



Análisis comparativo del diseño y construcción de una vivienda de planta regular, y otra de planta irregular. Con su cálculo, su diseño y el presupuesto respectivo, considerando como: a.- un sistema aporticado, b.- un sistema de mampostería confinada, y c.- un sistema de mampostería armada.

Abalco Armas, Estefany Noemi; Bravo Torres, Diego Emilio; López Escobar, Esteban Andrés; Piedra Alverca, Charles Alfonso; Rivadeneira Rivadeneira, Bryan Wladimir y Vivanco Garzón, Daniela Anaís

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

Ing. Pro Zambrano, Raúl Ernesto

21 de septiembre del 2021



Document Information

Analyzed document	Urkund_Abalco_Bravo_Lopez_Piedra_Rivadeneira_Vivanco.docx (D111992465)
Submitted	9/2/2021 10:40:00 PM
Submitted by	
Submitter email	biblioteca@espe.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	ilbbioteca.GDC@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	submission.pdf Document submission.pdf (D66380548)		4
SA	Tesis Gerardo Dick Pincay Brawn.pdf Document Tesis Gerardo Dick Pincay Brawn.pdf (D111443155)		2
W	URL: https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21280/1/CD%2010796.pdf Fetched: 6/20/2021 1:21:02 AM		10
W	URL: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17842/1/UPS%20-%20ST004369.pdf Fetched: 12/24/2019 7:28:36 AM		1
W	URL: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen-nec-se-vivienda-26-10.pdf Fetched: 5/28/2021 1:07:05 AM		1

RAUL
ERNESTO
PRO
ZAMBRANO

Firmado
digitalmente por
RAUL ERNESTO
PRO ZAMBRANO
Fecha: 2021.09.06
14:43:06 -05'00'



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción
Carrera de Ingeniería Civil

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de integración curricular, “Análisis comparativo del diseño y construcción de una vivienda de planta regular, y otra de planta irregular. Con su cálculo, su diseño y el presupuesto respectivo, considerando como: a.- un sistema aporticado, b.- un sistema de mampostería confinada, y c.- un sistema de mampostería armada” fue realizado por los señores **Abalco Armas, Estefany Noemi; Bravo Torres, Diego Emilio; López Escobar, Esteban Andrés; Piedra Alverca, Charles Alfonso; Rivadeneira Rivadeneira, Bryan Wladimir y Vivanco Garzón, Daniela Anaís** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 21 de septiembre de 2021

RAUL Firmado
ERNESTO digitalmente
PRO por RAUL
ZAMBRA ERNESTO PRO
 Fecha: ZAMBRANO
 2021.09.21
 ..NQ..... 15:22:41.05'00'.....

Ing. Pro Zambrano, Raúl Ernesto

C. C 1704743317



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción
Carrera de Ingeniería Civil

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Abalco Armas, Estefany Noemi; Bravo Torres, Diego Emilio; López Escobar, Esteban Andrés; Piedra Alverca, Charles Alfonso; Rivadeneira Rivadeneira, Bryan Wladimir y Vivanco Garzón, Daniela Anaís**, con cédulas de ciudadanía n°1725152076, 1719984195, 1723922215, 1105253130, 1723133698, 1721488359, respectivamente declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Análisis comparativo del diseño y construcción de una vivienda de planta regular, y otra de planta irregular. Con su cálculo, su diseño y el presupuesto respectivo, considerando como: a.- un sistema aporticado, b.- un sistema de mampostería confinada, y c.- un sistema de mampostería armada”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 21 de septiembre de 2021



Abalco Armas, Estefany Noemi
C.C.:1725152076




López Escobar, Esteban Andrés
C.C.:1723922215



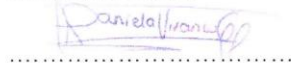
Rivadeneira Rivadeneira, Bryan Wladimir
C.C.: 1723133698



Bravo Torres, Diego Emilio
C.C.: 1719984195



Piedra Alverca, Charles Alfonso
C.C.: 1105253130



Vivanco Garzón, Daniela Anaís
C.C.: 1721488359



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros **Abalco Armas, Estefany Noemi; Bravo Torres, Diego Emilio; López Escobar, Esteban Andrés; Piedra Alverca, Charles Alfonso; Rivadeneira Rivadeneira, Bryan Wladimir y Vivanco Garzón, Daniela Anaís**, con cédulas de ciudadanía n°1725152076, 1719984195, 1723922215, 1105253130, 1723133698, 1721488359, respectivamente, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Análisis comparativo del diseño y construcción de una vivienda de planta regular, y otra de planta irregular. Con su cálculo, su diseño y el presupuesto respectivo, considerando como: a.- un sistema aporticado, b.- un sistema de mampostería confinada, y c.- un sistema de mampostería armada”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

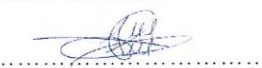
Sangolquí, 21 de septiembre de 2021



Abalco Armas, Estefany Noemi
C.C.:1725152076




López Escobar, Esteban Andrés
C.C.:1723922215



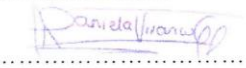
Rivadeneira Rivadeneira, Bryan Wladimir
C.C.: 1723133698



Bravo Torres, Diego Emilio
C.C.: 1719984195



Piedra Alverca, Charles Alfonso
C.C.: 1105253130



Vivanco Garzón, Daniela Anaís
C.C.: 1721488359

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	6
Índice de Tablas	11
Índice de Figuras	19
Resumen	24
Abstract	25
Capítulo I	26
Generalidades	26
Introducción	26
Antecedentes	27
Justificación e Importancia	28
Objetivos Generales y Específicos	29
Objetivo General	29
Objetivos Específicos	29
Capítulo II	30
Marco Teórico	30
Sistemas Estructurales	30
Sistema Aporticado	30
Mampostería Confinada	30
Mampostería Armada	33
Capítulo III	36

Descripción de las Estructuras	36
Estructura Regular	36
Estructura Irregular	38
Capítulo IV.....	41
Pre dimensionamiento y Análisis de Cargas	41
Sistema Aporticado	41
Pre dimensionamiento de Losa	41
Pre dimensionamiento de Columnas.....	45
Pre dimensionamiento de Vigas	48
Mampostería Confinada	60
Pre dimensionamiento de Losa	60
Distribución de Muros de las Estructuras	60
Pre dimensionamiento de Muros	61
Mampostería Armada	78
Pre dimensionamiento de Losa	78
Distribución de Muros de las Estructuras	78
Pre dimensionamiento de Muros	80
Carga Sísmica	84
Coeficiente de Cortante basal.....	84
Capítulo V.....	87

Modelamiento de las Estructuras	87
Sistema Aporticado	87
Ingreso de Materiales	87
Ingreso de Elemento de Estructura	87
Asignación de Cargas Verticales	89
Coeficiente Basal.....	91
Ingreso de Combinaciones de Carga.....	92
Ingreso de Espectro de Diseño	93
Efecto P- Delta	93
Derivas	94
Modelo de la Estructura	96
Mampostería Confinada	96
Ingreso de Elemento de Estructura	97
Asignación de Cargas Verticales	99
Coeficiente Basal.....	101
Ingreso de Combinaciones de Carga.....	102
Ingreso de Espectro de diseño.....	102
Derivas	103
Modelo de la Estructura	104
Mampostería Armada	105

Ingreso de Materiales	105
Ingreso de Elemento de Estructura	105
Asignación de Cargas Verticales	107
Coeficiente Basal.....	109
Ingreso de Combinaciones de Carga.....	111
Ingreso de Espectro de diseño.....	111
Derivas	112
Modelo de la Estructura	114
Capítulo VI.....	115
Diseño Estructural.....	115
Sistema Aporticado	115
Diseño de Losa Bidireccional Alivianada.....	115
Diseño de Vigas.....	130
Diseño de Columna	134
Diseño de Cimentación	151
Diseño de Gradadas	163
Mampostería Confinada	173
Diseño de Muros de Confinamiento.....	173
Diseño de la Cimentación	198
Diseño de la Losa Bidireccional Alivianada	207

Diseño de Gradadas	222
Mampostería Armada	233
Bloque de Mampostería	233
Condiciones Iniciales	234
Resistencia a la Compresión	234
Resistencia a la Flexión	234
Resistencia al Corte	235
Resistencia al Flexo Compresión	237
Estructura Regular	237
Estructura Irregular	257
Diseño de la Cimentación	270
Diseño de la Losa Bidireccional Alivianada	273
Diseño de Gradadas	282
Capítulo VII	283
Presupuesto Referencial de Cada Sistema	283
Sistema Aporticado	283
Mampostería Confinada	285
Mampostería Armada	287
Comparativa de Presupuestos	289
Capítulo VIII	290

Conclusiones y Recomendaciones	290
Conclusiones	290
Recomendaciones.....	291
Bibliografía	293
Anexos.....	295

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Información del proyecto</i>	36
Tabla 2 <i>Características de materiales</i>	41
Tabla 3 <i>Condiciones para definir el tipo de losa</i>	42
Tabla 4 <i>Determinación tipo de losa</i>	42
Tabla 5 <i>Espesor mínimo de losa de dos direcciones</i>	43
Tabla 6 <i>Altura equivalente de una losa maciza a losa alivianada</i>	44
Tabla 7 <i>Resumen del cálculo de cargas sistema aporticado para estructura regular e irregular</i> .	45
Tabla 8 <i>Pre dimensionamiento de columnas estructura regular</i>	46
Tabla 9 <i>Pre dimensionamiento de columnas estructura irregular</i>	47
Tabla 10 <i>Transformación de cargas, vigas de entrepiso</i>	49
Tabla 11 <i>Pre dimensionamiento vigas de entrepiso, estructura regular</i>	52
Tabla 12 <i>Transformación de cargas, vigas de cubierta</i>	52
Tabla 13 <i>Pre dimensionamiento vigas de cubierta, estructura regular</i>	55
Tabla 14 <i>Transformación de cargas, vigas de entrepiso</i>	56
Tabla 15 <i>Pre dimensionamiento vigas de entrepiso, estructura irregular</i>	57
Tabla 16 <i>Transformación de cargas, vigas de cubierta</i>	58
Tabla 17 <i>Pre dimensionamiento vigas de cubierta, estructura irregular</i>	59

Tabla 18 Área de muros en sentido X, estructura regular	62
Tabla 19 Área de muros en sentido Y, estructura Regular	63
Tabla 20 Área de muros en sentido X, estructura Irregular	64
Tabla 21 Área de muros en sentido Y, estructura irregular	65
Tabla 22 Resumen de cargas en mampostería confinada, para estructura regular e irregular	66
Tabla 23 Cálculo de peso típico de los muros en sentido X, estructura regular	67
Tabla 24 Cálculo de peso típico de los muros en sentido Y, estructura regular	68
Tabla 25 Cálculo de peso típico de los muros en sentido X, estructura irregular.....	69
Tabla 26 Cálculo de peso típico de los muros en sentido Y, estructura irregular	70
Tabla 27 Cálculo y comprobación de esfuerzos en sentido X, estructura regular	71
Tabla 28 Cálculo y comprobación de esfuerzos en sentido Y, estructura regular	72
Tabla 29 Cálculo y comprobación de esfuerzos en sentido X, estructura irregular	73
Tabla 30 Cálculo y comprobación de esfuerzos en sentido Y, estructura irregular.....	74
Tabla 31 Cálculo de momentos y cortantes últimos en sentido X, estructura regular.....	75
Tabla 32 Cálculo de momentos y cortantes últimos en sentido Y, estructura regular.....	76
Tabla 33 Cálculo de momentos y cortantes últimos en sentido X, estructura irregular	77
Tabla 34 Cálculo de Momentos y Cortantes últimos en sentido Y, estructura Irregular.....	78
Tabla 35 Área de muros en sentido X, estructura regular	80
Tabla 36 Área de muros en sentido Y, estructura regular.....	81
Tabla 37 Área de muros en sentido X, estructura irregular	82
Tabla 38 Área de muros en sentido Y, estructura irregular	83
Tabla 39 Resumen del cálculo de cargas de la estructura regular con mampostería confinada...	84
Tabla 40 Factores para Cálculo del Cortante Basal.....	84
Tabla 41 Cálculo del coeficiente cortante basal estructura regular.....	86

Tabla 42 <i>Cálculo de coeficiente de cortante basal estructura irregular</i>	86
Tabla 43 <i>Factores de distribución de carga en cada uno de los sentidos, estructura regular</i>	117
Tabla 44 <i>Resumen del armado del nervio en sentido X, estructura regular</i>	118
Tabla 45 <i>Resumen del armado de nervios en sentidos Y, estructura Regular</i>	121
Tabla 46 <i>Comprobación de esfuerzo a corte de nervios en sentido X, estructura regular</i>	122
Tabla 47 <i>Comprobación de refuerzo a corte de nervios el sentido Y, estructura Regular</i>	123
Tabla 48 <i>Factores de distribución y carga distribuida en cada uno de los sentidos</i>	126
Tabla 49 <i>Momentos y Armadura</i>	127
Tabla 50 <i>Armadura de Diseño a Flexión (As/nervio)</i>	128
Tabla 51 <i>Control de Cortante Estructura Irregular</i>	129
Tabla 52 <i>Resumen de cargas, momentos, rigideces y geometría de plintos en estructura regular</i>	152
Tabla 53 <i>Chequeo de presiones brutas del suelo y cálculo de presiones ultimas en estructura regular</i>	153
Tabla 54 <i>Chequeo de punzonamiento en estructura regular</i>	154
Tabla 55 <i>Chequeo de cortante en estructura regular</i>	156
Tabla 56 <i>Diseño a flexión en estructura regular</i>	157
Tabla 57 <i>Resumen de cargas, momentos, rigideces y geometría de plintos en estructura irregular</i>	158
Tabla 58 <i>Chequeo de presiones brutas del suelo y cálculo de presiones ultimas en estructura irregular</i>	159
Tabla 59 <i>Chequeo de punzonamiento en estructura irregular</i>	160
Tabla 60 <i>Chequeo a cortante en estructura irregular</i>	161
Tabla 61 <i>Diseño a flexión en estructura irregular</i>	162

Tabla 62 <i>Cuadro de cargas que actúa en la losa de Escalera</i>	165
Tabla 63 <i>Revisión por Punzonamiento y Corte en Losa de Descanso</i>	167
Tabla 64 <i>Cuadro de cargas que actúa en la losa de Escalera</i>	169
Tabla 65 <i>Revisión por Punzonamiento y Corte en Losa de Descanso</i>	171
Tabla 66 <i>Resistencia a la compresión de muros en X, estructura Regular</i>	174
Tabla 67 <i>Resistencia a la compresión de muros en Y, estructura Regular</i>	175
Tabla 68 <i>Resistencia a la compresión de muros en X, estructura Irregular</i>	176
Tabla 69 <i>Resistencia a la compresión de muros en Y, estructura Irregular</i>	177
Tabla 70 <i>Fuerza cortante de diseño para muros en sentido X, estructura Regular</i>	179
Tabla 71 <i>Cuantía para varilla horizontal de muros en sentido X, estructura Regular</i>	180
Tabla 72 <i>Comprobación de muros a cargas laterales en sentido X, estructura Regular</i>	181
Tabla 73 <i>Fuerza cortante de diseño para muros en sentido Y, estructura Regular</i>	182
Tabla 74 <i>Cuantía para varilla horizontal de muros en sentido Y, estructura Regular</i>	183
Tabla 75 <i>Comprobación de muros a cargas laterales en sentido Y, estructura Regular</i>	184
Tabla 76 <i>Fuerza cortante de diseño para muros en sentido X, estructura Irregular</i>	185
Tabla 77 <i>Cuantía para varilla horizontal de muros en sentido X, estructura Irregular</i>	186
Tabla 78 <i>Comprobación de muros a cargas laterales en sentido X, estructura Irregular</i>	187
Tabla 79 <i>Fuerza cortante de diseño para muros en sentido Y, estructura Irregular</i>	188
Tabla 80 <i>Cuantía para varilla horizontal de muros en sentido Y, estructura Irregular</i>	188
Tabla 81 <i>Comprobación de muros a cargas laterales en sentido Y, estructura Irregular</i>	189
Tabla 82 <i>Resistencia a flexión pura de muros en sentido X, estructura Regular</i>	190
Tabla 83 <i>Comprobación de resistencia a flexo-compresión de muros en sentido X, estructura Regular</i>	191
Tabla 84 <i>Resistencia a flexión pura de muros en sentido Y, estructura Regular</i>	192

Tabla 85 <i>Comprobación de resistencia a flexo-compresión de muros en sentido Y, estructura Regular</i>	193
Tabla 86 <i>Resistencia a flexión pura de muros en sentido X, estructura Irregular</i>	195
Tabla 87 <i>Comprobación de resistencia a flexo-compresión de muros en sentido X, estructura Irregular</i>	196
Tabla 88 <i>Resistencia a flexión pura de muros en sentido Y, estructura Irregular</i>	197
Tabla 89 <i>Comprobación de resistencia a flexo-compresión de muros en sentido Y, estructura Irregular</i>	197
Tabla 90 <i>Dimensión de la cimentación corrida en sentido X, estructura Regular</i>	200
Tabla 91 <i>Resumen de Armadura para vigas de cimentación sentido X, estructura Regular</i>	201
Tabla 92 <i>Dimensión de la cimentación corrida en sentido Y, estructura Regular</i>	202
Tabla 93 <i>Resumen de Armadura para vigas de cimentación sentido Y, estructura Regular</i>	203
Tabla 94 <i>Dimensión de la cimentación corrida en sentido X, estructura Irregular</i>	204
Tabla 95 <i>Resumen de Armadura para vigas de cimentación sentido X, estructura Irregular</i>	205
Tabla 96 <i>Dimensión de la cimentación corrida en sentido Y, estructura Irregular</i>	206
Tabla 97 <i>Resumen de Armadura para vigas de cimentación sentido Y, estructura Irregular</i>	207
Tabla 98 <i>Factores de distribución y carga distribuida en cada uno de los sentidos, estructura Regular</i>	209
Tabla 99 <i>Resumen del armado de nervios en sentidos x, estructura Regular</i>	211
Tabla 100 <i>Resumen del armado de nervios en sentidos Y, estructura Regular</i>	213
Tabla 101 <i>Comprobación de refuerzo a corte de nervios en sentido x, estructura Regular</i>	214
Tabla 102 <i>Comprobación de refuerzo a corte de nervios en sentido y, estructura Regular</i>	216
Tabla 103 <i>Factores de distribución y carga distribuida en cada uno de los sentidos, estructura Irregular</i>	218

Tabla 104 <i>Resumen del armado de nervios en sentidos X, estructura Irregular</i>	219
Tabla 105 <i>Resumen del armado de nervios en sentidos Y, estructura Irregular</i>	220
Tabla 106 <i>Comprobación de refuerzo a corte de nervios en sentido X, estructura Irregular</i>	221
Tabla 107 <i>Comprobación de refuerzo a corte de nervios en sentido Y, estructura Irregular</i>	222
Tabla 108 <i>Cuadro de cargas que actúa en la losa de descanso, estructura Regular</i>	223
Tabla 109 <i>Cuadro de cargas que actúa en la losa de peldaños, estructura Regular</i>	225
Tabla 110 <i>Cuadro de cargas que actúa en la losa de descanso, estructura Irregular</i>	228
Tabla 111 <i>Cuadro de cargas que actúa en la losa de peldaños, estructura Irregular</i>	230
Tabla 112 <i>Dimensiones modulares y nominales de bloque de mampostería</i>	233
Tabla 113 <i>Valor de cortante nominal resistido por la mampostería, V_m</i>	236
Tabla 114 <i>Valores máximos para el cortante nominal, V_n</i>	236
Tabla 115 <i>Muros primer piso en dirección X</i>	237
Tabla 116 <i>Muros primer piso en dirección Y</i>	238
Tabla 117 <i>Muros segundo piso en dirección X</i>	239
Tabla 118 <i>Muros segundo piso en dirección Y</i>	240
Tabla 119 <i>Cargas y fuerzas cortantes de muros en primer piso en dirección X</i>	241
Tabla 120 <i>Cargas y fuerzas cortantes de muros en primer piso en dirección Y</i>	242
Tabla 121 <i>Cargas y fuerzas cortantes de muros en segundo piso en dirección X</i>	243
Tabla 122 <i>Cargas y fuerzas cortantes de muros en segundo piso en dirección Y</i>	245
Tabla 123 <i>Momentos de muros en primer piso en dirección X</i>	246
Tabla 124 <i>Momentos de muros en primer piso en dirección Y</i>	247
Tabla 125 <i>Momentos de muros en segundo piso en dirección X</i>	249
Tabla 126 <i>Momentos de muros en segundo piso en dirección Y</i>	250
Tabla 127 <i>Armadura de muros en primer piso en dirección X</i>	251

Tabla 128 Armadura de muros en primer piso en dirección Y	253
Tabla 129 Armadura de muros en segundo piso en dirección X	254
Tabla 130 Armadura de muros en segundo piso en dirección Y	256
Tabla 131 Muros primer piso en dirección X	257
Tabla 132 Muros primer piso en dirección Y	258
Tabla 133 Muros segundo piso en dirección X	258
Tabla 134 Muros segundo piso en dirección Y	259
Tabla 135 Cargas y fuerzas cortantes de muros en primer piso en dirección X	260
Tabla 136 Cargas y fuerzas cortantes de muros en primer piso en dirección Y	261
Tabla 137 Cargas y fuerzas cortantes de muros en segundo piso en dirección X	262
Tabla 138 Cargas y fuerzas cortantes de muros en segundo piso en dirección Y	263
Tabla 139 Momentos de muros en primer piso en dirección X	264
Tabla 140 Momentos de muros en primer piso en dirección Y	265
Tabla 141 Momentos de muros en segundo piso en dirección X	266
Tabla 142 Momentos de muros en segundo piso en dirección Y	267
Tabla 143 Armadura de muros en primer y segundo piso en dirección X	268
Tabla 144 Armadura de muros en primer piso en dirección Y	269
Tabla 145 Dimensión de la cimentación corrida en sentido X, estructura Regular	270
Tabla 146 Dimensión de la cimentación corrida en sentido Y, estructura Regular	270
Tabla 147 Armadura para vigas de cimentación sentido X, estructura Regular	271
Tabla 148 Armadura para vigas de cimentación sentido Y, estructura Regular	271
Tabla 149 Dimensión de la cimentación corrida en sentido X, estructura irregular	272
Tabla 150 Dimensión de la cimentación corrida en sentido Y, estructura irregular	272
Tabla 151 Armadura para vigas de cimentación sentido X, estructura irregular	273

Tabla 152 <i>Armadura para vigas de cimentación sentido Y, estructura irregular</i>	273
Tabla 153 <i>Casos y coeficientes de paneles de losa de entrepiso, estructura regular</i>	274
Tabla 154 <i>Momentos de paneles de losa de entrepiso, estructura regular</i>	275
Tabla 155 <i>Armadura losa de entrepiso, estructura regular</i>	276
Tabla 156 <i>Casos y coeficientes de paneles de losa de cubierta, estructura regular</i>	277
Tabla 157 <i>Momentos de paneles de losa de cubierta, estructura regular</i>	278
Tabla 158 <i>Casos y coeficientes de paneles de losa de entrepiso, estructura irregular</i>	278
Tabla 159 <i>Momentos negativos y positivos de paneles de losa de entrepiso, estructura irregular</i>	279
Tabla 160 <i>Armadura losa de entrepiso, estructura irregular</i>	279
Tabla 161 <i>Casos y coeficientes de paneles de losa de cubierta, estructura irregular</i>	281
Tabla 162 <i>Momentos negativos y positivos de paneles de losa de cubierta, estructura irregular</i>	281
Tabla 163 <i>Armadura losa de cubierta, estructura irregular</i>	282
Tabla 164 <i>Presupuesto de la estructura regular sistema aporticado</i>	283
Tabla 165 <i>Presupuesto de la estructura irregular sistema aporticado</i>	284
Tabla 166 <i>Presupuesto de la estructura Regular con mampostería confinada</i>	285
Tabla 167 <i>Presupuesto de la estructura Irregular con mampostería confinada</i>	286
Tabla 168 <i>Presupuesto de la estructura regular con mampostería armada</i>	287
Tabla 169 <i>Presupuesto de la estructura irregular con mampostería armada</i>	288
Tabla 170 <i>Resumen del presupuesto total y en m² de las estructuras</i>	289
Tabla 171 <i>Presupuestos en forma porcentual de las estructuras</i>	289

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Mampostería confinada y sistema aporticado</i>	31
Figura 2 <i>Mampostería armada</i>	33
Figura 3 <i>Distribución arquitectónica en planta baja</i>	37
Figura 4 <i>Distribución arquitectónica en planta alta</i>	37
Figura 5 <i>Fachadas estructura regular</i>	38
Figura 6 <i>Distribución arquitectónica en planta baja</i>	39
Figura 7 <i>Distribución arquitectónica en planta alta</i>	39
Figura 8 <i>Fachadas estructura irregular</i>	40
Figura 9 <i>Paneles de análisis</i>	42
Figura 10 <i>Geometría de un metro cuadrado de losa</i>	44
Figura 11 <i>Distribución de columnas en planta regular</i>	47
Figura 12 <i>Distribución de columnas en planta irregular</i>	48
Figura 13 <i>Distribución de muros en sentido X y sentido Y, estructura regular</i>	60
Figura 14 <i>Distribución de muros en sentido X y sentido Y, estructura irregular</i>	61
Figura 15 <i>Distribución de muros en sentido (x) y sentido (y), estructura Regular</i>	79
Figura 16 <i>Distribución de muros en sentido (x) y sentido (y), estructura Irregular</i>	79
Figura 17 <i>Ingreso de propiedades de materiales</i>	87
Figura 18 <i>Ingreso de columnas de 30x30 en estructura regular e irregular</i>	88
Figura 19 <i>Ingreso de losa alivianada bidireccional de 20 cm de espesor en estructura regular e irregular</i>	88
Figura 20 <i>Ingreso de vigas de 25x35 en estructura regular e irregular</i>	89
Figura 21 <i>Asignación de cargas en losa de entrepiso para estructura regular</i>	89
Figura 22 <i>Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura regular</i>	90

Figura 23 <i>Asignación de cargas en losa de entrepiso para estructura irregular.</i>	90
Figura 24 <i>Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura irregular</i>	91
Figura 25 <i>Ingreso del coeficiente de cortante basal calculados en la Tabla 41 y Tabla 42 en sentido X, Y para la estructura regular</i>	91
Figura 26 <i>Ingreso del coeficiente de cortante basal en sentido X, Y para la estructura irregular.</i>	92
Figura 27 <i>Ingreso de combinaciones de carga para la estructura regular e irregular</i>	92
Figura 28 <i>Ingreso del espectro de diseño para la estructura regular e irregular</i>	93
Figura 29 <i>Ingreso de combinaciones de carga última para efecto P-Delta</i>	93
Figura 30 <i>Derivas de piso en sentido X e Y estructura regular</i>	94
Figura 31 <i>Derivas de piso en sentido X e Y estructura irregular</i>	95
Figura 32 <i>Modelo matemático de estructura regular e irregular</i>	96
Figura 33 <i>Ingreso de propiedades de la mampostería</i>	97
Figura 34 <i>Disposición de los castillos para la estructura Regular.</i>	98
Figura 35 <i>Ingreso de Muros de 15 cm en estructura regular e irregular</i>	99
Figura 36 <i>Asignación de cargas en losa de entrepiso para estructura regular.</i>	99
Figura 37 <i>Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura regular</i>	100
Figura 38 <i>Asignación de cargas en losa de entrepiso para estructura irregular.</i>	100
Figura 39 <i>Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura irregular</i>	101
Figura 40 <i>Ingreso del coeficiente de cortante basal en sentido X, Y para la estructura regular.</i>	101
Figura 41 <i>Ingreso de combinaciones de carga para la estructura regular e irregular</i>	102
Figura 42 <i>Ingreso del espectro de diseño para la estructura regular e irregular.</i>	102
Figura 43 <i>Derivas de piso en sentido X e Y estructura regular</i>	103
Figura 44 <i>Derivas de piso en sentido X, Y estructura irregular</i>	103
Figura 45 <i>Modelo matemático de estructura regular e irregular</i>	104

Figura 46 <i>Ingreso de propiedades de materiales</i>	105
Figura 47 <i>Ingreso de muro de mampostería de 15 cm de espesor.</i>	106
Figura 48 <i>Ingreso de losa alivianada bidireccional de 20 cm de espesor en estructura regular e irregular</i>	106
Figura 49 <i>Ingreso de dalas de 20X20 cm en estructura regular e irregular</i>	107
Figura 50 <i>Asignación de cargas en losa de entrepiso para estructura regular.</i>	107
Figura 51 <i>Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura regular.</i>	108
Figura 52 <i>Asignación de cargas en losa de entrepiso para estructura irregular.</i>	108
Figura 53 <i>Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura irregular.</i>	109
Figura 54 <i>Ingreso del coeficiente de cortante basal en sentido X, Y para la estructura regular.</i> ..	109
Figura 55 <i>Ingreso del coeficiente de cortante basal en sentido X e Y para la estructura irregular.</i>	110
Figura 56 <i>Ingreso de combinaciones de carga</i>	111
Figura 57 <i>Ingreso del espectro de diseño para la estructura regular e irregular.</i>	111
Figura 58 <i>Derivas de piso en sentido X e Y estructura regular</i>	112
Figura 59 <i>Derivas de piso en sentido X e Y estructura irregular</i>	113
Figura 60 <i>Modelo matemático de estructura regular e irregular</i>	114
Figura 61 <i>Distribución de los nervios en ambos sentidos</i>	116
Figura 62 <i>Ubicación de los factores de distribución, estructura regular.</i>	117
Figura 63 <i>Nervios en sentido X, Y</i>	125
Figura 64 <i>Acero requerido vigas de entrepiso</i>	132
Figura 65 <i>Acero requerido vigas de cubierta</i>	132
Figura 66 <i>Acero requerido vigas de entrepiso</i>	133
Figura 67 <i>Acero requerido vigas de cubierta</i>	133

Figura 68 <i>Esquema de separación de estribos</i>	134
Figura 69 <i>Diseño de columna crítica proporcionado por software estructural</i>	138
Figura 70 <i>Chequeo de cuantía, ejes A y B en estructura regular</i>	139
Figura 71 <i>Chequeo de cuantía, ejes C y D en estructura regular</i>	140
Figura 72 <i>Chequeo de cuantía, ejes E, F y G en estructura regular</i>	141
Figura 73 <i>Chequeo de cuantía, eje A en estructura irregular</i>	141
Figura 74 <i>Chequeo de cuantía, ejes B y C en estructura irregular</i>	142
Figura 75 <i>Chequeo de cuantía, ejes D y E en estructura irregular</i>	143
Figura 76 <i>Chequeo de cuantía, ejes F, G, H, I en estructura irregular</i>	144
Figura 77 <i>Chequeo de columna fuerte-viga débil, ejes A, B en estructura regular</i>	145
Figura 78 <i>Chequeo de columna fuerte-viga débil, ejes C, D en estructura regular</i>	146
Figura 79 <i>Chequeo de columna fuerte-viga débil, ejes E, F y G en estructura regular</i>	147
Figura 80 <i>Chequeo columna fuerte-viga débil, eje A de estructura irregular</i>	147
Figura 81 <i>Chequeo columna fuerte-viga débil, ejes B y C de estructura irregular</i>	148
Figura 82 <i>Chequeo columna fuerte-viga débil, ejes D y E de estructura irregular</i>	149
Figura 83 <i>Chequeo columna fuerte-viga débil, ejes F, G, H y I de estructura irregular</i>	150
Figura 84 <i>Diagrama carga-momento, estructura regular</i>	150
Figura 85 <i>Diagrama carga-momento, estructura irregular</i>	151
Figura 86 <i>Vista en planta y elevación de grada de estructura regular</i>	164
Figura 87 <i>Vista en planta y elevación de grada de estructura regular</i>	168
Figura 88 <i>Dimensiones mínimas para cimentación corrida</i>	200
Figura 89 <i>Distribución de los nervios en ambos sentidos</i>	208
Figura 90 <i>Ubicación de los factores de distribución, estructura Regular</i>	210
Figura 91 <i>Distribución de momentos</i>	210

Figura 92 <i>Distribución de los nervios en ambos sentidos, estructura Irregular</i>	217
Figura 93 <i>Ubicación de los factores de distribución, estructura Irregular</i>	218
Figura 94 <i>Vista en planta y elevación de las gradas, estructura Regular</i>	223
Figura 95 <i>Vista en planta y elevación de gradas, estructura Irregular</i>	228
Figura 96 <i>Geometría de bloque de mampostería</i>	233

Resumen

El presente trabajo se enfoca en realizar un análisis comparativo tanto en su diseño estructural y presupuesto, para una vivienda de dos pisos con planta regular y otra de planta irregular, tomando en consideración una zona sísmica, mediante tres sistemas como son: aporticado, mampostería confinada y mampostería armada. El diseño estructural se basa principalmente en la normativa ecuatoriana (NEC-15), como también en las siguientes normativas: requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318-14), reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), normativa peruana (E-070), normativa mexicana (técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería). Está conformado por ocho capítulos, que permiten describir desde su fundamentación teórica, pre dimensionamiento, modelación, diseño, planos estructurales, hasta su posterior metrado y planillaje, para obtener el presupuesto de cada una de las estructuras con cada sistema estructural. Finalmente, al comparar los resultados se puede concluir ciertas ventajas y desventajas de un sistema con otro, basado principalmente en su presupuesto, resultando el sistema con mampostería confinada el más económico, seguido de la mampostería armada, lo que conlleva a que el sistema aporticado sea el más costoso en comparación con los otros dos sistemas constructivos, siendo esto para los dos tipos de estructuras, tanto regular como irregular planteadas inicialmente.

Palabras Claves:

- **SISTEMA APORTICADO**
- **MAMPOSTERÍA CONFINADA**
- **MAMPOSTERÍA REFORZADA**
- **PRESUPUESTO**

Abstract

The present thesis focuses on making a comparative analysis in its structural design and budget, for a two-story house with a regular floor plan and another with an irregular floor plan, taking into consideration a seismic zone, through three systems such as: concrete frame system, confined masonry and armed masonry. The structural design is mainly based on the regulations of Ecuador (NEC-15), as also in the following normatives: requirements of regulations for structural concrete (ACI 318-14), Colombian regulation construction earthquake resistant (NSR-10), Peruvian rules (E-070), Mexican regulations (complementary techniques for design and construction of masonry structures). It consists of eight chapters, which allow to describe from its theoretical foundation, pre-dimension, modeling, design, structural planes, to its subsequent sizing and steel spreadsheets, to obtain the budget of each of the structures with each structural system. Finally, by comparing the results the lector can concluded certain advantages and disadvantages of a system with another, mainly based in its budget, resulting in the system with masonry confined to the most economical, followed by the masonry of the navy, which means that the concrete frame system is the most low-priced system in comparison with the other two, this being for the two types of structures, both regular and irregular initially proposed.

Keywords:

- **SUPPORTED SYSTEM**
- **CONFINED MASONRY**
- **REINFORCED MASONRY**
- **BUDGET**

Capítulo I

Generalidades

Introducción

Los sistemas constructivos aporticado, mampostería confinada y mampostería armada, se ha constituido en el medio para la construcción de viviendas de dos pisos. En el Ecuador siendo el sistema aporticado el más utilizado, se propone una comparación entre estos tres sistemas utilizando normativas que se emplean en otros países como Perú, México y Colombia, esta última siendo citada por la (NEC-15) para el cálculo estructural de mampostería confinada y mampostería armada (NSR-10), que han dado un buen resultado, con gran seguridad ante posibles movimientos sísmicos.

En el presente trabajo de investigación se realizará el análisis de diseño estructural y de precios unitarios de los tres sistemas constructivos diferentes para una misma vivienda. Este procedimiento se desarrollará para los dos casos de estudio: una vivienda con geometría regular y otra con geometría irregular.

Se analizarán los diferentes comportamientos estructurales, respuestas sísmicas, resúmenes de materiales, precios unitarios, ventajas y desventajas en su proceso constructivo, así como de su vida útil para de esta manera, obtener características de cada uno de ellos.

El análisis concluye comparando los tres sistemas estructurales, tomando en cuenta que los resultados obtenidos son únicos para las viviendas planteadas como en su geometría, disposición de luces o vanos y número de pisos.

Antecedentes

Desde la antigüedad, el ser humano tiene la necesidad de refugiarse de los agentes climáticos, fenómenos naturales, animales. Esta necesidad ha permitido el desarrollo de la construcción teniendo una evolución a lo largo del tiempo, reflejando cambios notables sobre todo en los materiales utilizados para la construcción y los métodos constructivos aplicados, obteniendo como resultado una innovación en la metodología utilizada para la construcción desde la etapa de viviendas de bareque, adobe, caña guadua, bambú, hasta llegar a la actualidad con la utilización de materiales como el bloque, hormigón y acero. La evolución e innovación de las tecnologías de construcción ha permitido mejorar los estándares de calidad y optimizar los procesos constructivos.

A pesar de esto, en el Ecuador, la construcción tradicional sigue regida por el sistema aporticado con hormigón armado y mampostería que puede ser tanto bloque como ladrillo y seguido de este los sistemas con mampostería estructural, debido a la gran similitud de manera visual entre estos sistemas, sin embargo, cada sistema tiene sus particularidades.

El buen desempeño de la mampostería estructural en países como Nueva Zelanda, Chile, Perú y otros países frente a la experiencia sísmica, en contraste con la destrucción de la mampostería simple, es el motor de investigación, determinación de la configuración estructural y análisis, diseño, tamaños razonables y métodos. Por esta razón. Además de reforzar los paneles de mampostería en el interior, también se puede agregar un marco de hormigón armado, configurando así la mampostería confinada.

El sistema de mampostería armada ha sido estudiado numerosas veces en el Ecuador principalmente en el Centro de Investigación de la Vivienda de la Escuela Politécnica Nacional, tal es el caso de la tesis "Ensayos a carga horizontal de mamposterías reforzadas con el Sistema

Constructivo FC Block” (Rivas, 2017) y “Estudio experimental y analítico de las propiedades mecánicas de la mampostería estructural utilizando el bloque de hormigón propuesto por la empresa Inova Tk” (López Ramón & Manobanda Lisintuña, 2019) que han permitido ampliar el conocimiento sobre el comportamiento de la mampostería estructural.

Justificación e Importancia

En Ecuador las construcciones informales han tomado un lugar importante en los sistemas constructivos del Ecuador, siendo más del 70 % de construcciones informales halladas en el territorio ecuatoriano (Instituto Geofísico EPN, 2011)

Se puede optar por sistemas constructivos más económicos y que ayuden a las personas a tomar mejores decisiones en el momento de construir una vivienda de dos pisos para una familia común (4 o 5 habitantes), teniendo un ahorro económico considerable entre los sistemas estudiados, para lo cual se definirá cuál de los mismos será la mejor opción.

Es necesario tomar en consideración los tipos de materiales, dimensiones, normativas, y diseños estructurales para que la vivienda cumpla con los mejores estándares de calidad y la confortabilidad de las personas que vivirán en este tipo de viviendas.

El hormigón es el material más utilizado para la construcción en el Ecuador por su versatilidad y vialidad al momento de construir. Este material se emplea en diferentes técnicas o sistemas constructivos que con el pasar del tiempo se han ido innovando y mejorando (Narvárez Chamorro, 2013).

La Norma Ecuatoriana NEC-15 hace énfasis en el diseño del sistema aporticado (columna-viga-columna) de hormigón armado y en el capítulo de Mamposterías Estructurales, habla sobre los sistemas de estructuras con mampostería, por lo que el presente trabajo se enfocará en el estudio de los sistemas aporticado, mampostería con cavidad reforzada y

mampostería de muros confinados tratados en la norma ecuatoriana y respaldados por normativa internacional.

Objetivos Generales y Específicos

Objetivo General

Realizar un análisis comparativo para una vivienda de dos pisos con planta regular y otra de planta irregular, a través del cálculo, diseño y presupuesto, con los sistemas: aporticado, mampostería confinada y mampostería armada, para determinar en qué situaciones cada sistema resultaría conveniente.

Objetivos Específicos

- Diseñar dos estructuras una de planta regular y otra de planta irregular, como sistema: aporticado, mampostería confinada y mampostería armada.
- Presentar el presupuesto de cada vivienda, como sistema: aporticado, mampostería confinada y mampostería armada.
- Realizar el análisis comparativo a nivel de presupuesto de cada vivienda, como sistema: aporticado, mampostería confinada y mampostería armada.

Capítulo II

Marco Teórico

Sistemas Estructurales

Sistema Aporticado

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, considera a un sistema aporticado como “Estructura formada por columnas y vigas descolgadas del sistema de piso, que resiste cargas verticales y de origen sísmico, en la cual tanto el pórtico como la conexión viga-columna son capaces de resistir tales fuerzas y está especialmente diseñado y detallado para presentar un comportamiento estructural dúctil” (NEC-SE-DS, 2015).

Las columnas se encargan de transmitir cargas axiales y momentos de toda la estructura a la cimentación es decir estos elementos trabajan a flexo-compresión en su eje longitudinal (Maldonado Cueva & Terán Díaz, 2014).

Las vigas son elementos encargados de recibir las acciones del sistema de entrepiso y transmitir las hacia las columnas, este elemento trabaja principalmente a flexión en su eje longitudinal (Maldonado Cueva & Terán Díaz, 2014).

El sistema de piso es el encargado de recibir las cargas que se produce en el plano por fuerzas verticales, laterales y transmitir las hacia las vigas. Este elemento trabaja principalmente a flexión (Maldonado Cueva & Terán Díaz, 2014).

Mampostería Confinada

La mampostería confinada es un sistema de construcción donde los muros se construyen con ladrillos o bloques estructurales antes de fundir columnas y vigas (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE, 2017).

Figura 1

Mampostería confinada y sistema aporticado



Nota. El gráfico representa la diferencia entre un sistema de mampostería confinada vs un sistema aporticado. Tomado de por (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE, 2017).

En la mampostería confinada los muros deben ser más fuertes estructuralmente, no trabaja como los sistemas aporticados convencionales, más bien trabaja y soporta la carga como un solo cuerpo monolítico, robusto y resistente (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE, 2017).

Muros de Mampostería Confinada.

Muro de cortante construido de mampostería confinada mediante elementos de borde contruidos en hormigón armado, fundidos posteriormente a la construcción del muro de mampostería y que forman parte del sistema estructural (NEC-SE-DS, 2015).

Espesor. -Los muros de mampostería confinada en ningún caso pueden tener una relación entre la altura libre del muro y su espesor mayor de 25 y deben tener un espesor nominal no menor de 110 mm (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010).

Elementos de Confinamiento.

En la normativa mexicana “Técnicas Complementarias Para Diseño Y Construcción De Estructuras De Mampostería” se las conoce a las vigas de amarre como dalas y a las columnas de amarre como castillos.

Columnas de Amarre o Castillos.

Son los elementos de concreto reforzado que se colocan en los dos bordes del muro que confinan y en puntos intermedios del muro. Las columnas de confinamiento deben ser continuas desde la cimentación hasta la parte superior del muro (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

Espesor Mínimo. - El espesor mínimo de los elementos de confinamiento debe ser el mismo del muro de confinamiento (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

Ubicación. - Se debe colocar en los extremos de todos los muros estructurales, en la intersección con otros muros estructurales, en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento o aproximadamente una dimensión de 4.00 m (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

Vigas de Amarre o Dalas.

Vigas de confinamiento son elementos de concreto reforzado que se colocan en la parte inferior y superior de muros confinados. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

Espesor mínimo. - El espesor mínimo de las vigas de confinamiento debe ser el mismo del muro confinado (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

Ubicación. - Deben colocarse vigas horizontales de confinamiento en el arranque y en el remate del muro, en los entrepisos y a distancias libres verticales no mayores de 25 veces el

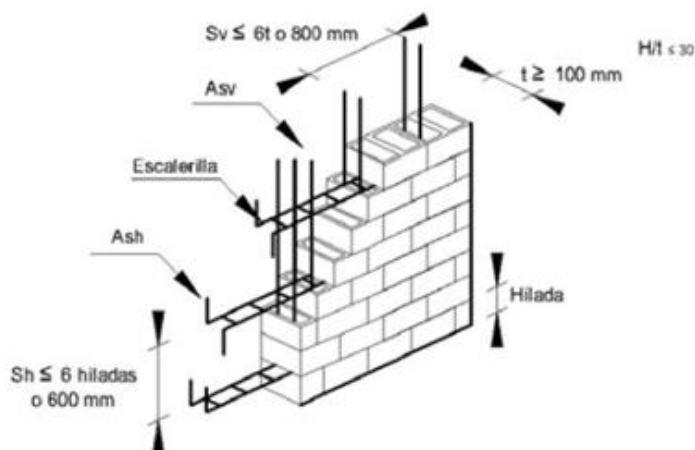
espesor del muro. Las vigas deben disponerse formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso o la cubierta (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

Mampostería Armada

Según la NEC-15 se define como “Conjunto de unidades de mampostería de perforación vertical unidas mediante un mortero, donde las perforaciones están reforzadas con varillas y hormigón de relleno (grout) y además tienen un refuerzo horizontal con escalerillas distribuidas en lo alto del muro de mampostería” (NEC-SE-MP, 2015).

Figura 2

Mampostería armada



Nota: El gráfico muestra la configuración del sistema constructivo. Tomado de (NEC-SE-VIVIENDA, 2015).

Para considerarse mampostería de este tipo, los muros deben tener un espesor mínimo nominal de 120mm. y la resistencia de la mampostería debe estar entre los 10 MPa y 28 MPa (100 kg/cm² y 280 kg/cm²) (NEC-SE-MP, 2015).

Composición y Materiales.

Este tipo de estructuras se basan en la utilización de los elementos: bloques de concreto con hoyos verticales, mortero, acero de refuerzo y el concreto fluido. Es necesario que los bloques tengan los hoyos para facilitar la colocación del acero de refuerzo y las instalaciones hidráulicas y eléctricas (NEC-SE-MP, 2015).

Bloque de Hormigón.

Pieza prefabricada de mampostería compuesta por agregados finos, agua y cemento, tiene forma de prisma rectangular y suele ser hueca para alivianar su peso, a estos huecos se les llama celdas (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3066, 2016).

Hormigón.

Es la mezcla de aglomerantes, comúnmente cemento, agregados finos y gruesos, y agua; también se le pueden añadir aditivos para acelerar su tiempo de fraguado, resistencia, entre otras características (NEC-SE-HM, 2015).

Mortero de Pega.

Mezcla pastosa de cemento, agua y arena empleada para pegar las unidades de mampostería, que cumple la función de unir los mampuestos proporcionando estabilidad y rigidez a la hilada, esta mezcla es colocarla para el asentado de la siguiente (NEC-SE-MP, 2015).

Acero de Refuerzo.

Barras corrugadas utilizadas como refuerzo en el interior de las celdas de la mampostería, en sentido vertical y horizontal.

Hormigón Líquido o Grout.

