	-0.038	-0.195	0.0832	-0.2797	0.0645	
601	3.50985	vivam	NonStatic	Min	-8.685	-0.042	-0.095	0.0857	-0.2778	-0.0525	
601	7.01969	vivam	NonStatic	Min	-8.685	-0.042	-0.095	0.0857	0.0549	0.0944	
601	0	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	139.525	0.755	0.019	0.0079	0.0622	1.5263	
601	3.50985	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	139.525	0.755	0.019	0.0079	0.0301	1.1225	
601	3.50985	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	134.681	0.923	0.009222	0.0069	0.027	1.567	
601	7.01969	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	134.681	0.923	0.009222	0.0069	0.0089	1.6726	
601	0	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	94.687	0.509	0.021	0.1099	0.4162	1.0386	
601	3.50985	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	94.687	0.509	0.021	0.1099	0.4288	0.7479	
601	3.50985	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	91.355	0.641	0.133	0.0612	0.4258	1.1024	
601	7.01969	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	91.355	0.641	0.133	0.0612	0.0403	1.1472	
703	0	vivam	NonStatic	Max	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	0.0181	2.6959	
703	0.40577	vivam	NonStatic	Max	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	0.0096	2.1099	
703	0.81153	vivam	NonStatic	Max	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	0.0011	1.524	
703	1.2173	vivam	NonStatic	Max	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	-0.0074	0.9381	
703	1.62306	vivam	NonStatic	Max	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	-0.0159	0.3521	
703	2.02883	vivam	NonStatic	Max	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	-0.0244	-0.2338	
703	2.02883	vivam	NonStatic	Max	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	-0.025	-0.1855	
703	2.50191	vivam	NonStatic	Max	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	-0.0144	-0.3445	
703	2.97498	vivam	NonStatic	Max	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	-0.0039	-0.5034	
703	3.44806	vivam	NonStatic	Max	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	0.0067	-0.6623	
703	3.92114	vivam	NonStatic	Max	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	0.0173	-0.8213	
703	0	vivam	NonStatic	Min	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	0.0181	2.6959	

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
703	0.40577	vivam	NonStatic	Min	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	0.0096	2.1099
703	0.81153	vivam	NonStatic	Min	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	0.0011	1.524
703	1.2173	vivam	NonStatic	Min	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	-0.0074	0.9381
703	1.62306	vivam	NonStatic	Min	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	-0.0159	0.3521
703	2.02883	vivam	NonStatic	Min	-6.023	1.444	0.021	-0.0001589	-0.0244	-0.2338
703	2.02883	vivam	NonStatic	Min	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	-0.025	-0.1855
703	2.50191	vivam	NonStatic	Min	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	-0.0144	-0.3445
703	2.97498	vivam	NonStatic	Min	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	-0.0039	-0.5034
703	3.44806	vivam	NonStatic	Min	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	0.0067	-0.6623
703	3.92114	vivam	NonStatic	Min	-6.201	0.336	-0.022	0.0006074	0.0173	-0.8213
703	0	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.88	0.022	0.01	2.103E-05	0.0111	0.0646
703	0.40577	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.88	0.022	0.01	2.103E-05	0.007	0.0561
703	0.81153	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.88	0.022	0.01	2.103E-05	0.0029	0.0476
703	1.2173	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.88	0.022	0.01	2.103E-05	0.0013	0.0392
703	1.62306	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.88	0.022	0.01	2.103E-05	0.0054	0.0311
703	2.02883	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.88	0.022	0.01	2.103E-05	0.0095	0.0236
703	2.02883	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.974	0.11	0.013	1.177E-05	0.0146	0.0097
703	2.50191	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.974	0.11	0.013	1.177E-05	0.0084	0.0434
703	2.97498	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.974	0.11	0.013	1.177E-05	0.0022	0.0953
703	3.44806	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.974	0.11	0.013	1.177E-05	0.0041	0.1474
703	3.92114	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.974	0.11	0.013	1.177E-05	0.0103	0.1994
703	0	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.246	0.061	0.013	6.365E-05	0.0135	0.0492
703	0.40577	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.246	0.061	0.013	6.365E-05	0.0081	0.0278
703	0.81153	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.246	0.061	0.013	6.365E-05	0.0027	0.0185
703	1.2173	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.246	0.061	0.013	6.365E-05	0.0027	0.0335
703	1.62306	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.246	0.061	0.013	6.365E-05	0.0082	0.0559
703	2.02883	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.246	0.061	0.013	6.365E-05	0.0136	0.0796
703	2.02883	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.328	0.039	0.022	0.0001247	0.0246	0.0068
703	2.50191	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.328	0.039	0.022	0.0001247	0.0141	0.0188
703	2.97498	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.328	0.039	0.022	0.0001247	0.0037	0.0368
703	3.44806	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.328	0.039	0.022	0.0001247	0.0068	0.0551
703	3.92114	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.328	0.039	0.022	0.0001247	0.0173	0.0736
707	0	vivam	NonStatic	Max	18.477	2.442	0.02	-0.0033	0.0099	2.2812

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P		V2		V3		T	M2	M3
					KN	KN	KN	KN	KN	KN			
707	0.38799	vivam	NonStatic	Max	18.477	2.442	0.02	-0.0033	0.0023	1.3337			
707	0.77597	vivam	NonStatic	Max	18.477	2.442	0.02	-0.0033	-0.0053	0.3862			
707	1.16396	vivam	NonStatic	Max	18.477	2.442	0.02	-0.0033	-0.0129	-0.5613			
707	1.55194	vivam	NonStatic	Max	18.477	2.442	0.02	-0.0033	-0.0206	-1.5088			
707	0	vivam	NonStatic	Min	18.477	2.442	0.02	-0.0033	0.0099	2.2812			
707	0.38799	vivam	NonStatic	Min	18.477	2.442	0.02	-0.0033	0.0023	1.3337			
707	0.77597	vivam	NonStatic	Min	18.477	2.442	0.02	-0.0033	-0.0053	0.3862			
707	1.16396	vivam	NonStatic	Min	18.477	2.442	0.02	-0.0033	-0.0129	-0.5613			
707	1.55194	vivam	NonStatic	Min	18.477	2.442	0.02	-0.0033	-0.0206	-1.5088			
707	0	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.306	0.043	0.0005175	8.996E-05	0.0003642	0.075			
707	0.38799	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.306	0.043	0.0005175	8.996E-05	0.0002514	0.0778			
707	0.77597	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.306	0.043	0.0005175	8.996E-05	0.0002728	0.0839			
707	1.16396	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.306	0.043	0.0005175	8.996E-05	0.0004077	0.0926			
707	1.55194	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.306	0.043	0.0005175	8.996E-05	0.0005819	0.1033			
707	0	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.353	0.138	0.004313	0.000197	0.0011	0.2278			
707	0.38799	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.353	0.138	0.004313	0.000197	0.0006183	0.1743			
707	0.77597	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.353	0.138	0.004313	0.000197	0.0023	0.1209			
707	1.16396	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.353	0.138	0.004313	0.000197	0.0039	0.0681			
707	1.55194	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.353	0.138	0.004313	0.000197	0.0056	0.0209			
725	0	vivam	NonStatic	Max	0.063	-0.074	0.006505	4.953E-05	0.0042	-0.1145			
725	0.48473	vivam	NonStatic	Max	0.063	-0.074	0.006505	4.953E-05	0.0011	-0.0784			
725	0.96946	vivam	NonStatic	Max	0.063	-0.074	0.006505	4.953E-05	-0.0021	-0.0423			
725	1.4542	vivam	NonStatic	Max	0.063	-0.074	0.006505	4.953E-05	-0.0052	-0.0062			
725	1.4542	vivam	NonStatic	Max	0.064	0.054	-0.019	7.772E-05	-0.0124	-0.0023			
725	1.93893	vivam	NonStatic	Max	0.064	0.054	-0.019	7.772E-05	-0.0033	-0.0285			
725	2.42366	vivam	NonStatic	Max	0.064	0.054	-0.019	7.772E-05	0.0057	-0.0548			
725	2.90839	vivam	NonStatic	Max	0.064	0.054	-0.019	7.772E-05	0.0148	-0.0811			
725	0	vivam	NonStatic	Min	0.063	-0.074	0.006505	4.953E-05	0.0042	-0.1145			
725	0.48473	vivam	NonStatic	Min	0.063	-0.074	0.006505	4.953E-05	0.0011	-0.0784			
725	0.96946	vivam	NonStatic	Min	0.063	-0.074	0.006505	4.953E-05	-0.0021	-0.0423			
725	1.4542	vivam	NonStatic	Min	0.063	-0.074	0.006505	4.953E-05	-0.0052	-0.0062			
725	1.4542	vivam	NonStatic	Min	0.064	0.054	-0.019	7.772E-05	-0.0124	-0.0023			
725	1.93893	vivam	NonStatic	Min	0.064	0.054	-0.019	7.772E-05	0.0057	-0.0548			

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
725	2.42366	vivam	NonStatic	Min	0.064	0.054	-0.019	7.772E-05	0.0057	-0.0548
725	2.90839	vivam	NonStatic	Min	0.064	0.054	-0.019	7.772E-05	0.0148	-0.0811
725	0	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.712	0.065	0.014	0.0001772	0.0134	0.0631
725	0.48473	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.712	0.065	0.014	0.0001772	0.0068	0.0323
725	0.96946	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.712	0.065	0.014	0.0001772	0.0009351	0.0101
725	1.4542	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.712	0.065	0.014	0.0001772	0.0067	0.034
725	1.4542	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.813	0.047	0.052	0.0001481	0.0325	0.0415
725	1.93893	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.813	0.047	0.052	0.0001481	0.0071	0.0619
725	2.42366	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.813	0.047	0.052	0.0001481	0.0183	0.0835
725	2.90839	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.813	0.047	0.052	0.0001481	0.0438	0.1056
725	0	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.638	0.047	0.003444	6.041E-05	0.0028	0.0488
725	0.48473	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.638	0.047	0.003444	6.041E-05	0.0013	0.028
725	0.96946	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.638	0.047	0.003444	6.041E-05	0.0012	0.0143
725	1.4542	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.638	0.047	0.003444	6.041E-05	0.0026	0.0256
725	1.4542	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.646	0.057	0.029	7.017E-05	0.0172	0.0275
725	1.93893	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.646	0.057	0.029	7.017E-05	0.0033	0.0094
725	2.42366	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.646	0.057	0.029	7.017E-05	0.0107	0.0306
725	2.90839	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.646	0.057	0.029	7.017E-05	0.0246	0.0575
743	0	vivam	NonStatic	Max	-0.063	-0.068	-0.00122	7.996E-06	-0.0007387	-0.099
743	0.49264	vivam	NonStatic	Max	-0.063	-0.068	-0.00122	7.996E-06	-0.0001376	-0.0657
743	0.98528	vivam	NonStatic	Max	-0.063	-0.068	-0.00122	7.996E-06	0.0004636	-0.0323
743	1.47792	vivam	NonStatic	Max	-0.063	-0.068	-0.00122	7.996E-06	0.0011	0.001
743	0	vivam	NonStatic	Min	-0.063	-0.068	-0.00122	7.996E-06	-0.0007387	-0.099
743	0.49264	vivam	NonStatic	Min	-0.063	-0.068	-0.00122	7.996E-06	-0.0001376	-0.0657
743	0.98528	vivam	NonStatic	Min	-0.063	-0.068	-0.00122	7.996E-06	0.0004636	-0.0323
743	1.47792	vivam	NonStatic	Min	-0.063	-0.068	-0.00122	7.996E-06	0.0011	0.001
743	0	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.04	0.162	0.002628	4.276E-05	0.001	0.2377
743	0.49264	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.04	0.162	0.002628	4.276E-05	0.000438	0.1579
743	0.98528	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.04	0.162	0.002628	4.276E-05	0.0016	0.0781
743	1.47792	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.04	0.162	0.002628	4.276E-05	0.0029	0.0017
743	0	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.091	0.087	0.001561	2.911E-05	0.0019	0.1264
743	0.49264	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.091	0.087	0.001561	2.911E-05	0.0013	0.0837
743	0.98528	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.091	0.087	0.001561	2.911E-05	0.0009451	0.041

Continúa...

Tabla 4.8 Fuerzas en los elementos.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
743	1.47792	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.091	0.087	0.001561	2.911E-05	0.0011	0.0017
889	0	vivam	NonStatic	Max	-1.512	0.0005196	0.001494	-0.0048	0.0047	0.0001691
889	2.81325	vivam	NonStatic	Max	-1.512	0.0005196	0.001494	-0.0048	0.0004758	-0.0013
889	4.83595	vivam	NonStatic	Max	-1.512	0.0005196	0.001494	-0.0048	-0.0025	-0.0023
889	4.83595	vivam	NonStatic	Max	-1.533	-0.03	-0.206	-0.0082	-0.0498	-0.0135
889	5.62651	vivam	NonStatic	Max	-1.533	-0.03	-0.206	-0.0082	0.1128	0.0099
889	0	vivam	NonStatic	Min	-1.512	0.0005196	0.001494	-0.0048	0.0047	0.0001691
889	2.81325	vivam	NonStatic	Min	-1.512	0.0005196	0.001494	-0.0048	0.0004758	-0.0013
889	4.83595	vivam	NonStatic	Min	-1.512	0.0005196	0.001494	-0.0048	-0.0025	-0.0023
889	4.83595	vivam	NonStatic	Min	-1.533	-0.03	-0.206	-0.0082	-0.0498	-0.0135
889	5.62651	vivam	NonStatic	Min	-1.533	-0.03	-0.206	-0.0082	0.1128	0.0099
889	0	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.573	0.003191	0.006405	0.0031	0.0206	0.0042
889	2.81325	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.573	0.003191	0.006405	0.0031	0.0026	0.0048
889	4.83595	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.573	0.003191	0.006405	0.0031	0.0104	0.0113
889	4.83595	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.641	0.028	0.18	0.0025	0.0446	0.0189
889	5.62651	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.641	0.028	0.18	0.0025	0.0981	0.0068
889	0	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.974	0.0005636	0.001153	0.002	0.0037	0.0009787
889	2.81325	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.974	0.0005636	0.001153	0.002	0.0004242	0.0006287
889	4.83595	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.974	0.0005636	0.001153	0.002	0.0019	0.0018
889	4.83595	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.633	0.007561	0.045	0.0018	0.0114	0.014
889	5.62651	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.633	0.007561	0.045	0.0018	0.0239	0.0168
896	0.12357	vivam	NonStatic	Max	-226.481	0.95	-0.065	0	-0.4146	6.0585
896	3.3118	vivam	NonStatic	Max	-226.481	0.95	-0.065	0	-0.2073	3.0292
896	6.50004	vivam	NonStatic	Max	-226.481	0.95	-0.065	0	1.552E-16	-1.809E-15
896	0.12357	vivam	NonStatic	Min	-226.481	0.95	-0.065	0	-0.4146	6.0585
896	3.3118	vivam	NonStatic	Min	-226.481	0.95	-0.065	0	-0.2073	3.0292
896	6.50004	vivam	NonStatic	Min	-226.481	0.95	-0.065	0	1.552E-16	-1.809E-15
896	0.12357	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.702	1.053	0.139	4.33E-20	0.8858	6.713
896	3.3118	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.702	1.053	0.139	4.33E-20	0.4429	3.3565
896	6.50004	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.702	1.053	0.139	4.33E-20	7.691E-16	1.754E-16
896	0.12357	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.389	0.081	2.132	2.733E-20	13.5933	0.5153
896	3.3118	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.389	0.081	2.132	2.733E-20	6.7966	0.2576
896	6.50004	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.389	0.081	2.132	2.733E-20	1.394E-14	3.403E-16

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
13	20	vivam	NonStatic	Max	-0.023	0.012	4.632	0	8.674E-19	0
13	25	vivam	NonStatic	Max	0.023	-0.012	-4.632	-0.0177	-0.0338	0
13	20	vivam	NonStatic	Min	-0.023	0.012	4.632	0	8.674E-19	0
13	25	vivam	NonStatic	Min	0.023	-0.012	-4.632	-0.0177	-0.0338	0
13	20	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.751	0.649	25.841	1.346E-16	3.529E-16	1.51E-18
13	25	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.751	0.649	25.841	0.9338	1.0815	1.51E-18
13	20	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.096	3.18	23.018	2.004E-15	2.955E-16	2.358E-17
13	25	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.096	3.18	23.018	4.5798	0.1376	2.358E-17
13	25	vivam	NonStatic	Max	0.096	0.152	4.38	-0.126	0.0923	0.0388
13	33	vivam	NonStatic	Max	-0.096	-0.152	-4.38	-0.1496	0.0823	-0.0388
13	25	vivam	NonStatic	Min	0.096	0.152	4.38	-0.126	0.0923	0.0388
13	33	vivam	NonStatic	Min	-0.096	-0.152	-4.38	-0.1496	0.0823	-0.0388
13	25	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.68	0.877	20.368	1.0026	2.3947	0.0498
13	33	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.68	0.877	20.368	0.5869	0.6497	0.0498
13	25	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.306	5.221	5.497	5.2647	4.2994	0.5202
13	33	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.306	5.221	5.497	4.185	1.6859	0.521
13	33	vivam	NonStatic	Max	-0.198	-0.723	4.155	0.3689	-0.1012	-0.054
13	28	vivam	NonStatic	Max	0.198	0.723	-4.155	0.4052	-0.1115	0.0539
13	33	vivam	NonStatic	Min	-0.198	-0.723	4.155	0.3689	-0.1012	-0.054
13	28	vivam	NonStatic	Min	0.198	0.723	-4.155	0.4052	-0.1115	0.0539
13	33	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.222	0.501	21.884	0.2911	0.2547	0.1801
13	28	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.222	0.501	21.884	0.3337	0.26015	0.1802
13	33	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.872	10.292	22.908	4.8103	1.4586	0.7943
13	28	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.872	10.292	22.908	6.2038	0.8341	0.7959
13	28	vivam	NonStatic	Max	0.089	-0.06	5.088	0.0595	0.0068	-0.0392
13	21	vivam	NonStatic	Max	-0.089	0.06	-5.088	0.0704	0.1882	0.0392
13	28	vivam	NonStatic	Min	0.089	-0.06	5.088	0.0595	0.0068	-0.0392
13	21	vivam	NonStatic	Min	-0.089	0.06	-5.088	0.0704	0.1882	0.0392
13	28	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.397	0.455	17.31	0.6108	0.637	0.0404
13	21	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.397	0.455	17.31	0.3822	0.3005	0.0404
13	28	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.164	1.278	5.181	1.6032	3.1652	0.1534
13	21	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.164	1.278	5.181	1.184	1.5539	0.1534

Continúa...

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

Frame		Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
95	774	vivam	NonStatic	Max	9.968	0.439	31.046	0.0641	29.202	-0.1379	
95	2129	vivam	NonStatic	Max	-9.968	-0.439	-31.046	-0.0641	-5.908	-0.1916	
95	774	vivam	NonStatic	Min	9.968	0.439	31.046	0.0641	29.202	-0.1379	
95	2129	vivam	NonStatic	Min	-9.968	-0.439	-31.046	-0.0641	-5.908	-0.1916	
95	774	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.789	0.217	1.153	0.028	2.869	0.1486	
95	2129	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.789	0.217	1.153	0.028	2.0129	0.0297	
95	774	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.324	0.789	0.522	0.1048	1.0693	0.6427	
95	2129	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.324	0.789	0.522	0.1048	0.6963	0.0689	
95	2129	vivam	NonStatic	Max	3.512	1.152	18.613	0.1461	3.5015	-0.1485	
95	860	vivam	NonStatic	Max	-3.512	-1.152	-18.613	-0.1461	6.7414	-0.4856	
95	2129	vivam	NonStatic	Min	3.512	1.152	18.613	0.1461	3.5015	-0.1485	
95	860	vivam	NonStatic	Min	-3.512	-1.152	-18.613	-0.1461	6.7414	-0.4856	
95	2129	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.493	0.2	0.572	0.0252	1.9376	0.0399	
95	860	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.493	0.2	0.572	0.0252	1.6251	0.0736	
95	2129	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.219	1.27	0.302	0.1589	0.6601	0.3416	
95	860	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.219	1.27	0.302	0.1589	0.5011	0.3584	
95	860	vivam	NonStatic	Max	70.945	3.295	4.614	0.4103	-15.955	-0.6193	
95	54	vivam	NonStatic	Max	-70.945	-3.295	-4.614	-0.4103	16.8777	-0.0398	
95	860	vivam	NonStatic	Min	70.945	3.295	4.614	0.4103	-15.955	-0.6193	
95	54	vivam	NonStatic	Min	-70.945	-3.295	-4.614	-0.4103	16.8777	-0.0398	
95	860	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.815	0.584	0.142	0.0726	1.3447	0.0785	
95	54	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.815	0.584	0.142	0.0726	1.3167	0.0426	
95	860	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.181	2.465	0.075	0.3063	0.3637	0.3136	
95	54	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.181	2.465	0.075	0.3063	0.3505	0.187	
440	59	vivam	NonStatic	Max	2.261	0.179	-0.763	0.0233	0.1208	0.1446	
440	1184	vivam	NonStatic	Max	-2.261	-0.179	0.763	-0.0233	0.452	-0.0105	
440	59	vivam	NonStatic	Min	2.261	0.179	-0.763	0.0233	0.1208	0.1446	
440	1184	vivam	NonStatic	Min	-2.261	-0.179	0.763	-0.0233	0.452	-0.0105	
440	59	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	3.776	0.11	0.75	0.0148	2.2955	0.0485	
440	1184	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	3.776	0.11	0.75	0.0148	1.7495	0.0401	
440	59	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.348	0.401	0.193	0.0535	0.2308	0.2033	
440	1184	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.348	0.401	0.193	0.0535	0.1316	0.098	

Continúa...

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

TABLE: Element Joint Forces - Frames												
Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3		
Text	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
440	1184	vivam	NonStatic	Max	3.705	0.04	-0.723	0.0057	-0.4542	0.0046		
440	177	vivam	NonStatic	Max	-3.705	-0.04	0.723	-0.0057	0.9969	0.0255		
440	1184	vivam	NonStatic	Min	3.705	0.04	-0.723	0.0057	-0.4542	0.0046		
440	177	vivam	NonStatic	Min	-3.705	-0.04	0.723	-0.0057	0.9969	0.0255		
440	1184	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.409	0.053	0.648	0.0076	1.7486	0.0339		
440	177	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.409	0.053	0.648	0.0076	1.2862	0.0708		
440	1184	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.423	0.104	0.218	0.0156	0.1313	0.062		
440	177	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.423	0.104	0.218	0.0156	0.1634	0.1337		
440	177	vivam	NonStatic	Max	4.984	-0.017	-0.74	-0.0021	-0.9575	-0.0079		
440	1301	vivam	NonStatic	Max	-4.984	0.017	0.74	0.0021	1.5497	-0.0056		
440	177	vivam	NonStatic	Min	4.984	-0.017	-0.74	-0.0021	-0.9575	-0.0079		
440	1301	vivam	NonStatic	Min	-4.984	0.017	0.74	0.0021	1.5497	-0.0056		
440	177	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.422	0.08	0.575	0.0106	1.4665	0.0399		
440	1301	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.422	0.08	0.575	0.0106	1.0414	0.0252		
440	177	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.089	0.092	0.201	0.0118	0.4045	0.0494		
440	1301	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.089	0.092	0.201	0.0118	0.5304	0.0257		
440	1301	vivam	NonStatic	Max	6.335	0.021	-0.776	0.0026	-1.5526	0.0049		
440	295	vivam	NonStatic	Max	-6.335	-0.021	0.776	-0.0026	2.1732	0.012		
440	1301	vivam	NonStatic	Min	6.335	0.021	-0.776	0.0026	-1.5526	0.0049		
440	295	vivam	NonStatic	Min	-6.335	-0.021	0.776	-0.0026	2.1732	0.012		
440	1301	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.757	0.107	0.635	0.0143	1.0391	0.0275		
440	295	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.757	0.107	0.635	0.0143	0.5897	0.0588		
440	1301	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.73	0.131	0.149	0.0178	0.5308	0.0357		
440	295	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.73	0.131	0.149	0.0178	0.6331	0.0697		
440	295	vivam	NonStatic	Max	6.711	-0.061	0.073	-0.0082	-1.9711	-0.0052		
440	1502	vivam	NonStatic	Max	-6.711	0.061	-0.073	0.0082	1.9692	0.0035		
440	295	vivam	NonStatic	Min	6.711	-0.061	0.073	-0.0082	-1.9711	-0.0052		
440	1502	vivam	NonStatic	Min	-6.711	0.061	-0.073	0.0082	1.9692	0.0035		
440	295	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.973	0.068	0.038	0.0089	0.6626	0.1195		
440	1502	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.973	0.068	0.038	0.0089	0.6616	0.1178		
440	295	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.573	0.04	0.018	0.0053	0.7363	0.1097		
440	1502	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.573	0.04	0.018	0.0053	0.7358	0.1101		

Continúa...

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

TABLE: Element Joint Forces - Frames													
Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3			
	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m			
440	1502	vivam	NonStatic	Max	6.848	-0.053	0.0005735	-0.007	-1.9579	-0.000238			
440	1483	vivam	NonStatic	Max	-6.848	0.053	-0.0005735	0.007	1.9579	0.00002723			
440	1502	vivam	NonStatic	Min	6.848	-0.053	0.0005735	-0.007	-1.9579	-0.000238			
440	1483	vivam	NonStatic	Min	-6.848	0.053	-0.0005735	0.007	1.9579	0.00002723			
440	1502	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.867	0.048	0.0002804	0.0064	0.6557	0.0112			
440	1483	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.867	0.048	0.0002804	0.0064	0.6557	0.011			
440	1502	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.472	0.045	0.0001405	0.006	0.7331	0.01			
440	1483	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.472	0.045	0.0001405	0.006	0.7331	0.0101			
440	1483	vivam	NonStatic	Max	6.827	-0.061	0.117	-0.0082	-1.9477	-0.0017			
440	1484	vivam	NonStatic	Max	-6.827	0.061	-0.117	0.0082	1.9413	-0.0017			
440	1483	vivam	NonStatic	Min	6.827	-0.061	0.117	-0.0082	-1.9477	-0.0017			
440	1484	vivam	NonStatic	Min	-6.827	0.061	-0.117	0.0082	1.9413	-0.0017			
440	1483	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.858	0.059	0.05	0.0078	0.6522	0.0029			
440	1484	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.858	0.059	0.05	0.0078	0.6494	0.000575			
440	1483	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.461	0.037	0.03	0.0049	0.7308	0.001			
440	1484	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.461	0.037	0.03	0.0049	0.7292	0.0019			
440	1484	vivam	NonStatic	Max	6.918	-0.077	0.008565	-0.0103	-1.9275	-0.0007337			
440	1501	vivam	NonStatic	Max	-6.918	0.077	-0.008565	0.0103	1.9273	-0.0007603			
440	1484	vivam	NonStatic	Min	6.918	-0.077	0.008565	-0.0103	-1.9275	-0.0007337			
440	1501	vivam	NonStatic	Min	-6.918	0.077	-0.008565	0.0103	1.9273	-0.0007603			
440	1484	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.71	0.066	0.003599	0.0088	0.6436	0.0014			
440	1501	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.71	0.066	0.003599	0.0088	0.6435	0.0002229			
440	1484	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.381	0.032	0.002206	0.0042	0.726	0.0005491			
440	1501	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.381	0.032	0.002206	0.0042	0.726	0.0008742			
440	1501	vivam	NonStatic	Max	6.85	-0.059	0.194	-0.0079	-1.8922	-0.0033			
440	1485	vivam	NonStatic	Max	-6.85	0.059	-0.194	0.0079	1.8703	-0.0034			
440	1501	vivam	NonStatic	Min	6.85	-0.059	0.194	-0.0079	-1.8922	-0.0033			
440	1485	vivam	NonStatic	Min	-6.85	0.059	-0.194	0.0079	1.8703	-0.0034			
440	1501	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.552	0.05	0.081	0.0067	0.6291	0.0031			
440	1485	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.552	0.05	0.081	0.0067	0.6201	0.0025			
440	1501	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.29	0.036	0.051	0.0048	0.7174	0.0018			
440	1485	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.29	0.036	0.051	0.0048	0.712	0.0022			

Continúa...

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
440	1485	vivam	NonStatic	Max	6.941	-0.085	0.007708	-0.0113	-1.8484	-0.0009012
440	1500	vivam	NonStatic	Max	-6.941	0.085	-0.007708	0.0113	1.8482	-0.000953
440	1485	vivam	NonStatic	Min	6.941	-0.085	0.007708	-0.0113	-1.8484	-0.0009012
440	1500	vivam	NonStatic	Min	-6.941	0.085	-0.007708	0.0113	1.8482	-0.000953
440	1485	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.392	0.062	0.00321	0.0082	0.6107	0.0009327
440	1500	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.392	0.062	0.00321	0.0082	0.6106	0.0004221
440	1485	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.212	0.03	0.002032	0.004	0.7063	0.0001808
440	1500	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.212	0.03	0.002032	0.004	0.7063	0.0005164
440	1500	vivam	NonStatic	Max	6.851	-0.058	0.288	-0.0078	-1.809	-0.0048
440	1486	vivam	NonStatic	Max	-6.851	0.058	-0.288	0.0078	1.7612	-0.0048
440	1500	vivam	NonStatic	Min	6.851	-0.058	0.288	-0.0078	-1.809	-0.0048
440	1486	vivam	NonStatic	Min	-6.851	0.058	-0.288	0.0078	1.7612	-0.0048
440	1500	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.185	0.042	0.121	0.0057	0.5939	0.0037
440	1486	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.185	0.042	0.121	0.0057	0.5739	0.0034
440	1500	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.088	0.04	0.077	0.0053	0.6963	0.0032
440	1486	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.088	0.04	0.077	0.0053	0.6842	0.0034
440	1486	vivam	NonStatic	Max	6.926	-0.05	0.002729	-0.0067	-1.7419	-0.0003281
440	1499	vivam	NonStatic	Max	-6.926	0.05	-0.002729	0.0067	1.7418	-0.0003972
440	1486	vivam	NonStatic	Min	6.926	-0.05	0.002729	-0.0067	-1.7419	-0.0003281
440	1499	vivam	NonStatic	Min	-6.926	0.05	-0.002729	0.0067	1.7418	-0.0003972
440	1486	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.942	0.097	0.001159	0.013	0.5646	0.0008434
440	1499	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.942	0.097	0.001159	0.013	0.5646	0.000556
440	1486	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.943	0.024	0.0007443	0.0031	0.6786	0.0001576
440	1499	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.943	0.024	0.0007443	0.0031	0.6786	0.0002494
440	1499	vivam	NonStatic	Max	6.789	-0.055	0.388	-0.0072	-1.7067	0.0049
440	1448	vivam	NonStatic	Max	-6.789	0.055	-0.388	0.0072	1.6197	-0.0172
440	1499	vivam	NonStatic	Min	6.789	-0.055	0.388	-0.0072	-1.7067	0.0049
440	1448	vivam	NonStatic	Min	-6.789	0.055	-0.388	0.0072	1.6197	-0.0172
440	1499	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.661	0.025	0.166	0.0035	0.5484	0.0164
440	1448	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.661	0.025	0.166	0.0035	0.5114	0.0113
440	1499	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.767	0.053	0.107	0.007	0.6692	0.0056
440	1448	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.767	0.053	0.107	0.007	0.6466	0.0147

Continúa...

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

TABLE: Element Joint Forces - Frames													
Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3			
Text	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m			
440	1448	vivam	NonStatic	Max	6.34	-0.032	0.503	-0.0043	-1.584	0.0059			
440	1464	vivam	NonStatic	Max	-6.34	0.032	-0.503	0.0043	1.3884	-0.0184			
440	1448	vivam	NonStatic	Min	6.34	-0.032	0.503	-0.0043	-1.584	0.0059			
440	1464	vivam	NonStatic	Min	-6.34	0.032	-0.503	0.0043	1.3884	-0.0184			
440	1448	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.752	0.023	0.241	0.0033	0.4841	0.0059			
440	1464	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.752	0.023	0.241	0.0033	0.3912	0.0046			
440	1448	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.42	0.057	0.158	0.0076	0.637	0.0111			
440	1464	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.42	0.057	0.158	0.0076	0.5815	0.0127			
440	1464	vivam	NonStatic	Max	5.625	-0.003613	0.509	-0.0003714	-1.3653	-0.0017			
440	1138	vivam	NonStatic	Max	-5.625	0.003613	-0.509	0.0003714	1.1675	0.0003373			
440	1464	vivam	NonStatic	Min	5.625	-0.003613	0.509	-0.0003714	-1.3653	-0.0017			
440	1138	vivam	NonStatic	Min	-5.625	0.003613	-0.509	0.0003714	1.1675	0.0003373			
440	1464	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.621	0.024	0.267	0.0033	0.3768	0.006			
440	1138	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.621	0.024	0.267	0.0033	0.2746	0.0035			
440	1464	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.815	0.053	0.172	0.0072	0.5763	0.0076			
440	1138	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.815	0.053	0.172	0.0072	0.519	0.0133			
440	1138	vivam	NonStatic	Max	5.016	0.032	0.505	0.0044	-1.1521	0.0102			
440	1453	vivam	NonStatic	Max	-5.016	-0.032	-0.505	-0.0044	0.9556	0.0021			
440	1138	vivam	NonStatic	Min	5.016	0.032	0.505	0.0044	-1.1521	0.0102			
440	1453	vivam	NonStatic	Min	-5.016	-0.032	-0.505	-0.0044	0.9556	0.0021			
440	1138	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.513	0.031	0.29	0.0043	0.2644	0.0142			
440	1453	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.513	0.031	0.29	0.0043	0.1563	0.0058			
440	1138	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.095	0.041	0.183	0.0057	0.5149	0.0087			
440	1453	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.095	0.041	0.183	0.0057	0.4574	0.0132			
440	1453	vivam	NonStatic	Max	4.553	0.073	0.482	0.0099	-0.9478	0.0013			
440	56	vivam	NonStatic	Max	-4.553	-0.073	-0.482	-0.0099	0.7602	0.0269			
440	1453	vivam	NonStatic	Min	4.553	0.073	0.482	0.0099	-0.9478	0.0013			
440	56	vivam	NonStatic	Min	-4.553	-0.073	-0.482	-0.0099	0.7602	0.0269			
440	1453	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.446	0.043	0.306	0.0058	0.1514	0.0133			
440	56	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.446	0.043	0.306	0.0058	0.061	0.0199			
440	1453	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.256	0.051	0.19	0.0069	0.4558	0.0076			
440	56	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.256	0.051	0.19	0.0069	0.4022	0.0188			

Continúa...

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

Frame		Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
582	893	vivam	NonStatic	Max	0.246	-1.16	24.385	-0.0152	0.6777		0.1079
582	924	vivam	NonStatic	Max	-0.246	1.16	-24.385	3.7847	0.1231		-0.1079
582	893	vivam	NonStatic	Min	0.246	-1.16	24.385	-0.0152	0.6777		0.1079
582	924	vivam	NonStatic	Min	-0.246	1.16	-24.385	3.7847	0.1231		-0.1079
582	893	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.395	0.082	53.346	0.0051	10.3006		0.0101
582	924	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	4.395	0.082	53.346	0.2682	3.9909		0.0101
582	893	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3	1.444	22.513	0.0126	6.9742		0.0825
582	924	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3	1.444	22.513	4.7018	2.7782		0.0825
582	924	vivam	NonStatic	Max	0.17	-1.06	24.187	-3.7805	0.041		0.2457
582	386	vivam	NonStatic	Max	-0.17	1.06	-24.187	7.2247	0.5126		-0.2457
582	924	vivam	NonStatic	Min	0.17	-1.06	24.187	-3.7805	0.041		0.2457
582	386	vivam	NonStatic	Min	-0.17	1.06	-24.187	7.2247	0.5126		-0.2457
582	924	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.29	0.106	48.796	0.2666	0.4153		0.0396
582	386	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	2.29	0.106	48.796	0.4204	7.6333		0.0396
582	924	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.702	1.126	19.391	4.6862	0.2115		0.0807
582	386	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	1.702	1.126	19.391	8.3019	5.705		0.0807
601	916	vivam	NonStatic	Max	-3.394	0.195	-8.224	0.9304	0.8581		-0.2708
601	925	vivam	NonStatic	Max	3.394	-0.195	8.224	-0.297	-0.7264		0.0126
601	916	vivam	NonStatic	Min	-3.394	0.195	-8.224	0.9304	0.8581		-0.2708
601	925	vivam	NonStatic	Min	3.394	-0.195	8.224	-0.297	-0.7264		0.0126
601	916	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	53.383	0.027	128.911	0.059	13.9286		0.0255
601	925	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	53.383	0.027	128.911	0.0283	11.2845		0.0122
601	916	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	36.225	0.022	87.484	0.4253	9.4561		0.0559
601	925	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	36.225	0.022	87.484	0.4367	7.6702		0.0639
601	925	vivam	NonStatic	Max	-3.318	0.095	-8.026	0.2929	0.8245		-0.0178
601	893	vivam	NonStatic	Max	3.318	-0.095	8.026	-0.0152	-0.6777		-0.1079
601	925	vivam	NonStatic	Min	-3.318	0.095	-8.026	0.2929	0.8245		-0.0178
601	893	vivam	NonStatic	Min	3.318	-0.095	8.026	-0.0152	-0.6777		-0.1079
601	925	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	51.711	0.012	124.361	0.0264	13.5401		0.0087
601	893	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	51.711	0.012	124.361	0.0051	10.3006		0.0101
601	925	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	35.09	0.127	84.349	0.4204	9.2239		0.0933
601	893	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	35.09	0.127	84.349	0.0126	6.9742		0.0825

Continúa...

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

TABLE: Element Joint Forces - Frames												
Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3		
	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
703	703	vivam	NonStatic	Max	-5.572	2.286	-1.443	-0.8607	-2.073	0.0181		
703	929	vivam	NonStatic	Max	5.572	-2.286	1.443	-0.2606	-0.6336	0.0244		
703	703	vivam	NonStatic	Min	-5.572	2.286	-1.443	-0.8607	-2.073	0.0181		
703	929	vivam	NonStatic	Min	5.572	-2.286	1.443	-0.2606	-0.6336	0.0244		
703	703	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.809	0.346	0.022	0.0489	0.1159	0.0111		
703	929	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.809	0.346	0.022	0.0343	0.0808	0.0095		
703	703	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.994	1.255	0.061	0.1104	0.264	0.0135		
703	929	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	2.994	1.255	0.061	0.0638	0.1515	0.0136		
703	929	vivam	NonStatic	Max	-5.72	2.394	-0.336	0.2509	0.5997	-0.025		
703	386	vivam	NonStatic	Max	5.72	-2.394	0.336	-0.5118	-1.2294	-0.0203		
703	929	vivam	NonStatic	Min	-5.72	2.394	-0.336	0.2509	0.5997	-0.025		
703	386	vivam	NonStatic	Min	5.72	-2.394	0.336	-0.5118	-1.2294	-0.0203		
703	929	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.895	0.385	0.11	0.0256	0.0593	0.0146		
703	386	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.895	0.385	0.11	0.1103	0.2637	0.0121		
703	929	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.066	1.294	0.039	0.0966	0.2292	0.0246		
703	386	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.066	1.294	0.039	0.0703	0.1657	0.0203		
707	703	vivam	NonStatic	Max	-18.476	0.013	-2.447	-0.0741	3.6892	0.5955		
707	2238	vivam	NonStatic	Max	18.476	-0.013	2.447	0.0727	0.1009	-0.5651		
707	703	vivam	NonStatic	Min	-18.476	0.013	-2.447	-0.0741	3.6892	0.5955		
707	2238	vivam	NonStatic	Min	18.476	-0.013	2.447	0.0727	0.1009	-0.5651		
707	703	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.306	0.0005644	0.043	0.0014	0.0932	0.0095		
707	2238	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.306	0.0005644	0.043	0.0014	0.1112	0.0098		
707	703	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.353	0.004416	0.139	0.005	0.2521	0.0104		
707	2238	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.353	0.004416	0.139	0.0049	0.0395	0.0161		
725	148	vivam	NonStatic	Max	-0.056	0.03	0.074	-0.0423	-0.1028	0.0042		
725	949	vivam	NonStatic	Max	0.056	-0.03	-0.074	0.0008138	0.0027	0.0052		
725	148	vivam	NonStatic	Min	-0.056	0.03	0.074	-0.0423	-0.1028	0.0042		
725	949	vivam	NonStatic	Min	0.056	-0.03	-0.074	0.0008138	0.0027	0.0052		
725	148	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.282	2.174	0.065	0.1377	0.3347	0.0134		
725	949	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.282	2.174	0.065	0.1019	0.2483	0.0067		
725	148	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.361	1.391	0.047	0.0607	0.1466	0.0028		
725	949	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.361	1.391	0.047	0.0828	0.1999	0.0026		

Continúa...

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

TABLE: Element Joint Forces - Frames												
Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3		
	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
725	949	vivam	NonStatic	Max	-0.067	0.007385	-0.054	-0.0005459	0.0015	-0.0124		
725	208	vivam	NonStatic	Max	0.067	-0.007385	0.054	0.0307	0.0714	-0.0148		
725	949	vivam	NonStatic	Min	-0.067	0.007385	-0.054	-0.0005459	0.0015	-0.0124		
725	208	vivam	NonStatic	Min	0.067	-0.007385	0.054	0.0307	0.0714	-0.0148		
725	949	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.391	2.176	0.047	0.0992	0.247	0.0325		
725	208	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	5.391	2.176	0.047	0.0789	0.1978	0.0438		
725	949	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.379	1.369	0.057	0.0822	0.2025	0.0172		
725	208	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	3.379	1.369	0.057	0.0526	0.1311	0.0246		
743	951	vivam	NonStatic	Max	0.023	-0.059	0.068	-0.0951	-0.0416	-0.0027		
743	952	vivam	NonStatic	Max	-0.023	0.059	-0.068	0.0027	0.0033	0.0009271		
743	951	vivam	NonStatic	Min	0.023	-0.059	0.068	-0.0951	-0.0416	-0.0027		
743	952	vivam	NonStatic	Min	-0.023	0.059	-0.068	0.0027	0.0033	0.0009271		
743	951	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.016	0.037	0.162	0.2186	0.0963	0.0012		
743	952	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	0.016	0.037	0.162	0.0033	0.0048	0.0034		
743	951	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.036	0.084	0.087	0.1141	0.0502	0.0016		
743	952	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.036	0.084	0.087	0.0074	0.0028	0.0028		
889	9	vivam	NonStatic	Max	-1.279	-0.001494	-0.806	-0.0066	0.0766	0.0014		
889	(1394)	vivam	NonStatic	Max	1.279	0.001494	0.806	0.0027	-0.0791	0.0047		
889	9	vivam	NonStatic	Min	-1.279	-0.001494	-0.806	-0.0066	0.0766	0.0014		
889	(1394)	vivam	NonStatic	Min	1.279	0.001494	0.806	0.0027	-0.0791	0.0047		
889	9	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	3.867	0.006405	2.441	0.0139	0.2281	0.0156		
889	(1394)	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	3.867	0.006405	2.441	0.0027	0.2436	0.0106		
889	9	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.825	0.001153	0.519	0.0036	0.0502	0.0022		
889	(1394)	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.825	0.001153	0.519	0.0009091	0.0486	0.0026		
889	(1394)	vivam	NonStatic	Max	-1.313	0.206	-0.792	0.0284	0.0914	-0.0409		
889	8	vivam	NonStatic	Max	1.313	-0.206	0.792	0.0583	-0.0679	-0.0966		
889	(1394)	vivam	NonStatic	Min	-1.313	0.206	-0.792	0.0284	0.0914	-0.0409		
889	8	vivam	NonStatic	Min	1.313	-0.206	0.792	0.0583	-0.0679	-0.0966		
889	(1394)	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	3.941	0.18	2.452	0.0296	0.2524	0.0341		
889	8	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	3.941	0.18	2.452	0.0465	0.2309	0.0866		
889	(1394)	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.539	0.045	0.332	0.0093	0.0309	0.0077		
889	8	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.539	0.045	0.332	0.0096	0.0265	0.0223		

Continúa...

Tabla 4.9 Fuerzas en la uniones.

Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
896	2	vivam	NonStatic	Max	-0.95	-0.065	-226.481	-0.4227	6.1759	-7.664E-17
896	787	vivam	NonStatic	Max	0.95	0.065	226.481	-1.552E-16	1.809E-15	0
896	2	vivam	NonStatic	Min	-0.95	-0.065	-226.481	-0.4227	6.1759	-7.664E-17
896	787	vivam	NonStatic	Min	0.95	0.065	226.481	-1.552E-16	1.809E-15	0
896	2	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.053	0.139	0.702	0.903	6.8431	9.733E-17
896	787	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max	1.053	0.139	0.702	1.015E-15	1.576E-15	2.475E-17
896	2	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.081	2.132	0.389	13.8567	0.5253	1.967E-16
896	787	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max	0.081	2.132	0.389	1.876E-14	1.571E-16	1.782E-16

Tabla 4.10 Desplazamientos en las uniones.

TABLE: Joint Displacements - Absolute											
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	U1	U2	U3	R1	R2	R3	
Text	Text	Text	Text	Unitless	m	m	m	Radians	Radians	Radians	
61	DEAD	LinStatic			0.000157	-0.000627	-0.000355	0.002253	0.002292	0.00004	
61	viva	LinStatic			-0.000017	-0.000544	-0.000133	0.000866	0.000877	0.000041	
61	sx	LinStatic			-0.002476	-0.000155	-5.24E-06	0.000024	-0.000097	9.156E-06	
61	sy	LinStatic			-0.000811	-0.005369	3.83E-06	0.000054	-0.000025	0.000203	
61	vivam	NonStatic	Max		0.00002	0.000114	-0.00008	-0.000299	-0.000265	-0.00003	
61	vivam	NonStatic	Min		0.00002	0.000114	-0.00008	-0.000299	-0.000265	-0.00003	
61	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		0.005382	0.000572	0.000013	0.000053	0.000232	0.000054	
61	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		0.002546	0.011859	7.499E-06	0.000126	0.000085	0.000569	
61	COMB1	Combination			0.000219	-0.000878	-0.000497	0.003154	0.003208	0.000056	
61	COMB2	Combination			0.000193	-0.00144	-0.000767	0.003611	0.00373	0.000065	
61	COMB5	Combination			-0.003096	-0.006705	-0.000641	0.003349	0.00324	0.000271	
508	DEAD	LinStatic			-0.000278	-0.000303	-0.000276	-0.000379	-0.000357	0.000055	
508	viva	LinStatic			-0.000179	-0.000444	-0.000103	-0.000165	-0.000129	0.000052	
508	sx	LinStatic			-0.002168	-0.000157	-4.77E-06	-0.000028	-0.000082	8.507E-06	
508	sy	LinStatic			-0.000782	-0.0051	3.595E-06	0.000159	0.000027	0.000202	
508	vivam	NonStatic	Max		0.000222	-0.000208	-0.000079	0.000473	0.00052	-0.000066	
508	vivam	NonStatic	Min		0.000222	-0.000208	-0.000079	0.000473	0.00052	-0.000066	
508	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		0.004652	0.00054	0.000012	0.000086	0.00019	0.000053	
508	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		0.002396	0.011267	6.905E-06	0.000343	0.000046	0.000562	
508	COMB1	Combination			-0.00039	-0.000424	-0.000386	-0.000531	-0.0005	0.000077	
508	COMB2	Combination			-0.000266	-0.001408	-0.000623	0.000037	0.000198	0.000044	
508	COMB5	Combination			-0.003243	-0.006273	-0.000515	-0.000016	-0.000092	0.000264	

Tabla 4.11 Reacciones en las uniones.