Mezcla fluida de cemento, arena gruesa, ripio y agua, utilizada para rellenar los alvéolos de los mampuestos con el fin de unir el acero de refuerzo con la mampostería como un solo

elemento estructural. Anteriormente también se utilizaba cal en su composición, sin embargo, no se utiliza actualmente por su costo elevado.

Capítulo III

Descripción de las Estructuras

En el presente proyecto se plantea dos estructuras una de planta regular y otra de planta irregular para las dos estructuras se cuenta con la siguiente información.

Tabla 1

Información del proyecto

Parámetro	Dato
Ubicación	Quito
Tipo de Suelo	D
Número de Pisos	2
Losa de Cubierta	Inaccesible
Uso de Vivienda	Residencial
Altura de eje a eje	2,80 m
Esfuerzo portante del Suelo	20 T/m ²

Estructura Regular

Consiste en dos departamentos de las mismas características por planta, el área a construir es de 239,35 m²

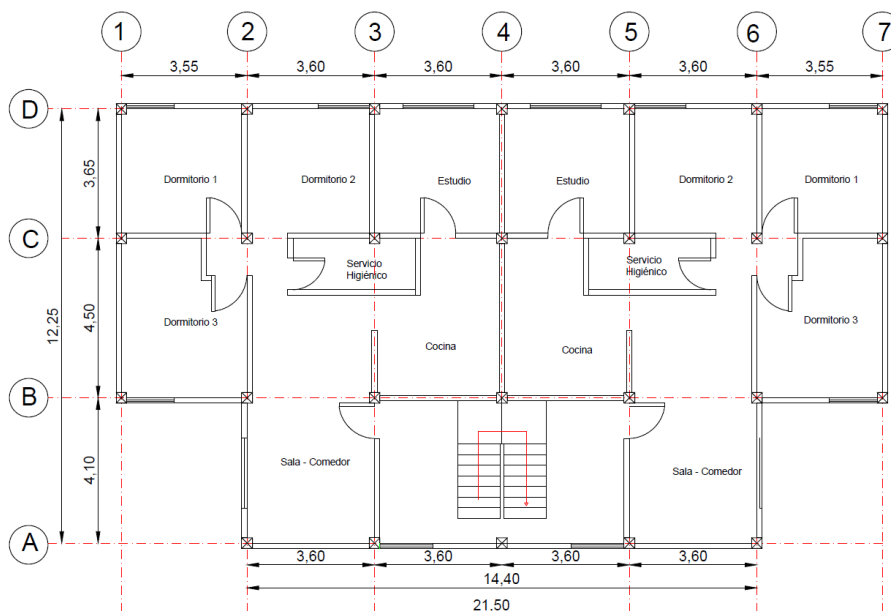
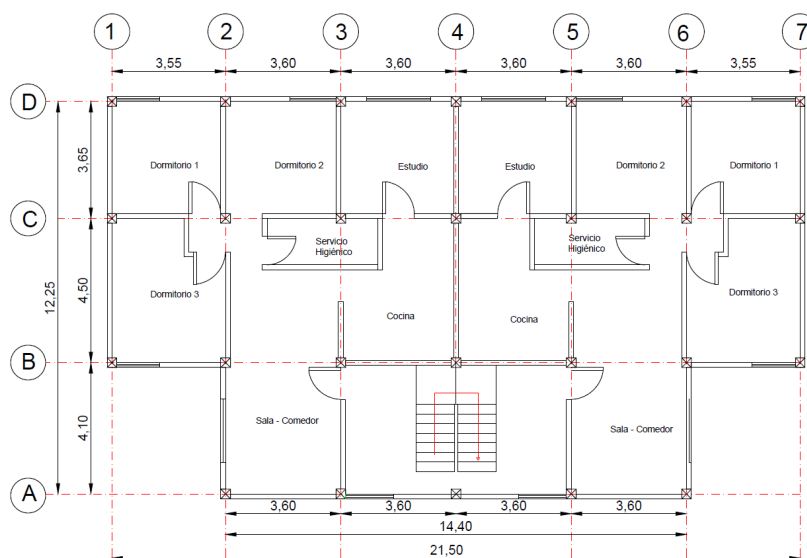
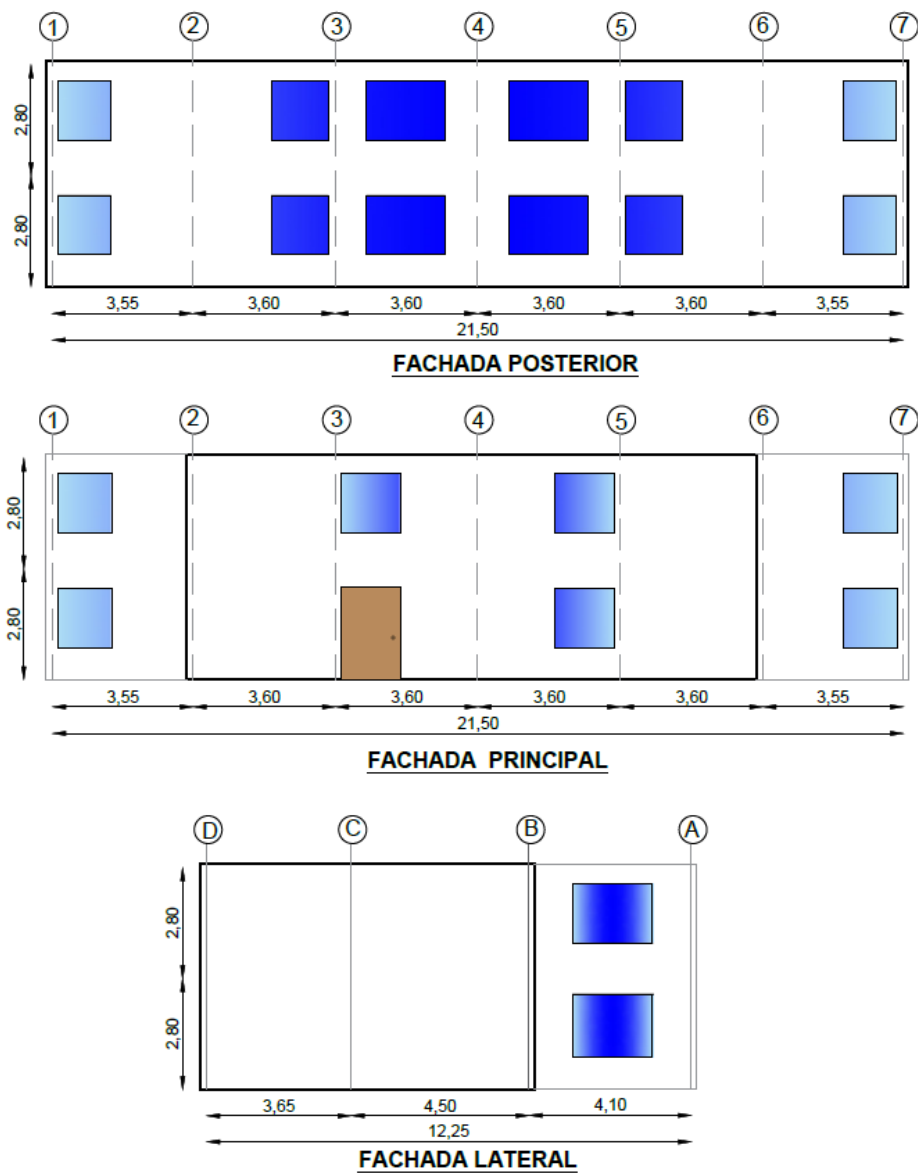
Figura 3*Distribución arquitectónica en planta baja***Figura 4***Distribución arquitectónica en planta alta*

Figura 5

Fachadas estructura regular



Estructura Irregular

En la planta baja consta de tres locales en la fachada frontal y un departamento, en la planta alta consiste un departamento, el área a construir es de 129,30 m²

Figura 6

Distribución arquitectónica en planta baja

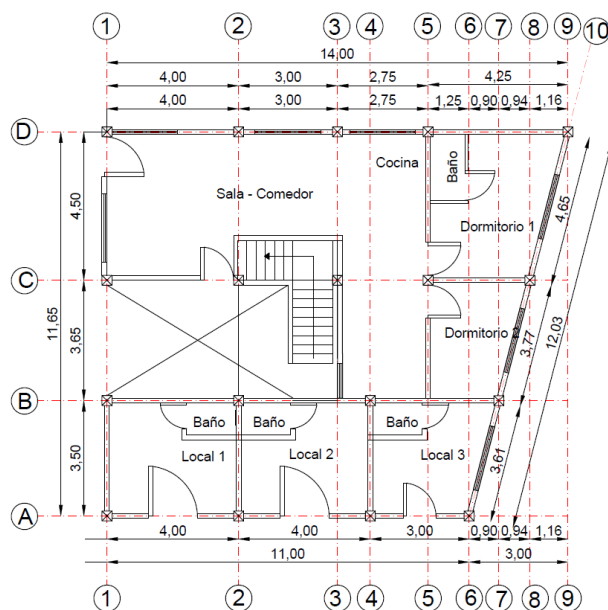


Figura 7

Distribución arquitectónica en planta alta

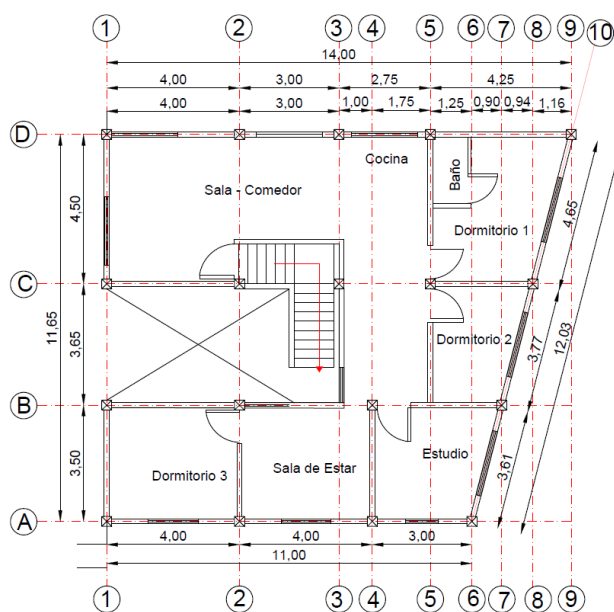
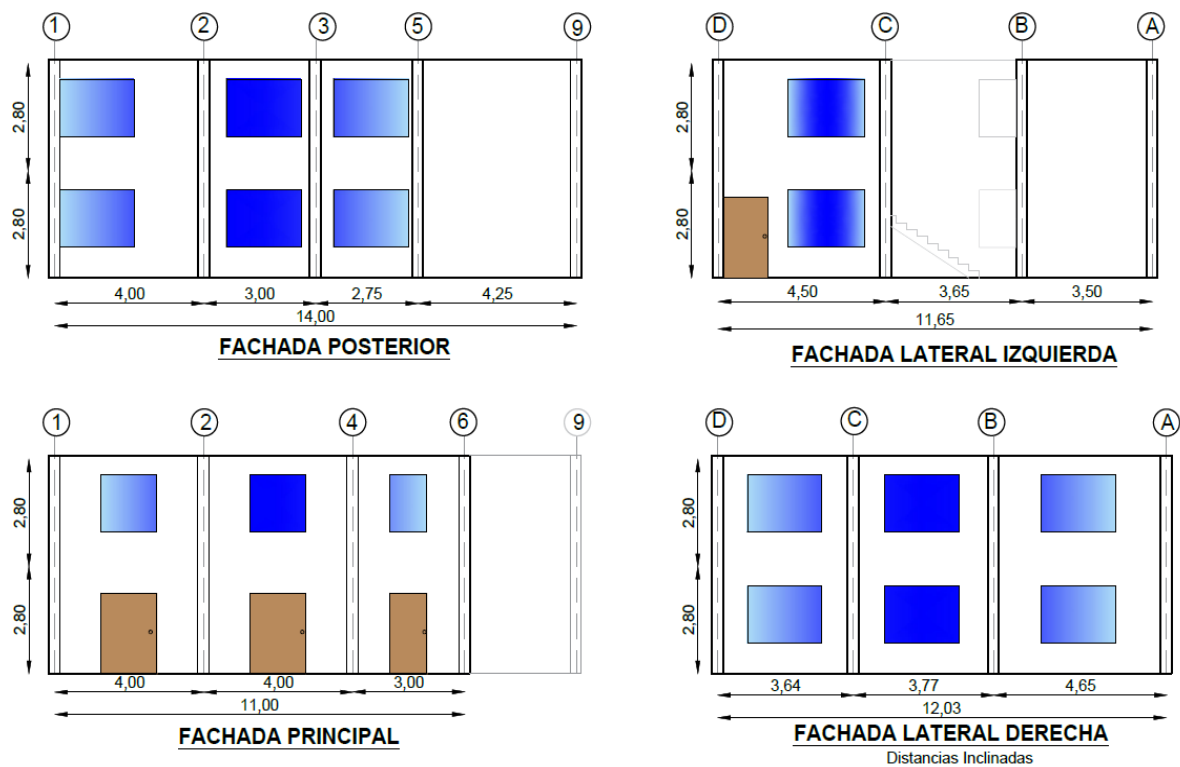


Figura 8

Fachadas estructura irregular



Capítulo IV

Pre dimensionamiento y Análisis de Cargas

Los materiales utilizados en el proyecto tienen las siguientes características:

Tabla 2

Características de materiales

Parámetro	Valor	Unidad
Resistencia del hormigón ($f'c$)	210	kg/ cm ²
Fluencia del acero (f_y)	4200	kg/ cm ²
Peso específico de hormigón armado (NEC-SE-GS,2015)	2,40	T/ m ³
Peso específico de bloque hueco de hormigón (Losa)	1,00	T/ m ³
Módulo de elasticidad del hormigón (E)	218 819,8	Kg/ cm ²
Mampostería Confinada		
Resistencia a la compresión de la mampostería ($f'm$)	60	Kg/ cm ²
Peso específico de bloque muro portante	1,80	T/ m ³
Módulo de elasticidad del bloque ($900*f'm$) =MPa	5400	MPa
Resistencia a la tensión diagonal (corte) de la mampostería ($v'm$)	6,76	kg/ cm ²
Mampostería Armada		
Resistencia a la compresión de la mampostería ($f'm$)	100	Kg/ cm ²
Peso específico de bloque muro portante	1,80	T/ m ³
Módulo de elasticidad del bloque ($900*f'm$) =MPa	9000	MPa

Sistema Aporticado

Pre dimensionamiento de Losa

A continuación, se describe el proceso que se siguió para pre dimensionar las losas de la estructura regular e irregular.

Analizando el panel más crítico para cada estructura se definió que tipo de losa corresponde, en las dos estructuras se presenta una losa del tipo bidireccional debido a que cumple con las condiciones presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 3

Condiciones para definir el tipo de losa

Condición	Tipo de Losa
$\frac{Luz\ mayor}{Luz\ menor} > 2$	Losa Unidireccional
$\frac{Luz\ mayor}{Luz\ menor} < 2$	Losa Bidireccional

Figura 9

Paneles de análisis

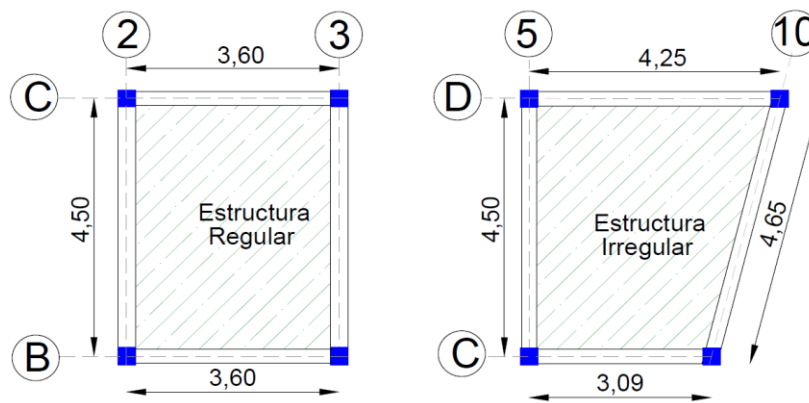


Tabla 4

Determinación tipo de losa

<i>Estructura Regular</i>	<i>Estructura Irregular</i>
$\frac{4.50}{3.60} = 1.25 \therefore \text{es bidireccional}$	$\frac{4.575}{3.67} = 1.25 \therefore \text{es bidireccional}$

Para determinar la altura mínima de una losa bidireccional se analiza las ecuaciones presentadas por la norma (ACI 318S-14, 2014).

Tabla 5*Espesor mínimo de losa de dos direcciones*

α_{fm}	Espesor mínimo, h
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	$h = \frac{ln * \left(0,8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$
$\alpha_{fm} > 2,0$	$h = \frac{ln * \left(0,8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36 + 9\beta}$

Nota. Tomado de Tabla 8.3.1(ACI 318S-14, 2014).

Donde:

h : Es la altura mínima para losa maciza apoyada en viga en mm

Ln : Es la diferencia entre la luz más larga del panel y 0.25m que recomienda la NEC-15

cuando se desconoce la dimensión de la Viga.

fy : Es la resistencia de fluencia del acero de refuerzo.

α_{fm} : Es la relación promedio de rigidez a flexión de viga y rigidez a flexión de losa

β : Es la relación de la luz más larga del panel y la luz más corta del panel.

Para proponer una altura inicial se utiliza una derivación de la ecuación **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de la Tabla 5 anterior, esta ecuación permitió obtener un resultado de altura inicial de 0,140 m en la estructura regular y 0,130 m en la estructura irregular.

Los valores obtenidos para las dos estructuras corresponden a una losa bidireccional maciza por lo que se utiliza la tabla de alturas equivalentes a una losa alivianada.

Tabla 6

Altura equivalente de una losa maciza a losa alivianada

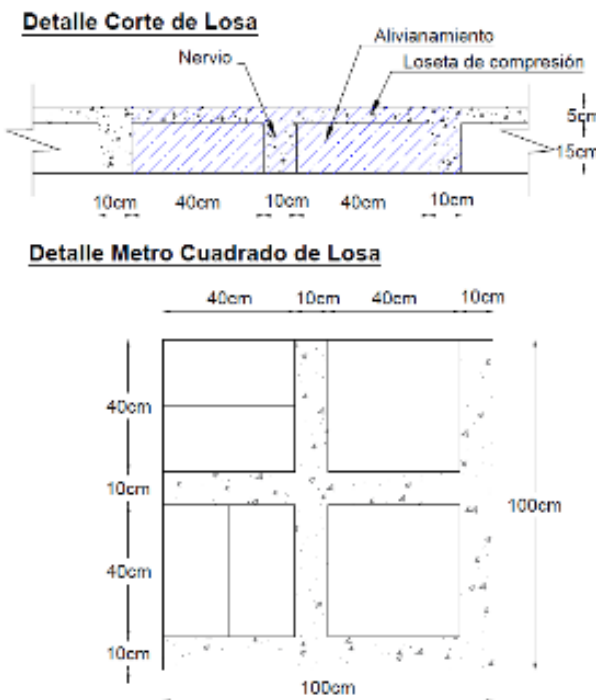
h Losa Maciza (cm)	h Equivalente de Losa Alivianada (cm)
$h < 10,88$	15
$10,88 \leq h \leq 14,5$	20
$14,5 \leq h \leq 18,5$	25
$18,6 \leq h \leq 21,4$	30

Nota. Tomado de Apuntes de Hormigón Armado Ing. Jorge Zúñiga

Al estar las alturas iniciales de la losa, en un rango de 10,88 a 14,50 cm de altura, se considera una losa alivianada bidireccional de 20 cm para las dos estructuras, con alivianamientos de 15 cm de altura, loseta de compresión de 5 cm. La geometría se detalla a continuación:

Figura 10

Geometría de un metro cuadrado de losa



Con el pre dimensionamiento de la losa se determinaron las siguientes cargas:

Tabla 7

Resumen del cálculo de cargas sistema aporticado para estructura regular e irregular

Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad
Carpeta de Compresión	$(1,00*1,00*0,05) *2,4$	0,12	T/m2
Nervios	$(1,00*1,00+0,40*4) *0,15*0,10) *2,4$	0,13	T/m2
Alivianamientos bloque 20x40x15	$8*(0,15*0,40*0,20) *1,00$	0,10	T/m2
Peso de Losa	$0,12+0,13+0,10$	0,35	T/m2
Peso Vigas= 35%*Peso de Losa	$35%*(0,35)$	0,12	T/m2
Peso de Paredes	Adoptado	0,15	T/m2
Peso de acabados	Adoptado	0,12	T/m2
Peso de Columnas	Adoptado	0,11	T/m2
Carga Muerta de Entrepiso	P Losa+ P Vigas+ P paredes+ P Acabados+ P Columnas	0,85	T/m2
Carga Muerta de Cubierta	P Losa +P Vigas+ P Acabados	0,59	T/m2
Carga Viva Entrepiso	Para Vivienda según NEC 15	0,20	T/m2
Carga Viva Cubierta	Para Vivienda según NEC 15	0,10	T/m2
Carga Final	Carga Muerta+ Carga viva	1,73	T/m2

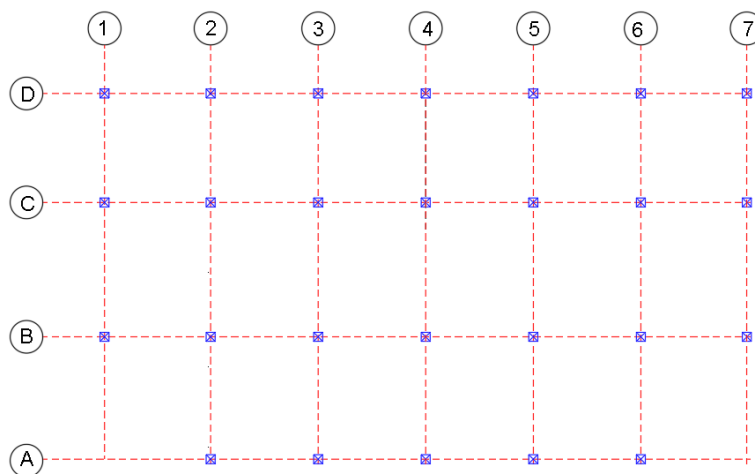
Pre dimensionamiento de Columnas

Con la carga obtenida anteriormente se procede a realizar el pre dimensionamiento de columnas para lo cual se basa en la carga axial actuante, se utiliza el principio de áreas cooperantes.

Tabla 8*Pre dimensionamiento de columnas estructura regular*

Columna	Área Cooperante (m2)	P (Tn)	Ag=18*P	b=h (cm)	b Adop (cm)
A2	3,69	6,35	114,24	10,69	30,00
A3	7,38	12,69	228,48	15,12	30,00
A4	7,38	12,69	228,48	15,12	30,00
A5	7,38	12,69	228,48	15,12	30,00
A6	3,69	6,35	114,24	10,69	30,00
B1	3,99	6,87	123,65	11,12	30,00
B2	15,37	26,44	475,93	21,82	30,00
B3	15,48	26,63	479,26	21,89	30,00
B4	15,48	26,63	479,26	21,89	30,00
B5	15,48	26,63	479,26	21,89	30,00
B6	15,37	26,44	475,93	21,82	30,00
B7	3,99	6,87	123,65	11,12	30,00
C1	7,23	12,44	223,94	14,96	30,00
C2	14,57	25,06	451,03	21,24	30,00
C3	14,67	25,23	454,18	21,31	30,00
C4	15,48	26,63	479,26	21,89	30,00
C5	14,67	25,23	454,18	21,31	30,00
C6	14,57	25,06	451,03	21,24	30,00
C7	7,23	12,44	223,94	14,96	30,00
D1	3,24	5,57	100,29	10,01	30,00
D2	6,52	11,22	201,99	14,21	30,00
D3	6,57	11,30	203,41	14,26	30,00
D4	6,57	11,30	203,41	14,26	30,00
D5	6,57	11,30	203,41	14,26	30,00
D6	6,52	11,22	201,99	14,21	30,00
D7	3,24	5,57	100,29	10,01	30,00

Nota. La dimensión de columna mínima según ACI 318-14 es de 30x30.

Figura 11*Distribución de columnas en planta regular***Tabla 9***Pre dimensionamiento de columnas estructura irregular*

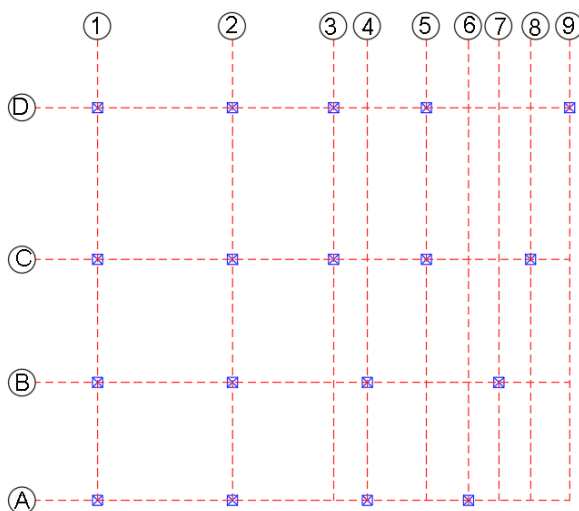
Columna	Área Cooperante (m ²)	P (Tn)	Ag=18*P	b=h (cm)	b Adop (cm)
A1	4,50	7,74	139,32	11,80	30,00
A2	4,50	7,74	139,32	11,80	30,00
A3	3,50	6,02	108,36	10,41	30,00
A4	3,50	6,02	108,36	10,41	30,00
B1	7,88	13,55	243,81	15,61	30,00
B2	4,50	7,74	139,32	11,80	30,00
B3	7,00	12,04	216,72	14,72	30,00
B4	7,00	12,04	216,72	14,72	30,00
C1	6,47	11,13	200,27	14,15	30,00
C2	5,26	9,05	162,83	12,76	30,00
D3	12,69	21,82	392,81	19,82	30,00
D4	6,13	10,54	189,63	13,77	30,00
E1	7,88	13,55	243,81	15,61	30,00

Columna	Área Cooperante (m ²)	P (Tn)	Ag=18*P	b=h (cm)	b Adop (cm)
E2	14,26	24,53	441,57	21,01	30,00
F4	2,71	4,66	83,82	9,16	30,00
G3	7,20	12,39	223,03	14,93	30,00
H2	8,95	15,39	276,98	16,64	30,00
I1	4,94	8,50	152,96	12,37	30,00

Nota. La dimensión de columna mínima según ACI 318-14 es de 30x30.

Figura 12

Distribución de columnas en planta irregular



Pre dimensionamiento de Vigas

Para pre dimensionar vigas se utiliza el mosaico de cargas, consiste en trazar bisectrices en cada panel o tablero de losa para que se formen áreas tributarias a cada viga (Camargo Gaona et al., 2019). Se utiliza las siguientes ecuaciones para la transformación a cargas rectangulares.

Ecuaciones para transformación de Cargas:

Carga Trapezoidal

$$q = \frac{W_u * s}{3} * \frac{(3 - m^2)}{2} \quad m = s/L$$

Carga Triangular

$$q = \frac{W_u * s}{3}$$

Estructura Regular.

Para el entrepiso las cargas aplicadas son:

$$Carga Muerta = 0,85 T/m^2$$

$$Carga Viva = 0,20 T/m^2$$

Tabla 10

Transformación de cargas, vigas de entrepiso.

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)
Eje A	2-3	Trian	3,60	4,10	1,02	0,24	1,60
	3-4	Trap	1,50	3,60	0,60	0,14	
	4-5	Trap	1,50	3,60	0,60	0,14	
	5-6	Trian	3,60	4,10	1,02	0,24	
Eje B	1-2	Trian	3,55	4,50	1,00	0,24	3,21
	2-3	Trian	3,60	4,10	2,03	0,48	
	2-3	Trian	3,60	4,50			
	3-4	Trian	3,60	4,50	1,64	0,39	
	3-4	Trian	2,20	2,60			
	4-5	Trian	3,60	4,50			
	4-5	Trian	2,20	2,60	1,64	0,39	
	5-6	Trian	3,60	4,10			
	5-6	Trian	3,60	4,50			

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)		
	6-7	Trian	3,60	4,50	1,02	0,24			
Eje C	1-2	Trian	3,55	4,50	2,00	0,47	3,21		
	1-2	Trian	3,55	3,65					
	2-3	Trian	3,60	4,50	2,03	0,48			
	2-3	Trian	3,60	3,65					
	3-4	Trian	3,60	4,50	2,03	0,48			
	3-4	Trian	3,60	3,65					
	4-5	Trian	3,60	4,50	2,03	0,48			
	4-5	Trian	3,60	3,65					
	5-6	Trian	3,60	4,50	2,03	0,48			
	5-6	Trian	3,60	3,65					
	6-7	Trian	3,55	4,50	2,00	0,47			
	6-7	Trian	3,55	3,65					
	Eje D	1-2	Trian	3,55	3,65	1,00		0,24	1,60
		2-3	Trian	3,60	3,65	1,02		0,24	
3-4		Trian	3,60	3,65	1,02	0,24			
4-5		Trian	3,60	3,65	1,02	0,24			
5-6		Trian	3,60	3,65	1,02	0,24			
6-7		Trian	3,55	3,65	1,00	0,24			
Eje 1	B-C	Trap	3,55	3,65	1,03	0,24	1,88		
	C-D	Trap	3,55	4,50	1,19	0,28			
Eje 2	A-B	Trap	3,60	4,10	1,13	0,27	3,77		
	B-C	Trap	3,55	4,50	2,39	0,56			
	B-C	Trap	3,60	4,50					
	C-D	Trap	3,55	3,65	2,06	0,49			
	C-D	Trap	3,60	3,65					

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)
Eje 3	A-B	Trap	3,60	4,10	1,84	0,43	3,78
	A-B	Trap	2,20	2,60			
	B-C	Trap	3,60	4,50	2,40	0,57	
	B-C	Trap	3,60	4,50			
	C-D	Trap	3,60	3,65	2,06	0,49	
	C-D	Trap	3,60	3,65			
Eje 4	B-C	Trap	3,60	3,65	2,06	0,49	3,78
	B-C	Trap	3,60	3,65			
	C-D	Trap	3,60	4,50	2,40	0,57	
	C-D	Trap	3,60	4,50			
Eje 5	A-B	Trap	3,60	4,10	1,84	0,43	3,78
	A-B	Trap	2,20	2,60			
	B-C	Trap	3,60	4,50	2,40	0,57	
	B-C	Trap	3,60	4,50			
	C-D	Trap	3,60	3,65	2,06	0,49	
	C-D	Trap	3,60	3,65			
Eje 6	A-B	Trap	3,60	4,10	1,13	0,27	3,77
	B-C	Trap	3,55	4,50	2,39	0,56	
	B-C	Trap	3,60	4,50			
	C-D	Trap	3,55	3,65	2,06	0,49	
	C-D	Trap	3,60	3,65			
Eje 7	B-C	Trap	3,55	3,65	1,03	0,24	1,88
	C-D	Trap	3,55	4,50	1,19	0,28	

Nota. Para determinar el Wu se utilizó la combinación 1.2D+1.6L

Tabla 11*Pre dimensionamiento vigas de entrepiso, estructura regular*

Sentido	Eje	Wu(T/m)	Mu (T.m)	bw(cm)	d(cm)	h(cm)	h adoptado
X	Eje A	1,60	2,08	25,00	15,25	20,25	35,00
	Eje B	3,21	4,10	25,00	21,42	26,42	35,00
	Eje C	3,21	4,10	25,00	21,42	26,42	35,00
	Eje D	1,60	2,05	25,00	15,15	20,15	35,00
Y	Eje 1	1,88	3,09	25,00	18,61	23,61	35,00
	Eje 2	3,77	6,94	25,00	27,87	32,87	35,00
	Eje 3	3,78	6,94	25,00	27,86	32,86	35,00
	Eje 4	3,78	6,94	25,00	27,86	32,86	35,00
	Eje 5	3,78	6,94	25,00	27,86	32,86	35,00
	Eje 6	3,77	6,94	25,00	27,86	32,86	35,00
	Eje 7	1,88	3,09	25,00	18,61	23,61	35,00

Para la cubierta las cargas aplicadas son:

$$Carga Muerta = 0,59 T/m^2$$

$$Carga Viva = 0,10 T/m^2$$

Tabla 12*Transformación de cargas, vigas de cubierta.*

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)
Eje A	2-3	Trian	3,60	4,10	0,70	0,12	1,04
	3-4	Trian	3,60	4,10	0,70	0,12	
	4-5	Trian	3,60	4,10	0,70	0,12	
	5-6	Trian	3,60	4,10	0,70	0,12	
Eje B	1-2	Trian	3,55	4,50	0,69	0,12	2,07
	2-3	Trian	3,60	4,10	1,41	0,24	

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)
	2-3	Trian	3,60	4,50			
	3-4	Trian	3,60	4,50			
	3-4	Trian	3,60	4,50	1,41	0,24	
	4-5	Trian	3,60	4,50			
	4-5	Trian	3,60	4,50	1,41	0,24	
	5-6	Trian	3,60	4,10			
	5-6	Trian	3,60	4,50	1,41	0,24	
	6-7	Trian	3,60	4,50	0,70	0,12	
	1-2	Trian	3,55	4,50			
	1-2	Trian	3,55	3,65	1,39	0,24	
	2-3	Trian	3,60	4,50			
	2-3	Trian	3,60	3,65	1,41	0,24	
	3-4	Trian	3,60	4,50			
	3-4	Trian	3,60	3,65	1,41	0,24	
Eje C	4-5	Trian	3,60	4,50			2,07
	4-5	Trian	3,60	3,65	1,41	0,24	
	5-6	Trian	3,60	4,50			
	5-6	Trian	3,60	3,65	1,41	0,24	
	6-7	Trian	3,55	4,50			
	6-7	Trian	3,55	3,65	1,39	0,24	
	1-2	Trian	3,55	3,65	0,69	0,12	
	2-3	Trian	3,60	3,65	0,70	0,12	
	3-4	Trian	3,60	3,65	0,70	0,12	
Eje D	4-5	Trian	3,60	3,65	0,70	0,12	1,04
	5-6	Trian	3,60	3,65	0,70	0,12	
	6-7	Trian	3,55	3,65	0,69	0,12	

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)
Eje 1	B-C	Trap	3,55	3,65	0,71	0,12	1,21
	C-D	Trap	3,55	4,50	0,82	0,14	
Eje 2	A-B	Trap	3,60	4,10	0,78	0,13	2,44
	B-C	Trap	3,55	4,50	1,65	0,28	
	B-C	Trap	3,60	4,50			
	C-D	Trap	3,55	3,65	1,42	0,24	
	C-D	Trap	3,60	3,65			
Eje 3	A-B	Trap	3,60	4,10	1,27	0,22	2,44
	A-B	Trap	2,20	2,60			
	B-C	Trap	3,60	4,50	1,66	0,28	
	B-C	Trap	3,60	4,50			
	C-D	Trap	3,60	3,65	1,43	0,24	
	C-D	Trap	3,60	3,65			
Eje 4	A-B	Trap	3,60	4,10	1,27	0,22	2,44
	A-B	Trap	2,20	2,60			
	B-C	Trap	3,60	3,65	1,43	0,24	
	B-C	Trap	3,60	3,65			
	C-D	Trap	3,60	4,50	1,66	0,28	
	C-D	Trap	3,60	4,50			
Eje 5	A-B	Trap	3,60	4,10	1,27	0,22	2,44
	A-B	Trap	2,20	2,60			
	B-C	Trap	3,60	4,50	1,66	0,28	
	B-C	Trap	3,60	4,50			
	C-D	Trap	3,60	3,65	1,43	0,24	
	C-D	Trap	3,60	3,65			
Eje 6	A-B	Trap	3,60	4,10	0,78	0,13	2,44

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)
	B-C	Trap	3,55	4,50			
	B-C	Trap	3,60	4,50	1,65	0,28	
	C-D	Trap	3,55	3,65			
	C-D	Trap	3,60	3,65	1,42	0,24	
Eje 7	B-C	Trap	3,55	3,65	0,71	0,12	
	C-D	Trap	3,55	4,50	0,82	0,14	1,21

Nota. Para determinar el Wu se utilizó la combinación 1.2D+1.6L.

Tabla 13

Pre dimensionamiento vigas de cubierta, estructura regular

Sentido	Eje	Wu(T/m)	Mu (T.m)	bw(cm)	d(cm)	h(cm)	h adoptado
X	Eje A	1,04	1,99	25,00	14,93	19,93	35,00
	Eje B	2,07	4,46	25,00	22,35	27,35	35,00
	Eje C	2,07	4,46	25,00	22,35	27,35	35,00
	Eje D	1,04	1,99	25,00	14,93	19,93	35,00
Y	Eje 1	1,21	3,09	25,00	18,61	23,61	35,00
	Eje 2	2,44	4,64	25,00	22,79	27,79	35,00
	Eje 3	2,44	4,64	25,00	22,79	27,79	35,00
	Eje 4	2,44	4,64	25,00	22,79	27,79	35,00
	Eje 5	2,44	4,64	25,00	22,79	27,79	35,00
	Eje 6	2,44	4,64	25,00	22,79	27,79	35,00
	Eje 7	1,21	3,09	25,00	18,61	23,61	35,00

Estructura Irregular.

Para el entrepiso las cargas aplicadas son:

$$Carga Muerta = 0,85 T/m^2$$

$$Carga\ Viva = 0,20\ T/m^2$$

Tabla 14

Transformación de cargas, vigas de entrepiso.

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)
Eje D	1-2	Trian	4,00	4,50	1,13	0,27	1,89
	2-3	Trian	3,00	4,50	0,85	0,20	
	3-5	Trian	2,75	4,50	0,78	0,18	
	5-10	Trian	4,25	4,50	1,20	0,28	
Eje C	1-2	Trian	4,00	4,50	1,13	0,27	1,78
	3-5	Trian	2,75	4,50	1,55	0,37	2,75
	3-5	Trian	2,75	3,65			
	5-8	Trian	3,09	4,50	1,74	0,41	
	5-8	Trian	3,09	3,77			
Eje B	1-2	Trap	3,50	4,00	1,10	0,26	
	2-4	Trap	3,50	4,00	1,10	0,26	
	4-7	Trian	3,90	3,77	2,20	0,52	
	4-7	Trian	3,90	3,61			
Eje A	1-2	Trap	3,50	4,00	1,10	0,26	1,74
	2-4	Trap	3,50	4,00	1,10	0,26	
	4-6	Trian	3,00	3,90	0,85	0,20	
Eje 1	D-C	Trap	4,00	4,50	1,25	0,29	1,97
	B-A	Trian	3,50	4,00	0,99	0,23	1,56
Eje 2	D-C	Trap	4,00	4,50	2,17	0,51	3,42
	D-C	Trap	3,00	3,30			
	B-A	Trian	3,50	4,00	1,98	0,47	3,12
	B-A	Trian	3,50	4,00			
Eje 3	D-C	Trap	3,00	3,30	1,94	0,46	3,06

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)
	D-C	Trap	2,75	4,50			
	B-C	Trap	1,00	3,65	0,41	0,10	
	D-C	Trap	2,75	4,50			
	D-C	Trap	4,25	4,50	2,28	0,54	
Eje 5	B-C	Trap	2,75	4,05			
	B-C	Trap	3,65	4,05	2,11	0,50	3,60
	A-B	Trian	3,5	4,00			
	A-B	Trian	3,5	4,25	2,19	0,47	
	D-C	Trap	3,09	4,65	1,12	0,264	
Eje 10	C-B	Trap	3,09	3,77	1,02	0,240	1,76
	A-B	Trap	3	3,61	0,98	0,231	

Nota. Para determinar el Wu se utilizó la combinación 1.2D+1.6L.

Tabla 15

Pre dimensionamiento vigas de entrepiso, estructura irregular

Sentido	Eje	Wu(T/m)	Mu (T.m)	bw(cm)	d(cm)	h(cm)	h adoptado
	Eje D	1,89	3,21	25,00	18,96	23,96	35,00
X	Eje C	2,75	4,79	25,00	23,16	28,16	35,00
	Eje B	3,47	5,60	25,00	25,04	30,04	35,00
	Eje A	1,74	2,99	25,00	18,30	23,30	35,00
	Eje 1	1,97	4,99	25,00	23,64	28,64	35,00
		1,56	2,39	25,00	16,36	21,36	35,00
y	Eje 2	3,42	8,66	25,00	28,42	33,42	35,00
		3,12	4,78	25,00	23,13	28,13	35,00
	Eje 3	3,06	5,75	25,00	25,37	30,37	35,00
	Eje 5	3,60	7,23	25,00	28,45	33,45	35,00

Sentido	Eje	Wu(T/m)	Mu (T.m)	bw(cm)	d(cm)	h(cm)	h adoptado
	Eje 10	1,76	3,56	25,00	19,96	24,96	35,00

Para la cubierta las cargas aplicadas son:

$$Carga Muerta = 0,59 T/m^2$$

$$Carga Viva = 0,10 T/m^2$$

Tabla 16

Transformación de cargas, vigas de cubierta

Eje	Tramo	Tipo	s (m)	L (m)	D(T/m)	L (T/m)	Wu(T/m)
Eje D	1-2	Trian	4,00	4,50	0,78	0,13	1,22
	2-3	Trian	3,00	4,50	0,59	0,10	
	3-5	Trian	2,75	4,50	0,54	0,09	
	5-10	Trian	4,25	4,50	0,83	0,14	
Eje C	1-2	Trian	4,00	4,50	0,78	0,13	1,78
	2-3	Trian	3,00	4,50	0,88	0,15	
	2-3	Trian	1,48	3,65			
	3-5	Trian	2,75	4,50	0,59	0,18	
	3-5	Trian	2,75	3,65			
	5-8	Trian	3,09	4,50	1,21	0,21	
	5-8	Trian	3,09	3,77			
Eje B	1-2	Trap	3,50	4,00	0,76	0,13	2,24
	2-4	Trap	3,50	4,00	0,76	0,26	
	2-3	Trian	1,00	3,77			
	4-7	Trian	3,90	3,50	1,52	0,26	
	4-7	Trian	3,90	3,50			
Eje A	1-2	Trap	3,50	4,00	0,76	0,13	1,13
	2-4	Trap	3,50	4,00	0,76	0,13	

	4-6	Trian	3,00	3,90	0,59	0,10	
Eje 1	D-C	Trap	4,00	4,50	0,86	0,15	1,27
	B-A	Trian	3,50	4,00	0,68	0,12	1,01
Eje 2	D-C	Trap	4,00	4,50	1,50	0,26	2,21
	D-C	Trap	3,00	3,30			
	B-A	Trian	3,50	4,00	1,37	0,23	2,01
	B-A	Trian	3,50	4,00			
Eje 3	D-C	Trap	3,00	3,30	1,34	0,23	1,98
	D-C	Trap	2,75	4,50			
	B-C	Trap	1,48	3,65	0,70	0,12	
	B-C	Trap	1,00	3,65			
Eje 5	D-C	Trap	2,75	4,50	1,58	0,27	2,33
	D-C	Trap	4,25	4,50			
	B-C	Trap	2,75	4,05	1,46	0,25	
	B-C	Trap	3,65	4,05			
	B-A	Trian	3,5	4,00	1,51	0,23	
	B-A	Trian	3,5	4,25			
Eje 10	D-C	Trap	3,09	4,65	0,77	0,132	
	C-B	Trap	3,09	3,77	0,70	0,120	1,14
	B-A	Trap	3	3,61	0,68	0,115	

Nota. Para determinar el Wu se utilizó la combinación 1.2D+1.6L

Tabla 17

Pre dimensionamiento vigas de cubierta, estructura irregular

	Sentido	Eje	Wu(T/m)	Mu (T.m)	bw(cm)	d(cm)	h(cm)	h adoptado
		Eje D	1,22	2,05	25,00	15,15	20,15	35,00
X		Eje C	1,78	2,78	25,00	17,64	22,64	35,00
		Eje B	2,24	3,62	25,00	20,13	25,13	35,00

Sentido	Eje	Wu(T/m)	Mu (T.m)	bw(cm)	d(cm)	h(cm)	h adoptado
Y	Eje A	1,13	1,94	25,00	14,74	19,74	35,00
	Eje 1	1,27	3,22	25,00	18,98	23,98	35,00
		1,01	1,55	25,00	13,17	18,17	35,00
	Eje 2	2,21	5,59	25,00	25,02	30,02	35,00
		2,01	3,07	25,00	18,54	23,54	35,00
	Eje 3	1,98	4,24	25,00	21,79	26,79	35,00
	Eje 5	2,33	4,68	25,00	22,89	27,89	35,00
	Eje 10	1,14	2,30	25,00	16,05	21,05	35,00

Mampostería Confinada

Pre dimensionamiento de Losa

Para el sistema de mampostería confinada se utiliza el mismo procedimiento de pre dimensionamiento de losas que el sistema aporticado, adoptando sus mismas dimensiones.

Distribución de Muros de las Estructuras

Figura 13

Distribución de muros en sentido X y sentido Y, estructura regular

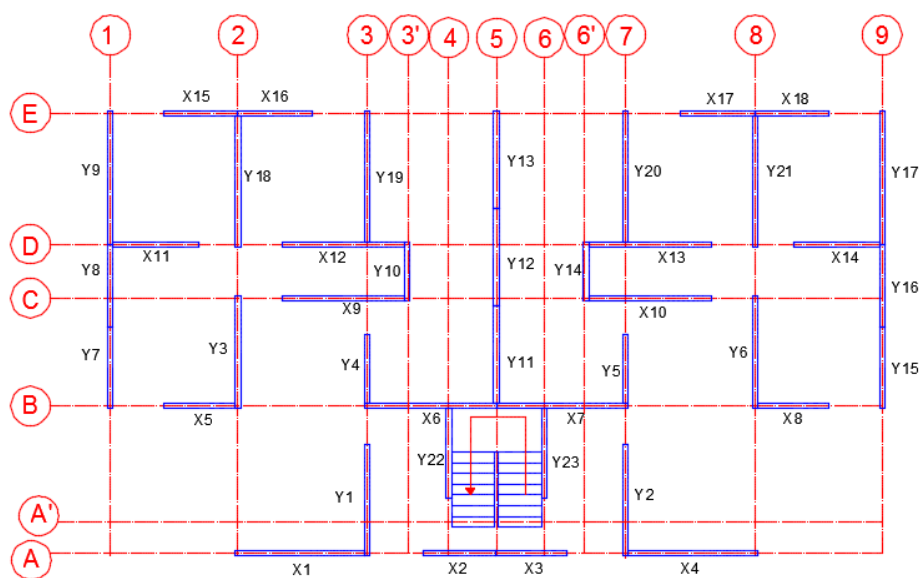
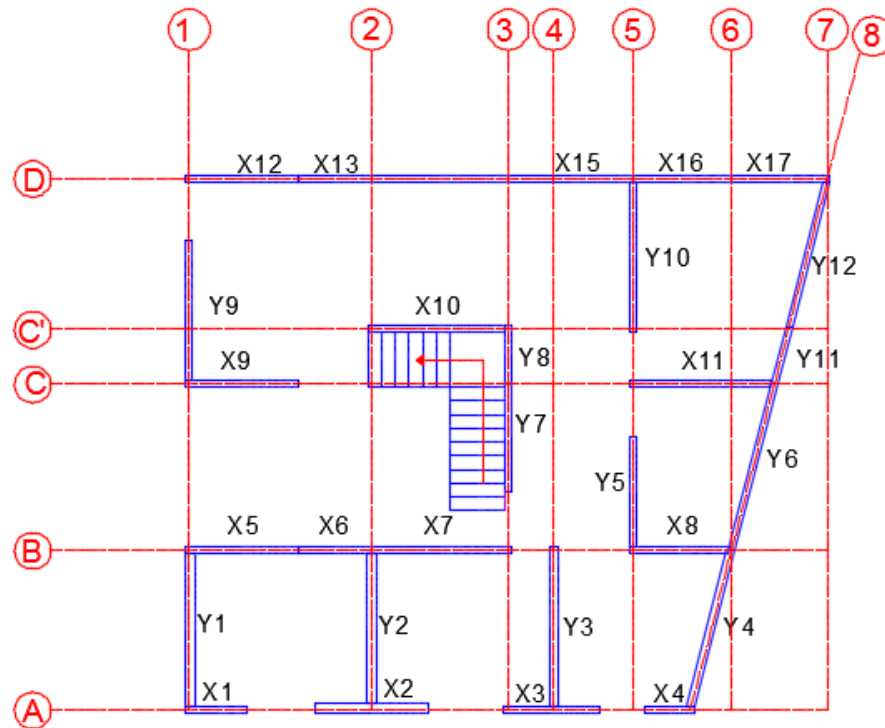


Figura 14

Distribución de muros en sentido X y sentido Y, estructura irregular



Pre dimensionamiento de Muros

Para determinar el diseño de los muros se determina las cargas actuantes, se necesitan los siguientes procedimientos y comprobaciones dadas en las normas utilizadas:

Densidad de Muros.

El chequeo de la densidad de los muros está dado por la división, entre la sumatoria de las áreas de corte de los muros sobre el área total de la estructura y esta debe ser mayor a la fórmula que nos da la (NEC-SE-DS, 2015), esta comprobación se realiza para la estructura regular e irregular.

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área en planta típica}} = \frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{Z * U * S * N}{56}$$

Dónde:

Z= 0.4 (La vivienda se encuentra en la ciudad de Quito)(NEC-SE-DS, 2015).

U= 1 (Edificio destinado a vivienda)(NEC-SE-DS, 2015).

S= 1.2 (Coeficiente de perfil del suelo)(NEC-SE-DS, 2015).

N= 2 (Número de pisos)

Tabla 18

Área de muros en sentido X, estructura regular

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección X			
x1	3,6	0,15	0,54
x2	2	0,15	0,3
x3	2	0,15	0,3
x4	3,6	0,15	0,54
x5	2	0,15	0,3
x6	3,68	0,15	0,551
x7	3,68	0,15	0,551
x8	2	0,15	0,3
x9	3,4	0,15	0,51
x10	3,4	0,15	0,51
x11	2,4	0,15	0,36
x12	3,4	0,15	0,51
x13	3,4	0,15	0,51
x14	2,4	0,15	0,36
x15	2,08	0,15	0,311
x16	2,08	0,15	0,311

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección X			
x17	2,08	0,15	0,311
x18	2,08	0,15	0,311
TOTAL			7,388

Nota. Contiene la longitud, espesor y área de cada muro en dirección X.

$$\frac{\sum L * t}{A_p} = \frac{7,388}{239,35} = 0,0309 \geq 0,0171 \rightarrow \text{OK}$$

Tabla 19

Área de muros en sentido Y, estructura Regular

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección Y			
y1	3,1	0,15	0,465
y2	3,1	0,15	0,465
y3	3,15	0,15	0,472
y4	1,9	0,15	0,285
y5	1,9	0,15	0,285
y6	3,15	0,15	0,473
y7	2,29	0,15	0,343
y8	2,29	0,15	0,343
y9	3,73	0,15	0,559
y10	1,65	0,15	0,248
y11	2,93	0,15	0,439
y12	1,5	0,15	0,225
y13	3,73	0,15	0,559
y14	1,65	0,15	0,248
y15	2,29	0,15	0,343
y16	2,29	0,15	0,343

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección Y			
y17	3,73	0,15	0,559
y18	3,65	0,15	0,548
y19	3,65	0,15	0,548
y20	3,65	0,15	0,548
y21	3,65	0,15	0,548
y22	2,5	0,15	0,375
y23	2,5	0,15	0,375
TOTAL			9,592

Nota. Contiene la longitud, espesor y área de cada muro en dirección Y.

$$\frac{\sum L * t}{A_p} = \frac{9,592}{239,35} = 0,0401 \geq 0,0171 \rightarrow \text{OK}$$

Tabla 20

Área de muros en sentido X, estructura Irregular

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección X			
x1	1,33	0,15	0,199
x2	2,5	0,25	0,625
x3	2,1	0,15	0,315
x4	1,25	0,15	0,188
x5	2,47	0,15	0,37
x6	1,61	0,15	0,241
x7	3,08	0,15	0,461
x8	2,15	0,15	0,323
x9	2,47	0,15	0,37
x10	3	0,15	0,45

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección X			
x11	3,09	0,15	0,463
x12	2,47	0,15	0,37
x13	1,61	0,15	0,241
x14	3	0,15	0,45
x15	2,75	0,15	0,413
x16	2,15	0,15	0,323
x17	2,15	0,15	0,323
TOTAL			6,124

Nota. Contiene la longitud, espesor y área de cada muro en dirección X.

$$\frac{\sum L * t}{A_p} = \frac{6,124}{121,26} = 0.0505 \geq 0.0171 \rightarrow \text{OK}$$

Tabla 21

Área de muros en sentido Y, estructura irregular

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección Y			
y1	3,35	0,2	0,67
y2	3,3	0,2	0,66
y3	3,5	0,2	0,7
y4	3,53	0,2	0,707
y5	2,43	0,15	0,364
y6	3,7	0,15	0,555
y7	2,38	0,15	0,356
y8	1,28	0,15	0,191
y9	3,08	0,15	0,461
y10	3,3	0,15	0,495

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección Y			
y11	1,3	0,15	0,195
y12	3,27	0,15	0,49
TOTAL			5,845

Nota. Contiene la longitud, espesor y área de cada muro en dirección Y.

$$\frac{\sum L * t}{A_p} = \frac{5,845}{121,26} = \mathbf{0.0482} \geq \mathbf{0.0171} \rightarrow \mathbf{OK}$$

Cálculo del Área Trituraria y Pesos Típicos de Cada Muro.

Para el cálculo de las áreas tributarias en el sistema de mampostería confinada, se dibuja una proyección con un ángulo inclinado de 45° (interior o exterior) de cada muro, y cuando hay puertas y ventanas, se toma desde la mitad de la puerta o ventana a 90° una proyección que divide la carga para ambos lados (Martínez et al., 2017).

Tabla 22

Resumen de cargas en mampostería confinada, para estructura regular e irregular

Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad
Carpeta de Compresión	$(1,00 * 1,00 * 0,05) * 2,4$	0,12	T/m2
Nervios	$(1,00 * 1,00 + 0,40 * 4) * 0,15 * 0,10$ *2,4	0,13	T/m2
Alivianamientos bloque 20x40x15	$8 * (0,15 * 0,40 * 0,20) * 1,00$	0,10	T/m2
Peso de Losa	0,12+0,13+0,10	0,35	T/m2
Peso de Paredes (Regular e Irregular)	$(1,80 * 2,80 * 0,15)$	0,76	T/m
Peso de Paredes (Irregular)	$(1,80 * 2,80 * 0,20); (1,80 * 2,80 * 0,25)$	1,01; 1,26	T/m
Peso de acabados	Adoptado	0,12	T/m2
Carga Viva	Para Vivienda según NEC 15	0,20	T/m2

Nota. La única variación de una estructura a otra, es el espesor de algunos de sus muros.

Tabla 23*Cálculo de peso típico de los muros en sentido X, estructura regular*

# Muro	Área Tributaria [m ²]	Peso de Cargas sobre el muro [Tn]	Longitud del muro [m]	Peso del muro [Tn]	Carga Peso Típico [Tn]
Dirección X					
x1	4,976	3,314	3,600	2,722	6,036
x2	1,720	1,146	2,000	1,512	2,658
x3	1,720	1,146	2,000	1,512	2,658
x4	4,976	3,314	3,600	2,722	6,036
x5	2,680	1,785	2,000	1,512	3,297
x6	4,781	3,184	3,675	2,778	5,963
x7	4,781	3,184	3,675	2,778	5,963
x8	2,680	1,785	2,000	1,512	3,297
x9	4,431	2,951	3,400	2,570	5,522
x10	4,431	2,951	3,400	2,570	5,522
x11	5,580	3,716	2,400	1,814	5,531
x12	6,030	4,016	3,400	2,570	6,586
x13	6,030	4,016	3,400	2,570	6,586
x14	5,580	3,716	2,400	1,814	5,531
x15	2,720	1,812	2,075	1,569	3,380
x16	2,720	1,812	2,075	1,569	3,380
x17	2,720	1,812	2,075	1,569	3,380
x18	2,720	1,812	2,075	1,569	3,380

Tabla 24

Cálculo de peso típico de los muros en sentido Y, estructura regular

# Muro	Área Tributaria [m ²]	Peso de Cargas sobre el muro [Tn]	Longitud del muro [m]	Peso del muro [Tn]	Carga Peso Típico [Tn]
Dirección Y					
y1	8,570	5,708	3,100	2,344	8,051
y2	8,570	5,708	3,100	2,344	8,051
y3	12,120	8,072	3,149	2,380	10,452
y4	8,707	5,799	1,900	1,436	7,235
y5	8,707	5,799	1,900	1,436	7,235
y6	12,120	8,072	3,150	2,381	10,453
y7	2,730	1,818	2,288	1,729	3,548
y8	2,730	1,818	2,288	1,729	3,548
y9	2,730	1,818	3,725	2,816	4,634
y10	5,120	3,410	1,650	1,247	4,658
y11	7,260	4,835	2,925	2,211	7,046
y12	7,260	4,835	1,500	1,134	5,969
y13	7,260	4,835	3,725	2,816	7,651
y14	5,120	3,410	1,650	1,247	4,658
y15	2,730	1,818	2,288	1,729	3,548
y16	2,730	1,818	2,288	1,729	3,548
y17	2,730	1,818	3,725	2,816	4,634
y18	8,000	5,328	3,650	2,759	8,087
y19	8,555	5,698	3,650	2,759	8,457
y20	8,555	5,698	3,650	2,759	8,457
y21	8,000	5,328	3,650	2,759	8,087
y22	3,885	2,587	2,500	1,890	4,477
y23	3,885	2,587	2,500	1,890	4,477

Tabla 25

Cálculo de peso típico de los muros en sentido X, estructura irregular

# Muro	Área Tributaria [m2]	Peso de Cargas al muro [Tn]	Longitud del muro [m]	Peso del muro [Tn]	Carga Peso Típico [Tn]
Dirección X					
x1	1,890	1,259	1,325	1,002	2,260
x2	3,985	2,654	2,500	3,150	5,804
x3	3,000	1,998	2,100	1,588	3,586
x4	1,120	0,746	1,250	0,945	1,691
x5	2,250	1,499	2,469	1,867	3,365
x6	1,370	0,912	1,606	1,214	2,126
x7	3,850	2,564	3,075	2,325	4,889
x8	4,950	3,297	2,152	1,627	4,923
x9	3,810	2,537	2,469	1,867	4,404
x10	5,500	3,663	3,000	2,268	5,931
x11	6,450	4,296	3,089	2,335	6,631
x12	2,850	1,898	2,469	1,867	3,765
x13	3,450	2,298	1,606	1,214	3,512
x14	6,550	4,362	3,000	2,268	6,630
x15	3,400	2,264	2,750	2,079	4,343
x16	2,080	1,385	2,151	1,626	3,012
x17	1,960	1,305	2,152	1,627	2,932

Tabla 26

Cálculo de peso típico de los muros en sentido Y, estructura irregular

# Muro	Área Tributaria [m ²]	Peso de Cargas al muro [Tn]	Longitud del muro [m]	Peso del muro [Tn]	Carga Peso Típico [Tn]
Dirección Y					
y1	2,760	1,838	3,350	3,377	5,215
y2	6,000	3,996	3,300	3,326	7,322
y3	7,450	4,962	3,500	3,528	8,490
y4	2,660	1,772	3,535	3,563	5,334
y5	3,850	2,564	2,425	1,833	4,397
y6	2,970	1,978	3,700	2,797	4,775
y7	5,680	3,783	2,375	1,796	5,578
y8	2,680	1,785	1,275	0,964	2,749
y9	4,630	3,084	3,075	2,325	5,408
y10	8,550	5,694	3,300	2,495	8,189
y11	2,110	1,405	1,301	0,984	2,389
y12	2,500	1,665	3,267	2,470	4,135

Cálculo y Comprobación de Esfuerzos de los Muros.

Para el cálculo de los esfuerzos en los muros, se toma el peso típico de cada muro y se divide para el área del muro:

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{P_{\text{típico}}}{A_{\text{muro}}}$$

Y este esfuerzo máximo debe ser menor al esfuerzo establecido por la norma Peruana E 0.70:

$$\sigma = 0,15 * f'm$$

$$\sigma_{\text{máx}} < \sigma_{\text{axial}}$$

Tabla 27

Cálculo y comprobación de esfuerzos en sentido X, estructura regular

# Muro	Carga Peso Típico [Tn]	Peso Total Acumulado en planta baja [Tn]	Área del muro [m2]	Dirección X		Comprobación Esfuerzo máx < esfuerzo axial
				Esfuerzo Máximo [Tn/m2]	Esfuerzo axial (0,15*f'm) [Tn/m2]	
x1	6,036	12,071	0,840	14,371	90,000	Ok
x2	2,658	5,315	0,300	17,717	90,000	Ok
x3	2,658	5,315	0,300	17,717	90,000	Ok
x4	6,036	12,071	0,863	13,996	90,000	Ok
x5	3,297	6,594	0,300	21,979	90,000	Ok
x6	5,963	11,925	0,551	21,631	90,000	Ok
x7	5,963	11,925	0,551	21,631	90,000	Ok
x8	3,297	6,594	0,323	20,446	90,000	Ok
x9	5,522	11,043	0,507	21,764	90,000	Ok
x10	5,522	11,043	0,533	20,738	90,000	Ok
x11	5,531	11,061	0,360	30,726	90,000	Ok
x12	6,586	13,173	0,345	38,182	90,000	Ok
x13	6,586	13,173	0,368	35,844	90,000	Ok
x14	5,531	11,061	0,360	30,726	90,000	Ok
x15	3,380	6,760	0,311	21,720	90,000	Ok
x16	3,380	6,760	0,311	21,720	90,000	Ok
x17	3,380	6,760	0,311	21,720	90,000	Ok
x18	3,380	6,760	0,311	21,720	90,000	Ok

Tabla 28

Cálculo y comprobación de esfuerzos en sentido Y, estructura regular

# Muro	Carga Peso Típico [Tn]	Peso Total Acumulado en planta baja [Tn]	Área de muro [m2]	Esfuerzo Máximo [Tn/m2]	Esfuerzo axial (0,15*f'm) [Tn/m2]	Comprobación Esfuerzo máx. < esfuerzo axial
y1	8,051	16,102	0,465	34,629	90,000	Ok
y2	8,051	16,102	0,443	36,390	90,000	Ok
y3	10,452	20,904	0,472	44,261	90,000	Ok
y4	7,235	14,471	0,285	50,775	90,000	Ok
y5	7,235	14,471	0,285	50,775	90,000	Ok
y6	10,453	20,907	0,450	46,459	90,000	Ok
y7	3,548	7,095	0,343	20,679	90,000	Ok
y8	3,548	7,095	0,343	20,679	90,000	Ok
y9	4,634	9,269	0,559	16,590	90,000	Ok
y10	4,658	9,315	0,252	37,038	90,000	Ok
y11	7,046	14,093	0,439	32,124	90,000	Ok
y12	5,969	11,938	0,225	53,059	90,000	Ok
y13	7,651	15,303	0,559	27,390	90,000	Ok
y14	4,658	9,315	0,225	41,400	90,000	Ok
y15	3,548	7,095	0,343	20,679	90,000	Ok
y16	3,548	7,095	0,343	20,679	90,000	Ok
y17	4,634	9,269	0,559	16,590	90,000	Ok
y18	8,087	16,175	0,748	21,639	90,000	Ok
y19	8,457	16,915	0,570	29,675	90,000	Ok
y20	8,457	16,915	0,548	30,894	90,000	Ok
y21	8,087	16,175	0,548	29,543	90,000	Ok
y22	4,477	8,954	0,375	23,878	90,000	Ok

# Muro	Carga Peso Típico [Tn]	Peso Total Acumulado en planta baja [Tn]	Área de muro [m2]	Esfuerzo Máximo [Tn/m2]	Esfuerzo axial (0,15*f'm) [Tn/m2]	Comprobación Esfuerzo máx. < esfuerzo axial
Dirección Y						
y23	4,477	8,954	0,375	23,878	90,000	Ok

Tabla 29

Cálculo y comprobación de esfuerzos en sentido X, estructura irregular

# Muro	Carga Peso Típico [Tn]	Peso Total Acumulado en planta baja [Tn]	Área del muro [m2]	Esfuerzo Máximo [Tn/m2]	Esfuerzo axial (0,15*f'm) [Tn/m2]	Comprobación Esfuerzo máx. < esfuerzo axial
Dirección X						
x1	2,260	4,521	0,199	22,752	90,000	Ok
x2	5,804	11,608	0,625	18,573	90,000	Ok
x3	3,586	7,171	0,315	22,766	90,000	Ok
x4	1,691	3,382	0,165	20,558	90,000	Ok
x5	3,365	6,731	0,370	18,171	90,000	Ok
x6	2,126	4,253	0,241	17,653	90,000	Ok
x7	4,889	9,778	0,461	21,200	90,000	Ok
x8	4,923	9,847	0,322	30,580	90,000	Ok
x9	4,404	8,809	0,370	23,781	90,000	Ok
x10	5,931	11,862	0,450	26,360	90,000	Ok
x11	6,631	13,262	0,463	28,624	90,000	Ok
x12	3,765	7,530	0,370	20,329	90,000	Ok
x13	3,512	7,023	0,241	29,154	90,000	Ok
x14	6,630	13,261	0,450	29,468	90,000	Ok
x15	4,343	8,687	0,413	21,059	90,000	Ok
x16	3,012	6,023	0,323	18,665	90,000	Ok
x17	2,932	5,865	0,323	18,168	90,000	Ok

Tabla 30

Cálculo y comprobación de esfuerzos en sentido Y, estructura irregular

# Muro	Carga Peso Típico [Tn]	Peso Total Acumulado en planta baja [Tn]	Área de muro [m2]	Esfuerzo Máximo [Tn/m2]	Esfuerzo axial (0,15*f'm) [Tn/m2]	Comprobación Esfuerzo máx. < esfuerzo axial
Dirección Y						
y1	5,215	10,430	0,670	15,567	90,000	Ok
y2	7,322	14,645	0,660	22,189	90,000	Ok
y3	8,490	16,979	0,700	24,256	90,000	Ok
y4	5,334	10,669	0,685	15,575	90,000	Ok
y5	4,397	8,795	0,364	24,175	90,000	Ok
y6	4,775	9,550	0,548	17,444	90,000	Ok
y7	5,578	11,157	0,356	31,313	90,000	Ok
y8	2,749	5,498	0,191	28,753	90,000	Ok
y9	5,408	10,817	0,461	23,453	90,000	Ok
y10	8,189	16,378	0,495	33,087	90,000	Ok
y11	2,389	4,778	0,189	25,267	90,000	Ok
y12	4,135	8,270	0,475	17,422	90,000	Ok

Control de Fisuración y Resistencia al Corte por Efectos de Esbeltez.

Esta disposición tiene por propósito evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado (NTE Albañilería del Perú, 2006).

$$V_e \leq 0,55 V_m \text{ Fuerza Cortante Admisible}$$

α = factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e * L}{M_e} \leq 1$$

Tabla 31*Cálculo de momentos y cortantes últimos en sentido X, estructura regular*

# Muro	Ve [Tn]	Me Piso 1 [Tn-m]	L[m]	α	Vm [Tn]	Ve \leq 0,55 Vm	Vu [Tn]	Mu [Tn-m]	
Dirección X									
x1	6,043	22,560	3,600	0,964	Ok	20,101	Ok	20,101	75,042
x2	1,678	6,266	2,000	0,536	Ok	6,569	Ok	6,569	24,526
x3	1,678	6,266	2,000	0,536	Ok	6,569	Ok	6,569	24,526
x4	6,043	22,560	3,600	0,964	Ok	20,101	Ok	20,101	75,042
x5	2,169	8,096	2,000	0,536	Ok	6,864	Ok	6,864	25,624
x6	8,117	30,302	3,675	0,984	Ok	20,796	Ok	20,796	77,640
x7	8,117	30,302	3,675	0,984	Ok	20,796	Ok	20,796	77,640
x8	2,169	8,096	2,000	0,536	Ok	6,864	Ok	6,864	25,624
x9	8,152	30,434	3,400	0,911	Ok	17,993	Ok	17,993	67,172
x10	8,152	30,435	3,400	0,911	Ok	17,993	Ok	17,993	67,172
x11	4,169	15,565	2,400	0,643	Ok	10,244	Ok	10,244	38,243
x12	8,731	32,595	3,400	0,911	Ok	18,482	Ok	18,482	69,001
x13	8,731	32,595	3,400	0,911	Ok	18,482	Ok	18,482	69,001
x14	4,169	15,565	2,400	0,643	Ok	10,244	Ok	10,244	38,243
x15	3,437	12,832	2,075	0,556	Ok	7,310	Ok	7,310	27,292
x16	3,437	12,832	2,075	0,556	Ok	7,310	Ok	7,310	27,292
x17	3,437	12,832	2,075	0,556	Ok	7,310	Ok	7,310	27,292
x18	3,437	12,832	2,075	0,556	Ok	7,310	Ok	7,310	27,292

Tabla 32

Cálculo de momentos y cortantes últimos en sentido Y, estructura regular

# Muro	Ve [Tn]	Me Piso 1 [Tn-m]	L[m]	α		Vm [Tn]	Ve \leq 0,55 Vm	Vu [Tn]	Mu [Tn-m]
Dirección Y									
y1	7,514	28,054	3,100	0,830	OK	16,550	Ok	16,550	61,785
y2	7,514	28,054	3,100	0,830	OK	16,550	Ok	16,550	61,785
y3	6,486	24,213	3,149	0,843	OK	18,059	Ok	18,059	67,421
y4	2,111	7,879	1,900	0,509	OK	8,154	Ok	8,154	30,441
y5	2,111	7,879	1,900	0,509	OK	8,154	Ok	8,154	30,441
y6	6,492	24,236	3,150	0,844	OK	18,072	Ok	18,072	67,470
y7	3,295	12,303	2,288	0,613	OK	8,627	Ok	8,627	32,206
y8	2,945	10,993	2,288	0,613	OK	8,627	Ok	8,627	32,206
y9	6,915	25,817	3,725	0,998	OK	20,680	Ok	20,680	77,205
y10	1,289	4,811	1,650	0,442	OK	5,782	Ok	5,782	21,585
y11	5,561	20,763	2,925	0,783	OK	14,678	Ok	14,678	54,798
y12	1,004	3,749	1,500	0,402	OK	5,753	Ok	5,753	21,480
y13	6,915	25,817	3,725	0,998	OK	22,068	Ok	22,068	82,386
y14	1,289	4,811	1,650	0,442	OK	5,782	Ok	5,782	21,585
y15	3,295	12,303	2,288	0,613	OK	8,627	Ok	8,627	32,206
y16	0,952	3,553	2,288	0,613	OK	8,627	Ok	8,627	32,206
y17	6,915	25,817	3,725	0,998	OK	20,680	Ok	20,680	77,205
y18	6,703	25,026	3,650	0,978	OK	21,529	Ok	21,529	80,375
y19	6,642	24,796	3,650	0,978	OK	21,699	Ok	21,699	81,010
y20	6,642	24,796	3,650	0,978	OK	21,699	Ok	21,699	81,010
y21	6,703	25,026	3,650	0,978	OK	21,529	Ok	21,529	80,375
y22	4,490	16,762	2,500	0,670	OK	10,414	Ok	10,414	38,879
y23	4,490	16,762	2,500	0,670	OK	10,414	Ok	10,414	38,879

Tabla 33

Cálculo de momentos y cortantes últimos en sentido X, estructura irregular

# Muro	Ve [Tn]	Me Piso 1 [Tn-m]	L[m]	α	Vm [Tn]	Ve \leq 0,55 Vm	Vu [Tn]	Mu [Tn-m]	
Dirección X									
x1	1,168	4,362	1,325	0,355	OK	3,387	Ok	3,387	12,643
x2	9,535	35,598	2,500	0,670	OK	17,708	Ok	17,708	66,111
x3	3,821	14,263	2,100	0,563	OK	7,544	Ok	7,544	28,166
x4	0,997	3,721	1,250	0,335	OK	2,866	Ok	2,866	10,702
x5	4,569	17,057	2,469	0,661	OK	9,699	Ok	9,699	36,209
x6	1,596	5,960	1,606	0,430	OK	4,425	Ok	4,425	16,518
x7	7,339	27,400	3,075	0,824	OK	14,889	Ok	14,889	55,584
x8	3,320	12,393	2,152	0,576	OK	8,454	Ok	8,454	31,560
x9	3,522	13,149	2,469	0,661	OK	10,177	Ok	10,177	37,993
x10	4,847	18,096	3,000	0,804	OK	14,759	Ok	14,759	55,100
x11	5,706	21,304	3,089	0,827	OK	15,804	Ok	15,804	59,000
x12	2,228	8,318	2,469	0,661	OK	9,883	Ok	9,883	36,895
x13	0,778	2,905	1,606	0,430	OK	5,062	Ok	5,062	18,897
x14	3,399	12,691	3,000	0,804	OK	15,081	Ok	15,081	56,301
x15	2,827	10,556	2,750	0,737	OK	12,107	Ok	12,107	45,200
x16	1,617	6,037	2,151	0,576	OK	7,572	Ok	7,572	28,269
x17	1,618	6,041	2,152	0,576	OK	7,539	Ok	7,539	28,147

Tabla 34

Cálculo de Momentos y Cortantes últimos en sentido Y, estructura Irregular

# Muro	Ve [Tn]	Me Piso 1 [Tn-m]	L[m]	α	Vm [Tn]	Ve \leq 0,55 Vm	Vu [Tn]	Mu [Tn-m]
Dirección Y								
y1	11,768	43,935	3,350	0,897	OK	23,401	Ok	23,401 87,364
y2	11,406	42,582	3,300	0,884	OK	23,748	Ok	23,748 88,660
y3	12,751	47,606	3,500	0,938	OK	26,830	Ok	26,830 100,167
y4	13,026	48,629	3,535	0,947	OK	25,834	Ok	25,834 96,449
y5	3,572	13,337	2,425	0,650	OK	9,884	Ok	9,884 36,899
y6	8,213	30,661	3,700	0,991	OK	20,497	Ok	20,497 76,521
y7	3,084	11,514	2,375	0,636	OK	10,106	Ok	10,106 37,729
y8	0,533	1,990	1,275	0,342	OK	3,437	Ok	3,437 12,833
y9	4,068	15,187	3,075	0,824	OK	15,128	Ok	15,128 56,476
y10	4,047	15,109	3,300	0,884	OK	18,324	Ok	18,324 68,410
y11	0,564	2,105	1,301	0,349	OK	3,362	Ok	3,362 12,552
y12	3,931	14,675	3,267	0,875	OK	16,171	Ok	16,171 60,373

Mampostería Armada

Pre dimensionamiento de Losa

Para el sistema de mampostería armada se utiliza el mismo procedimiento de pre dimensionamiento de losas que el sistema aporticado, adoptando sus mismas dimensiones.

Distribución de Muros de las Estructuras

Para este sistema se utiliza la misma distribución de muros que el sistema de mampostería confinada para la estructura regular e irregular, por lo que se adoptan sus mismas dimensiones.

Figura 15

Distribución de muros en sentido (x) y sentido (y), estructura Regular

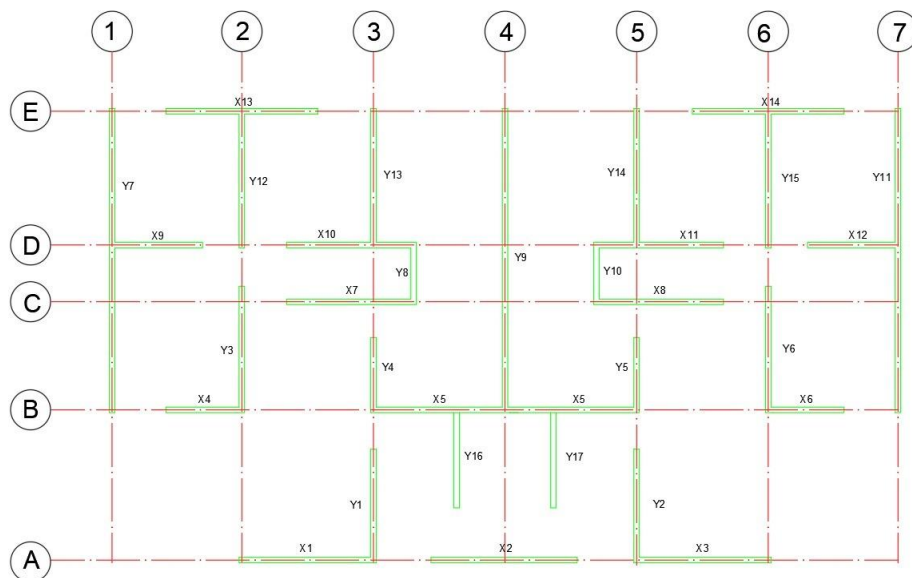
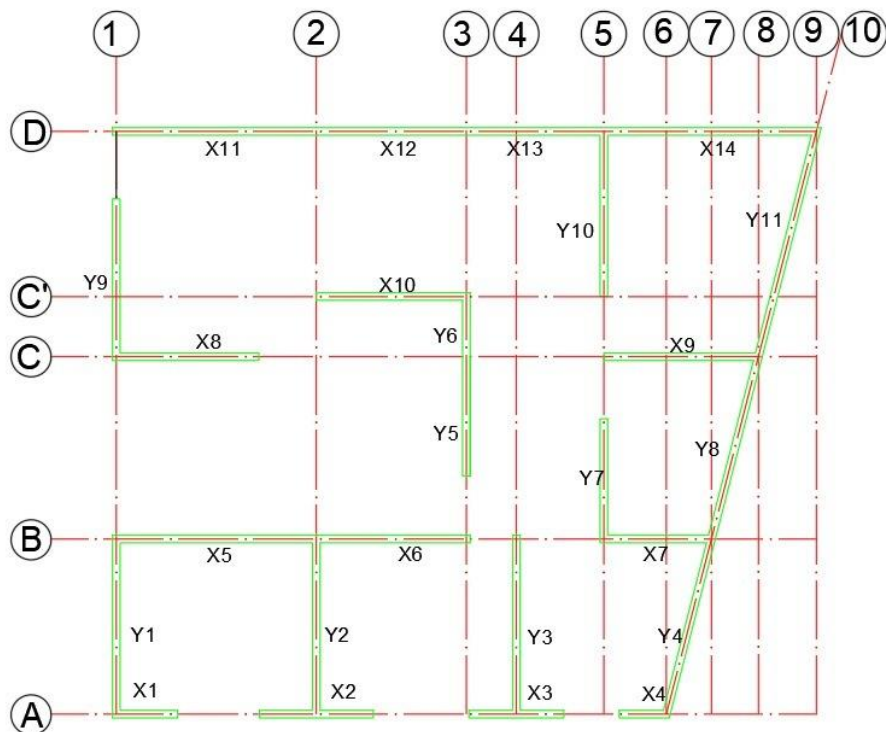


Figura 16

Distribución de muros en sentido (x) y sentido (y), estructura Irregular



Pre dimensionamiento de Muros

Se opta por utilizar tanto para la estructura regular como irregular un espesor de muro de 0,15m al ser una estructura de mampostería armada y para la cual un chequeo de densidad de muros ayuda a determinar si la cantidad de muros planteados en cada eje del plano es suficiente con relación a la planta de la estructura.

Densidad de Muros.

El chequeo de la densidad de los muros está dado por la división, entre la sumatoria de las áreas de corte de los muros sobre el área total de la estructura y esta relación debe ser mayor a la fórmula que nos da la (NEC-SE-DS, 2015); la comprobación se realiza para la estructura regular e irregular.

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área en planta típica}} = \frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{Z * U * S * N}{56}$$

Dónde:

Z= 0.4 (La vivienda se encuentra en la ciudad de Quito) (NEC-SE-DS, 2015).

U= 1 (Edificio destinado a vivienda) (NEC-SE-DS, 2015).

S= 1.2 (Coeficiente de perfil del suelo) (NEC-SE-DS, 2015).

N= 2 (Número de pisos)

Tabla 35

Área de muros en sentido X, estructura regular

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección X			
x1	3,75	0,15	0,563
x2	4	0,15	0,6
x3	3,75	0,15	0,563

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección X			
x4	2,15	0,15	0,323
x5	7,35	0,15	1,103
x6	2,15	0,15	0,323
x7	3,55	0,15	0,533
x8	3,55	0,15	0,533
x9	2,4	0,15	0,36
x10	3,55	0,15	0,533
x11	3,55	0,15	0,533
x12	2,4	0,15	0,36
x13	4,15	0,15	0,623
x14	4,15	0,15	0,623
Total			7,568

Nota. Contiene la longitud, espesor y área de cada muro en dirección

$$\frac{\sum L * t}{A_p} = \frac{7,568}{239,35} = 0,0316 \geq 0,0171 \rightarrow \text{OK}$$

Tabla 36

Área de muros en sentido Y, estructura regular

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección Y			
y1	2,95	0,15	0,443
y2	2,95	0,15	0,443
y3	3,3	0,15	0,495
y4	1,9	0,15	0,285
y5	1,9	0,15	0,285
y6	3,3	0,15	0,495
y7	8,3	0,15	1,245
y8	1,4	0,15	0,21

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección Y			
y9	8,15	0,15	1,223
y10	1,4	0,15	0,21
y11	8,15	0,15	1,245
y12	1,4	0,15	0,548
y13	8,3	0,15	0,548
y14	3,65	0,15	0,548
y15	3,65	0,15	0,548
y16	3,65	0,15	0,339
y17	3,65	0,15	0,339
Total			9,548

Nota. Contiene la longitud, espesor y área de cada muro en dirección Y.

$$\frac{\sum L * t}{A_p} = \frac{9,548}{239,35} = 0,0399 \geq 0,0171 \rightarrow \text{OK}$$

Tabla 37

Área de muros en sentido X, estructura irregular

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección X			
x1	1,3	0,15	0,195
x2	2,28	0,15	0,341
x3	1,9	0,15	0,285
x4	1	0,15	0,15
x5	4,08	0,15	0,611
x6	3	0,15	0,45
x7	2,23	0,15	0,334
x8	2,93	0,15	0,44
x9	3,17	0,15	0,475

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección X			
x10	2,93	0,15	0,439
x11	4,08	0,15	0,611
x12	3	0,15	0,45
x13	2,75	0,15	0,413
X14	4,33	0,15	0,649
Total			5,842

Nota. Contiene la longitud, espesor y área de cada muro en dirección X.

$$\frac{\sum L * t}{A_p} = \frac{5,842}{121,26} = 0.0482 \geq 0.0171 \rightarrow \text{OK}$$

Tabla 38

Área de muros en sentido Y, estructura irregular

# Muro	L[m]	t [m]	Área [m2]
Dirección Y			
y1	3,35	0,2	0,503
y2	3,35	0,2	0,503
y3	3,35	0,2	0,503
y4	3,45	0,2	0,518
y5	2,38	0,15	0,357
y6	1,28	0,15	0,191
y7	2,33	0,15	0,349
y8	3,61	0,15	0,542
y9	3,08	0,15	0,462
y10	3,23	0,15	0,484
y11	4,5	0,15	0,675
Total			5,084

Nota. Contiene la longitud, espesor y área de cada muro en dirección Y.

$$\frac{\sum L * t}{A_p} = \frac{5,084}{121,26} = 0.0419 \geq 0.0171 \rightarrow \text{OK}$$

Tabla 39

Resumen del cálculo de cargas de la estructura regular con mampostería confinada

Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad
Carpeta de Compresión	$(1,00*1,00*0,05) * 2,4$	0,12	T/m2
Nervios	$(1,00*1,00+0,40*4) * 0,15*0,10) * 2,4$	0,13	T/m2
Alivianamientos bloque 20x40x15	$8*(0,15*0,40*0,20) * 1,00$	0,10	T/m2
Peso de Losa	$0,12+0,13+0,10$	0,35	T/m2
Peso de Paredes (Regular e Irregular)	$(1,80*2,80*0,15)$	0,76	T/m
Peso de acabados	Adoptado	0,12	T/m2
Carga Viva	Para Vivienda según NEC 15	0,20	T/m2

Carga Sísmica

Coficiente de Cortante basal

Tabla 40

Factores para Cálculo del Cortante Basal

Consideración	Factor	Valor
Valor de Factor Z en función de la zonificación Sísmica	Z	0,40
Relación de amplificación espectral	n	2,48
Coficiente de amplificación se suelo en la zona de	Fa	1,20
Desplazamiento para diseño en Roca	Fd	1,19
Comportamiento no Lineal de los Suelos	Fs	1,28
Coficiente que depende del tipo de edificios	Ct	0,06
Coficiente α para el cálculo del periodo (mampostería confinada mampostería armada)	α	0,75
Coficiente α para el cálculo del periodo (sistema aporticado)	α	0,90

Periodo de vibración de la estructura:

$$T_a = C_t * (H_n)^\alpha$$

$$T_a = 0,06 * (5,60) * 0,75$$

$$T_a = 0,20 \text{ s } \textit{Mampostería Confinada y Mampostería Armada}$$

$$T_a = 0,30 \textit{ Sistema Aporticado}$$

$$T_c = 0,55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0,55 * 1,28 * \frac{1,19}{1,2}$$

$$T_c = 0,698 \text{ s}$$

$$T_c > T_a$$

$$0,7746 \text{ s} > 0,229 \text{ s}$$

Por lo tanto:

$$S_a = n * Z * F_a$$

$$S_a = 0,55 * 0,40 * 1,2$$

$$S_a = 1,19$$

Con el valor de “Sa” calculado anteriormente y los factores obtenidos de la norma (NEC-SE-DS, 2015) expresados en la tabla 36, se calcula la cortante basal de diseño.

$$V = \frac{I * S_{a(T_a)}}{R * \Phi_e * \Phi_p} * W$$

Tabla 41*Cálculo del coeficiente cortante basal estructura regular*

Parámetro	Factor	S. Aporticado	M. Confinada y M. Armada
Importancia	I	1	1
Factor de Reducción de Resistencia Sísmica	R	8	3
Irregularidad en planta	Φ_p	1	1
Irregularidad en elevación	Φ_e	1	1
Aceleración de la gravedad correspondiente al espectro de respuesta de diseño elástico	Sa	1,19	1,19
Coeficiente Basal	%V	0,149	0,397

Nota. El factor de reducción de resistencia (R) varía considerablemente de uno a otro sistema, ocasionando que el porcentaje del cortante basal aumente. Tomado de (NEC-SE-DS, 2015).

Tabla 42*Cálculo de coeficiente de cortante basal estructura irregular*

Parámetro	Factor	S. Aporticado	M. Confinada y M. Armada
Importancia	I	1	1
Factor de Reducción de Resistencia Sísmica	R	8	3
Irregularidad en planta	Φ_p	0,9	0,9
Irregularidad en elevación	Φ_e	1	1
Aceleración de la gravedad correspondiente al espectro de respuesta de diseño elástico	Sa	1,19	1,19
Coeficiente Basal	%V	0,165	0,441

Nota. La irregularidad en planta (Φ_p) para los dos sistemas estructurales ocasiona que el porcentaje del cortante basal aumente. Tomado de (NEC-SE-DS, 2015).

Capítulo V

Modelamiento de las Estructuras

Sistema Aporticado

Ingreso de Materiales

Se ingresó la fluencia del acero de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ y la resistencia del hormigón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Figura 17

Ingreso de propiedades de materiales

The image displays two side-by-side screenshots of the 'Material Property Data' dialog box. The left window is for 'Rebar' and the right is for 'Concrete'.

Property	Rebar Value	Concrete Value
Material Name	fy=4200 kg/cm²	f'c=210
Material Type	Rebar	Concrete
Directional Symmetry Type	Uniaxial	Isotropic
Material Display Color	Yellow	Grey
Material Notes	Modify/Show Notes...	Modify/Show Notes...
Material Weight and Mass	Specify Weight Density (selected)	Specify Weight Density (selected)
Weight per Unit Volume	7849.05 kg/m³	2400 kg/m³
Mass per Unit Volume	7849.047 kg/m³	2400 kg/m³
Mechanical Property Data		
Modulus of Elasticity, E	21000 kgf/mm²	2188.19 kgf/mm²
Poisson's Ratio, U	0.2	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000117 1/C	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G		911.75 kgf/mm²
Design Property Data	Modify/Show Material Property Design Data...	Modify/Show Material Property Design Data...
Advanced Material Property Data	Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...	Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...
Buttons	OK, Cancel	OK, Cancel

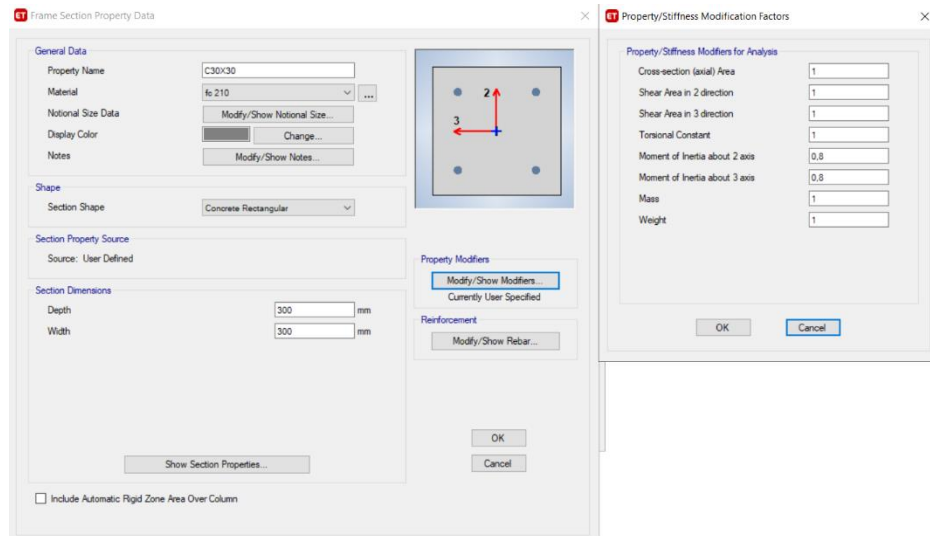
Nota. Se ingresó las mismas propiedades de materiales para la estructura de planta regular e irregular.

Ingreso de Elemento de Estructura

Para ingresar los elementos estructurales se consideró los valores de inercia de agrietada que se detalla en cada figura donde "I_g" es el valor no agrietado de la inercia de la sección transversal del elemento.

Figura 18

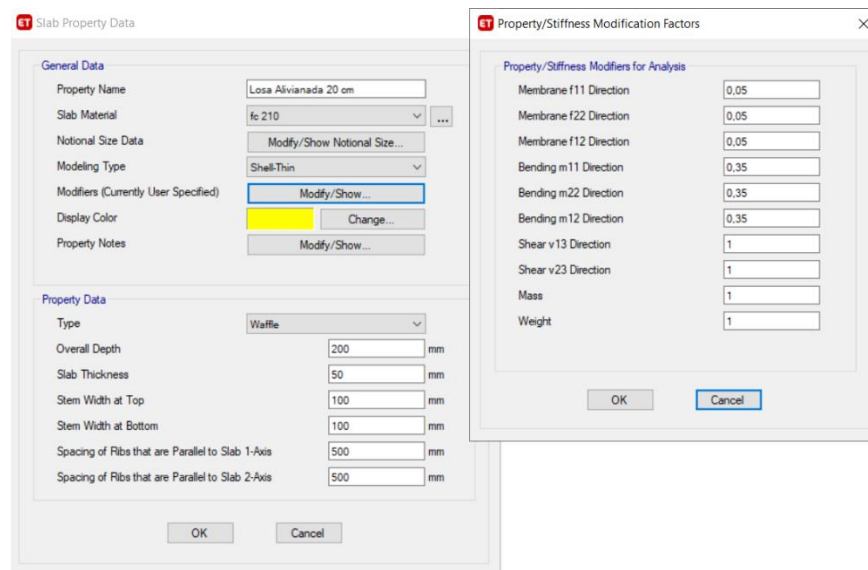
Ingreso de columnas de 30x30 en estructura regular e irregular



Nota. Se ingresó un valor de “0,8 lg” para columnas.

Figura 19

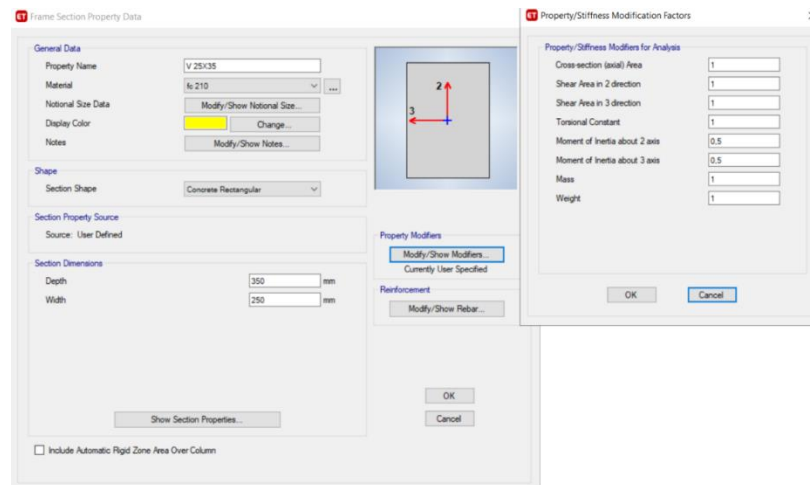
Ingreso de losa alivianada bidireccional de 20 cm de espesor en estructura regular e irregular



Nota. Se ingresó los valores de 0,05 y 0,35 como factores de modificación de losa.