TABLE: Joint Reactions												
Joint	OutputCase	Case Type	StepType	StepNum	F1	F2	F3	M1	M2	M3		
Text	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
7	vivam	NonStatic	Max		2.022	0.099	15.927	0	0	0		
7	vivam	NonStatic	Min		2.022	0.099	15.927	0	0	0		
7	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		52.815	0.307	148.988	0	0	0		
7	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		31.909	5.96	35.426	0	0	0		
20	vivam	NonStatic	Max		-0.023	0.012	4.632	0	0	0		
20	vivam	NonStatic	Min		-0.023	0.012	4.632	0	0	0		
20	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		0.751	0.649	25.841	0	0	0		
20	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		0.096	3.18	23.018	0	0	0		
22	vivam	NonStatic	Max		-0.008116	-0.015	5.951	0	0	0		
22	vivam	NonStatic	Min		-0.008116	-0.015	5.951	0	0	0		
22	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		0.564	0.511	12.407	0	0	0		
22	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		4.443	1.019	41.65	0	0	0		
32	vivam	NonStatic	Max		0.405	0.599	38.116	0	0	0		
32	vivam	NonStatic	Min		0.405	0.599	38.116	0	0	0		
32	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		1.031	13.332	13.566	0	0	0		
32	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		2.683	3.834	20.711	0	0	0		
39	vivam	NonStatic	Max		-0.092	-1.6	0.586	0	0	0		
39	vivam	NonStatic	Min		-0.092	-1.6	0.586	0	0	0		
39	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		5.501	37.199	15.766	0	0	0		
39	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		12.85	66.267	31.631	0	0	0		
44	vivam	NonStatic	Max		0.154	0.867	-0.588	0	0	0		
44	vivam	NonStatic	Min		0.154	0.867	-0.588	0	0	0		
44	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		6.743	23.531	18.179	0	0	0		
44	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		10.91	5.392	10.884	0	0	0		
640	vivam	NonStatic	Max		0.619	-0.561	25.321	0	0	0		
640	vivam	NonStatic	Min		0.619	-0.561	25.321	0	0	0		

Continúa...

Tabla 4.11 Reacciones en las uniones.

TABLE: Joint Reactions												
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	F1	F2	F3	M1	M2	M3		
Text	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
640	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		0.67	0.126	3.723	0	0	0		
640	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		0.519	1.771	2.206	0	0	0		
642	vivam	NonStatic	Max		-3.754	-2.061	18.972	0	0	0		
642	vivam	NonStatic	Min		-3.754	-2.061	18.972	0	0	0		
642	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		60.01	6.833	158.654	0	0	0		
642	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		42.367	74.026	328.223	0	0	0		
643	vivam	NonStatic	Max		-0.793	0.777	27.544	0	0	0		
643	vivam	NonStatic	Min		-0.793	0.777	27.544	0	0	0		
643	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		0.596	0.06	3.093	0	0	0		
643	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		0.192	1.016	4.248	0	0	0		
787	vivam	NonStatic	Max		0.95	0.065	226.481	0	0	0		
787	vivam	NonStatic	Min		0.95	0.065	226.481	0	0	0		
787	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		1.053	0.139	0.702	0	0	0		
787	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		0.081	2.132	0.389	0	0	0		
893	vivam	NonStatic	Max		3.564	-1.255	32.411	0	0	0		
893	vivam	NonStatic	Min		3.564	-1.255	32.411	0	0	0		
893	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		56.106	0.091	177.669	0	0	0		
893	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		38.09	1.571	106.794	0	0	0		
903	vivam	NonStatic	Max		-1.986	1.115	24.904	0	0	0		
903	vivam	NonStatic	Min		-1.986	1.115	24.904	0	0	0		
903	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		49.172	0.091	159.668	0	0	0		
903	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		35.913	1.522	94.442	0	0	0		
904	vivam	NonStatic	Max		-1.428	1.764	31.187	0	0	0		
904	vivam	NonStatic	Min		-1.428	1.764	31.187	0	0	0		
904	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		0.767	9.688	28.09	0	0	0		
904	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		0.09	72.474	217.108	0	0	0		
907	vivam	NonStatic	Max		0.366	0.196	6.919	0	0	0		
907	vivam	NonStatic	Min		0.366	0.196	6.919	0	0	0		
907	ESPECTRO X	LinRespSpec	Max		15.632	0.295	16.392	0	0	0		
907	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Max		4.606	1.492	78.417	0	0	0		

Tabla 4.12 Espectro modal.

TABLE: Response Spectrum Modal Information												
OutputCase	ModalCase	StepType	StepNum	Period	DampRatio	U1Acc	U2Acc	U3Acc	U1Amp	U2Amp	U3Amp	
Text	Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	m/sec2	m/sec2	m/sec2	m	m	m	
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.425505	0.05	2.1533	0	0	0.004769	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.29463	0.05	2.1533	0	0	-0.049968	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.249659	0.05	2.1533	0	0	-0.000211	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.202697	0.05	2.1533	0	0	-0.001987	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.152727	0.05	2.1533	0	0	0.000303	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.13527	0.05	2.1533	0	0	0.000287	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.12292	0.05	2.1533	0	0	0.000464	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.117599	0.05	2.1533	0	0	-0.000795	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.106024	0.05	2.1533	0	0	-0.000219	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.061663	0.05	2.1533	0	0	0.000117	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.055875	0.05	2.1533	0	0	0.000291	0	0	0
ESPECTRO X	MODAL	Mode	0	0.04725	0.05	2.1533	0	0	0.000049	0	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.425505	0.05	0	2.1533	0	0	0.101624	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.29463	0.05	0	2.1533	0	0	0.003463	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.249659	0.05	0	2.1533	0	0	0.000054	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.202697	0.05	0	2.1533	0	0	-0.005992	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.152727	0.05	0	2.1533	0	0	0.000189	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.13527	0.05	0	2.1533	0	0	0.000029	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.12292	0.05	0	2.1533	0	0	0.000779	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.117599	0.05	0	2.1533	0	0	0.000523	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.106024	0.05	0	2.1533	0	0	0.000271	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.061663	0.05	0	2.1533	0	0	-0.000203	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.055875	0.05	0	2.1533	0	0	0.000071	0	0
ESPECTRO Y	MODAL	Mode	0	0.04725	0.05	0	2.1533	0	0	0.000031	0	0

Tabla 4.13 Diseño en acero 1, Resumen de datos.

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93										
Frame Text	DesignSect Text	DesignType Text	Status Text	Ratio Unitless	RatioType Text	Combo Text	Location m	ErrMsg Text	WarnMsg Text	
889	ESCALERA2	Brace	No Messages	0.791519	PMM	COMB2	4.83595	No Messages	No Messages	
896	CLPP	Column	No Messages	0.52206	PMM	COMB2	0.12357	No Messages	No Messages	
440	VGP2	Beam	No Messages	0.814094	PMM	COMB2	0.175	No Messages	No Messages	
582	CLSEC	Column	No Messages	0.54991	PMM	COMB2	0	No Messages	No Messages	
601	RIOSTRA	Brace	No Messages	0.884559	PMM	COMB5	0	No Messages	No Messages	
703	VIGSEC1	Beam	No Messages	0.338763	PMM	COMB2	0	No Messages	No Messages	
707	CORREA	Beam	No Messages	0.336011	PMM	COMB2	0	No Messages	No Messages	
725	VIGSEC2	Beam	No Messages	0.471538	PMM	COMB2	2.90839	No Messages	No Messages	
743	CORREA	Beam	No Messages	0.213959	PMM	COMB2	0	No Messages	No Messages	
95	VGP	Beam	No Messages	0.551333	PMM	COMB2	0.175	No Messages	No Messages	
13	ESCALERA	Column	No Messages	0.668152	PMM	COMB5	1.44	No Messages	No Messages	

Tabla 4.14 Diseño en acero 2, PMIM detalles.

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	Location	Pu	MuMayor	MuMinor	VuMayor	VuMinor	Tu
Text	Text	Text	Text	Text	m	KN	KN-m	KN-m	KN	KN	KN-m
889	ESCALERA2	Brace	No Messages	COMB2	4.83595	-31.409	-1.0784	-0.0194	-0.827	0.019	0.133
896	CLPP	Column	No Messages	COMB2	0.12357	-407.659	10.3577	-2.9663	1.624	-0.465	0
440	VGP2	Beam	No Messages	COMB2	0.175	-78.248	-101.3515	0.3112	-105.905	2.271	-0.0057
582	CLSEC	Column	No Messages	COMB2	0	-304.055	-5.6917	-0.1702	-1.594	0.711	-0.4139
601	RIOSTRA	Brace	No Messages	COMB5	0	-152.897	-1.613	-3.0218	-0.98	-0.938	-0.0859
703	VIGSEC1	Beam	No Messages	COMB2	0	-7.358	6.9221	0.0779	3.305	0.088	-0.0001432
707	CORREA	Beam	No Messages	COMB2	0	55.409	7.5629	0.0123	7.225	0.04	-0.0081
725	VIGSEC2	Beam	No Messages	COMB2	2.90839	-25.484	8.7944	-0.5412	-4.755	0.751	-0.0028
743	CORREA	Beam	No Messages	COMB2	0	-4.31	-5.1893	0.103	-3.742	0.114	0.00001949
95	VGP	Beam	No Messages	COMB2	0.175	49.646	-68.4986	-1.9768	-83.321	-5.028	0.0269
13	ESCALERA	Column	No Messages	COMB5	1.44	-82.286	1.4211	7.023	-0.987	-4.877	0

Continúa...

Tabla 4.14 Diseño en acero 2, PMM detalles.

Frame	DesignSect	Equation	TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93															
			TotalRatio	PRatio	MMajRatio	MMinRatio	SRLimit	PuDsgn	PhiPnc	PhiPnt	MuMajDsgn	PhiMnMaj	CmMaj	BIMaj				
Text	Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	Unitless	Unitless					
889	ESCALERA2	(H1-1a)	0.791519	0.649304	0.138161	0.004054	0.95	-31.409	48.373	243.207	-1.3269	8.5369	0.85					
896	CLPP	(H1-1a)	0.52206	0.476519	0.043781	0.012538	0.95	-407.659	855.494	2101.154	10.3577	210.2906	0.6					
440	VGP2	(H1-1b)	0.814094	0.03963	0.764601	0.009864	0.95	-78.248	987.229	1262.685	-101.3515	132.5549	0.85					
582	CLSEC	(H1-1a)	0.54991	0.52361	0.026288	0.000786	0.95	-304.055	580.69	2320.466	-5.6917	192.4541	0.85					
601	RIOSTRA	(H1-1a)	0.884559	0.672448	0.037296	0.174815	0.95	-152.897	227.374	628.284	-1.613	38.4428	0.85					
703	VIGSEC1	(H1-1b)	0.338763	0.015393	0.31063	0.012741	0.95	-7.358	239.011	378.192	6.9221	22.2842	0.85					
707	CORREA	(H1-1b)	0.336011	0.05493	0.279137	0.001945	0.95	55.409	339.175	504.363	7.5629	27.0937	1					
725	VIGSEC2	(H1-1b)	0.471538	0.031309	0.388323	0.051905	0.95	-25.484	406.981	543.774	8.7944	22.6471	0.85					
743	CORREA	(H1-1b)	0.213959	0.006157	0.191531	0.016272	0.95	-4.31	350.072	504.363	-5.1893	27.0937	0.85					
95	VGP	(H1-1b)	0.551333	0.01814	0.494028	0.039165	0.95	49.646	1245.154	1368.384	-68.4986	138.6533	1					
13	ESCALERA	(H1-1a)	0.668152	0.277936	0.042634	0.347582	0.95	-82.286	296.063	612.52	1.4211	29.6289	0.85					

Continúa...

Tabla 4.14 Diseño en acero 2, PMM detalles.

Frame	DesignSect	B2Major	XKMMajor	XLMajor	Cb	MuMinDsgn	PhiMnMin	CmMinor	B1Minor	B2Minor	XKMinor	XLMinor	Fy	E
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN-m	KN-m	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN/m2	KN/m2
889	ESCALERA2	1	1	1	3.061603	-0.0319	6.9925	0.85	1.647364	1	1	1	248211.28	199947978.8
896	CLPP	1	2.102435	0.980989	1.666667	-2.9663	210.2906	0.6	1	1	2.204345	0.980989	248211.28	199947978.8
440	VGP2	1	1	0.551881	1.095986	0.3112	31.5509	0.85	1	1	1	0.396238	248211.28	199947978.8
582	CLSEC	1	2.993444	0.5	2.676145	-0.1702	192.4541	0.85	1	1	2.344511	0.980989	248211.28	199947978.8
601	RIOSTRA	1	1	0.5	1.969582	-5.2627	26.7594	0.85	1.704351	1	1	1	248211.28	199947978.8
703	VIGSEC1	1	1	0.966354	2.098198	0.0779	6.1152	0.85	1	1	1	0.5	248211.28	199947978.8
707	CORREA	1	1	1	2.164377	0.0123	6.3313	1	1	1	1	1	248211.28	199947978.8
725	VIGSEC2	1	1	1	2.051895	-0.5412	10.4261	0.85	1	1	1	0.5	248211.28	199947978.8
743	CORREA	1	1	1	1.710524	0.103	6.3313	0.347628	1	1	1	1	248211.28	199947978.8
95	VGP	1	1	1.01666	2.497334	-1.9768	50.4736	1	1	1	1	0.88338	248211.28	199947978.8
13	ESCALERA	1	2.122131	0.443077	1.605106	7.023	17.9604	0.85	1	1	1	0.335385	248211.28	199947978.8

Continúa...

Tabla 4.14 Diseño en acero 2, PMM detalles.

Frame		DesignSect	Length	RLLF	SectClass	FramingType	Omega0	ErrMsg	WarnMsg
Text		Text	m	Unitless	Text	Text	Unitless	Text	Text
889		ESCALERA2	5.62651	1	Non-Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
896		CLPP	6.50004	1	Non-Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
440		VGP2	5.30062	1	Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
582		CLSEC	6.5	1	Non-Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
601		RIOSTRA	7.01969	1	Slender	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
703		VIGSEC1	4.05766	1	Non-Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
707		CORREA	1.55194	1	Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
725		VIGSEC2	2.90839	1	Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
743		CORREA	1.47792	1	Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
95		VGP	1.5006	1	Non-Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages
113		ESCALERA	6.5	1	Non-Compact	Moment Resisting Frame	3	No Messages	No Messages

Tabla 4.15 Diseño en acero 3, Cortante detalles.

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93												
Frame	DesignSect	DesignType	Status	VMajorCombo	VMajorLoc	VMajorRatio	VuMajDsgn	PhiVnMaj	TuMajor	VMinorCombo		
Text	Text	Text	Text	Text	m	Unitless	KN	KN	KN-m	Text		
889	ESCALERA2	Brace	No Messages	COMB2	4.83595	0.009559	0.827	86.473	0	COMB1		
896	CLPP	Column	No Messages	COMB2	0.12357	0.002575	1.624	630.732	0	COMB5		
440	VGP2	Beam	No Messages	COMB2	0.175	0.389911	105.905	271.613	0	COMB2		
582	CLSEC	Column	No Messages	COMB5	0	0.00619	4.316	697.243	0	COMB1		
601	RIOSTRA	Brace	No Messages	COMB5	3.50985	0.004532	1.029	226.993	0	COMB2		
703	VIGSEC1	Beam	No Messages	COMB2	2.02883	0.041759	3.622	86.733	0	COMB2		
707	CORREA	Beam	No Messages	COMB2	1.55194	0.04693	7.548	160.841	0	COMB2		
725	VIGSEC2	Beam	No Messages	COMB2	1.4542	0.050451	5.082	100.724	0	COMB2		
743	CORREA	Beam	No Messages	COMB2	0	0.023266	3.742	160.841	0	COMB2		
95	VGP	Beam	No Messages	COMB2	0.175	0.341479	83.321	244.002	0	COMB2		
13	ESCALERA	Column	No Messages	COMB5	1.44	0.012008	3.115	259.42	0	COMB5		

Continúa...

Tabla 4.15 Diseño en acero 3, Cortante detalles.

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93													
Frame	DesignSect	VMinorLoc	VMinorRatio	VuMinDsgn	PhiVnMin	TuMinor	SRLimit	RLLF	FramingType	ErrMsg	WarnMsg		
Text	Text	m	Unitless	KN	KN	KN-m	Unitless	Unitless	Text	Text	Text		
889	ESCALERA2	4.83595	0.004048	0.827	64.855	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
896	CLPP	0.12357	0.002163	1.624	630.732	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
440	VGP2	3.10031	0.015848	105.905	427.049	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
582	CLSEC	6.37643	0.002129	4.316	697.243	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
601	RIOSTRA	0	0.007026	1.029	162.138	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
703	VIGSEC1	0	0.000721	3.622	122.086	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
707	CORREA	0	0.000248	7.548	161.882	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
725	VIGSEC2	1.4542	0.003722	5.082	201.872	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
743	CORREA	0	0.000702	3.742	161.882	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
95	VGP	1.3006	0.040202	83.321	499.038	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		
13	ESCALERA	1.44	0.040846	3.115	129.71	0	0.95	1	Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages		

Tabla 4.16 Restricciones en las uniones.

TABLE: Joint Restraint Assignments						
Joint	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No
7	Yes	Yes	Yes	No	No	No
20	Yes	Yes	Yes	No	No	No
22	Yes	Yes	Yes	No	No	No
32	Yes	Yes	Yes	No	No	No
39	Yes	Yes	Yes	No	No	No
44	Yes	Yes	Yes	No	No	No
640	Yes	Yes	Yes	No	No	No
642	Yes	Yes	Yes	No	No	No
643	Yes	Yes	Yes	No	No	No
787	Yes	Yes	Yes	No	No	No
893	Yes	Yes	Yes	No	No	No
903	Yes	Yes	Yes	No	No	No
904	Yes	Yes	Yes	No	No	No
907	Yes	Yes	Yes	No	No	No

Tabla 4.17 Asignación de secciones.

TABLE: Frame Section Assignments					
Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
Text	Text	Text	Text	Text	Text
1	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
2	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
3	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
4	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
5	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
6	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
7	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
8	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
9	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
10	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
11	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
12	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
13	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
14	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
15	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
27	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
32	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
33	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
38	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
43	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
48	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
53	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
61	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
65	Pipe	N.A.	CLVELA	CLVELA	Default
66	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
67	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
68	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
69	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
70	Pipe	N.A.	CLVELA	CLVELA	Default
71	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
72	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
73	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
75	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
77	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
79	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
95	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
96	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
97	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
98	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
99	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
100	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
101	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
102	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
105	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default

Continúa...

Tabla 4.17 Asignación de secciones.

TABLE: Frame Section Assignments					
Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
Text	Text	Text	Text	Text	Text
106	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
107	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
108	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
110	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
111	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
112	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
113	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
115	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
118	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
119	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
120	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
121	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
122	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
123	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
124	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
125	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
127	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
128	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
129	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
131	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
132	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
133	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
134	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
135	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
136	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
137	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
138	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
139	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
140	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
141	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
142	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
143	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
144	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
145	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
146	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
147	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
148	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
149	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
150	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
151	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
152	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
153	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
154	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
155	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default

Continúa...

Tabla 4.17 Asignación de secciones.

TABLE: Frame Section Assignments					
Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
Text	Text	Text	Text	Text	Text
191	Pipe	N.A.	CLVELA	CLVELA	Default
193	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
198	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
199	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
200	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
201	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
202	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
440	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
441	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
442	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
443	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
563	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
564	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
566	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
568	Pipe	N.A.	CLVELA	CLVELA	Default
569	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
572	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
574	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
575	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
576	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
577	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
578	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
579	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
580	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
581	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
582	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
583	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
584	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
585	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
586	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
588	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
589	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
590	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
591	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
594	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
595	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
596	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
598	Box/Tube	N.A.	RIOSTRA	RIOSTRA	Default
599	Box/Tube	N.A.	RIOSTRA	RIOSTRA	Default
600	Box/Tube	N.A.	RIOSTRA	RIOSTRA	Default
601	Box/Tube	N.A.	RIOSTRA	RIOSTRA	Default
602	Box/Tube	N.A.	RIOSTRA	RIOSTRA	Default
603	Box/Tube	N.A.	RIOSTRA	RIOSTRA	Default
604	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default

Continúa...

Tabla 4.17 Asignación de secciones.

TABLE: Frame Section Assignments					
Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
Text	Text	Text	Text	Text	Text
605	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
606	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
607	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
608	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
609	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
610	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
611	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
612	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
613	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
614	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
615	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
616	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
617	Angle	N.A.	FINGRADA	FINGRADA	Default
621	Angle	N.A.	FINGRADA	FINGRADA	Default
622	Angle	N.A.	FINGRADA	FINGRADA	Default
665	Angle	N.A.	FINGRADA	FINGRADA	Default
666	Angle	N.A.	FINGRADA	FINGRADA	Default
667	Angle	N.A.	FINGRADA	FINGRADA	Default
668	Angle	N.A.	FINGRADA	FINGRADA	Default
669	Angle	N.A.	FINGRADA	FINGRADA	Default
670	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
671	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
673	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
674	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
675	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
676	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
678	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
679	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
680	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
681	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
682	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
685	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
690	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
695	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
696	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
697	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
698	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
702	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
703	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
704	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC1	VIGSEC1	Default
706	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
707	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
708	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
710	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default

Continúa...

Tabla 4.17 Asignación de secciones.

TABLE: Frame Section Assignments					
Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
Text	Text	Text	Text	Text	Text
717	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
718	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
720	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
721	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
722	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
723	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
724	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
725	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
726	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
727	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
728	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
729	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
730	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
731	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
732	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
733	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
734	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
735	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
737	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
738	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
739	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
740	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
741	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
742	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
743	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
744	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
745	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
746	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
747	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
748	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
749	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
750	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
751	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
752	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
754	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
755	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
756	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
757	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
758	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
759	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
768	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
771	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
789	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
790	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default

Continúa...

Tabla 4.17 Asignación de secciones.

TABLE: Frame Section Assignments					
Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
Text	Text	Text	Text	Text	Text
792	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
793	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
794	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
801	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
802	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
803	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
804	I/Wide Flange	N.A.	VGP	VGP	Default
805	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
806	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
810	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
811	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
812	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
813	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
814	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
815	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
818	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
819	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
820	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
821	I/Wide Flange	N.A.	VIGSEC2	VIGSEC2	Default
822	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
823	Channel	N.A.	CORREA	CORREA	Default
827	Box/Tube	N.A.	ESCALERA2	ESCALERA2	Default
828	Box/Tube	N.A.	ESCALERA	ESCALERA	Default
834	Box/Tube	N.A.	ESCALERA2	ESCALERA2	Default
835	Box/Tube	N.A.	ESCALERA2	ESCALERA2	Default
836	Box/Tube	N.A.	ESCALERA2	ESCALERA2	Default
840	Box/Tube	N.A.	ESCALERA2	ESCALERA2	Default
841	Box/Tube	N.A.	ESCALERA2	ESCALERA2	Default
888	Box/Tube	N.A.	ESCALERA2	ESCALERA2	Default
889	Box/Tube	N.A.	ESCALERA2	ESCALERA2	Default
891	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
893	Pipe	N.A.	CLSEC	CLSEC	Default
896	Pipe	N.A.	CLPP	CLPP	Default
1372	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
1373	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default
1374	I/Wide Flange	N.A.	VGP2	VGP2	Default

Tabla 4.18 Fuerzas en las uniones.

TABLE: Joint Loads - Force									
Joint	LoadCase	CoordSys	F1	F2	F3	M1	M2	M3	
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m
2	vivam	GLOBAL	0	0	-78.571	0	0	0	0
473	vivam	GLOBAL	0	0	-47.474	0	0	0	0
474	vivam	GLOBAL	0	0	-47.474	0	0	0	0
475	vivam	GLOBAL	0	0	-47.474	0	0	0	0
476	vivam	GLOBAL	0	0	-47.474	0	0	0	0
477	vivam	GLOBAL	0	0	-47.474	0	0	0	0
478	vivam	GLOBAL	0	0	-47.474	0	0	0	0
479	vivam	GLOBAL	0	0	-47.474	0	0	0	0
480	vivam	GLOBAL	0	0	-47.474	0	0	0	0

Tabla 4.19 Periodos y frecuencias modales.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0.425505	2.3502	14.766	218.05
MODAL	Mode	2	0.29463	3.3941	21.326	454.78
MODAL	Mode	3	0.249659	4.0055	25.167	633.38
MODAL	Mode	4	0.202697	4.9335	30.998	960.87
MODAL	Mode	5	0.152727	6.5476	41.14	1692.5
MODAL	Mode	6	0.13527	7.3926	46.449	2157.5
MODAL	Mode	7	0.12292	8.1354	51.116	2612.8
MODAL	Mode	8	0.117599	8.5035	53.429	2854.7
MODAL	Mode	9	0.106024	9.4318	59.262	3511.9
MODAL	Mode	10	0.061663	16.217	101.9	10383
MODAL	Mode	11	0.055875	17.897	112.45	12645
MODAL	Mode	12	0.04725	21.164	132.98	17683

Tabla 4.20 Factores modales.

TABLE: Modal Participation Factors												
Output Case	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	ModalMass	ModalStiff	
Text	Text	Unitless	Sec	KN-s2	KN-s2	KN-s2	KN-m-s2	KN-m-s2	KN-m-s2	KN-m-s2	KN-m	
MODAL	Mode	1	0.425505	0.482885	10.29064	0.085294	-82.511929	4.880982	-15.500159	1	218.04753	
MODAL	Mode	2	0.29463	-10.553329	0.731435	0.005305	-5.995746	-86.03661	4.798525	1	454.78384	
MODAL	Mode	3	0.249659	-0.062114	0.015872	6.285528	0.018712	-0.569462	-0.290376	1	633.38298	
MODAL	Mode	4	0.202697	-0.886635	-2.673725	0.027688	24.908816	-5.364417	-48.256258	1	960.86959	
MODAL	Mode	5	0.152727	0.238509	0.14859	0.489054	-13.730012	10.359781	1.066685	1	1692.49174	
MODAL	Mode	6	0.13527	0.287941	0.29094	-2.684388	-2.015992	1.187933	0.00927	1	2157.52475	
MODAL	Mode	7	0.12292	0.563342	0.944728	0.679276	7.608047	-5.54253	-1.31184	1	2612.84064	
MODAL	Mode	8	0.117599	-1.054149	0.69304	-2.121323	2.744124	0.669757	-2.098541	1	2854.65242	
MODAL	Mode	9	0.106024	-0.356729	0.442705	4.530984	-1.945893	7.495348	-0.863915	1	3511.94802	
MODAL	Mode	10	0.061663	0.566145	-0.978221	-0.198382	-3.21518	-4.732513	4.114411	1	10382.822	
MODAL	Mode	11	0.055875	1.708941	0.415111	1.340869	1.717236	0.651793	4.063997	1	12645.224	
MODAL	Mode	12	0.04725	0.400326	0.252668	-5.171508	-6.922197	1.394995	0.81724	1	17683.0365	

Tabla 4.21 Control del programa.

TABLE: Program Control												
ProgramName	Version	ProgLevel	LicenseOS	LicenseSC	LicenseBR	LicenseHT	CurrUnits	SteelCode	ConcCode	AlumCode	ColdCode	
Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SAP2000	10.0.1	Advanced	Yes	Yes	Yes	No	KN, m, C	AISC-LRFD93	ACI 318-05/IBC 2003	AA-ASD 2000	AISI-ASD96	

4.2 PRUEBAS DE SIMULACIÓN DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS EN EL SOFTWARE COSMOS, DEL PAQUETE COMPUTACIONAL SOLIDWORKS.

Las pruebas de simulación mostradas en este capítulo hacen referencia a los elementos mecánicos críticos que intervienen en el diseño del sistema de giro, mas no a los elementos estructurales, puesto que estos últimos ya han sido sujeto de la simulación en el programa Sap2000. De modo que la estructura queda exenta de análisis en el programa SolidWorks.

Los elementos que serán mostrados como resultado de la simulación son:

- Soporte eje central.
- Eje central.
- Perno sujeción corona.
- Rodillo Periférico.
- Corona.
- Piñón.
- Soporte Moto-reductor.

Los informes de los análisis presentados son realizados por el programa como resultado de la simulación, las conclusiones al final da cada uno de ellos son elaborados por el autor.

Análisis de Tensiones de Soporte Eje Pivote (Simulación)

Autor: Oscar Olmedo Mosquera

Contenido:	Páginas.
Contenido.....	2
Lista de ilustraciones	2
Descripción.....	3
Suposiciones	3
Información de modelo	3
Propiedades del estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material	4
Cargas y restricciones	4
Definiciones de conector.....	4
Contacto.....	4
Información de malla.....	5
Escenarios de diseño resultantes.....	5
Resultados del sensor	5
Fuerzas de reacción.....	5
Fuerzas de cuerpo libre.....	5
Fuerzas de perno	6
Fuerzas de pasador	6
Resultados del estudio	6
Conclusión.....	9

Lista de ilustraciones

Soporte Eje Pivote simulación-Estudio Soporte Eje Pivote-Tensiones-Tensiones1.....	6
Soporte Eje Pivote simulación-Estudio Soporte Eje Pivote-Desplazamientos-Desplazamientos1	7
Soporte Eje Pivote simulación-Estudio Soporte Eje Pivote-Deformaciones unitarias- Deformaciones unitarias1	8
Soporte Eje Pivote simulación-Estudio Soporte Eje Pivote-Factor de seguridad-Factor de seguridad1.....	9

Descripción

Resume el análisis mediante el Método de elementos finitos (MEF) de Soporte Eje Pivote simulación.

Suposiciones

Las características de funcionamiento de este elemento son estáticas, el soporte está asegurado en el labio superior de la columna central.

Información de modelo

Tabla 4.22 Información de modelo.

Nombre de documento	Configuración	Ruta al documento	Fecha de modificación
Soporte Eje Pivote simulación	Predeterminado	D:\Tesis Oscar\Simulación Sistema Giro\Simulaciones\Soporte Eje Pivote\Soporte Eje Pivote simulación.SLDPRT	Enero 17 13:58:26 2014

Propiedades del estudio

Tabla 4.23 Propiedades del estudio.

Nombre de estudio	Estudio Soporte Eje Pivote
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Unidades

Tabla 4.24 Unidades.

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	m
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Propiedades de material

Tabla 4.25 Propiedades del material.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Soporte Eje Pivote simulación	[SW]ASTM A36 Acero	22.6636 kg	0.00288708 m ³
Nombre de material:		[SW]ASTM A36 Acero		
Descripción:				
Origen del material:				
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Criterio de error predeterminado:		Desconocido		
Datos de aplicación:				
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante	
Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7850	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	4e+008	N/m ²	Constante	
Límite elástico	2.5e+008	N/m ²	Constante	

Cargas y restricciones

Sujeción

Tabla 4.26 Sujeción.

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Sujeción-1 <Soporte Eje Pivote simulación>	Activar 1 Cara(s) fijo.	

Carga

Tabla 4.27 Carga.

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza/Torsión-1 <Soporte Eje Pivote simulación>	activar 1 Cara(s) aplicar fuerza normal 78571 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	Carga del salón giratorio

Definiciones de conector

No hay conectores definidos

Contacto

Estado de contacto: Caras en contacto - Unido

Información de malla

Tabla 4.28 Información de malla.

Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	14.242 mm
Tolerancia:	0.7121 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	8245
Número de nodos:	14748
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	17

Escenarios de diseño resultantes

Los datos no están disponibles.

Resultados del sensor

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de reacción

Tabla 4.29 Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-1.06073	-2.09692	78536.6	78536.6

Fuerzas de cuerpo libre

Tabla 4.30 Fuerzas de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.00131023	0.00229561	-0.0167923	0.0169991

Momentos de cuerpo libre

Tabla 4.31 Momentos de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Fuerzas de perno

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de pasador

Los datos no están disponibles.

Resultados del estudio

Resultados predeterminados

Tabla 4.32 Resultados predeterminados.

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	17398.6 N/m ² Nodo: 11492	(14.081 mm, 174.425 mm, 110.004 mm)	7.6793e+007 N/m ² Nodo: 14534	(-67.6485 mm, -117.159 mm, 27.4953 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 m Nodo: 422	(87.5 mm, -151.554 mm, 100 mm)	5.66787e-005 m Nodo: 174	(-32.5 mm, 56.2917 mm, 0 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.50887e-007 Elemento: 4316	(-90.585 mm, -147.221 mm, 107.502 mm)	0.000232917 Elemento: 481	(-63.5932 mm, -119.373 mm, 26.8106 mm)

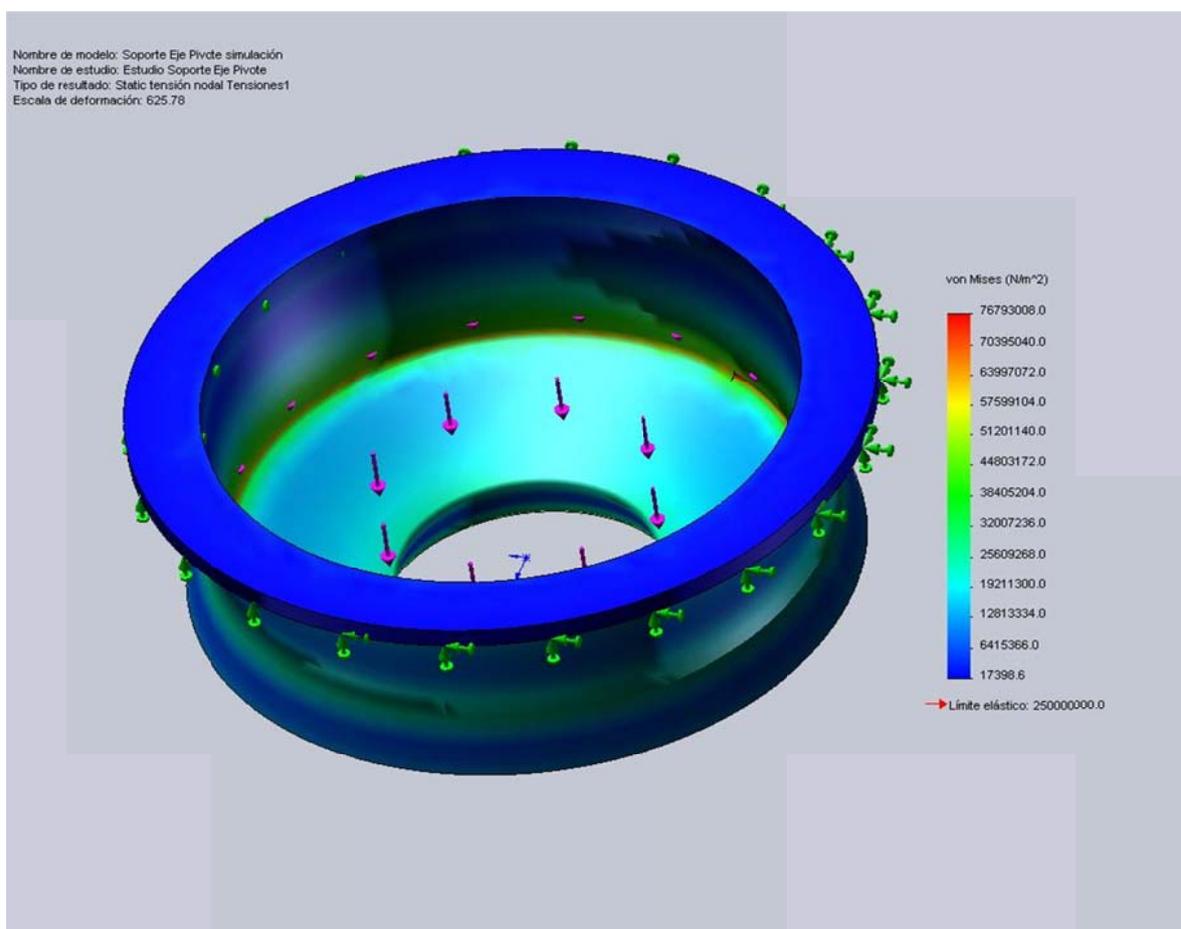


Figura 4.10 Soporte Eje Pivote simulación-Estudio Soporte Eje Pivote-Tensiones-Tensiones1

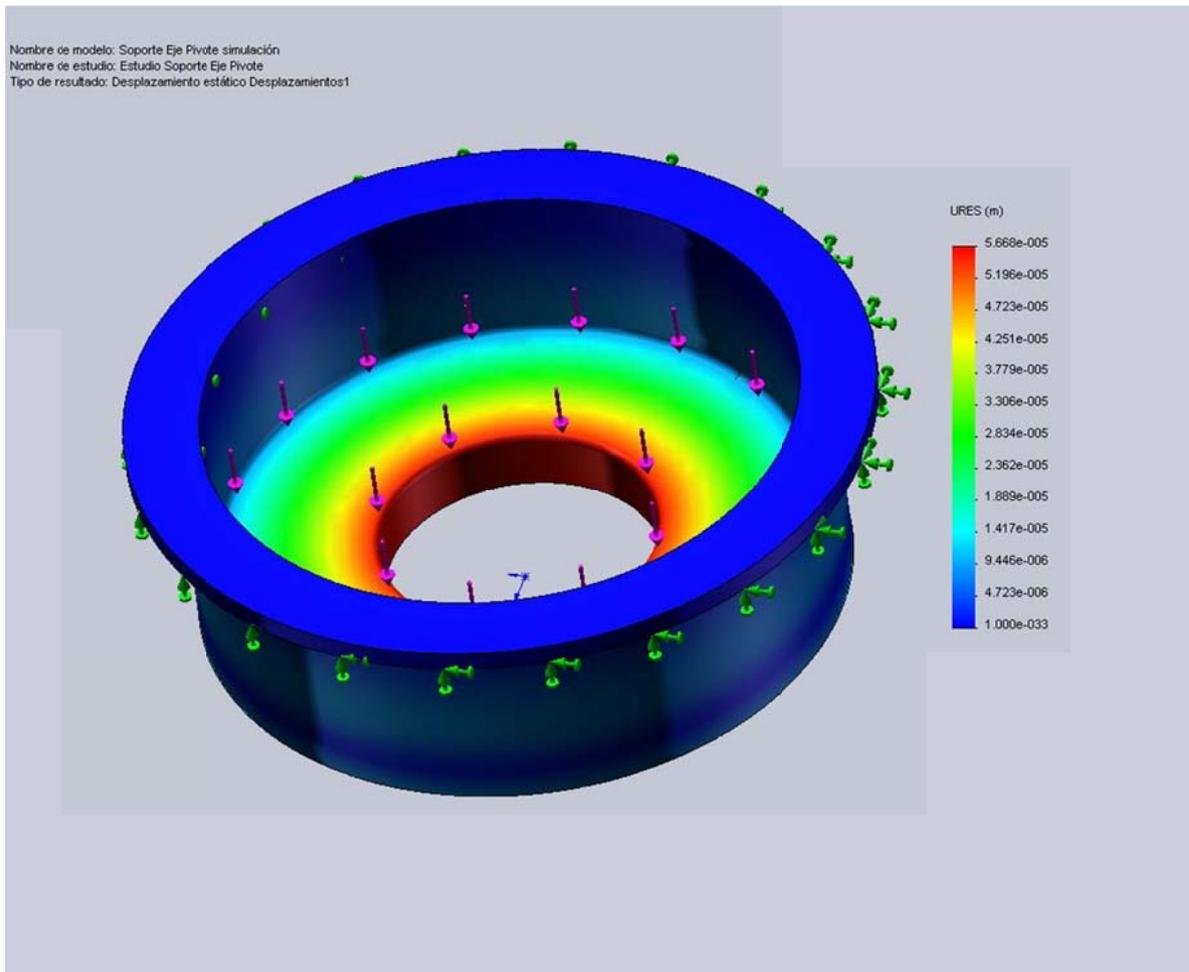


Figura 4.11 Soporte Eje Pivote simulación-Estudio Soporte Eje Pivote-Desplazamientos-Desplazamientos1

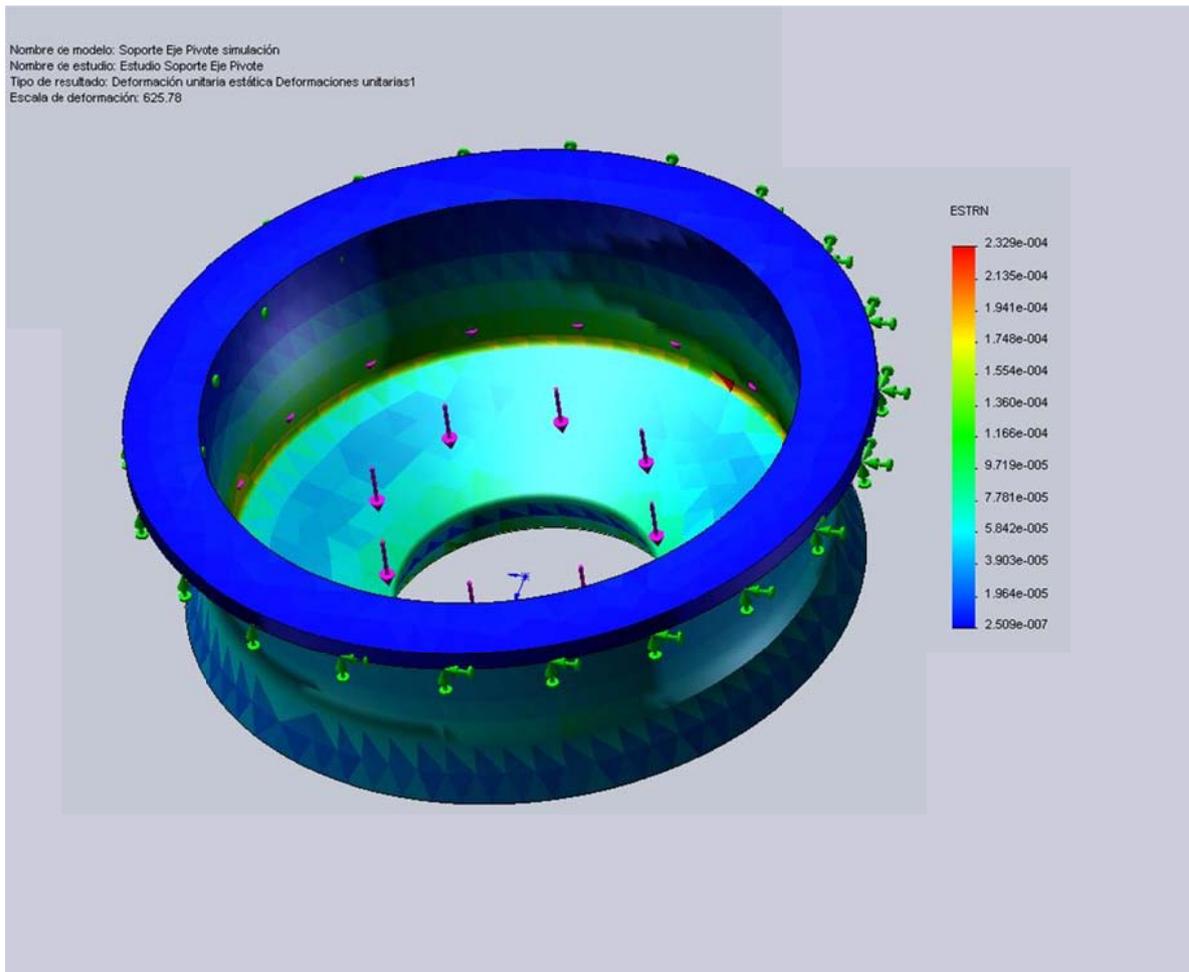


Figura 4.12 Soporte Eje Pivote simulación-Estudio Soporte Eje Pivote-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

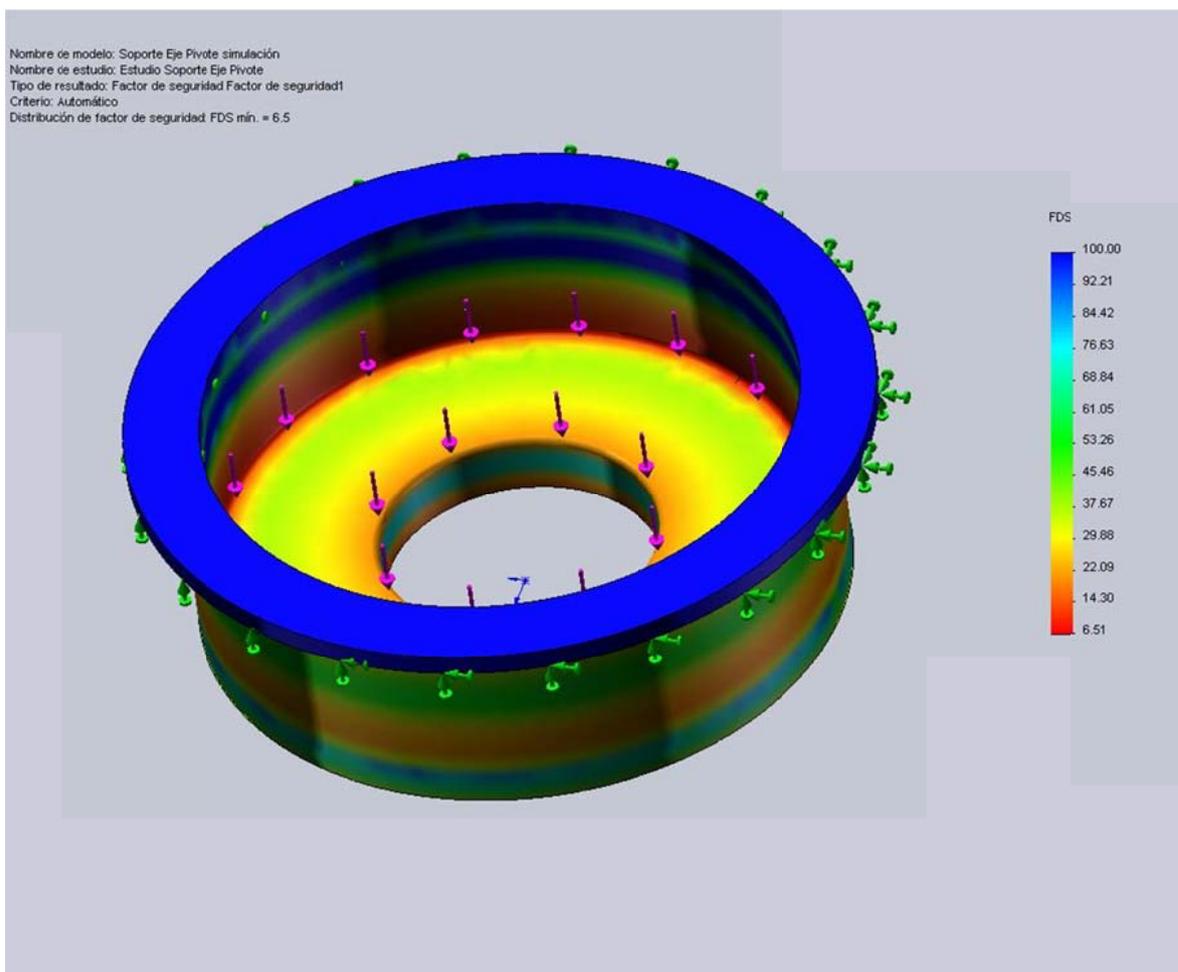


Figura 4.13 Soporte Eje Pivote simulación-Estudio Soporte Eje Pivote-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusiones:

- Se determinó con el gráfico del esfuerzo de Von Mises que el elemento mantiene un límite elástico en la mayor parte del cuerpo y que las zonas de posible falla en el caso de que la energía de deformación exceda a la energía elástica se encuentran en los puntos en los cuales se mantienen en rojo, y con mayor precisión en el nodo indicado en la tabla de resumen de resultados.
- Se observa que los nodos de mayores desplazamientos son del orden de fracciones de milímetro, y por tal motivo no son de consideración.
- Se encuentra consecuente al gráfico que nos muestra en factor de seguridad (FDS) con el gráfico del esfuerzo de Von Mises, en el determinamos que la base del factor de seguridad es de 6.5 (siendo que se mantiene el límite de cedencia del material con factor 1), se muestran las zonas en azul las corresponden a un factor de seguridad mayor a 85, esto afirma la resistencia del elemento a las cargas sometidas.