Figura 20

Ingreso de vigas de 25x35 en estructura regular e irregular



Nota. Se ingresó un valor de “0,5 lg” para vigas.

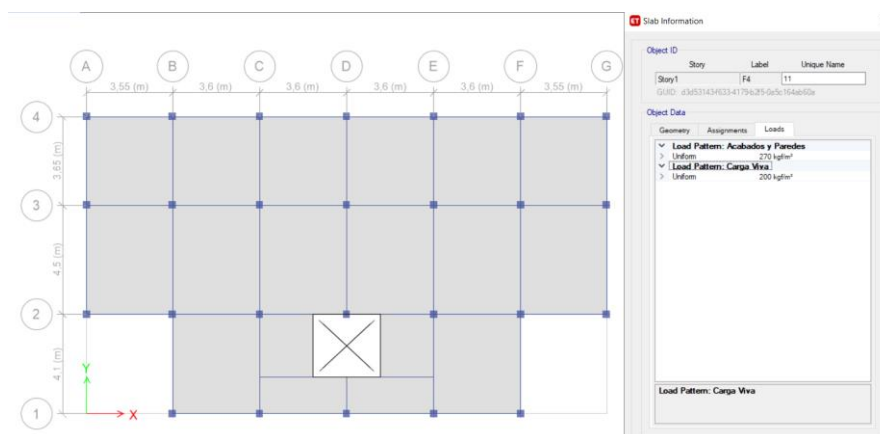
Asignación de Cargas Verticales

Carga Muerta: acabados 120 kg/ m², paredes: 150 Kg/ m²

Carga Viva: entepiso: 200 Kg/ m², cubierta: 100 Kg/ m²

Figura 21

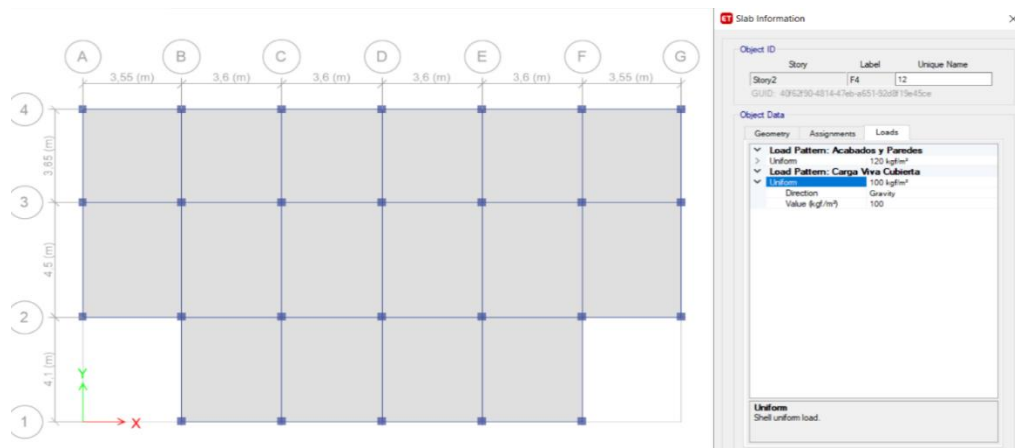
Asignación de cargas en losa de entepiso para estructura regular.



Nota. Se consideró como carga muerta la suma de acabados y paredes.

Figura 22

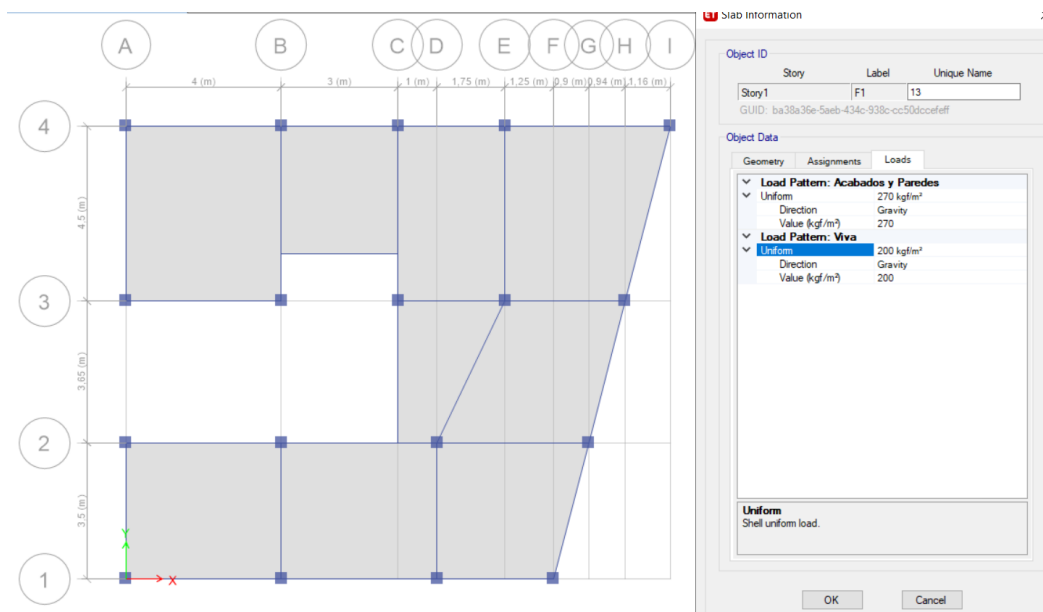
Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura regular.



Nota. Se considera peso de acabados para la losa de cubierta.

Figura 23

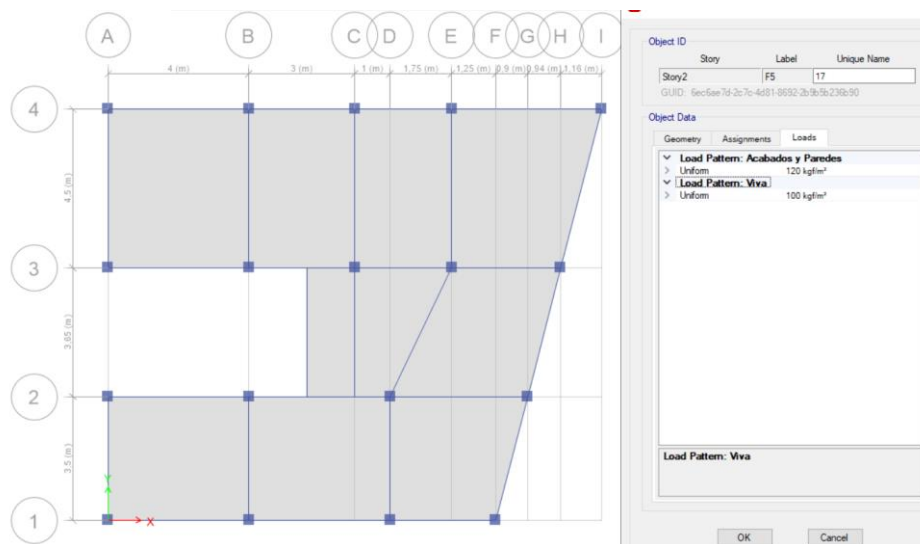
Asignación de cargas en losa de entrepiso para estructura irregular.



Nota. Se consideró como carga muerta la suma de acabados y paredes.

Figura 24

Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura irregular



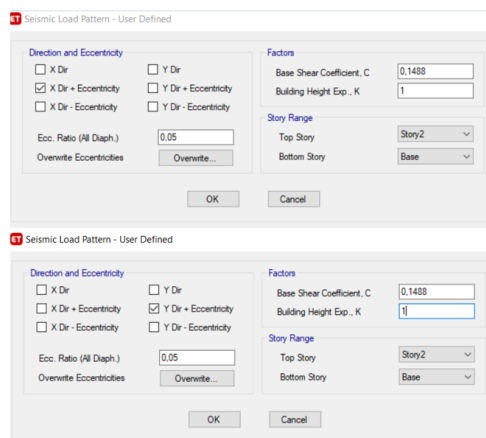
Nota. Se consideró solo el peso de acabados para la losa de cubierta.

Coefficiente Basal

Se ingresó el coeficiente del cortante basal calculado, en sentido X, Y.

Figura 25

Ingreso del coeficiente de cortante basal calculados en la Tabla 41 y Tabla 42 en sentido X, Y para la estructura regular



Nota. Se consideró la dirección y excentricidad más crítica.

Figura 26

Ingreso del coeficiente de cortante basal en sentido X, Y para la estructura irregular.

The figure shows two screenshots of the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. The top screenshot shows the 'Direction and Eccentricity' section with 'X Dir + Eccentricity' selected. The 'Factors' section shows 'Base Shear Coefficient, C' as 0.165 and 'Building Height Exp., K' as 1. The 'Story Range' section shows 'Top Story' as 'Story2' and 'Bottom Story' as 'Base'. The bottom screenshot shows the same dialog box but with 'Y Dir + Eccentricity' selected in the 'Direction and Eccentricity' section.

Nota. Se consideró la dirección y excentricidad más crítica.

Ingreso de Combinaciones de Carga

Con las cargas ingresadas, se procedió a crear las siguientes combinaciones de carga.

Figura 27

Ingreso de combinaciones de carga para la estructura regular e irregular

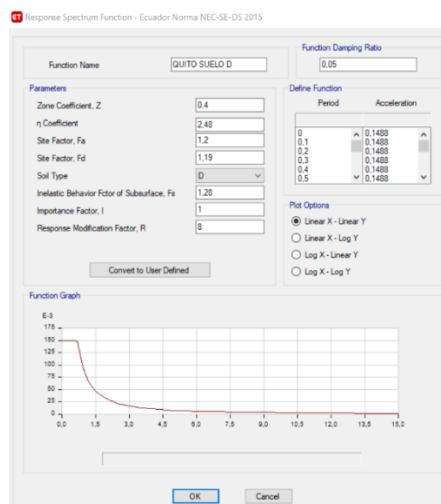
The figure shows the 'Load Combinations' dialog box. On the left, a list of combinations is shown: 1) 1.4D, 2) 1.2D+1.6L, 3) 1.2D+1.6L+0.5LC, 4) 1.2D+1L+1.6LC, 5) 1.2D+1L+1SX, 6) 1.2D+1L+1SY, 7) 1.2D+1L+1SY, 8) 1.2D+1L+1SY, 9) 1.0D+1L+1SY, 10) 1.0D+1L+1SY, 11) 1.0D+1L+1SX, 12) 1.0D+1L+1SX. Below these are 'CARGAS DE SERVICIO', 'CARGAS DE SERVICIO + SISMO +X', and 'CARGAS DE SERVICIO + SISMO +Y'. On the right, there are buttons for 'Add New Combo...', 'Add Copy of Combo...', 'Modify/Show Combo...', 'Delete Combo', 'Add Default Design Combos...', and 'Convert Combos to Nonlinear Cases...'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Nota. Se consideró las combinaciones de acuerdo (NEC-SE-DS, 2015).

Ingreso de Espectro de Diseño

Figura 28

Ingreso del espectro de diseño para la estructura regular e irregular



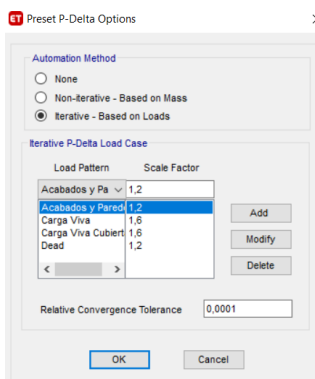
Nota. Se ingresó los factores para un suelo tipo D.

Efecto P- Delta

El efecto P-Delta se fundamenta en aplicar cargas y obtener desplazamientos, para lo cual se ingresó la combinación última.

Figura 29

Ingreso de combinaciones de carga última para efecto P-Delta



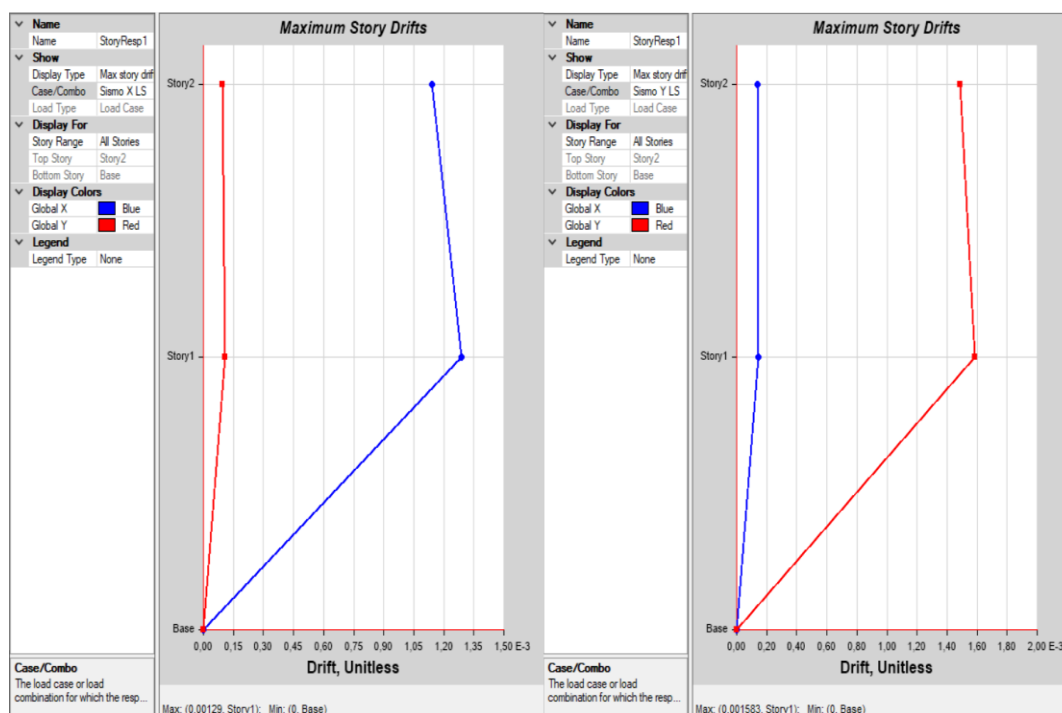
Nota. Se considera una combinación de 1,2 CM+1,6CV

Derivas

Las derivas máximas de piso debido a la aplicación de las fuerzas laterales de diseño son las siguientes:

Figura 30

Derivas de piso en sentido X e Y estructura regular



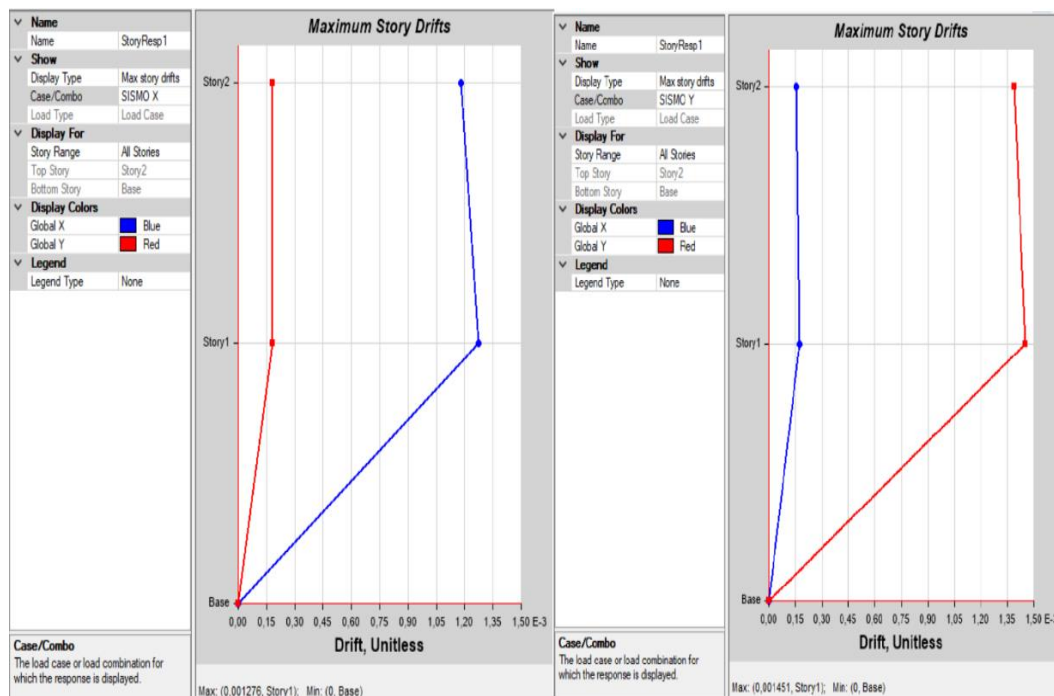
Nota. En sentido X la deriva máxima es de 0,00129, en sentido Y es de 0,001583.

- Deriva real máxima sentido X: $\Delta M = 0.75 \times 8 \times 0.00129 = 0.00774 = 0.774\%$
- Deriva real máxima sentido Y: $\Delta M = 0.75 \times 8 \times 0.001583 = 0.0094 = 0.95\%$

Las derivas máximas en los dos sentidos son menores al establecido (2%) por la norma (NEC-SE-DS, 2015).

Figura 31

Derivas de piso en sentido X e Y estructura irregular



Nota. En sentido X la deriva máxima es de 0,001276, en sentido Y es de 0, 001451.

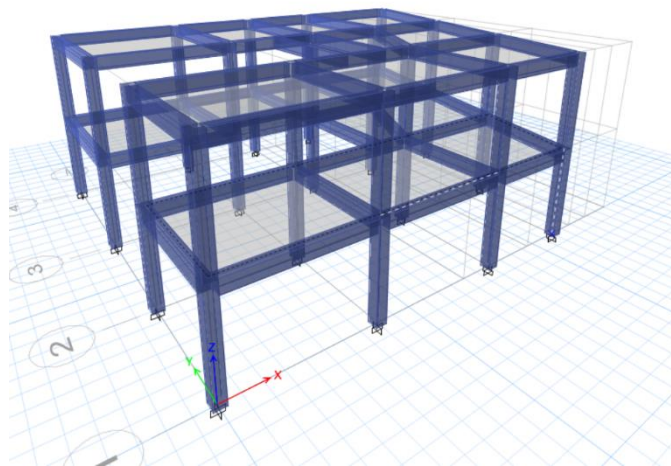
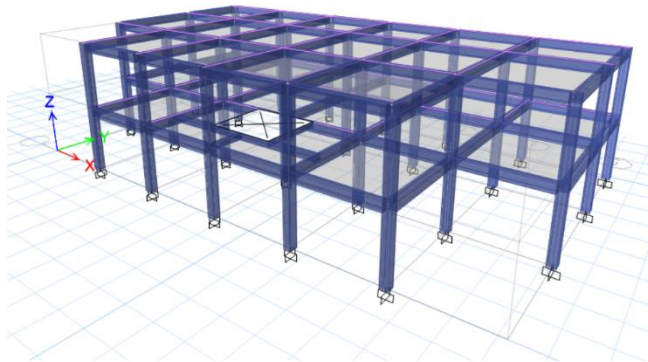
- Deriva real máxima sentido X: $\Delta M = 0.75 \times 8 \times 0.001276 = 0.00765 = 0.765\%$
- Deriva real máxima sentido Y: $\Delta M = 0.75 \times 8 \times 0.001451 = 0.0087 = 0.87\%$

Las derivas máximas en los dos sentidos son menores al establecido (2%) por la norma (NEC-SE-DS, 2015).

Modelo de la Estructura

Figura 32

Modelo matemático de estructura regular e irregular



Nota. Se presenta las vistas en 3D de las dos estructuras.

Mampostería Confinada

- Se ingresó la fluencia del acero de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ y la resistencia del hormigón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ estos valores se muestran en la Figura 33.
- Propiedades de la mampostería

Los datos tomados para la mampostería se encuentran en la Tabla 2.

Figura 33

Ingreso de propiedades de la mampostería

Nota. Se ingresó las mismas propiedades de materiales para la estructura de planta regular e irregular.

Ingreso de Elemento de Estructura

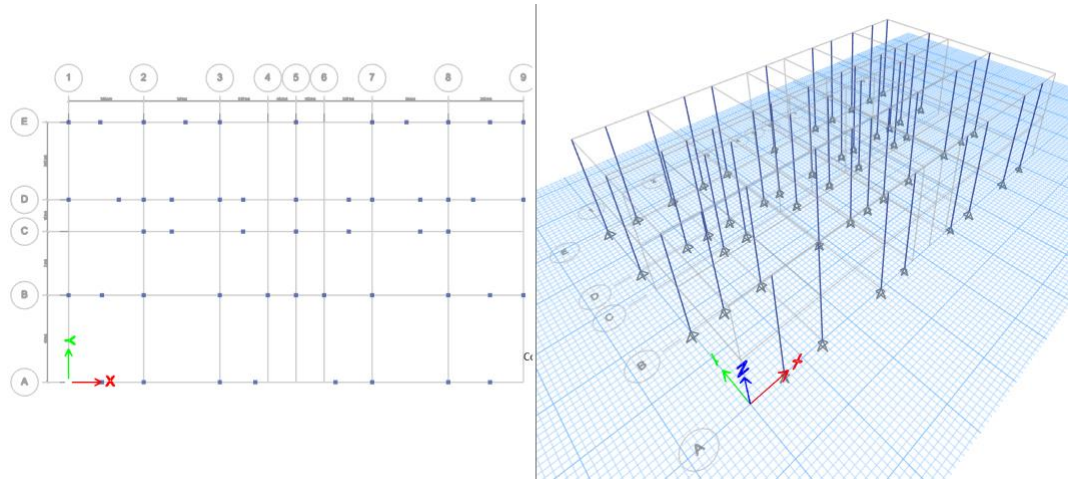
Para ingresar los elementos estructurales se consideró los valores de inercia de agrietada similares a los del sistema aporticado, que se detalla en las Figura 18, Figura 19, Figura 20 donde “ I_g ” es el valor no agrietado de la inercia de la sección transversal del elemento.

- Castillos o columnas de amarre

Para los castillos usaremos el mismo mecanismo que se usa para ingresar una columna normal mostrada en la Figura 18, pero con las dimensiones de los castillos calculados que son de 15X15 cm y también sirve para los castillos de 20X20 y 25X25

Figura 34

Disposición de los castillos para la estructura Regular.



- Dalas o vigas de amarre

Para las dalas usaremos el mismo mecanismo que se usa para ingresar vigas normales mostrada en la Figura 20, pero con las dimensiones de las dalas calculadas que son de 15X20 cm y también sirve para las dalas de 20X20 y 25X20

- Losas

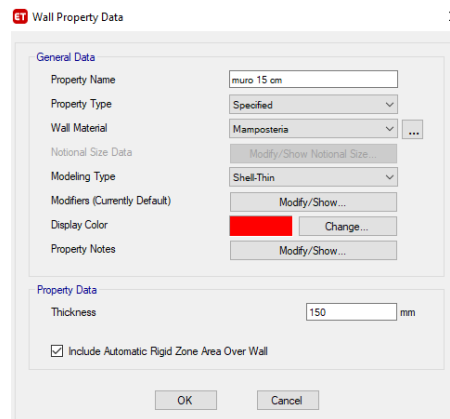
Para el ingreso de losas se ocupó el mismo mecanismo de ingreso de datos que el sistema aporticado, que es una losa de 20 cm y mostrada en la Figura 19.

- Muros Mampostería Confinada

Muros de Mampostería con espesor igual a 15 cm, esta misma configuración se puede usar para muros de 20 cm y 25 cm.

Figura 35

Ingreso de Muros de 15 cm en estructura regular e irregular



Nota. Para la estructura de planta regular e irregular.

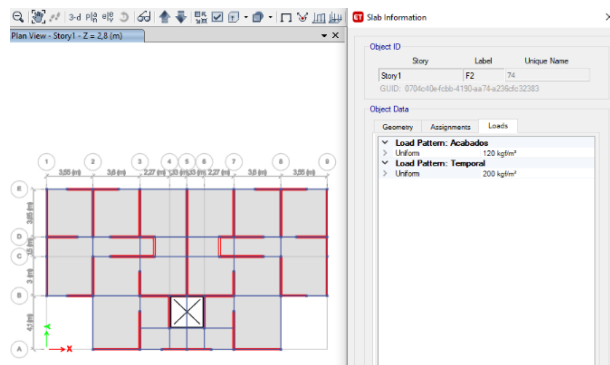
Asignación de Cargas Verticales

Carga Muerta: acabados 120 kg/ m²

Carga Viva: entepiso: 200 Kg/ m², cubierta: 100 Kg/ m²

Figura 36

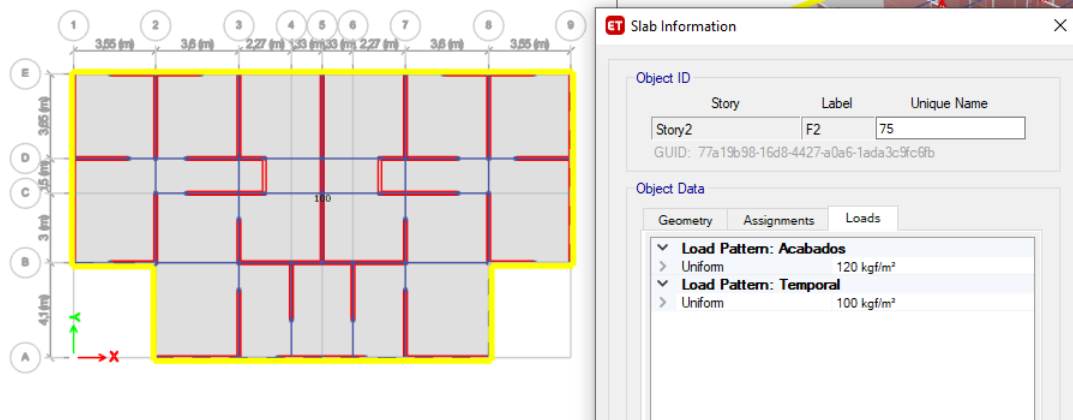
Asignación de cargas en losa de entepiso para estructura regular.



Nota. Se consideró como carga muerta solamente los acabados de la estructura.

Figura 37

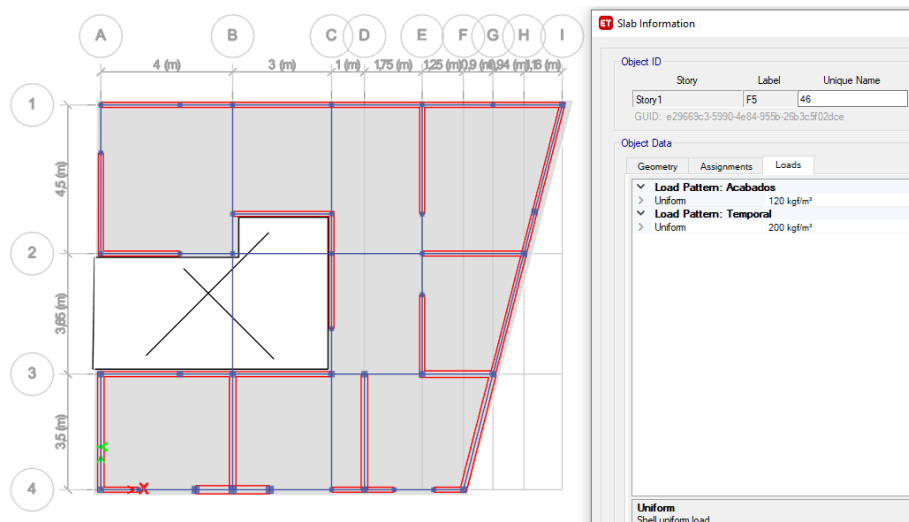
Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura regular



Nota. Se consideró como carga muerta solamente los acabados de la estructura.

Figura 38

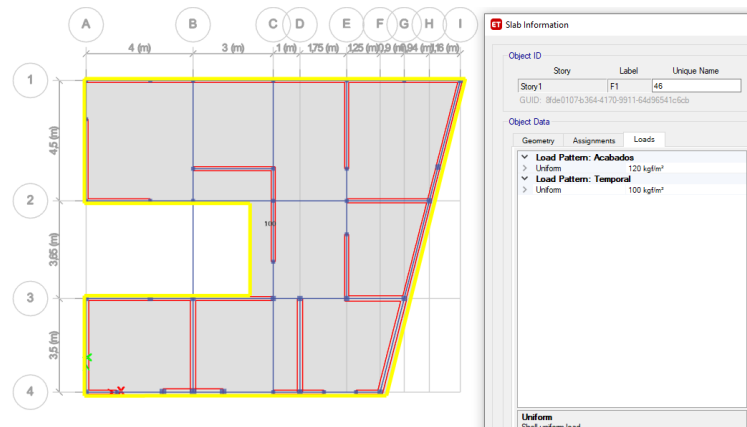
Asignación de cargas en losa de entrepiso para estructura irregular.



Nota. Se consideró solamente los acabados de la estructura.

Figura 39

Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura irregular



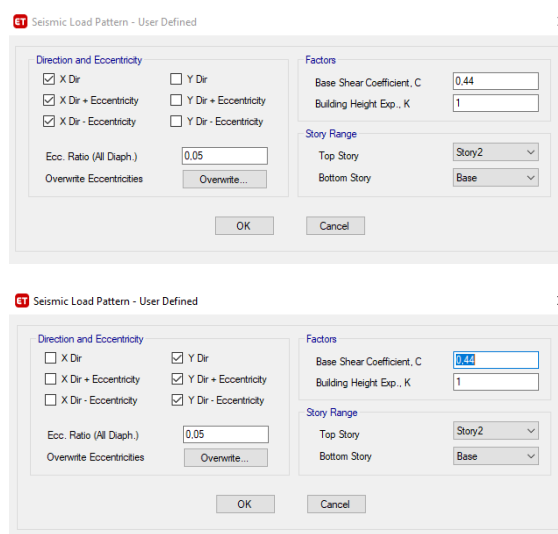
Nota. Se consideró solamente los acabados de la estructura.

Coefficiente Basal

Se ingresó el coeficiente del cortante basal calculado en la Tabla 41y Tabla 42, en sentido X, Y.

Figura 40

Ingreso del coeficiente de cortante basal en sentido X, Y para la estructura regular



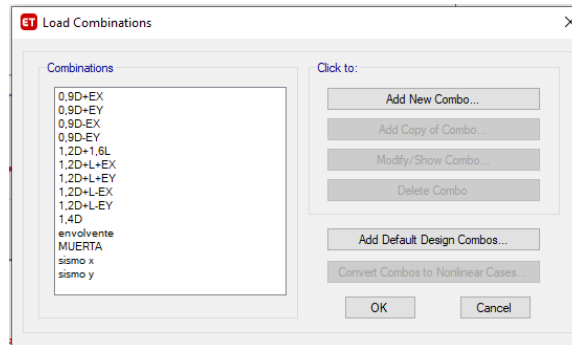
Nota: Para la estructura de planta regular e irregular.

Ingreso de Combinaciones de Carga

Con las cargas ingresadas, se procedió a crear las siguientes combinaciones de carga.

Figura 41

Ingreso de combinaciones de carga para la estructura regular e irregular

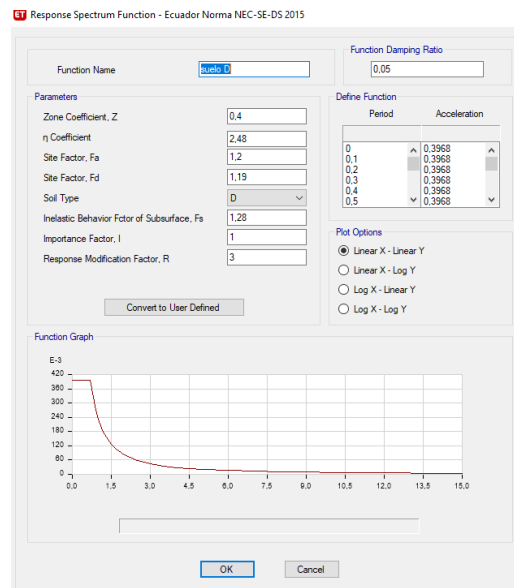


Nota: Para la estructura de planta regular e irregular.

Ingreso de Espectro de diseño

Figura 42

Ingreso del espectro de diseño para la estructura regular e irregular.

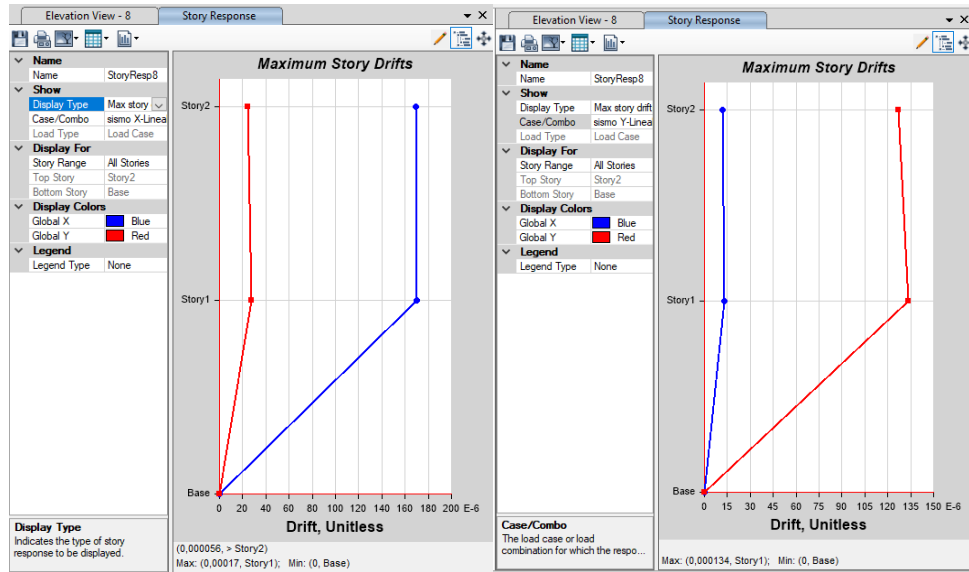


Nota. Se ingresó los factores para un suelo tipo D.

Derivas

Figura 43

Derivas de piso en sentido X e Y estructura regular

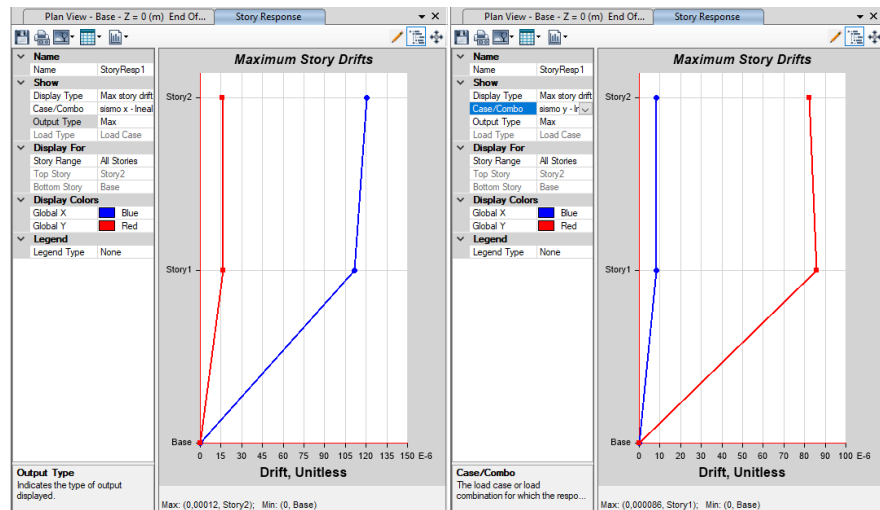


Cálculo de la deriva real = $0,00017 * R * 75\% = 0,00017 * 3 * 0,75 = 0,00038 < 0,01$ OK

Cálculo de la deriva real = $0,000134 * R * 75\% = 0,000134 * 3 * 0,75 = 0,00029 < 0,01$ OK

Figura 44

Derivas de piso en sentido X, Y estructura irregular



Cálculo de la deriva real $=0,00011 * R * 75\% = 0,00011 * 3 * 0,75 = 0,00027 < 0,01$ OK

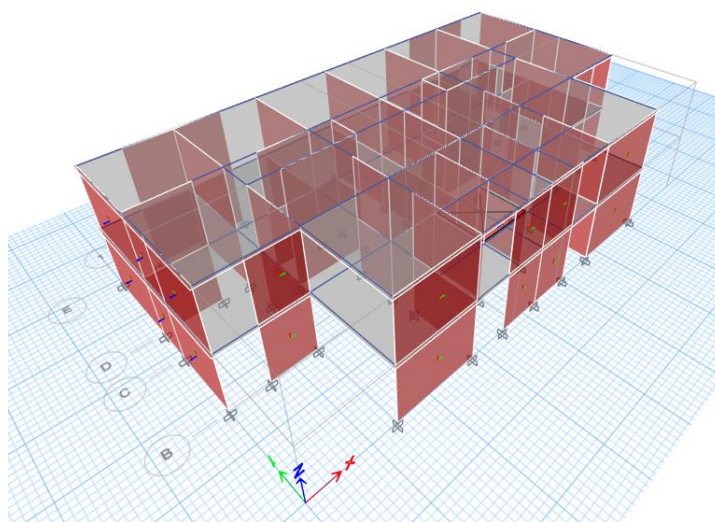
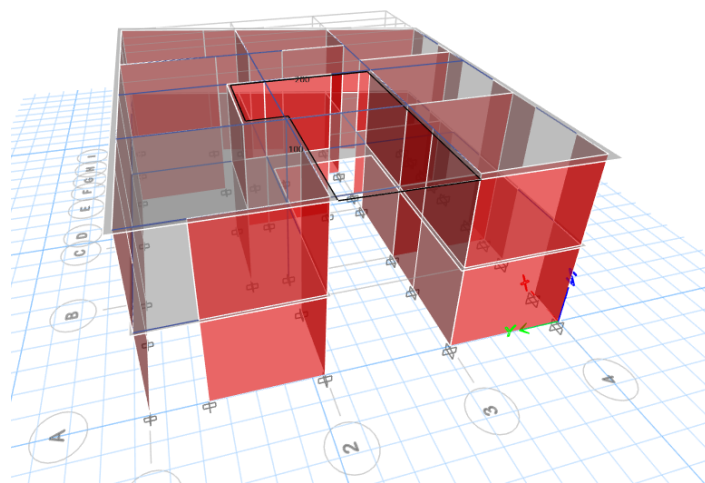
Cálculo de la deriva real $=0,0000086 * R * 75\% = 0,0000086 * 3 * 0,75 = 0,0000194 < 0,01$ OK

Las derivas máximas en los dos sentidos son menores al establecido (1%) por la norma (NEC-SE-DS, 2015).

Modelo de la Estructura

Figura 45

Modelo matemático de estructura regular e irregular



Nota. Se presenta las vistas en 3D de las dos estructuras.

Mampostería Armada

Ingreso de Materiales

Se ingresa la resistencia del hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y la resistencia de la mampostería $f'm=100 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 46

Ingreso de propiedades de materiales

The image displays two instances of the 'Material Property Data' dialog box. The left instance is for 'Hormigón fc 210 kg/cm2' (Concrete) and the right instance is for 'Mampostería fm 100 kg/cm2' (Masonry).

Property	Concrete (Hormigón)	Masonry (Mampostería)
Material Name	Hormigón fc 210 kg/cm2	Mampostería fm 100 kg/cm2
Material Type	Concrete	Masonry
Directional Symmetry Type	Isotropic	Isotropic
Material Display Color	Grey	Cyan
Material Notes	Modify/Show Notes...	Modify/Show Notes...
Material Weight and Mass	<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density <input type="radio"/> Specify Mass Density	<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density <input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	2400 kg/m ³	1800 kg/m ³
Mass per Unit Volume	2400 kg/m ³	1800 kg/m ³
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E: 2188.2 kgf/mm ² Poisson's Ratio, U: 0.2 Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000099 1/C Shear Modulus, G: 911.75 kgf/mm ²	Modulus of Elasticity, E: 900 kgf/mm ² Poisson's Ratio, U: 0.25 Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000081 1/C Shear Modulus, G: 360 kgf/mm ²
Design Property Data	Modify/Show Material Property Design Data...	Modify/Show Material Property Design Data...
Advanced Material Property Data	Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...	Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...
Modulus of Rupture for Cracked Deflections	<input checked="" type="radio"/> Program Default (Based on Concrete Slab Design Code) <input type="radio"/> User Specified	<input type="radio"/> User Specified
Buttons	OK, Cancel	OK, Cancel

Nota. Se ingresan las mismas propiedades de materiales para la estructura de planta regular e irregular.

Ingreso de Elemento de Estructura

Para ingresar los elementos estructurales se consideran los valores de inercia de agrietada que se detalla en cada figura donde "I_g" es el valor no agrietado de la inercia de la sección transversal del elemento.

Figura 47

Ingreso de muro de mampostería de 15 cm de espesor.

The image shows two dialog boxes side-by-side. The left dialog, titled 'Wall Property Data', has a 'General Data' section with fields for Property Name (Mampostería), Property Type (Specified), Wall Material (Mampostería fm 100 kg/cm2), Modeling Type (Shell-Thin), and a red display color. The 'Property Data' section has a Thickness field set to 15 cm. The right dialog, titled 'Property/Stiffness Modification Factors', lists various analysis modifiers: Membrane f11, f22, f12, Bending m11, m22, m12, Shear v13, v23, Mass, and Weight, with values ranging from 0.6 to 1.

Nota. Se ingresa un valor de “0,6 lg” para los muros.

Figura 48

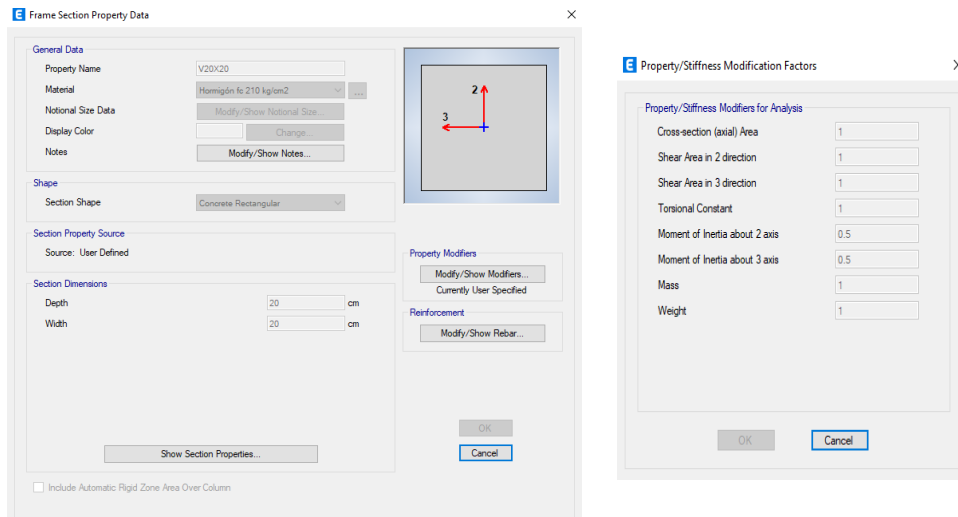
Ingreso de losa alivianada bidireccional de 20 cm de espesor en estructura regular e irregular

The image shows two dialog boxes side-by-side. The left dialog, titled 'Slab Property Data', has a 'General Data' section with Property Name (Losa Bidireccional) and Slab Material (Hormigón fc 210 kg/cm2). The 'Property Data' section has Type (Waffle) and various dimensions: Overall Depth (200 mm), Slab Thickness (50 mm), Stem Width at Top (100 mm), Stem Width at Bottom (100 mm), and Spacing of Ribs (500 mm). The right dialog, titled 'Property/Stiffness Modification Factors', lists modifiers: Membrane f11, f22, f12 (0.05), Bending m11, m22, m12 (0.35), Shear v13, v23 (1), Mass (1), and Weight (1).

Nota. Se ingresan los valores de 0,05 y 0,35 como factores de modificación de la losa.

Figura 49

Ingreso de dalas de 20X20 cm en estructura regular e irregular



Nota. Se ingresa un valor de “0,5 Ig” para dalas.

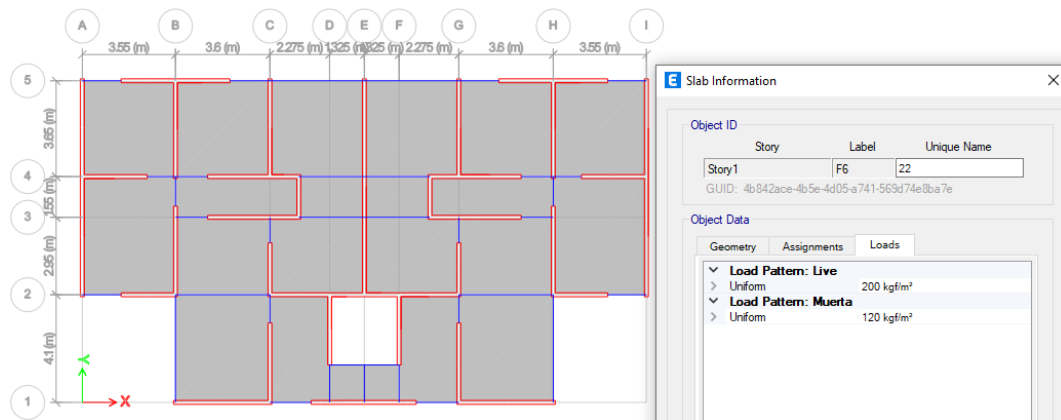
Asignación de Cargas Verticales

Carga Muerta: acabados 120 kg/ m²

Carga Viva: entepiso: 200 Kg/ m², cubierta: 100 Kg/ m²

Figura 50

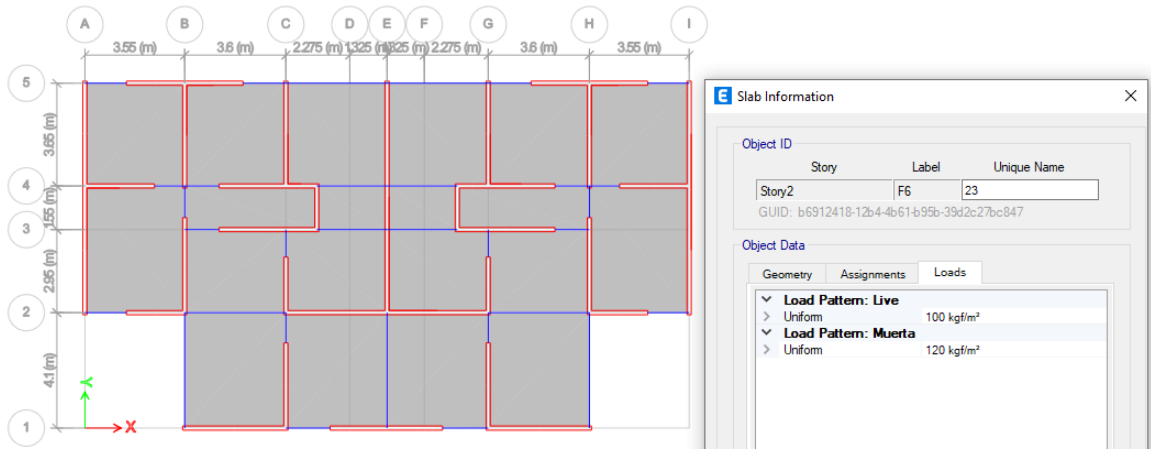
Asignación de cargas en losa de entepiso para estructura regular.



Nota. Se considera como carga muerta solo los acabados.

Figura 51

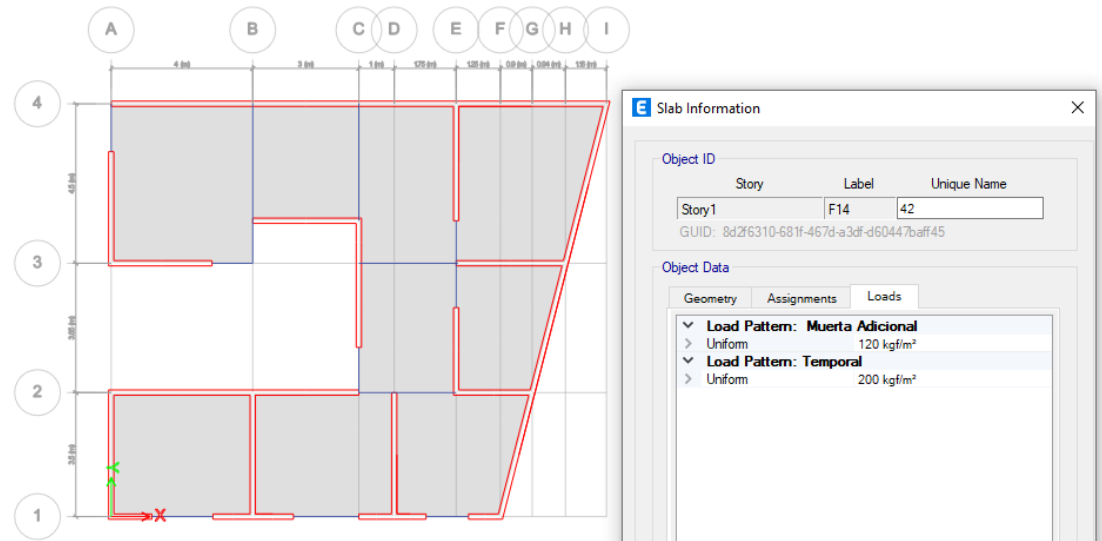
Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura regular.



Nota. Se considera como carga muerta solo los acabados.

Figura 52

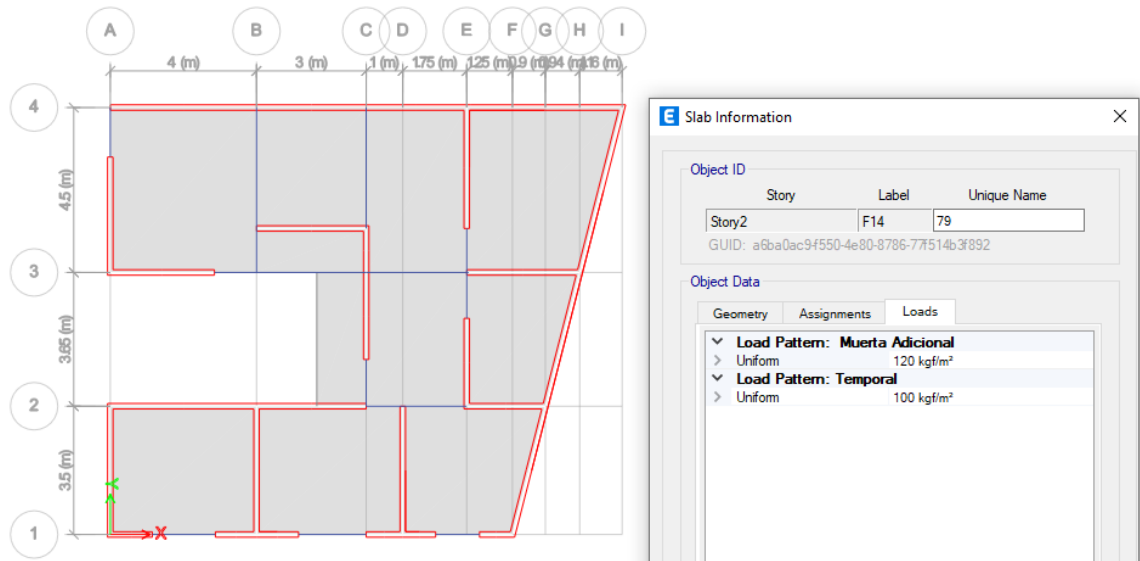
Asignación de cargas en losa de entrepiso para estructura irregular.



Nota. Se considera como carga muerta solo los acabados.

Figura 53

Asignación de cargas en losa de cubierta para estructura irregular.



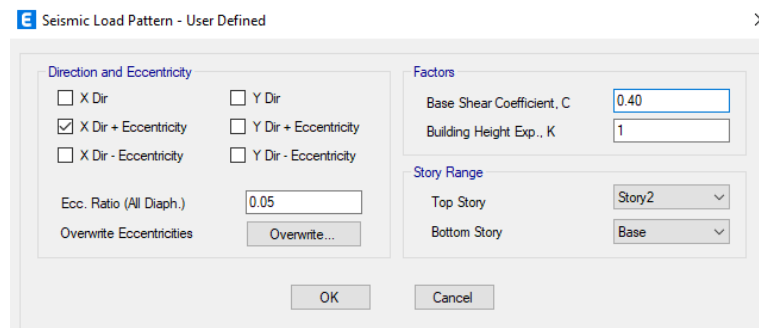
Nota. Se considera como carga muerta solo los acabados.

Coefficiente Basal

Se ingresó el coeficiente del cortante basal calculado en la Tabla 41 y Tabla 42, en sentido X, Y.

Figura 54

Ingreso del coeficiente de cortante basal en sentido X, Y para la estructura regular.



Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story

Nota. Se consideró la dirección y excentricidad más crítica.

Figura 55

Ingreso del coeficiente de cortante basal en sentido X e Y para la estructura irregular.

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story

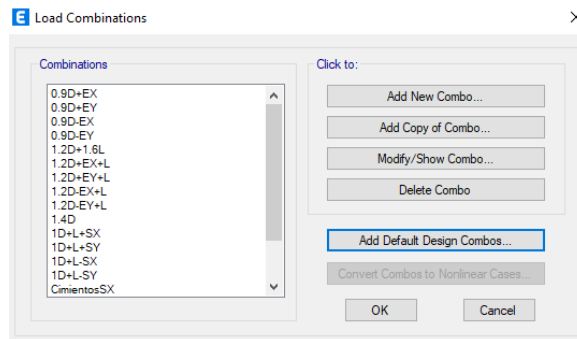
Nota. Se consideró la dirección y excentricidad más crítica.

Ingreso de Combinaciones de Carga

Con las cargas ingresadas, se procedió a crear las siguientes combinaciones de carga.

Figura 56

Ingreso de combinaciones de carga

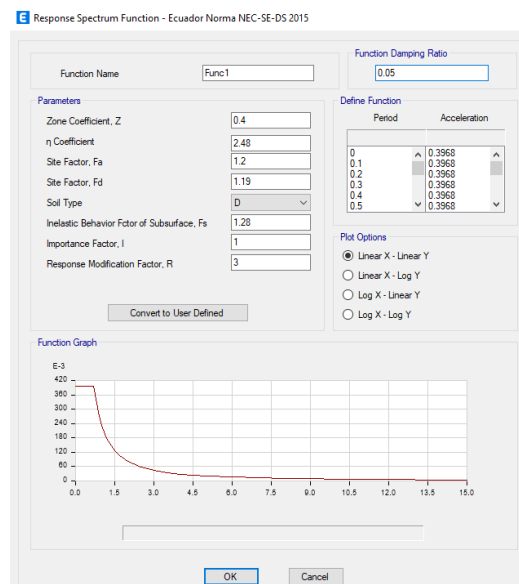


Nota. Se consideró las combinaciones de acuerdo (NEC-SE-DS, 2015).

Ingreso de Espectro de diseño

Figura 57

Ingreso del espectro de diseño para la estructura regular e irregular.



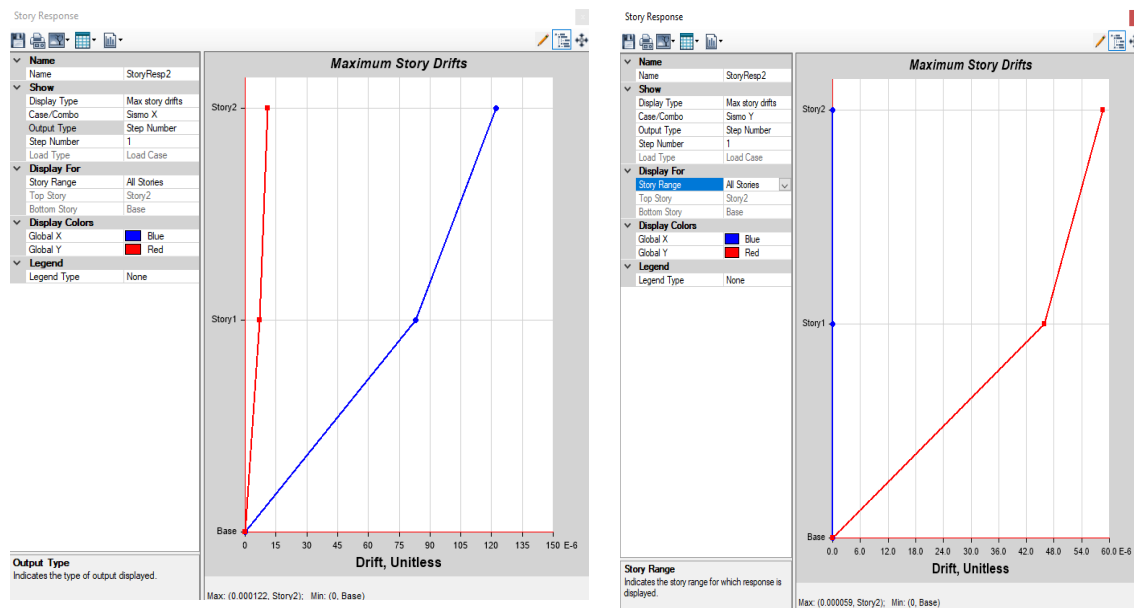
Nota. Se ingresó los factores para un suelo tipo D.

Derivas

Las derivas máximas de piso debido a la aplicación de las fuerzas laterales de diseño son las siguientes:

Figura 58

Derivas de piso en sentido X e Y estructura regular



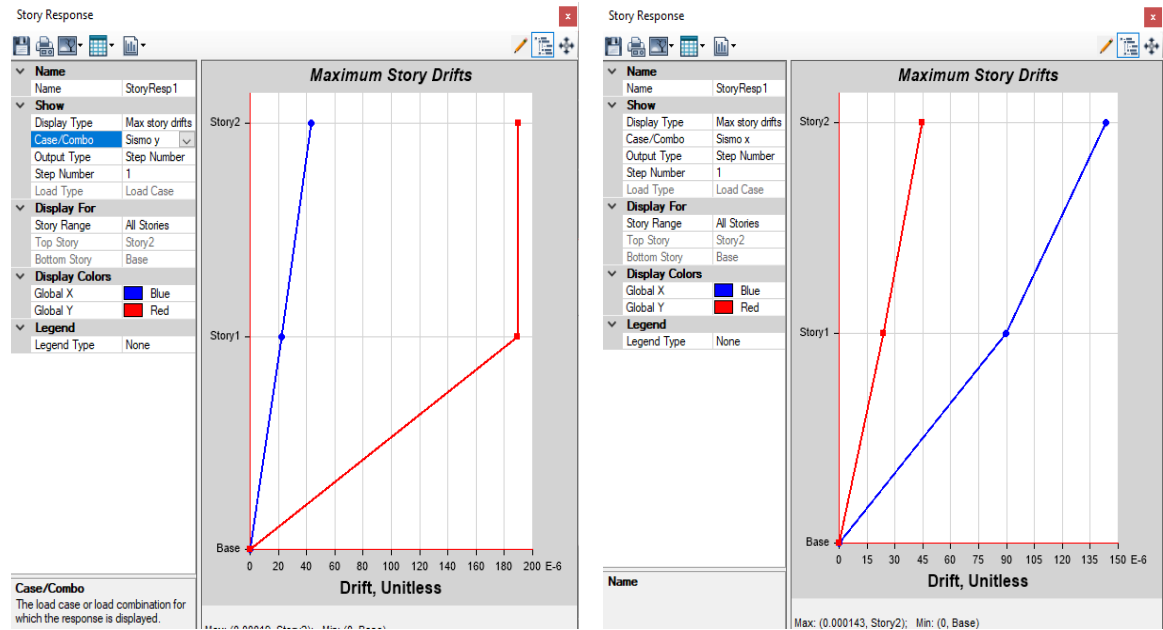
Nota. En sentido X la deriva máxima es de 0,000122, en sentido Y es de 0,000059.

- Deriva real máxima sentido X: $\Delta M = 0,75 \times 3 \times 0,000122 = 0,00027 = 0.027\%$
- Deriva real máxima sentido Y: $\Delta M = 0.75 \times 3 \times 0.000059 = 0.00013 = 0.013\%$

Las derivas máximas en los dos sentidos son menores al establecido (1%) por la norma (NEC-SE-DS, 2015).

Figura 59

Derivas de piso en sentido X e Y estructura irregular



Nota. En sentido X la deriva máxima es de 0,000143, en sentido Y es de 0,00019.

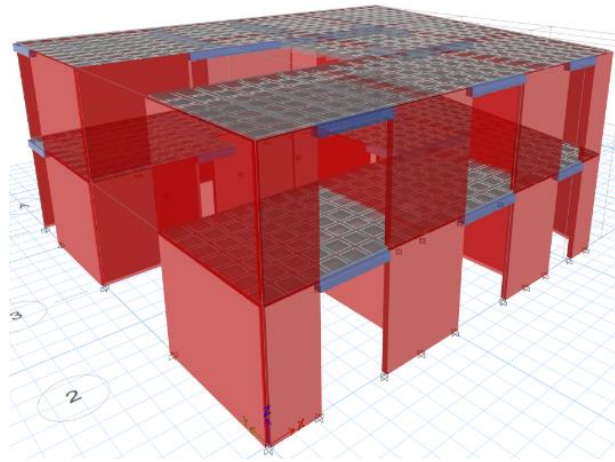
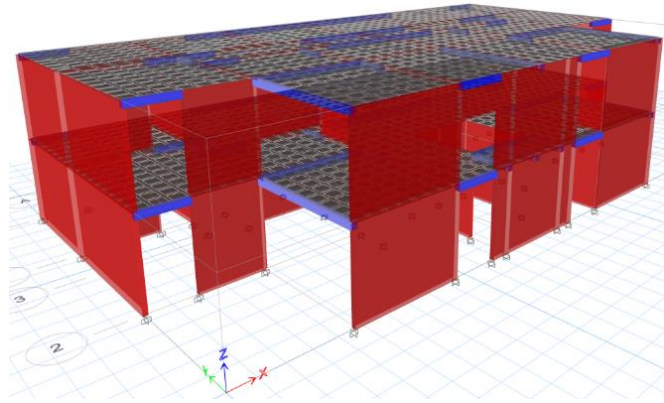
- Deriva real máxima sentido X: $\Delta M = 0,75 \times 3 \times 0,000143 = 0,00032 = 0.03\%$
- Deriva real máxima sentido Y: $\Delta M = 0.75 \times 3 \times 0.00019 = 0.00043 = 0.04\%$

Las derivas máximas en los dos sentidos son menores al establecido (1%) por la norma (NEC-SE-DS, 2015).

Modelo de la Estructura

Figura 60

Modelo matemático de estructura regular e irregular



Nota. Se presenta las vistas en 3D de las dos estructuras.

Capítulo VI

Diseño Estructural

Sistema Aporticado

Diseño de Losa Bidireccional Alivianada

La losa de entrepiso y cubierta por pre dimensionamiento es de espesor de 20cm.

Estructura Regular.

Carga de Entrepiso

$CM = \text{Peso de Losa} + \text{Peso de Acabados} + \text{Peso de paredes}$

$$CM = 0,346 \frac{Tn}{m^2} + 0,12 \frac{Tn}{m^2} + 0,15 \frac{Tn}{m^2}$$

$$CM = 0,616 \frac{Tn}{m^2}$$

$$CL = 0,20 \frac{Tn}{m^2}$$

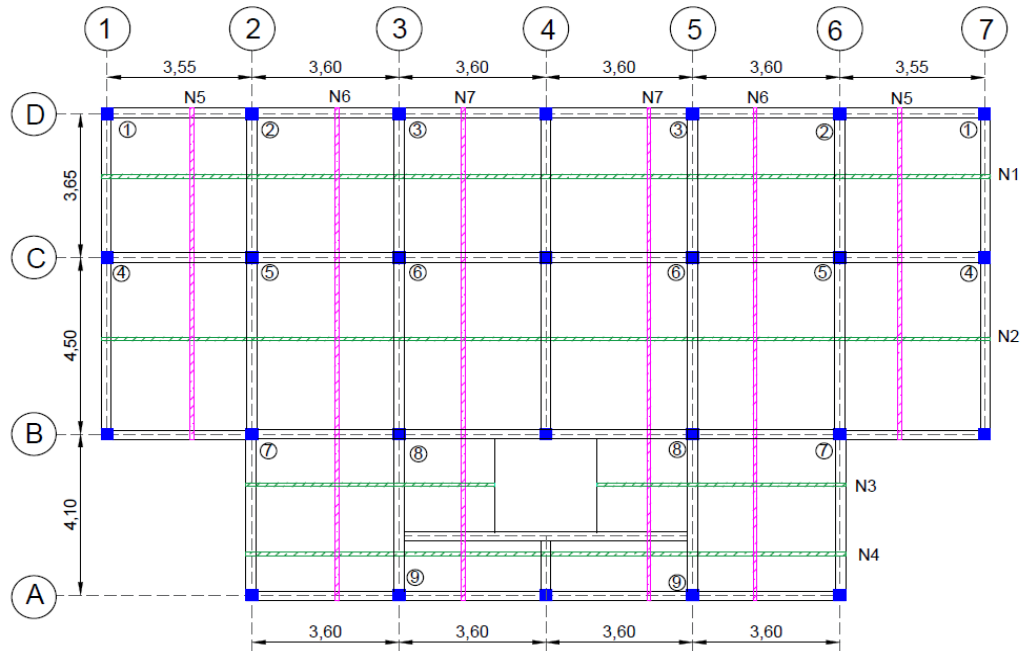
$$Wu = 1,2 * 0,616 + 1,6 * 0,20 = 1,06 \frac{T}{m^2}$$

Se diseñará ejes representativos, en cada sentido para cada vano, por lo que se determina la carga que actuará sobre cada uno, tomando los 50 cm de ancho cooperante, distancia entre nervios.

$$Wu = 0,50 \text{ m} * 1,06 \frac{T}{m^2} = 0,53 \frac{T}{m}$$

Figura 61

Distribución de los nervios en ambos sentidos



Se calculan los factores de distribución, que afectarán a la carga (w) dada para cada sentido, de la siguiente manera:

$$fd_s = \frac{L^4}{s^4 + L^4}$$

$$fd_L = \frac{s^4}{s^4 + L^4}$$

Donde:

L = es el sentido largo

S = el sentido corto

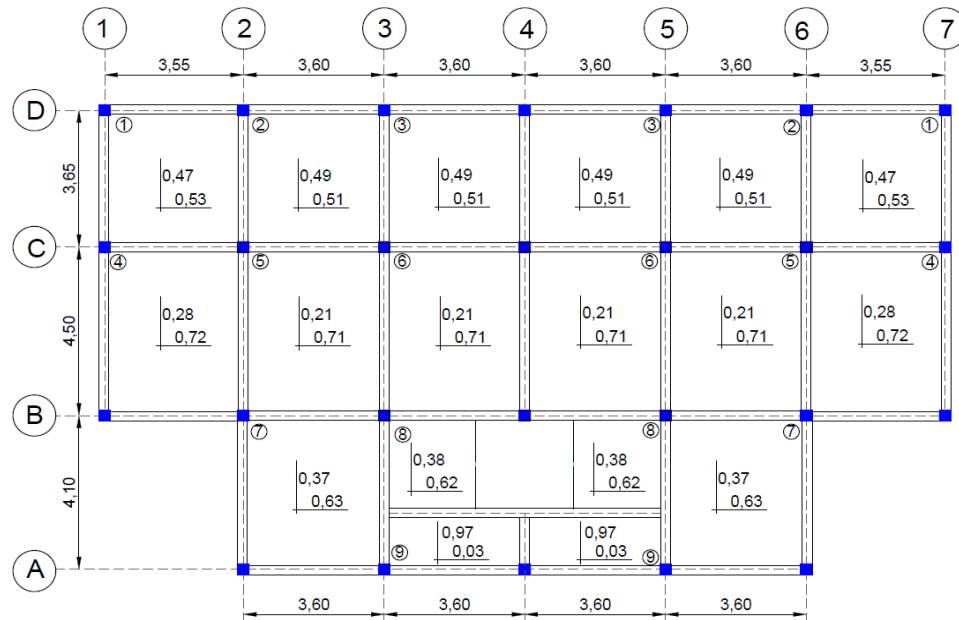
Tabla 43

Factores de distribución de carga en cada uno de los sentidos, estructura regular

Panel	L m	S m	fds	fdL	Wu s (x) T/m	Wu L (y) T/m
1	3,65	3,55	0,53	0,47	0,28	0,25
2	3,65	3,60	0,51	0,49	0,27	0,26
3	3,65	3,60	0,51	0,49	0,27	0,26
4	4,50	3,55	0,72	0,28	0,38	0,15
5	4,50	3,60	0,71	0,29	0,38	0,15
6	4,50	3,60	0,71	0,29	0,38	0,15
7	4,10	3,60	0,63	0,37	0,33	0,20
8	2,65	2,35	0,62	0,38	0,33	0,20
9	3,60	1,45	0,97	0,03	0,52	0,01

Figura 62

Ubicación de los factores de distribución, estructura regular



Momentos.

Se determina los momentos a partir de la tabla 6.5.2 de la norma (ACI 318S-14, 2014) se toman los valores que se consideraran para el diseño de un nervio representativo.

Cantidad de Acero y Armado.

A partir de los momentos obtenidos y con los datos se determina la cuantía de acero, presente en la norma (ACI 318S-14, 2014) sección 8.6.1.

$b = 10 \text{ cm} \rightarrow$ corresponde al ancho de nervio que soporta la carga

$h = 20 \text{ cm} \rightarrow$ corresponde a la altura total de la losa

$d = h - 3 \text{ cm} = 17 \text{ cm} \rightarrow$ altura efectiva

Armadura Mínima.

$$\rho = 0,85 * \frac{f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu * 10^5}{0,9 * 0,85 * f'c * b * (d^2)}} \right)$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy} = 0.0033$$

$$As_{min} = \frac{14}{fy} * b * d = 0.00333 * 10 * 17 = 0,57 \text{ cm}^2$$

Tabla 44

Resumen del armado del nervio en sentido X, estructura regular.

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	ρ	As (cm ²)	Distribución
			24	0,147	0,0014	0,567	1 Ø 10 mm
	0,28	3,55	14	0,252	0,0024	0,567	1 Ø 10 mm
1			10	0,357	0,0034	0,567	1 Ø 10 mm
	0,27	3,60	16	0,220	0,0021	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,321	0,0030	0,567	1 Ø 10 mm

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	ρ	As (cm ²)	Distribución
	0,27	3,60	16	0,220	0,0021	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,321	0,0030	0,567	1 Ø 10 mm
	0,27	3,60	16	0,220	0,0021	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,321	0,0030	0,567	1 Ø 10 mm
	0,27	3,60	16	0,220	0,0021	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,357	0,0034	0,567	1 Ø 10 mm
	0,28	3,55	14	0,252	0,0024	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,147	0,0014	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,200	0,0019	0,567	1 Ø 10 mm
	0,38	3,55	14	0,344	0,0033	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,488	0,0047	0,567	1 Ø 10 mm
	0,38	3,60	16	0,304	0,0029	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,443	0,0043	0,567	1 Ø 10 mm
2	0,38	3,60	16	0,304	0,0029	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,443	0,0043	0,567	1 Ø 10 mm
	0,38	3,60	16	0,304	0,0029	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,443	0,0043	0,567	1 Ø 10 mm
	0,38	3,60	16	0,304	0,0029	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,488	0,0047	0,567	1 Ø 10 mm

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	ρ	As (cm ²)	Distribución
	0,38	3,55	14	0,344	0,0033	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,200	0,0019	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,174	0,0016	0,567	1 Ø 10 mm
	0,33	3,55	14	0,299	0,0028	0,567	1 Ø 10 mm
3			9	0,472	0,0046	0,567	1 Ø 10 mm
	0,33	3,60	14	0,303	0,0029	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,177	0,0016	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,179	0,0017	0,567	1 Ø 10 mm
	0,33	3,60	14	0,307	0,0029	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,669	0,0066	0,567	1 Ø 10 mm
	0,52	3,60	16	0,418	0,0040	0,683	1 Ø 10 mm
4			11	0,608	0,0060	0,567	1 Ø 10 mm
	0,52	3,60	16	0,418	0,0040	0,683	1 Ø 10 mm
			10	0,669	0,0066	0,567	1 Ø 10 mm
	0,33	3,60	14	0,303	0,0029	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,177	0,0016	0,567	1 Ø 10 mm

Tabla 45

Resumen del armado de nervios en sentidos Y, estructura Regular

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (Tm)	ρ	As(cm ²)	Distribución
5	0,25	3,65	24	0,139	0,0013	0,567	1 Ø 10 mm
			14	0,238	0,0022	0,567	1 Ø 10 mm
			9	0,461	0,0045	0,758	1 Ø 10 mm
			14	0,214	0,0020	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,125	0,0012	0,567	1 Ø 10 mm
6	0,26	3,65	24	0,143	0,0013	0,567	1 Ø 10 mm
			14	0,245	0,0023	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,428	0,0041	0,699	1 Ø 10 mm
			16	0,195	0,0018	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,365	0,0035	0,592	1 Ø 10 mm
7	0,20	4,10	14	0,237	0,0022	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,138	0,0013	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,143	0,0013	0,567	1 Ø 10 mm
			14	0,245	0,0023	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,428	0,0041	0,699	1 Ø 10 mm
7	0,15	4,50	16	0,195	0,0018	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,216	0,0020	0,567	1 Ø 10 mm
			16	0,070	0,0006	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,073	0,0007	0,567	1 Ø 10 mm

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L^2/	Mu (Tm)	ρ	As(cm2)	Distribución
	0,01	1,45	14	0,002	0,0000 19	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,001	0,0000 11	0,567	1 Ø 10 mm

Chequeo a Cortante.

Se realiza el análisis a cortante de los nervios utilizando las cargas afectadas por los factores de distribución, de acuerdo a la sección 22.5 de la norma (ACI 318S-14, 2014).

$$V_{isostatico} = \frac{Wu * Ln}{2}$$

$$V_{hiperestático} = \pm \frac{Mu - Mu'}{L}$$

$$Vu = V_{isostatico} + V_{hiperestatico}$$

Esfuerzo cortante que soporta el hormigón

$$vp = 0.53 * \sqrt{f'c}$$

Para la comprobación a Corte debe cumplir la siguiente condición:

$$v_u \leq v_p \rightarrow OK \text{ (NO) requiere refuerzo a cortante}$$

Tabla 46

Comprobación de esfuerzo a corte de nervios en sentido X, estructura regular

Nervio	Wu	V Isostático	M1	M2	V Hiperestático	V total	Vu máx.	vc (kg/cm2)	vc <= Vp
	0,28	0,496	0,147	0,357	0,059	0,556			
	0,27	0,490	0,357	0,321	-0,010	0,480			
1	0,27	0,490	0,321	0,321	0,000	0,490	0,556	4,359	OK
	0,27	0,490	0,321	0,321	0,000	0,490			
	0,27	0,490	0,321	0,357	0,010	0,500			
	0,28	0,496	0,357	0,147	-0,059	0,437			
2	0,17	0,306	0,201	0,488	0,081	0,387	0,689	5,407	OK

Nervio	Wu	V Isostático	M1	M2	V Hiperestático	V total	Vu máx.	vc (kg/cm2)	vc <= Vp
	0,17	0,310	0,488	0,443	-0,013	0,298			
	0,38	0,688	0,443	0,443	0,000	0,688			
	0,38	0,677	0,443	0,443	0,000	0,677			
	0,38	0,677	0,443	0,488	0,013	0,689			
	0,17	0,306	0,488	0,201	-0,081	0,225			
	0,18	0,318	0,094	0,229	0,038	0,356			
	0,17	0,310	0,229	0,203	-0,007	0,303			
3	0,17	0,310	0,203	0,203	0,000	0,310	0,356	2,790	OK
	0,17	0,310	0,203	0,203	0,000	0,310			
	0,17	0,310	0,203	0,229	0,007	0,318			
	0,18	0,318	0,229	0,094	-0,038	0,280			
	0,33	0,598	0,180	0,431	0,070	0,668			
4	0,33	0,598	0,431	0,392	-0,011	0,587	0,668	5,240	OK
	0,33	0,598	0,392	0,431	0,011	0,609			
	0,33	0,598	0,431	0,180	-0,070	0,529			

Tabla 47

Comprobación de refuerzo a corte de nervios el sentido Y, estructura Regular

Nervio	Wu	V Isostático	M1	M2	V Hiperestático	V total	Vu máx.	vc (kg/cm2)	vc <= Vp
	0,25	0,457	0,139	0,416	0,076	0,533			
5	0,15	0,333	0,416	0,649	0,052	0,385	0,621	4,872	OK
	0,35	0,720	0,649	0,246	-0,098	0,621			
	0,26	0,470	0,143	0,171	0,008	0,478			
6	0,15	0,116	0,171	0,165	-0,004	0,111	0,632	4,935	OK
	0,36	0,536	0,165	0,451	0,095	0,632			

Nervio	Wu	V Isostático	M1	M2	V Hiperestático	V total	Vu máx.	vc (kg/cm ²)	vc <= Vp
	0,20	0,405	0,451	0,138	-0,076	0,329			
	0,26	0,470	0,143	0,171	0,008	0,478			
7	0,15	0,116	0,171	0,165	-0,004	0,111	0,632	4,935	OK
	0,36	0,536	0,165	0,451	0,095	0,632			
	0,20	0,405	0,451	0,138	-0,076	0,329			

Armadura por Temperatura y Retracción de Fraguado.

Para controlar los esfuerzos que se generan en la carpeta de compresión por efectos de cambio de temperatura, se puede utilizar una malla electrosoldada con esfuerzo de fluencia de $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$. De acuerdo (ACI 318S-14, 2014) Tabla 24.4.3.2 la cuantía mínima para barras corrugadas de $f_y < 420 \text{ MPa}$ es $\rho = 0.0018$

Espaciamiento.

De acuerdo (ACI 318S-14, 2014) el espaciamiento entre alambres de malla debe ser menor que:

$$s_{max} = \{5h; 450\}$$

$$s_{max} = 5 * 50 = 250 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Altura de compresión} = h = 5 \text{ cm} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Peralte efectivo} = d = 2.5 \text{ cm} = 25 \text{ mm}$$

Se calcula para 1m de ancho de losa

$$A_{st} = 0.0018 * b * t$$

$$A_{st} = 0.0018 * 1000 * 50$$

$$A_{st} = 90 \text{ mm}^2$$

En una sección de un 1m x 1m se requiere de 5 barras longitudinales por lado el espaciamiento es de 25cm.

$$A_s = \frac{A_{st}}{5} = \frac{90 \text{ mm}^2}{5} = 18 \text{ mm}^2 \rightarrow 1\emptyset 5 \text{ mm}$$

La malla requerida será una conformada por varillas de 5mm de diámetro separado 25 cm a cada lado.

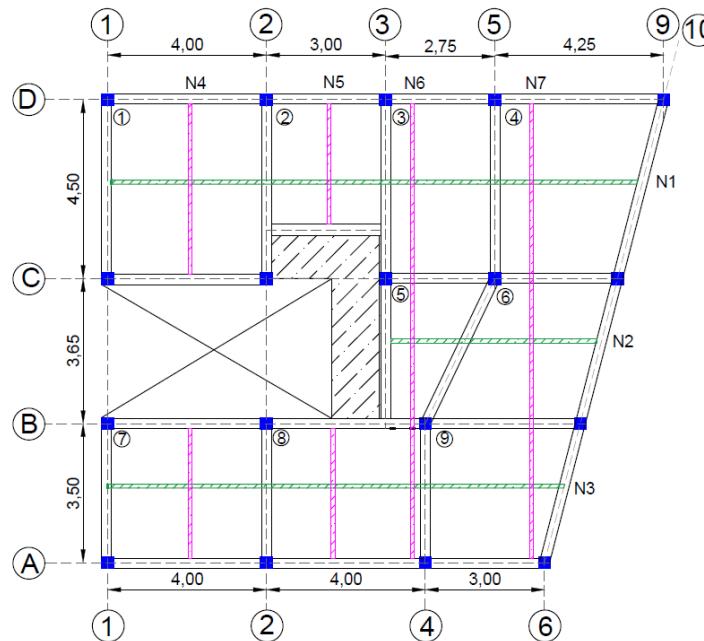
$1\emptyset 5 \text{ mm @ } 25 \text{ cm}$

Estructura Irregular.

Para la estructura irregular se identifica la distribución de nervios a ser analizados en sentido X e Y.

Figura 63

Nervios en sentido X, Y



Se calculan los factores de distribución, que afectarán a la carga (w) dada para cada sentido, de la siguiente manera:

$$fd_s = \frac{L^4}{s^4 + L^4}$$

$$fd_L = \frac{s^4}{s^4 + L^4}$$

Donde:

L = es el sentido largo

S = el sentido corto

Para la losa de entrepiso la carga es:

$$q = 1.059 T/m^2$$

Se determina la carga lineal para un ancho cooperante de 0.50m.

$$q = 1.059 \frac{T}{m^2} * 0.50m = 0.5296 T/m$$

Tabla 48

Factores de distribución y carga distribuida en cada uno de los sentidos

Panel	L	S	fds	fdL	Wu s (x)	Wu L (y)
	m	m			T/m	T/m
1	4,5	4	0,62	0,38	0,33	0,20
2	3,3	3	0,59	0,41	0,31	0,21
3	4,5	2,75	0,88	0,12	0,46	0,06
4	4,5	3,72	0,68	0,32	0,36	0,17
5	3,65	2	0,92	0,08	0,49	0,04
6	3,65	3,45	0,56	0,44	0,29	0,24
7	4	3,5	0,63	0,37	0,33	0,20
8	4	3,5	0,63	0,37	0,33	0,20
9	3,5	3,45	0,51	0,49	0,27	0,26

Momentos.

Con las cargas distribuidas para cada nervio, se determina los momentos con la tabla 6.5.2 de la norma (ACI 318S-14, 2014) se toman los valores que se consideraran para el diseño de un nervio representativo.

Cantidad de Acero y Armado.

Altura efectiva de la losa $d = 20\text{cm} - 3\text{cm} = 17\text{cm}$

Ancho del nervio $b = 10\text{cm}$

Armadura Mínima.

$$As_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} * b * d = 0.00333 * 20 * 17 = 1.13\text{cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Para un nervio} = \frac{1.13}{2} = 0.57\text{cm}^2/\text{m}$$

Armado de Nervios.

$$\rho = 0,85 * \frac{f'c}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu * 10^5}{0,9 * 0,85 * f'c * b * (d^2)}} \right)$$

$$As = \rho * b * d$$

Tabla 49

Momentos y Armadura

	Muy (-)	Muy (+)	Mux (-)	Mux (+)	Armadura Requerida (cm2/m)				Armadura Adoptada (cm2/m)			
					Asy (-)	Asx (-)	Asy (+)	Asx (+)	Asy (-)	Asx (-)	Asy (+)	Asx (+)
1	0,17	0,52	0,22	0,37	0,27	0,85	0,35	0,61	0,57	0,85	0,57	0,61
2	0,18	0,54	0,29	0,18	0,29	0,90	0,46	0,28	0,57	0,90	0,57	0,57
3	0,05	0,09	0,43	0,22	0,09	0,15	0,71	0,35	0,57	0,57	0,71	0,57
4	0,17	0,29	0,21	0,36	0,27	0,47	0,33	0,58	0,57	0,57	0,57	0,58

Chequeo a Cortante**Tabla 51***Control de Cortante Estructura Irregular*

Panel	Ln _x (m)	Ln _y (m)	h _y (m)	d Losa (m)	h corte (m)	b (cm)	V _u (kg/cm ²)	v _u (kg/cm ²)	v _c (kg/cm ²)	Control
1	4,25	3,75	1,88	0,17	1,705	20	1938,34	7,60	7,68	OK
2	3,05	2,75	1,38	0,17	1,205	20	1435,22	5,63	7,68	OK
3	4,25	2,50	1,25	0,17	1,08	20	1938,34	7,60	7,68	OK
4	4,25	3,47	1,74	0,17	1,565	20	1938,34	7,60	7,68	OK
5	3,40	1,75	0,88	0,17	0,705	20	1620,58	6,36	7,68	OK
6	3,40	3,20	1,60	0,17	1,43	20	1620,58	6,36	7,68	OK
7	3,75	3,25	1,63	0,17	1,455	20	1805,94	7,08	7,68	OK
8	3,75	3,25	1,63	0,17	1,455	20	1805,94	7,08	7,68	OK
9	3,25	3,20	1,60	0,17	1,43	20	1541,14	6,04	7,68	OK

Armadura por Temperatura y Retracción de Fraguado.

El espaciamiento

$$s_{max} = \{5h_s; 450\}$$

$$s_{max} = 5 * 50 = 250 \text{ mm}$$

Armadura.

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Altura de compresión} = h = 5 \text{ cm} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Peralte efectivo} = d = 2.5 \text{ cm} = 25 \text{ mm}$$

Se calcula para 1m de ancho de losa

$$A_{st} = 0.0018 * b * h$$

$$A_{st} = 0.0018 * 1000 * 50$$

$$A_{st} = 90 \text{ mm}^2$$

En una sección de un 1mx1m se requiere de 5 barras longitudinales por lado el espaciamiento es de 25cm

$$A_s = \frac{A_{st}}{5} = \frac{90 \text{ mm}^2}{5} = 18 \text{ mm}^2 \rightarrow 1\emptyset 5 \text{ mm}$$

La malla requerida será una conformada por varillas de 4mm de diámetro separado 25 cm a cada lado.

$$1\emptyset 5 \text{ mm @ } 25 \text{ cm}$$

Diseño de Vigas

El diseño se realiza mediante un análisis de la sección, asumiendo una distribución lineal de deformación unitaria y un bloque de compresión equivalente de según (ACI 318S-14, 2014).

La resistencia que aporte el refuerzo longitudinal en la zona de compresión será despreciada.

Para vigas construidas integralmente con los apoyos, se permite diseñar con base en los momentos en la cara de los apoyos.

Las vigas para las dos estructuras tienen dimensiones de 25X35.

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$d = 35 - 3 = 32 \text{ cm}$$

Para determinar el A_{min} :

$$\text{El mayor de: } \begin{cases} A_{s_{min(a)}} = \frac{0,80\sqrt{f_c}}{4200} * b * d = \frac{0,80\sqrt{210}}{4200} * 25 * 32 = 2,21 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{min(b)}} = \frac{14}{f_y} * b * d = \frac{14}{4200} * 25 * 32 = 2,67 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$\therefore A_{s_{min}} = 2,67 \text{ cm}^2$$

En las vigas de entrepiso se coloca de corrido $2\emptyset 14 \text{ mm} = 3,08 \text{ cm}^2$ tanto para armadura positiva y negativa.

En las vigas de cubierta se coloca $2\phi 12mm = 2,26 \text{ cm}^2$

Armadura Transversal o Estribos.

$$v_u = \frac{V_u}{\phi * b * d}$$

$$v_p = 0.53 * \sqrt{f_y} = 0.53 * \sqrt{210} = 76,8 \frac{T}{m^2}$$

\therefore Se requiere A_v mín

$$s < \begin{cases} \frac{d}{4} = \frac{32}{4} = 8 \text{ cm} \\ 6db = 6(1.4) = 8.4 \text{ cm} \end{cases}$$

$\therefore 8 \text{ cm}$

Por construcción se opta para la zona de confinamiento 5cm y en lo demás 15cm

Para determinar A_{vmin} :

$$\text{El mayor de: } \begin{cases} \frac{0,2\sqrt{f_c} * b * s}{4200} * b * d = \frac{0,20\sqrt{210}}{4200} * 25 * 5 = 0,086 \text{ cm}^2 \\ \frac{3,5 * b * s}{f_y} = \frac{3,5 * 25 * 5}{4200} = 0,10 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$\therefore A_{vmin} = 0,10 \text{ cm}^2$

$$2\phi 10mm = 1,58 \text{ cm}^2$$

$1\phi 10mm@5 \text{ cm y } 15 \text{ cm}$

Estructura Regular.

Figura 64

Acero requerido vigas de entrepiso

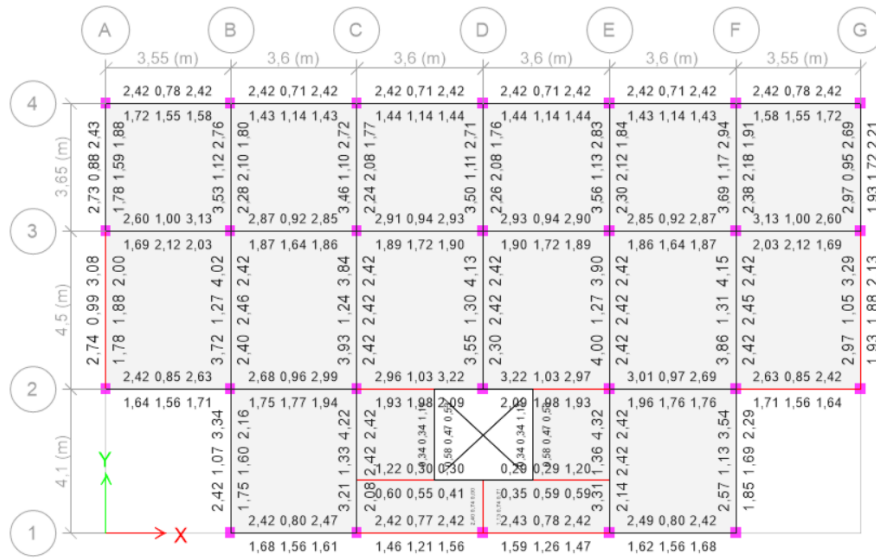
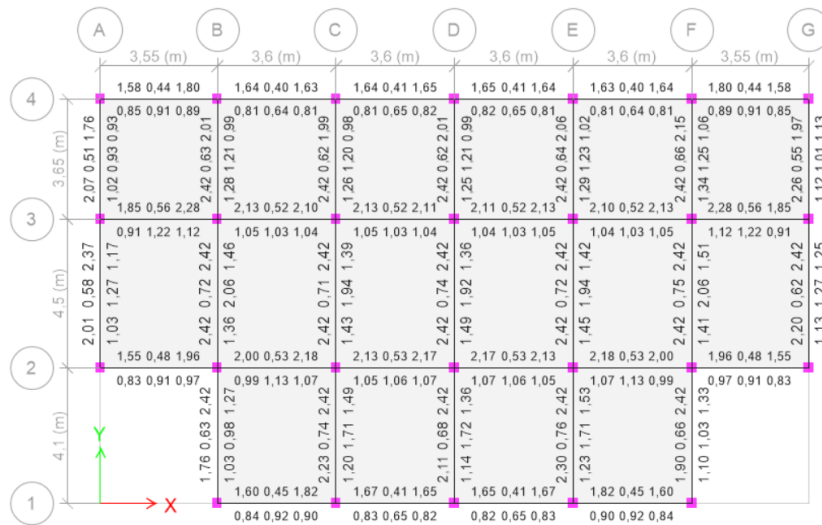


Figura 65

Acero requerido vigas de cubierta



Estructura Irregular.

Figura 66

Acero requerido vigas de entrepiso

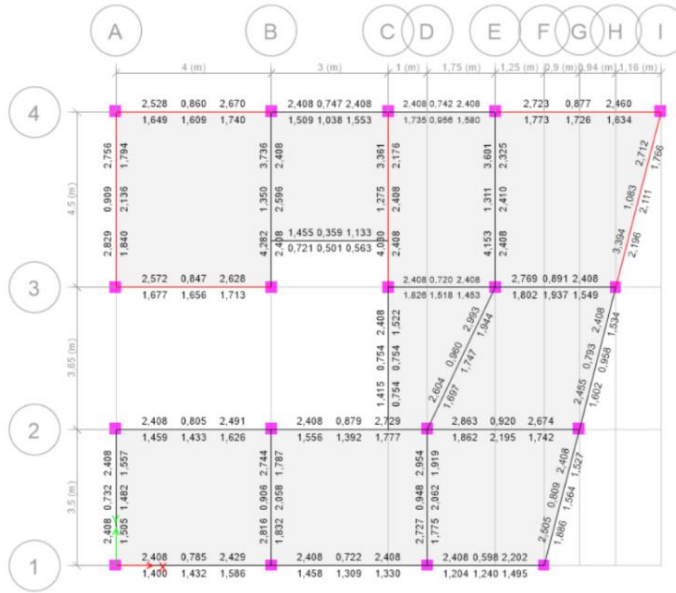
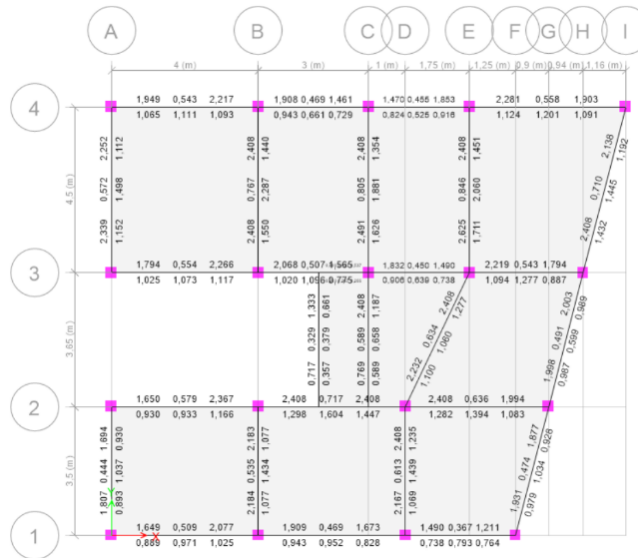


Figura 67

Acero requerido vigas de cubierta



Diseño de Columna

Para el armado de la columna se las diseño en base a las regulaciones establecidas por el código (ACI 318S-14, 2014) y la norma NEC-15, las dos estructuras tienen columnas de 30x30 cm, por lo que el proceso de diseño del armado será igual para las dos estructuras.