Análisis de Tensiones de Eje Central (Simulación)

Autor: Oscar Olmedo Mosquera

Contenido	Páginas.
Contenido.....	2
Lista de ilustraciones	2
Descripción.....	3
Suposiciones	3
Información de modelo	3
Propiedades del estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material	4
Cargas y restricciones	4
Definiciones de conector.....	4
Contacto.....	5
Información de malla.....	5
Escenarios de diseño resultantes.....	5
Fuerzas de reacción.....	5
Fuerzas de cuerpo libre.....	5
Fuerzas de perno	5
Fuerzas de pasador	5
Resultados del estudio	6
Conclusión.....	8

Lista de ilustraciones

eje pivote simulación-Estudio Eje Central-Tensiones-Tensiones1.....	6
eje pivote simulación-Estudio Eje Central-Desplazamientos-Desplazamientos1	7
eje pivote simulación-Estudio Eje Central-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1	7
eje pivote simulación-Estudio Eje Central-Factor de seguridad-Factor de seguridad1	8

Descripción

Resume el análisis mediante el Método de elementos finitos (MEF) de eje pivote simulación.

Suposiciones

El eje central del mecanismo de giro está cargado con el peso de la estructura del piso giratorio, y además recibe el efecto de la fuerza producida por el par de engranes de forma radial.

Información de modelo

Tabla 4.33 Información de modelo.

Nombre de documento	Configuración	Ruta al documento	Fecha de modificación
eje pivote simulación	Default	D:\Tesis Oscar\Simulación Sistema Giro\Simulaciones\Eje Pivote\ejepivote simulación.SLDPRT	Enero 17 22:57:51 2014

Propiedades del estudio

Tabla 4.34 Propiedades de estudio.

Nombre de estudio	Estudio Eje Central
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Unidades

Tabla 4.35 Unidades.

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	m
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Propiedades de material

Tabla 4.36 Propiedades de materiales.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	eje pivote simulación	[SW]AISI 10220	61.7432 kg	0.00803949 m ³
Nombre de material:		[SW]AISI 1020 Acero		
Descripción:				
Origen del material:				
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Criterio de error predeterminado:		Desconocido		
Datos de aplicación:				
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2.07e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.27	NA	Constante	
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7680	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	2e+009	N/m ²	Constante	
Límite elástico	1.73e+009	N/m ²	Constante	
Conductividad térmica	42.7	W/(m.K)	Constante	
Calor específico	477	J/(kg.K)	Constante	

Cargas y restricciones

Sujeción

Tabla 4.37 Sujeción.

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Sujeción-1 <eje pivote simulación>	activar 4 Cara(s)Bisagra	Agujeros para pernos
Sujeción-2 <eje pivote simulación>	activar 1 Cara(s)Rodillo/Deslizamiento	Contacto con rodamiento

Carga

Tabla 4.38 Carga.

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza/Torsión-1 <eje pivote simulación>	activar 1 Cara(s) aplicar momento de torsión 521.7 N-m con respecto a la referencia seleccionada Cara< 1 > utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	Transmitido por el motoreductor
Fuerza/Torsión-2 <eje pivote simulación>	activar 1 Cara(s) aplicar fuerza normal 78571 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	Carga resultante del piso giratorio

Definiciones de conector

No hay conectores definidos

Contacto

Estado de contacto: Caras en contacto - Unido

Información de malla

Tabla 4.39 Información de malla.

Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	20.036 mm
Tolerancia:	1.0018 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	9293
Número de nodos:	15318
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	I7

Escenarios de diseño resultantes

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de reacción

Tabla 4.40 Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-78546.5	1.44904	2.02612	78546.5

Fuerzas de cuerpo libre

Tabla 4.41 Fuerzas de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.166092	-0.00106812	-0.00109863	0.166099

Momentos de cuerpo libre

Tabla 4.42 Momentos de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Fuerzas de perno

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de pasador (Los datos no están disponibles.)

Resultados del estudio

Resultados predeterminados

Tabla 4.43 Resultados predeterminados.

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	357.758 N/m ² Nodo: 11230	(126.638 mm, 32.0436 mm, 29.7736 mm)	2.25167e+007 N/m ² Nodo: 14028	(3.02372 mm, 112.087 mm, -98.3345 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	5.84261e-011 m Nodo: 44	(-14 mm, -15.5885 mm, -184 mm)	1.93243e-005 m Nodo: 13852	(22 mm, 181.154 mm, 184.021 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.37556e-009 Elemento: 4698	(130.371 mm, -42.3539 mm, 43.5202 mm)	5.63771e-005 Elemento: 2381	(-24.2915 mm, 21.3474 mm, 188.891 mm)

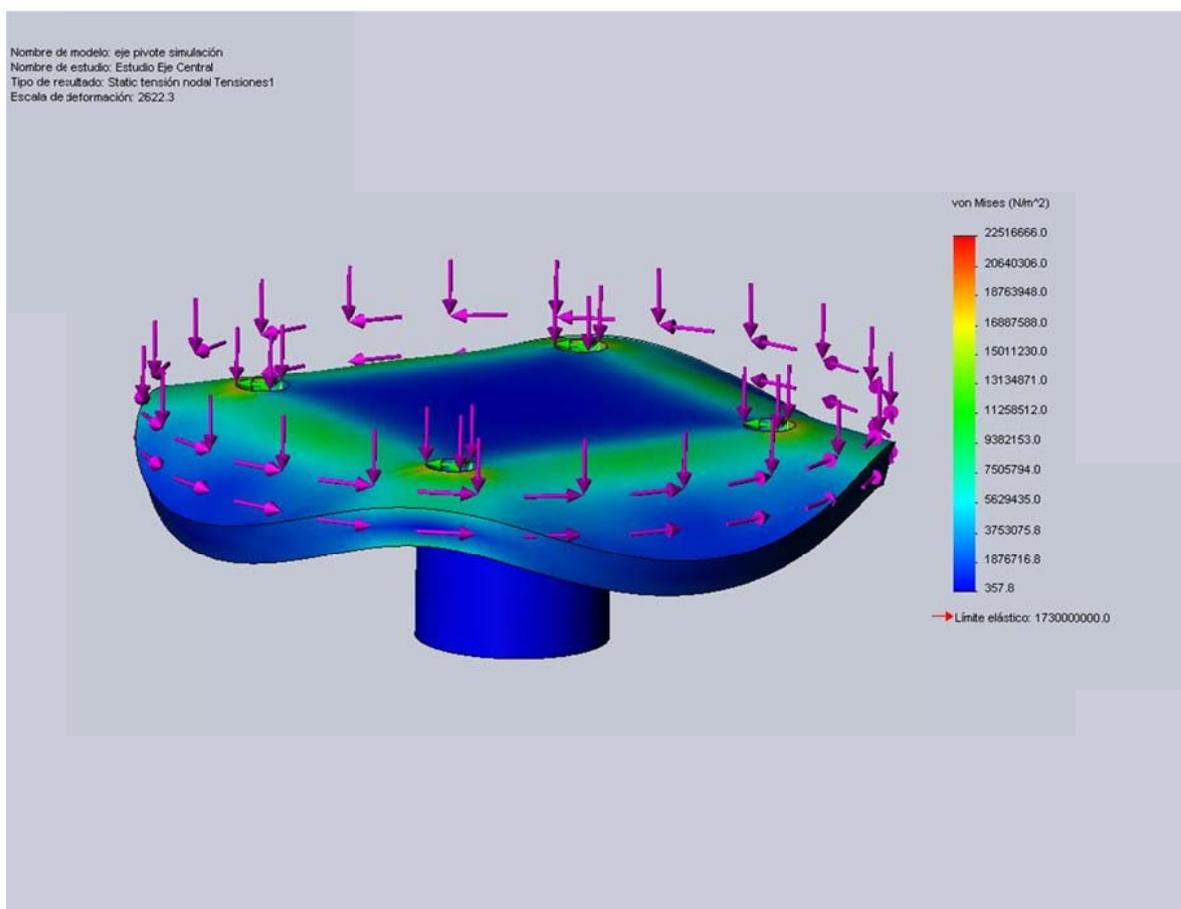


Figura 4.14 eje pivote simulación-Estudio Eje Central-Tensiones-Tensiones1

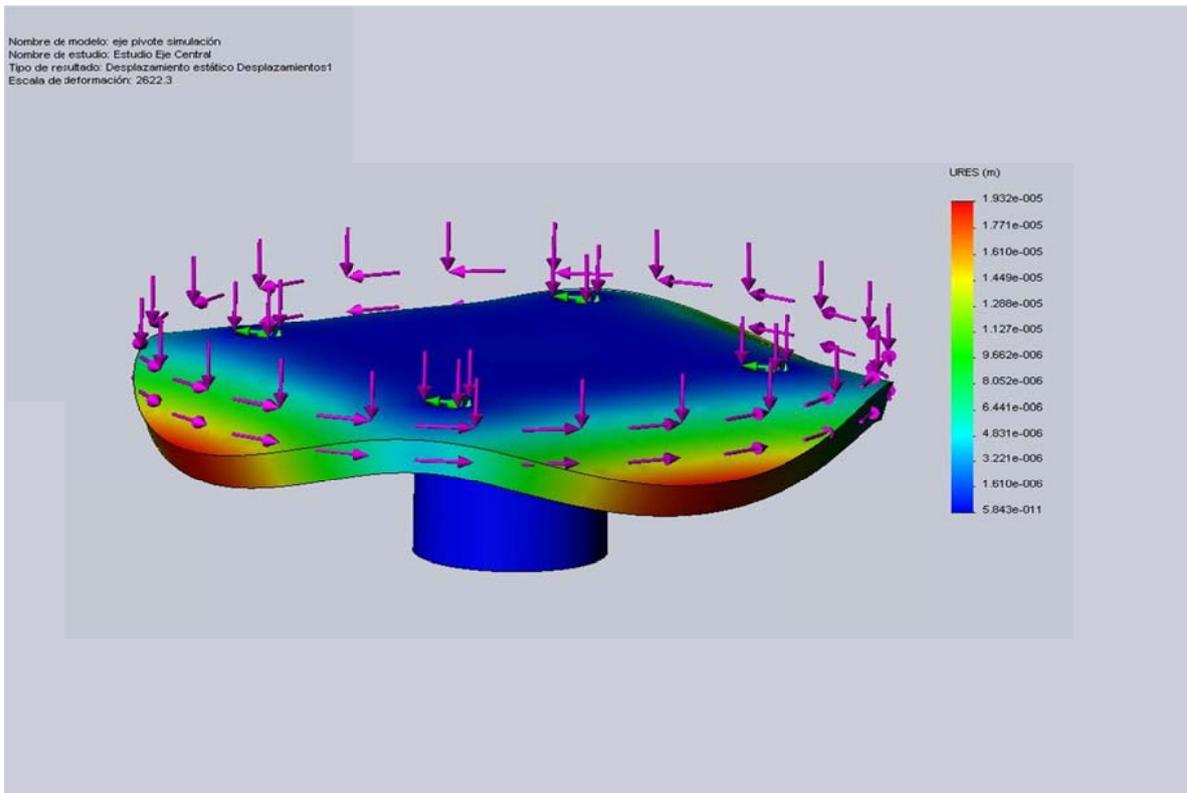


Figura 4.15 eje pivote simulación-Estudio Eje Central-Desplazamientos-Desplazamientos1

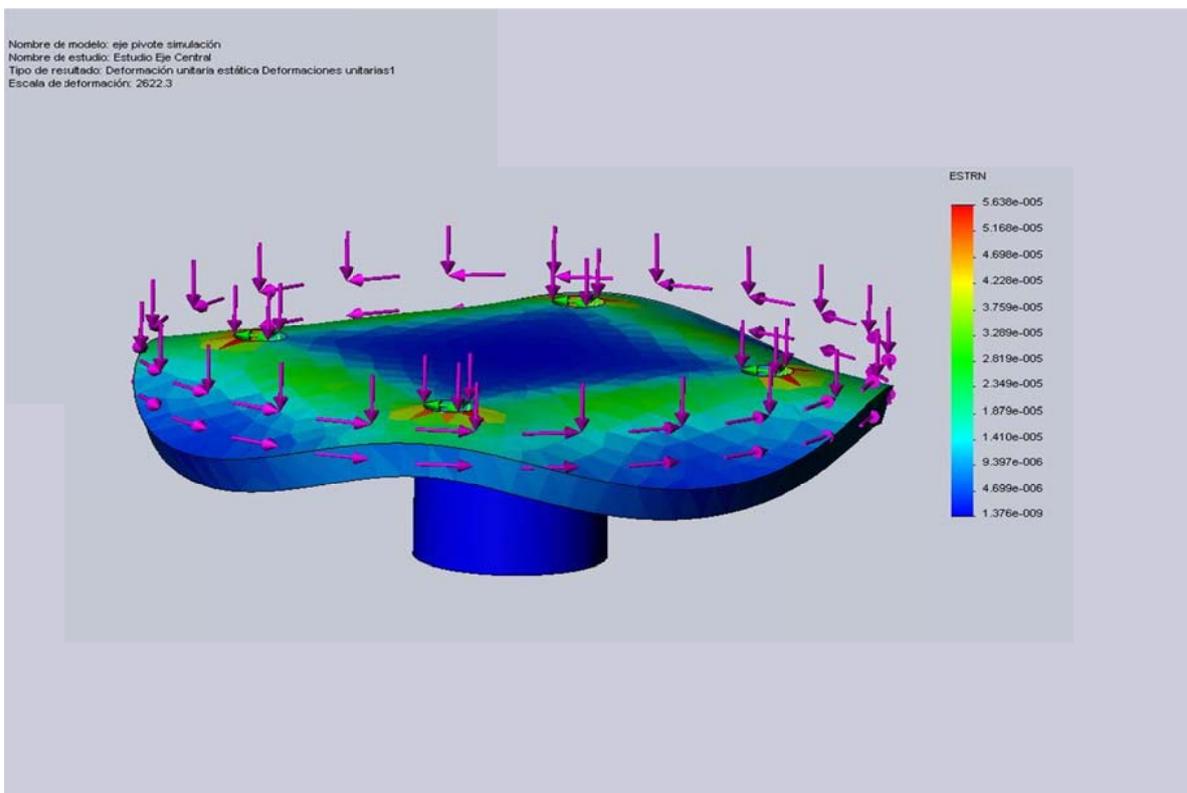


Figura 4.16 eje pivote simulación-Estudio Eje Central-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

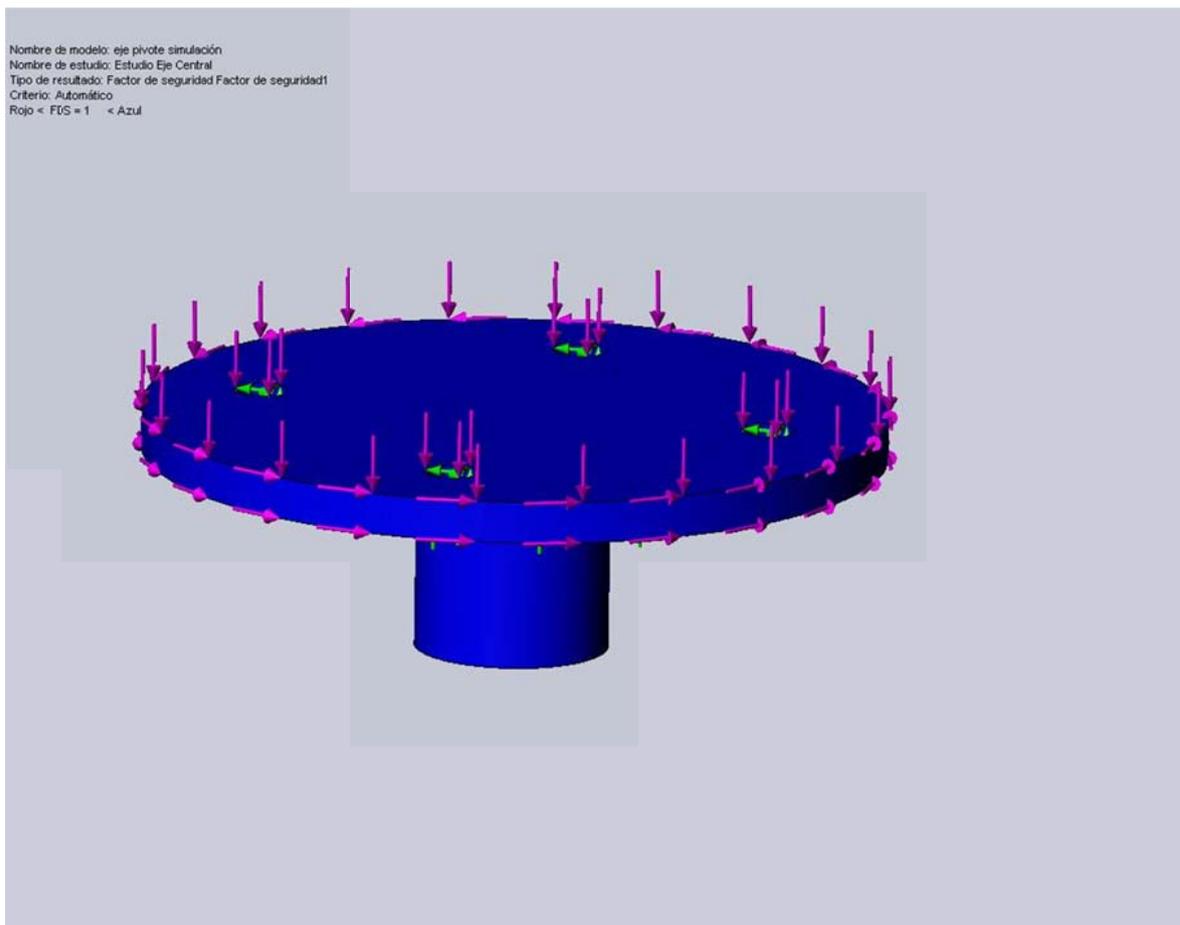


Figura 4.17 eje pivote simulación-Estudio Eje Central-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusiones:

- Se determinó con el gráfico del esfuerzo de Von Mises que el elemento mantiene un límite elástico en la mayor parte del cuerpo y que las zonas de posible falla en el caso de que la energía de deformación exceda a la energía elástica se encuentran en los puntos en los cuales se mantienen en rojo, y con mayor precisión en el nodo indicado en la tabla de resumen de resultados.
- Se concluyó que, el pandeo mostrado entre los cuadrantes, segmentos de arco delimitados por los agujeros se debe a que en la simulación la cara que está en contacto con el bastidor que conforma el piso giratorio se deforma (que es el caso más crítico aunque improbable), provocando el aplastamiento de las zonas mencionas.
- Se observa que los nodos de mayores desplazamientos son del orden de fracciones de milímetro, y por tal motivo no son de consideración. Ratificando así la consideración irrelevante para el pandeo en las zonas periféricas del eje.

- Se encuentra consecuente al gráfico que nos muestra en factor de seguridad (FDS) con el gráfico del esfuerzo de Von Mises, las zonas en azul muestran donde el elemento tiene un factor de seguridad de al menos 1, las zonas en rojo son donde el factor de seguridad es inferior.

Análisis de Tensiones de DIN 6914 -
M36 x 185 x 50-N perno corona
(Simulación)

Autor: Oscar Olmedo Mosquera

Contenido	Páginas.
Contenido.....	2
Lista de ilustraciones	2
Descripción.....	3
Suposiciones	3
Información de modelo	3
Propiedades del estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material	4
Cargas y restricciones	4
Definiciones de conector.....	4
Contacto.....	5
Información de malla.....	5
Escenarios de diseño resultantes.....	5
Resultados del sensor	5
Fuerzas de reacción.....	5
Fuerzas de cuerpo libre.....	5
Fuerzas de perno	5
Fuerzas de pasador	6
Resultados del estudio	6
Conclusión.....	8

Lista de ilustraciones

DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona-Estudio Perno Corona-Tensiones-Tensiones1	6
DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona-Estudio Perno Corona-Desplazamientos- Desplazamientos1	7
DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona-Estudio Perno Corona-Deformaciones unitarias- Deformaciones unitarias1	7
DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona-Estudio Perno Corona-Factor de seguridad-Factor de seguridad2.....	8

Descripción

Resume el análisis mediante el Método de elementos finitos (MEF) de DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona.

Suposiciones

Las cargas aplicadas para el análisis del perno son las que transmiten el par de engranes, en las condiciones críticas esta carga es dividida para 3 pernos, que son los que conforman la junta de un segmento de la corona dentada.

Información de modelo

Tabla 4.44 información de modelo.

Nombre de documento	Configuración	Ruta al documento	Fecha de modificación
DIN 6914 - M36 x 175 x 50-N perno corona	DIN 6914 - M36 x 175 x 50-N	D:\Tesis Oscar\Simulación Sistema Giro\Simulaciones\Perno Corona\DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona.SLDprt	Enero 17 20:50:31 2014

Propiedades del estudio

Tabla 4.45 Propiedades de estudio.

Nombre de estudio	Estudio Perno Corona
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Unidades

Tabla 4.46 Unidades.

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	m
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Propiedades de material

Tabla 4.47 Propiedades de material.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	DIN 6914 - M36 x 175 x 50-N perno corona	[SW]AISI 4340 Acero normalizado	1.9591 kg	0.000249567 m ³
Nombre de material:		[SW]AISI 4340 Acero normalizado		
Descripción:				
Origen del material:				
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Criterio de error predeterminado:		Desconocido		
Datos de aplicación:				
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2.05e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.32	NA	Constante	
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7850	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	1.11e+009	N/m ²	Constante	
Límite elástico	7.1e+008	N/m ²	Constante	
Coefficiente de dilatación térmica	1.2e-005	/Kelvin	Constante	
Conductividad térmica	44.5	W/(m.K)	Constante	
Calor específico	475	J/(kg.K)	Constante	

Cargas y restricciones

Sujeción

Tabla 4.48 Sujeción.

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Sujeción-1 <DIN 6914 - M36 x 175 x 50-N perno corona>	activar 1 Cara(s) fijo.	
Sujeción-2 <DIN 6914 - M36 x 175 x 50-N perno corona>	activar 1 Cara(s)Rodillo/Deslizamiento	

Carga

Tabla 4.49 Carga.

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza/Torsión-1 <DIN 6914 - M36 x 175 x 50-N perno corona>	activar 1 Cara(s) aplicar fuerza 77974 N normal a plano de referencia con respecto a la referencia seleccionada Arista< 1 > utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	

Definiciones de conector

No hay conectores definidos

Contacto

Estado de contacto: Caras en contacto - Unido

Información de malla

Tabla 4.50 Información de malla.

Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	6.2977 mm
Tolerancia:	0.31489 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	7750
Número de nodos:	12212
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	I7

Escenarios de diseño resultantes

Los datos no están disponibles.

Resultados del sensor

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de reacción

Tabla 4.51 Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	1.26294	38987.4	-67522.5	77969.9

Fuerzas de cuerpo libre

Tabla 4.52 Fuerzas de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.171485	0.00274849	0.00949097	0.171769

Momentos de cuerpo libre

Tabla 4.53 Momentos de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Fuerzas de perno (Los datos no están disponibles.)

Fuerzas de pasador

Los datos no están disponibles.

Resultados del estudio

Tabla 4.54 Resultados predeterminados.

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	11294.3 N/m ² Nodo: 657	(2.67971 mm, -17.3189 mm, -30.003 mm)	1.65262e+009 N/m ² Nodo: 9898	(53.1006 mm, -11.6683 mm, 13.9102 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 m Nodo: 31	(50.4 mm, -15.5885 mm, -9 mm)	0.0019885 m Nodo: 7270	(194.912 mm, -19.3001 mm, 33.4851 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	5.00853e-008 Elemento: 1867	(1.99745 mm, 12.3515 mm, 28.6681 mm)	0.00629742 Elemento: 974	(52.5634 mm, -9.8589 mm, 13.6699 mm)

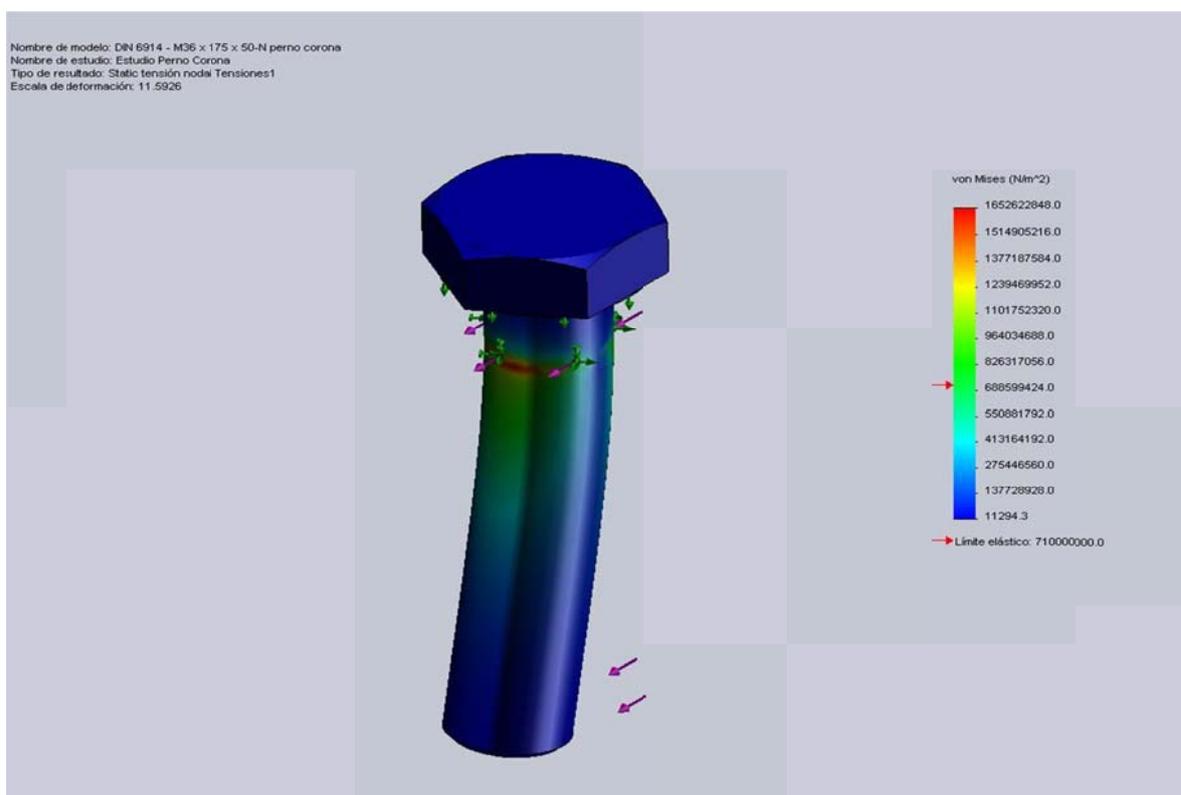


Figura 4.18 DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona-Estudio Perno Corona-Tensiones-Tensiones1

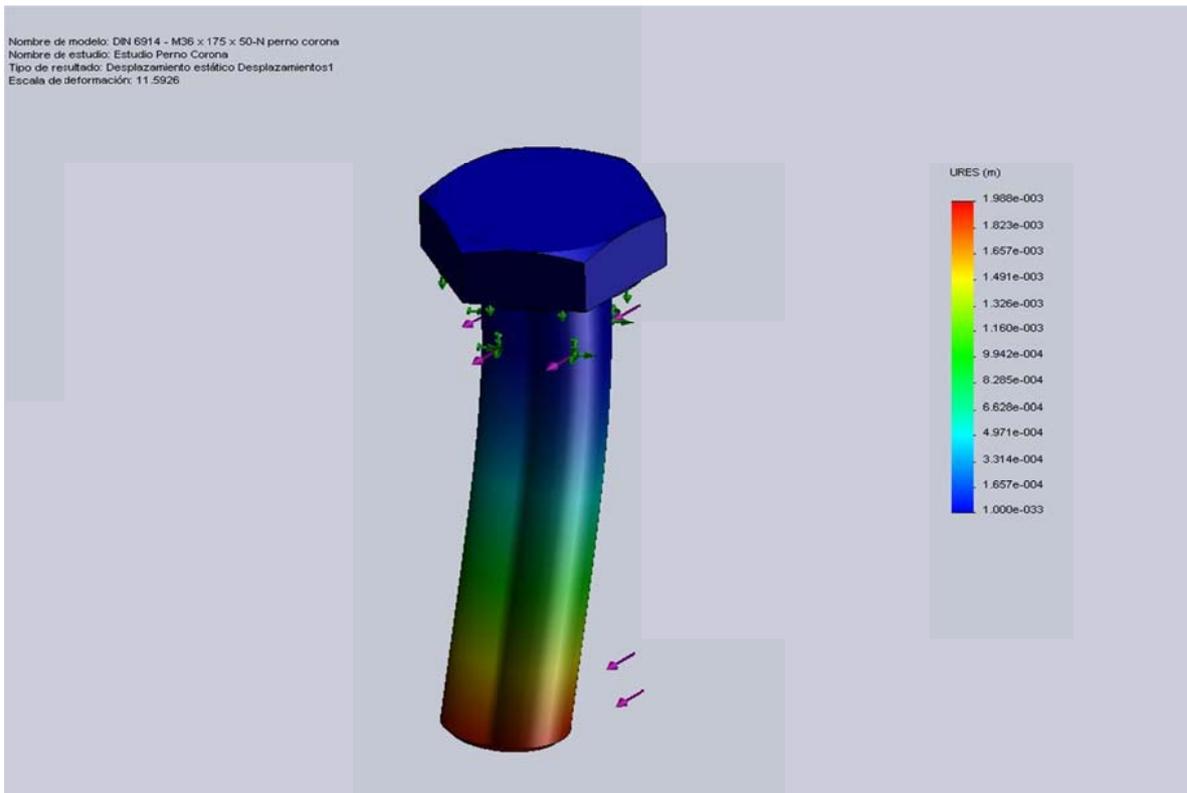


Figura 4.19 DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona-Estudio Perno Corona-Desplazamientos-Desplazamientos1

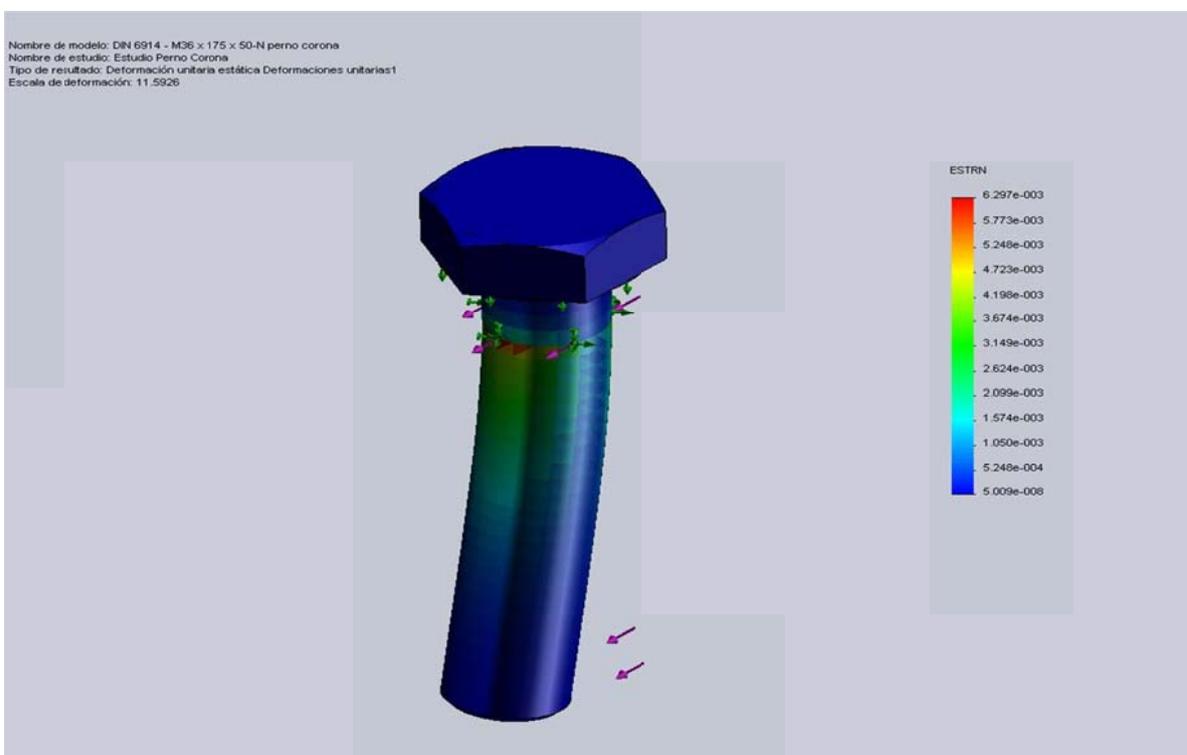


Figura 4.20 DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona-Estudio Perno Corona-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

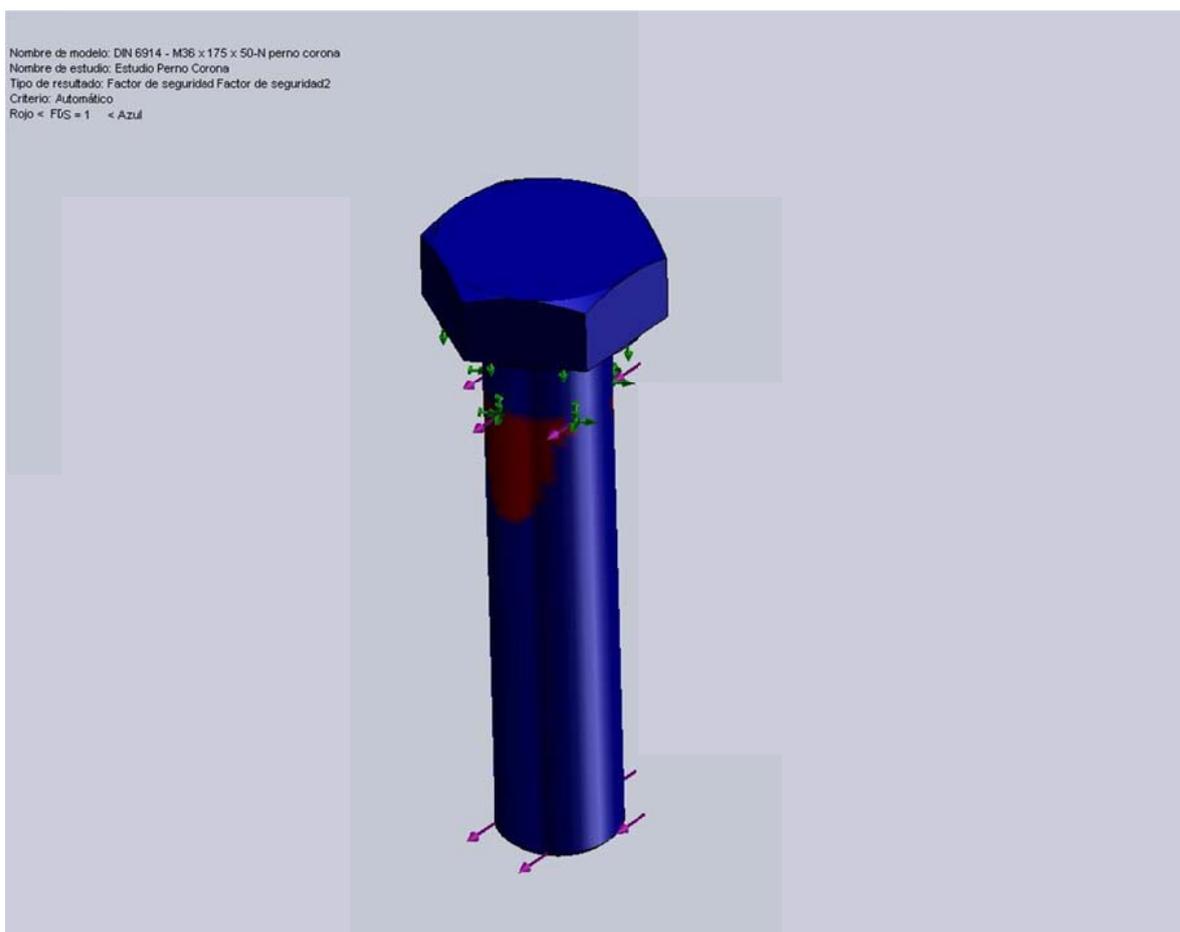


Figura 4.21 DIN 6914 - M36 x 185 x 50-N perno corona-Estudio Perno Corona-Factor de seguridad-Factor de seguridad2

Conclusiones:

- Se determinó con el gráfico del esfuerzo de Von Mises que el elemento mantiene un límite elástico en la mayor parte del cuerpo y que las zonas de posible falla en el caso de que la energía de deformación exceda a la energía elástica se encuentran en los puntos en los cuales se mantienen en rojo, y con mayor precisión en el nodo indicado en la tabla de resumen de resultados.
- Se determinó que la deformación mostrada en el extremo inferior del perno es debido a que como una condición crítica se puso al perno solamente apoyada en la placa de sujeción del piso giratorio y la fuerza se aplica desde la zona apoyada por la corona dentada. Además se

simuló el caso crítico en el que un único perno soporta toda la carga generada por el contacto de piñón y corona.

- Se observa que los nodos de mayores desplazamientos son del orden de fracciones de milímetro, y por tal motivo no son de consideración. Ratificando así la consideración irrelevante para el pandeo en las zonas periféricas del eje.
- Se encuentra consecuente al gráfico que nos muestra en factor de seguridad (FDS) con el gráfico del esfuerzo de Von Mises, las zonas en azul muestran donde el elemento tiene un factor de seguridad de al menos 1, las zonas en rojo son donde el factor de seguridad es inferior.

Análisis de tensiones de Rodillo Periférico (Simulación)

Autor: Oscar Olmedo Mosquera

Contenido (según el informe generado)

Contenido.....	2
Lista de ilustraciones	2
Descripción.....	3
Suposiciones	3
Información de modelo	3
Propiedades del estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material	4
Cargas y restricciones	4
Definiciones de conector.....	4
Contacto.....	5
Información de malla.....	5
Escenarios de diseño resultantes.....	5
Resultados del sensor	5
Fuerzas de reacción.....	5
Fuerzas de cuerpo libre.....	5
Fuerzas de perno	5
Fuerzas de pasador	5
Resultados del estudio	6
Conclusión.....	9

Lista de ilustraciones

Rodillo periférico simulación-Estudio Rodillo Periférico-Tensiones-Tensiones1.....	6
Rodillo periférico simulación-Estudio Rodillo Periférico-Desplazamientos-Desplazamientos1	7
Rodillo periférico simulación-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1	7
Rodillo periférico simulación-Factor de seguridad-Factor de seguridad1	8

Descripción

Resume el análisis mediante el Método de elementos finitos (MEF) de Rodillo periférico simulación.

Suposiciones

Este rodillo está compuesto de un alma cilíndrica maciza y complementada por un cilindro hueco de tubería y acoplada por 3 discos con agujero central, dos a los lados y uno en el centro.

Información de modelo

Tabla 4.55 Información de modelo.

Nombre de documento	Configuración	Ruta al documento	Fecha de modificación
Rodillo periférico simulación	Default	D:\Tesis Oscar\Simulación Sistema Giro\Simulaciones\Eje periférico\Rodillo periférico simulación.SLDPRT	Enero 17 20:22:33 2014

Propiedades del estudio

Tabla 4.56 Propiedades de estudio.

Nombre de estudio	Estudio Rodillo Periférico
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Unidades

Tabla 4.57 Unidades.

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	m
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Propiedades de material

Tabla 4.58 Propiedades de material.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Rodillo periférico simulación	AISI 1020 Acero	51.1321 kg	0.00647241 m ³
Nombre de material:		AISI 1020 Acero		
Descripción:				
Origen del material:				
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Criterio de error predeterminado:		Desconocido		
Datos de aplicación:				
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2.07e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.27	NA	Constante	
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7900	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	2e+009	N/m ²	Constante	
Límite elástico	1.73e+009	N/m ²	Constante	
Conductividad térmica	42.7	W/(m.K)	Constante	
Calor específico	477	J/(kg.K)	Constante	

Cargas y restricciones

Sujeción

Tabla 4.59 Sujeción.

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Sujeción-1 <Rodillo periférico simulación>	activar 2 Cara(s)Rodillo/Deslizamiento	
Sujeción-2 <Rodillo periférico simulación>	activar 2 Cara(s) fijo.	

Carga

Tabla 4.60 Carga.

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza/Torsión-1 <Rodillo periférico simulación>	activar 1 Cara(s) aplicar fuerza -78090 N normal a plano de referencia con respecto a la referencia seleccionada Arista< 1 > utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	

Definiciones de conector

No hay conectores definidos.

Contacto

Estado de contacto: Caras en contacto – Unido.

Información de malla

Tabla 4.61 Información de malla.

Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	16 Points
Tamaño de elementos:	10.7176 mm
Tolerancia:	1.2371 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	43396
Número de nodos:	74047
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	I7

Escenarios de diseño resultantes

Los datos no están disponibles.

Resultados del sensor

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de reacción

Tabla 4.62 Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	2.54733	78089.3	36.6718	78089.3

Fuerzas de cuerpo libre

Tabla 4.63 Fuerzas de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-0.0125122	-0.00100127	-0.000919759	0.0125859

Momentos de cuerpo libre

Tabla 4.64 Momentos de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Fuerzas de perno

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de pasador

Los datos no están disponibles.

Resultados del estudio

Tabla 4.65 Resultados predeterminados.