Refuerzo Longitudinal.

Área de sección Transversal:

$$A_g = b * h = (30) * (30) = 900 \text{ cm}^2$$

Área de acero longitudinal con una cuantía del 1%:

$$A_g = 0,01 * 900 = 9,00 \text{ cm}^2$$

Varilla de 18 mm:

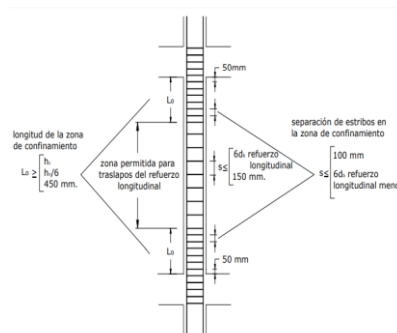
$$Asl \text{ varilla} = \frac{\pi * \phi^2}{4} = \frac{\pi * (1,8)^2}{4} = 2,5446 \text{ cm}^2$$

$$4 \phi 18 \text{ mm} \rightarrow 10,17 \text{ cm}^2$$

Refuerzo Transversal.

Figura 68

Esquema de separación de estribos



Nota. Tomado de (NEC-SE-HM, 2015).

Según la (NEC-SE-HM, 2015) en su sección 4.3.4a establece que en los elementos en flexo-compresión se debe proporcionar un confinamiento especial en una longitud ***Lo*** medida a partir de la cara de cada nudo. La longitud ***Lo*** debe cumplir:

$$Lo \geq \begin{cases} hc = \text{altura de sección transversal} \\ h_n = \text{altura libre de columna} \\ \frac{6}{450 \text{ mm}} \end{cases}$$

$$Lo \geq \begin{cases} 300 \text{ mm} \\ 250 \text{ mm} \\ \frac{6}{450 \text{ mm}} \end{cases}$$

$$Lo \geq \begin{cases} 300 \text{ mm} \\ 416.67 \text{ mm} \\ 450 \text{ mm} \end{cases}$$

Asumo $Lo = 500 \text{ mm}$

Separación de Estribos.

En zona de Confinamiento.

Según la (NEC-SE-HM, 2015) en su sección 4.3.4b establece que la separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento está dada por:

$$s \leq \begin{cases} \text{cuarta parte de dimensión menor del elemento} \\ 6 * db \\ s_0 = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right) \end{cases}$$

Donde:

s₀ = Espacia. centro a centro del refuerzo transversal dentro de una longitud *Lo*

h_x = Espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos.

$$s \leq \begin{cases} \frac{300}{4} \\ 6 * (18) \\ s_0 = 100 + \left(\frac{350 - 185}{3} \right) \end{cases}$$

$$s \leq \begin{cases} 75 \text{ mm} \\ 108 \text{ mm} \\ s_0 = 155 \text{ mm} \end{cases}$$

Asumo $s = 50 \text{ mm}$

Fuera de la Zona de Confinamiento.

$$s' \leq \begin{cases} 6 \text{ db} \\ 150 \text{ mm} \end{cases}$$

$$s' \leq \begin{cases} 6 (18) = 108 \text{ mm} \\ 150 \text{ mm} \end{cases}$$

Asumo $s' = 100 \text{ mm}$

Diseño por confinamiento.

Para el diseño por confinamiento en columnas rectangulares se toma en cuenta las siguientes ecuaciones tal y como indica la norma: (NEC-SE-HM, 2015), 4.3.4c y el código ACI, 18.7.5.4.

$$A_{sh} = 0.3 * \frac{s * b_{ch} * f'c}{f_{yt}} * \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right]$$

$$A_{sh} = 0.09 * \frac{s * b_{ch} * f'c}{f_{yt}}$$

La condición esencial para usar estas ecuaciones es:

$$P_u \leq (0.3 * A_g * f'c) \quad \text{y} \quad f'c \leq 70 \text{ MPa} \quad [ACI 18.7.5.4]$$

Donde:

$s =$ Espaciamiento entre estribos.

$bch = bcv$

$=$ Dimensión medida entre los bordes externos del refuerzo transversal (Horizontal y Vertical)

$f'c =$ Resistencia de compresión del hormigón $\left(\frac{kg}{cm^2}\right)$

$A_g =$ Área bruta de hormigón

$A_c =$ Área interior confinada

$A_{sh} =$ Área total del refuerzo transversal

Se comprueba si es correcto usar las ecuaciones:

$$29,36 * 10^3 \leq (0.3 * (30 * 30) * (210)) \quad y \quad 20.59 \text{ MPa} \leq 70 \text{ MPa} \quad [ACI 18.7.5.4]$$

\therefore Ok, se puede aplicar las ecuaciones.

Ecuación 1:

$$A_{sh} = 0.3 * \frac{(10) * (30 - 4(2)) * (210)}{(4200)} * \left[\frac{(30 \times 30)}{(30 - 4(2)) * (30 - 4(2))} - 1 \right]$$

$$A_{sh} = 2,83 \text{ cm}^2$$

Ecuación 2:

$$A_{sh} = 0.09 * \frac{(10) * (30 - 4(2)) * (210)}{4200}$$

$$A_{sh} = 0,99 \text{ cm}^2$$

Se escoge el valor mayor

$$A_{sh} = 2,83 \text{ cm}^2$$

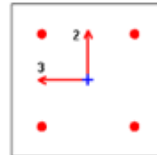
\therefore Se requiere 2 ramas ϕ 12 mm en cada sentido

Figura 69

Diseño de columna crítica proporcionado por software estructural

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-14 Column Section Design



Column Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (mm)	LLRF	Type
Story1	C23	51	C30X30	ENVOLVENTE	2400	2800	0.656	Sway Special

Section Properties

b (mm)	h (mm)	dc (mm)	Cover (Torsion) (mm)
300	300	59	27.3

Material Properties

E_c (kgf/cm ²)	F_c (kgf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/cm ²)	f_{yk} (kgf/cm ²)
218819	210	1	4200	4200

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_{cTres}	$\Phi_{cSpiral}$	Φ_{Vns}	Φ_{Vs}	Φ_{VJoint}	Ω_c
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u tonf	Design M_{u2} tonf-m	Design M_{u3} tonf-m	Minimum M2 tonf-m	Minimum M3 tonf-m	Rebar Area cm ²	Rebar % %
29.3604	-3.5917	0.0881	0.7117	0.7117	9	1

Axial Force and Biaxial Moment Factors

	C_m Factor Unitless	δ_{ns} Factor Unitless	δ_s Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length mm
Major Bend(M3)	0.353681	1	1	1	2400
Minor Bend(M2)	1	1.077736	1	1	2400

Shear Design for V_{u2} , V_{u3}

	Shear V_u tonf	Shear ΦV_c tonf	Shear ΦV_s tonf	Shear ΦV_p tonf	Rebar A_s/s cm ² /m
Major, V_{u2}	2.1093	5.134	0	2.1093	0
Minor, V_{u3}	2.9443	5.134	1.9062	2.9443	2.51

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Force tonf	Shear $V_{c,Top}$ tonf	Shear $V_{c,Bot}$ tonf	Shear ΦV_c tonf	Joint Area mm ²	Shear Ratio Unitless
Major Shear, V_{u2}	0	2.1093	19.2273	58.7896	90000	0.327
Minor Shear, V_{u3}	0	2.9443	22.4086	58.7896	90000	0.381

(6/5) Beam/Column Capacity Ratio

Major Ratio	Minor Ratio
0.487	0.679

Chequeo de cuantía.

Figura 70

Chequeo de cuantía, ejes A y B en estructura regular

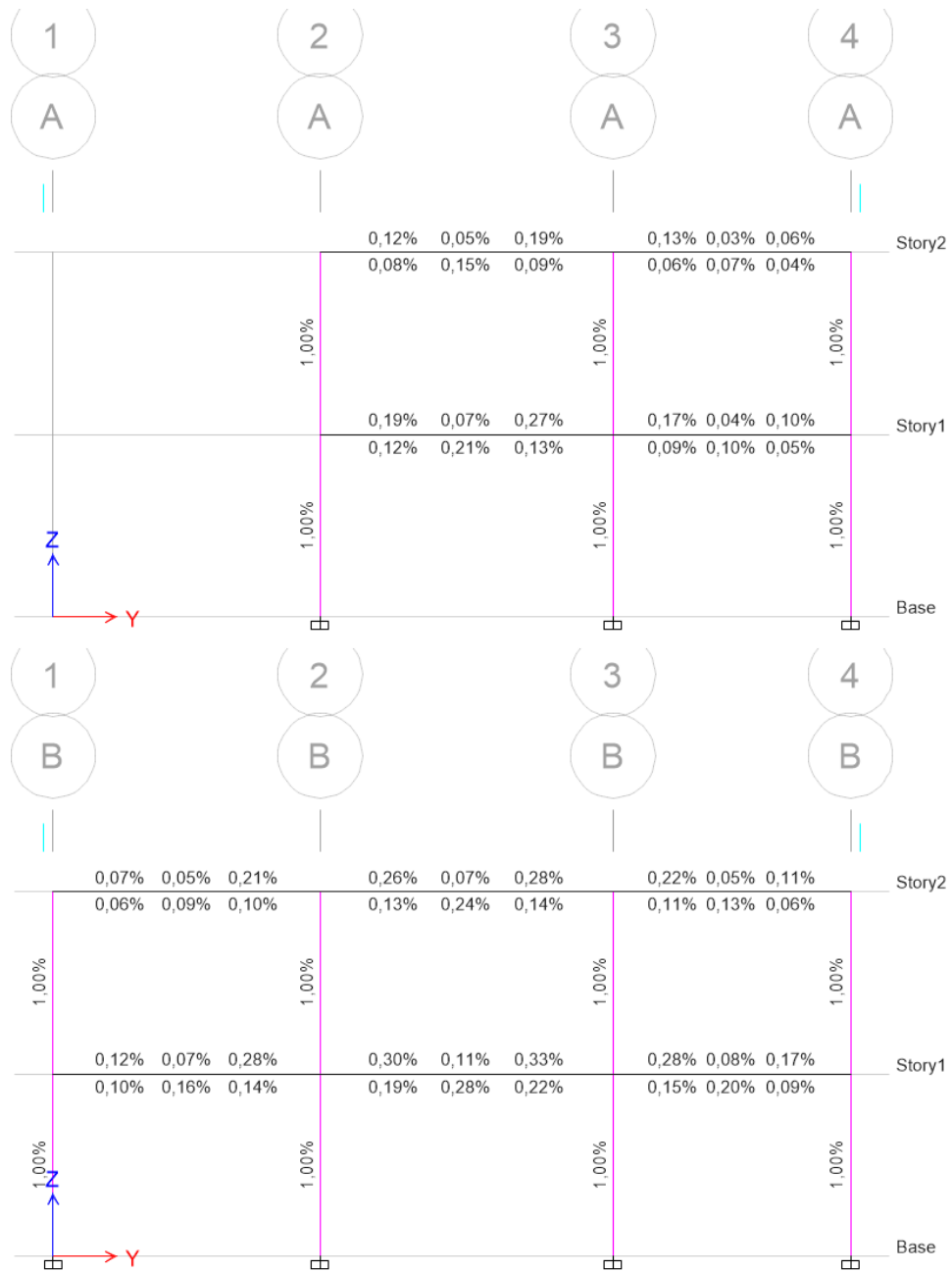


Figura 71

Chequeo de cuantía, ejes C y D en estructura regular

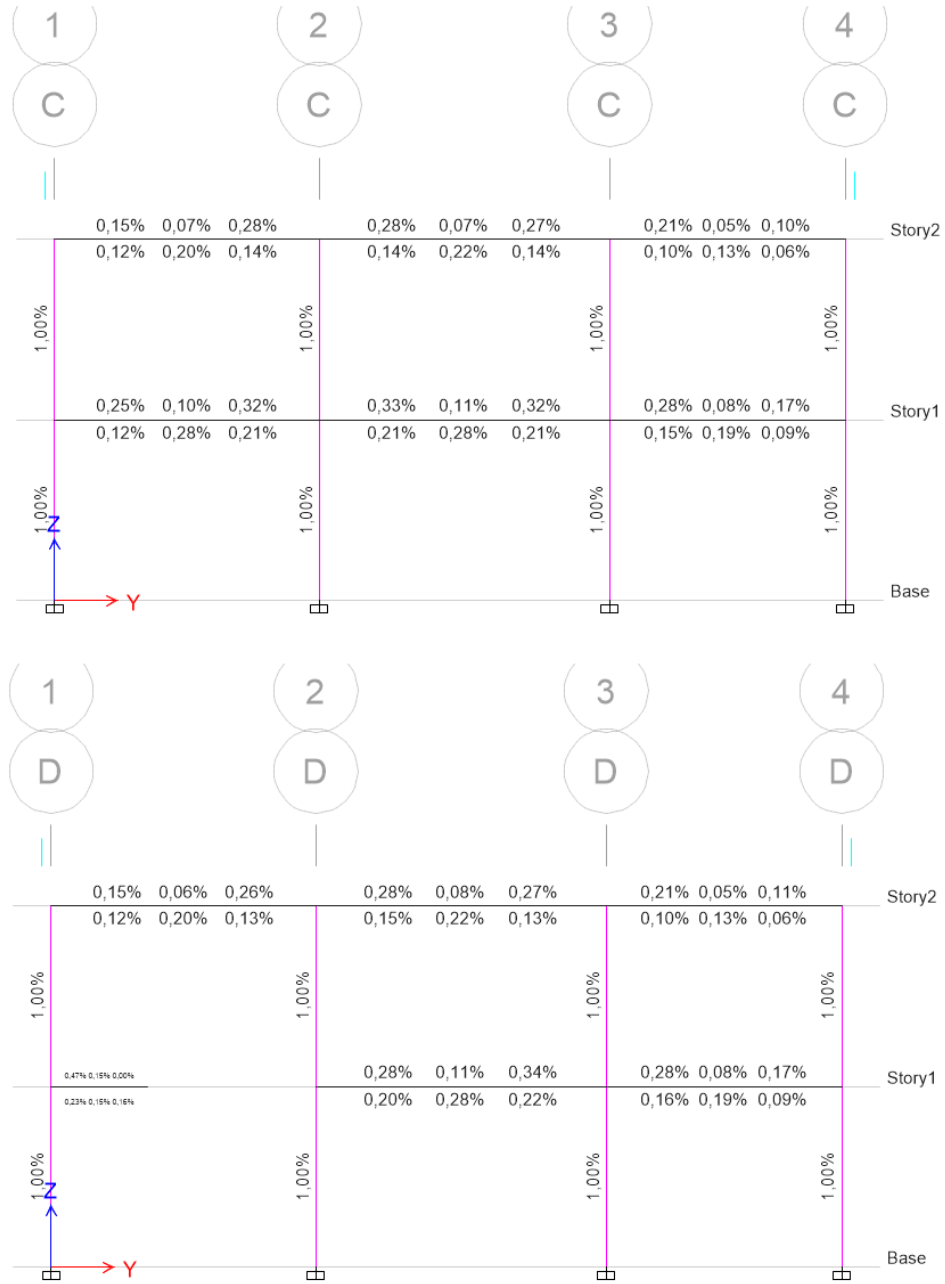


Figura 72

Chequeo de cuantía, ejes E, F y G en estructura regular

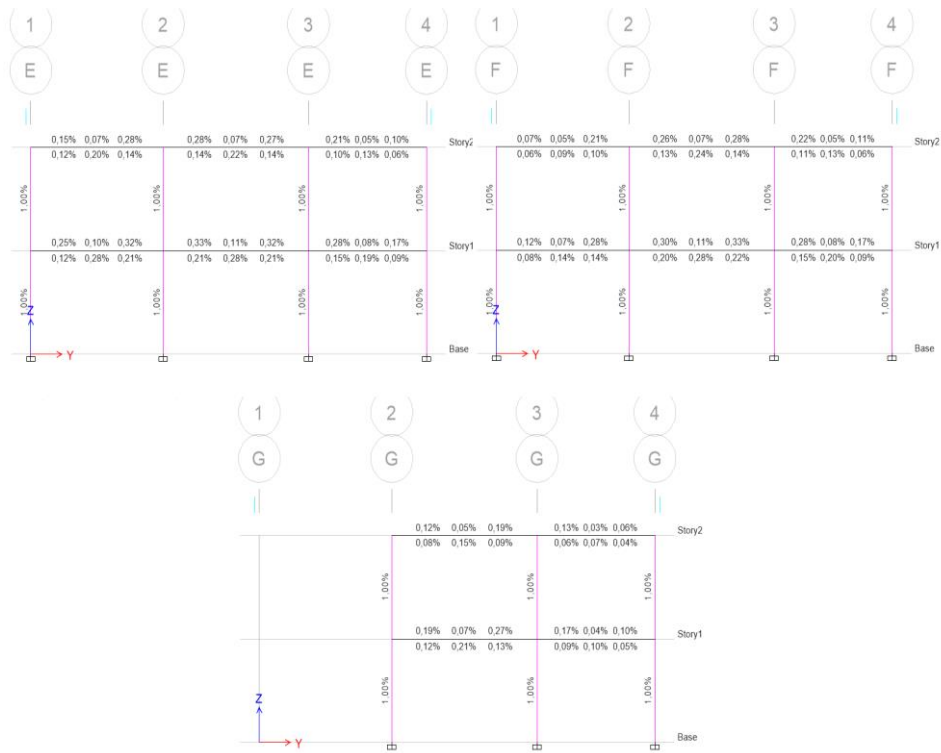


Figura 73

Chequeo de cuantía, eje A en estructura irregular

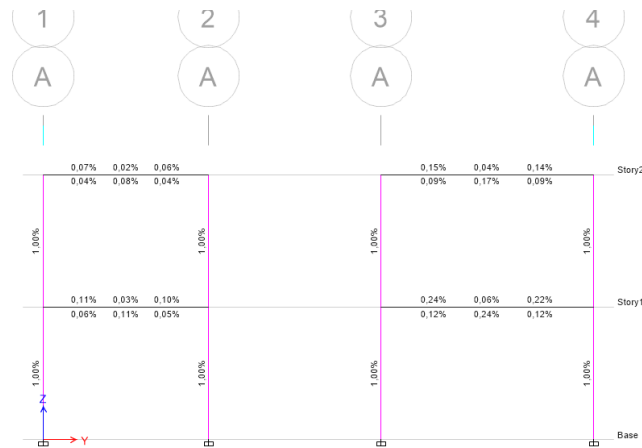


Figura 74

Chequeo de cuantía, ejes B y C en estructura irregular

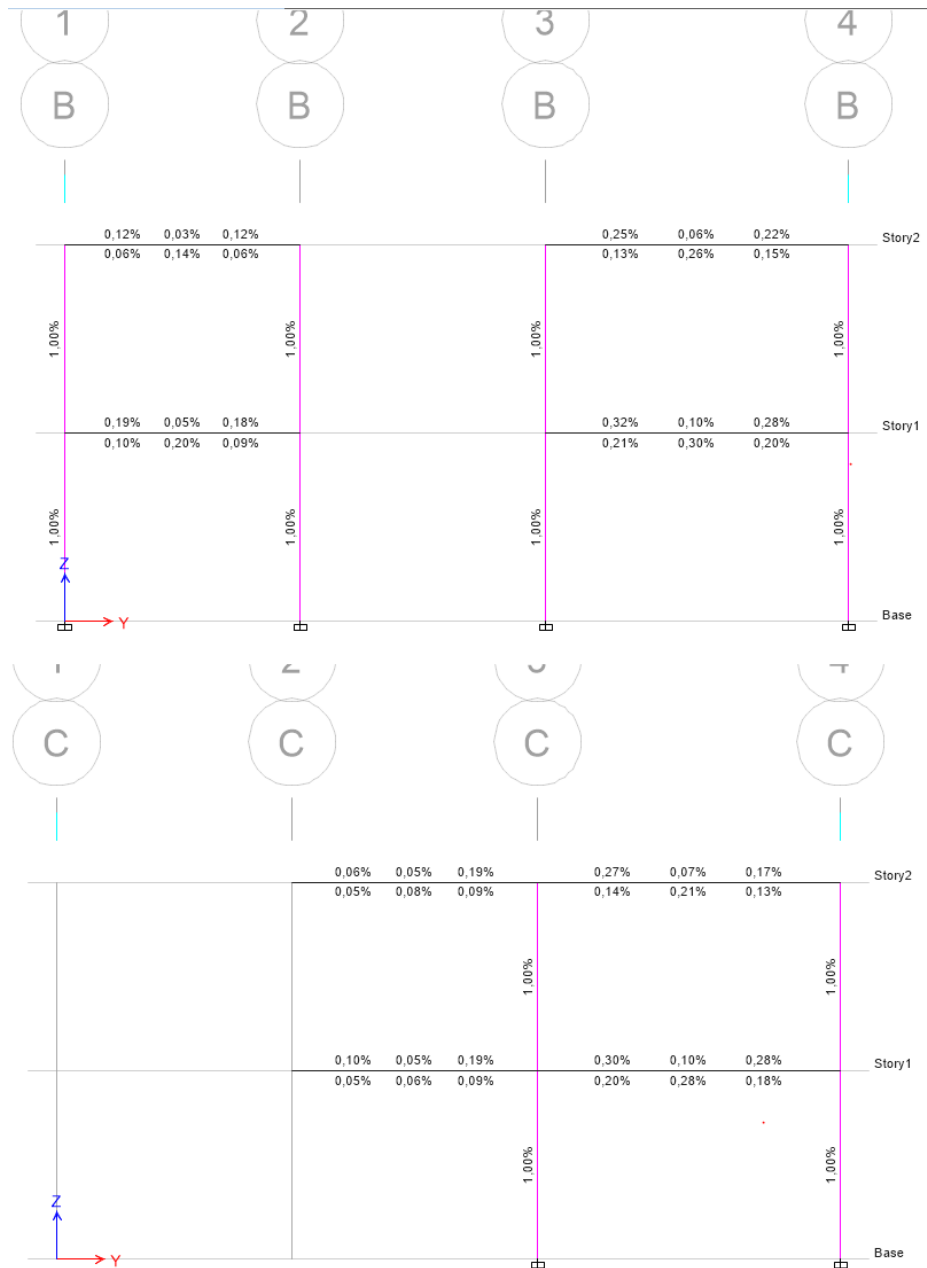


Figura 75

Chequeo de cuantía, ejes D y E en estructura irregular

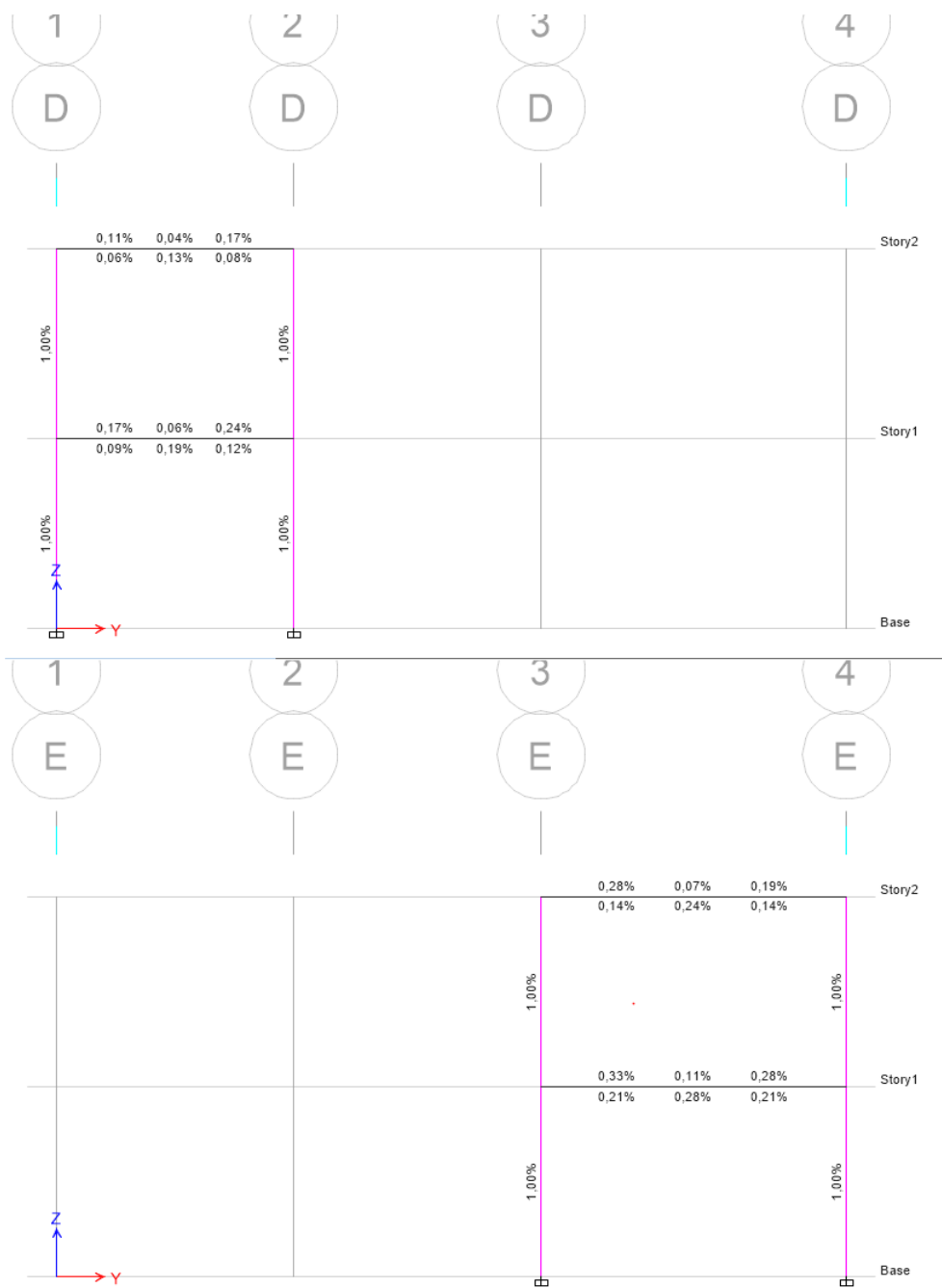
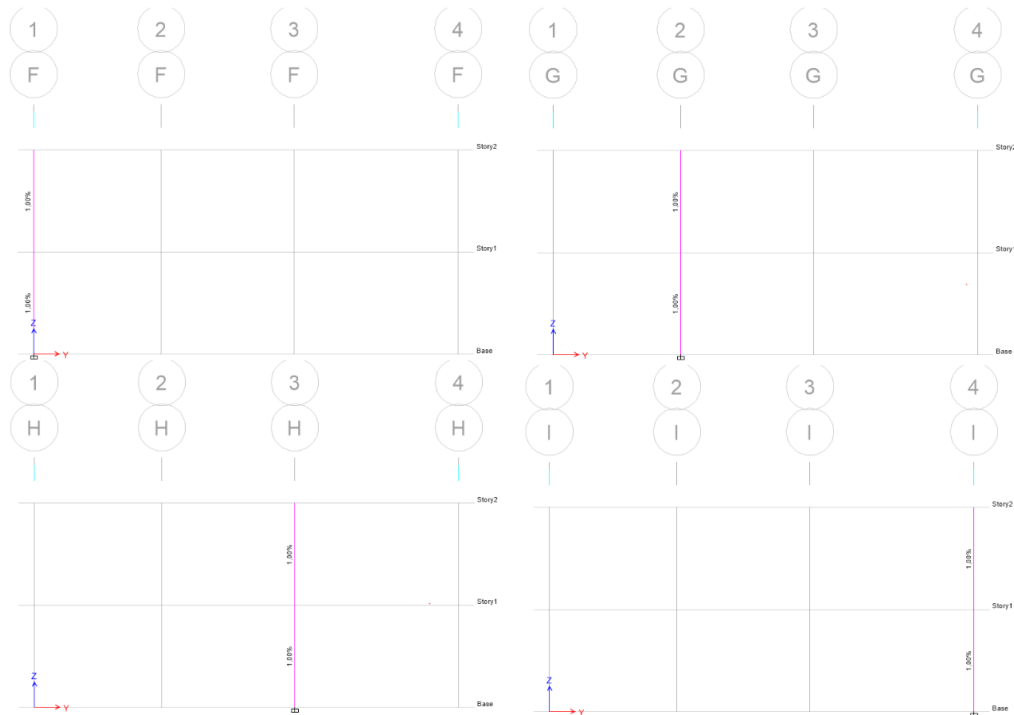


Figura 76

Chequeo de cuantía, ejes F, G, H, I en estructura irregular



Chequeo de columna fuerte-viga débil.

El código ACI318-14 indica que para cumplir el principio de columna fuerte-viga débil se debe cumplir con la siguiente expresión:

$$\Sigma M_{nc} \geq (6/5)\Sigma M_{nb}$$

Para la evaluación de la expresión indicada, los momentos resistentes de las vigas deberán oponerse a los momentos resistentes de las columnas. Para que se cumpla esta revisión, todos los valores deben ser mayores a 1,20.

Sin embargo, si alguna columna no cumple con la condición, deberá llevar refuerzo transversal de confinamiento en toda su longitud y no se considerará como parte del sistema que resiste cargas laterales.

Figura 77

Chequeo de columna fuerte-viga débil, ejes A, B en estructura regular

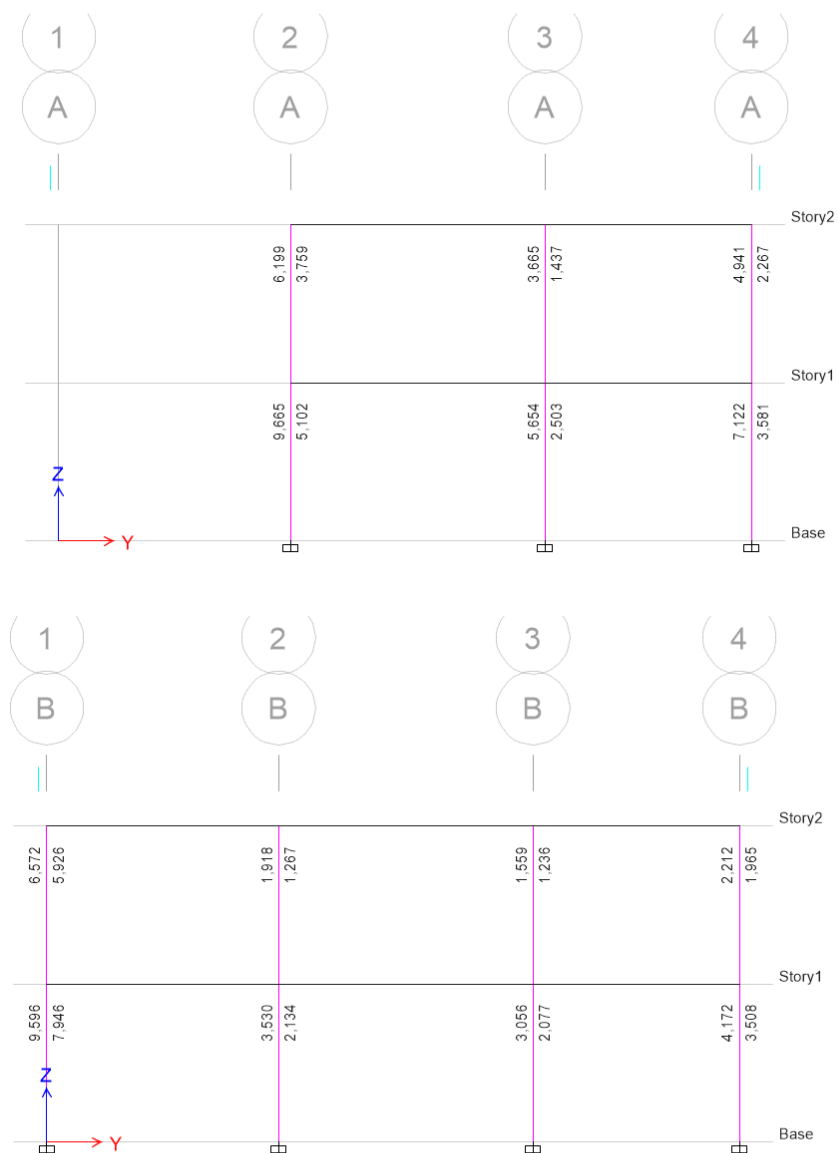


Figura 78

Chequeo de columna fuerte-viga débil, ejes C, D en estructura regular

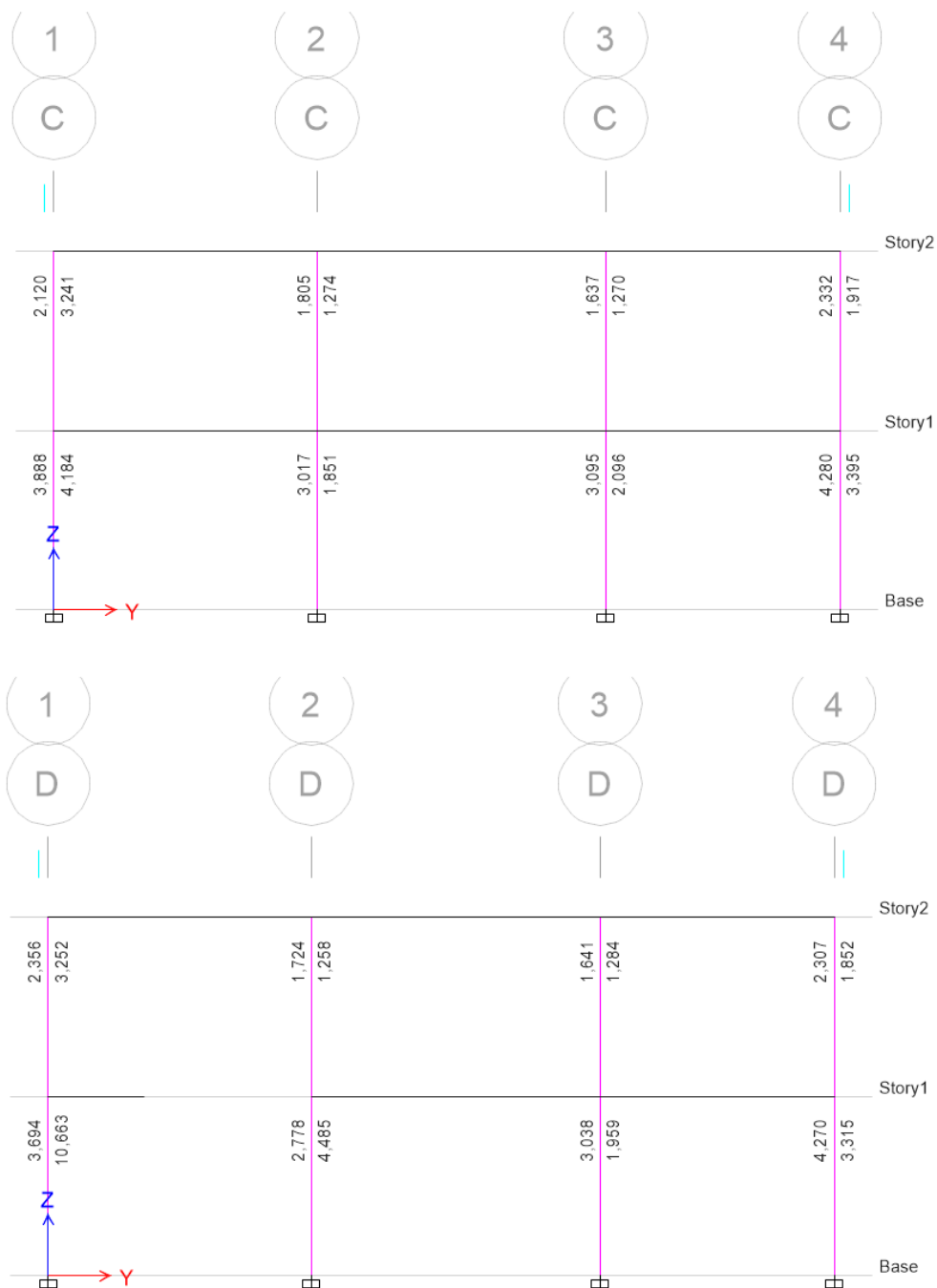


Figura 79

Chequeo de columna fuerte-viga débil, ejes E, F y G en estructura regular

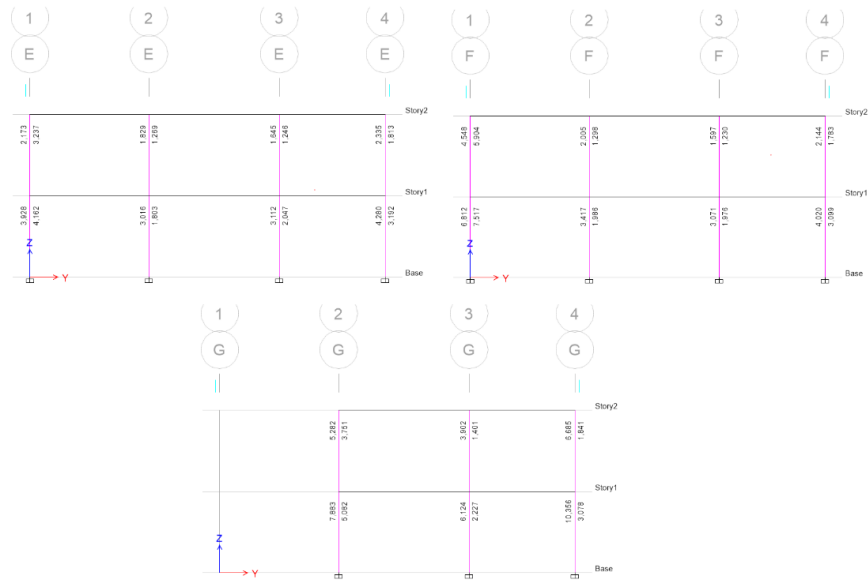


Figura 80

Chequeo columna fuerte-viga débil, eje A de estructura irregular

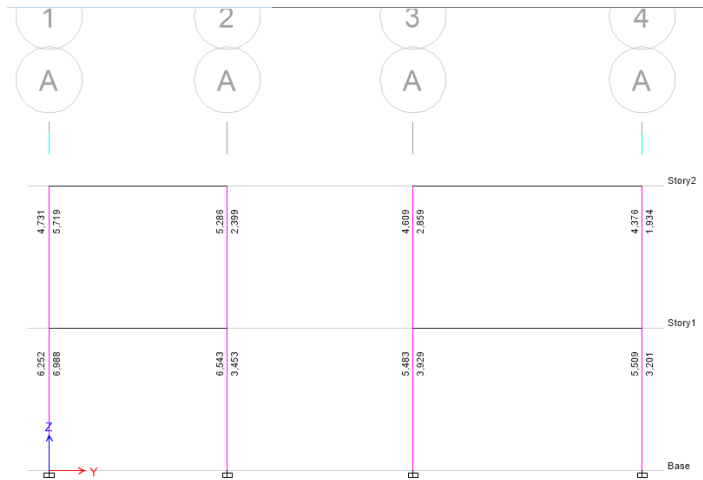


Figura 81

Chequeo columna fuerte-viga débil, ejes B y C de estructura irregular

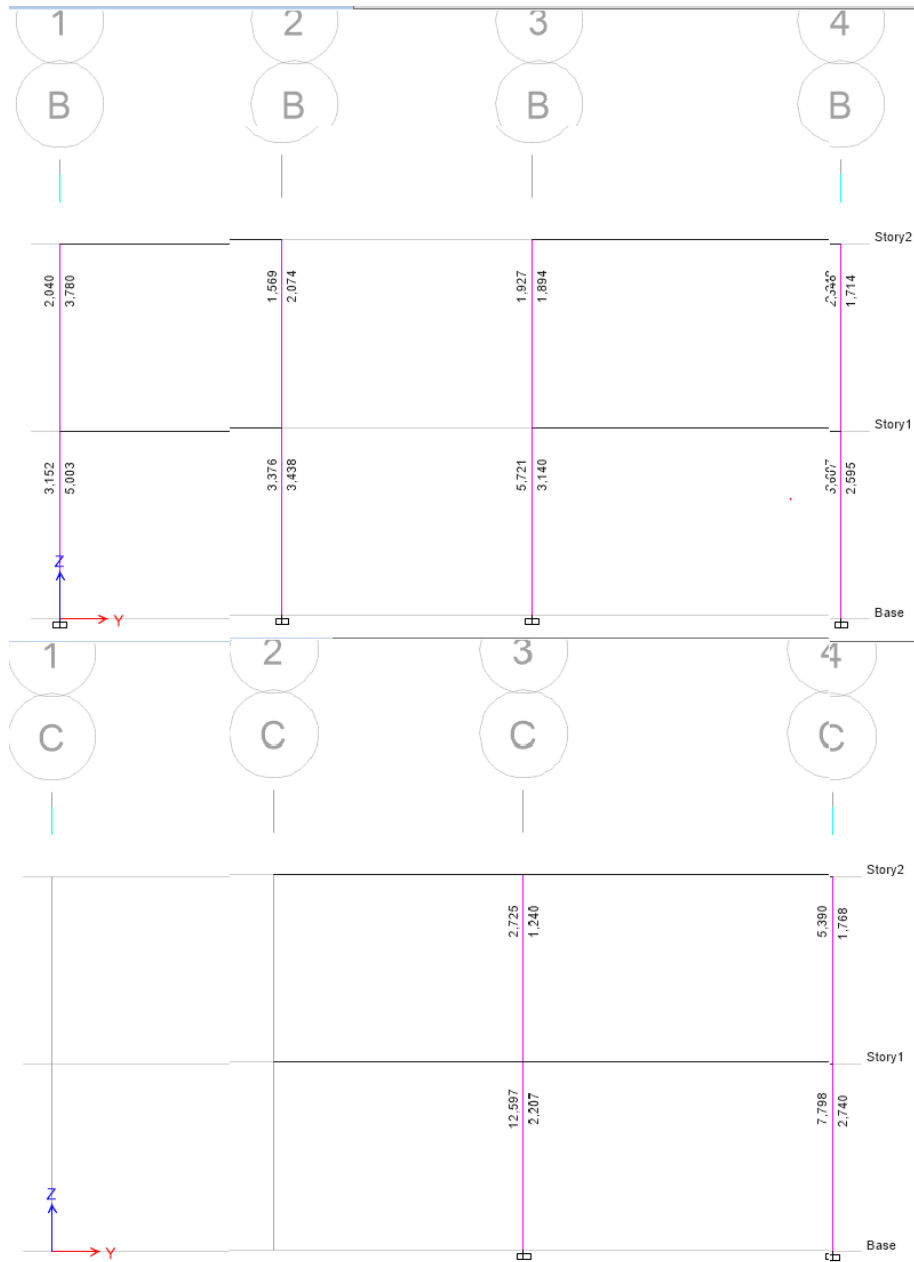


Figura 82

Chequeo columna fuerte-viga débil, ejes D y E de estructura irregular



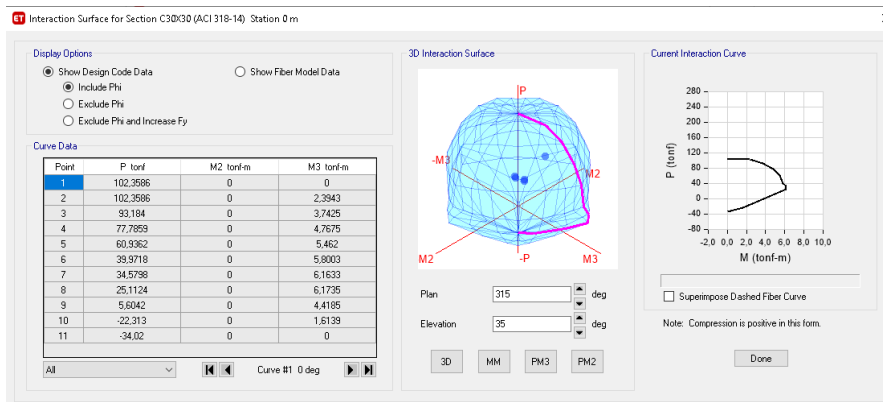
Figura 83

Chequeo columna fuerte-viga débil, ejes F, G, H y I de estructura irregular



Figura 84

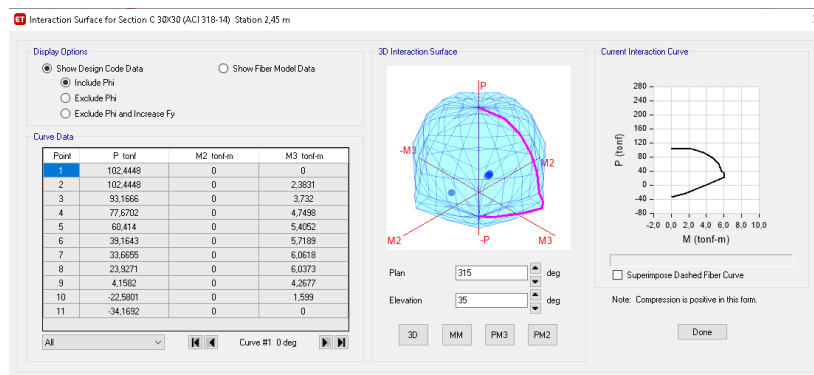
Diagrama carga-momento, estructura regular



Nota. Todos los puntos de sollicitación se encuentran dentro de la curva, lo que indica que el armado diseñado es correcto.

Figura 85

Diagrama carga-momento, estructura irregular



Nota. Todos los puntos de solicitación se encuentran dentro de la curva, lo que indica que el armado diseñado es correcto.

Diseño de Cimentación

El diseño de la cimentación se realizó utilizando una cadena de amarre de 20 x 20 cm en el nudo inferior de una estructura apuntalada de tal forma que el momento proveniente de la columna del pórtico se distribuya proporcionalmente entre la cadena de amarre y la columneta del plinto, es decir, agregar la cadena de amarre a la estructura permite que tome parte del momento proveniente de la columna en función de su rigidez.

En las dos estructuras se diseñaron plintos aislados cuadrados con una profundidad de excavación de 1,55 metros desde el nivel natural del terreno, se considera un replantillo de 5 cm de espesor. La capacidad portante del suelo es de 20 T/ m². Se realizó chequeo de cortante, punzonamiento y diseño a flexión para cada uno de los cimientos. El software estructural determino las combinaciones más críticas tanto para carga axial como para momentos flectores que actúan en el pie de la columna.

Estructura Regular.