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	146575 N/m ² Nodo: 25566	(296.084 mm, -75.7782 mm, 2.45052 mm)	9.58829e+007 N/m ² Nodo: 11920	(0 mm, 43.4667 mm, 11.6469 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 m Nodo: 2	(0 mm, -45.5 mm, -8.35794e-015 mm)	0.041557 mm Nodo: 31110	(300.002 mm, -60.1 mm, -105.263 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.24375e-006 Elemento: 32753	(298.159 mm, -75.6968 mm, 21.219 mm)	0.000261876 Elemento: 11849	(586.735 mm, 34.1311 mm, -11.6229 mm)

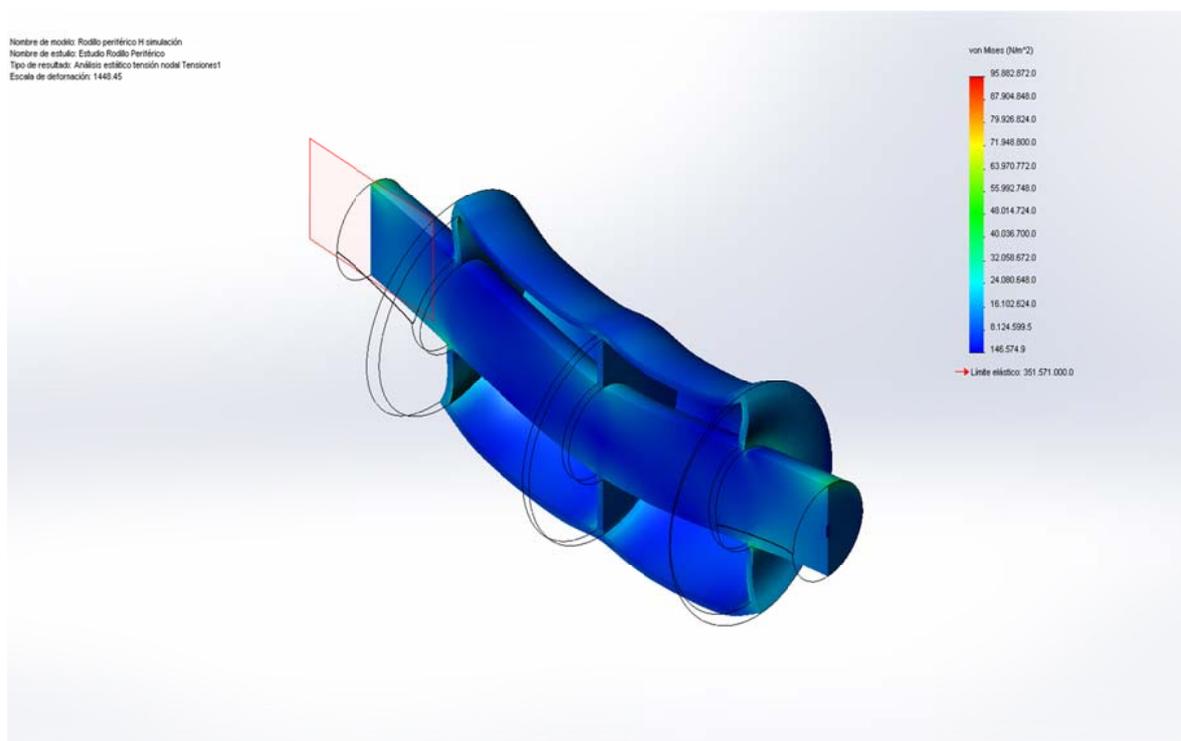


Figura 4.22 Rodillo periférico simulación-Estudio Rodillo Periférico-Tensiones-Tensiones1

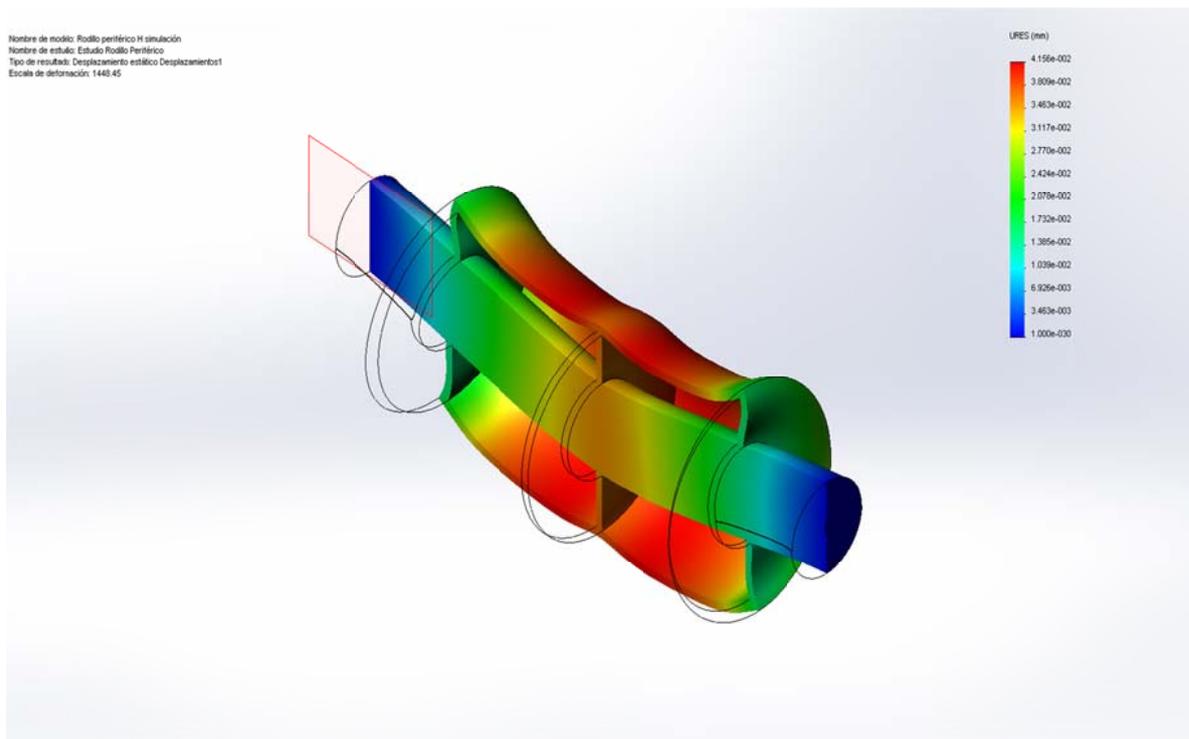


Figura 4.23 Rodillo periférico simulación-Estudio Rodillo Periférico-Desplazamientos-Desplazamientos1

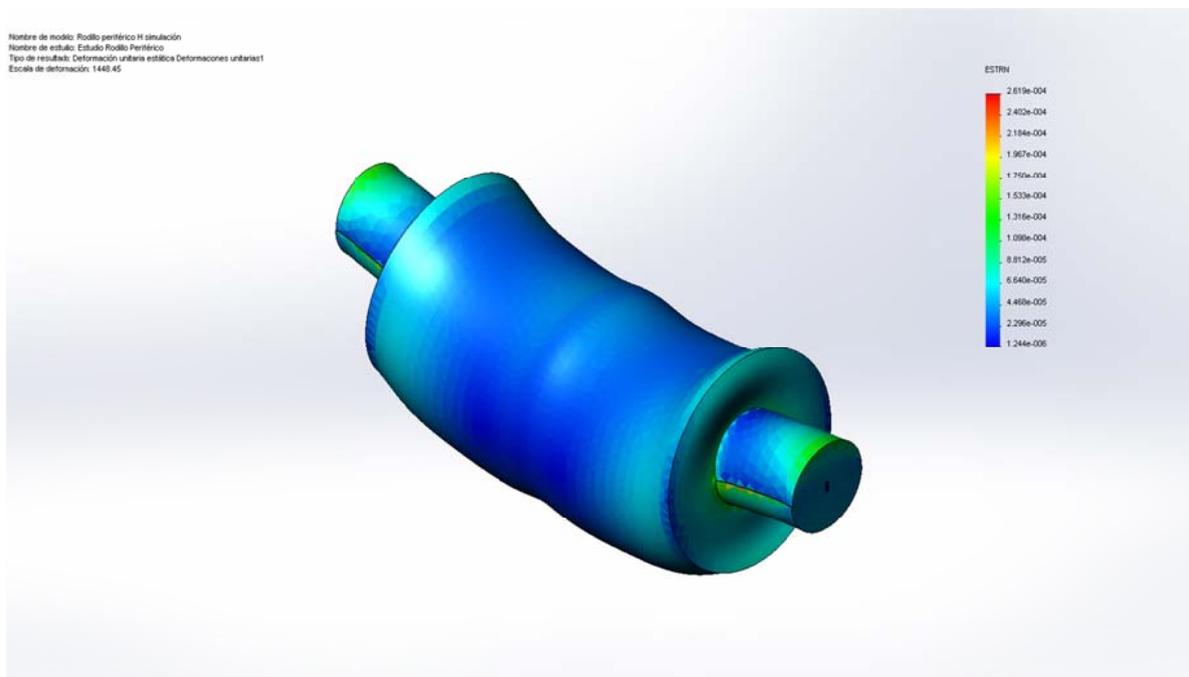


Figura 4.24 Rodillo periférico simulación-Estudio Rodillo Periférico-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

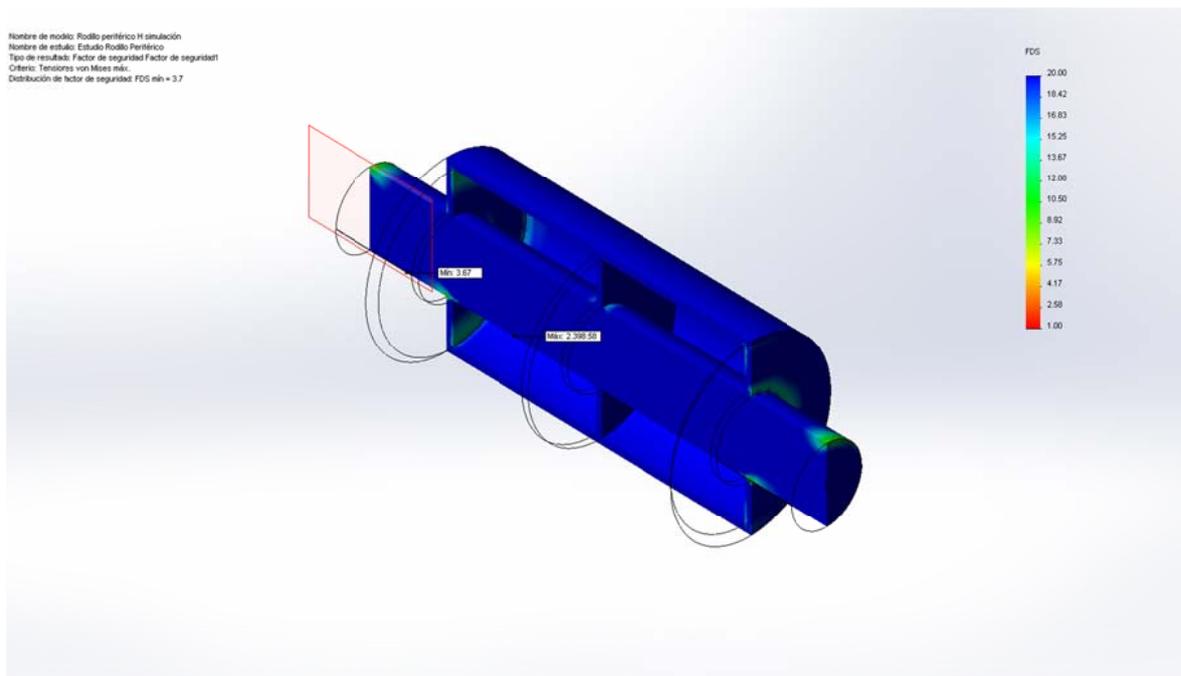


Figura 4.25 Rodillo periférico simulación-Estudio Rodillo Periférico-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusiones:

- Se determinó con el gráfico del esfuerzo de Von Mises que el elemento se mantiene trabajando bajo el límite elástico en la mayor parte del cuerpo y que las zonas de posible falla en el caso de que la energía de deformación exceda a la energía elástica se encuentran en los puntos en los cuales se mantienen en rojo, y con mayor precisión en el nodo indicado en la tabla de resumen de resultados.
- Se visualizó con mayor claridad que en el cambio de sección desde los extremos al centro se tiene una fuerte concentración de esfuerzos, pero que por la robustez del elemento no afecta mayormente al desempeño del mismo.
- Se observa que los nodos de mayores desplazamientos son del orden de fracciones de milímetro, y por tal motivo no son de consideración. Ratificando así la consideración irrelevante para el pandeo en las zonas periféricas del eje.
- Se encuentra consecuente al gráfico que nos muestra en factor de seguridad (FDS) con el gráfico del esfuerzo de Von Mises, las zonas en rojo muestran donde el elemento tiene un factor de seguridad de al menos 1, las zonas en azul son donde el factor de seguridad es mayor a 1, el valor del factor de seguridad mínimo es de 3.7 según el diseño en Solidworks, por tanto este modelo es seguro.

Análisis de Tensiones de Engrane Piso partes Ext A1 (Simulación)

Autor: Oscar Olmedo Mosquera

Contenido (según informe generado)

Contenido.....	2
Lista de ilustraciones	2
Descripción.....	3
Suposiciones	3
Información de modelo	3
Propiedades del estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material	4
Cargas y restricciones	4
Definiciones de conector.....	4
Contacto.....	4
Información de malla.....	5
Escenarios de diseño resultantes.....	5
Resultados del sensor	5
Fuerzas de reacción.....	5
Fuerzas de cuerpo libre.....	5
Fuerzas de perno	6
Fuerzas de pasador	6
Resultados del estudio	6
Conclusión.....	9

Lista de ilustraciones

Engrane Piso partes Ext A1 simulación-Estudio Engrane Corona-Tensiones-Tensiones1	7
Engrane Piso partes Ext A1 simulación-Estudio Engrane Corona-Desplazamientos- Desplazamientos1	8
Engrane Piso partes Ext A1 simulación-Estudio Engrane Corona-Deformaciones unitarias- Deformaciones unitarias1	9
Engrane Piso partes Ext A1 simulación-Estudio Engrane Corona-Factor de seguridad-Factor de seguridad1.....	10

Descripción

Resume el análisis mediante el Método de elementos finitos (MEF) de Engrane Piso partes Ext A1 simulación.

Suposiciones

Este fragmento del engrane (corona) se toma por separado para analizar toda la corona, por las condiciones de tamaño y de funciona

Información de modelo

Tabla 4.66 Información de modelo.

Nombre de documento	Configuración	Ruta al documento	Fecha de modificación
Engrane Piso partes Ext A1 simulación	Default	D:\Tesis Oscar\Simulación Sistema Giro\Simulaciones\Engrane Corona\Engrane Piso partes Ext A1 simulación.SLDPRT	Enero 17 22:57:47 2014

Propiedades del estudio

Tabla 4.67 Propiedades de estudio.

Nombre de estudio	Estudio Engrane Corona
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Unidades

Tabla 4.68 Unidades.

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	m
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Propiedades de material

Tabla 4.69 Propiedades de material.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Engrane Piso partes Ext A1 simulación	AISI 1020 Acero	478.602 kg	0.0623179 m ³
Nombre de material:		AISI 1020 Acero		
Descripción:				
Origen del material:				
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Criterio de error predeterminado:		Desconocido		
Datos de aplicación:				
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2.07e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.27	NA	Constante	
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7680	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	1.94e+009	N/m ²	Constante	
Límite elástico	1.72e+009	N/m ²	Constante	
Conductividad térmica	42.7	W/(m.K)	Constante	
Calor específico	477	J/(kg.K)	Constante	

Cargas y restricciones

Sujeción

Tabla 4.70 Sujeción.

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Sujeción-1 <Engrane Piso partes Ext A1 simulación>	activar 3 Cara(s) fijo.	

Carga

Tabla 4.71 Carga.

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza/Torsión-1 <Engrane Piso partes Ext A1 simulación>	activar 1 Cara(s) aplicar fuerza normal 77970 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	

Definiciones de conector

No hay conectores definidos

Contacto

Estado de contacto: Caras en contacto – Unido

Información de malla

Tabla 4.72 Información de malla.

Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	39.65 mm
Tolerancia:	1.9825 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	11368
Número de nodos:	18384
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	17

Escenarios de diseño resultantes

Los datos no están disponibles.

Resultados del sensor

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de reacción

Tabla 4.73 Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-72888.5	27603.3	0.0597379	77940.2

Fuerzas de cuerpo libre

Tabla 4.74 Fuerzas de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.0197282	0.00570148	0.00116789	0.0205687

Momentos de cuerpo libre

Tabla 4.75 Momentos de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Fuerzas de perno

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de pasador

Los datos no están disponibles.

Resultados del estudio

Resultados predeterminados

Tabla 4.76 Resultados predeterminados.

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máy.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.57333 N/m ² Nodo: 459	(1424.69 mm, 3479.22 mm, -35.0002 mm)	2.45973e+007 N/m ² Nodo: 17409	(194.547 mm, 3707.21 mm, -81.9222 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 m Nodo: 1	(1156.33 mm, 3444.26 mm, -200 mm)	1.7957e-005 m Nodo: 792	(270.235 mm, 3778.76 mm, -99.6212 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.7188e-011 Elemento: 3292	(1409.09 mm, 3479.58 mm, -191.75 mm)	9.20582e-005 Elemento: 3427	(206.74 mm, 3710.14 mm, -40.7693 mm)

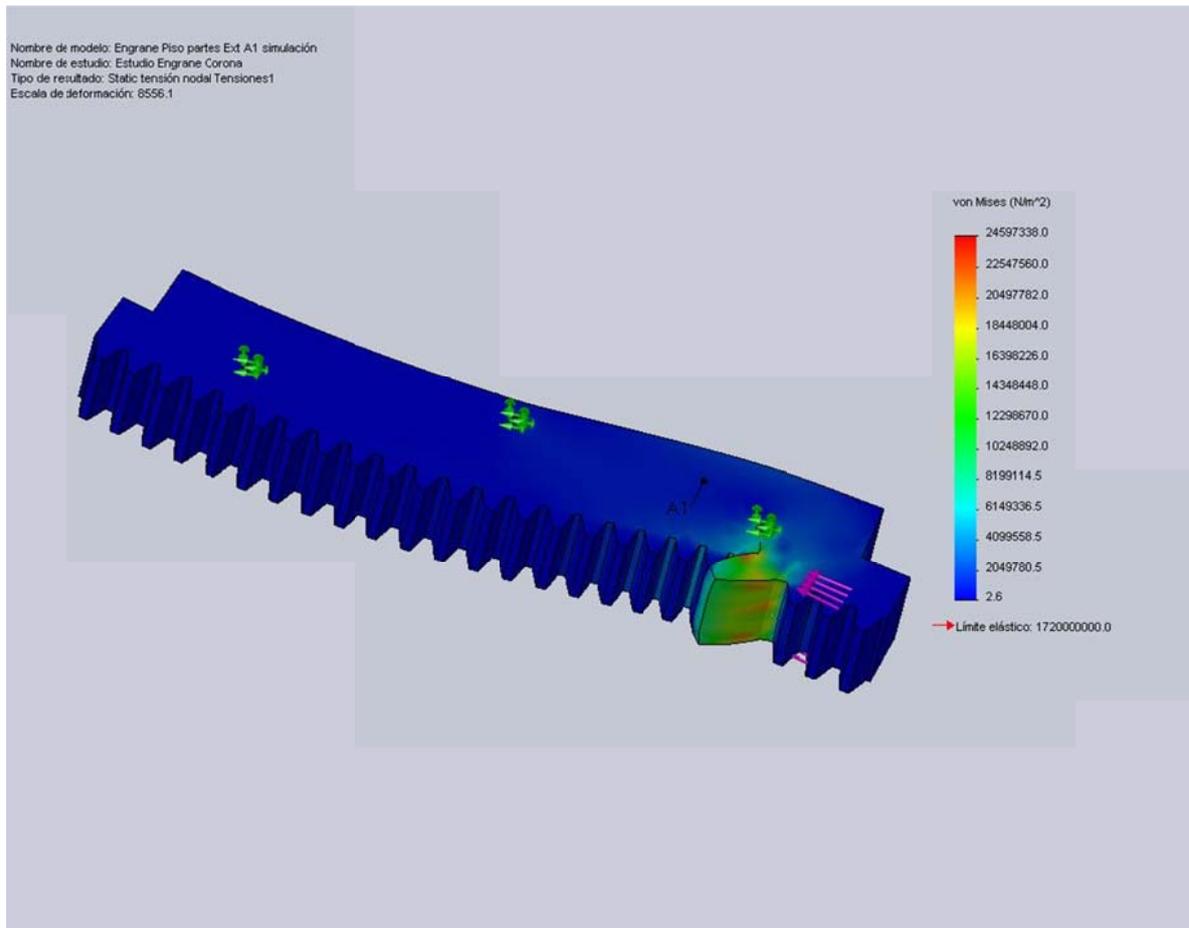


Figura 4.26 Engrane Piso partes Ext A1 simulación-Estudio Engrane Corona-Tensiones-Tensiones1

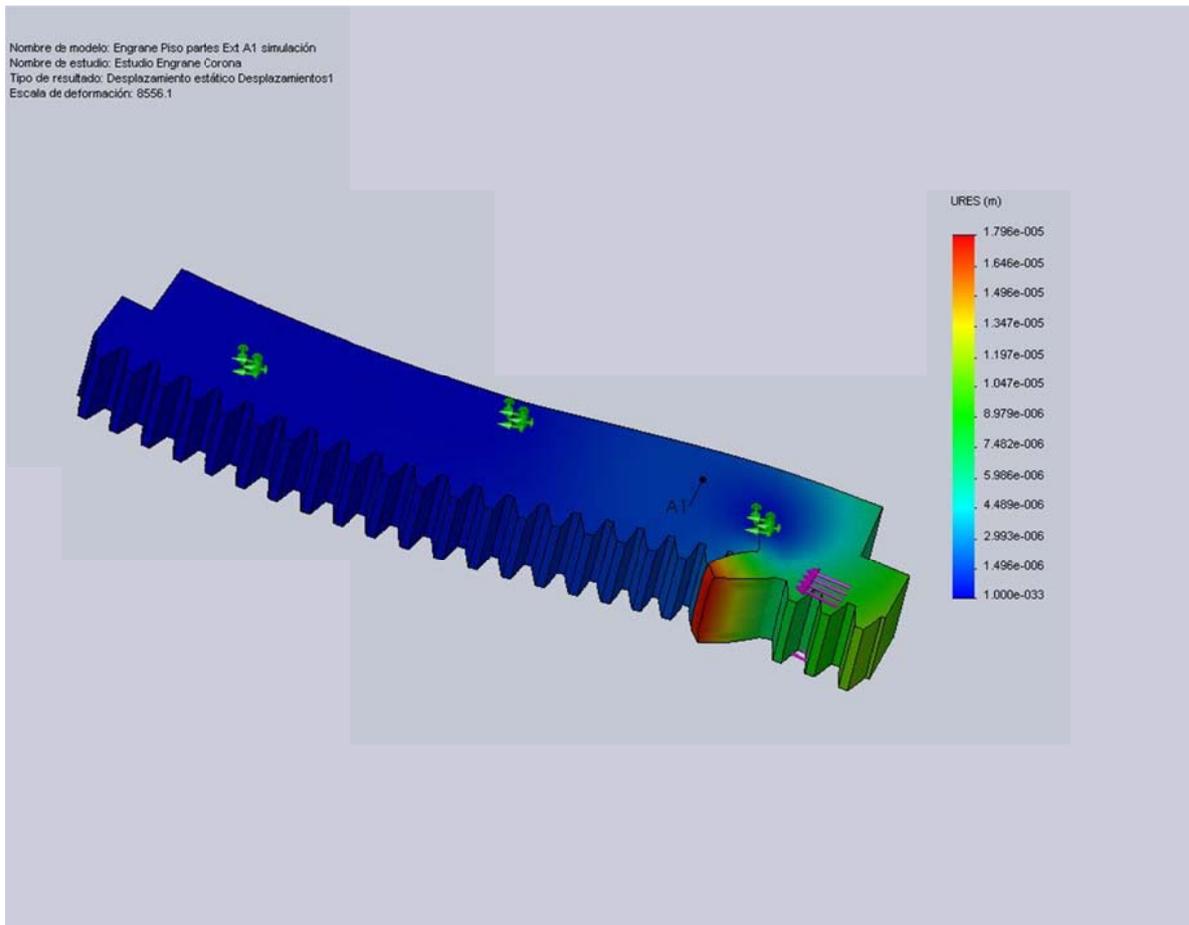


Figura 4.27 Engrane Piso partes Ext A1 simulación-Estudio Engrane Corona-Desplazamientos-Desplazamientos1

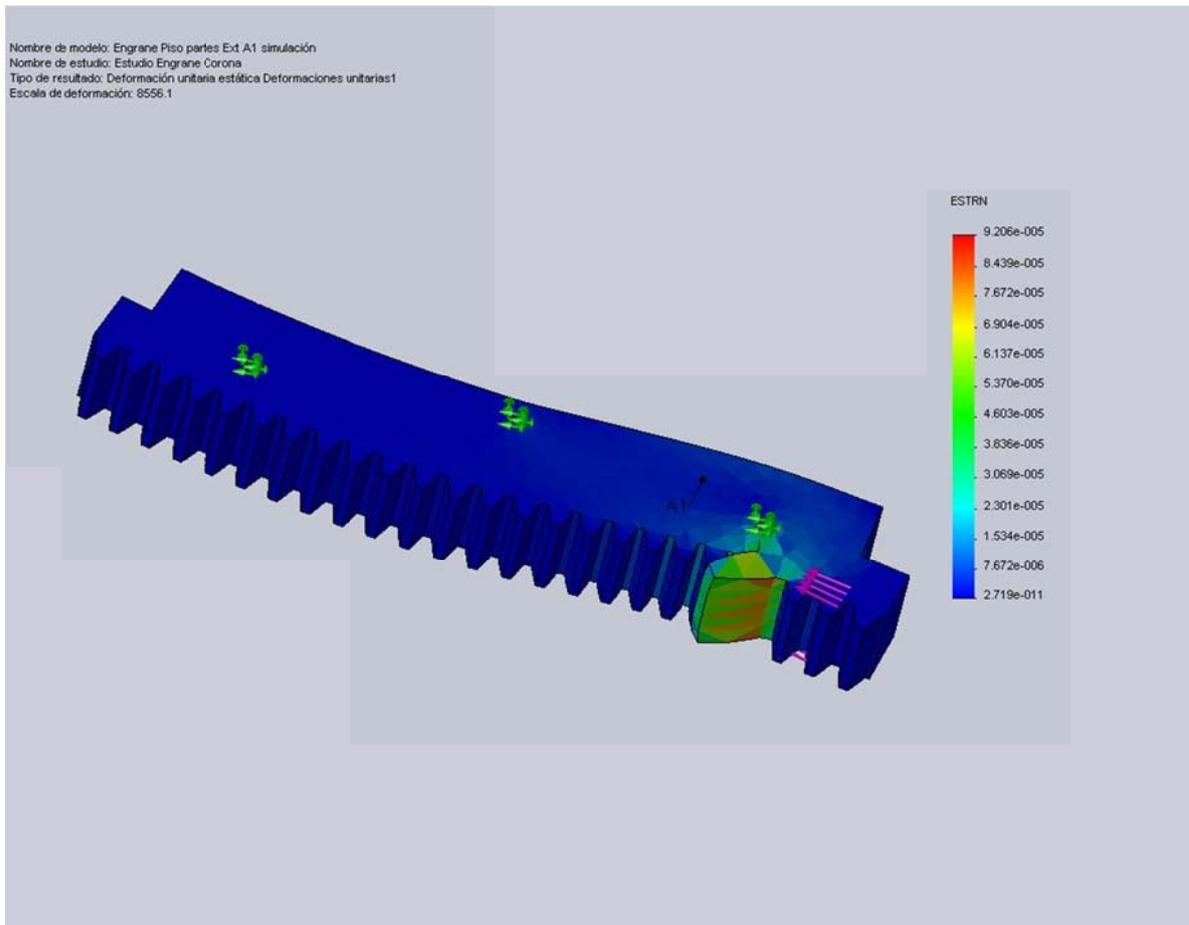


Figura 4.28 Engrane Piso partes Ext A1 simulación-Estudio Engrane Corona-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

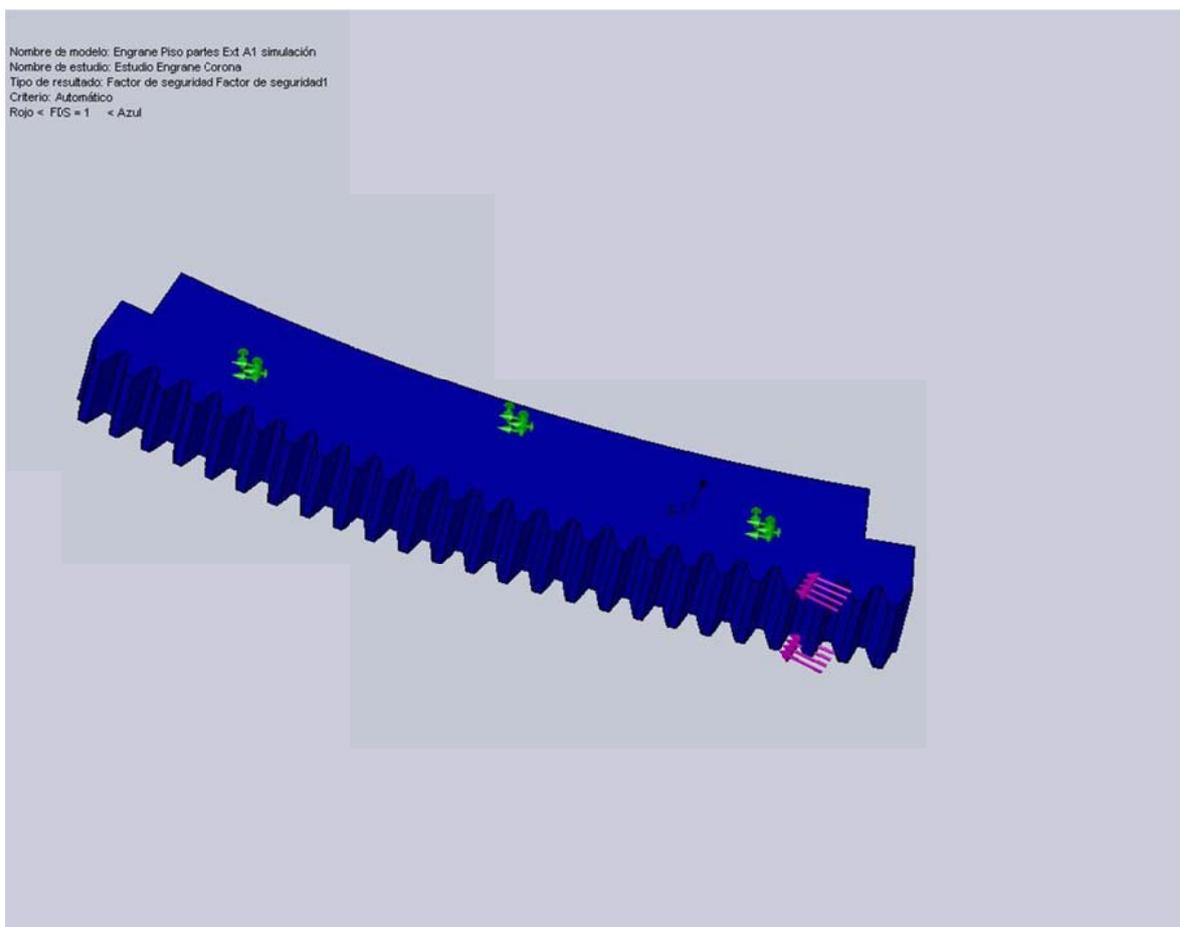


Figura 4.29 Engrane Piso partes Ext A1 simulación-Estudio Engrane Corona-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusiones:

- Se determinó con el gráfico del esfuerzo de Von Mises que el elemento se mantiene sometido a un régimen bajo el límite elástico en la mayor parte del cuerpo y que las zonas de posible falla en el caso de que la energía de deformación exceda a la energía elástica se encuentran en los puntos en los cuales se mantienen en rojo, y con mayor precisión en el nodo indicado en la tabla de resumen de resultados.
- Se visualizó con mayor claridad que en la zona de mayor afección es el valle posterior al contacto entre dientes de corona y piñón existente entre los dientes, esto por haber una mayor concentración del estrés debido a la geometría del diente, sin embargo y tratándose de un par de engranes que se giran a baja revolución este efecto no afecta significativamente al desempeño del sistema en general.

- Se observa que los nodos de mayores desplazamientos son del orden de fracciones de milímetro, y por tal motivo no son de consideración. Ratificando así la consideración para desplazamiento mostrado en la simulación.
- Se encuentra consecuente al gráfico que nos muestra en factor de seguridad (FDS) con el gráfico del esfuerzo de Von Mises, las zonas en azul muestran donde el elemento tiene un factor de seguridad de al menos 1 o superior, las zonas en rojo son donde el factor de seguridad es inferior.

Análisis de Tensiones de Engrane Piñón (Simulación)

Autor: Oscar Olmedo Mosquera

Contenido (según informe generado)

Contenido.....	2
Lista de ilustraciones	2
Descripción.....	3
Suposiciones	3
Información de modelo	3
Propiedades del estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material	4
Cargas y restricciones	4
Definiciones de conector.....	5
Contacto.....	5
Información de malla.....	5
Escenarios de diseño resultantes.....	5
Resultados del sensor	5
Fuerzas de reacción.....	5
Fuerzas de cuerpo libre.....	5
Fuerzas de perno	6
Fuerzas de pasador	6
Resultados del estudio	6
Conclusión.....	9

Lista de ilustraciones

Engrane Piñón simulación-Estudio Engrane Piñón-Tensiones-Tensiones1	7
Engrane Piñón simulación-Estudio Engrane Piñón-Desplazamientos-Desplazamientos1	8
Engrane Piñón simulación-Estudio Engrane Piñón-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1.....	9
Engrane Piñón simulación-Estudio Engrane Piñón-Factor de seguridad-Factor de seguridad1.....	10

Descripción

Resume el análisis mediante el Método de elementos finitos (MEF) de Engrane Piñón simulación.

Suposiciones

El engrane (piñón) mostrado en este estudio, es el conductor del movimiento a la salida del moto-reductor, para el sistema de giro.

Información de modelo

Tabla 4.77 Información del modelo.

Nombre de documento	Configuración	Ruta al documento	Fecha de modificación
Engrane Piñón simulación	ISO - Spur gear 20M 17T 20PA 200FW --- S17A75H50L100.0N	D:\Tesis Oscar\Simulación Sistema Giro\Simulaciones\Engranaje Piñón\Engrane Piñón simulación.SLDPRT	Enero 18 13:55:22 2014

Propiedades del estudio

Tabla 4.78 Propiedades del estudio.

Nombre de estudio	Estudio Engrane Piñón
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Unidades

Tabla 4.79 Unidades.

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	m
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Propiedades de material

Tabla 4.80 Propiedades del material.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Spur Gear_ISO_ISO - Spur gear 20M 17T 20PA 200FW -- - S16A75H50L120.0N engrane motriz simulación	AISI 1020 Acero	95.1954 kg	0.0123952 m ³
Nombre de material:		AISI 1020 Acero		
Descripción:				
Origen del material:				
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Criterio de error predeterminado:		Desconocido		
Datos de aplicación:				
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2.07e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.27	NA	Constante	
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7680	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	1.94e+009	N/m ²	Constante	
Límite elástico	1.72e+009	N/m ²	Constante	
Conductividad térmica	42.7	W/(m.K)	Constante	
Calor específico	477	J/(kg.K)	Constante	

Cargas y restricciones

Sujeción

Tabla 4.81 Sujeción.

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Sujeción-2 <Engrane Piñón simulación>	activar 1 Cara(s)Bisagra	
Sujeción-3 <Engrane Piñón simulación>	activar 3 Cara(s)Rodillo/Deslizamiento	

Carga

Tabla 4.82 Carga.

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza/Torsión-1 <Engrane Piñón simulación>	activar 1 Cara(s) aplicar fuerza normal 77970 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	

Definiciones de conector

No hay conectores definidos

Contacto

Estado de contacto: Caras en contacto - Unido

Información de malla

Tabla 4.83 Información de malla.

Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	23.146 mm
Tolerancia:	1.1573 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	8794
Número de nodos:	14525
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	17

Escenarios de diseño resultantes

Los datos no están disponibles.

Resultados del sensor

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de reacción

Tabla 4.84 Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-8.64164	4832.3	-76190.4	76343.5

Fuerzas de cuerpo libre

Tabla 4.85 Fuerzas de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-0.00483418	0.0170941	-0.0489006	0.0520274

Momentos de cuerpo libre

Tabla 4.86 Momentos de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Fuerzas de perno

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de pasador

Los datos no están disponibles.

Resultados del estudio

Resultados predeterminados

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	459.46 N/m ² Nodo: 225	(61.8485 mm, -128.749 mm, -140.173 mm)	3.9837e+007 N/m ² Nodo: 12009	(30.4349 mm, 142.551 mm, 2.43643 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 m Nodo: 1098	(165 mm, 58.973 mm, -12.7 mm)	3.31453e- 005 m Nodo: 126	(103.38 mm, 194.693 mm, -2.4211 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	4.2283e- 009 Elemento: 2524	(157.742 mm, -70.9061 mm, -173.663 mm)	0.000138751 Elemento: 2078	(8.48331 mm, 148.666 mm, 0.188934 mm)

Tabla 4.87 Resultados predeterminados.

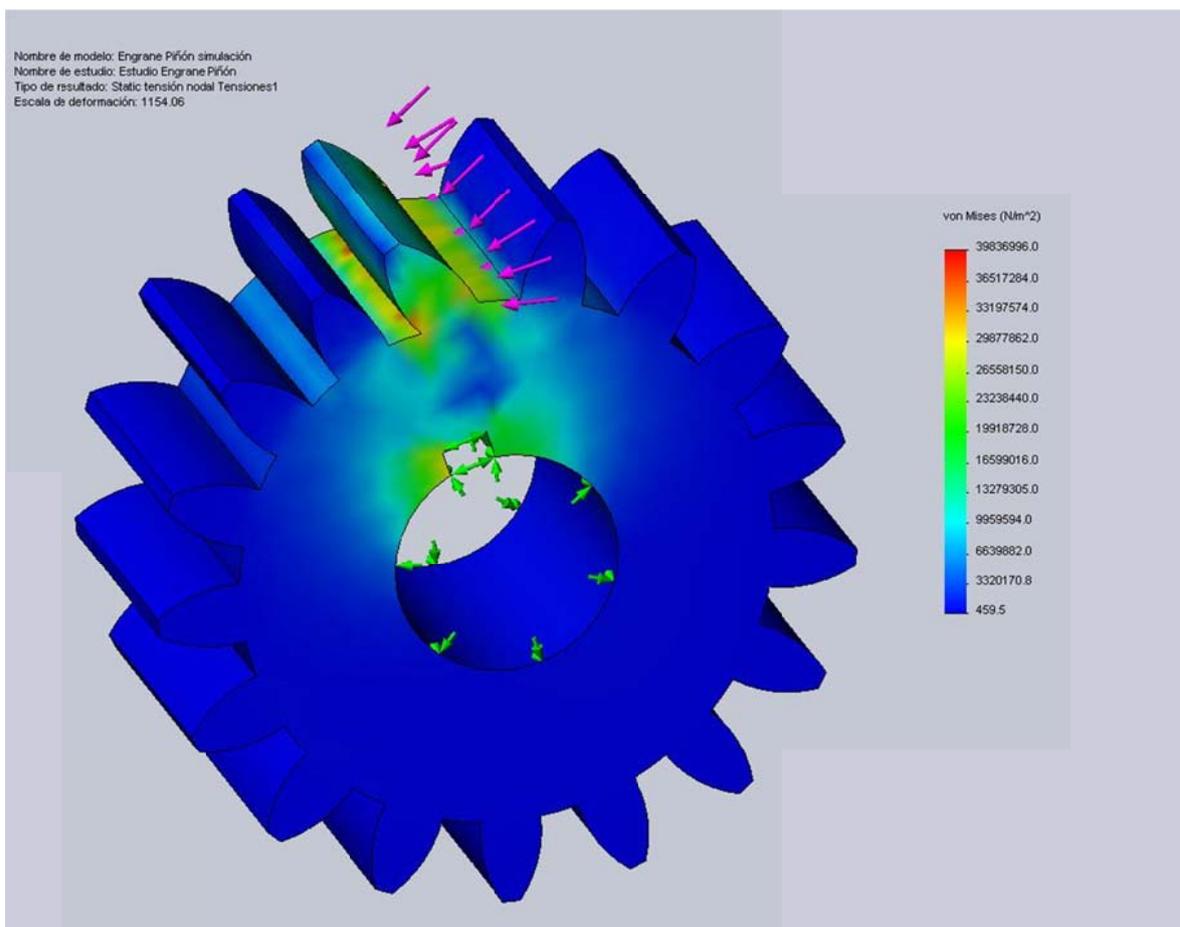


Figura 4.30 Engrane Piñón simulación-Estudio Engrane Piñón-Tensiones-Tensiones1

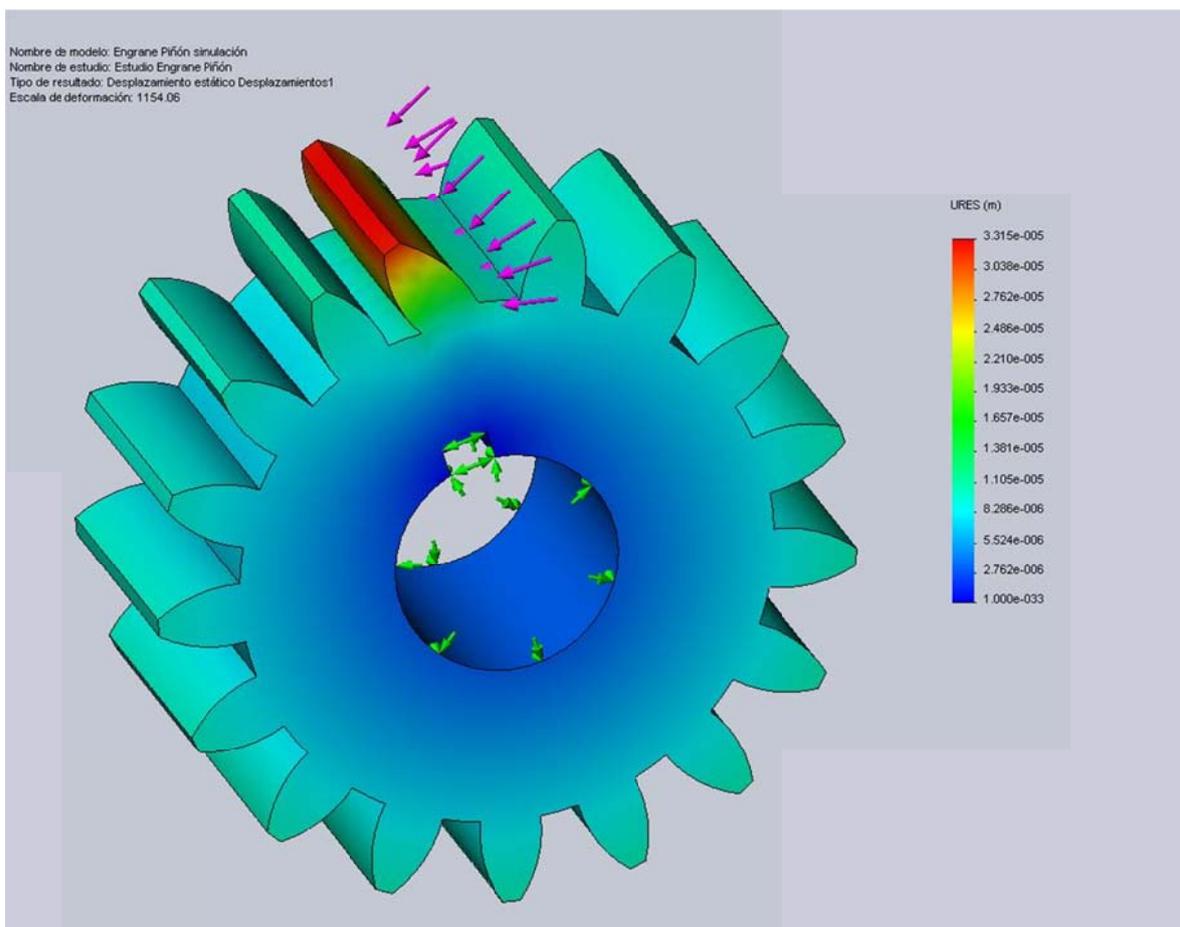


Figura 4.31 Engrane Piñón simulación-Estudio Engrane Piñón-Desplazamientos-Desplazamientos1

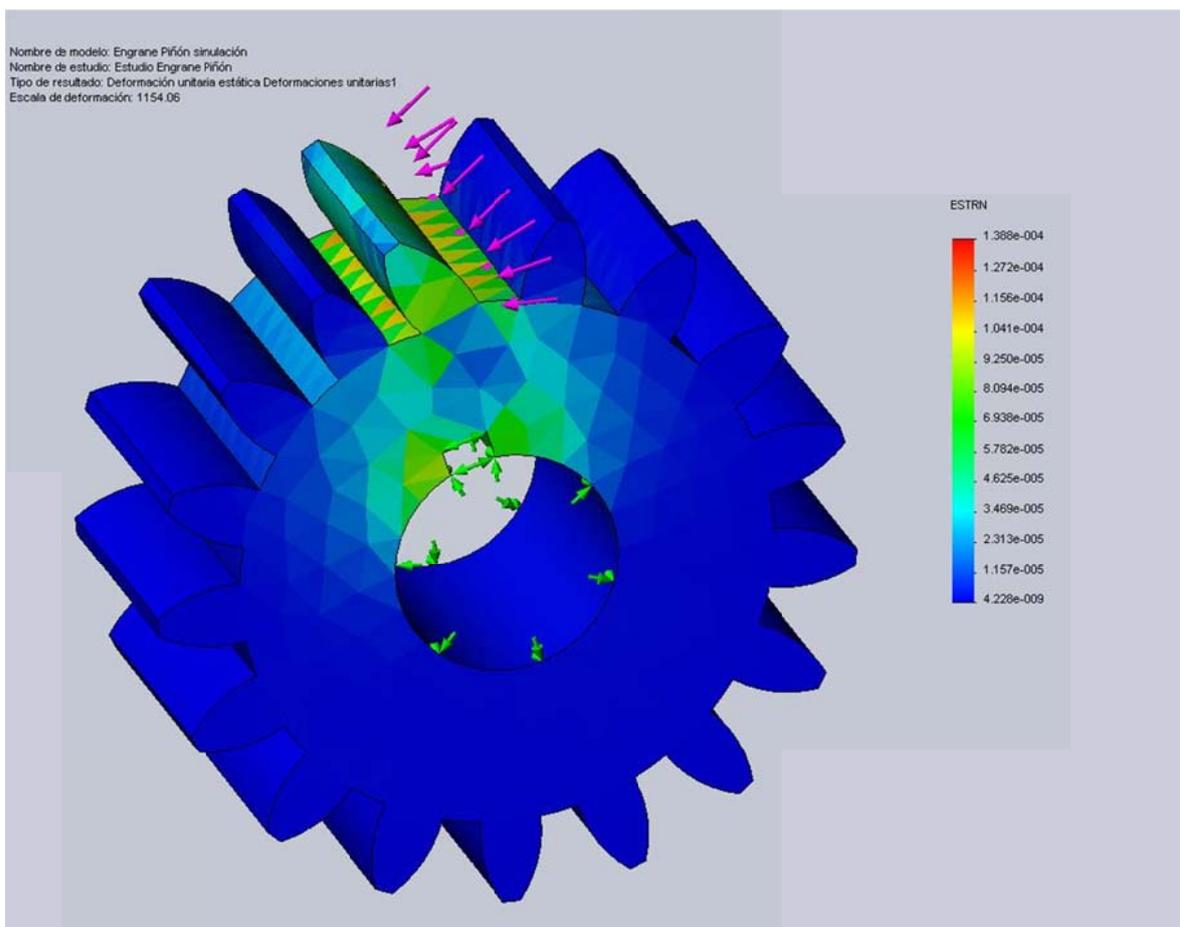


Figura 4.32 Engrane Piñón simulación-Estudio Engrane Piñón-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

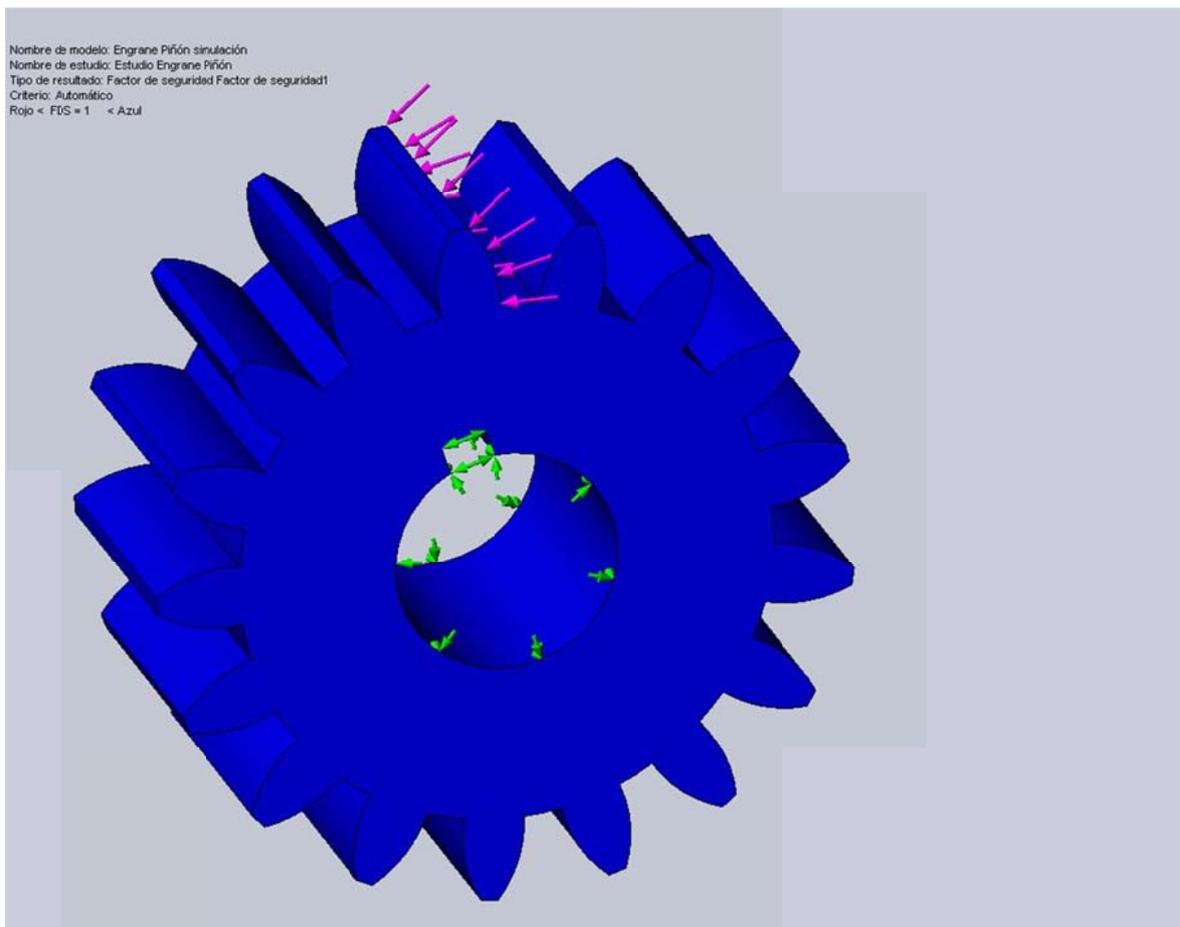


Figura 4.33 Engrane Piñón simulación-Estudio Engrane Piñón-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusiones:

- Se determinó con el gráfico del esfuerzo de Von Mises que el elemento se mantiene sometido a un régimen bajo el límite elástico en la mayor parte del cuerpo y que las zonas de posible falla en el caso de que la energía de deformación exceda a la energía elástica se encuentran en los puntos en los cuales se mantienen en rojo, y con mayor precisión en el nodo indicado en la tabla de resumen de resultados.
- Se visualizó con mayor claridad que en la zona de mayor afección es el valle posterior al contacto entre dientes de corona y piñón existente entre los dientes, esto por haber una mayor concentración del estrés debido a la geometría del diente, sin embargo y tratándose de un par de engranes que se giran a baja revolución este efecto no afecta significativamente al desempeño del sistema en general.