Tabla 52

Resumen de cargas, momentos, rigideces y geometría de plintos en estructura regular

Eje	Pd (t)	Pl (t)	Ps t	Md t.m	MI t.m	Me t.m	Rigidez Colum m4/m	Rigidez Cadena Izq cm4/m	Rigidez Cadena dere cm4/m	Rigidez Pedestal cm4/m	Lado plinto (m)
B1	5,75	1,04	1,92	0,25	0,09	2,41	24107	0	3756	54000	1
C1	9,91	2,15	2,24	0,32	0,12	2,57	24107	0	3756	54000	1
D1	4,98	0,84	1,78	0,21	0,07	2,57	24107	0	3810	54000	1
A2	5,37	0,89	1,87	0,19	0,06	2,37	24107	0	3704	54000	1
B2	15,6 4	3,69	0,42	0,16	0,07	2,82	24107	3756	3704	54000	1,15
C2	18,6 7	4,74	0,97	0,18	0,06	2,97	24107	3756	3704	54000	1,15
D2	8,82	1,83	2,16	0,33	0,11	2,98	24107	3756	3704	54000	1
A3	9,77	2,07	1,92	0,4	0,13	2,69	24107	3704	3704	54000	1
B3	19,2 5	4,85	0,8	0,02	0	2,86	24107	3704	3704	54000	1,15
C3	18,0 8	4,57	1,06	0,17	0,06	2,93	24107	3704	3704	54000	1,15
D3	8,63	1,78	2,32	0,33	0,11	2,94	24107	3704	3704	54000	1
A4	8,8	1,79	0,99	0,38	0,12	2,59	24107	3704	3704	54000	1
B4	15,7 5	3,69	0,68	0,41	0,14	2,76	24107	3704	3704	54000	1,15
C4	18,2 7	4,63	0,95	0,21	0,07	3,11	24107	3704	3704	54000	1,15
D4	8,64	1,78	2,45	0,32	0,11	2,94	24107	3704	3704	54000	1
A5	9,76	2,06	2,23	0,4	0,13	2,81	24107	3704	3704	54000	1
B5	19,2 6	4,86	0,87	0,03	0	3,22	24107	3704	3704	54000	1,15
C5	18,0 8	4,57	1,2	0,17	0,06	3,26	24107	3704	3704	54000	1,15
D5	8,63	1,78	2,61	0,33	0,11	2,94	24107	3704	3704	54000	1
A6	5,37	0,9	1,91	0,19	0,06	2,94	24107	3704	0	54000	1

Eje	Pd (t)	Pl (t)	Ps t	Md t.m	MI t.m	Me t.m	Rigidez Colum m4/m	Rigidez Cadena Izq cm4/m	Rigidez Cadena dere cm4/m	Rigidez Pedestal cm4/m	Lado plinto (m)
B6	15,6 4	3,69	0,55	0,16	0,06	3,36	24107	3704	3756	54000	1,15
C6	18,6 6	4,74	1,2	0,18	0,06	3,44	24107	3704	3756	54000	1,15
D6	8,82	1,83	2,82	0,33	0,11	3,04	24107	3704	3756	54000	1
B7	5,75	1,04	1,92	0,25	0,09	2,81	24107	3756	0	54000	1
C7	9,91	2,15	2,24	0,32	0,12	3,28	24107	3756	0	54000	1
D7	4,98	0,84	2	0,21	0,07	2,89	24107	3756	0	54000	1

Tabla 53

Chequeo de presiones brutas del suelo y cálculo de presiones ultimas en estructura regular

Ejes	P	relleno	PBS1	PBS2	Pu	Mu	PUS1	PUS2	PUS2		
-	t	t	t/m2	t/m2	t	t m	t/m2	t/m2	t/m2		
B1	8,71	3,00	17,15	OK	6,27	OK	9,86	2,80	15,40	4,32	4,32
C1	14,29	3,00	23,24	OK	11,35	OK	16,28	3,07	22,34	10,21	10,21
D1	7,61	3,00	16,24	OK	4,98	OK	8,61	2,89	14,32	2,90	2,90
A2	8,13	3,00	16,32	OK	5,95	OK	9,21	2,66	14,47	3,94	3,94
B2	19,76	3,97	21,73	OK	14,14	OK	24,68	3,08	22,49	14,83	14,83
C2	24,38	3,97	25,44	OK	17,43	OK	29,99	3,25	26,73	18,62	18,62
D2	12,82	3,00	22,28	OK	9,36	OK	14,58	3,48	21,17	8,00	8,00
A3	13,75	3,00	22,84	OK	10,66	OK	15,71	3,29	21,94	9,47	9,47
B3	24,90	3,97	25,42	OK	18,24	OK	30,86	2,89	26,93	19,74	19,74
C3	23,71	3,97	24,86	OK	16,99	OK	29,00	3,19	25,91	17,96	17,96
D3	12,73	3,00	22,13	OK	9,34	OK	14,46	3,44	20,98	7,95	7,95
A4	11,57	3,00	20,43	OK	8,72	OK	13,42	3,17	19,42	7,42	7,42
B4	20,12	3,97	22,33	OK	14,10	OK	24,81	3,39	22,98	14,54	14,54

Ejes	P	relleno	PBS1	PBS2	Pu	Mu	PUS1	PUS2	PUS2		
-	t	t	t/m2	t/m2	t	t m	t/m2	t/m2	t/m2		
C4	23,84	3,97	25,24	OK	16,81	OK	29,33	3,43	26,44	17,91	17,91
D4	12,87	3,00	22,25	OK	9,49	OK	14,60	3,43	21,10	8,09	8,09
A5	14,05	3,00	23,37	OK	10,73	OK	16,00	3,42	22,47	9,53	9,53
B5	24,99	3,97	25,94	OK	17,85	OK	30,89	3,25	27,41	19,30	19,30
C5	23,85	3,97	25,37	OK	16,70	OK	29,00	3,51	26,31	17,55	17,55
D5	13,02	3,00	22,41	OK	9,63	OK	14,75	3,44	21,26	8,23	8,23
A6	8,17	3,00	17,49	OK	4,85	OK	9,25	3,23	15,64	2,85	2,85
B6	19,88	3,97	22,49	OK	13,57	OK	24,67	3,61	23,16	14,16	14,16
C6	24,60	3,97	26,19	OK	17,01	OK	29,98	3,72	27,30	18,04	18,04
D6	13,48	3,00	23,06	OK	9,90	OK	15,25	3,54	21,95	8,54	8,54
B7	8,71	3,00	17,94	OK	5,47	OK	9,86	3,20	16,19	3,52	3,52
C7	14,29	3,00	24,64	OK	9,95	OK	16,28	3,78	23,75	8,81	8,81
D7	7,83	3,00	17,09	OK	4,56	OK	8,82	3,21	15,17	2,48	2,48

Tabla 54

Chequeo de punzonamiento en estructura regular

Ejes	Altura Efectiva d	Perímetro	Área punzo	vu	vadm	Comprobación (vadm > vu)
-	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	
B1	20	200	4000	3,45	14,49	OK
C1	20	200	4000	5,70	14,49	OK
D1	20	200	4000	3,01	14,49	OK
A2	20	200	4000	3,22	14,49	OK
B2	20	200	4000	8,64	14,49	OK
C2	20	200	4000	10,50	14,49	OK
D2	20	200	4000	5,10	14,49	OK

Ejes	Altura Efectiva d	Perímetro	Área punzo	vu	vadm	Comprobación (vadm >vu)
-	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	
A3	20	200	4000	5,50	14,49	OK
B3	20	200	4000	10,80	14,49	OK
C3	20	200	4000	10,15	14,49	OK
D3	20	200	4000	5,06	14,49	OK
A4	20	200	4000	4,70	14,49	OK
B4	20	200	4000	8,68	14,49	OK
C4	20	200	4000	10,26	14,49	OK
D4	20	200	4000	5,11	14,49	OK
A5	20	200	4000	5,60	14,49	OK
B5	20	200	4000	10,81	14,49	OK
C5	20	200	4000	10,15	14,49	OK
D5	20	200	4000	5,16	14,49	OK
A6	20	200	4000	3,24	14,49	OK
B6	20	200	4000	8,64	14,49	OK
C6	20	200	4000	10,49	14,49	OK
D6	20	200	4000	5,34	14,49	OK
B7	20	200	4000	3,45	14,49	OK
C7	20	200	4000	5,70	14,49	OK
D7	20	200	4000	3,09	14,49	OK

Tabla 55

Chequeo de cortante en estructura regular

Ejes	Variación	Distancia corte	PUS3	VU	vu	vadm	Comprobación (vadm>vu)
-	t/m2/m	m	t/m2	t	kg/cm2	kg/cm2	
B1	11,08	0,15	13,74	2,19	1,46	7,68	OK
C1	12,14	0,15	20,52	3,22	2,14	7,68	OK
D1	11,42	0,15	12,60	2,02	1,35	7,68	OK
A2	10,52	0,15	12,89	2,05	1,37	7,68	OK
B2	6,67	0,23	20,99	5,63	3,26	7,68	OK
C2	7,05	0,23	25,14	6,71	3,89	7,68	OK
D2	13,17	0,15	19,20	3,03	2,02	7,68	OK
A3	12,48	0,15	20,07	3,15	2,10	7,68	OK
B3	6,25	0,23	25,52	6,79	3,93	7,68	OK
C3	6,91	0,23	24,35	6,50	3,77	7,68	OK
D3	13,03	0,15	19,02	3,00	2,00	7,68	OK
A4	11,99	0,15	17,62	2,78	1,85	7,68	OK
B4	7,34	0,23	21,33	5,73	3,32	7,68	OK
C4	7,42	0,23	24,77	6,63	3,84	7,68	OK
D4	13,01	0,15	19,15	3,02	2,01	7,68	OK
A5	12,94	0,15	20,53	3,23	2,15	7,68	OK
B5	7,05	0,23	25,82	6,89	3,99	7,68	OK
C5	7,61	0,23	24,59	6,59	3,82	7,68	OK
D5	13,03	0,15	19,31	3,04	2,03	7,68	OK
A6	12,79	0,15	13,72	2,20	1,47	7,68	OK
B6	7,82	0,23	21,40	5,76	3,34	7,68	OK
C6	8,06	0,23	25,49	6,83	3,96	7,68	OK
D6	13,41	0,15	19,94	3,14	2,09	7,68	OK

Ejes	Variación	Distancia corte	PUS3	VU	vu	vadm	Comprobación (vadm>vu)
-	t/m2/m	m	t/m2	t	kg/cm2	kg/cm2	
B7	12,67	0,15	14,29	2,29	1,52	7,68	OK
C7	14,94	0,15	21,51	3,39	2,26	7,68	OK
D7	12,69	0,15	13,26	2,13	1,42	7,68	OK

Tabla 56

Diseño a flexión en estructura regular

Ejes	Distancia M	PUS4	M plinto	As	Amín	As colocar	Armado (dos sentidos)
-	m	t/m2	t m	cm2	cm2	cm2	—
B1	0,35	11,52	0,86	1,30	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
C1	0,35	18,10	1,28	1,92	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
D1	0,35	10,32	0,80	1,19	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
A2	0,35	10,78	0,81	1,22	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B2	0,43	19,66	2,24	3,36	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm
C2	0,43	23,73	2,67	4,01	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm
D2	0,35	16,56	1,20	1,80	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
A3	0,35	17,58	1,25	1,88	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B3	0,43	24,27	2,71	4,06	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm
C3	0,43	22,97	2,59	3,88	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm
D3	0,35	16,41	1,19	1,79	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
A4	0,35	15,22	1,10	1,66	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B4	0,43	19,86	2,28	3,42	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm
C4	0,43	23,29	2,64	3,96	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm
D4	0,35	16,55	1,20	1,80	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
A5	0,35	17,94	1,28	1,93	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B5	0,43	24,41	2,74	4,11	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm

Ejes	Distancia M	PUS4	M plinto	As	Amín	As colocar	Armado (dos sentidos)
-	m	t/m2	t m	cm2	cm2	cm2	—
C5	0,43	23,07	2,62	3,93	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm
D5	0,35	16,70	1,21	1,81	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
A6	0,35	11,17	0,87	1,30	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B6	0,43	19,83	2,29	3,43	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm
C6	0,43	23,88	2,72	4,08	7,67	7,67	7 ϕ 12 mm
D6	0,35	17,26	1,25	1,87	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B7	0,35	11,76	0,90	1,35	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
C7	0,35	18,52	1,35	2,02	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
D7	0,35	10,73	0,84	1,26	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm

Estructura Irregular.

Tabla 57

Resumen de cargas, momentos, rigideces y geometría de plintos en estructura irregular

Ejes	Pd (t)	Pl (t)	Ps (t)	Md (tm)	MI (tm)	Me (tm)	Rigidez Columna (cm4/m)	Rigidez Cadena Izq (cm4/m)	Rigidez Cadena dere (cm4/m)	Rigidez Pedestal (cm4/m)	lado plinto (m)
A1	5,60	1,01	2,09	0,23	0,08	2,02	24107	0	3333	54000	1,00
B1	5,49	0,98	1,91	0,24	0,08	2,03	24107	0	3333	54000	1,00
C1	6,74	1,32	1,65	0,37	0,13	2,22	24107	0	3333	54000	1,00
D1	6,66	1,30	1,50	0,33	0,12	2,37	24107	0	3333	54000	1,00
A2	9,91	2,16	2,34	0,36	0,14	2,29	24107	3333	4444	54000	1,00
B2	10,39	2,24	2,24	0,31	0,12	2,32	24107	3333	4444	54000	1,10
C2	10,17	2,16	1,59	0,57	0,20	2,23	24107	3333	4444	54000	1,10
D2	10,77	2,43	1,61	0,55	0,20	2,76	24107	3333	4444	54000	1,00
C3	12,16	2,54	1,68	0,28	0,10	2,56	24107	4444	4848	54000	1,10

D3	8,23	1,74	1,45	0,46	0,16	2,82	24107	4444	4848	54000	1,00
A4	8,65	1,84	2,15	0,32	0,12	2,46	24107	3333	4444	54000	1,00
B4	16,67	3,94	0,56	0,13	0,05	2,85	24107	3333	3419	54000	1,10
C5	15,83	3,96	0,36	0,19	0,07	2,79	24107	4848	4315	54000	1,10
D5	10,24	2,28	1,59	0,49	0,18	2,78	24107	4848	3137	54000	1,00
A6	4,90	0,85	1,93	0,22	0,08	2,55	24107	4444	0	54000	1,00
B7	8,91	1,89	1,67	0,34	0,13	2,95	24107	3419	0	54000	1,00
D9	6,19	1,13	1,36	0,31	0,10	2,58	24107	3137	0	54000	1,00
C8	9,45	2,02	2,33	0,25	0,09	2,92	24107	4315	0	54000	1,00

Tabla 58

Chequeo de presiones brutas del suelo y cálculo de presiones ultimas en estructura irregular

Ejes	P	relleno	PBS1	PBS2	Pu	Mu	PUS1	PUS2	PUS2
-	t	t	t/m2	t/m2	t	t m	t/m2	t/m2	t/m2
A1	8,70	3,00	16,34 OK	7,06 OK	9,82	2,38	14,55	5,08	5,08
B1	8,38	3,00	16,05 OK	6,71 OK	9,48	2,40	14,25	4,72	4,72
C1	9,70	3,00	18,11 OK	7,30 OK	11,05	2,79	16,60	5,50	5,50
D1	9,46	3,00	18,06 OK	6,85 OK	10,79	2,88	16,53	5,05	5,05
A2	14,41	3,00	22,68 OK	12,15 OK	16,39	2,86	21,80	10,99	10,99
B2	14,87	3,63	19,19 OK	11,39 OK	16,95	2,82	18,00	10,01	10,01
C2	13,91	3,63	18,75 OK	10,25 OK	15,95	3,11	17,59	8,77	8,77
D2	14,80	3,00	24,42 OK	11,18 OK	16,95	3,62	23,79	10,12	10,12
C3	16,38	3,63	20,64 OK	12,44 OK	18,81	3,00	19,72	11,37	11,37
D3	11,41	3,00	20,79 OK	8,03 OK	13,06	3,53	19,61	6,51	6,51
A4	12,65	3,00	21,11 OK	10,18 OK	14,38	2,96	19,97	8,79	8,79
B4	21,18	3,63	24,86 OK	16,14 OK	26,32	3,07	26,15	17,35	17,35
C5	20,15	3,63	23,91 OK	15,39 OK	25,33	3,09	25,25	16,62	16,62

Ejes	P	relleno	PBS1	PBS2	Pu	Mu	PUS1	PUS2	PUS2
-	t	t	t/m2	t/m2	t	t m	t/m2	t/m2	t/m2
D5	14,11	3,00	23,59 OK	10,63 OK	16,16	3,54	22,82	9,49	9,49
A6	7,68	3,00	16,25 OK	5,10 OK	8,66	2,89	14,32	3,00	3,00
B7	12,46	3,00	22,26 OK	8,66 OK	14,24	3,49	21,18	7,31	7,31
D9	8,67	3,00	17,63 OK	5,71 OK	9,91	3,05	16,00	3,82	3,82
C8	13,81	3,00	23,22 OK	10,41 OK	15,70	3,31	22,21	9,20	9,20

Tabla 59

Chequeo de punzonamiento en estructura irregular

Ejes	d	Perímetro	Área punzo	vu	vadm	Comprobación (vadm >vu)
-	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	
A1	20,00	200,00	4000,00	3,44	14,49	OK
B1	20,00	200,00	4000,00	3,32	14,49	OK
C1	20,00	200,00	4000,00	3,87	14,49	OK
D1	20,00	200,00	4000,00	3,78	14,49	OK
A2	20,00	200,00	4000,00	5,74	14,49	OK
B2	20,00	200,00	4000,00	5,93	14,49	OK
C2	20,00	200,00	4000,00	5,58	14,49	OK
D2	20,00	200,00	4000,00	5,93	14,49	OK
C3	20,00	200,00	4000,00	6,58	14,49	OK
D3	20,00	200,00	4000,00	4,57	14,49	OK
A4	20,00	200,00	4000,00	5,03	14,49	OK
B4	20,00	200,00	4000,00	9,21	14,49	OK
C5	20,00	200,00	4000,00	8,87	14,49	OK
D5	20,00	200,00	4000,00	5,65	14,49	OK
A6	20,00	200,00	4000,00	3,03	14,49	OK

Ejes	d	Perímetro	Área punzo	vu	vadm	Comprobación (vadm > vu)
-	cm	cm	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
B7	20,00	200,00	4000,00	4,98	14,49	OK
D9	20,00	200,00	4000,00	3,47	14,49	OK
C8	20,00	200,00	4000,00	5,50	14,49	OK

Tabla 60

Chequeo a cortante en estructura irregular

Ejes	variación	Distancia de corte	PUS3	VU	vu	vadm	Comprobación (vadm > vu)
-	t/m ² /m	m	t/m ²	t	kg/cm ²	kg/cm ²	
A1	9,47	0,15	13,13	2,08	1,38	7,68	OK
B1	9,53	0,15	12,82	2,03	1,35	7,68	OK
C1	11,11	0,15	14,94	2,37	1,58	7,68	OK
D1	11,48	0,15	14,80	2,35	1,57	7,68	OK
A2	10,81	0,15	20,17	3,15	2,10	7,68	OK
B2	7,26	0,20	16,55	3,80	2,30	7,68	OK
C2	8,02	0,20	15,98	3,69	2,24	7,68	OK
D2	13,66	0,15	21,74	3,41	2,28	7,68	OK
C3	7,59	0,20	18,20	4,17	2,53	7,68	OK
D3	13,10	0,15	17,64	2,79	1,86	7,68	OK
A4	11,18	0,15	18,29	2,87	1,91	7,68	OK
B4	7,99	0,20	24,55	5,58	3,38	7,68	OK
C5	7,85	0,20	23,68	5,38	3,26	7,68	OK
D5	13,32	0,15	20,82	3,27	2,18	7,68	OK
A6	11,32	0,15	12,62	2,02	1,35	7,68	OK
B7	13,87	0,15	19,10	3,02	2,01	7,68	OK
D9	12,17	0,15	14,17	2,26	1,51	7,68	OK

Ejes	variación	Distancia de corte	PUS3	VU	vu	vadm	Comprobación (vadm>vu)
-	t/m2/m	m	t/m2	t	kg/cm2	kg/cm2	
C8	13,01	0,15	20,26	3,18	2,12	7,68	OK

Tabla 61

Diseño a flexión en estructura irregular

Ejes	Distancia M	PUS4	M plinto	As	As mín	As colocar	Armado (dos sentidos)
-	m	t/m2	t m	cm2	cm2	cm2	
A1	0,35	11,24	0,82	1,24	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B1	0,35	10,91	0,80	1,21	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
C1	0,35	12,72	0,94	1,41	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
D1	0,35	12,51	0,93	1,40	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
A2	0,35	18,01	1,26	1,89	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B2	0,40	15,09	1,50	2,25	7,33	7,33	7 ϕ 12 mm
C2	0,40	14,38	1,45	2,18	7,33	7,33	7 ϕ 12 mm
D2	0,35	19,00	1,36	2,04	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
C3	0,40	16,69	1,65	2,47	7,33	7,33	7 ϕ 12 mm
D3	0,35	15,02	1,11	1,66	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
A4	0,35	16,05	1,14	1,71	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B4	0,40	22,95	2,21	3,31	7,33	7,33	7 ϕ 12 mm
C5	0,40	22,11	2,13	3,20	7,33	7,33	7 ϕ 12 mm
D5	0,35	18,15	1,30	1,95	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
A6	0,35	10,36	0,80	1,19	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
B7	0,35	16,32	1,20	1,80	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
D9	0,35	11,74	0,89	1,34	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm
C8	0,35	17,65	1,27	1,90	6,67	6,67	6 ϕ 12 mm

Diseño de Gradadas**Estructura Regular.**

Altura de piso=2,88m

Altura del descanso=1,45 m

Ancho de descanso=1,20m

Carga viva de gradadas (NEC-SE-HM, 2015)= 500 kg/m²

Dimensión de huella impuesta= 0,30 m (Dimensión mínima 28mm)(NTE INEN 2249, 2016).

Dimensión de contrahuella= 0,18 m (Dimensión máxima 180 mm)(NTE INEN 2249, 2016).

$$\text{número de contrahuellas} = \frac{1,44}{0,18} = 8$$

Luz libre

$$L = \text{ancho del descanso} + \# \text{ peldaños} * \text{huella}$$

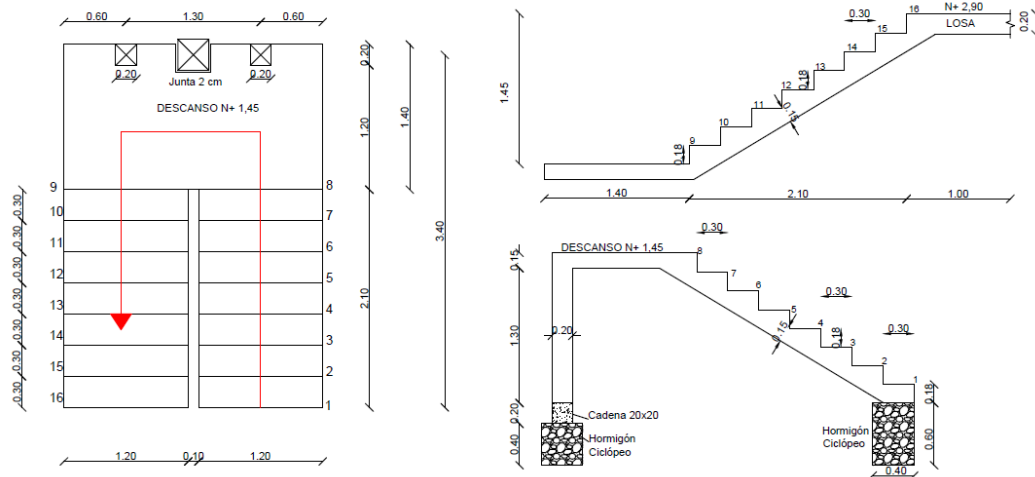
$$L = 1.20 + 7 * 0,30m = 3.30m$$

Luz libre a un eje

$$L = 3.30 + \frac{0.20}{2} = 3,40$$

Figura 86

Vista en planta y elevación de grada de estructura regular



Espesor de la Losa de Grada.

Para determinar el espesor de losa, se recurre a la Tabla 7.3.1.1 (ACI 318S-14, 2014). Se asume que es un extremo continuo el arranque y llegada de la grada por estar unida a la losa o viga de entrepiso, el descanso se apoyará en dos columnas, por lo que se tiene dos extremos continuos, se utiliza el coeficiente 24 para dar mayor rigidez a la losa de la grada.

$$\frac{l}{24} = \frac{3,40}{24} = 14,17 = 15cm$$

Cargas en la Gradadas.

Tabla 62

Cuadro de cargas que actúa en la losa de Escalera

Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad
Peso de la losa	(1,20m) (1,00 m) (0,15 m) (2400 Kg/m ³)	432,00	kg/m
Peso corregido de losa	$432 / \cos \alpha$	503,79	kg/m
Acabados	Acabado común (100Kg/m ²)(1,20)	120,00	kg/m
Peso de peldaño (p)	(3,33 p/m*0,17m*0,15m1,20m) (1700Kg/m ³)	183,60	Kg/m
Barandilla	Asumido	90,00	Kg/m
Carga muerta (D)	Sumatoria de las cargas anteriores	897,39	kg/m
Carga viva (L)	(500 Kg/m ²) (1,20 m)	600	kg/m
Carga de Diseño	$1.2D+1.6L$	2036,87	kg/m

Nota. Se realiza una corrección al peso de losa, ya que el peso obtenido corresponde a una losa en posición horizontal, pero la losa se encuentra inclinado a 31°.

Momentos y Armado.

Para tomar en cuenta el sismo, el momento negativo se lo asume igual al positivo

$$M = \frac{w * l^2}{10}$$

$$Mu = \frac{2,036 T/m * 3,40^2}{10} = 2,355 T.m$$

$$d = 15 - 3 = 12cm$$

$$\rho = 0,85 * \frac{210}{4200} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 2,355 * 10^5}{0,9 * 0,85 * 210 * 120 * (12^2)}} \right) = 0,00377$$

$$As = 0,00377 * 120 * 12 = 5,43cm^2$$

$$7 \emptyset 10 mm = 5,50 cm^2$$

Armadura por Temperatura.

$$Asd = 0,0018 * b * t$$

$$Asd = 0,0018 * (100) * (15)$$

$$Asd = 2,7 \text{ cm}^2/m$$

$$\approx 1 \text{ } \emptyset \text{ 8mm @ 20cm}$$

Análisis por Cortante.

$$Vu = \frac{2,036 \frac{t}{m} * 3.40m}{2} - 0,1 * 2,036 = 3,259 \text{ t}$$

$$vu = \frac{Vu}{\phi * b * d} = \frac{3,36 * 10^3}{0,75 * 120 * 12} = 3,11 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo cortante que soporta el hormigón

$$vc = 0.53 * \sqrt{f'c} = 0,53 * \sqrt{210} = 7,68 \text{ kg/cm}^2$$

$$vc > vu \rightarrow OK$$

Losa de Descanso.

Al diseñar las gradas en forma aislada se analiza como un pórtico, con una carga sísmica a nivel de dintel, e insistiendo que la losa de descanso este apoyada en dos columnas mínimas de 20*20cm. En el sentido transversal se tiene dos columnas con dos vigas en voladizo.

$$L \text{ central} = 1.30m$$

$$L \text{ volados} = 0.60m$$

Peso por metro cuadrado de la losa de grada:

$$\frac{2,037 \text{ t/m}}{1,20m} = 1,70 \frac{t}{m^2}$$

Se realiza una generalización ya que el peso de descanso es menor al no existir peldaños sobre él.

$$w = 1,70 * \left(\frac{3,30}{2} + 0,20 \right) = 3,14 \frac{t}{m}$$

Momento negativo mayor en voladizo

$$M = \frac{w * L^2}{2} = \frac{3,14 * 0,60^2}{2} = 0,57 \text{ t.m}$$

$$As = 1,36 \text{ cm}^2$$

El armado de la viga es igual tanto en la armadura superior como la inferior, se chequea armadura mínima, asumiendo una b=25cm h=15cm.

$$Asmin = \frac{14}{4200} * 25 * 12 = 1 \text{ cm}^2$$

Colocar: $4\phi 12 \text{ mm}$ y $1E\phi 8 \text{ mm @} 10 \text{ cm}$

Se chequea que la losa de descanso no falle a punzonamiento o corte en los apoyos o columnas.

Tabla 63

Revisión por Punzonamiento y Corte en Losa de Descanso

Punzonamiento			Corte		
Descripción	Valor	Unidad	Descripción	Valor	Unidad
Perímetro de punzonamiento	80	cm	Vu(volado i)	1,57	t
Vu	5,81	t	Vu(volado d)	1,19	t
vu	7,45	t	vu	6,17	kg/cm ²
vadm	7,68	kg/cm ²	vadm	7,68	kg/cm ²
vu<vadm	OK		vu<vadm	OK	

Nota. El valor de esfuerzo a corte es relativo, la losa de descanso en maciza, y se puede considerar que trabaja como un elemento monolítico.

Para tomar en cuenta el sismo, el momento negativo se lo asume igual al positivo

Columnas.

Cada columna tiene carga $P=2,03*(3,30/2+0,20) /2=3,77 \text{ t}$, y un momento $M=2,36 \text{ t.m}$ en el sentido longitudinal, y de $0,57 \text{ tm}$ en el sentido transversal. La columna tendrá una longitud

de 1.45m, como el esfuerzo referencial a carga axial es $(3,77 \cdot 1000) / (0,20 \cdot 0,20) = 9,42 \text{ kg/cm}^2$, se toma la decisión de diseñarla como una viga sometida a un momento de 2,36 tm. Se coloca:

$$4\phi 12\text{mm y } 1E\phi 8\text{mm @}10\text{cm}$$

Estructura Irregular.

Altura de piso=2,88m

Altura del descanso=1,81 m

Carga viva de gradas (NEC-SE-HM, 2015) = 500 kg/m^2

Dimensión de huella impuesta= 0,30 m (Dimensión mínima 28mm)(NTE INEN 2249, 2016).

Dimensión de contrahuella= 0,18 m (Dimensión máxima 180 mm)(NTE INEN 2249, 2016).

$$\text{número de contrahuellas} = \frac{1,81}{0,18} = 10$$

Luz libre

$$L = \text{ancho del descanso} + \# \text{ peldaños} \cdot \text{huella}$$

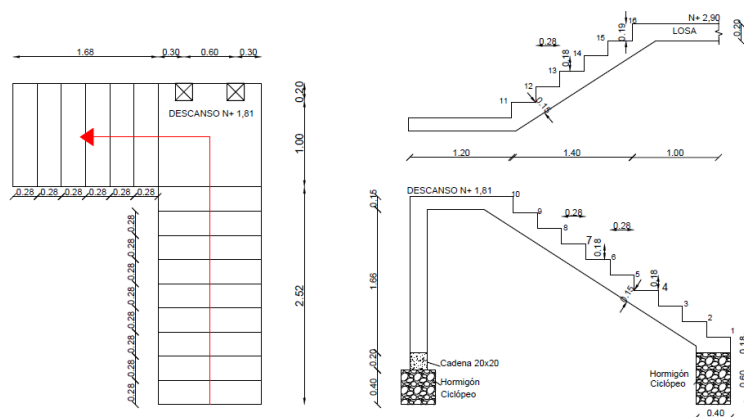
$$L = 1,00 + 9 \cdot 0,28\text{m} = 3,52\text{m}$$

Luz libre a un eje

$$L = 3,52 + \frac{0,20}{2} = 3,62$$

Figura 87

Vista en planta y elevación de grada de estructura regular



Espesor de la Losa de Grada.

Al igual que la estructura regular se asume que es un extremo continuo el arranque y llegada de la grada por estar unida a la losa o viga de entrepiso, el descanso se apoyará en dos columnas, por lo que se tiene dos extremos continuos, se utiliza el coeficiente 24 para dar mayor rigidez a la losa de la grada.

$$\frac{l}{24} = \frac{3,62}{24} = 15cm$$

Cargas en la Grada.

Tabla 64

Cuadro de cargas que actúa en la losa de Escalera

Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad
Peso de la losa	(1,20m) (1,00 m) (0,15 m) (2400 Kg/m ³)	432,00	kg/m
Peso corregido de losa	432/ cos α	513,76	kg/m
Acabados	Acabado común (100Kg/m ²)(1,20)	120,00	kg/m
Peso de peldaño (p)	(3,33 p/m*0,17m*0,15m1,20m) (2200 Kg/m ³)	183,60	Kg/m
Barandilla	Asumido	90,00	Kg/m
Carga muerta (D)	Sumatoria de las cargas anteriores	907,17	kg/m
Carga viva (L)	(500 Kg/m ²) (1,20 m)	600	kg/m
Carga de Diseño	1.2D+1.6L	2048,60	kg/m

Nota. Se realiza una corrección al peso de losa, ya que el peso obtenido corresponde a una losa en posición horizontal, pero la losa se encuentra inclinado a 33°.

Momentos y Armado.

$$M = \frac{w * l^2}{10}$$

$$Mu = \frac{2,048T/m * 3,62^2}{10} = 2,685T.m$$

$$d = 15 - 3 = 12 \text{ cm}$$

$$\rho = 0,85 * \frac{210}{4200} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 2,685 * 10^5}{0,9 * 0,85 * 210 * 120 * (12^2)}} \right) = 0,00433$$

$$A_s = 0,00433 * 120 * 12 = 6,23 \text{ m}^2$$

$$8 \text{ } \emptyset \text{ } 10 \text{ mm} = 6,28 \text{ cm}^2$$

Armadura por Temperatura.

$$A_{sd} = 0,0018 * b * t$$

$$A_{sd} = 0,0018 * (100) * (15)$$

$$A_{sd} = 2,7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\approx 1 \text{ } \emptyset \text{ } 8 \text{ mm @ } 20 \text{ cm}$$

Análisis por Cortante.

$$V_u = \frac{2,049 \frac{t}{m} * 3,62 \text{ m}}{2} - 0,1 * 2,049 = 3,50 \text{ t}$$

$$v_u = \frac{V_u}{\phi * b * d} = \frac{3,50 * 10^3}{0,75 * 120 * 12} = 3,24 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo cortante que soporta el hormigón

$$v_c = 0,53 * \sqrt{f'c} = 0,53 * \sqrt{210} = 7,68 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c > v_u \rightarrow OK$$

Losa de Descanso.

Al diseñar las gradas en forma aislada se analiza como un pórtico, con una carga sísmica a nivel de dintel, e insistiendo que la losa de descanso este apoyada en dos columnas mínimas de 20*20cm. En el sentido transversal se tiene dos columnas con una viga banda.

$$L_{\text{central}} = 0,60 \text{ m}$$

$$L_{\text{volados}} = 0,30 \text{ m}$$

Peso por metro cuadrado de la losa de grada:

$$\frac{2,049 \text{ t/m}}{1,20\text{m}} = 1,71 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

Se realiza una generalización ya que el peso de descanso es menor al no existir peldaños sobre él.

$$w = 1,71 * \left(\frac{3,52}{2} + 0,20 \right) = 3,35 \frac{\text{t}}{\text{m}}$$

Momento negativo en voladizo

$$M(-) = \frac{w * L^2}{2} = \frac{3,35 * 0,30^2}{2} = 0,15 \text{ t.m}$$

$$As = 0,35\text{cm}^2$$

El armado de la viga es igual tanto en la armadura superior como la inferior, se chequea armadura mínima, asumiendo una b=25cm h=15cm.

$$As_{min} = \frac{14}{4200} * 25 * 12 = 1\text{cm}^2$$

Colocar: 4φ12mm y 1Eφ 8mm @10cm

Se chequea que la losa de descanso no falle a punzonamiento o corte

Tabla 65

Revisión por Punzonamiento y Corte en Losa de Descanso

Punzonamiento			Corte		
Descripción	Valor	Unidad	Descripción	Valor	Unidad
Perímetro de punzonamiento	80	cm	Vu(volado)	0,67	t
Vu	6,56	t	Vu(central)	0,67	t
vu	7,29	t	vu	2,38	kg/cm ²
vadm	7,68	kg/cm ²	vadm	7,68	kg/cm ²
vu<vadm	OK		vu<vadm	OK	

Nota. El valor de esfuerzo a corte es relativo, la losa de descanso en maciza, y se puede considerar que trabaja como un elemento monolítico.

Columnas.

Cada columna tiene carga $P=2,049*(3,52/2+0,20) /2=4,015t$, y un momento $M=2,69 t.m$ en el sentido longitudinal, y de $0,57 tm$ en el sentido transversal. La columna tendrá una longitud de $1.66m$, como el esfuerzo referencial a carga axial es $(3,76*1000) / (0,20*0,20) =9,42 kg/cm^2$, se toma la decisión de diseñarla como una viga sometida a un momento de $2,69 tm$. Se coloca:

$4\phi 12mm$ y $1E\phi 8mm @10cm$

Mampostería Confinada

Diseño de Muros de Confinamiento

El diseño de un muro debe pasar por tres chequeos los cuales son: resistencia a la compresión, resistencia a cargas laterales y resistencia a la Flexo compresión. A continuación, y se detallan en las tablas resumen para las dos estructuras propuestas (NTE México, 2020).

Resistencia a la Compresión.

Para calcular el PR tomamos la siguiente formula:

$$P_R = F_R * F_E * (f'm * A_T + \sum(As * fy))$$

Dónde:

F_R Factor de reducción de resistencia (0,6)

F_E Factor de reducción por efecto de excentricidad y esbeltez

Este factor FE varía de acuerdo a la siguiente especificación:

$$F_E \begin{cases} 0,7 \text{ muros interiores} \\ 0,6 \text{ muros externos} \end{cases}$$

$f'm$ Resistencia a la compresión de la mampostería

Para lo cual debe cumplir la siguiente comprobación:

$$P_R > Pu$$

Tabla 66

Resistencia a la compresión de muros en X, estructura Regular

# Muro	Área [m2]	As [cm2]	Armadura	As prop [cm2]	Comprob As prop > As	Pu [Ton]	PR [Ton]	Comprob PR>Pu
Dirección X								
x1	0,540	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	15,452	126,140	OK
x2	0,300	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	7,042	74,300	OK
x3	0,300	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	6,785	74,300	OK
x4	0,540	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	15,452	126,140	OK
x5	0,300	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	8,512	74,300	OK
x6	0,551	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	15,075	149,999	OK
x7	0,551	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	15,075	149,999	OK
x8	0,300	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	8,512	74,300	OK
x9	0,510	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	14,194	139,604	OK
x10	0,510	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	14,194	139,604	OK
x11	0,360	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	14,413	101,804	OK
x12	0,510	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	17,135	139,604	OK
x13	0,510	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	17,135	139,604	OK
x14	0,360	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	14,166	101,804	OK
x15	0,311	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	8,669	76,730	OK
x16	0,311	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	8,673	76,730	OK
x17	0,311	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	8,673	76,730	OK
x18	0,311	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	8,669	76,730	OK

Tabla 67

Resistencia a la compresión de muros en Y, estructura Regular

# Muro	Área [m2]	As [cm2]	Armadura	As prop [cm2]	Comprob As prop > As	Pu [Ton]	PR [Ton]	Comprob PR>Pu
Dirección Y								
y1	0,465	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	20,953	128,264	OK
y2	0,465	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	20,953	128,264	OK
y3	0,472	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	27,271	130,097	OK
y4	0,285	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	18,758	82,904	OK
y5	0,285	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	18,758	82,904	OK
y6	0,473	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	27,273	130,154	OK
y7	0,343	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	9,068	83,615	OK
y8	0,343	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	8,951	83,615	OK
y9	0,559	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	11,559	130,190	OK
y10	0,248	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	12,218	73,454	OK
y11	0,439	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	18,073	121,649	OK
y12	0,225	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	15,488	67,784	OK
y13	0,559	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	19,525	151,889	OK
y14	0,248	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	12,218	73,454	OK
y15	0,343	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	9,068	83,615	OK
y16	0,343	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	8,951	83,615	OK
y17	0,559	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	11,676	130,190	OK
y18	0,548	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	20,690	149,054	OK
y19	0,548	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	21,666	149,054	OK
y20	0,548	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	21,666	149,054	OK
y21	0,548	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	20,936	149,054	OK
y22	0,375	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	11,367	105,584	OK
y23	0,375	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	11,367	105,584	OK

Tabla 68

Resistencia a la compresión de muros en X, estructura Irregular

# Muro	Área [m2]	As [cm2]	Armadura	As prop [cm2]	Comprob As pro > As	Pu [Ton]	PR [Ton]	Comprob PR>Pu
Dirección X								
x1	0,199	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	5,987	52,430	OK
x2	0,625	6,25	4 φ 16 mm	8,042	OK	15,431	159,320	OK
x3	0,315	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	9,517	77,540	OK
x4	0,188	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	4,410	50,000	OK
x5	0,370	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	8,437	104,423	OK
x6	0,241	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	5,322	71,779	OK
x7	0,461	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	12,575	127,319	OK
x8	0,323	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	13,023	92,418	OK
x9	0,370	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	11,569	104,423	OK
x10	0,450	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	15,114	124,484	OK
x11	0,463	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	16,946	127,840	OK
x12	0,370	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	9,492	89,505	OK
x13	0,241	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	9,109	61,525	OK
x14	0,450	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	16,961	106,700	OK
x15	0,413	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	11,098	98,600	OK
x16	0,323	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	7,561	79,202	OK
x17	0,323	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	7,481	79,225	OK

Tabla 69

Resistencia a la compresión de muros en Y, estructura Irregular

# Muro	Área [m2]	As [cm2]	Armadura	As prop [cm2]	Comprob As pro > As	Pu [Ton]	PR [Ton]	Comprob PR>Pu
Dirección Y								
y1	0,670	4,00	4 φ 12 mm	4,524	OK	12,958	158,400	OK
y2	0,660	4,00	4 φ 12 mm	4,524	OK	18,534	182,280	OK
y3	0,700	4,00	4 φ 12 mm	4,524	OK	21,567	192,360	OK
y4	0,707	4,00	4 φ 12 mm	4,524	OK	13,228	166,375	OK
y5	0,364	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	11,450	102,749	OK
y6	0,555	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	11,936	129,380	OK
y7	0,356	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	14,725	100,859	OK
y8	0,191	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	7,026	59,279	OK
y9	0,461	2,250	4 φ 10 mm	3,142	OK	14,163	109,130	OK
y10	0,495	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	21,294	135,824	OK
y11	0,195	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	6,071	51,659	OK
y12	0,490	2,25	4 φ 10 mm	3,142	OK	10,324	115,357	OK

Resistencia a Cargas Laterales.