- Se observa que los nodos de mayores desplazamientos son del orden de fracciones de milímetro, y por tal motivo no son de consideración. Ratificando así la consideración para desplazamiento mostrado en la simulación.
- Se encuentra consecuente al gráfico que nos muestra en factor de seguridad (FDS) con el gráfico del esfuerzo de Von Mises, las zonas en azul muestran donde el elemento tiene un factor de seguridad de al menos 1 o superior, las zonas en rojo son donde el factor de seguridad es inferior.

Análisis de Tensiones de Soporte Motor (Simulación)

Autor: Oscar Olmedo Mosquera

Contenido (según informe generado)

Contenido.....	2
Lista de ilustraciones	2
Descripción.....	3
Suposiciones	3
Información de modelo	3
Propiedades del estudio.....	3
Unidades.....	3
Propiedades de material	4
Cargas y restricciones	4
Definiciones de conector.....	4
Contacto.....	5
Información de malla.....	5
Escenarios de diseño resultantes.....	5
Resultados del sensor	5
Fuerzas de reacción.....	5
Fuerzas de cuerpo libre.....	5
Fuerzas de perno	6
Fuerzas de pasador	6
Resultados del estudio	6
Conclusión.....	9

Lista de ilustraciones

Soporte Motor simulación-Estudio Soporte Motoreductor-Tensiones-Tensiones1	7
Soporte Motor simulación-Estudio Soporte Motoreductor-Desplazamientos-Desplazamientos1....	7
Soporte Motor simulación-Estudio Soporte Motoreductor-Deformaciones unitarias- Deformaciones unitarias1	8
Soporte Motor simulación-Estudio Soporte Motoreductor-Factor de seguridad-Factor de seguridad1.....	8

Descripción

Resume el análisis mediante el Método de elementos finitos (MEF) de Soporte Motor simulación.

Suposiciones

El soporte del moto-reductor es solidario con la estructura metálica, pero se analiza si las condiciones de funcionamiento son adecuadas para el soporte.

Información de modelo

Tabla 4.88 Modelo de Información.

Nombre de documento	Configuración	Ruta al documento	Fecha de modificación
Soporte Motor simulación	Predeterminado	D:\Tesis Oscar\Simulación Sistema Giro\Simulaciones\Soporte Motoreductor\Soporte Motor simulación.SLDPRT	Enero 18 15:31:46 2014

Propiedades del estudio

Tabla 4.89 Propiedades del estudio.

Nombre de estudio	Estudio Soporte Motoreductor
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Unidades

Tabla 4.90 Unidades.

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	m
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Propiedades de material

Tabla 4.91 Propiedades del material.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Soporte Motor simulación	[SW]ASTM A36 Acero	174.125 kg	0.0221815 m ³
Nombre de material:		[SW]ASTM A36 Acero		
Descripción:				
Origen del material:				
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Criterio de error predeterminado:		Desconocido		
Datos de aplicación:				
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante	
Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7850	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	4e+008	N/m ²	Constante	
Límite elástico	2.5e+008	N/m ²	Constante	

Cargas y restricciones

Sujeción

Tabla 4.92 Sujeción.

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Sujeción-1 <Soporte Motor simulación>	activar 12 Cara(s) fijo.	

Carga

Tabla 4.93 Carga.

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza/Torsión-1 <Soporte Motor simulación>	activar 2 Cara(s) aplicar fuerza normal 38985 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	
Fuerza/Torsión-2 <Soporte Motor simulación>	activar 2 Cara(s) aplicar fuerza normal 38985 N utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	

Definiciones de conector

No hay conectores definidos

Contacto

Estado de contacto: Caras en contacto - Unido

Información de malla

Tabla 4.94 Información de malla.

Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	34.608 mm
Tolerancia:	1.7304 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	7963
Número de nodos:	16067
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	I7

Escenarios de diseño resultantes

Los datos no están disponibles.

Resultados del sensor

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de reacción

Tabla 4.95 Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-24.7214	41.8406	-39.2556	62.4722

Fuerzas de cuerpo libre

Tabla 4.96 Fuerzas de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.00181198	0.022953	-0.0044632	0.023453

Momentos de cuerpo libre

Tabla 4.97 Momentos de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Fuerzas de perno

Los datos no están disponibles.

Fuerzas de pasador

Los datos no están disponibles.

Resultados del estudio

Resultados predeterminados

Tabla 4.98 Resultados predeterminados.

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	200052 N/m ² Nodo: 13315	(-209.245 mm, 43.5694 mm, 32.2319 mm)	1.82724e+008 N/m ² Nodo: 14903	(323.96 mm, 316.723 mm, 25.191 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 m Nodo: 78	(365.879 mm, 330.601 mm, 25.4 mm)	0.00309757 m Nodo: 740	(362.162 mm, -474.049 mm, -101.043 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	6.59642e- 007 Elemento: 2539	(-322.405 mm, -76.471 mm, 58.8712 mm)	0.000534418 Elemento: 5855	(41.9886 mm, -267.722 mm, 40.6258 mm)

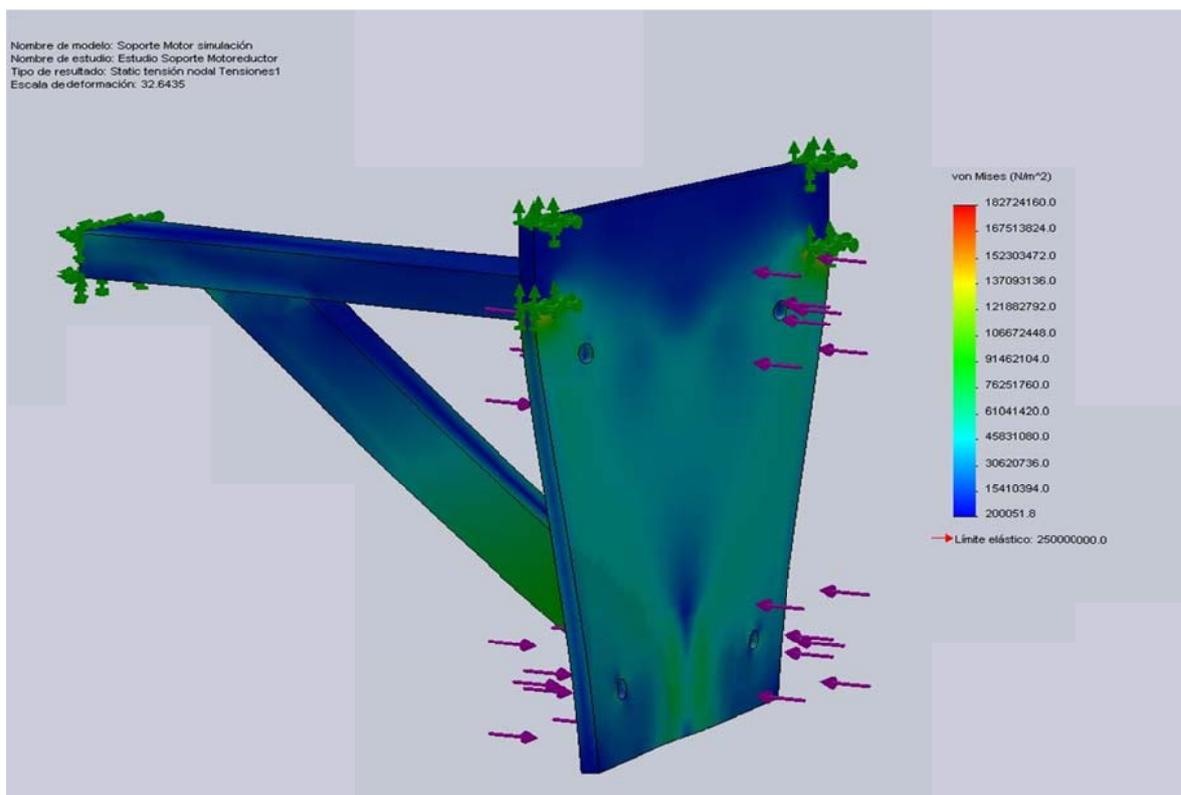


Figura 4.34 Soporte Motor simulación-Estudio Soporte Motoreductor-Tensiones-Tensiones1

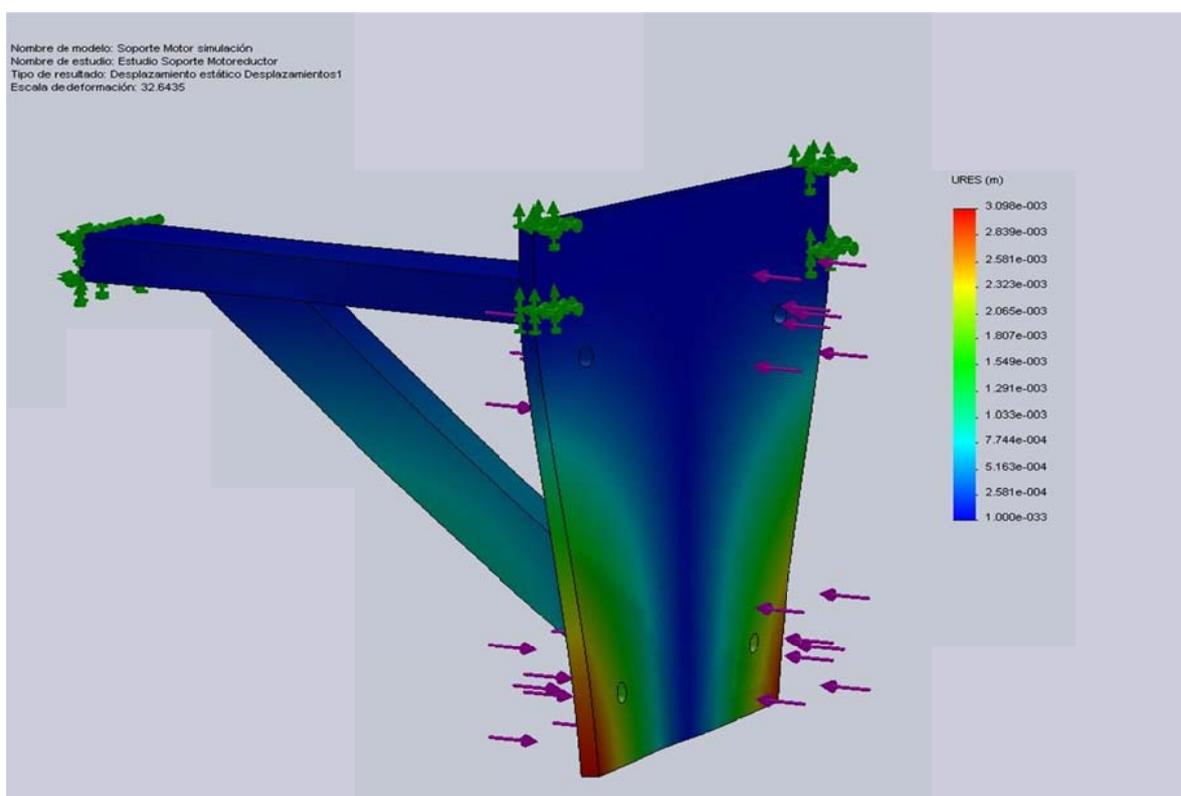


Figura 4.35 Soporte Motor simulación-Estudio Soporte Motoreductor-Desplazamientos-Desplazamientos1

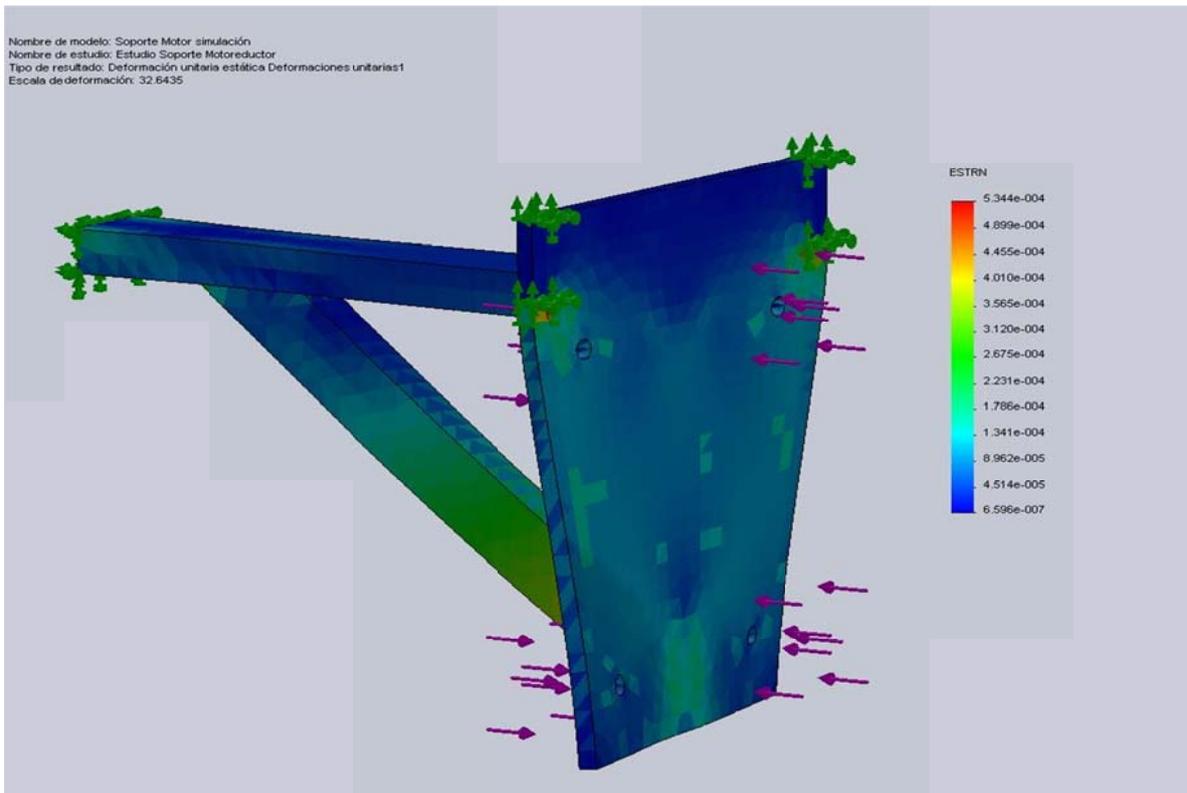


Figura 4.36 Soporte Motor simulación-Estudio Soporte Motoreductor-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

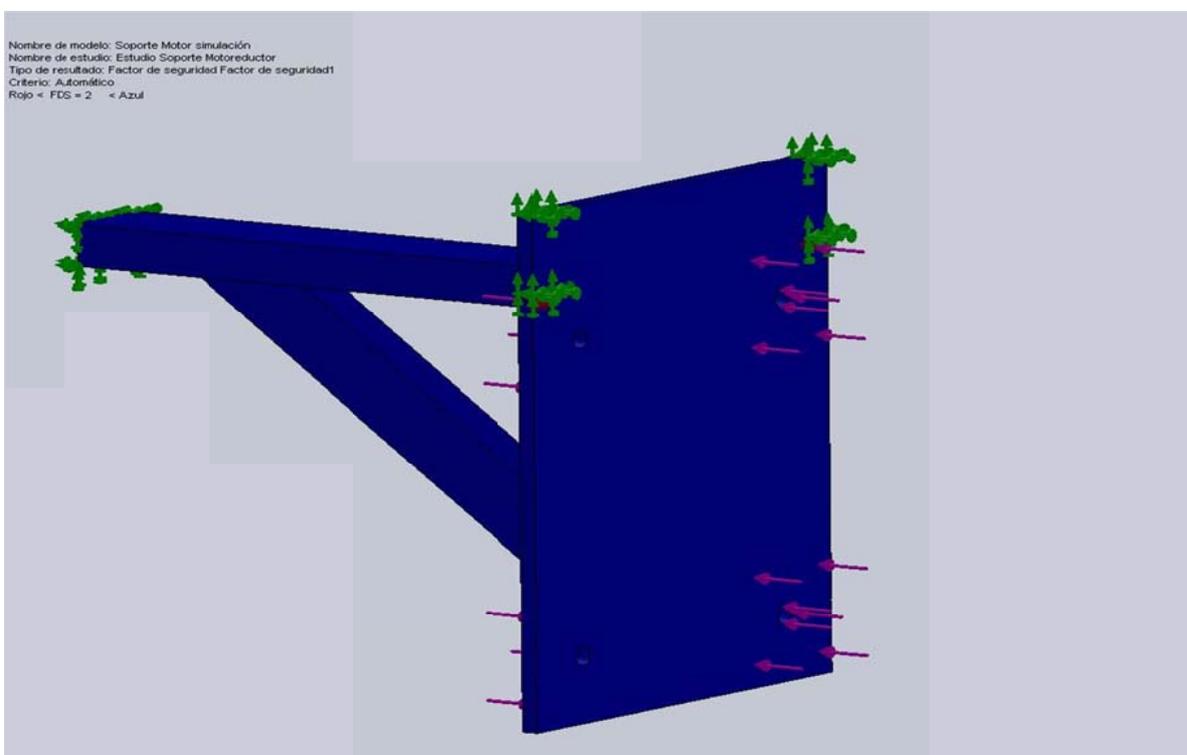


Figura 4.37 Soporte Motor simulación-Estudio Soporte Motoreductor-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusiones:

- Se determinó con el gráfico del esfuerzo de Von Mises que el elemento se mantiene sometido a un régimen bajo el límite elástico en la mayor parte del cuerpo y que las zonas de posible falla en el caso de que la energía de deformación exceda a la energía elástica se encuentran en los puntos en los cuales se mantienen en rojo, y con mayor precisión en el nodo indicado en la tabla de resumen de resultados.
- Se visualizó con mayor claridad que en la zona de mayor afección es la junta entre la placa de soporte y el perfil rectangular, así como en los biseles que se juntan con los perfiles W que son parte de la estructura.
- Se observa que los nodos de mayores desplazamientos son del orden de 3 milímetros, pero considerando que se trata de cargas mayoradas, este efecto no pone en peligro el funcionamiento del sistema en general.
- Se encuentra consecuente al gráfico que nos muestra en factor de seguridad (FDS) con el gráfico del esfuerzo de Von Mises, las zonas en azul muestran donde el elemento tiene un factor de seguridad de al menos 2 o superior, las zonas en rojo son donde el factor de seguridad es inferior.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Los procesos de simulación realizados siempre están bajo la supervisión del diseñador y sus resultados no serán tomados por definitivos pues cada programa maneja un margen de protección (error) y no siempre los factores de diseño o métodos son manipulables por el diseñador dentro de los programas computacionales, muchas de estas características son intrínsecas de los mismos programas o no siempre se diseñan bajo los mismos procedimientos o códigos. Por tal motivo el diseñador es quien decide y usa los programas para facilitar la tarea de diseño, mejorar la geometría, desempeño e incluso incurrir en rutinas de simulación de construcción y así saber si es o no conveniente su fabricación y montaje.

En la parte final de este apartado se muestran los resultados del diseño de algunos de los elementos que se obtuvieron mediante rutinas de cálculo (Capítulo III), como en la simulación de éste capítulo y así comparar los valores y los métodos de cálculo. De esta forma tendremos una visión global de lo que significa el diseño bajo plataformas computacionales y el cálculo manual, si cabe el término; y los resultados finales para la elaboración de tablas, planos y presupuesto.

En la tabla 4.99 Se muestra los valores obtenidos tanto con la ayuda de los programas computacionales, como por el cálculo sustentado en el código y método referido. La cercanía en los valores mostrados es más notoria en la parte estructural que fue realizada mediante el software Sap 2000, y en general no hay una supremacía por uno u otro método (entre Sap 2000 y con el LRFD de forma manual). Se consideran bastante parejos los valores obtenidos, esto nos muestra una solidez en el método de diseño empleado.

Por parte del diseño de elementos, se mostraron los pares de engranes en la tabla comparativa, se marca una diferencia considerable en las cifras confrontadas, esto se debe a que en SolidWorks para el cálculo de engranes no se puede emplear el método AGMA.

Tabla 4.99 Tabla comparativa de resultados.

TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS DE SIMULACIÓN vs. CÁLCULO									
No. ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	SOFTWARE		CÁLCULO			
				REFERENCIA	VALOR	REFERENCIA	VALOR		
1	CLPP	COLUMNA PRINCIPAL	COMPASIDAD	SAP 2000	Compact	AISC-LRFD 93	36.111>34; compacta		
				SAP 2000	0.64	AISC-LRFD 93	0.621		
				SAP 2000	0.707	AISC-LRFD 93	0.699		
2	CLSEC	COLUMNA SECUNDARIA	COMPASIDAD	SAP 2000	Compact	AISC-LRFD 93	36.111>25.5; compacta		
				SAP 2000	0.487	AISC-LRFD 93	0.480		
				SAP 2000	0.521	AISC-LRFD 93	0.113		
3	VGP	VIGA PRINCIPAL	COMPASIDAD	SAP 2000	Compact	AISC-LRFD 93	Compacta		
				SAP 2000	0.025	AISC-LRFD 93	0.06		
				SAP 2000	0.789	AISC-LRFD 93	0.697		
4	VIGSEC1	VIGA SECUNDARIA 1	COMPASIDAD	SAP 2000	Compact	AISC-LRFD 93	Compacta		
				SAP 2000	0.049	AISC-LRFD 93	0.085		
				SAP 2000	0.514	AISC-LRFD 93	0.580		
5	VGP2	VIGA PRINCIPAL 2	COMPASIDAD	SAP 2000	Compact	AISC-LRFD 93	Compacta		
				SAP 2000	0.293	AISC-LRFD 93	0.29		
				SAP 2000	0.881	AISC-LRFD 93	0.594		
6	VIGSEC2	VIGA SECUNDARIA 2	COMPASIDAD	SAP 2000	Compact	AISC-LRFD 93	Compacta		
				SAP 2000	0.343	AISC-LRFD 93	0.36		
				SAP 2000	0.889	AISC-LRFD 93	0.600		
7	PIÑÓN RECTO	PIÑÓN RECTO	FACTOR DE SEGURIDAD	SOLIDWORKS	43.1759	AGMA	1.232 flexión		
				SOLIDWORKS	0.0331453 mm	AGMA			
				SOLIDWORKS	39.837 Mpa	AGMA	192.467 Mpa flexión		
8	CORONA RECTA	CORONA RECTA	FACTOR DE SEGURIDAD	SOLIDWORKS	69.9263	AGMA	1.679 flexión		
				SOLIDWORKS	0.017957 mm	AGMA			
				SOLIDWORKS	24.594 Mpa/m2	AGMA	141.233 Mpa flexión .		

Con otros elementos como pernos y ejes, los valores son cercanos. Esto se debe a que los métodos de cálculo y de base de simulación son coincidentes, y la diferencia se reduce al momento de comparar.

Al diseñar los elementos del sistema de giro se nota un perfil más conservador cuando se emplea los cálculos manuales, en este particular debo mencionar que la ayuda del programa computacional SolidWorks mantiene una limitante en cuanto al ingreso de propiedades de los materiales, la base de datos de materiales del programa es bastante amplia, pero poco específica y el hecho de trabajar con catálogos de materiales comerciales locales hace que las propiedades difieran un poco, esto repercute en generalizar muchas de las propiedades de los materiales usados.

Como una ayuda importante en el programa SolidWorks está la parte geométrica, puesto que para los ensambles el programa tiene un cálculo de interferencias entre elementos, esto facilita mucho el trabajo pues nos muestra si los elementos colisionan o no en las posiciones que corresponden y en las trayectorias en las que recorren.

Tomando en cuenta el desempeño del software utilizado como apoyo para el diseño, concluyo que las rutinas de cálculo para controlar lo proyectado en las plataformas computacionales son necesarias para la toma de decisiones en el diseño y la construcción. La ayuda prestada por el software sería desperdiciada si el diseñador omite el juicio crítico propio de la formación profesional. El análisis de resultados favorece el desarrollo y buen término del diseño del sistema y sus elementos.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

El capítulo referente al análisis económico y financiero, muestra la elaboración de una base de datos referente a: mano de obra, materiales de construcción, equipo y maquinaria. Estos componentes son agrupados mediante la conformación de los precios unitarios para los rubros específicos que son parte de este proyecto, luego en el presupuesto general se utilizan estos precios unitarios para ser multiplicados por las cantidades de obra requeridas y cuantificadas previamente. Junto al cronograma valorado de trabajo y la curva de desembolsos conforman el producto final de este capítulo. Estas tareas se las realizará en el programa computacional Jaleo Studio y posteriormente se realiza un análisis mediante tablas y formularios desde Excel.

La Plataforma de diseño del proyecto utilizada es el Software Jaleo Studio y la aplicación de base de datos Jaleo Base, al proyectar con estas herramientas se puede tener de manera automática y entre lo más destacado:

- Presupuesto del proyecto
- Cronograma de trabajo y correlación de tareas
- Curvas de gastos y uso de los recursos
- Informes estadísticos y financieros

Pero la desventaja radica, en que si bien es cierto se puede incurrir en un proceso de análisis de precios unitarios, los formatos de presentación de los mismos no son los adecuados y tampoco son modificables; es decir una vez generados estos informes no se podrán cambiar los formatos ni realizar algún ajuste posterior sin tener que reajustarlos desde la base de datos y generar los informes otra vez.

Por tal motivo, la información requerida para los puntos siguientes de este capítulo como son: Análisis de precios unitarios, Presupuesto, Cronograma de

Desembolsos y Cronograma de Trabajo, se presentará generando los informes respectivos desde la plataforma de diseño mencionada al inicio. Posterior a esto presentará otro informe realizado en hojas de cálculo de Excel, como un numeral al final del capítulo.

La información de precios de materiales para la construcción fueron tomadas de la Cámara de la Construcción de Quito, la composición de Unitarios son referencia de la Cámara de la construcción de Quito y del Manual publicado por la misma institución y anexados en Capítulo VI (Anexo F).

Formularios generados desde Jaleo Studio:

- Recursos asignados al proyecto (Base de datos).
- Precios Descompuestos (Precios Unitarios).
- Mediciones y Presupuesto (Presupuesto).
- Cronograma de Trabajo.

**5.1 BASE DE DATOS DE PRECIOS UNITARIOS DE
MATERIALES, MANO DE OBRA Y MÁQUINAS
HERRAMIENTAS QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO.**

Tabla 5.1 Recursos asignados al proyecto.

CÓDIGO		UNIDAD	RECURSOS ASIGNADOS AL PROYECTO		COSTO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
			DESCRIPCIÓN (fecha de creación)				
A							
A01010001	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Peón	(mar 07/08/07)	1,51	4665,277	7044,568
A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de Albañil	(mar 10/02/09)	1,51	787,197	1188,667
A01020008	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de Fierro	(mar 10/02/09)	1,51	10,582	15,979
A01020009	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de Carpintero	(mar 10/02/09)	1,51	315,62	476,586
A01020012	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de Plomero	(mar 10/02/09)	1,51	47,50	71,725
A01020013	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de Electricista	(mar 10/02/09)	1,51	138,45	209,059
A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Albañil	(mar 10/02/09)	1,51	486,964	735,316
A01030004	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Operador de equipo liviano	(mar 10/02/09)	1,51	179,713	271,367
A01030005	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Pinor	(mar 10/02/09)	1,51	82,784	125,004
A01030007	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Carpintero	(mar 10/02/09)	1,51	414,96	626,59
A01030011	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Electricista	(mar 10/02/09)	1,51	138,45	209,059
A01030015	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Mampostero	(mar 10/02/09)	1,51	76,22	115,092
A01030016	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Enlucidor	(mar 10/02/09)	1,51	253,42	382,664
A01030017	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Hojalatero	(mar 10/02/09)	1,51	176,88	267,089
A01040001	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Maestro Soldador Especializado	(mar 10/02/09)	1,51	4139,874	6251,21
A01040004	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Maestro Plomero	(mar 10/02/09)	1,51	47,50	71,725
A01050001	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Maestro Electrónico especializado	(mar 10/02/09)	1,51	5,00	7,55
A01050002	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Inspector de Obra	(mar 10/02/09)	1,51	4129,291	6235,229
A0109020001	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Mecánico mantenimiento-reparación equipo pesado	(mar 10/02/09)	1,52	55,00	83,60
A0109020002	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Tornero fresador	(mar 10/02/09)	1,52	64,00	97,28
A0109020004	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Técnico mecánico-electricista o electricista	(mar 10/02/09)	1,52	5,00	7,60
A0109030002	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de mecánico	(mar 10/02/09)	1,51	119,00	179,69
B							
B01030001	BASEPRECIOSUNITARIOS	50KG.	Cemento Chimborazo	(mar 10/02/09)	6,21	0,03	0,186
B01030004	BASEPRECIOSUNITARIOS	50KG.	Cemento Blanco	(mar 10/02/09)	11,09	3,597	39,891
B01030005	BASEPRECIOSUNITARIOS	50KG.	Cemento Blanco	(mar 10/02/09)	15,94	1,267	20,196
B01040002	BASEPRECIOSUNITARIOS	KG.	Litopón	(mar 10/02/09)	0,98	25,333	24,826
B02010006	BASEPRECIOSUNITARIOS	M3.	Arena	(mar 10/02/09)	2,80	0,09	0,252
B02040001	BASEPRECIOSUNITARIOS	M3.	Piedra bola	(mar 10/02/09)	2,80	0,36	1,008
B02050006	BASEPRECIOSUNITARIOS	M2.	Cesped	(mar 10/02/09)	1,80	95,95	172,71
B03030007	BASEPRECIOSUNITARIOS	D.	Concretera a disel o gasolina	(mar 10/02/09)	21,95	0,097	2,129

Continúa...

Tabla 5.1 Recursos asignados al proyecto.

RECURSOS ASIGNADOS AL PROYECTO						
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN (fecha de creación)	COSTO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
B03040001BASEPRECIOSUNITARIOS	D.	Vibradora (mar 10/02/09)	17,00	2,646	44,982	
B03040007BASEPRECIOSUNITARIOS	D.	Vibrador para concreto (mar 10/02/09)	16,80	2,609	43,831	
B03110003BASEPRECIOSUNITARIOS	D.	Soldadora Eléctrica (mar 10/02/09)	12,00	810,631	9727,572	
B03110040BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Herramientas menores varias	0,03	11346,02	340,381	
B03110041BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	TORNO	5,00	43,00	215,00	
B03110042BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	FRESADORA UNIVERSAL	5,00	36,00	180,00	
B04030008BASEPRECIOSUNITARIOS	MES.	Sistema PECCO (And. Pes.) Losa e=30cm, aliv. H=6 cm	11,00	21,164	232,804	
B04040001BASEPRECIOSUNITARIOS	MES.	Encofrado de muro	7,56	0,60	4,536	
B04050002BASEPRECIOSUNITARIOS	MES.	Andamio	6,41	3,494	22,397	
B07020010BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Bloque pesado de 10x20x40	0,27	1078,545	291,207	
B08050001BASEPRECIOSUNITARIOS	M.	Pingos de eucalipto 4 a 7m x 30cm (mié 08/08/07)	0,94	100,925	94,869	
B08050004BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Tabla dura de encofrado de 0.20m	1,46	181,665	265,231	
B09040005BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Tab Plywood Pelik 1.22x2.44x15mm C 7capas	24,92	17,60	438,592	
B10070003BASEPRECIOSUNITARIOS	KG.	Estructura Metálica (provisionamiento/fabricación/montaje) (lun 27/08/07)	1,90	25808,07	49035,333	
B10090005BASEPRECIOSUNITARIOS	QQ.	Varilla corrugada antisísmica A-24S. D=12mm	38,44	3,428	131,772	
B10150002BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Pasamanos metálico/mango de madera	34,90	49,67	1733,483	
B12020003BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 1/2"	0,56	0,80	0,448	
B12020004BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 3/4"	1,10	0,30	0,33	
B12020010BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Tee PVC CED 40 (p/presión) roscable 1/2"	1,06	0,80	0,848	
B12020011BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Tee PVC CED 40 (p/presión) roscable 3/4"	2,46	0,30	0,738	
B12020014BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Unión PVC CED 40 roscable 1/2"	0,34	2,80	0,952	
B12020015BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Unión PVC CED 40 roscable 3/4"	0,88	3,00	2,64	
B12020017BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Codo 90gr 50mm	0,38	0,80	0,304	
B12020019BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Tee 50mm	0,61	0,80	0,488	
B12020022BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Codo 90gr 75mm	1,17	0,30	0,351	
B12020024BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Tee 75mm	1,31	0,30	0,393	
B12020031BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Reducción de 110 a 75	1,24	4,00	4,96	
B12020033BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Unión PVC 50mm	0,57	8,00	4,56	
B12020034BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Unión PVC 75mm	0,95	2,00	1,90	
B12110001BASEPRECIOSUNITARIOS	6M.	Tubería PVC (presión roscable) 1/2"	6,35	8,00	50,80	
B12110002BASEPRECIOSUNITARIOS	6M.	Tubería PVC (presión roscable) 3/4"	8,79	3,00	26,37	
B12110007BASEPRECIOSUNITARIOS	3M.	Tubería Hidrotubo PVC sanitario 50mm	9,03	8,00	72,24	

Continúa...

Tabla 5.1 Recursos asignados al proyecto.

RECURSOS ASIGNADOS AL PROYECTO					
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN (fecha de creación)	COSTO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
B12110008BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	3M.	Tubería Hidrotubo PVC sanitario 75mm	9,03	2,00	18,06
B12110009BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	3M.	Tubería Hidrotubo PVC sanitario 110mm	12,49	1,00	12,49
B12170001BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Válvula compuerta KITZ 1/2"	6,63	2,00	13,26
B12170002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Válvula compuerta KITZ 3/4"	9,41	1,00	9,41
B12180001BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	10M.	Teflón	0,39	9,00	3,51
B12180002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	12,87	0,31	3,99
B12200001BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Unión 50mm PVC pegada	1,04	2,00	2,08
B12200002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Unión 75mm PVC pegada	3,44	3,00	10,32
B13120002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	M2.	Cielo Raso horizontal Gypsum a prueba humedad 1/2"	13,89	100,31	1393,306
B13140001BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	M2.	Kubilosa e = 0.65 mm placa claborante a 1000 mm	9,41	211,64	1991,532
B15010002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Boquilla de caucho USA eagle	0,78	38,00	29,64
B15020002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Breaker 1 polo SD 40-60 AMP.	4,35	8,00	34,80
B15030001BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	M.	Cable TW sólido Quito #10	0,64	129,00	82,56
B15030002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	M.	Cable TW sólido Quito #12	0,41	365,10	149,691
B15040004BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Caja octogonal grande	0,31	15,50	4,805
B15040006BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Caja rectangular baja	0,28	27,50	7,70
B15040009BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Conector EMT nacional 1"	0,43	0,50	0,215
B15040010BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Conector EMT 1/2" nacional	0,18	7,00	1,26
B15050004BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Caja de paso 30x30	8,29	2,00	16,58
B15070002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Interruptor doble c/luz piloto Luminex Clásica	3,99	40,00	159,60
B15080001BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Lámpara 2x24W Fluorescente OVP Acrílica RS.	20,16	2,00	40,32
B15100002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Tablero GE Bifásico 4-8 puntos	20,81	1,00	20,81
B15120001BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Toma doble polarizado blanco c/placa LEV	1,01	12,00	12,12
B15130007BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Tubo conduiot EMIT 1" x3m	6,72	0,37	2,486
B15130008BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Tubo conduiot EMIT 1/2" x3m	2,96	75,00	222,00
B15130011BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Unión conduit 1/2"	0,25	81,00	20,25
B17030002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Laca transparente brillante (madera9 Wesco	14,56	4,86	70,762
B17030003BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Sellador para madera (Vernil Altos Sólidos)	15,90	4,05	64,395
B17040003BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Latex SUPREMO int/ext.	15,61	3,597	56,149
B17070001BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Thinner comercial	10,51	2,43	25,539
B19020006BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	KG.	Impermeabilizante para morteros SIKA 1	1,08	35,108	37,917
B22040002BASEPRECIOUNITARIOESTESIS	U.	Lavadero Sidec 1 pozo 100x50 c/desague	50,40	1,00	50,40

Continúa...

Tabla 5.1 Recursos asignados al proyecto.

RECURSOS ASIGNADOS AL PROYECTO					
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN (fecha de creación)	COSTO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
B22050004BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Inodoro Firenze Blanco FV económico	62,34	2,00	124,68
B22060002BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Lavamanos Venecia con pedestal blanco FV intermedio	69,43	2,00	138,86
B22070004BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Urinario QUANTUM línea institucional	49,78	1,00	49,78
B22080001BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Grifería fregaderos	12,76	1,00	12,76
B22080002BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Grifería lavamanos	37,33	2,00	74,66
B22080003BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Juego de llave angular y tubo de abastos inodoro	6,71	4,00	26,84
B23010010BASEPRECIOSUNITARIOS	M2.	Vidrio flotado claro 5mm	9,32	30,911	288,091
B240001BASEPRECIOSUNITARIOS	M3.	Mortero cemento:arena 1:3	77,41	10,916	845,008
B240004BASEPRECIOSUNITARIOS	M3.	Mortero cemento:arena 1:6	54,18	4,978	269,708
B24020001BASEPRECIOSUNITARIOS	M3.	Fc=120kg/cm2	44,08	0,84	37,027
B24030004BASEPRECIOSUNITARIOS	M3.	Fc=180kg/cm2	47,68	0,216	10,299
B24040001BASEPRECIOSUNITARIOS	M3.	Fc=210kg/cm3 (inc. bomba, transporte)	79,83	21,164	1689,522
B24040002BASEPRECIOSUNITARIOS	M3.	Fc=210kg/cm2	60,00	4,331	259,86
B27010001BASEPRECIOSUNITARIOS	M2.	Cerámica Graïman serie Laca 30x30 pisos negra	6,80	197,11	1340,348
B27010007BASEPRECIOSUNITARIOS	M2.	Cerámica Graïman serie Bruñado pared 20x20	7,25	23,03	166,968
B27020001BASEPRECIOSUNITARIOS	M2.	Grad D'Gres 25x25	7,94	29,43	233,674
B3500002BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Ventana corrediza serie "xx" 1.0x1.0m	26,43	0,936	24,738
B3500004BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Ventana fija económica 2 módulo 1.0x1.0m	32,00	29,975	959,20
B3500006BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Puerta corrediza económica "OX" 1.8x2.1m	102,63	8,00	821,04
B3600002BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Acero 7210 Iván Bohoman D=170mm	3,10	285,76	885,856
B3600003BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Acero 760 Ivan Bohoman D=150mm	2,70	438,48	1183,896
B3600004BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Acero 760 Ivan Bohoman D=500mm	6,50	5,00	32,50
B3700001BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	CbN-704-S-B3-500-MR-145T-1.5 (lun 27/08/07)	1000,00	1,00	1000,00
B38010001BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	SKF Y1218 (lun 27/08/07)	100,00	16,00	1600,00
B38010002BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	SKF 29412E (lun 27/08/07)	500,00	1,00	500,00
B38020001BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	SY190 TG (lun 27/08/07)	100,00	16,00	1600,00
U					
U030008BASEPRECIOSUNITARIOS	M2.	Malla Electro soldada. 5mm a 10cm (MALLAR R1969	4,21	21,164	89,10
U050008BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Tapa sanitaria	22,27	0,60	13,362

5.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. PRECIOS DESCOMPUESTOS

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
----------	--------	-------------	-------------	--------	---------

01 OBRAS PRELIMINARES

01.01	U010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M	CERRAMIENTO PROVINCIONAL			
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	0,850	1,51	1,28
	A01020003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Ayudante de Albañil	0,850	1,51	1,28
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varías	4,000	0,03	0,12
	B08050001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M.	Pingos de eucalipto 4 a 7m x 30cm	2,500	0,94	2,35
	B08050004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Tabla dura de encofrado de 0.20m	4,500	1,46	6,57
			Coste total			11,61

02 DESALOJO DERROCAMIENTOS

02.01	U170002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M2	ROTURA MANUAL DE ACERAS, E=10CM, FC=180 KG/CM2			
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varías	2,000	0,03	0,06
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	0,800	1,51	1,21
			Coste total			1,27
02.02	U170004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U	RETIRO DE PIEZAS SANITARIAS Y PUNTOS DE AGUA			
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varías	8,000	0,03	0,24
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	3,000	1,51	4,53
			Coste total			4,77

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
----------	--------	-------------	-------------	--------	---------

03 MOVIMIENTO DE TIERRAS

03.01	U020003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M3	Excavación DE PLINTOS Y CIMIENTOS			
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	1,300	1,51	1,96
	A01020003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Ayudante de Albañil	1,300	1,51	1,96
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	6,000	0,03	0,18
			Coste total			4,11
03.02	U020002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M3	DESBANQUE			
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	1,300	1,51	1,96
	A01020003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Ayudante de Albañil	1,300	1,51	1,96
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	6,000	0,03	0,18
			Coste total			4,11
03.03	U020001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M2	LIMPIEZA DE TERRENO			
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	1,000	0,03	0,03
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	0,320	1,51	0,48
			Coste total			0,51

04 ESTRUCTURA METÁLICA

04.01	U030007BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	KG	ACERO ESTRUCTURAL			
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	0,160	1,51	0,24
	A01040001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Maestro Soldador Especializado	0,160	1,51	0,24
	A01050002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Inspector de Obra	0,160	1,51	0,24
	B03110003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	D.	Soldadora Eléctrica	0,031	12,00	0,37
	B10070003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	KG.	Estructura Metálica	1,000	1,90	1,90
			Coste total			3,00

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
05 ESTRUCTURA					
05.01	U030006	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3	PLINTOS H.S 210KG/CM2		
	A01010001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Peón	4,000	1,51 6,04
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	4,000	1,51 6,04
	A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Albañil	4,000	1,51 6,04
	A01030004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Operador de equipo liviano	4,000	1,51 6,04
	B03040007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Vibrador para concreto	0,450	16,80 7,56
	B10090005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS QQ.	Varilla corrugada antisísmica A-24S. D=12mm	0,500	38,44 19,22
	B24040002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Fc=210kg/cm2	0,750	60,00 45,00
			Coste total		95,94
05.02	U030010	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3	LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE DE E=0.65 MM		
	A01010001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Peón	7,400	1,51 11,17
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	7,400	1,51 11,17
	A01020008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Fierro	0,500	1,51 0,76
	A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Albañil	7,400	1,51 11,17
	A01030004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Operador de equipo liviano	7,400	1,51 11,17
	A01040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Maestro Soldador Especializado	0,500	1,51 0,76
	B03040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Vibradora	0,125	17,00 2,13
	B03110003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Soldadora Eléctrica	0,500	12,00 6,00
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	100,000	0,03 3,00
	B04030008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS MES.	Sistema PECCO	1,000	11,00 11,00
	B13140001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Kubillosa e= 0.65 mm placa colaborante a 1000 mm	10,000	9,41 94,10
	B24040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Fc=210kg/cm3	1,000	79,83 79,83
	U030008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Malla Electro soldada. 5mm a 10cm	1,000	4,21 4,21
			Coste total		246,47
05.03	U030010	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3	LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE DE E=0.65 MM		
	A01010001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Peón	7,400	1,51 11,17
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	7,400	1,51 11,17
	A01020008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Fierro	0,500	1,51 0,76
	A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Albañil	7,400	1,51 11,17
	A01030004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Operador de equipo liviano	7,400	1,51 11,17
	A01040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Maestro Soldador Especializado	0,500	1,51 0,76
	B03040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Vibradora	0,125	17,00 2,13
	B03110003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Soldadora Eléctrica	0,500	12,00 6,00
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	100,000	0,03 3,00
	B04030008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS MES.	Sistema PECCO	1,000	11,00 11,00
	B13140001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Kubillosa e= 0.65 mm placa colaborante a 1000 mm	10,000	9,41 94,10
	B24040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Fc=210kg/cm3	1,000	79,83 79,83
	U030008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Malla Electro soldada. 5mm a 10cm	1,000	4,21 4,21
			Coste total		246,47

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
05.04	U030010	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3	LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE DE E=0.65 MM		
	A01010001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Peón	7,400	11,17
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	7,400	11,17
	A01020008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Fierro	0,500	0,76
	A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Albañil	7,400	11,17
	A01030004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Operador de equipo liviano	7,400	11,17
	A01040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Maestro Soldador Especializado	0,500	0,76
	B03040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Vibradora	0,125	2,13
	B03110003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Soldadora Eléctrica	0,500	6,00
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	100,000	3,00
	B04030008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS MES.	Sistema PECCO	1,000	11,00
	B13140001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Kubillosa e= 0.65 mm placa colaborante a 1000 mm	10,000	94,10
	B24040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Fc=210kg/cm3	1,000	79,83
	U030008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Malla Electro soldada. 5mm a 10cm	1,000	4,21
			Coste total		246,47
05.05	U030010	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3	LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE DE E=0.65 MM		
	A01010001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Peón	7,400	11,17
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	7,400	11,17
	A01020008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Fierro	0,500	0,76
	A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Albañil	7,400	11,17
	A01030004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Operador de equipo liviano	7,400	11,17
	A01040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Maestro Soldador Especializado	0,500	0,76
	B03040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Vibradora	0,125	2,13
	B03110003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Soldadora Eléctrica	0,500	6,00
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	100,000	3,00
	B04030008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS MES.	Sistema PECCO	1,000	11,00
	B13140001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Kubillosa e= 0.65 mm placa colaborante a 1000 mm	10,000	94,10
	B24040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Fc=210kg/cm3	1,000	79,83
	U030008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Malla Electro soldada. 5mm a 10cm	1,000	4,21
			Coste total		246,47

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
06 AGUAS SERVIDAS					
06.01	U130013BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	PTO SALIDAS AGUAS SERVIDAS TC 100MM			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	1,600	1,51	2,42
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	1,600	1,51	2,42
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	8,000	0,03	0,24
	B12110009BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	3M. Tubería Hidrotubo PVC sanitario 110mm	1,000	12,49	12,49
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,010	12,87	0,13
		Coste total			17,69
06.02	U130001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	PTO Canalización PVC 75MM			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	1,600	1,51	2,42
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	1,600	1,51	2,42
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	8,000	0,03	0,24
	B12020022BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Codo 90gr 75mm	0,150	1,17	0,18
	B12020024BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Te 75mm	0,150	1,31	0,20
	B12020034BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Unión PVC 75mm	1,000	0,95	0,95
	B12110008BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	3M. Tubería Hidrotubo PVC sanitario 75mm	1,000	9,03	9,03
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,015	12,87	0,19
		Coste total			15,62
06.03	U130002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	PTO Canalización PVC 50MM			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	1,600	1,51	2,42
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	1,600	1,51	2,42
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	8,000	0,03	0,24
	B12020017BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Codo 90gr 50mm	0,100	0,38	0,04
	B12020019BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Te 50mm	0,100	0,61	0,06
	B12020033BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Unión PVC 50mm	1,000	0,57	0,57
	B12110007BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	3M. Tubería Hidrotubo PVC sanitario 50mm	1,000	9,03	9,03
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,010	12,87	0,13
		Coste total			14,90

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
----------	--------	-------------	-------------	--------	---------

07 ALCANTARILLADO

07.01	U150001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M	POZO DE Revisión HS			
	B03030007BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	D.	Concretera a diesel o gasolina	0,017	21,95	0,37
	B03040007BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	D.	Vibrador para concreto	0,017	16,80	0,29
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	5,000	0,03	0,15
	B04040001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	MES.	Encofrado de muro	1,000	7,56	7,56
	B10090005BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	QQ.	Varilla corrugada antisísmica A-24S. D=12mm	0,900	38,44	34,60
	B24020001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M3.	Fc=120kg/cm2	0,900	44,08	39,67
	U050008BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Tapa sanitaria	1,000	22,27	22,27
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	3,700	1,51	5,59
	A01020003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Ayudante de Albañil	3,700	1,51	5,59
	A01030003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Albañil	3,700	1,51	5,59
			Coste total			121,67

08 MAMPOSTERÍA

08.01	U050005BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M2	Mampostería DE BLOQUE, E=10 CM			
	B240004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M3.	Mortero cemento: arena 1:6	0,020	54,18	1,08
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	8,000	0,03	0,24
	B07020010BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Bloque pesado de 10x20x40	13,000	0,27	3,51
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	0,850	1,51	1,28
	A01030015BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Mampostero	0,850	1,51	1,28
			Coste total			7,40
08.02	U050006BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U	POZO Revisión INST. Eléctrica			
	B03030007BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	D.	Concretera a diesel o gasolina	0,063	21,95	1,38
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	1,000	0,03	0,03
	B240001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M3.	Mortero cemento: arena 1:3	0,400	77,41	30,96
	B24020001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M3.	Fc=120kg/cm2	0,300	44,08	13,22
	A01010001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	5,700	1,51	8,61
	A01030003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Albañil	5,700	1,51	8,61
	A01030015BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Mampostero	5,700	1,51	8,61
			Coste total			71,42

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
09 INSTALACIONES ELÉCTRICAS					
09.01	U140004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M	ACOMETIDA PRINCIPAL. CONDUCTOR # 10		
	A01020013	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Electricista	2,500	1,51 3,77
	A01030011	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Electricista	2,500	1,51 3,77
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	13,000	0,03 0,39
	B15030001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M.	Cable TW sólido Quito #10	9,000	0,64 5,76
	B15040009	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Conector EMT nacional 1"	0,500	0,43 0,22
	B15130007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Tubo conduit EMT 1" x3m	0,370	6,72 2,49
			Coste total		16,40
09.02	U140006	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS PTO	Iluminación		
	A01020013	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Electricista	2,600	1,51 3,93
	A01030011	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Electricista	2,600	1,51 3,93
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	13,000	0,03 0,39
	B15010002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Boquilla de caucho USA Eagle	1,000	0,78 0,78
	B15030002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M.	Cable TW sólido Quito #12	9,100	0,41 3,73
	B15040004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Caja octogonal grande	0,500	0,31 0,16
	B15040006	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Caja rectangular baja	0,500	0,28 0,14
	B15070002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Interruptor doble c/luz piloto Luminex Clásica	1,000	3,99 3,99
	B15130008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Tubo conduit EMT 1/2" x3m	1,500	2,96 4,44
	B15130011	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Unión conduit 1/2"	2,000	0,25 0,50
			Coste total		21,98
09.03	U140008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS PTO	SALIDAS ESPECIALES		
	A01020013	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Electricista	2,750	1,51 4,15
	A01030011	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Electricista	2,750	1,51 4,15
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	14,000	0,03 0,42
	B15030001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M.	Cable TW sólido Quito #10	10,000	0,64 6,40
	B15040006	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Caja rectangular baja	1,000	0,28 0,28
	B15120001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Toma doble polarizado blanco c/placa LEV	1,000	1,01 1,01
	B15130008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Tubo conduit EMT 1/2" x3m	1,500	2,96 4,44
	B15130011	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Unión conduit 1/2"	1,000	0,25 0,25
			Coste total		21,11
09.04	U140009	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS PTO	Automático ESCALERA		
	A01020013	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Electricista	2,600	1,51 3,93
	A01030011	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Electricista	2,600	1,51 3,93
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	13,000	0,03 0,39
	B15010002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Boquilla de caucho USA Eagle	1,000	0,78 0,78
	B15030002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M.	Cable TW sólido Quito #12	9,000	0,41 3,69

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
	B15040010	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Conector EMT 1/2" nacional	1,000 0,18 0,18
	B15070002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Interruptor doble c/luz piloto Luminex Clásica	1,000 3,99 3,99
	B15130008	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Tubo conduit EMT 1/2" x3m	1,500 2,96 4,44
	B15130011	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Unión conduit 1/2"	1,000 0,25 0,25
				Coste total	21,57
09.05	U140014	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U	LUMINARIAS 2X40W	
	A01020013	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Ayudante de Electricista	0,500 1,51 0,76
	A01030011	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Electricista	0,500 1,51 0,76
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	3,000 0,03 0,09
	B15030002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M.	Cable TW sólido Quito #12	10,000 0,41 4,10
	B15050004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Caja de paso 30x30	1,000 8,29 8,29
	B15070002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Interruptor doble c/luz piloto Luminex Clásica	1,000 3,99 3,99
	B15080001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Lámpara 2x24W Fluorescente OVP Acrílica RS.	1,000 20,16 20,16
				Coste directos	38,14
		Insumos varios		5,00	1,91
				Coste total	40,05
09.06	U140003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U	TABLERO DE CONTROL GE 4-8 PTOS. BREAKER 1 POLO 15-50 A	
	A01020013	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Ayudante de Electricista	3,150 1,51 4,76
	A01030011	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Electricista	3,150 1,51 4,76
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	16,000 0,03 0,48
	B15020002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Breaker 1 polo SD 40-60 AMP.	8,000 4,35 34,80
	B15100002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Tablero GE Bifásico 4-8 puntos	1,000 20,81 20,81
				Coste directos	65,60
		Insumos varios		5,00	3,28
				Coste total	68,88

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
10 AGUA POTABLE					
10.01	U110004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	PTO Tubería AGUA Fría PVC 1/2 PLG			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	1,000	1,51	1,51
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	1,000	1,51	1,51
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	5,000	0,03	0,15
	B12020003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Codo PVC 90 CED 40	0,100	0,56	0,06
	B12020010BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Te PVC CED 40	0,100	1,06	0,11
	B12020014BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Unión PVC CED 40 roscadle 1/2"	0,350	0,34	0,12
	B12110001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	6M. Tubería PVC	1,000	6,35	6,35
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,010	12,87	0,13
		Coste total			9,93
10.02	U110005BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	PTO Tubería AGUA Fría PVC 3/4 PLG			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	1,000	1,51	1,51
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	1,000	1,51	1,51
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	5,000	0,03	0,15
	B12020004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Codo PVC 90 CED 40	0,100	1,10	0,11
	B12020011BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Te PVC CED 40	0,100	2,46	0,25
	B12020015BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Unión PVC CED 40 roscadle 3/4"	1,000	0,88	0,88
	B12110002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	6M. Tubería PVC	1,000	8,79	8,79
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,010	12,87	0,13
		Coste total			13,32
10.03	U110011BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U LLAVE DE PASO FV 3/4PLG			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	0,300	1,51	0,45
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	0,300	1,51	0,45
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	2,000	0,03	0,06
	B12180001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	10M. Teflón	1,000	0,39	0,39
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,010	12,87	0,13
	B12170002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Válvula compuerta KITZ 3/4"	1,000	9,41	9,41
		Coste total			10,89
10.04	U110012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U LLAVE DE CONTROL FV 1/2 PLG			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	0,300	1,51	0,45
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	0,300	1,51	0,45
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	2,000	0,03	0,06
	B12170001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Válvula compuerta KITZ 1/2"	1,000	6,63	6,63
	B12180001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	10M. Teflón	1,000	0,39	0,39
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,010	12,87	0,13
		Coste total			8,11

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
11 ENLUCIDOS					
11.01	U060003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	ENLUCIDO LISO EXTERIOR, MORTERO 1:6, E=1.5CM		
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	11,000	0,03 0,33
	B04050002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS MES.	Andamio	0,017	6,41 0,11
	B240004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Mortero cemento: arena 1:6	0,020	54,18 1,08
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	1,000	1,51 1,51
	A01030016	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Enlucidor	1,000	1,51 1,51
			Coste total		4,54
11.02	U060006	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	Cerámica GRAIMAN PARED 20X20		
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	0,750	1,51 1,13
	A01030016	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Enlucidor	0,750	1,51 1,13
	B01030005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS 50KG.	Cemento Blanco	0,055	15,94 0,88
	B01040002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS KG.	Litopón	1,100	0,98 1,08
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	4,000	0,03 0,12
	B240001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Mortero cemento: arena 1:3	0,020	77,41 1,55
	B27010007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Cerámica Graiman serie Bruñido pared 20x20	1,000	7,25 7,25
			Coste total		13,14
12 PISOS					
12.01	U070005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	Cerámica DE PISO GRAIMAN 30X30, MORTERO 1:3, E=1CM		
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	4,000	0,03 0,12
	B240001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Mortero cemento: arena 1:3	0,035	77,41 2,71
	B27010001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Cerámica Graiman serie Laca 30x30 pisos negra	1,000	6,80 6,80
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	0,800	1,51 1,21
	A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Albañil	0,800	1,51 1,21
			Coste total		12,05
12.02	U070004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	GRADAS EXTERIORES DE GRES, MORTERO1:3, E=3CM		
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	5,000	0,03 0,15
	B240001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Mortero cemento: arena 1:3	0,005	77,41 0,39
	B27020001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Grada D´Gres 25x25	1,000	7,94 7,94
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	1,000	1,51 1,51
	A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Albañil	1,000	1,51 1,51
			Coste total		11,50

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe	
12.03	U070007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	CONTRAPISO HS 180KG/CM2, E=6CM			
	B02040001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Piedra bola	0,250	2,80	0,70
	B03030007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS D.	Concretera a diesel o gasolina	0,017	21,95	0,37
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	1,000	0,03	0,03
	B24030004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Fc=180kg/cm2	0,150	47,68	7,15
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	1,300	1,51	1,96
	A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Albañil	1,300	1,51	1,96
			Coste total			12,18
12.04	U060005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	MASILLADO LOSA + IMPERMIABLE, SIKA 1 - E=3CM, MORTERO 1:3			
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	0,700	1,51	1,06
	A01030016	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Enlucidor	0,700	1,51	1,06
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	3,000	0,03	0,09
	B19020006	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS KG.	Impermeabilizante para morteros SIKA 1	0,350	1,08	0,38
	B240001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M3.	Mortero cemento: arena 1:3	0,030	77,41	2,32
			Coste total			4,90

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
13 APARATOS SANITARIOS					
13.01	U120001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U LAVAMANOS POMPANO BLANCO, TUBO DE ABSTO, LLAVE ANGULAR Y Grifería CENTERSET 4"			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	3,000	1,51	4,53
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	3,000	1,51	4,53
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	15,000	0,03	0,45
	B12180001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	10M. Teflón	1,000	0,39	0,39
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,010	12,87	0,13
	B12200001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Unión 50mm PVC pegada	1,000	1,04	1,04
	B22060002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Lavamanos Venecia con pedestal blanco FV intermedio	1,000	69,43	69,43
	B22080002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Grifería lavamanos	1,000	37,33	37,33
		Coste total			117,83
13.02	U120002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U INODORO TANQUE BAJO, TUBO DE ABASTO, LLAVE ANGULAR Y ANCLAJE PARA SANITARIO			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	3,000	1,51	4,53
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	3,000	1,51	4,53
	B01030001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	50KG. Cemento Chimborazo	0,010	6,21	0,06
	B02010006BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M3. Arena	0,030	2,80	0,08
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	15,000	0,03	0,45
	B12020031BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Reducción de 110 a 75	1,000	1,24	1,24
	B12180001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	10M. Teflón	1,000	0,39	0,39
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,010	12,87	0,13
	B12200002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Unión 75mm PVC pegada	1,000	3,44	3,44
	B22050004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Inodoro Firenze Blanco FV económico	1,000	62,34	62,34
	B22080003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Juego de llave angular y tubo de abastos inodoro	1,000	6,71	6,71
		Coste total			83,90
13.03	U120003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U URINARIO Económico			
	A01020012BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Ayudante de Plomero	3,000	1,51	4,53
	A01040004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Maestro Plomero	3,000	1,51	4,53
	B01030001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	50KG. Cemento Chimborazo	0,010	6,21	0,06
	B02010006BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M3. Arena	0,030	2,80	0,08
	B03110040BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H. Herramientas menores varias	15,000	0,03	0,45
	B12020031BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Reducción de 110 a 75	1,000	1,24	1,24
	B12180001BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	10M. Teflón	1,000	0,39	0,39
	B12180002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Cemento pega para PVC 705 WELD-ON	0,010	12,87	0,13
	B12200002BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Unión 75mm PVC pegada	1,000	3,44	3,44
	B22070004BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Urinario QUANTUM línea institucional	1,000	49,78	49,78
	B22080003BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U. Juego de llave angular y tubo de abastos inodoro	1,000	6,71	6,71
		Coste total			71,34

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe		
13.04	U120004	BASEPRECIOSUNITARIOS	U	LAVAPLATOS COMPLETO			
	A01020012	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de Plomero	3,000	1,51	4,53
	A01040004	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Maestro Plomero	3,000	1,51	4,53
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Herramientas menores varias	15,000	0,03	0,45
	B12180001	BASEPRECIOSUNITARIOS	10M.	Teflón	1,000	0,39	0,39
	B22040002	BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Lavadero Sidec 1 pozo 100x50 c/desagüe	1,000	50,40	50,40
	B22080001	BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Grifería fregaderos	1,000	12,76	12,76
	B22080003	BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Juego de llave angular y tubo de abastos inodoro	1,000	6,71	6,71
	B12020031	BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Reducción de 110 a 75	1,000	1,24	1,24
Coste total						81,01	

14 SISTEMA PISO GIRATORIO

14.01	U18030001	BASEPRECIOSUNITARIOS	U	MOTORREDUCROR PISO GIRATORIO			
	A01050001	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Maestro Electrónico especializado	5,000	1,51	7,55
	A0109020001	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Mecánico mantenimiento- reparación equipo pesado	5,000	1,52	7,60
	A0109020004	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Técnico mecánico- electricista o electricista	5,000	1,52	7,60
	A0109030002	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de mecánico	5,000	1,51	7,55
	B370001	BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	CbN-704-S-B3-500- MR-145T-1.5	1,000	1.000,00	1.000,00
Coste total						1.030,30	

14.02	U18020002	BASEPRECIOSUNITARIOS	U	RODILLO Periférico			
	A0109020002	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Tornero fresador	4,000	1,52	6,08
	A0109030002	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de mecánico	4,000	1,51	6,04
	B360003	BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Acero 760 Iván Bohoman D=150mm	62,640	2,70	169,13
	B03110041	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	TORNO	1,000	5,00	5,00
Coste total						186,25	

14.03	U18010001	BASEPRECIOSUNITARIOS	U	ENGRANE RECTO SALIDA MOTOREDCROR			
	A0109020002	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Tornero fresador	2,000	1,52	3,04
	A0109030002	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	Ayudante de mecánico	2,000	1,51	3,02
	B03110041	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	TORNO	2,000	5,00	10,00
	B03110042	BASEPRECIOSUNITARIOS	H.	FRESADORA UNIVERSAL	2,000	5,00	10,00
	B360002	BASEPRECIOSUNITARIOS	U.	Acero 7210 Iván Bohoman D=170mm	17,860	3,10	55,37
Coste total						81,43	

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
14.04	U18010002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U ENGRANE RECTO CORONA			
	A0109020002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. Torno fresador	2,000	1,52	3,04
	A0109030002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. Ayudante de mecánico	2,000	1,51	3,02
	B03110041	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. TORNO	2,000	5,00	10,00
	B03110042	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. FRESADORA UNIVERSAL	2,000	5,00	10,00
	B360002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U. Acero 7210 Iván Bohoman D=170mm	17,860	3,10	55,37
		Coste total			81,43
14.05	U18040002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U RODAMIENTO Y CHUMACERA RODILLO Periférico			
	A0109020001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. Mecánico mantenimiento-reparación equipo pesado	5,000	1,52	7,60
	A0109030002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. Ayudante de mecánico	5,000	1,51	7,55
	B38010001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U. SKF YJ218	2,000	100,00	200,00
	B38020001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U. SYJ 90 TG	2,000	100,00	200,00
		Coste total			415,15
14.06	U18040003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U RODAMIENTO Y CHUMACERA EJE PIVOTE			
	A0109020001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. Mecánico mantenimiento-reparación equipo pesado	10,000	1,52	15,20
	A0109030002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. Ayudante de mecánico	10,000	1,51	15,10
	B38010002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U. SKF 29412E	1,000	500,00	500,00
		Coste total			530,30
14.07	U18050001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U EJE PIVOTE			
	A0109020002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. Torno fresador	4,000	1,52	6,08
	A0109030002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. Ayudante de mecánico	4,000	1,51	6,04
	B03110041	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. TORNO	4,000	5,00	20,00
	B03110042	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H. FRESADORA UNIVERSAL	4,000	5,00	20,00
	B360004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U. Acero 760 Iván Bohoman D=500mm	5,000	6,50	32,50
		Coste total			84,62

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe	
15 CUBIERTAS						
15.01	U100001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	CIELO RASO Metálico			
	A01020003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Albañil	1,100	1,51	1,66
	A01030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Albañil	1,100	1,51	1,66
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	6,000	0,03	0,18
	B13120002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Cielo Raso horizontal Gypsum a prueba humedad 1/2"	1,000	13,89	13,89
			Coste total			17,39
16 CARPINTERÍA METAL/MADERA						
16.01	U080004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M	MUEBLES BAJOS DE COCINA			
	A01020009	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Carpintero	16,600	1,51	25,07
	A01030007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Carpintero	16,600	1,51	25,07
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	85,000	0,03	2,55
	B09040005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Tab Plywood Pelikan 1.22x2.44x15mm C 7capas	1,250	24,92	31,15
			Coste total			83,83
16.02	U080005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M	MUEBLES ALTOS DE COCINA			
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	110,000	0,03	3,30
	B09040005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Tab Plywood Pelikan 1.22x2.44x15mm C 7capas	1,500	24,92	37,38
	A01020009	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Carpintero	20,600	1,51	31,11
	A01030007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Carpintero	20,600	1,51	31,11
			Coste total			102,89
16.03	U080010	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M	PASAMANOS HIERRO/MANO DE MADERA			
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	15,000	0,03	0,45
	B10150002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Pasamanos metálico/mango de madera	1,000	34,90	34,90
	A01030007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Carpintero	2,000	1,51	3,02
	A01030017	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Hojalatero	2,000	1,51	3,02
			Coste total			41,39
16.04	U080014	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	PUERTA DE ALUMINIO			
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	20,000	0,03	0,60
	B350006	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Puerta corrediza económica "OX" 1.8x2.1m	1,000	102,63	102,63
	A01020009	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Carpintero	2,700	1,51	4,08
	A01030007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Carpintero	2,700	1,51	4,08
	A01030017	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Hojalatero	2,700	1,51	4,08
			Coste total			115,46

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
16.05	U080013	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO		
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	15,000	0,03 0,45
	B23010010	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Vidrio flotado claro 5mm	1,300	9,32 12,12
	B350002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Ventana corrediza serie "ex" 1.0x1.0m	1,300	26,43 34,36
	A01020009	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Carpintero	2,000	1,51 3,02
	A01030007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Carpintero	2,000	1,51 3,02
	A01030017	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Hojalatero	2,000	1,51 3,02
Coste total					55,99

16.06	U080012	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	VENTANA DE ALUMINIO FIJA		
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	15,000	0,03 0,45
	B23010010	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2.	Vidrio flotado claro 5mm	1,100	9,32 10,25
	B350004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Ventana fija económica 2 módulo 1.0x1.0m	1,100	32,00 35,20
	A01020009	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Ayudante de Carpintero	2,000	1,51 3,02
	A01030007	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Carpintero	2,000	1,51 3,02
	A01030017	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Hojalatero	2,000	1,51 3,02
Coste total					54,96

17 RECUBRIMIENTOS

17.01	U090001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	PINTURA DE CAUCHO INTERIOR. 2 MANOS. LATEX VINYL Acrílico		
	B01030004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS 50KG.	Cemento Blanco	0,050	11,09 0,55
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	1,000	0,03 0,03
	B04050002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS MES.	Andamio	0,008	6,41 0,05
	B17040003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Látex SUPREMO int/ext.	0,050	15,61 0,78
	A01030005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Pintor	0,750	1,51 1,13
Coste total					2,55

17.02	U090002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS M2	PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR. 2 MANOS. LATEX VINYL Acrílico		
	B01030004	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS 50KG.	Cemento Blanco	0,050	11,09 0,55
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Herramientas menores varias	2,000	0,03 0,06
	B04050002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS MES.	Andamio	0,010	6,41 0,06
	B17040003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS U.	Látex SUPREMO int/ext.	0,050	15,61 0,78
	A01030005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS H.	Pintor	0,750	1,51 1,13
Coste total					2,59

PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO. Precios Descompuestos

Nº Orden	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
17.03	U090005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M2	LACADO 2 MANOS SELLADOR-LACA	
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	5,000 0,03 0,15
	B17030002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Laca transparente brillante	0,300 14,56 4,37
	B17030003	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Sellador para madera	0,250 15,90 3,98
	B17070001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	U.	Thinner comercial	0,150 10,51 1,58
	A01030005	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Pintor	1,780 1,51 2,69
Coste total					12,76

18 OBRAS EXTERIORES

18.01	U160002	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M2	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	2,000 0,03 0,06
	A01010001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	0,500 1,51 0,76
Coste total					0,81
18.02	U160001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M2	ENCESPADO	
	B02050006	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	M2.	Césped	1,000 1,80 1,80
	B03110040	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Herramientas menores varias	1,000 0,03 0,03
	A01010001	BASEPRECIOSUNITARIOSTESIS	H.	Peón	0,300 1,51 0,45
Coste total					2,28

5.3 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO.

Figura 5.1 Cronograma de desembolso por mes.

Figura 5.2 Cronograma de desembolso por día.

MEDICIONES Y PRESUPUESTO - PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO

PRESUPUESTO: PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO

SITUACIÓN: LA COLINA

PROPIEDAD: LA MANSIÓN DE LA COLINA

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
------	-------------	------	----------	---------	--------	-------------------	--------	---------

01 OBRAS PRELIMINARES

01.01 M. Cerramiento Provisional

H=2,4 con madera de monte y pingos

Cerramiento del
Terreno 40,37 40,370

Total partida 01.01 40,370 11,607 468,575

Total capítulo 01 468,575

02 DESALOJO DERROCAMIENTOS

02.01 M2. Rotura manual de aceras, e=10cm, fc=180 kg/cm2

Sin desalojo

Rotura de
Vereda 2 2,000

Total partida 02.01 2,000 1,268 2,536

02.02 U. Retiro de piezas sanitarias y puntos de agua

Retiro de Pileta 1 1,000

Total partida 02.02 1,000 4,770 4,770

Total capítulo 02 7,306

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
03 MOVIMIENTO DE TIERRAS								
03.01	M3. Excavación de plintos y cimientos							
	Manual							
	Excavación Plinto Columna Principal	1	1,000	1,000	1,000	1,000		
	Excavación Plinto Columnas Secundarias	8	1,000	1,000	1,000	8,000		
	Excavación Plinto Columna Escalera	3	1,000	1,000	1,000	3,000		
	Excavación Plintos Elevador de Carga	1	1,000	1,000	1,000	1,000		
	Total partida 03.01					13,000	4,106	53,378
03.02	M3. Desbanque							
	Manual							
	Desbanque para elevador	1	1,000					
	Total partida 03.02					1,000	4,106	4,106
03.03	M2. Limpieza de Terreno							
	Manual							
	Limpieza manual de terreno	95,95	95,950					
	Total partida 03.03					95,950	0,513	49,222
	Total capítulo 03							106,706

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
------	-------------	------	----------	---------	--------	-------------------	--------	---------

04	ESTRUCTURA METÁLICA
-----------	----------------------------

04.01 KG. Acero estructural

Incluye: a provisionamiento, fabricación y montaje de la estructura de acero, con mano de obra, soldadora y herramientas básicas.

Primer Piso

Viga Principal
VGP 4770,97 4.770,970

Viga Secundaria
1 VIGSEC1 1314,49 1.314,490

Viga Piso
VIGPISO 776,82 776,820

Correa Piso
CORREA 2108,40 2.108,400

Segundo Piso

Viga Principal 2
VGP2 1636,47 1.636,470

Viga Secundaria
2 VIGSEC2 1141,42 1.141,420

Escaleras

Escalera 1
ESCALERA 4682,72 4.682,720
Fin Grada FINGR 34,86 34,860

Escalera 2
ESCALERA2 192,85 192,850

Columnas

Columna
Principal CLPP 700,52 700,520

Columnas
Secundarias
CLSEC 7399,02 7.399,020

Elevador

Columna
Elevador CLPEL 549 549,000

Perfil Elevador
VGELV 422,61 422,610

Perfil 2 Elevador
VIGSEC 72,92 72,920

Placas Base

PB Central PBC 1 1,000

PB Periférica
PBP 1 1,000

PB Grada PBG 1 1,000

PB Elevador PBE 1 1,000

Perfil Riostra

Riostra 1 1,000

Total partida 04.01	25.808,070	2,997	77.346,786
---------------------	------------	-------	------------

Total capítulo 04			77.346,786
--------------------------	--	--	-------------------

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
05	ESTRUCTURA							
05.01	M3. Plintos H.S 210kg/cm2							
	Equipo: concretera 1 saco, vibrador							
	Plintos Columna Principal	1	1,000	1,000	0,600	0,600		
	Plintos Columnas Secundarias	8	1,000	1,000	0,600	4,800		
	Plintos Columnas Escalera	3	0,500	0,500	0,500	0,375		
	Total partida 05.01					5,775	95,940	554,053
05.02	M3. Losa Inteligente con placa colaborante de e=0.65 mm							
	Losa Primer Piso							
	Losa piso Móvil	4,537	4,537					
	Losa Fija piso Losa 1	5,134	5,134					
	Total partida 05.02					9,671	246,471	2.383,621
05.03	M3. Losa Inteligente con placa colaborante de e=0.65 mm							
	Losa Segundo Piso							
	Losa Fija Losa 2	10,031	10,031					
	Total partida 05.03					10,031	246,471	2.472,351
05.04	M3. Losa Inteligente con placa colaborante de e=0.65 mm							
	Losa Grada 1							
	Grada 1	1,072	1,072					
	Total partida 05.04					1,072	246,471	264,217
05.05	M3. Losa Inteligente con placa colaborante de e=0.65 mm							
	Losa Grada 2							
	Grada 2	0,39	0,390					
	Total partida 05.05					0,390	246,471	96,124
	Total capítulo 05							5.770,366

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
06	AGUAS SERVIDAS							
06.01	PT Salidas aguas servidas TC 100mm O.							
	Colector principal	1	1,000					
	Total partida 06.01					1,000	17,691	17,691
06.02	PT Canalización PVC 75mm O.							
	Incluye accesorios							
	Canalización General	2	2,000					
	Total partida 06.02					2,000	15,617	31,234
06.03	PT Canalización PVC 50mm O.							
	Incluye accesorios							
	Inodoro baños	2	2,000					
	Lavamanos baño	2	2,000					
	Urinario baños	1	1,000					
	Fregadero barra bar	1	1,000					
	Rejilla piso baño	2	2,000					
	Total partida 06.03					8,000	14,900	119,200
	Total capítulo 06							168,125

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
07	ALCANTARILLADO							
07.01	M. Pozo de revisión HS							
	Encofrado: tablero contrachapado y pingos, incluye tapa HF							
	Pozo de revisión colector general	1	0,600			0,600		
	Total partida 07.01					0,600	121,668	73,001
	Total capítulo 07							73,001

08	MAMPOSTERÍA							
08.01	M2. Mampostería de bloque, e=10 cm							
	Con mortero 1:6, e=2cm							
	Pared Baños y Exterior	48,90	48,900					
	Antepecho Terraza	1	37,850		0,900	34,065		
	Total partida 08.01					82,965	7,401	614,024
08.02	U. Pozo revisión Inst. eléctrica							
	Equipo: concretera 1 saco, mortero 1:3							
	Pozo para Tablero Eléctrico	1	1,000					
	Total partida 08.02					1,000	71,422	71,422
	Total capítulo 08							685,446

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
09 INSTALACIONES ELÉCTRICAS								
09.01	M. Acometida principal. Conductor # 10							
	Acometida principal	1	1,000					
	Total partida 09.01					1,000	16,401	16,401
09.02	PT . Iluminación							
	Conductor #12, boquilla, caja octogonal, y caja rectangular							
	Primer Piso							
	Iluminación periférica	8	8,000					
	Iluminación Central	8	8,000					
	Iluminación Baños	2	2,000					
	Segundo Piso							
	Iluminación decorativa velero	3	3,000					
	Iluminación terraza	8	8,000					
	Patio							
	Luminarias Patio	2	2,000					
	Total partida 09.02					31,000	21,978	681,318
09.03	PT. Toma corrientes Salidas especiales							
	Conductor #10, tomacorrientes 220v y caja rectangular							
	Primer Piso							
	Tomas Periféricas	5	5,000					
	Tomas Barra bar	1	1,000					
	Tomas baños	2	2,000					
	Segundo Piso							
	Tomas Terraza	3	3,000					
	Escalera							
	Tomas Escalera1	1	1,000					
	Total partida 09.03					12,000	21,105	253,260
09.04	PT . Automático escalera							
	Conductor #12, interruptor automático, boquilla y accesorios							
	Gradas 1	4	4,000					
	Gradas 2	3	3,000					
	Total partida 09.04					7,000	21,572	151,004
09.05	U. Luminarias 2x40w							
	Incluye difusor							
	Luminarias Patio	2	2,000					
	Total partida 09.05					2,000	40,047	80,094
09.06	U. Tablero de Control GE 4-8 ptos. Breaker 1 polo 15-50 A							
	Tablero general de Control	1	1,000					
	Total partida 09.06					1,000	68,883	68,883
	Total capítulo 09							1.250,960

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
10	AGUA POTABLE							
10.01	PT Tubería agua fría PVC 1/2 plg O.							
	Incluye accesorios							
	Inodoro	2	2,000					
	Lavamanos	2	2,000					
	Fregadero	2	2,000					
	Urinario	1	1,000					
	Llave terraza	1	1,000					
	Total partida 10.01					8,000	9,930	79,440
10.02	PT Tubería agua fría PVC 3/4 plg O.							
	Incluye accesorios							
	Principal Patio	1	1,000					
	General primer piso	1	1,000					
	General terraza	1	1,000					
	Total partida 10.02					3,000	13,325	39,975
10.03	U. Llave de paso FV 3/4plg							
	Llave general restaurante	1	1,000					
	Total partida 10.03					1,000	10,895	10,895
10.04	U. Llave de control FV 1/2 plg							
	Llave control Piso 1	1	1,000					
	Llave control Terraza	1	1,000					
	Total partida 10.04					2,000	8,115	16,230
	Total capítulo 10							146,540

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
11 ENLUCIDOS								
11.01	M2. Enlucido liso exterior, mortero 1:6, e=1.5cm							
	Incluye andamio							
	Enlucido paredes primer piso	97,80	97,800					
	Enlucido antepecho terraza	2	37,850		0,900	68,130		
	Total partida 11.01					165,930	4,543	753,820
11.02	M2. Cerámica GRAIMAN pared 20x20							
	Cemento blanco, litopón, mortero 1:3, e=1cm							
	Paredes de baño	23,03	23,030					
	Total partida 11.02					23,030	13,138	302,568
	Total capítulo 11							1.056,388
12 PISOS								
12.01	M2. Cerámica de piso GRAIMAN 30x30, mortero 1:3, e=1cm							
	Primer Piso							
	Piso Fijo	51,43	51,430					
	Piso Móvil	45,37	45,370					
	Segundo Piso							
	Piso Fijo 2	100,31	100,310					
	Total partida 12.01					197,110	12,045	2.374,190
12.02	M2. Gradas exteriores de gres, mortero 1:3, e=3cm							
	Grada 1	21,43	21,430					
	Grada 2	8	8,000					
	Total partida 12.02					29,430	11,497	338,357
12.03	M2. Contrapiso HS 180kg/cm ² , e=6cm							
	Concretera y piedra bola e=15cm.							
	Inicio de Grada	1	1,200	1,200		1,440		
	Total partida 12.03					1,440	12,181	17,541
12.04	M2. Masillado losa + impermeable, sika 1 - e=3cm, mortero 1:3							
	Masillado Losa Segundo piso	100,31	100,310					
	Total partida 12.04					100,310	4,904	491,920
	Total capítulo 12							3.222,008
11	ENLUCIDOS							9

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
13 APARATOS SANITARIOS								
13.01	U. Lavamanos pompano blanco, tubo de abasto, llave angular y grifería centerset 4"							
	Lavamanos Baño	2	2,000					
	Total partida 13.01					2,000	117,829	235,658
13.02	U. Inodoro tanque bajo, tubo de abasto, llave angular y anclaje para sanitario Savex blanco							
	Inodoro Baños	2	2,000					
	Total partida 13.02					2,000	83,905	167,810
13.03	U. Urinario económico Colby plus línea económica							
	Urinario Baños	1	1,000					
	Total partida 13.03					1,000	71,345	71,345
13.04	U. Lavaplatos completo CONACAL, grifería							
	Lavaplatos Barra bar	1	1,000					
	Total partida 13.04					1,000	81,010	81,010
	Total capítulo 13							555,823

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
14	SISTEMA PISO GIRATORIO							
14.01 U.	Motorreducroc Piso Giratorio							
	Motorreductor	1	1,000					
	Total partida 14.01					1,000	1.030,300	1.030,300
14.02 U.	Rodillo Periférico							
	Rodillos Periféricos	7	7,000					
	Total partida 14.02					7,000	186,248	1.303,736
14.03 U.	Engrane Recto salida Motorreducroc							
	M=8, Di=80mm, z=20							
	Engrane Motorreductor	1	1,000					
	Total partida 14.03					1,000	81,426	81,426
14.04 U.	Engrane Recto Rodillo motriz							
	M=8, Di=88.9mm, z=20							
	Engrane Rodillo Motriz	15	15,000					
	Total partida 14.04					15,000	81,426	1.221,390
14.05 U.	Rodamiento y chumacera rodillo periférico							
	Rodamientos Rodillos periféricos	8	8,000					
	Total partida 14.05					8,000	415,150	3.321,200
14.06 U.	Rodamiento y chumacera Eje pivote							
	Rodamientos eje Pivote	1	1,000					
	Total partida 14.06					1,000	530,300	530,300
14.07 U.	Eje Pivote							
	Eje pivote	1	1,000					
	Total partida 14.07					1,000	84,620	84,620
	Total capítulo 14							7.572,972

Mediciones y presupuesto - PROYECTO RESTAURANTE GIRATORIO

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
15 CUBIERTAS								
15.01	M2. Cielo raso Metálico							
	Cielo Raso Primer Piso	1	100,310			100,310		
	Total partida 15.01					100,310	17,392	1.744,592
	Total capítulo 15							1.744,592
16 CARPINTERÍA METAL/MADERA								
16.01	M. Muebles bajos de cocina							
	Tablero triplex							
	Mueble Barra bar	6,40	6,400					
	Total partida 16.01					6,400	83,832	536,525
16.02	M. Muebles altos de cocina							
	Tablero triplex							
	Mueble Barra bar alto	6,40	6,400					
	Total partida 16.02					6,400	102,892	658,509
16.03	M. Pasamanos hierro/mango de madera							
	Grada 1	39,24	39,240					
	Grada 2	10,43	10,430					
	Total partida 16.03					49,670	41,390	2.055,841
16.04	M2. Puerta de aluminio							
	Puerta Principal	1	1,100	2,000		2,200		
	Puerta Acceso 2 Piso	1	1,100	2,000		2,200		
	Puerta Baño	2	0,900	2,000		3,600		
	Total partida 16.04					8,000	115,461	923,688
16.05	M2. Ventana corrediza de aluminio							
	Ventana baños	2	0,600	0,600		0,720		
	Total partida 16.05					0,720	55,985	40,309
16.06	M2. Ventana de aluminio fija							
	Ventanal salón	27,25	27,250					
	Total partida 16.06					27,250	54,962	1.497,715
	Total capítulo 16							5.712,587

Ord.	Descripción	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal/Medición	Precio	Importe
17 RECUBRIMIENTOS								
17.01	M2. Pintura de Caucho interior. 2 manos. Látex vinyl acrílico							
	Incluye andamios y cemento blanco							
	Pintura Baños	23,03	23,030					
	Total partida 17.01					23,030	2,549	58,703
17.02	M2. Pintura de Caucho exterior. 2 manos. Látex vinyl acrílico							
	Incluye andamios y cemento blanco							
	Pintura exteriores	48,90	48,900					
	Total partida 17.02					48,900	2,592	126,749
17.03	M2. Lacado 2 manos sellador-laca							
	Equipo: compresor de aire							
	Muebles Altos de cocina	10,80	10,800					
	Muebles bajos de cocina	5,40	5,400					
	Total partida 17.03					16,200	12,757	206,663
	Total capítulo 17							392,116
18 OBRAS EXTERIORES								
18.01	M2. Limpieza final de obra							
	Limpieza Terreno	95,95	95,950					
	Limpieza Primer Piso	96,77	96,770					
	Limpieza Segundo Piso	100,31	100,310					
	Limpieza Gradas 1	21,43	21,430					
	Limpieza Gradas 2	8	8,000					
	Total partida 18.01					322,460	0,815	262,805
18.02	M2. Encespado							
	Colocación de chamba en terreno preparado							
	Encespado terreno	95,95	95,950					
	Total partida 18.02					95,950	2,283	219,054
	Total capítulo 18							481,859

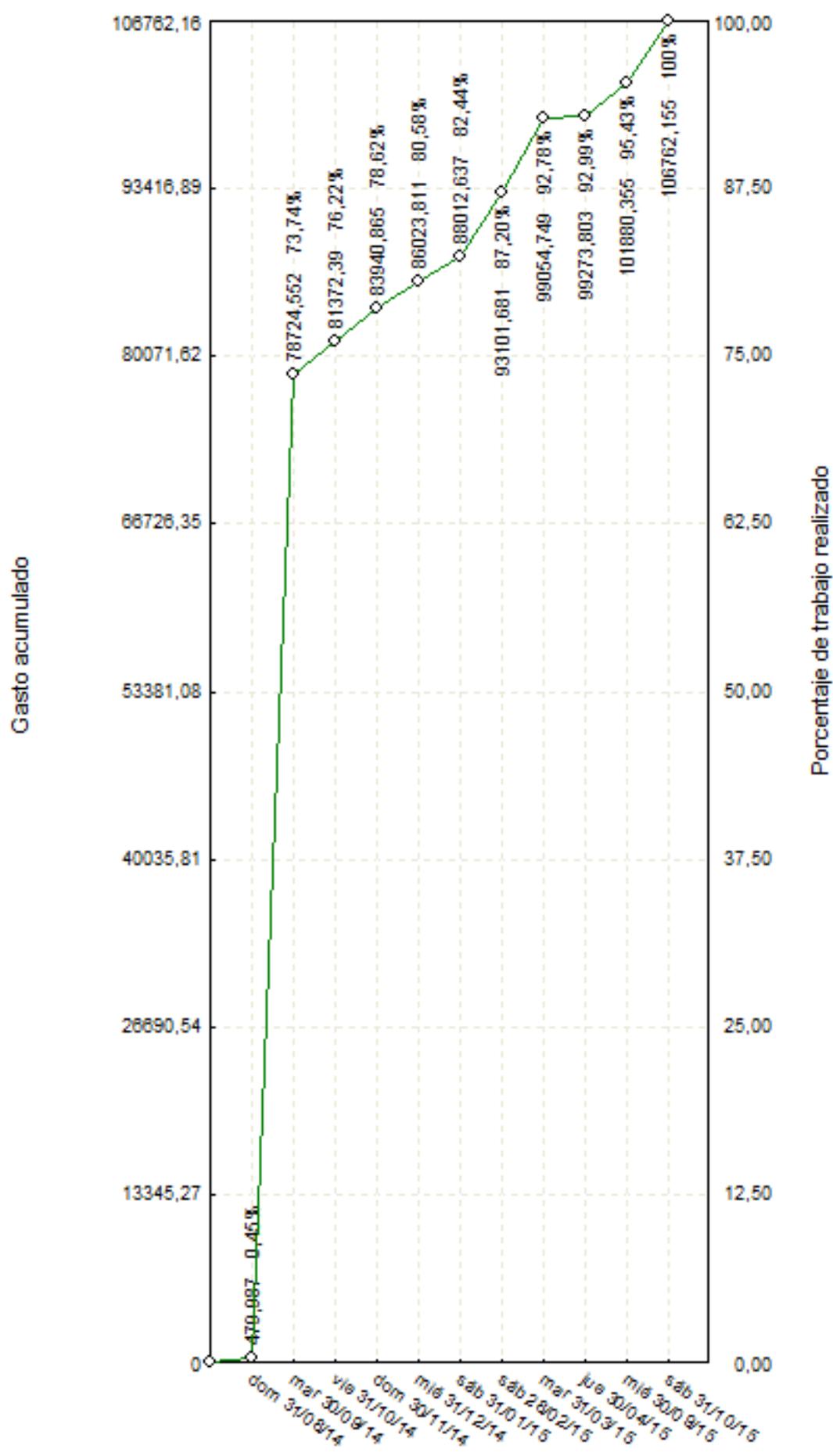
RESUMEN DE CAPITULOS

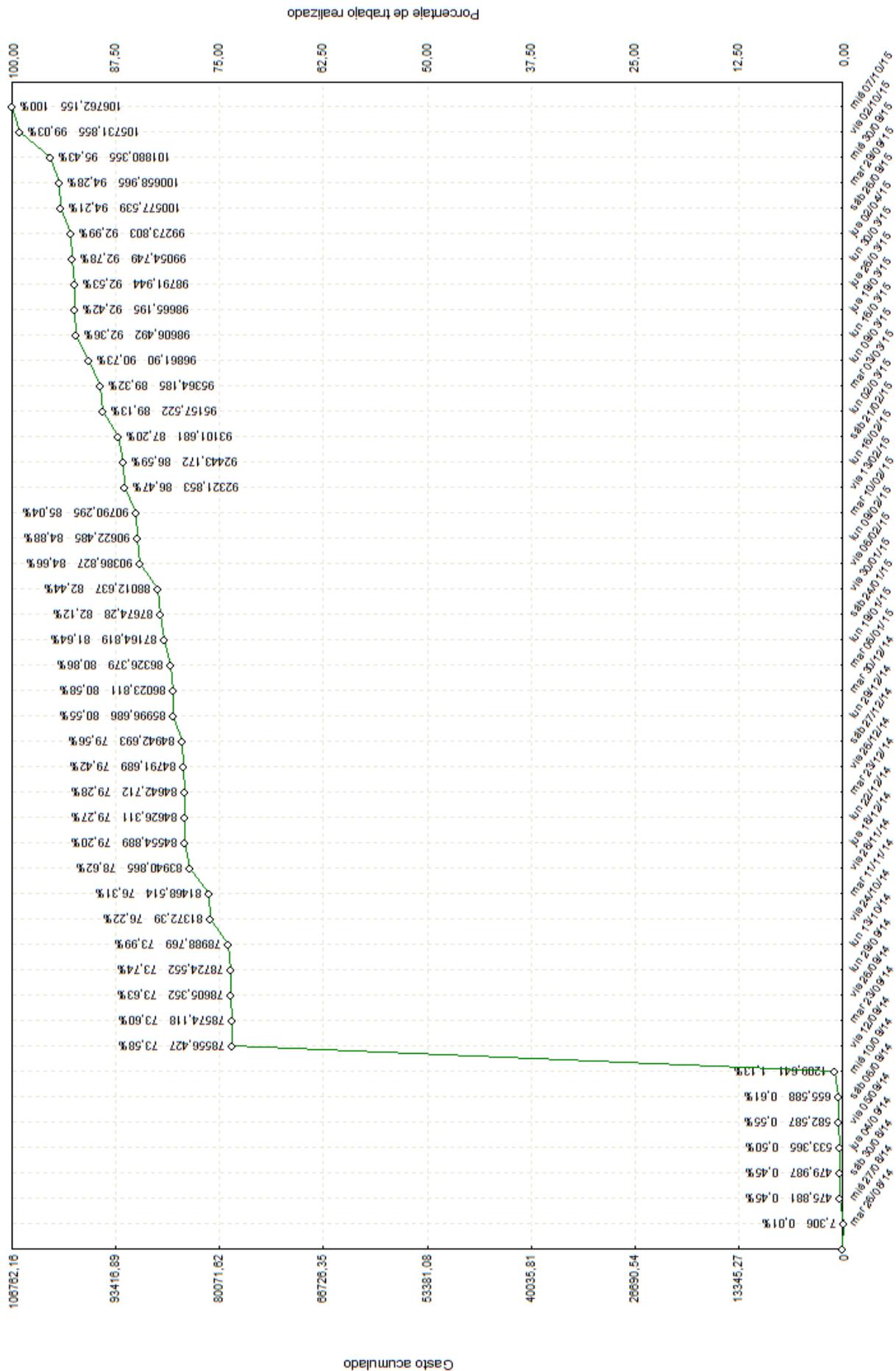
Descripción	Importe
01 OBRAS PRELIMINARES	468,575
02 DESALOCACIÓN DE DERROCAMIENTOS	7,306
03 MOVIMIENTO DE TIERRAS	106,706
04 ESTRUCTURA METÁLICA	77.346,786
05 ESTRUCTURA	5.770,366
06 AGUAS SERVIDAS	168,125
07 ALCANTARILLO	73,001
08 MAMPOSTERÍA	685,446
09 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1.250,960
10 AGUA POTABLE	146,540
11 ENLUCIDOS	1.056,388
12 PISOS	3.222,008
13 APARATOS SANITARIOS	555,823
14 SISTEMA PISO GIRATORIO	7.572,972
15 CUBIERTAS	1.744,592
16 CARPINTERÍA METAL/MADERA	5.712,587
17 RECUBRIMIENTOS	392,116
18 OBRAS EXTERIORES	481,859
	Suma 106.762,156
Gastos generales	2,53% 2.701,083
Suma	109.463,239
I.V.A.	12,00% 13.135,589
Total presupuesto	122.598,827

Asciende el presente documento a la expresada cantidad de **CIENTO VEINTIDÓS MIL QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO DÓLARES CON OCHENTA Y TRES CENTAVOS.**

Quito-Ecuador,

Oscar Olmedo Mosquera
PROYECTISTA

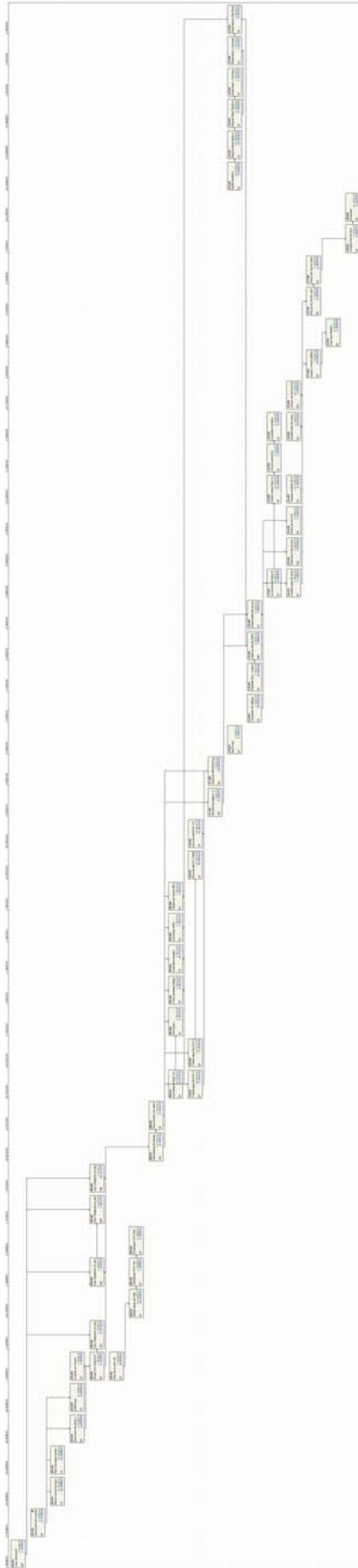




5.4 CRONOGRAMA DE TRABAJO.

Figura 5.3 Camino crítico por mes.

Figura 5.4 Interrelación de tareas.



5.5 ESTUDIO ECONÓMICO COMPARATIVO (EXCEL).

Este estudio muestra una completa información referente a las cantidades de obra, análisis de precios unitarios, tablas de materiales, equipo y maquinaria, mano de obra, análisis de costos indirectos y un cronograma de ejecución del proyecto con una curva de gastos para planificar los desembolsos.

Esta información está en formatos que se manejan a nivel institucional por parte de las entidades del gobierno central y seccional del país, y que están siendo homologadas por instituciones privadas para ser usadas en el proceso de calificación para la ejecución de obras a nivel nacional.

Por tanto, cabe recalcar que la numeración de los formularios presentados a continuación se debe a la normativa del Instituto de Compras Públicas del Ecuador (INCOP).

En este caso los formularios se realizaron desde hojas de cálculo electrónicas, siendo factible el manejo de las cifras para un análisis óptimo de la información y de las variables que en proyecto intervienen en cuanto a costos de materiales, mano de obra y rendimientos.

La propuesta económica se resume en las siguientes tablas:

- Formulario 7: Presupuesto y Cantidades de Obra.
- Formulario 8: Análisis de Precios Unitarios.
- Formulario 9: Costos de Mano de Obra.
- Formulario 10: Análisis de Costos Indirectos.
- Formulario 11: Cronograma de trabajo con curva de gastos.
- Tabla general de materiales y cantidades.

Formulario 7: Presupuesto y Cantidades de Obra.

Tabla 5.2 Presupuesto.

FORMULARIO No. 7

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS
 CONSTRUCCIÓN RESTAURANTE MANSIÓN DE LA COLINA

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL	
1	OBRAS PRELIMINARES				\$ 633.00	0.399%
1.1	CERRAMIENTO PROVISIONAL	M	40.37	\$ 15.68	\$ 633.00	0.399%
2	DESALOJO DERROCAMIENTOS				\$ 17.04	0.011%
2.1	ROTURA MANUAL DE ACERAS, e=10cm, fc=180 Kg/cm2	M2	2.00	\$ 3.92	\$ 7.84	0.005%
2.2	RETIRO DE PIEZAS SANITARIAS Y PUNTOS DE AGUA	U	1.00	\$ 9.20	\$ 9.20	0.006%
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS				\$ 212.15	0.134%
3.1	EXCAVACIÓN DE PLINTOS Y CIMIENTOS	M3	13.00	\$ 7.82	\$ 101.66	0.064%
3.2	DESBANQUE	M3	1.00	\$ 7.82	\$ 7.82	0.005%
3.3	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	95.95	\$ 1.07	\$ 102.67	0.065%
4	ESTRUCTURA METÁLICA				\$ 124.440.17	78.410%
4.1	ACERO ESTRUCTURAL, fy=2400Kg/cm2	kg	27.409.73	\$ 4.54	\$ 124.440.17	78.410%
5	ESTRUCTURA				\$ 7.451.65	4.695%
5.1	PLINTOS H.S 210 Kg/cm2	M3	5.78	\$ 119.77	\$ 691.67	0.436%
5.2	1 LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE, e=65mm	M3	9.67	\$ 320.09	\$ 3.095.59	1.951%
5.3	2 LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE, e=65mm	M3	10.03	\$ 320.09	\$ 3.210.82	2.023%
5.4	1 GRADA, LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE, e=65mm	M3	1.03	\$ 320.09	\$ 328.73	0.207%
5.5	2 GRADA, LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE, e=65mm	M3	0.39	\$ 320.09	\$ 124.84	0.079%
6	AGUAS SERVIDAS				\$ 183.16	0.115%
6.1	SALIDA AGUAS SERVIDAS TC=100 mm	PTO	1.00	\$ 20.48	\$ 20.48	0.013%
6.2	CANALIZACIÓN PVC 75mm	PTO	2.00	\$ 19.30	\$ 38.60	0.024%
6.3	CANALIZACIÓN PVC 50mm	PTO	8.00	\$ 15.51	\$ 124.08	0.078%
7	ALCANTARILLADO				\$ 82.30	0.052%
7.1	POZO DE REVISIÓN HS	M	0.60	\$ 137.16	\$ 82.30	0.052%
8	MAMPOSTERIA				\$ 857.40	0.540%
8.1	MAMPOSTERÍA BLOQUE, e=10cm, CON MORTERO 1:6 e=2cm	M2	82.97	\$ 9.34	\$ 774.89	0.488%
8.2	POZO REVISIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA, MORTERO 1:3	U	1.00	\$ 82.51	\$ 82.51	0.052%

FORMULARIO No. 7

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS
 CONSTRUCCIÓN RESTAURANTE MANSIÓN DE LA COLINA

HOJA 2 DE 3

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL	
9	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				\$ 1.229.41	0.775%
9.1	ACOMETIDA PRINCIPAL, CONDUCTOR #10	M	1.00	\$ 21.36	\$ 21.36	0.013%
9.2	PTO. ILUMINACIÓN, CONDUCTOR #12	PTO	31.00	\$ 20.77	\$ 643.87	0.406%
9.3	PTO. TOMACORRIENTES, CONDUCTOR #10	PTO	12.00	\$ 23.00	\$ 276.00	0.174%
9.4	PTO. AUTOMÁTICO ESCALERA, CONDUCTOR #12	PTO	7.00	\$ 22.38	\$ 156.66	0.099%
9.5	LUMINARIAS 2X40W	U	2.00	\$ 25.21	\$ 50.42	0.032%
9.6	TABLERO DE CONTROL GE 4-8 PTOS	U	1.00	\$ 81.10	\$ 81.10	0.051%
10	AGUA POTABLE				\$ 166.72	0.105%
10.1	PTO. TUBERÍA AGUA FRÍA PVC 1/2 PLG	PTO	8.00	\$ 12.80	\$ 102.40	0.065%
10.2	PTO. TUBERÍA AGUA FRÍA PVC 3/4 PLG	PTO	3.00	\$ 13.36	\$ 40.08	0.025%
10.3	LLAVE DE PASO FV 3/4 PLG	U	1.00	\$ 8.12	\$ 8.12	0.005%
10.4	LLAVE DE CONTROL FV 1/2 PLG	U	2.00	\$ 8.06	\$ 16.12	0.010%
11	ENLUCIDOS				\$ 1.548.53	0.976%
11.1	ENLUCIDO LISO EXTERIOR, MORTERO 1:6, e=1.5cm	M2	165.93	\$ 7.22	\$ 1.198.01	0.755%
11.2	CERÁMICA GRAIMAN PARED 20X20	M2	23.03	\$ 15.22	\$ 350.52	0.221%
12	PISOS				\$ 3.775.72	2.379%
12.1	CERÁMICA DE PISO GRAIMAN 30X30, MORTERO 1:3, e=1cm	M2	197.11	\$ 14.05	\$ 2.769.40	1.745%
12.2	GRADAS EXTERIORES GRES, MORTERO 1:3, e=3cm	M2	29.43	\$ 9.57	\$ 281.65	0.177%
12.3	CONTRAPISO HS 180Kg/cm2, e=6cm	M2	1.44	\$ 14.93	\$ 21.50	0.014%
12.4	MASILLADO LOSA + IMPERMEABLE, MORTERO 1:3, e=3cm	M2	100.31	\$ 7.01	\$ 703.17	0.443%
13	APARATOS SANITARIOS				\$ 583.90	0.368%
13.1	LAVAMANOS BAÑO	U	2.00	\$ 116.41	\$ 232.82	0.147%
13.2	INODORO BAÑO	U	2.00	\$ 86.66	\$ 173.32	0.109%
13.3	URINARIO BAÑO	U	1.00	\$ 64.62	\$ 64.62	0.041%
13.4	LAVAPLATOS COMPLETO	U	1.00	\$ 113.14	\$ 113.14	0.071%
14	SISTEMA PISO GIRATORIO				\$ 7.994.53	5.037%
14.1	MOTORREDUCTOR PISO GIRATORIO	U	1.00	\$ 765.15	\$ 765.15	0.482%
14.3	RODILLO PERIFÉRICO	U	8.00	\$ 56.22	\$ 449.76	0.283%
14.4	ENGRANE RECTO SALIDA MOTOREDUCTOR	U	1.00	\$ 65.81	\$ 65.81	0.041%
14.5	ENGRANE RECTO CORONA	U	1.00	\$ 2.464.36	\$ 2.464.36	1.553%

FORMULARIO No. 7

HOJA 3 DE 3

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS
CONSTRUCCIÓN RESTAURANTE MANSIÓN DE LA COLINA

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL	
14.7	RODAMIENTO Y CHUMACERA RODILLO PERIFÉRICO	U	8.00	\$ 435.13	\$ 3.481.04	2.193%
14.8	RODAMIENTO Y CHUMACERA EJE PIVOTE	U	1.00	\$ 614.00	\$ 614.00	0.387%
14.9	EJE PIVOTE	U	1.00	\$ 154.41	\$ 154.41	0.097%
15	CUBIERTAS				\$ 1.932.97	1.218%
15.1	CIELO RAZO METÁLICO	M2	100.31	\$ 19.27	\$ 1.932.97	1.218%
16	CARPINTERÍA METAL/MADERA				\$ 6.222.28	3.921%
16.1	MUEBLES BAJOS COCINA	M	6.40	\$ 118.87	\$ 760.77	0.479%
16.2	MUEBLES ALTOS COCINA	M	6.40	\$ 152.28	\$ 974.59	0.614%
16.3	PASAMANOS HIERRO/MADERA	M	49.67	\$ 44.76	\$ 2.223.23	1.401%
16.4	PUERTA ALUMINIO	M2	8.00	\$ 96.94	\$ 775.52	0.489%
16.5	VENTANA CORREDIZA ALUMINIO	M2	0.72	\$ 55.69	\$ 40.10	0.025%
16.6	VENTANA ALUMINIO FIJA	M2	27.25	\$ 53.14	\$ 1.448.07	0.912%
17	RECUBRIMIENTOS				\$ 588.72	0.371%
17.1	PINTURA CAUCHO INTERIOR	M2	23.03	\$ 4.20	\$ 96.73	0.061%
17.2	PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR	M2	48.90	\$ 4.31	\$ 210.76	0.133%
17.3	LACADO	M2	16.20	\$ 17.36	\$ 281.23	0.177%
18	OBRAS EXTERIORES				\$ 785.40	0.495%
18.1	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	M2	322.46	\$ 1.54	\$ 496.59	0.313%
18.2	ENCESPADO	M2	95.95	\$ 3.01	\$ 288.81	0.182%

SUMA TOTAL	\$ 158.705.05
12% IVA	\$ 19.044.61
TOTAL	\$ 177.749.66

SON: CIENTO SETENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y NUEVE CON 66/100 USD

Quito, 2014-02-04

OSCAR OLMEDO MOSQUERA
PROYECTISTA
ESPE

Formulario 8: Análisis de Precios Unitarios.

Tabla 5.3 Precios Unitarios.

FORMULARIO No. 8

Hoja 2 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	2.1	DESCRIPCION:	ROTURA MANUAL DE ACERAS, e=10cm, fc=180 Kg/cm2		RENDIMIENTO:	1.2500	
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	M2	
CODIGO	1. MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
SUBTOTAL 1:						\$	-
CODIGO	2. MANO DE OBRA			HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON			1.2500	2.95	3.69	
SUBTOTAL 2:						\$	3.69
CODIGO	3. EQUIPO			HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR			1.2500	0.10	0.13	
SUBTOTAL 3:						\$	0.13
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)						\$	3.82
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS					2.53 % DE 4	\$	0.10
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)						\$	3.92
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO						\$	3.92
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE			

FORMULARIO No. 8

Hoja 3 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	2.2	DESCRIPCION:	RETIRO DE PIEZAS SANITARIAS Y PUNTOS DE AGUA	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
SUBTOTAL 1:					\$ -
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
5	AY. PLOMERO	2.0000	2.95	5.90	
14	PLOMERO	1.0000	2.97	2.97	
SUBTOTAL 2:					\$ 8.87
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	8.97
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS			2.53 % DE 4	\$	0.23
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	9.20
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	9.20
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 4 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	3.1	DESCRIPCION:	EXCAVACIÓN DE PLINTOS Y CIMIENTOS	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:	manual			UNIDAD:	M3
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
SUBTOTAL 1:					\$ -
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON	2.5000	2.95	7.38	
2	AY. ALBAÑIL	0.0500	2.95	0.15	
SUBTOTAL 2:					\$ 7.53
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	7.63
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS			2.53 % DE 4	\$	0.19
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	7.82
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	7.82
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 5 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	3.2	DESCRIPCION:	DESBANQUE	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:	manual			UNIDAD:	M3
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
SUBTOTAL 1:					\$ -
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON	2.5000	2.95	7.38	
10	ALBAÑIL	0.0500	2.97	0.15	
SUBTOTAL 2:					\$ 7.53
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	7.63
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS			2.53 % DE 4	\$	0.19
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	7.82
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	7.82
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 6 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	3.3	DESCRIPCION:	LIMPIEZA DE TERRENO	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	M2
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
SUBTOTAL 1:					\$ -
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON	0.3200	2.95	0.94	
SUBTOTAL 2:					\$ 0.94
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	1.04
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS			2.53 % DE 4	\$	0.03
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	1.07
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	1.07
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 7 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	4.1	DESCRIPCION:	ACERO ESTRUCTURAL, fy=2400Kg/cm2	RENDIMIENTO:	0.0200
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	kg
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M100705	Estruc.metálica(provis/fabricac/montaje)	Kg	1.000	4.05	4.05
M280418	Electrodo Aga 6011	Kg	0.015	2.09	0.03
SUBTOTAL 1:					\$ 4.08
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
36	SOLDADOR	0.0030	2.97	0.01	
41	AY. SOLDADOR	0.0030	2.95	0.01	
25	INSPECTOR OBRA	0.0030	3.10	0.01	
SUBTOTAL 2:					\$ 0.03
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
203	SUELDA ELECTRICA	0.2000	1.50	0.30	
201	HERRAMIENTA MENOR	0.2000	0.10	0.02	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.32
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	4.43
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS			2.53 % DE 4	\$	0.11
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	4.54
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	4.54
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 8 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	5.1	DESCRIPCION:	PLINTOS H.S 210 Kg/cm2	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	M3
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M240504	fc= 210 Kg./cm2	m3	1.000	44.79	44.79
M100906	Varilla corrugada antisismica A-42S. D=12mm	kg	12.000	1.61	19.29
SUBTOTAL 1:					\$ 64.08
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON	11.0000	2.95	32.45	
10	ALBAÑIL	5.0000	2.97	14.85	
20	MAES. DE OBRA	0.6000	3.05	1.83	
SUBTOTAL 2:					\$ 49.13
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10	
501	CONCRETERA 1 SACOS	1.0000	2.25	2.25	
502	VIBRADOR DE AGUJA PARA HORMIGON	1.0000	1.25	1.25	
SUBTOTAL 3:					\$ 3.60
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	116.81
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS			2.53 % DE 4	\$	2.96
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	119.77
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	119.77
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 9 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5.2	DESCRIPCION: 1 LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE, e=65mm	RENDIMIENTO: 1.0000
ESPECIFICACION:		UNIDAD: M3

CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M240502	fc= 210 Kg./cm2 (inc., bomb, transp., en revisión)	m3	1.000	79.83	79.83
M101019	Malla Armex R-196 (6.25x2.40) 6.0mm 15 x 15	pln	0.116	89.86	10.42
M131501	Kubilosa e=0.65mm plac colabor a.util1000 mm	m2	10.000	15.61	156.10
SUBTOTAL 1:					\$ 246.35

CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
1	PEON	10.0000	2.95	29.50
10	ALBAÑIL	3.0000	2.97	8.91
20	MAES. DE OBRA	1.0000	3.05	3.05
13	CARPINTERO	1.0000	2.97	2.97
9	AY. CARPINTE	1.0000	2.95	2.95
41	AY. SOLDADO	1.0000	2.95	2.95
36	SOLDADOR	1.0000	2.97	2.97
SUBTOTAL 2:				\$ 53.30

CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10
502	VIBRADOR DE AGUJA PARA HORMIGON	1.0000	1.25	1.25
40205	Tabl. Metálico, viga extensible, módulo andamio y accesorios	1.0000	11.00	11.00
203	SUELDA ELECTRICA	0.1250	1.50	0.19
SUBTOTAL 3:				\$ 12.54

4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 312.19
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4 \$ 7.90
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 320.09
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 320.09

Quito, 04 Febrero 2014

OSCAR OLMEDO MOSQUERA
PROYECTISTA
ESPE

FORMULARIO No. 8

Hoja 10 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	5.3	DESCRIPCION:	2 LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE, e=65mm		RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	M3
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
M240502	fc= 210 Kg./cm2 (inc., bomb, transp., en revisión)	m3	1.000	79.83	79.83	
M101019	Malla Armex R-196 (6.25x2.40) 6.0mm 15 x 15	pln	0.116	89.86	10.42	
M131501	Kubilosa e=0.65mm plac colabor a.util1000 mm	m2	10.000	15.61	156.10	
SUBTOTAL 1:					\$	246.35
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
1	PEON	10.0000	2.95	29.50		
10	ALBAÑIL	3.0000	2.97	8.91		
20	MAES. DE OBRA	1.0000	3.05	3.05		
13	CARPINTERO	1.0000	2.97	2.97		
9	AY. CARPINTE	1.0000	2.95	2.95		
41	AY. SOLDADOR	1.0000	2.95	2.95		
36	SOLDADOR	1.0000	2.97	2.97		
SUBTOTAL 2:					\$	53.30
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10		
502	VIBRADOR DE AGUJA PARA HORMIGON	1.0000	1.25	1.25		
40205	Tabl. Metálico, viga extensible, módulo andamio y accesorios	1.0000	11.00	11.00		
203	SUELDA ELECTRICA	0.1250	1.50	0.19		
SUBTOTAL 3:					\$	12.54
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$	312.19
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$	7.90
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$	320.09
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$	320.09
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE			

FORMULARIO No. 8

Hoja 11 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	5.4	DESCRIPCION:	1 GRADA, LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE, e=65mm		RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	M3
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
M240502	fc= 210 Kg./cm2 (inc., bomb, transp., en revisión)	m3	1.000	79.83	79.83	
M101019	Malla Armex R-196 (6.25x2.40) 6.0mm 15 x 15	pln	0.116	89.86	10.42	
M131501	Kubilosa e=0.65mm plac colabor a.util1000 mm	m2	10.000	15.61	156.10	
SUBTOTAL 1:					\$	246.35
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
1	PEON	10.0000	2.95	29.50		
10	ALBAÑIL	3.0000	2.97	8.91		
20	MAES. DE OBRA	1.0000	3.05	3.05		
13	CARPINTERO	1.0000	2.97	2.97		
9	AY. CARPINTE	1.0000	2.95	2.95		
41	AY. SOLDADOR	1.0000	2.95	2.95		
36	SOLDADOR	1.0000	2.97	2.97		
SUBTOTAL 2:					\$	53.30
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10		
502	VIBRADOR DE AGUJA PARA HORMIGON	1.0000	1.25	1.25		
40205	Tabl. Metálico, viga extensible, módulo andamio y accesorios	1.0000	11.00	11.00		
203	SUELDA ELECTRICA	0.1250	1.50	0.19		
SUBTOTAL 3:					\$	12.54
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$	312.19
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS					2.53 % DE 4	\$ 7.90
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$	320.09
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$	320.09
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE			

FORMULARIO No. 8

Hoja 12 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	5.5	DESCRIPCION:	2 GRADA, LOSA INTELIGENTE CON PLACA COLABORANTE, e=65mm		RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	M3
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
M240502	fc= 210 Kg./cm2 (inc., bomb, transp., en revisión)	m3	1.000	79.83	79.83	
M101019	Malla Armex R-196 (6.25x2.40) 6.0mm 15 x 15	pln	0.116	89.86	10.42	
M131501	Kubilosa e=0.65mm plac colabor a.util1000 mm	m2	10.000	15.61	156.10	
SUBTOTAL 1:					\$	246.35
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
1	PEON	10.0000	2.95	29.50		
10	ALBAÑIL	3.0000	2.97	8.91		
20	MAES. DE OBRA	1.0000	3.05	3.05		
13	CARPINTERO	1.0000	2.97	2.97		
9	AY. CARPINTE	1.0000	2.95	2.95		
41	AY. SOLDADOR	1.0000	2.95	2.95		
36	SOLDADOR	1.0000	2.97	2.97		
SUBTOTAL 2:					\$	53.30
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10		
502	VIBRADOR DE AGUJA PARA HORMIGON	1.0000	1.25	1.25		
40205	Tabl. Metálico, viga extensible, módulo andamio y accesorios	1.0000	11.00	11.00		
203	SUELDA ELECTRICA	0.1250	1.50	0.19		
SUBTOTAL 3:					\$	12.54
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$	312.19
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS					2.53 % DE 4	\$ 7.90
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$	320.09
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$	320.09
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE			

FORMULARIO No. 8

Hoja 14 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	6.2	DESCRIPCION:	CANALIZACIÓN PVC 75mm	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	PTO
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M121904	Cemento (pega) para PVC 705 marca Weld-On	gal.	0.002	52.25	0.10
M121906	Solvente (limpiador) marca Weld-On	gal.	0.002	38.38	0.08
M140312	Tubo PVC 75 mm x 3 m desagüe tipo B	u	1.000	7.63	7.63
M140102	Codo PVC 75 mm. x 90 grados desagüe	u	0.080	1.47	0.12
M140133	Tee PVC 75 mm desagüe	u	0.080	1.95	0.16
M140143	Unión PVC (desagüe) 75 mm	u	1.000	1.18	1.18
				SUBTOTAL 1:	\$ 9.27
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
20	MAES. DE OBRA	0.1500	3.05	0.46	
14	PLOMERO	1.5000	2.97	4.46	
5	AY. PLOMERO	1.5000	2.95	4.43	
				SUBTOTAL 2:	\$ 9.35
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	2.0000	0.10	0.20	
				SUBTOTAL 3:	\$ 0.20
				4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 18.82
				5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4 \$ 0.48
				6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 19.30
				7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 19.30
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 15 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	6.3	DESCRIPCION:	CANALIZACIÓN PVC 50mm		RENDIMIENTO:	1.0000	
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	PTO	
CODIGO	1. MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M121904	Cemento (pega) para PVC 705 marca Weld-On			gal.	0.002	52.25	0.10
M121906	Solvente (limpiador) marca Weld-On			gal.	0.002	38.38	0.08
M140311	Tubo PVC 50 mm x 3 m desagüe tipo B			u	1.000	4.54	4.54
M140101	Codo PVC 50 mm. x 90 grados desagüe			u	0.080	0.86	0.07
M140132	Tee PVC 50 mm desagüe			u	0.080	0.92	0.07
M140142	Unión PVC (desagüe) 50 mm			u	1.000	0.72	0.72
SUBTOTAL 1:						\$	5.58
CODIGO	2. MANO DE OBRA			HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
20	MAES. DE OBRA			0.1500	3.05	0.46	
14	PLOMERO			1.5000	2.97	4.46	
5	AY. PLOMERO			1.5000	2.95	4.43	
SUBTOTAL 2:						\$	9.35
CODIGO	3. EQUIPO			HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR			2.0000	0.10	0.20	
SUBTOTAL 3:						\$	0.20
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)						\$	15.13
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS						2.53 % DE 4	\$ 0.38
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)						\$	15.51
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO						\$	15.51
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE			

FORMULARIO No. 8

Hoja 16 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 7.1	DESCRIPCION: POZO DE REVISIÓN HS	RENDIMIENTO: 1.0000
ESPECIFICACION:		UNIDAD: M

CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M010301	Cemento Chimborazo	50 kg	6.000	6.21	37.26
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	0.400	3.52	1.41
M020205	Ripio # 5 (12-25mm).En cantera (1.17Ton/m3)	m3	0.850	6.41	5.45
M100906	Varilla corrugada antisismica A-42S. D=12mm	kg	5.000	1.61	8.04
M140833	Tapa HF	u	0.450	85.83	38.62
M090305	Tableros corrientes 4x8x12 B (p.p.mm.)	u	0.160	28.59	4.57
M080501	Pingos de eucalipto 4 a 7 m x 0.30	m	2.000	0.94	1.88
M080103	Alfajia de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	1.000	2.51	2.51
M280101	Clavos 2; 2 1/2; 3; 3 1/2"	kg	0.600	2.13	1.28
SUBTOTAL 1:				\$	101.02

CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
20	MAES. DE OBRA	1.0000	3.05	3.05
1	PEON	4.0000	2.95	11.80
10	ALBAÑIL	4.0000	2.97	11.88
13	CARPINTERO	1.0000	2.97	2.97
9	AY. CARPINTERO	1.0000	2.95	2.95
SUBTOTAL 2:				\$ 32.65

CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10
SUBTOTAL 3:				\$ 0.10

4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$	133.77
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	\$ 3.39
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$	137.16
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$	137.16

Quito, 04 Febrero 2014

OSCAR OLMEDO MOSQUERA
PROYECTISTA
ESPE

FORMULARIO No. 8

Hoja 17 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	8.1	DESCRIPCION:	MAMPOSTERÍA BLOQUE, e=10cm, CON MORTERO 1:6 e=2cm		RENDIMIENTO:	1.0000	
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	M2	
CODIGO	1. MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M070220	Bloque vibropresado 15x20x40(mampost. o alivianado) (en fábrica)			u	13.200	0.22	2.90
M010301	Cemento Chimborazo			50 kg	0.155	6.21	0.96
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)			m3	0.031	3.52	0.11
M010404	Agua			m3	0.008	0.09	
SUBTOTAL 1:						\$	3.97
CODIGO	2. MANO DE OBRA			HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
20	MAES. DE OBRA			0.2500	3.05	0.76	
10	ALBAÑIL			0.7000	2.97	2.08	
1	PEON			0.7000	2.95	2.07	
SUBTOTAL 2:						\$	4.91
CODIGO	3. EQUIPO			HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
211	ANDAMIO			1.3000	0.10	0.13	
201	HERRAMIENTA MENOR			1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:						\$	0.23
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)						\$	9.11
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS						2.53 % DE 4	\$ 0.23
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)						\$	9.34
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO						\$	9.34
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE			

FORMULARIO No. 8

Hoja 18 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	8.2	DESCRIPCION:	POZO REVISIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA, MORTERO 1:3		RENDIMIENTO:	1.0000	
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	U	
CODIGO	1. MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M110112	Ladrillo Mambón 8x20x40			u	100.000	0.18	18.00
M010301	Cemento Chimborazo			50 kg	1.545	6.21	9.60
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)			m3	0.156	3.52	0.55
M010404	Agua			m3	0.049	0.09	
M240303	f'c= 140 Kg./cm2 (inc., bomb, transp., en revisión)			m3	0.100	66.59	6.66
M100906	Varilla corrugada antisísmica A-42S. D=12mm			kg	8.000	1.61	12.86
SUBTOTAL 1:						\$	47.67
CODIGO	2. MANO DE OBRA			HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
20	MAES. DE OBRA			1.0000	3.05	3.05	
10	ALBAÑIL			5.0000	2.97	14.85	
1	PEON			5.0000	2.95	14.75	
SUBTOTAL 2:						\$	32.65
CODIGO	3. EQUIPO			HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
501	CONCRETERA 1 SACOS			0.0200	2.25	0.05	
201	HERRAMIENTA MENOR			1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:						\$	0.15
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)						\$	80.47
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS						2.53 % DE 4	\$ 2.04
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)						\$	82.51
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO						\$	82.51
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE			

FORMULARIO No. 8

Hoja 19 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	9.1	DESCRIPCION:	ACOMETIDA PRINCIPAL, CONDUCTOR #10		RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	M
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
M151407	Tubo conduit EMT 1" x 3m	u	0.370	7.53	2.78	
M150302	Cable TW sólido Quito # 10	m	3.300	0.81	2.67	
M150416	Conectores EMT Nacionales 1"	u	0.500	0.54	0.27	
SUBTOTAL 1:					\$	5.72
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
15	ELECTRICISTA	2.5000	2.97	7.43		
6	AY. ELECTRICISTA	2.5000	2.95	7.38		
SUBTOTAL 2:					\$	14.81
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
201	HERRAMIENTA MENOR	3.0000	0.10	0.30		
SUBTOTAL 3:					\$	0.30
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$	20.83
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS					2.53 % DE 4	\$ 0.53
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)						\$ 21.36
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO						\$ 21.36
Quito, 04 Febrero 2014					OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE	

FORMULARIO No. 8

Hoja 20 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	9.2	DESCRIPCION:	PTO. ILUMINACIÓN, CONDUCTOR #12		RENDIMIENTO:	1.0000	
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	PTO	
CODIGO	1. MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M151408	Tubo conduit EMT 1/2" x 3m			u	1.500	3.33	4.99
M150321	Alambre sólido THHN 12 AWG			m	9.100	0.29	2.59
M150705	Interruptor unipolar sobrepuesto Veto			u	1.000	1.09	1.09
M150105	Plafón losa			u	1.000	0.63	0.63
M150414	Conectores EMT Nacionales 1/2"			u	2.000	0.31	0.62
M150404	Caja octogonal grande			u	1.000	0.31	0.31
M150406	Caja rectangular baja			u	1.000	0.40	0.40
SUBTOTAL 1:						\$	10.63
CODIGO	2. MANO DE OBRA			HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
15	ELECTRICISTA			1.0000	2.97	2.97	
6	AY. ELECTRICISTA			1.0000	2.95	2.95	
20	MAES. DE OBRA			0.1500	3.05	0.46	
1	PEON			1.0000	2.95	2.95	
SUBTOTAL 2:						\$	9.33
CODIGO	3. EQUIPO			HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR			3.0000	0.10	0.30	
SUBTOTAL 3:						\$	0.30
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)						\$	20.26
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS						2.53 % DE 4	\$ 0.51
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)						\$	20.77
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO						\$	20.77
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE			

FORMULARIO No. 8

Hoja 21 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	9.3	DESCRIPCION:	PTO. TOMACORRIENTES, CONDUCTOR #10		RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	PTO
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
M151408	Tubo conduit EMT 1/2" x 3m	u	1.500	3.33	4.99	
M150321	Alambre sólido THHN 12 AWG	m	5.000	0.29	1.43	
M151301	Toma doble polarizado blanco c/placa LEV.	u	1.000	2.34	2.34	
M150414	Conectores EMT Nacionales 1/2"	u	2.000	0.31	0.62	
M150406	Caja rectangular baja	u	1.000	0.40	0.40	
SUBTOTAL 1:					\$	9.78
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
15	ELECTRICISTA	1.5000	2.97	4.46		
6	AY. ELECTRICISTA	1.5000	2.95	4.43		
20	MAES. DE OBRA	0.1500	3.05	0.46		
1	PEON	1.0000	2.95	2.95		
SUBTOTAL 2:					\$	12.30
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
201	HERRAMIENTA MENOR	3.5000	0.10	0.35		
SUBTOTAL 3:					\$	0.35
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$	22.43
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS					2.53 % DE 4	\$ 0.57
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$	23.00
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$	23.00
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 22 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	9.4	DESCRIPCION:	PTO. AUTOMÁTICO ESCALERA, CONDUCTOR #12		RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	PTO
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
M151408	Tubo conduit EMT 1/2" x 3m	u	1.500	3.33	4.99	
M150321	Alambre sólido THHN 12 AWG	m	5.000	0.29	1.43	
M150704	Interruptor unipolar sobrepuesto Veto	u	1.000	1.87	1.87	
M150105	Plafón losa	u	1.000	0.63	0.63	
M150414	Conectores EMT Nacionales 1/2"	u	1.000	0.31	0.31	
SUBTOTAL 1:					\$	9.23
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
15	ELECTRICISTA	1.5000	2.97	4.46		
6	AY. ELECTRICISTA	1.5000	2.95	4.43		
20	MAES. DE OBRA	0.1500	3.05	0.46		
1	PEON	1.0000	2.95	2.95		
SUBTOTAL 2:					\$	12.30
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
201	HERRAMIENTA MENOR	3.0000	0.10	0.30		
SUBTOTAL 3:					\$	0.30
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$	21.83
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$	0.55
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$	22.38
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$	22.38
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 23 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	9.5	DESCRIPCION:	LUMINARIAS 2X40W	RENDIMIENTO:	1.0000	
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U	
CODIGO	1. MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M150906	Lámpara 2x40W fluorescente OVP acrílica RS.		u	1.000	21.52	21.52
SUBTOTAL 1:						\$ 21.52
CODIGO	2. MANO DE OBRA		HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
15	ELECTRICISTA		0.5000	2.97	1.49	
6	AY. ELECTRICISTA		0.5000	2.95	1.48	
SUBTOTAL 2:						\$ 2.97
CODIGO	3. EQUIPO		HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR		1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:						\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$	24.59
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$	0.62
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$	25.21
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$	25.21
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE			

FORMULARIO No. 8

Hoja 24 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	9.6	DESCRIPCION:	TABLERO DE CONTROL GE 4-8 PTOS		RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
M151102	Tablero GE bifásico 4-8 puntos	u	1.000	20.81	20.81	
M150201	Breaker 1 polo SD 10-30 AMP.	u	8.000	5.21	41.68	
M151501	Tacos Fisher	u	8.000	0.04	0.32	
M151502	Tornillos	u	8.000	0.04	0.32	
SUBTOTAL 1:					\$	63.13
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
20	MAES. DE OBRA	0.2500	3.05	0.76		
15	ELECTRICISTA	2.5000	2.97	7.43		
6	AY. ELECTRICISTA	2.5000	2.95	7.38		
SUBTOTAL 2:					\$	15.57
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
201	HERRAMIENTA MENOR	4.0000	0.10	0.40		
SUBTOTAL 3:					\$	0.40
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$	79.10
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS					2.53 % DE 4	\$ 2.00
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$	81.10
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$	81.10
Quito, 04 Febrero 2014					OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE	

FORMULARIO No. 8

Hoja 25 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	10.1	DESCRIPCION:	PTO. TUBERÍA AGUA FRÍA PVC 1/2 PLG		RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	PTO
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
M121104	Tubería PVC (presión roscable) 1/2"	6m	0.800	7.64	6.11	
M121907	Hidropega	4000 cc	0.005	19.87	0.10	
M120256	Unión PVC CED 40 roscable 1/2"	u	0.330	0.34	0.11	
M120210	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 1/2"	u	0.080	0.59	0.05	
M120242	Tee PVC CED 40 (p/presión) roscable 1/2"	u	0.080	1.06	0.09	
SUBTOTAL 1:					\$	6.46
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
14	PLOMERO	1.0000	2.97	2.97		
5	AY. PLOMERO	1.0000	2.95	2.95		
SUBTOTAL 2:					\$	5.92
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10		
SUBTOTAL 3:					\$	0.10
				4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$	12.48
				5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	\$ 0.32
				6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$	12.80
				7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$	12.80
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 26 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	10.2	DESCRIPCION:	PTO. TUBERÍA AGUA FRÍA PVC 3/4 PLG		RENDIMIENTO:	1.0000								
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	PTO								
CODIGO	1. MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)							
M121105	Tubería PVC (presión roscable) 3/4"			6m	0.800	11.60	9.28							
M121907	Hidropega			4000 cc	0.005	19.87	0.10							
M120257	Unión PVC CED 40 roscable 3/4"			u	0.330	0.88	0.29							
M120211	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 3/4"			u	0.080	1.10	0.09							
M120243	Tee PVC CED 40 (p/presión) roscable 3/4"			u	0.080	2.46	0.20							
SUBTOTAL 1:							\$ 9.96							
CODIGO	2. MANO DE OBRA			HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
14	PLOMERO			0.5000	2.97	1.49								
5	AY. PLOMERO			0.5000	2.95	1.48								
SUBTOTAL 2:							\$ 2.97							
CODIGO	3. EQUIPO			HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
201	HERRAMIENTA MENOR			1.0000	0.10	0.10								
SUBTOTAL 3:							\$ 0.10							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 13.03</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 13.36</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 13.36</td> </tr> </table>							4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 13.03	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 13.36	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 13.36
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 13.03													
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4													
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 13.36													
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 13.36													
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE										

FORMULARIO No. 8

Hoja 27 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	10.3	DESCRIPCION:	LLAVE DE PASO FV 3/4 PLG	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M120608	Llave de paso 3/4" SO SO CU	u	1.000	5.70	5.70
M121910	Soldadura Regular presentación de 4 Onzas o 1/32 gln(para tubería	1/32 gal.	0.200	2.02	0.40
SUBTOTAL 1:					\$ 6.10
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
14	PLOMERO	0.3000	2.97	0.89	
5	AY. PLOMERO	0.3000	2.95	0.89	
SUBTOTAL 2:					\$ 1.78
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	0.4000	0.10	0.04	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.04
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	7.92
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 0.20
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	8.12
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	8.12
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 28 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	10.4	DESCRIPCION:	LLAVE DE CONTROL FV 1/2 PLG	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M120607	Llave de paso 1/2" SO SO CU	u	1.000	5.64	5.64
M121910	Soldadura Regular presentación de 4 Onzas o 1/32 gln(para tubería	1/32 gal.	0.200	2.02	0.40
SUBTOTAL 1:					\$ 6.04
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
14	PLOMERO	0.3000	2.97	0.89	
5	AY. PLOMERO	0.3000	2.95	0.89	
SUBTOTAL 2:					\$ 1.78
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	0.4000	0.10	0.04	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.04
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	7.86
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 0.20
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	8.06
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	8.06
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 29 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	11.1	DESCRIPCION:	ENLUCIDO LISO EXTERIOR, MORTERO 1:6, e=1.5cm	RENDIMIENTO:	1.0000							
ESPECIFICACION:	MORTERO 1:1:8 (0,01) Y MORTERO 1:6 (.015)			UNIDAD:	M2							
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)							
M010301	Cemento Chimborazo	50 kg	0.136	6.21	0.84							
M010202	Cementina (saco=25 kg)	kg.	0.040	0.08								
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	0.030	3.52	0.11							
M010404	Agua	m3	0.007	0.09								
SUBTOTAL 1:					\$ 0.95							
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
1	PEON	0.9000	2.95	2.66								
10	ALBAÑIL	0.9000	2.97	2.67								
20	MAES. DE OBRA	0.1500	3.05	0.46								
SUBTOTAL 2:					\$ 5.79							
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
211	ANDAMIO	2.0000	0.10	0.20								
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10								
SUBTOTAL 3:					\$ 0.30							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 7.04</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4 \$ 0.18</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 7.22</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 7.22</td> </tr> </table>					4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 7.04	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4 \$ 0.18	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 7.22	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 7.22
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 7.04											
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4 \$ 0.18											
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 7.22											
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 7.22											
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE									

FORMULARIO No. 8

Hoja 30 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	11.2	DESCRIPCION:	CERÁMICA GRAIMAN PARED 20X20	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:	CON MORTERO 1:3 (0,01)			UNIDAD:	M2
1. MATERIALES					
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M270109	Cerámica 20 x 20. Lisa	m2	1.050	8.58	9.01
M010301	Cemento Chimborazo	50 kg	0.103	6.21	0.64
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	0.010	3.52	0.04
M010404	Agua	m3	0.003	0.09	
M010402	Litopón	kg.	0.250	0.96	0.24
M010305	Cemento blanco	50 kg	0.016	12.42	0.20
SUBTOTAL 1:					\$ 10.13
2. MANO DE OBRA					
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
1	PEON	0.7000		2.95	2.07
10	ALBAÑIL	0.7000		2.97	2.08
20	MAES. DE OBRA	0.1500		3.05	0.46
SUBTOTAL 2:					\$ 4.61
3. EQUIPO					
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000		0.10	0.10
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$ 14.84
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 0.38
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$ 15.22
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$ 15.22
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 31 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	12.1	DESCRIPCION:	CERÁMICA DE PISO GRAIMAN 30X30, MORTERO 1:3, e=1cm	RENDIMIENTO:	1.0000								
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	M2								
1. MATERIALES													
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
M270102	Cerámica Graitman Serie Mármol Satinado 30x30 pisos. Gris, beige,	m2	1.050	7.50	7.87								
M010301	Cemento Chimborazo	50 kg	0.103	6.21	0.64								
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	0.010	3.52	0.04								
M010404	Agua	m3	0.003	0.09									
M010402	Litopón	kg.	0.250	0.96	0.24								
M010305	Cemento blanco	50 kg	0.016	12.42	0.20								
SUBTOTAL 1:					\$ 8.99								
2. MANO DE OBRA													
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
1	PEON	0.7000		2.95	2.07								
10	ALBAÑIL	0.7000		2.97	2.08								
20	MAES. DE OBRA	0.1500		3.05	0.46								
SUBTOTAL 2:					\$ 4.61								
3. EQUIPO													
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000		0.10	0.10								
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 13.70</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 14.05</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 14.05</td> </tr> </table>						4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 13.70	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 14.05	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 14.05
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 13.70												
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4												
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 14.05												
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 14.05												
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE										

FORMULARIO No. 8

Hoja 32 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	12.2	DESCRIPCION:	GRADAS EXTERIORES GRES, MORTERO 1:3, e=3cm	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	M2
1. MATERIALES					
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M270103	Cerámica Graitman Serie Rústico Pisos 30x30. Romano blanco , plur	m2	0.300	9.22	2.77
M010301	Cemento Chimborazo	50 kg	0.082	6.21	0.51
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	0.008	3.52	0.03
M010404	Agua	m3	0.003	0.09	
SUBTOTAL 1:					\$ 3.31
2. MANO DE OBRA					
CODIGO		HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON	1.0000	2.95	2.95	
10	ALBAÑIL	1.0000	2.97	2.97	
SUBTOTAL 2:					\$ 5.92
3. EQUIPO					
CODIGO		HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$ 9.33
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 0.24
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$ 9.57
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$ 9.57
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 33 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	12.3	DESCRIPCION:	CONTRAPISO HS 180Kg/cm2, e=6cm	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	M2
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M240403	fc= 180 Kg./cm2	m3	0.060	57.00	3.42
M280415	Plástico de polietileno	m2	1.050	1.45	1.52
M020204	Piedra homogenizada # 57(5-25mm).En cantera (1.23Ton/m3)	m3	0.150	6.28	0.94
M020205	Ripio # 5 (12-25mm).En cantera (1.17Ton/m3)	m3	0.090	6.41	0.58
SUBTOTAL 1:					\$ 6.46
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON	1.2000	2.95	3.54	
10	ALBAÑIL	1.2000	2.97	3.56	
20	MAES. DE OBRA	0.2500	3.05	0.76	
SUBTOTAL 2:					\$ 7.86
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
501	CONCRETERA 1 SACOS	0.0600	2.25	0.14	
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.24
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$ 14.56
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 0.37
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$ 14.93
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$ 14.93
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 34 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	12.4	DESCRIPCION:	MASILLADO LOSA + IMPERMEABLE, MORTERO 1:3, e=3cm	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	M2
1. MATERIALES					
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M240102	Aditivo	m3	0.400	1.41	0.56
M010301	Cemento Chimborazo	50 kg	0.309	6.21	1.92
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	0.031	3.52	0.11
M010404	Agua	m3	0.010	0.09	
SUBTOTAL 1:					\$ 2.59
2. MANO DE OBRA					
CODIGO		HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON	0.7000	2.95	2.07	
10	ALBAÑIL	0.7000	2.97	2.08	
SUBTOTAL 2:					\$ 4.15
3. EQUIPO					
CODIGO		HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$ 6.84
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 0.17
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$ 7.01
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$ 7.01
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 35 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	13.1	DESCRIPCION:	LAVAMANOS BAÑO	RENDIMIENTO:	1.0000								
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U								
1. MATERIALES													
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
M220606	Línea Spazzio Lavamanos Monza blanco	u	1.000	32.09	32.09								
M221008	Tubo de abasto para lavabo	u	2.000	2.28	4.57								
M221114	Llave angular de acero para inodoro	u	2.000	4.33	8.67								
M221014	Juego de accesorios Jade (Plasmade, mármol cultivado)	u	1.000	53.00	53.00								
SUBTOTAL 1:					\$ 98.33								
2. MANO DE OBRA													
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
14	PLOMERO	2.5000		2.97	7.43								
5	AY. PLOMERO	2.5000		2.95	7.38								
SUBTOTAL 2:					\$ 14.81								
3. EQUIPO													
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
201	HERRAMIENTA MENOR	4.0000		0.10	0.40								
SUBTOTAL 3:					\$ 0.40								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 113.54</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 116.41</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 116.41</td> </tr> </table>						4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 113.54	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 116.41	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 116.41
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 113.54												
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4												
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 116.41												
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 116.41												
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE										

FORMULARIO No. 8

Hoja 36 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	13.2	DESCRIPCION:	INODORO BAÑO	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M220513	Línea Inst. Inodoro Savex Regular suave	u	1.000	52.21	52.21
M010301	Cemento Chimborazo	50 kg	0.010	6.21	0.06
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	0.030	3.52	0.11
M221009	Tubo de abasto para inodoro	u	1.000	2.28	2.28
M221114	Llave angular de acero para inodoro	u	1.000	4.33	4.33
M221116	Anclaje para sanitario	u	3.000	3.44	10.32
SUBTOTAL 1:					\$ 69.31
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
14	PLOMERO	2.5000	2.97	7.43	
5	AY. PLOMERO	2.5000	2.95	7.38	
SUBTOTAL 2:					\$ 14.81
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	4.0000	0.10	0.40	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.40
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$ 84.52
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 2.14
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$ 86.66
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$ 86.66
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 37 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	13.3	DESCRIPCION:	URINARIO BAÑO	RENDIMIENTO:	1.0000								
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U								
1. MATERIALES													
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
M220702	Línea Inst. Urinario Colby plus Blanco	u	1.000	47.64	47.64								
M010301	Cemento Chimborazo	50 kg	0.010	6.21	0.06								
M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	0.030	3.52	0.11								
SUBTOTAL 1:					\$ 47.81								
2. MANO DE OBRA													
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
14	PLOMERO	2.5000		2.97	7.43								
5	AY. PLOMERO	2.5000		2.95	7.38								
SUBTOTAL 2:					\$ 14.81								
3. EQUIPO													
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
201	HERRAMIENTA MENOR	4.0000		0.10	0.40								
SUBTOTAL 3:					\$ 0.40								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 63.02</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 64.62</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 64.62</td> </tr> </table>						4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 63.02	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 64.62	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 64.62
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 63.02												
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4												
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 64.62												
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 64.62												
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE										

FORMULARIO No. 8

Hoja 38 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	13.4	DESCRIPCION:	LAVAPLATOS COMPLETO	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M220851	Lavamanos 4" línea Jazz cromo/oro	u	1.000	46.37	46.37
M220894	Centerset 4"para lavabo con desague de piston automático y sifón. M	u	1.000	48.41	48.41
M280406	Permatex 2A 1 1/2 onzas	1.5 onz	0.250	1.45	0.36
SUBTOTAL 1:					\$ 95.14
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
14	PLOMERO	2.5000	2.97	7.43	
5	AY. PLOMERO	2.5000	2.95	7.38	
SUBTOTAL 2:					\$ 14.81
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	4.0000	0.10	0.40	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.40
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	110.35
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 2.79
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	113.14
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	113.14
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 39 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	14.1	DESCRIPCION:	MOTORREDUCTOR PISO GIRATORIO	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M430201	Motoreductor CbN-2905-S-V3-800-MR-182T-3	u	1.000	700.00	700.00
SUBTOTAL 1:					\$ 700.00
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
35	MEC. ELECTRICIS.	5.0000	3.10	15.50	
34	MEC. MATENIM.	5.0000	3.10	15.50	
37	AY. MECANICO	5.0000	2.97	14.85	
SUBTOTAL 2:					\$ 45.85
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	4.0000	0.10	0.40	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.40
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	746.25
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 18.90
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	765.15
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	765.15
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 40 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	14.3	DESCRIPCION:	RODILLO PERIFÉRICO	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M430102	Acero 4140 OQT Ivan Bohoman D=160 mm, L= 600 mm	u	1.000	30.50	30.50
SUBTOTAL 1:					\$ 30.50
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
28	SECAP.	2.0000	2.97	5.94	
34	MEC. MATENIM.	2.0000	3.10	6.20	
37	AY. MECANICO	2.0000	2.97	5.94	
SUBTOTAL 2:					\$ 18.08
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
301	TORNO PARALELO	1.2500	5.00	6.25	
SUBTOTAL 3:					\$ 6.25
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	54.83
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 1.39
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	56.22
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	56.22
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 41 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	14.4	DESCRIPCION:	ENGRANE RECTO SALIDA MOTOREDUCTOR	RENDIMIENTO:	1.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M430101	Acero 410 Ivan Bohoman D=385 mm, L=165 mm	u	1.000	31.10	31.10
SUBTOTAL 1:					\$ 31.10
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
28	SECAP.	2.0000	2.97	5.94	
34	MEC. MATENIM.	2.0000	3.10	6.20	
37	AY. MECANICO	2.0000	2.97	5.94	
SUBTOTAL 2:					\$ 18.08
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
301	TORNO PARALELO	1.5000	5.00	7.50	
302	FRESADORA UNIVERSAL	1.5000	5.00	7.50	
SUBTOTAL 3:					\$ 15.00
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	64.18
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 1.63
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	65.81
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	65.81
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 42 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	14,5	DESCRIPCION:	ENGRANE RECTO CORONA	RENDIMIENTO:	25.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M430105	Acero 410 Ivan Bohoman E=165 mm, L=1550 X L2=560 mm	u	15.000	105.10	1576.50
SUBTOTAL 1:					\$ 1.576.50
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
28	SECAP.	50.0000	2.97	148.50	
34	MEC. MATENIM.	50.0000	3.10	155.00	
37	AY. MECANICO	50.0000	2.97	148.50	
SUBTOTAL 2:					\$ 452.00
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
301	TORNO PARALELO	37.5000	5.00	187.50	
302	FRESADORA UNIVERSAL	37.5000	5.00	187.50	
SUBTOTAL 3:					\$ 375.00
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	2.403.50
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 60.86
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	2.464.36
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	2.464.36
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 43 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14.7	DESCRIPCION: RODAMIENTO Y CHUMACERA RODILLO PERIFÉRICO	RENDIMIENTO: 1.0000			
ESPECIFICACION:		UNIDAD: U			
1. MATERIALES					
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M430301	Rodamiento SKF YJ218	u	2.000	100.00	200.00
M430303	Chumacera SYJ 90 TG	u	2.000	100.00	200.00
SUBTOTAL 1:					\$ 400.00
2. MANO DE OBRA					
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
34	MEC. MATENIM.	4.0000		3.10	12.40
37	AY. MECANICO	4.0000		2.97	11.88
SUBTOTAL 2:					\$ 24.28
3. EQUIPO					
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000		0.10	0.10
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
				4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 424.38
				5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4 \$ 10.75
				6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 435.13
				7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 435.13
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 44 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	14.8	DESCRIPCION:	RODAMIENTO Y CHUMACERA EJE PIVOTE		RENDIMIENTO:	1.5000
ESPECIFICACION:					UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
M430302	Rodamiento SKF 22326 CC / W33E	u	1.000	500.00	500.00	
M430104	Acero 760 Ivan Bohoman D=600 mm, L=170 mm	u	1.000	25.40	25.40	
SUBTOTAL 1:					\$	525.40
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
34	MEC. MATENIM.	12.0000	3.10	37.20		
37	AY. MECANICO	12.0000	2.97	35.64		
SUBTOTAL 2:					\$	72.84
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)		
201	HERRAMIENTA MENOR	6.0000	0.10	0.60		
SUBTOTAL 3:					\$	0.60
					\$	598.84
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)						
					2.53 % DE 4	\$ 15.16
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS						
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)						\$ 614.00
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO						\$ 614.00
Quito, 04 Febrero 2014				OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 45 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	14.9	DESCRIPCION:	EJE PIVOTE	RENDIMIENTO:	2.0000
ESPECIFICACION:				UNIDAD:	U
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M430104	Acero 760 Ivan Bohoman D=600 mm, L=170 mm	u	1.000	25.40	25.40
SUBTOTAL 1:					\$ 25.40
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
28	SECAP.	5.0000	2.97	14.85	
34	MEC. MATENIM.	5.0000	3.10	15.50	
37	AY. MECANICO	5.0000	2.97	14.85	
SUBTOTAL 2:					\$ 45.20
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
301	TORNO PARALELO	8.0000	5.00	40.00	
302	FRESADORA UNIVERSAL	8.0000	5.00	40.00	
SUBTOTAL 3:					\$ 80.00
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	150.60
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 3.81
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	154.41
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	154.41
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 46 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	15.1	DESCRIPCION:	CIELO RAZO METÁLICO	RENDIMIENTO:	1.0000								
ESPECIFICACION:	Incluye mano de obra			UNIDAD:	M2								
1. MATERIALES													
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
M131302	Cielo raso pl.horizontal:gypsum a prueba humedad 1/2"	m2	1.000	12.77	12.77								
SUBTOTAL 1:					\$ 12.77								
2. MANO DE OBRA													
CODIGO		HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)									
10	ALBAÑIL	1.0000	2.97	2.97									
2	AY. ALBAÑIL	1.0000	2.95	2.95									
SUBTOTAL 2:					\$ 5.92								
3. EQUIPO													
CODIGO		HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)									
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10									
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 18.79</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 19.27</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 19.27</td> </tr> </table>						4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 18.79	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 19.27	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 19.27
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 18.79												
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4												
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 19.27												
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 19.27												
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE										

FORMULARIO No. 8

Hoja 47 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	16.1	DESCRIPCION:	MUEBLES BAJOS COCINA	RENDIMIENTO:	1.0000							
ESPECIFICACION:	Incluye mano de obra			UNIDAD:	M							
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)							
M090201	Tabl. decora1 cara 4x8x13 B (roble, eucalipto, mascarey)	u	0.500	37.21	18.60							
M210205	Tiradera Cromada Sencilla	u	2.000	0.80	1.60							
M280101	Clavos 2: 2 1/2; 3: 3 1/2"	kg	0.500	2.13	1.07							
M090414	Tablero Novoply Pelikano 1.22x2.44x15mm	u	0.500	22.90	11.45							
M210206	Bisagra reforzada pulida 1"	u	2.000	0.95	1.90							
M080103	Alfajia de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	2.000	2.51	5.02							
SUBTOTAL 1:					\$ 39.64							
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
13	CARPINTERO	12.0000	2.97	35.64								
9	AY. CARPINTERO	12.0000	2.95	35.40								
20	MAES. DE OBRA	1.0000	3.05	3.05								
SUBTOTAL 2:					\$ 74.09							
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
201	HERRAMIENTA MENOR	22.0000	0.10	2.20								
SUBTOTAL 3:					\$ 2.20							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 115.93</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 118.87</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 118.87</td> </tr> </table>					4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 115.93	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 118.87	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 118.87
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 115.93											
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4											
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 118.87											
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 118.87											
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE									

FORMULARIO No. 8

Hoja 48 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	16.2	DESCRIPCION:	MUEBLES ALTOS COCINA	RENDIMIENTO:	1.0000							
ESPECIFICACION:	Incluye mano de obra			UNIDAD:	M							
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)							
M090201	Tabl. decora1 cara 4x8x13 B (roble, eucalipto, mascarey)	u	0.750	37.21	27.90							
M210205	Tiradera Cromada Sencilla	u	2.000	0.80	1.60							
M280101	Clavos 2: 2 1/2; 3: 3 1/2"	kg	0.500	2.13	1.07							
M090414	Tablero Novoply Pelikano 1.22x2.44x15mm	u	0.750	22.90	17.18							
M210206	Bisagra reforzada pulida 1"	u	2.000	0.95	1.90							
M080103	Alfajia de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	2.000	2.51	5.02							
SUBTOTAL 1:					\$ 54.67							
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
13	CARPINTERO	15.0000	2.97	44.55								
9	AY. CARPINTERO	15.0000	2.95	44.25								
20	MAES. DE OBRA	1.0000	3.05	3.05								
SUBTOTAL 2:					\$ 91.85							
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
201	HERRAMIENTA MENOR	20.0000	0.10	2.00								
SUBTOTAL 3:					\$ 2.00							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 148.52</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 152.28</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 152.28</td> </tr> </table>					4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 148.52	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 152.28	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 152.28
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 148.52											
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4											
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 152.28											
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 152.28											
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE									

FORMULARIO No. 8

Hoja 49 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 16.3	DESCRIPCION: PASAMANOS HIERRO/MADERA	RENDIMIENTO: 1.0000			
ESPECIFICACION: Incluye mano de obra		UNIDAD: M			
1. MATERIALES					
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M101702	Pasamanos metálico c/mangón de madera	m	1.000	33.50	33.50
M170302	Laca Vernín brillante Cóndor	4000cc	0.020	18.98	0.38
M170702	Thinner comercial (diluyente tecni thinner laca)	4000 cc	0.040	12.19	0.49
SUBTOTAL 1:					\$ 34.37
2. MANO DE OBRA					
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
19	MAESTRO INSTALADOR	1.5000		3.10	4.65
9	AY. CARPINTERO	1.5000		2.95	4.43
SUBTOTAL 2:					\$ 9.08
3. EQUIPO					
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
201	HERRAMIENTA MENOR	2.0000		0.10	0.20
SUBTOTAL 3:					\$ 0.20
				4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 43.65
				5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4 \$ 1.11
				6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 44.76
				7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 44.76
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 50 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 16.4	DESCRIPCION: PUERTA ALUMINIO	RENDIMIENTO: 1.0000											
ESPECIFICACION: Incluye mano de obra		UNIDAD: M2											
1. MATERIALES													
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
M350007	Puerta de aluminio natural	m2	1.000	50.00	50.00								
M230302	Vidrio estirado bronce 6mm	m2	1.100	9.80	10.78								
M210418	Cerradura principal de pomo Nova Martillada	u	1.000	9.07	9.07								
SUBTOTAL 1:					\$ 69.85								
2. MANO DE OBRA													
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
19	MAESTRO INSTALADOR	4.0000		3.10	12.40								
9	AY. CARPINTERO	4.0000		2.95	11.80								
SUBTOTAL 2:					\$ 24.20								
3. EQUIPO													
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
201	HERRAMIENTA MENOR	5.0000		0.10	0.50								
SUBTOTAL 3:					\$ 0.50								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">\$ 94.55</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 96.94</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 96.94</td> </tr> </table>						4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 94.55	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 96.94	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 96.94
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 94.55												
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4												
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 96.94												
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 96.94												
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE										

FORMULARIO No. 8

Hoja 51 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 16.5	DESCRIPCION: VENTANA CORREDIZA ALUMINIO	RENDIMIENTO: 1.0000											
ESPECIFICACION: Incluye mano de obra		UNIDAD: M2											
1. MATERIALES													
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
M350008	Ventana de aluminio natural corrediza	m2	1.000	28.00	28.00								
M230302	Vidrio estirado bronce 6mm	m2	1.100	9.80	10.78								
SUBTOTAL 1:					\$ 38.78								
2. MANO DE OBRA													
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
19	MAESTRO INSTALADOR	2.5000		3.10	7.75								
9	AY. CARPINTERO	2.5000		2.95	7.38								
SUBTOTAL 2:					\$ 15.13								
3. EQUIPO													
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
201	HERRAMIENTA MENOR	4.0000		0.10	0.40								
SUBTOTAL 3:					\$ 0.40								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 54.31</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 55.69</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 55.69</td> </tr> </table>						4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 54.31	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 55.69	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 55.69
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 54.31												
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4												
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 55.69												
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 55.69												
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE										

FORMULARIO No. 8

Hoja 52 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 16.6	DESCRIPCION: VENTANA ALUMINIO FIJA	RENDIMIENTO: 1.0000			
ESPECIFICACION: Incluye mano de obra		UNIDAD: M2			
1. MATERIALES					
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M350009	Ventana de aluminio natural fija	m2	1.000	27.00	27.00
M230302	Vidrio estirado bronce 6mm	m2	1.100	9.80	10.78
SUBTOTAL 1:					\$ 37.78
2. MANO DE OBRA					
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
19	MAESTRO INSTALADOR	2.5000		3.10	7.75
9	AY. CARPINTERO	2.0000		2.95	5.90
SUBTOTAL 2:					\$ 13.65
3. EQUIPO					
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
201	HERRAMIENTA MENOR	4.0000		0.10	0.40
SUBTOTAL 3:					\$ 0.40
				4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 51.83
				5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4
				6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 53.14
				7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 53.14
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 53 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 17.1	DESCRIPCION: PINTURA CAUCHO INTERIOR	RENDIMIENTO: 1.0000			
ESPECIFICACION: Incluye mano de obra		UNIDAD: M2			
1. MATERIALES					
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M170402	Pint.de agua Duratex Profesional Wesco	4000 cc	0.080	10.64	0.85
M280419	Lija	plg	0.200	0.55	0.11
M010305	Cemento blanco	50 kg	0.002	12.42	0.02
M010403	Yeso	kg.	0.100	0.49	0.05
SUBTOTAL 1:					\$ 1.03
2. MANO DE OBRA					
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
17	PINTOR	0.5000		2.97	1.49
1	PEON	0.5000		2.95	1.48
SUBTOTAL 2:					\$ 2.97
3. EQUIPO					
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
211	ANDAMIO	0.5000		0.10	0.05
201	HERRAMIENTA MENOR	0.5000		0.10	0.05
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)					\$ 4.10
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 0.10
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)					\$ 4.20
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO					\$ 4.20
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 54 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 17.2	DESCRIPCION: PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR	RENDIMIENTO: 1.0000			
ESPECIFICACION: Incluye mano de obra		UNIDAD: M2			
1. MATERIALES					
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M170402	Pint.de agua Duratex Profesional Wesco	4000 cc	0.080	10.64	0.85
M280419	Lija	plg	0.200	0.55	0.11
M010305	Cemento blanco	50 kg	0.002	12.42	0.02
M010403	Yeso	kg.	0.100	0.49	0.05
SUBTOTAL 1:					\$ 1.03
2. MANO DE OBRA					
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
17	PINTOR	0.5000		2.97	1.49
1	PEON	0.5000		2.95	1.48
SUBTOTAL 2:					\$ 2.97
3. EQUIPO					
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
211	ANDAMIO	1.0000		0.10	0.10
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000		0.10	0.10
SUBTOTAL 3:					\$ 0.20
				4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 4.20
				5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4 \$ 0.11
				6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 4.31
				7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 4.31
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 55 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 17.3	DESCRIPCION: LACADO	RENDIMIENTO: 1.0000											
ESPECIFICACION: Incluye mano de obra		UNIDAD: M2											
1. MATERIALES													
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
M170314	Laca transparente brillante	4000 cc	0.150	20.99	3.15								
M170702	Thinner comercial (diluyente tecni thiñer laca)	4000 cc	0.300	12.19	3.66								
M280419	Lija	plg	2.000	0.55	1.10								
M170315	Sellador madera Altos Sólidos	4000 cc	0.150	19.13	2.87								
SUBTOTAL 1:					\$ 10.78								
2. MANO DE OBRA													
CODIGO		HORAS HOMBRE		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
17	PINTOR	1.0000		2.97	2.97								
1	PEON	1.0000		2.95	2.95								
SUBTOTAL 2:					\$ 5.92								
3. EQUIPO													
CODIGO		HORAS EQUIPO		COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)								
201	HERRAMIENTA MENOR	0.5000		0.10	0.05								
206	COMPRESOR 2,5HP	0.1000		1.80	0.18								
SUBTOTAL 3:					\$ 0.23								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)</td> <td style="text-align: right;">\$ 16.93</td> </tr> <tr> <td>5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS</td> <td style="text-align: right;">2.53 % DE 4 \$ 0.43</td> </tr> <tr> <td>6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)</td> <td style="text-align: right;">\$ 17.36</td> </tr> <tr> <td>7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO</td> <td style="text-align: right;">\$ 17.36</td> </tr> </table>						4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 16.93	5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4 \$ 0.43	6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 17.36	7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 17.36
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 16.93												
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	2.53 % DE 4 \$ 0.43												
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 17.36												
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 17.36												
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE										

FORMULARIO No. 8

Hoja 56 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 18.1	DESCRIPCION: LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	RENDIMIENTO: 1.0000			
ESPECIFICACION: Incluye mano de obra		UNIDAD: M2			
1. MATERIALES					
CODIGO		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
SUBTOTAL 1:					\$ -
2. MANO DE OBRA					
CODIGO		HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON	0.5000	2.95	1.48	
SUBTOTAL 2:					\$ 1.48
3. EQUIPO					
CODIGO		HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	0.2000	0.10	0.02	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.02
				4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)	\$ 1.50
				5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS	\$ 0.04
				6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)	\$ 1.54
				7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO	\$ 1.54
Quito, 04 Febrero 2014			OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE		

FORMULARIO No. 8

Hoja 57 de 57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 18.2	DESCRIPCION: ENCESPADO	RENDIMIENTO: 1.0000			
ESPECIFICACION: Incluye mano de obra		UNIDAD: M2			
CODIGO	1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)
M020407	Chamba	m2	1.000	1.95	1.95
SUBTOTAL 1:					\$ 1.95
CODIGO	2. MANO DE OBRA	HORAS HOMBRE	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
1	PEON	0.3000	2.95	0.89	
SUBTOTAL 2:					\$ 0.89
CODIGO	3. EQUIPO	HORAS EQUIPO	COSTO UNITARIO (DOLARES)	COSTO TOTAL (DOLARES)	
201	HERRAMIENTA MENOR	1.0000	0.10	0.10	
SUBTOTAL 3:					\$ 0.10
4.- COSTO UNITARIO DIRECTO (1+2+3)				\$	2.94
5.- COSTO UNITARIO INDIRECTOS				2.53 % DE 4	\$ 0.07
6.- PRECIO UNITARIO CALCULADO (4+5)				\$	3.01
7.- PRECIO UNITARIO OFERTADO				\$	3.01
<p>Quito, 04 Febrero 2014</p> <p style="text-align: right;">OSCAR OLMEDO MOSQUERA PROYECTISTA ESPE</p>					

Formulario 9: Costos de Mano de Obra.

Tabla 5.4 Mano de obra.

**FORMULARIO No. 9
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MANO DE OBRA**

CARGO	CATEGORIA															
	E1	E2	D2	C1	C2	C3	B3	LABORAT.	TOPOGRAFIA	DIBUJANTE	DEP C1	DEP C2	MECANICO	SINTIT	CHOFER	CHOFER ESPECIAL E.C.D
CONSERJE MENSUERO	PEON GUARDIAN AY ALBAIL AY OP EQUIPO AY FERRERO AY CARPINTERO AY ENCOFRADOR AY PLOMERO AY ELECTRICISTA MACHETERO AY, INST. REVESTIMIENTOS ELECTRICISTA BODEGUERO PINTOR	ALBAIL OP. EQ. LIVIANO FERRERO CARPINTERO PLOMERO ELECTRICISTA BODEGUERO PINTOR AY PLOMERO AY ELECTRICISTA MACHETERO AY, INST. REVESTIMIENTOS ELECTRICISTA BODEGUERO PINTOR	MAES. ESP. ELECTRI MAES. MAYOR CON T MAES. ESP. ELECTRIC	MAES. DE OBRA OP. PLANTA HORM. OPERADOR FERTILIZADOR	MAES. PLOMERO	INSP. DE OBRA	LABORAT. 1 LABORAT. 2	TOPOGRAFICO TOPOGRAFIA 1 TOPOGRAFIA 2	DIBUJANTE 1 DIBUJANTE 2	OP. MOTOMI. OP. EXCAV. OP. TRACTOR OP. CARGADORA OP. RETROEXC. OP. GRUA OP. MARTILLO OP. TELEFERICO OP. PTA. ASFALT. OP. RECUP. CAMI. OP. RETROEXC. OP. GRUA OP. TELEFERICO OP. PTA. ASFALT. OP. RECUP. CAMI. OP. BARR. AUTOP. OP. CALD. PTA. ASF.	OP. HORING. OP. TRITURAD. OP. RODILLO OP. DISTRI ASF. OP. DIST. AGREG. OP. MARTILLO OP. COMPRES. OP. ACB. PAV. ASF. OP. BARR. AUTOP. OP. DIST. AGREG. OP. MARTILLO OP. COMPRES. OP. ACB. PAV. ASF. OP. BARR. AUTOP. OP. CALD. PTA. ASF.	MECANICO TORNERO SOLDADOR ELECT. MECAN	AY. MECANICO AY. MAQUINARIA VULCANIZADOR ENGRAZADOR	CHOFER	CHOFER	CHOFER
SALARIO DIARIO UNIFICADO NOMINAL (1)	11.34	11.34	11.44	11.97	11.76	11.45	11.97	11.97	11.97	11.97	11.76	11.76	11.45	11.44	16.30	16.81
MENSUAL NOMINAL (2)	340.20	340.20	343.09	358.98	352.67	343.56	359.04	358.98	358.98	352.67	352.67	352.67	343.56	343.09	488.86	504.28
ANUAL NOMINAL	4.082.40	4.082.40	4.117.11	4.307.72	4.232.04	4.122.71	4.308.42	4.307.72	4.307.72	4.232.04	4.232.04	4.232.04	4.122.71	4.117.11	5.866.32	6.051.36
COMPONENTES SALARIALES EN PROCESO DE INCORPORACION																
TRANSPORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13er. SUELDO	0.95	0.95	0.95	1.00	0.98	0.95	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	0.98	0.95	0.95	1.36	1.40
14to SUELDO	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
APORTE PATRONAL (3)	1.38	1.38	1.39	1.45	1.43	1.39	1.45	1.45	1.45	1.43	1.45	1.43	1.39	1.39	1.98	2.04
FONDO DE RESERVA	0.94	0.94	0.95	1.00	0.98	0.95	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	0.98	0.95	0.95	1.36	1.40
OTROS CODIGO DE TRABAJO (4)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL ANUAL	5.459.40	5.459.40	5.504.16	5.750.28	5.653.92	5.510.28	5.751.12	5.750.28	5.750.28	5.653.92	5.653.92	5.653.92	5.510.28	5.504.16	7.759.20	7.995.60
TOTAL MENSUAL	454.95	454.95	458.68	479.19	471.16	459.19	479.26	479.19	479.19	471.16	479.19	471.16	459.19	458.68	646.60	666.30
FACTOR DE SALARIO REAL	2.08	2.08	2.08	2.07	2.08	2.08	2.07	2.07	2.07	2.07	2.08	2.07	2.08	2.08	2.05	2.05
MENSUAL REAL	706.80	706.80	712.50	744.00	732.00	713.40	744.60	744.00	744.00	732.00	744.00	732.00	713.40	712.50	1.004.10	1.034.70
COSTO HORARIO	2.95	2.95	2.97	3.10	3.05	2.97	3.10	3.10	3.10	3.05	3.10	3.05	2.97	2.97	4.18	4.31

Quito, 04 Febrero del 2014

NOTAS:

- (1) El salario unificado será mayor o igual que el mínimo legal.
 - (2) Se tomara meses de treinta días
 - (3) El aporte patronal incluye IECE, SECAP, etc.
 - (4) Uniformes - Equipo de Protección Personal - Salud Ocupacional
- FSR Factor de salario real = Dias pagados/ Dias trabajados

OSCAR OLMEDO MOSQUERA
PROYECTISTA
ESPE

Formulario 10: Análisis de Costos Indirectos.

Tabla 5.5 Costos Indirectos.

FORMULARIO No. 10

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

CUADRO AUXILIAR: COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD

COMPONENTES DEL COSTO INDIRECTO	VALOR	%
DIRECCION DE OBRA	77.39	0.050%
ADMINISTRATIVOS	77.39	0.050%
LOCALES PROVISIONALES	30.96	0.020%
VEHICULOS	77.39	0.050%
SERVICIOS PUBLICOS	116.09	0.075%
PROMOCION	3.10	0.002%
GARANTIAS	773.93	0.500%
SEGUROS(VEHICULOS)	77.39	0.050%
COSTOS FINANCIEROS	54.18	0.035%
PREVENCION DE ACCIDENTES	1.083.50	0.700%
UTILIDAD	1.547.86	1.00%
TOTAL DE INDIRECTOS	3.919.18	2.53%

Quito, 04 Febrero 2014

OSCAR OLMEDO MOSQUERA
PROYECTISTA
ESPE

Formulario 11: Cronograma de trabajo con curva de gastos.

Tabla 5.6 Cronograma valorado.



Elaborado por: [Nombre] Fecha: [Fecha]

Tabla general de materiales y cantidades.

Tabla 5.7 Lista general de materiales.

LISTA GENERAL DE MATERIALES

HOJA 1 DE 5

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN RESTAURANTE MANSIÓN DE LA COLINA
 INSTITUCIÓN: ESPE
 PROYECTISTA: OSCAR OLMEDO MOSQUERA
 UBICACIÓN: QUIJO
 FECHA: 04/02/2014

No.	CODIGO	MATERIAL	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
1	M010202	Cementina (saco=25 kg)	kg.	0.08	6.64	0.53
2	M010301	Cemento Chimborazo	50 kg	6.21	96.64	600.19
3	M010305	Cemento blanco	50 kg	12.42	3.67	45.54
4	M010402	Litopón	kg.	0.96	55.04	52.83
5	M010403	Yeso	kg.	0.49	7.19	3.52
6	M010404	Agua	m3	0.09	3.66	0.33
7	M020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	3.52	13.75	48.48
8	M020204	Piedra homogenizada # 57(5-25mm).En cantera (1.23Ton/m3)	m3	6.28	0.22	1.36
9	M020205	Ripio # 5 (12-25mm).En cantera (1.17Ton/m3)	m3	6.41	0.64	4.10
10	M020407	Chamba	m2	1.95	95.95	187.10
11	M070220	Bloque vibroprensado 15x20x40(mampost. o alivianado) (en fábrica)	u	0.22	1.095.14	240.93
12	M080103	Alfaja de eucalipto 7x7x250 (cm) rústica	u	2.51	46.39	116.37
13	M080501	Pingos de eucalipto 4 a 7 m x 0.30	m	0.94	122.31	115.07
14	M080507	Tabla dura de encofrado de 0.30 m.	u	1.68	133.22	223.81
15	M090201	Tabl. decora1 cara 4x8x13 B (roble, eucalipto, mascarey)	u	37.21	8.00	297.65
16	M090305	Tableros corrientes 4x8x12 B (p.p.mm.)	u	28.59	0.10	2.74
17	M090414	Tablero Novoply Pelikano 1.22x2.44x15mm	u	22.90	8.00	183.23
18	M100705	Estruc.metálica(provis/fabricac/montaje)	Kg	4.05	27.409.73	111009.40
19	M280418	Electrodo Aga 6011	Kg	2.09	411.15	859.29
20	M100906	Varilla corrugada antisísmica A-42S. D=12mm	kg	1.61	80.30	129.08
21	M101019	Malla Armex R-196 (6.25x2.40) 6.0mm 15 x 15	pln	89.86	2.45	220.13
22	M101702	Pasamanos metálico c/mangón de madera	m	33.50	49.67	1663.95
23	M110112	Ladrillo Mambión 8x20x40	u	0.18	100.00	18.00

Continúa...

LISTA GENERAL DE MATERIALES

HOJA 2 DE 5

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN RESTAURANTE MANSIÓN DE LA COLINA
 INSTITUCIÓN: ESPE
 PROYECTISTA: OSCAR OLMEDO MOSQUERA
 UBICACIÓN: QUITO
 FECHA: 04/02/2014

No.	CODIGO	MATERIAL	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
24	M120210	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 1/2"	u	0.59	0.64	0.38
25	M120211	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 3/4"	u	1.10	0.24	0.26
26	M120242	Tee PVC CED 40 (p/presión) roscable 1/2"	u	1.06	0.64	0.68
27	M120243	Tee PVC CED 40 (p/presión) roscable 3/4"	u	2.46	0.24	0.59
28	M120256	Unión PVC CED 40 roscable 1/2"	u	0.34	2.64	0.89
29	M120257	Unión PVC CED 40 roscable 3/4"	u	0.88	0.99	0.88
30	M120607	Llave de paso 1/2" SO SO CU	u	5.64	2.00	11.28
31	M120608	Llave de paso 3/4" SO SO CU	u	5.70	1.00	5.70
32	M121104	Tubería PVC (presión roscable) 1/2"	6m	7.64	6.40	48.89
33	M121105	Tubería PVC (presión roscable) 3/4"	6m	11.60	2.40	27.85
34	M121904	Cemento (pega) para PVC 705 marca Weld-On	gal.	52.25	0.02	1.04
35	M121906	Solvente (limpiador) marca Weld-On	gal.	38.38	0.02	0.77
36	M121907	Hidropega	4000 cc	19.87	0.06	1.09
37	M121910	Soldadura Regular presentación de 4 Onzas o 1/32 gln(para tuberías de 13 mm hasta 50mm con presión y hasta 110mm para desagüe (Presentación dorado con negro) OATEY -FV	1/32 gal.	2.02	0.60	1.21
38	M131302	Cielo raso pl.horizontal:gypsum a prueba humedad 1/2"	m2	12.77	100.31	1280.76
39	M131501	Kubilosa e=0.65mm plac colabor a util1000 mm	m2	15.61	211.19	3296.68
40	M140101	Codo PVC 50 mm. x 90 grados desagüe	u	0.86	0.64	0.55
41	M140102	Codo PVC 75 mm. x 90 grados desagüe	u	1.47	0.16	0.23
42	M140132	Tee PVC 50 mm desagüe	u	0.92	0.64	0.59
43	M140133	Tee PVC 75 mm desagüe	u	1.95	0.16	0.31
44	M140142	Unión PVC (desagüe) 50 mm	u	0.72	8.00	5.73
45	M140143	Unión PVC (desagüe) 75 mm	u	1.18	2.00	2.35

Continúa...

LISTA GENERAL DE MATERIALES

HOJA 3 DE 5

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN RESTAURANTE MANSIÓN DE LA COLINA
 INSTITUCIÓN: ESPE
 PROYECTISTA: OSCAR OLMEDO MOSQUERA
 UBICACIÓN: QUITO
 FECHA: 04/02/2014

No.	CODIGO	MATERIAL	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
46	M140311	Tubo PVC 50 mm x 3 m desagüe tipo B	u	4.54	8.00	36.29
47	M140312	Tubo PVC 75 mm x 3 m desagüe tipo B	u	7.63	2.00	15.25
48	M140407	Tubo de cemento centrifug. 0.15 x 1 m. clase 2	u	3.92	2.50	9.80
49	M140833	Tapa HF	u	85.83	0.27	23.17
50	M150105	Plafón losa	u	0.63	31.00	19.53
51	M150201	Breaker 1 polo SD 10-30 AMP.	u	5.21	8.00	41.68
52	M150302	Cable TW sólido Quito # 10	m	0.81	3.30	2.67
53	M150321	Alambre sólido THHN 12 AWG	m	0.29	377.10	107.53
54	M150404	Caja octogonal grande	u	0.31	31.00	9.72
55	M150406	Caja rectangular baja	u	0.40	43.00	17.20
56	M150414	Conectores EMT Nacionales 1/2"	u	0.31	93.00	28.83
57	M150416	Conectores EMT Nacionales 1"	u	0.54	0.50	0.27
58	M150705	Interruptor unipolar sobrepuerto Veto	u	1.09	31.00	33.79
59	M150906	Lámpara 2x40W fluorescente OVP acrílica RS.	u	21.52	2.00	43.04
60	M151102	Tablero GE bifásico 4-8 puntos	u	20.81	1.00	20.81
61	M151301	Toma doble polarizado blanco c/placa LEV.	u	2.34	12.00	28.08
62	M151407	Tubo conduit EMT 1" x 3m	u	7.53	0.37	2.78
63	M151408	Tubo conduit EMT 1/2" x 3m	u	3.33	75.00	249.48
64	M151501	Tacos Fisher	u	0.04	8.00	0.32
65	M151502	Tornillos	u	0.04	8.00	0.32
66	M170302	Laca Vernin brillante Cóndor	4000cc	18.98	0.99	18.86
67	M170314	Laca transparente brillante	4000 cc	20.99	2.43	51.00
68	M170315	Sellador madera Altos Sólidos	4000 cc	19.13	2.43	46.48

Continúa...

LISTA GENERAL DE MATERIALES

HOJA 4 DE 5

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN RESTAURANTE MANSIÓN DE LA COLINA
 INSTITUCIÓN: ESPE
 PROYECTISTA: OSCAR OLMEDO MOSQUERA
 UBICACIÓN: QUITO
 FECHA: 04/02/2014

No.	CODIGO	MATERIAL	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
69	M170402	Pint.de agua Duratex Profesional Wesco	4000 cc	10.64	5.75	61.23
70	M170702	Thinner comercial (diluyente techni:thiñer laca)	4000 cc	12.19	6.85	83.46
71	M210205	Tiradera Cromada Sencilla	u	0.80	25.60	20.48
72	M210206	Bisagra reforzada pulida 1"	u	0.95	25.60	24.32
73	M210418	Cerradura principal de pomo Nova Martillada	u	9.07	8.00	72.58
74	M220513	Línea Inst. Inodoro Savex Regular suave	u	52.21	2.00	104.43
75	M220606	Línea Spazio Lavamanos Monza blanco	u	32.09	2.00	64.18
76	M220702	Línea Inst. Urinario Colby plus Blanco	u	47.64	1.00	47.64
77	M220851	Lavamanos 4" línea Jazz cromo/oro	u	46.37	1.00	46.37
78	M220894	Centerset 4"para lavabo con desagüe de piston automático y sifón. New Port FV (LINEA ECONOMICA)	u	48.41	1.00	48.41
79	M221008	Tubo de abasto para lavabo	u	2.28	4.00	9.14
80	M221009	Tubo de abasto para inodoro	u	2.28	2.00	4.57
81	M221014	Juego de accesorios Jade (Plasmade, mármol cultivado)	u	53.00	2.00	106.00
82	M221114	Llave angular de acero para inodoro	u	4.33	6.00	26.01
83	M221116	Andaje para sanitario	u	3.44	6.00	20.64
84	M230302	Vidrio estirado bronce 6mm	m2	9.80	39.57	387.76
85	M240102	Aditivo	m3	1.41	40.12	56.57
86	M240303	f=c= 140 Kg./cm2 (inc., bomb, transp., en revisión)	m3	66.59	0.10	6.66
87	M240403	f=c= 180 Kg./cm2	m3	57.00	0.09	4.92
88	M240502	f=c= 210 Kg./cm2 (inc., bomb, transp., en revisión)	m3	79.83	21.12	1685.93
89	M240504	f=c= 210 Kg./cm2	m3	44.79	5.78	258.66
90	M270102	Cerámica Graiman Serie Mármol Sattinado 30x30 pisos. Gris, beige, verde, azul	m2	7.50	206.97	1551.91

Continúa...

LISTA GENERAL DE MATERIALES							
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN RESTAURANTE MANSIÓN DE LA COLINA INSTITUCIÓN: ESPE PROYECTISTA: OSCAR OLMEDO MOSQUERA UBICACIÓN: QUITO FECHA: 04/02/2014							
No.	CODIGO	MATERIAL	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)	
91	M270103	Cerámica Graiman Serie Rústico Pisos 30x30. Romano blanco , plumilla	m2	9.22	8.83	81.38	
92	M270109	Cerámica 20 x 20. Lisa	m2	8.58	24.18	207.51	
93	M280101	Clavos 2; 2 1/2; 3; 3 1/2'	kg	2.13	16.85	35.93	
94	M280406	Permatex 2A 1 1/2 onzas	1.5 onz	1.45	0.25	0.36	
95	M280415	Plástico de polietileno	m2	1.45	1.51	2.19	
96	M280418	Electrodo Aga 6011	Kg	2.09	411.15	859.29	
97	M280419	Lija	plg	0.55	46.79	25.73	
98	M350007	Puerta de aluminio natural	m2	50.00	8.00	400.00	
99	M350008	Ventana de aluminio natural corrediza	m2	28.00	0.72	20.16	
100	M350009	Ventana de aluminio natural fija	m2	27.00	27.25	735.75	
101	M430101	Acero 410 Ivan Bohoman D=385 mm, L=165 mm	u	31.10	1.00	31.10	
102	M430102	Acero 4140 OQT Ivan Bohoman D=160 mm, L= 600 mm	u	30.50	8.00	244.00	
103	M430105	Acero 410 Ivan Bohoman E=165 mm, L=1550 X L2=560 mm	u	105.10	15.00	1576.50	
104	M430104	Acero 760 Ivan Bohoman D=600 mm, L=170 mm	u	25.40	2.00	50.80	
105	M430201	Motoreductor CbN-2905-S-V3-800-MR-182T-3	u	700.00	1.00	700.00	
106	M430301	Rodamiento SKF YJ218	u	100.00	16.00	1600.00	
107	M430302	Rodamiento SKF 22326 CC / W33E	u	500.00	1.00	500.00	
108	M430303	Chumacera SYJ90 TG	u	100.00	16.00	1600.00	
					TOTAL	134881.86	

Resumen:

Las diferencias mostradas en los presupuestos realizados bajo los dos modelos anteriormente mostrados (Jaleo Studio y Excel), radican tanto en las cifras como en la versatilidad del manejo de datos. Por ejemplo, en el programa Jaleo Studio mantenemos una interface gráfica agradable y cómoda al momento de estructurar el presupuesto, además de que mientras se lo realiza automáticamente se calcula el cronograma y el programa cruza la información para brindar un sin número de informes gráficos y resúmenes de uso de recursos; incluso en el cronograma se diseña el camino crítico entre otras funciones de ayuda programática.

En Excel esta misma información debe ser elaborada de manera escrupulosa y el tema de ayudas gráficas es limitado. El proceso de datos tiene mejor resultado debido a que se puede realizar análisis reiterativos y modificaciones en precios y cantidades; y lo más importante el manejo del rendimiento para la conformación del precio unitario individual, esto hace una gran diferencia en el presupuesto final, puesto que el valor de los precios unitarios difieren considerablemente al tomar en cuenta esta variable dentro del análisis, es así como el rubro más sensible sufre una considerable diferencia. Aquí los datos para comparar.

Precios unitarios:

Estructura metálica Jaleo Studio: unitario = 2,99 USD/Kg

Valor sin rendimiento Total en el presupuesto = 77 346,78 USD

Estructura metálica Excel unitario = 4,54 USD/ Kg

Valor con rendimiento Total en el presupuesto = 124 440,17 USD

Presupuestos:

Presupuesto Jaleo Studio = 122 598,83 USD

Presupuesto Excel = 177 749,66 USD

Las cifras mostradas varían porque en el programa Jaleo Studio no se puede controlar directamente el rendimiento de cada rubro y cualquier variación en la conformación de precios unitarios debe realizarse desde la base de datos del proyecto, esta actualización induce a un control poco eficiente del presupuesto, puesto que la rutina para ver reflejada la variación no es inmediata, se debe recargar el rubro desde la base de datos al presupuesto y luego actualizar.

En las tablas generadas desde Excel el procedimiento para variaciones de precios, cantidades y rendimientos, es más fluido y dinámico. Otro punto de inflexión es la conformación detallada de los costos indirectos, pues en Jaleo Studio esto representa simplemente un porcentaje sin sustento.

Además los formatos en los que Jaleo Studio presenta los informes no son fácilmente modificables y tampoco se ajusta a las normativas actuales en el uso de formularios para presupuestos y programación de obras que se usa en el país.

Por tales motivos, me regiré a las cifras obtenidas bajo el programa Excel, sacrificando la parte de resúmenes gráficos, pero mejorando la confiabilidad en el manejo del presupuesto y la presentación de la información.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El capítulo final de este documento focaliza la información en dos polos importantes. Al iniciar nos muestra las conclusiones y las recomendaciones de este proyecto, luego tenemos la bibliografía. En el otro polo tenemos muchos de los documentos que son parte del alcance del proyecto, estos están dentro de los anexos, los más importantes son los manuales de mantenimiento y los planos constructivos. Aunque los otros anexos no dejan de ser de gran aporte para la elaboración de este proyecto.

6.1 CONCLUSIONES:

- Se ha realizado el diseño de la estructura metálica con el sistema de piso giratorio y sus sistemas anexos.

- Se estableció las siguientes especificaciones:

Arquitectónicas:

- La estructura debe tener el aspecto de un velero.
- El restaurante debe estar a una altura no menor de 6,50 metros respecto al nivel actual del suelo.
- Las paredes perimetrales del inmueble deben ofrecer la mayor visibilidad.

Estructurales:

- La edificación debe ser diseñada con estructura metálica.
- Las losas de entre piso y piso deben ser de hormigón y placa colaborante.

Mecánicas:

- El sistema de piso giratorio debe completar un giro en un tiempo no menor a 13 minutos.

Servicio y Funcionamiento:

- La capacidad del salón giratorio debe ser de 40 personas.
- La terraza deberá ser transitable.

Estos requisitos están en concordancia con las prestaciones que el inmueble brindará y con lo que los miembros directivos de la empresa solicitaron.

- Se determinó y usó los siguientes códigos de diseño y construcción, para el diseño del inmueble:
 - American Institute of Steel Construction, Inc. (AISC). Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings (LRFD) 1993 y 2005.
 - NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-11, Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Abril 2011.
 - CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN 2002, Peligro Sísmico, Espectros de Diseño y Requisitos Mínimos de Cálculo para DISEÑO SISMO-RESISTENTE, Año 2002.

- Se diseñó la estructura metálica con la ayuda de Software Sap 2000 versión 10.1.0, los sistemas mecánicos con el software SolidWorks y el presupuesto y análisis de precios unitarios con el Jaleo Studio y Excel.

- Se elaboración el presupuesto de construcción del proyecto, el mismo obedece a la suma de 177 749.66 USD.

- Se elaboró el cronograma de trabajo y la construcción tiene un plazo de 175 días (6 meses).

- Se elaboraron los planes de mantenimiento para las máquinas y mecanismos a ser instalados en la estructura. Y para la estructura del inmueble.

- Se realizó la simulación de la estructura metálica y el sistema de piso giratorio en los programas utilizados para su diseño.

Teniendo en cuenta que los objetivos del proyecto se han cumplido, este documento -proyectos de tesis- cumple con el siguiente alcance:

- Planos arquitectónicos y de sistemas anexos (eléctrico, agua potable, aguas servidas y contingencia).
- Planos estructurales.
- Presupuesto detallado de la obra.
- Cronograma constructivo.
- Manuales de mantenimiento y operación.

6.2 RECOMENDACIONES:

- Es de suma importancia la integración de métodos computacionales para el diseño de estructuras y elementos, en la misma medida se recomienda a nivel de cátedra no solo la enseñanza del manejo del software sino también dar una orientación a cómo las normas y códigos de diseño influyen en la operación y resultados en estos procesos de diseño computacional.
- La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 11), en el Capítulo 5, Estructuras de Acero, numeral 5.1.4. Manifiesta que los profesionales responsables por el diseño, fabricación y el montaje de las estructuras de acero deberán ser ingenieros civiles. Esta parte de la normativa excluye a los ingenieros mecánicos.

Se recomienda al Colegio de Ingenieros Mecánicos de Pichincha, oriente sus esfuerzos a la inclusión de los profesionales mecánicos en estas áreas, ya que es por formación académica que la competencia del diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas le atañe a un ingeniero mecánico, de lo contrario pasamos a ser simples contratistas o sub-contratistas de las obras en este campo.

- También en el plano legal en cuanto a la aprobación de planos en el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, no hay personal calificado para la revisión de planos estructurales con contenidos mecánicos como el de juntas soldadas, juntas empernadas, confección de perfiles soldados y otros detalles de este tipo.

Se recomienda que junto a la inclusión de los ingenieros mecánicos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, legalmente se pueda exigir a los municipios del país la contratación de profesionales que estén en capacidad de revisar proyectos de construcción de estructuras metálicas.

- Se recomienda hacer un análisis de optimización de los procesos en la prefabricación de los elementos estructurales, esto en vista de que si no se cuenta con el material a tiempo, el montaje sufriría una considerable pérdida de tiempo.
- La Cámara de Construcción de Quito y el Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha, aportan con boletines técnicos en cuanto a precios de materiales y conformación de precios unitarios de rubros constructivos, pero carece de información amplia y detallada en lo referente a tereas constructivas mecánicas como son las estructuras metálicas.

Se recomienda conformar una comisión dentro de los cuerpos colegiados pertinentes para desarrollar la elaboración de boletines técnicos que aporten con la información en esta importante área de desarrollo económico en el país.

- El uso de programas computacionales, aquellos que tienen la característica de ser Software Libre en general, aportan a desconcentrar los monopolios informáticos y generan más oportunidad al usuario. Pero hay que tener sumo cuidado en el empleo de los mismos, ya que deben brindar también un soporte técnico que ampare al usuario, tanto en el manejo como en los procesos de actualización.
- Se recomienda a la empresa privada la utilización de formularios normalizados en cuanto a la presentación de información económica, y técnica como: presupuestos, análisis de precios unitarios, cronogramas de trabajo. Esto con la finalidad estar a la par de las instituciones y empresas públicas.

6.3 BIBLIOGRAFÍA:

- James M. Gere. (2006). MECÁNICA DE MATERIALES. (5ta edición). México D.F.: Thomson.
- William F. Riley, (2001). MECÁNICA DE MATERIALES, (1ra edición). México D.F.: McGraw Hill.
- Brockenbrough Roger, Merrit Frederick. (1997). DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO. (2da edición). Colombia: McGraw Hill.
- J. Shigley, C. Mischke. (2002). DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA, (6ta edición). México D.F. México: McGraw-Hill.
- AISC. (1994). MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION, LOAD & RESISTANCE FACTOR DESIGN, Volume I Structural Members, Specifications, & Codes, Volume II Connections. (2nd edition). U.S.A.
- Robert L. Mott. (1995). DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS. (2da edición). Naucalpan de Juárez, Edo de México: Prentice Hall.
- J. Shigley, L. Mitchell. (1989). MANUAL DE DISEÑO MECÁNICO. (4ta edición). Naucalpan de Juárez, Edo de México: McGraw Hill.
- Nicolás Larburu. (1998). MÁQUINAS PRONTUARIO, Técnicas, Máquinas y Herramientas, (10ma edición). Madrid, España: Paraninfo.
- SKF. (2006). SKF CATÁLOGO GENERAL.
- EPT. (2001). Gearing, BROWNING SERIES 2000 (Catálogo de Moto-reductores).
- Jack C. McCormac. (2002). DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO, Método LRFD. (2da edición). México D.F, México: Alfaomega.

- Sriramulu Vinnakota. (2006). ESTRUCTURAS DE ACERO: Comportamiento y LRFD, (1ra edición). México D.F.: McGraw-Hill.
- Oscar Olmedo, (2006). APUNTES, CURSO DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO SEGÚN AISC MÉTODO LRFD, CIMEPI.
- Cámara de la construcción de Quito. (2007). MANUAL DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN, CÁMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO, (9na edición). Quito. Ecuador.
- INEN. (2011). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-11, Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Abril 2011. Quito, Ecuador.
- INEN. (2002). CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN 2002, Peligro Sísmico, Espectros de Diseño y Requisitos Mínimos de Cálculo para DISEÑO SISMO-RESISTENTE. Quito, Ecuador.