Para la resistencia a cargas laterales debemos cumplir la siguiente condición:

$$V_{mR} \geq Vu$$

Por lo tanto, tenemos que:

$$V_R = V_{mR} + V_{sR}$$

$$V_{mR} = F_R [(0,5 * v'm * A_T + 0,3 * P) * f] \leq 1,5 * F_R * v'm * A_T * f$$

F_R Factor de reducción de resistencia (0,7)

$v'm$ Resistencia de diseño a la tensión diagonal de la mampostería

A_T Área de la sección transversal del muro incluyendo columnas de amarre

f Relación de aspecto del muro

$$f = \begin{cases} 1,5 & \text{si } \frac{H}{L} < 0,2 \\ 1,0 & \text{si } \frac{H}{L} > 1,0 \end{cases}$$

H Altura del muro

L Longitud del muro sin considerar las columnas de amarre

Si esta igualdad no se cumpliera, necesitamos calcular un refuerzo horizontal con la siguiente formula:

$$V_{SR} = F_R * n * \rho_h * f_{yh} * A_T$$

Donde:

$$n = \frac{V_{mR}}{F_R * \rho_h * f_{yh} * A_T} * (k_o * k_1 - 1) + n_s$$

$$k_o = \begin{cases} 1,3 & \text{si } H/L \leq 1,0 \\ 1,0 & \text{si } H/L \geq 1,5 \end{cases}$$

$$n_s = \begin{cases} 0,75 & \text{si } f'm \geq 9MPa \left(90 \frac{kg}{cm^2}\right) \\ 0,55 & \text{si } f'm \leq 6MPa \left(60 \frac{kg}{cm^2}\right) \end{cases}$$

$$\rho_h = \frac{A_{s_h}}{S_h * t}$$

S_h Separación entre varillas horizontales

t Espesor del muro

La norma mexicana nos dice que la distancia entre los refuerzos horizontales debe estar a razón de:

$$S_h \leq \begin{cases} 6 \text{ hiladas} \\ 450 \text{ mm} \end{cases}$$

$$k_1 = 1 - \alpha * \rho_h * f_{yh} ; \alpha = 0,45 \text{ MPa}^{-1} = \left(0,045 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)^{-1}$$

- Nota: Aun que resista a cargas laterales, la norma pide que se coloque armadura normativa

Tabla 70

Fuerza cortante de diseño para muros en sentido X, estructura Regular

# Muro	Longitud [m]	Área [m ²]	H/L	f	P [Ton]	VmR [Ton]	Comprobación
Dirección X							
x1	3,60	0,540	0,848	1,095	12,071	16,761	41,959 OK
x2	2,00	0,300	1,647	1,000	5,315	8,214	21,294 OK
x3	2,00	0,300	1,647	1,000	5,315	8,214	21,294 OK
x4	3,60	0,540	0,848	1,095	12,071	16,761	41,959 OK
x5	2,00	0,300	1,647	1,000	6,594	8,483	21,294 OK
x6	3,68	0,551	0,830	1,106	11,925	17,202	43,294 OK
x7	3,68	0,551	0,830	1,106	11,925	17,202	43,294 OK
x8	2,00	0,300	1,647	1,000	6,594	8,483	21,294 OK
x9	3,40	0,510	0,903	1,060	11,043	15,256	38,389 OK
x10	3,40	0,510	0,903	1,060	11,043	15,256	38,389 OK
x11	2,40	0,360	1,333	1,000	11,061	10,840	25,553 OK
x12	3,40	0,510	0,903	1,060	13,173	15,730	38,389 OK
x13	3,40	0,510	0,903	1,060	13,173	15,730	38,389 OK
x14	2,40	0,360	1,333	1,000	11,061	10,840	25,553 OK
x15	2,08	0,311	1,577	1,000	6,760	8,784	22,093 OK
x16	2,08	0,311	1,577	1,000	6,760	8,784	22,093 OK
x17	2,08	0,311	1,577	1,000	6,760	8,784	22,093 OK
x18	2,08	0,311	1,577	1,000	6,760	8,784	22,093 OK

Tabla 71*Cuántía para varilla horizontal de muros en sentido X, estructura Regular*

# Muro	Vu [Ton]	ko	Armadura	As propuesto [cm2]	ρ	Comprobación	K1
Dirección X							
x1	20,101	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x2	6,569	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x3	6,569	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x4	20,101	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x5	6,864	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x6	20,796	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x7	20,796	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x8	6,864	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x9	17,993	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x10	17,993	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x11	10,244	1,10	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x12	18,482	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x13	18,482	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x14	10,244	1,10	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x15	7,310	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x16	7,310	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x17	7,310	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x18	7,310	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853

Tabla 72

Comprobación de muros a cargas laterales en sentido X, estructura Regular

# Muro	n	VsR [Ton]	VR [Ton]	Vu [Ton]	Comprobación VR >= Vu
Dirección X					
x1	0,697	8,624	25,385	20,101	Resiste a cargas laterales
x2	0,374	2,571	10,785	6,569	Resiste a cargas laterales
x3	0,374	2,571	10,785	6,569	Resiste a cargas laterales
x4	0,697	8,624	25,385	20,101	Resiste a cargas laterales
x5	0,368	2,531	11,014	6,864	Resiste a cargas laterales
x6	0,698	8,813	26,016	20,796	Resiste a cargas laterales
x7	0,698	8,813	26,016	20,796	Resiste a cargas laterales
x8	0,368	2,531	11,014	6,864	Resiste a cargas laterales
x9	0,692	8,082	23,338	17,993	Resiste a cargas laterales
x10	0,692	8,082	23,338	17,993	Resiste a cargas laterales
x11	0,468	3,864	14,705	10,244	Resiste a cargas laterales
x12	0,696	8,134	23,864	18,482	Resiste a cargas laterales
x13	0,696	8,134	23,864	18,482	Resiste a cargas laterales
x14	0,468	3,864	14,705	10,244	Resiste a cargas laterales
x15	0,369	2,628	11,412	7,310	Resiste a cargas laterales
x16	0,369	2,628	11,412	7,310	Resiste a cargas laterales
x17	0,369	2,628	11,412	7,310	Resiste a cargas laterales
x18	0,369	2,628	11,412	7,310	Resiste a cargas laterales

Tabla 73

Fuerza cortante de diseño para muros en sentido Y, estructura Regular

# Muro	Longitud [m]	Área [m2]	H/L	f	P [Ton]	VmR [Ton]	Comprobación	
Dirección Y								
y1	3,10	0,465	1,000	1,000	16,102	14,383	33,006	OK
y2	3,10	0,465	1,000	1,000	16,102	14,383	33,006	OK
y3	3,15	0,472	0,983	1,011	20,904	15,730	33,879	OK
y4	1,90	0,285	1,750	1,000	14,471	9,782	20,229	OK
y5	1,90	0,285	1,750	1,000	14,471	9,782	20,229	OK
y6	3,15	0,473	0,982	1,011	20,907	15,740	33,906	OK
y7	2,29	0,343	1,409	1,000	7,095	9,608	24,355	OK
y8	2,29	0,343	1,409	1,000	7,095	9,608	24,355	OK
y9	3,73	0,559	0,818	1,114	9,269	16,896	44,183	OK
y10	1,65	0,248	2,074	1,000	9,315	7,812	17,568	OK
y11	2,93	0,439	1,067	1,000	14,093	13,340	31,142	OK
y12	1,50	0,225	2,333	1,000	11,938	7,831	15,971	OK
y13	3,73	0,559	0,818	1,114	15,303	18,308	44,183	OK
y14	1,65	0,248	2,074	1,000	9,315	7,812	17,568	OK
y15	2,29	0,343	1,409	1,000	7,095	9,608	24,355	OK
y16	2,29	0,343	1,409	1,000	7,095	9,608	24,355	OK
y17	3,73	0,559	0,818	1,114	9,269	16,896	44,183	OK
y18	3,65	0,548	0,836	1,103	16,175	18,028	42,849	OK
y19	3,65	0,548	0,836	1,103	16,915	14,287	42,849	OK
y20	3,65	0,548	0,836	1,103	16,915	14,287	42,849	OK
y21	3,65	0,548	0,836	1,103	16,175	14,287	42,849	OK
y22	2,50	0,375	1,273	1,000	8,954	8,874	26,618	OK
y23	2,50	0,375	1,273	1,000	8,954	8,874	26,618	OK

Tabla 74

Cuantía para varilla horizontal de muros en sentido Y, estructura Regular

# Muro	Vu [Ton]	ko	Armadura	As propuesto [cm2]	ρ	Comprobación	K1
Dirección Y							
y1	16,550	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y2	16,550	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y3	18,059	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y4	8,154	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y5	8,154	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y6	18,072	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y7	8,627	1,05	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y8	8,627	1,05	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y9	20,680	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y10	5,782	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y11	14,678	1,26	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y12	5,753	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y13	22,068	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y14	5,782	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y15	8,627	1,05	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y16	8,627	1,05	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y17	20,680	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y18	21,529	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y19	21,699	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y20	21,699	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y21	21,529	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y22	10,414	1,14	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y23	10,414	1,14	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853

Tabla 75

Comprobación de muros a cargas laterales en sentido Y, estructura Regular

# Muro	n	VsR [Ton]	VR [Ton]	Vu [Ton]	Comprobación VR >= Vu
Dirección Y					
y1	0,697	7,421	21,804	16,550	Resiste a cargas laterales
y2	0,697	7,421	21,804	16,550	Resiste a cargas laterales
y3	0,708	7,658	23,388	18,059	Resiste a cargas laterales
y4	0,329	2,151	11,933	8,154	Resiste a cargas laterales
y5	0,329	2,151	11,933	8,154	Resiste a cargas laterales
y6	0,708	7,662	23,403	18,072	Resiste a cargas laterales
y7	0,427	3,357	12,965	8,627	Resiste a cargas laterales
y8	0,427	3,357	12,965	8,627	Resiste a cargas laterales
y9	0,693	8,875	25,771	20,680	Resiste a cargas laterales
y10	0,347	1,968	9,780	5,782	Resiste a cargas laterales
y11	0,649	6,522	19,862	14,678	Resiste a cargas laterales
y12	0,326	1,682	9,513	5,753	Resiste a cargas laterales
y13	0,705	9,028	27,336	22,068	Resiste a cargas laterales
y14	0,347	1,968	9,780	5,782	Resiste a cargas laterales
y15	0,427	3,357	12,965	8,627	Resiste a cargas laterales
y16	0,427	3,357	12,965	8,627	Resiste a cargas laterales
y17	0,693	8,875	25,771	20,680	Resiste a cargas laterales
y18	0,706	8,856	26,884	21,529	Resiste a cargas laterales
y19	0,674	8,450	22,737	21,699	Resiste a cargas laterales
y20	0,674	8,450	22,737	21,699	Resiste a cargas laterales
y21	0,674	8,450	22,737	21,529	Resiste a cargas laterales
y22	0,518	4,450	13,325	10,414	Resiste a cargas laterales
y23	0,518	4,450	13,325	10,414	Resiste a cargas laterales

Tabla 76

Fuerza cortante de diseño para muros en sentido X, estructura Irregular

# Muro	Longitud L [m]	Área [m2]	H/L	f	P [Ton]	VmR [Ton]	Comprobación
Dirección X							
x1	1,33	0,199	2,732	1,000	4,521	5,652	14,107 OK
x2	2,50	0,625	1,400	1,000	11,608	17,225	44,363 OK
x3	2,10	0,315	1,556	1,000	7,171	8,959	22,359 OK
x4	1,25	0,188	2,947	1,000	3,382	5,146	13,309 OK
x5	2,47	0,370	1,291	1,000	6,731	10,177	26,291 OK
x6	1,61	0,241	2,144	1,000	4,253	6,592	17,096 OK
x7	3,08	0,461	1,009	1,000	9,778	12,966	32,740 OK
x8	2,15	0,323	1,512	1,000	9,847	9,704	22,909 OK
x9	2,47	0,370	1,291	1,000	8,809	10,613	26,291 OK
x10	3,00	0,450	1,037	1,000	11,862	13,138	31,941 OK
x11	3,09	0,463	1,004	1,000	13,262	13,747	32,886 OK
x12	2,47	0,370	1,291	1,000	7,530	10,345	26,291 OK
x13	1,61	0,241	2,144	1,000	7,023	7,174	17,096 OK
x14	3,00	0,450	1,037	1,000	13,261	13,432	31,941 OK
x15	2,75	0,413	1,143	1,000	8,687	11,584	29,279 OK
x16	2,15	0,323	1,512	1,000	6,023	8,900	22,905 OK
x17	2,15	0,323	1,512	1,000	5,865	8,869	22,912 OK

Tabla 77*Cuántía para varilla horizontal de muros en sentido X, estructura Irregular*

# Muro	Vu [Ton]	ko	Armadura	As propuesto [cm2]	ρ	Comprobación	K1
Dirección X							
x1	3,387	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x2	17,708	1,06	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x3	7,544	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x4	2,866	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x5	9,699	1,13	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x6	4,425	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x7	14,889	1,29	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x8	8,454	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x9	10,177	1,13	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x10	14,759	1,28	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x11	15,804	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x12	9,883	1,13	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x13	5,062	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x14	15,081	1,28	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x15	12,107	1,21	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x16	7,572	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
x17	7,539	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853

Tabla 78*Comprobación de muros a cargas laterales en sentido X, estructura Irregular*

# Muro	n	VsR [Ton]	VR [Ton]	Vu [Ton]	Comprobación VR >= Vu
Dirección X					
x1	0,367	1,672	7,324	3,387	Resiste a cargas laterales
x2	0,434	6,220	23,445	17,708	Resiste a cargas laterales
x3	0,367	2,650	11,609	7,544	Resiste a cargas laterales
x4	0,374	1,605	6,751	2,866	Resiste a cargas laterales
x5	0,502	4,258	14,435	9,699	Resiste a cargas laterales
x6	0,374	2,064	8,656	4,425	Resiste a cargas laterales
x7	0,677	7,160	20,126	14,889	Resiste a cargas laterales
x8	0,357	2,638	12,342	8,454	Resiste a cargas laterales
x9	0,500	4,241	14,854	10,177	Resiste a cargas laterales
x10	0,664	6,847	19,985	14,759	Resiste a cargas laterales
x11	0,688	7,302	21,049	15,804	Resiste a cargas laterales
x12	0,501	4,251	14,596	9,883	Resiste a cargas laterales
x13	0,359	1,979	9,152	5,062	Resiste a cargas laterales
x14	0,667	6,874	20,306	15,081	Resiste a cargas laterales
x15	0,593	5,609	17,193	12,107	Resiste a cargas laterales
x16	0,373	2,756	11,655	7,572	Resiste a cargas laterales
x17	0,373	2,761	11,630	7,539	Resiste a cargas laterales

Tabla 79*Fuerza cortante de diseño para muros en sentido Y, estructura Irregular*

# Muro	Longitud L [m]	Área [m2]	H/L	f	P [Ton]	VmR [Ton]	Comprobación	
Dirección Y								
y1	3,35	0,670	0,949	1,032	10,430	18,616	49,068	OK
y2	3,30	0,660	0,966	1,022	14,645	19,094	47,856	OK
y3	3,50	0,700	0,903	1,060	16,979	21,345	52,691	OK
y4	3,53	0,707	0,893	1,067	10,669	20,232	53,525	OK
y5	2,43	0,364	1,318	1,000	8,795	10,453	25,819	OK
y6	3,70	0,555	0,824	1,110	9,550	16,806	43,739	OK
y7	2,38	0,356	1,349	1,000	11,157	10,772	25,287	OK
y8	1,28	0,191	2,872	1,000	5,498	5,679	13,575	OK
y9	3,08	0,461	1,009	1,000	10,817	13,185	32,740	OK
y10	3,30	0,495	0,933	1,042	16,378	15,782	36,599	OK
y11	1,30	0,195	2,797	1,000	4,778	5,621	13,854	OK
y12	3,27	0,490	0,944	1,035	8,270	13,802	36,011	OK

Tabla 80*Cuantía para varilla horizontal de muros en sentido Y, estructura Irregular*

# Muro	Vu [Ton]	ko	Armadura	As propuesto [cm2]	ρ	Comprobación		K1
Dirección Y								
y1	23,401	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853	
y2	23,748	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853	
y3	26,830	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853	
y4	25,834	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853	
y5	9,884	1,11	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853	
y6	20,497	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853	
y7	10,106	1,09	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853	
y8	3,437	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853	

# Muro	Vu [Ton]	ko	Armadura	As propuesto [cm2] Dirección Y	ρ	Comprobación	K1
y9	15,128	1,29	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y10	18,324	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y11	3,362	1,00	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853
y12	16,171	1,30	1 ϕ 8 mm	0,503	0,000779	OK	0,853

Tabla 81

Comprobación de muros a cargas laterales en sentido Y, estructura Irregular

# Muro	n	VsR [Ton]	VR [Ton]	Vu [Ton] Dirección Y	Comprobación VR \geq Vu
y1	0,682	10,463	29,079	23,401	Resiste a cargas laterales
y2	0,687	10,389	29,483	23,748	Resiste a cargas laterales
y3	0,694	11,137	32,483	26,830	Resiste a cargas laterales
y4	0,686	11,104	31,335	25,834	Resiste a cargas laterales
y5	0,482	4,019	14,473	9,884	Resiste a cargas laterales
y6	0,693	8,818	25,624	20,497	Resiste a cargas laterales
y7	0,457	3,733	14,504	10,106	Resiste a cargas laterales
y8	0,359	1,573	7,253	3,437	Resiste a cargas laterales
y9	0,680	7,182	20,367	15,128	Resiste a cargas laterales
y10	0,701	7,950	23,733	18,324	Resiste a cargas laterales
y11	0,365	1,632	7,253	3,362	Resiste a cargas laterales
y12	0,683	7,674	21,475	16,171	Resiste a cargas laterales

Resistencia a la Flexo-compresión.

En la norma mexicana se presenta las ecuaciones para dicho diseño.

$$Ecu 1 \rightarrow MR = F_R * M_o + 0,3 * Pu * d; \quad si \quad 0 \leq Pu \leq \frac{P_R}{3}$$

$$Ecu 2 \rightarrow MR = (1,5 * F_R * M_o + 0,15 * P_R * d) * \left(1 - \frac{Pu}{P_R}\right); \quad si \quad Pu > \frac{P_R}{3}$$

Donde:

$M_o = As * fy * d'$ Resistencia a flexión pura del muro

As Área de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos (columna de amarre) del extremo del muro

d' Distancia entre el centroide del acero colocado en ambos extremos del muro

d Distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima

Pu Carga axial de diseño a compresión

F_R Factor de reducción de resistencia (0,8)

Tabla 82

Resistencia a flexión pura de muros en sentido X, estructura Regular

# Muro	PR/3	Pu [Ton]	Longitud [m]	Dirección X		Armadura	As propuesto [cm2]	Mo [Ton-m]
				d [cm]	d' [cm]			
x1	42,047	15,452	3,60	352,500	345,000	4 ϕ 14 mm	6,158	89,222
x2	24,767	7,042	2,00	192,500	185,000	4 ϕ 12 mm	4,524	35,151
x3	24,767	6,785	2,00	192,500	185,000	4 ϕ 12 mm	4,524	35,151
x4	42,047	15,452	3,60	352,500	345,000	4 ϕ 14 mm	6,158	89,222
x5	24,767	8,512	2,00	192,500	185,000	4 ϕ 12 mm	4,524	35,151
x6	50,000	15,075	3,68	360,000	352,500	4 ϕ 14 mm	6,158	91,162
x7	50,000	15,075	3,68	360,000	352,500	4 ϕ 14 mm	6,158	91,162

# Muro	PR/3	Pu [Ton]	Longitud [m]	d [cm]	d' [cm]	Armadura	As propuesto [cm ²]	Mo [Ton-m]
Dirección X								
x8	24,767	8,512	2,00	192,500	185,000	4 φ 12 mm	4,524	35,151
x9	46,535	14,194	3,40	332,500	325,000	4 φ 14 mm	6,158	84,050
x10	46,535	14,194	3,40	332,500	325,000	4 φ 14 mm	6,158	84,050
x11	33,935	14,413	2,40	232,500	225,000	4 φ 12 mm	4,524	42,751
x12	46,535	17,135	3,40	332,500	325,000	4 φ 14 mm	6,158	84,050
x13	46,535	17,135	3,40	332,500	325,000	4 φ 14 mm	6,158	84,050
x14	33,935	14,166	2,40	232,500	225,000	4 φ 12 mm	4,524	42,751
x15	25,577	8,669	2,08	200,000	192,500	4 φ 12 mm	4,524	36,576
x16	25,577	8,673	2,08	200,000	192,500	4 φ 12 mm	4,524	36,576
x17	25,577	8,673	2,08	200,000	192,500	4 φ 12 mm	4,524	36,576
x18	25,577	8,669	2,08	200,000	192,500	4 φ 12 mm	4,524	36,576

Tabla 83

Comprobación de resistencia a flexo-compresión de muros en sentido X, estructura Regular

# Muro	MR [Ton-m]	Mu [Ton-m]	Comprobación MR > Mu
Dirección X			
x1	87,719	75,042	Resiste a flexo-compresión
x2	32,187	24,526	Resiste a flexo-compresión
x3	32,039	24,526	Resiste a flexo-compresión
x4	87,719	75,042	Resiste a flexo-compresión
x5	33,036	25,624	Resiste a flexo-compresión
x6	89,211	77,640	Resiste a flexo-compresión
x7	89,211	77,640	Resiste a flexo-compresión
x8	33,036	25,624	Resiste a flexo-compresión
x9	81,399	67,172	Resiste a flexo-compresión
x10	81,399	67,172	Resiste a flexo-compresión

# Muro	MR [Ton-m]	Mu [Ton-m]	Comprobación MR > Mu
Dirección X			
x11	44,253	38,243	Resiste a flexo-compresión
x12	84,332	69,001	Resiste a flexo-compresión
x13	84,332	69,001	Resiste a flexo-compresión
x14	44,082	38,243	Resiste a flexo-compresión
x15	34,462	27,292	Resiste a flexo-compresión
x16	34,464	27,292	Resiste a flexo-compresión
x17	34,464	27,292	Resiste a flexo-compresión
x18	34,462	27,292	Resiste a flexo-compresión

Tabla 84

Resistencia a flexión pura de muros en sentido Y, estructura Regular

# Muro	PR/3	Pu [Ton]	Longitud [m]	d [cm]	d'	Armadura	As propuesto [cm ²]	Mo [Ton-m]
Dirección Y								
y1	42,755	20,953	3,10	302,500	295,000	4 φ 12 mm	4,524	56,051
y2	42,755	20,953	3,10	302,500	295,000	4 φ 12 mm	4,524	56,051
y3	43,366	27,271	3,15	307,350	299,850	4 φ 12 mm	4,524	56,973
y4	27,635	18,758	1,90	182,500	175,000	4 φ 12 mm	4,524	33,251
y5	27,635	18,758	1,90	182,500	175,000	4 φ 12 mm	4,524	33,251
y6	43,385	27,273	3,15	307,500	300,000	4 φ 12 mm	4,524	57,001
y7	27,872	9,068	2,29	221,250	213,750	4 φ 12 mm	4,524	40,613
y8	27,872	8,951	2,29	221,250	213,750	4 φ 12 mm	4,524	40,613
y9	43,397	11,559	3,73	365,000	357,500	4 φ 14 mm	6,158	92,455
y10	24,485	12,218	1,65	157,500	150,000	4 φ 12 mm	4,524	28,501
y11	40,550	18,073	2,93	285,000	277,500	4 φ 12 mm	4,524	52,726
y12	22,595	15,488	1,50	142,500	135,000	4 φ 12 mm	4,524	25,650

# Muro	PR/3	Pu [Ton]	Longitud [m]	d [cm]	d'	Armadura	As propuesto [cm ²]	Mo [Ton-m]
Dirección Y								
y13	50,630	19,525	3,73	365,000	357,500	4 φ 14 mm	6,158	92,455
y14	24,485	12,218	1,65	157,500	150,000	4 φ 12 mm	4,524	28,501
y15	27,872	9,068	2,29	221,250	213,750	4 φ 12 mm	4,524	40,613
y16	27,872	8,951	2,29	221,250	213,750	4 φ 12 mm	4,524	40,613
y17	43,397	11,676	3,73	365,000	357,500	4 φ 14 mm	6,158	92,455
y18	49,685	20,690	3,65	357,500	350,000	4 φ 14 mm	6,158	90,516
y19	49,685	21,666	3,65	357,500	350,000	4 φ 14 mm	6,158	90,516
y20	49,685	21,666	3,65	357,500	350,000	4 φ 14 mm	6,158	90,516
y21	49,685	20,936	3,65	357,500	350,000	4 φ 14 mm	6,158	90,516
y22	35,195	11,367	2,50	242,500	235,000	4 φ 12 mm	4,524	44,651
y23	35,195	11,367	2,50	242,500	235,000	4 φ 12 mm	4,524	44,651

Tabla 85

Comprobación de resistencia a flexo-compresión de muros en sentido Y, estructura Regular

# Muro	MR [Ton-m]	Mu [Ton-m]	Comprobación MR > Mu
Dirección Y			
y1	63,856	61,785	Resiste a flexo-compresión
y2	63,856	61,785	Resiste a flexo-compresión
y3	70,723	67,421	Resiste a flexo-compresión
y4	36,871	30,441	Resiste a flexo-compresión
y5	36,871	30,441	Resiste a flexo-compresión
y6	70,761	67,470	Resiste a flexo-compresión
y7	38,509	32,206	Resiste a flexo-compresión
y8	38,432	32,206	Resiste a flexo-compresión
y9	86,621	77,205	Resiste a flexo-compresión
y10	28,573	21,585	Resiste a flexo-compresión

# Muro	MR [Ton-m]	Mu [Ton-m] Dirección Y	Comprobación MR > Mu
y11	57,633	54,798	Resiste a flexo-compresión
y12	27,141	21,480	Resiste a flexo-compresión
y13	95,344	82,386	Resiste a flexo-compresión
y14	28,573	21,585	Resiste a flexo-compresión
y15	38,509	32,206	Resiste a flexo-compresión
y16	38,432	32,206	Resiste a flexo-compresión
y17	86,749	77,205	Resiste a flexo-compresión
y18	94,602	80,375	Resiste a flexo-compresión
y19	95,650	81,010	Resiste a flexo-compresión
y20	95,650	81,010	Resiste a flexo-compresión
y21	94,866	80,375	Resiste a flexo-compresión
y22	43,990	38,879	Resiste a flexo-compresión
y23	43,990	38,879	Resiste a flexo-compresión

Tabla 86

Resistencia a flexión pura de muros en sentido X, estructura Irregular

# Muro	PR/3	Pu [Ton]	Longitud L [m]	d [cm]		d'	Armadura	As propuesto [cm ²]	Mo [Ton- m]
				Dirección X					
x1	17,477	5,987	1,33	125,000	117,500	4	φ 10 mm	3,142	15,504
x2	53,107	15,431	2,50	237,500	225,000	4	φ 16 mm	8,042	76,001
x3	25,847	9,517	2,10	202,500	195,000	4	φ 12 mm	4,524	37,051
x4	16,667	4,410	1,25	117,500	110,000	4	φ 10 mm	3,142	14,514
x5	34,808	8,437	2,47	239,430	231,930	4	φ 12 mm	4,524	44,068
x6	23,926	5,322	1,61	153,070	145,570	4	φ 10 mm	3,142	19,208
x7	42,440	12,575	3,08	300,000	292,500	4	φ 14 mm	6,158	75,645
x8	30,806	13,023	2,15	207,670	200,170	4	φ 12 mm	4,524	38,033
x9	34,808	11,569	2,47	239,430	231,930	4	φ 12 mm	4,524	44,068
x10	41,495	15,114	3,00	292,500	285,000	4	φ 12 mm	4,524	54,151
x11	42,613	16,946	3,09	301,380	293,880	4	φ 12 mm	4,524	55,838
x12	29,835	9,492	2,47	239,430	231,930	4	φ 12 mm	4,524	44,068
x13	20,508	9,109	1,61	153,070	145,570	4	φ 10 mm	3,142	19,208
x14	35,567	16,961	3,00	292,500	285,000	4	φ 12 mm	4,524	54,151
x15	32,867	11,098	2,75	267,500	260,000	4	φ 12 mm	4,524	49,401
x16	26,401	7,561	2,15	207,630	200,130	4	φ 12 mm	4,524	38,025
x17	26,408	7,481	2,15	207,700	200,200	4	φ 12 mm	4,524	38,039

Tabla 87

Comprobación de resistencia a flexo-compresión de muros en sentido X, estructura Irregular

# Muro	MR [Ton-m]	Mu [Ton-m]	Comprobación MR > Mu Dirección X
x1	14,648	12,643	Resiste a flexo-compresión
x2	71,796	66,111	Resiste a flexo-compresión
x3	35,422	28,166	Resiste a flexo-compresión
x4	13,166	10,702	Resiste a flexo-compresión
x5	41,314	36,209	Resiste a flexo-compresión
x6	17,810	16,518	Resiste a flexo-compresión
x7	71,833	55,584	Resiste a flexo-compresión
x8	38,540	31,560	Resiste a flexo-compresión
x9	43,564	37,993	Resiste a flexo-compresión
x10	56,584	55,100	Resiste a flexo-compresión
x11	59,992	59,000	Resiste a flexo-compresión
x12	42,072	36,895	Resiste a flexo-compresión
x13	19,549	18,897	Resiste a flexo-compresión
x14	58,204	56,301	Resiste a flexo-compresión
x15	48,427	45,200	Resiste a flexo-compresión
x16	35,130	28,269	Resiste a flexo-compresión
x17	35,092	28,147	Resiste a flexo-compresión

Tabla 88

Resistencia a flexión pura de muros en sentido Y, estructura Irregular

# Muro	PR/3	Pu [Ton]	Longitud L [m]	d [cm]		d'	Armadura	As propuesto [cm ²]	Mo [Ton-m]
				Dirección Y					
y1	52,800	12,958	3,35	325,000	315,000	4	φ 16 mm	8,042	106,402
y2	60,760	18,534	3,30	320,000	310,000	4	φ 16 mm	8,042	104,713
y3	64,120	21,567	3,50	340,000	330,000	4	φ 16 mm	8,042	111,469
y4	55,458	13,228	3,53	343,460	333,460	4	φ 16 mm	8,042	112,637
y5	34,250	11,450	2,43	235,000	227,500	4	φ 12 mm	4,524	43,226
y6	43,127	11,936	3,70	362,500	355,000	4	φ 14 mm	6,158	91,809
y7	33,620	14,725	2,38	230,000	222,500	4	φ 12 mm	4,524	42,276
y8	19,760	7,026	1,28	120,000	112,500	4	φ 10 mm	3,142	14,844
y9	36,377	14,163	3,08	300,000	292,500	4	φ 12 mm	4,524	55,576
y10	45,275	21,294	3,30	322,500	315,000	4	φ 14 mm	6,158	81,464
y11	17,220	6,071	1,30	122,620	115,120	4	φ 10 mm	3,142	15,190
y12	38,452	10,324	3,27	319,220	311,720	4	φ 14 mm	6,158	80,616

Tabla 89

Comprobación de resistencia a flexo-compresión de muros en sentido Y, estructura Irregular

# Muro	MR [Ton-m]	Mu [Ton-m]	Comprobación MR > Mu
Dirección Y			
y1	97,755	87,364	Resiste a flexo-compresión
y2	101,563	88,660	Resiste a flexo-compresión
y3	111,174	100,167	Resiste a flexo-compresión
y4	103,740	96,449	Resiste a flexo-compresión
y5	42,653	36,899	Resiste a flexo-compresión
y6	86,427	76,521	Resiste a flexo-compresión

# Muro	MR [Ton-m]	Mu [Ton-m] Dirección Y	Comprobación MR > Mu
y7	43,981	37,729	Resiste a flexo-compresión
y8	14,405	12,833	Resiste a flexo-compresión
y9	57,208	56,476	Resiste a flexo-compresión
y10	85,773	68,410	Resiste a flexo-compresión
y11	14,385	12,552	Resiste a flexo-compresión
y12	74,379	60,373	Resiste a flexo-compresión

Diseño de la Cimentación

Para el diseño de la cimentación para mampostería confinada, las recomendaciones dadas son realizar una cimentación corrida, para lo cual se sacará primero la distribución de cargas para cada muro en Tn/m de la siguiente manera:

- Carga distribuida en el muro:

$$W = \frac{\text{Peso total}}{\text{Long. Muro}}$$

- Base de la viga

$$B = \frac{W}{\sigma \text{ suelo}}$$

Después del cálculo de la base de la cimentación, la longitud se toma la longitud del eje por donde va a pasar la cimentación.

- Comprobación Presión Bruta del suelo (PBS)

$$\text{PBS} = \frac{W * 1,1}{B}$$

$$\text{PBS} < \sigma \text{ suelo} \quad \text{OK}$$

- Cálculo de la armadura de la base de cimentación:

Para el cálculo de esta armadura se necesita sacar los momentos que actúan en las alas de la cimentación para lo cual se necesita sacar la reacción del suelo sobre la cimentación con la siguiente formula:

$$Reccion\ del\ suelo = \frac{W * 1,0\ m}{B}$$

Para momentos:

$$M = \frac{Reaccion\ del\ suelo * B_{ala}^2}{2}$$

- Para armadura mínima:

$$As\ min = \frac{14}{fy} * d * 100$$

- Armadura de Distribución:

$$As\ dis = 0,0018 * b * d$$

Para el cuerpo de la viga se toman las dimensiones mínimas, mencionadas en la norma (NEC-SE-VIVIENDA, 2015).

Figura 88*Dimensiones mínimas para cimentación corrida*

Cimentación corrida	Un piso	Dos pisos	Resistencia Mínima	
			Acero de Refuerzo	Hormigón
			f_y (MPa)	f'_c (MPa)
Ancho	250 mm	300 mm	* 420 (barra corrugada)	18
Altura	200 mm	300 mm		
Acero longitudinal	4 ϕ 10* mm	4 ϕ 12* mm		
Estribos	ϕ 8* mm @ 200mm	ϕ 8* mm @ 200mm		
Acero para anclaje de muros	10* mm	10* mm		

Nota. Dimensiones y cuantía mínima para una cimentación corrida. Tomado de (NEC-SE-VIVIENDA, 2015).

Tabla 90*Dimensión de la cimentación corrida en sentido X, estructura Regular*

MURO	Sismo [Ton]	P total [Ton]	L [m]	W [Ton/m] Dirección x	Base [m]	B adopt. [m]	h adopt. [m]	PBS [Ton/m2]
X1	10,533	22,604	3,60	6,279	0,314	0,50	0,20	13,814
X2	5,394	10,709	2,00	5,355	0,268	0,50	0,20	11,780
X3	5,221	10,536	2,00	5,268	0,263	0,50	0,20	11,589
X4	10,528	22,599	3,60	6,277	0,314	0,50	0,20	13,810
X5	4,955	11,548	2,00	5,774	0,289	0,50	0,20	12,703
X6	12,991	24,916	3,68	6,780	0,339	0,50	0,20	14,916
X7	12,990	24,915	3,68	6,780	0,339	0,50	0,20	14,915
X8	4,956	11,549	2,00	5,775	0,289	0,50	0,20	12,704
X9	9,618	20,661	3,40	6,077	0,304	0,50	0,20	13,369
X10	9,641	20,684	3,40	6,084	0,304	0,50	0,20	13,384
X11	6,834	17,896	2,40	7,456	0,373	0,50	0,20	16,404

MURO	Sismo [Ton]	P total [Ton]	L [m]	W	Base [m]	B adopt. [m]	h adopt. [m]	PBS [Ton/m ²]
				Dirección x				
X12	9,722	22,895	3,40	6,734	0,337	0,50	0,20	14,814
X13	9,745	22,918	3,40	6,741	0,337	0,50	0,20	14,829
X14	6,834	17,895	2,40	7,456	0,373	0,50	0,20	16,404
X15	6,036	12,797	2,08	6,167	0,308	0,50	0,20	13,567
X16	6,131	12,891	2,08	6,213	0,311	0,50	0,20	13,668
X17	6,132	12,892	2,08	6,213	0,311	0,50	0,20	13,669
X18	6,036	12,797	2,08	6,167	0,308	0,50	0,20	13,568

Tabla 91

Resumen de Armadura para vigas de cimentación sentido X, estructura Regular

Muro	Reacción del suelo [Ton/m]	As min [cm ²]	Armadura	Armadura de	Armadura	Estribo del cuerpo de viga
			transversal	distribución /cada lado	del cuerpo de viga	
Dirección x						
X1	12,558	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X2	10,709	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X3	10,536	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X4	12,555	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X5	11,548	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X6	13,560	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X7	13,559	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X8	11,549	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X9	12,154	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X10	12,167	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X11	14,913	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X12	13,467	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X13	13,481	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm

Muro	Reacción del suelo [Ton/m]	As min [cm ²]	Armadura transversal	Armadura de distribución /cada lado			Estribo del cuerpo de viga
				Dirección x			
X14	14,913	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	
X15	12,334	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	
X16	12,425	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	
X17	12,426	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	
X18	12,334	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	

Tabla 92

Dimensión de la cimentación corrida en sentido Y, estructura Regular

Muro	Sismo [Ton]	P total [Ton]	L [m]	Dirección y				
				W [Ton/m]	Base [m]	B adopt. [m]	h adopt. [m]	PBS [Ton/m ²]
Y1	6,319	22,421	3,10	7,233	0,362	0,50	0,20	15,912
Y2	6,309	22,412	3,10	7,230	0,361	0,50	0,20	15,905
Y3	6,932	27,836	3,15	8,841	0,442	0,50	0,20	19,451
Y4	3,898	18,369	1,90	9,668	0,483	0,55	0,20	19,336
Y5	3,893	18,364	1,90	9,665	0,483	0,55	0,20	19,330
Y6	6,920	27,826	3,15	8,834	0,442	0,50	0,20	19,434
Y7	8,508	15,603	2,29	6,821	0,341	0,50	0,20	15,006
Y8	4,587	11,682	2,29	5,107	0,255	0,50	0,20	11,235
Y9	10,465	19,734	3,73	5,298	0,265	0,50	0,20	11,655
Y10	3,372	12,687	1,65	7,689	0,384	0,50	0,20	16,916
Y11	8,447	22,540	2,93	7,706	0,385	0,60	0,20	14,127
Y12	3,996	15,935	1,50	10,623	0,531	0,60	0,20	19,476
Y13	8,849	24,152	3,73	6,484	0,324	0,60	0,20	11,887
Y14	3,368	12,683	1,65	7,686	0,384	0,50	0,20	16,910
Y15	8,486	15,581	2,29	6,811	0,341	0,50	0,20	14,985

Muro	Sismo [Ton]	P total [Ton]	L [m]	W	Base [m]	B adopt. [m]	h adopt. [m]	PBS [Ton/m2]
				[Ton/m] Dirección y				
Y16	4,575	11,670	2,29	5,102	0,255	0,50	0,20	11,223
Y17	10,438	19,706	3,73	5,290	0,265	0,50	0,20	11,639
Y18	9,155	25,330	3,65	6,940	0,347	0,50	0,20	15,267
Y19	8,737	25,652	3,65	7,028	0,351	0,50	0,20	15,461
Y20	8,727	25,642	3,65	7,025	0,351	0,50	0,20	15,455
Y21	9,138	25,313	3,65	6,935	0,347	0,50	0,20	15,257
Y22	5,503	14,457	2,50	5,783	0,289	0,50	0,20	12,722
Y23	5,502	14,456	2,50	5,783	0,289	0,50	0,20	12,722

Tabla 93

Resumen de Armadura para vigas de cimentación sentido Y, estructura Regular

Muro	Reacción del suelo [Ton/m2]	As min [cm2]	Armadura	Armadura	Armadura	Estribo del cuerpo de viga
			transversal	de distribución	del cuerpo de viga	
Dirección y						
Y1	14,465	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y2	14,459	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y3	17,682	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y4	17,578	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y5	17,573	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y6	17,668	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y7	13,642	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y8	10,214	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y9	10,595	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y10	15,378	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y11	12,843	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y12	17,705	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm

Muro	Reacción del suelo [Ton/m2]	As min [cm2]	Armadura transversal	Dirección y		
				Armadura de distribución	Armadura del cuerpo de viga	Estribo del cuerpo de viga
Y13	10,806	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y14	15,373	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y15	13,623	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y16	10,203	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y17	10,581	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y18	13,879	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y19	14,056	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y20	14,050	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y21	13,870	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y22	11,566	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y23	11,565	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm

Tabla 94

Dimensión de la cimentación corrida en sentido X, estructura Irregular

Muro	Sismo [Ton]	P total [Ton]	L [m]	Dirección x		B adopt. [m]	h adopt. [m]	PBS [Ton/m2]
				W [Ton/m]	Base [m]			
X1	2,112	6,633	1,33	5,006	0,250	0,50	0,20	11,013
X2	7,362	18,970	2,50	7,588	0,379	0,50	0,20	16,694
X3	3,374	10,545	2,10	5,022	0,251	0,50	0,20	11,047
X4	1,599	4,980	1,25	3,984	0,199	0,50	0,20	8,765
X5	6,284	13,014	2,47	5,270	0,264	0,50	0,20	11,595
X6	4,516	8,769	1,61	5,461	0,273	0,50	0,20	12,014
X7	7,413	17,190	3,08	5,590	0,280	0,50	0,20	12,299
X8	6,136	15,982	2,15	7,428	0,371	0,50	0,20	16,341
X9	4,308	13,116	2,47	5,312	0,266	0,50	0,20	11,686

Muro	Sismo [Ton]	P total [Ton]	L [m]	W	Base [m]	B adopt.	h adopt.	PBS
				[Ton/m]		[m]	[m]	[Ton/m ²]
Dirección x								
X10	5,529	17,391	3,00	5,797	0,290	0,50	0,20	12,753
X11	6,001	19,263	3,09	6,236	0,312	0,50	0,20	13,720
X12	4,880	12,410	2,47	5,026	0,251	0,50	0,20	11,056
X13	3,769	10,792	1,61	6,721	0,336	0,50	0,20	14,787
X14	7,704	20,965	3,00	6,988	0,349	0,50	0,20	15,374
X15	7,090	15,776	2,75	5,737	0,287	0,50	0,20	12,621
X16	5,234	11,257	2,15	5,233	0,262	0,50	0,20	11,512
X17	4,563	10,427	2,15	4,845	0,242	0,50	0,20	10,660

Tabla 95

Resumen de Armadura para vigas de cimentación sentido X, estructura Irregular

Muro	Reacción del suelo [Ton/m]	As min [cm ²]	Armadura transversal	Armadura de distribución /cada lado	Armadura del cuerpo de viga	Estribo del cuerpo de viga
			Dirección x			
X1	10,012	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X2	15,176	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X3	10,043	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X4	7,969	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X5	10,541	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X6	10,922	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X7	11,181	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X8	14,855	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X9	10,623	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X10	11,594	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X11	12,473	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
X12	10,051	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm

Muro	Reacción del suelo [Ton/m]	As min [cm ²]	Armadura transversal	Armadura de distribución /cada lado			Estribo del cuerpo de viga
				Dirección x			
X13	13,442	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	
X14	13,977	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	
X15	11,474	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	
X16	10,465	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	
X17	9,691	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm	

Tabla 96

Dimensión de la cimentación corrida en sentido Y, estructura Irregular

M	Sismo [Ton]	P [Ton]	L [m]	W [Ton/m]	Base [m]	B adopt. [m]	h adopt. [m]	PBS [Ton/m ²]
Y1	13,041	23,471	3,35	7,006	0,350	0,50	0,20	15,414
Y2	12,976	27,621	3,30	8,370	0,419	0,50	0,20	18,414
Y3	9,515	26,494	3,50	7,570	0,378	0,50	0,20	16,653
Y4	10,460	21,129	3,53	5,978	0,299	0,50	0,20	13,151
Y5	4,464	13,259	2,43	5,468	0,273	0,50	0,20	12,029
Y6	9,427	18,978	3,70	5,129	0,256	0,50	0,20	11,284
Y7	4,717	15,874	2,38	6,684	0,334	0,50	0,20	14,704
Y8	2,531	8,028	1,28	6,297	0,315	0,50	0,20	13,852
Y9	7,775	18,591	3,08	6,046	0,302	0,50	0,20	13,301
Y10	6,597	22,975	3,30	6,962	0,348	0,50	0,20	15,317
Y11	3,059	7,837	1,30	6,023	0,301	0,50	0,20	13,250
Y12	7,620	15,890	3,27	4,864	0,243	0,50	0,20	10,700

Tabla 97

Resumen de Armadura para vigas de cimentación sentido Y, estructura Irregular

Muro	Reacción del suelo [Ton/m2]	As min [cm2]	Armadura transversal	Dirección y		
				Armadura de distribución	Armadura del cuerpo de viga	Estribo del cuerpo de viga
Y1	14,012	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y2	16,740	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y3	15,139	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y4	11,955	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y5	10,935	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y6	10,258	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y7	13,368	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y8	12,593	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y9	12,092	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y10	13,924	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y11	12,045	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm
Y12	9,727	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@20cm

Diseño de la Losa Bidireccional Alivianada

La losa tipo será tanto para la losa de entepiso y cubierta, presentan una altura de 20 cm, dadas las condiciones geométricas de la estructura, y por facilidad de trabajo en campo se tiene una losa bidireccional alivianada en todos los paneles.

Carga.

CM = Peso de Losa + Peso de Acabados + Peso de paredes

$$CM = 0,346 \frac{Tn}{m^2} + 0,12 \frac{Tn}{m^2} + 0,27 \frac{Tn}{m^2}$$

$$CM = 0,736 \frac{Tn}{m^2}$$

$$CL = 0,20 \frac{Tn}{m^2}$$

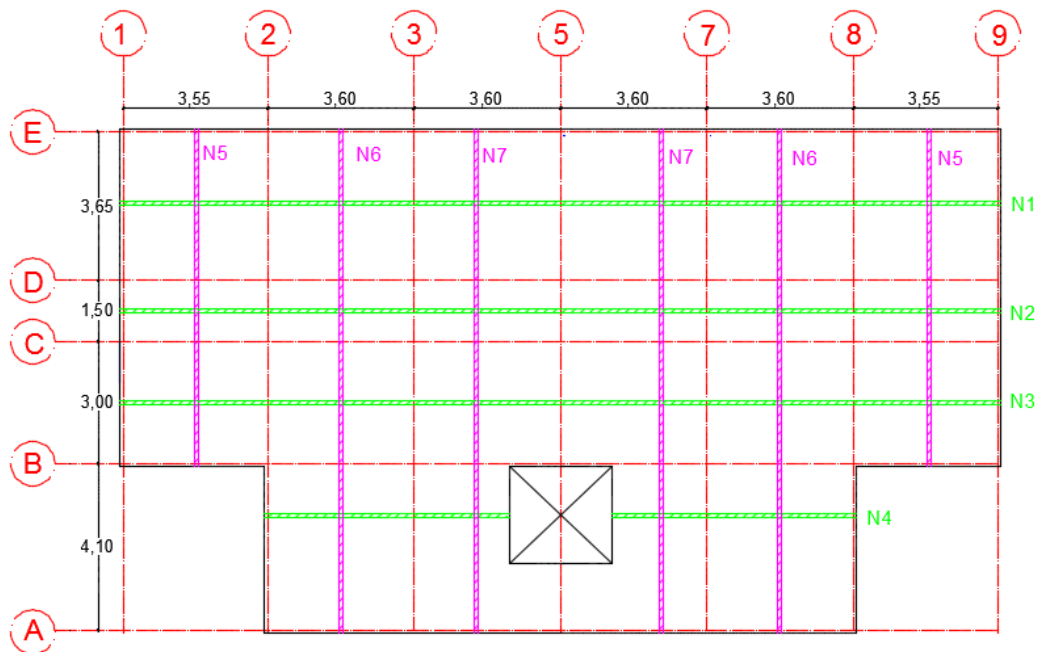
$$Wu = 1,2 * 0,736 + 1,6 * 0,20 = 1,20 \frac{T}{m^2}$$

Se diseñará ejes representativos, en cada sentido para cada vano, por lo que se determina la carga que actuará sobre cada uno, tomando los 50 cm de ancho cooperante (distancia entre nervios).

$$Wu = 0,50 m * 1,20 \frac{T}{m^2} = 0,60 \frac{T}{m}$$

Figura 89

Distribución de los nervios en ambos sentidos



Se calculan los factores de distribución, que afectarán a la carga (w) dada para cada sentido, de la siguiente manera:

$$fd_s = \frac{L^4}{s^4 + L^4}$$

$$fd_L = \frac{s^4}{s^4 + L^4}$$

Donde:

L = es el sentido largo

S = el sentido corto

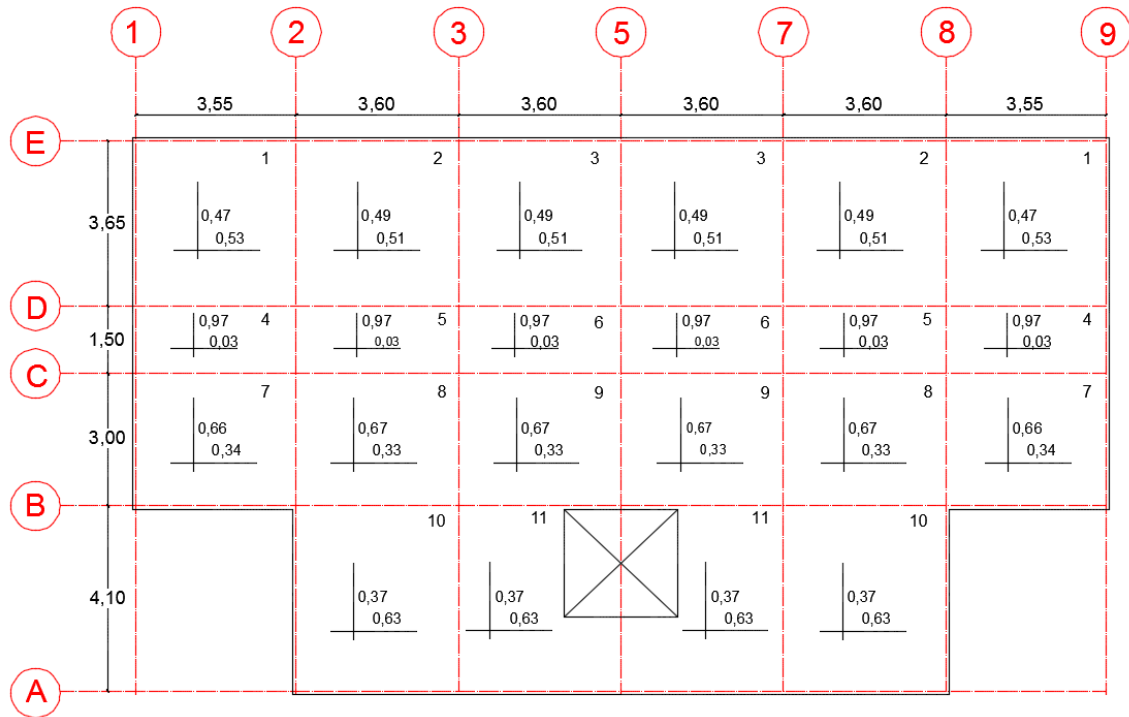
Tabla 98

Factores de distribución y carga distribuida en cada uno de los sentidos, estructura Regular

PANEL	L m	S m	fds	fdL	Wu s (x) T/m	Wu L (y) T/m
1	3,65	3,55	0,53	0,47	0,32	0,28
2	3,65	3,60	0,51	0,49	0,31	0,29
3	3,65	3,60	0,51	0,49	0,31	0,29
4	3,55	1,50	0,97	0,03	0,02	0,58
5	3,60	1,50	0,97	0,03	0,02	0,58
6	3,60	1,50	0,97	0,03	0,02	0,58
7	3,55	3,00	0,66	0,34	0,20	0,40
8	3,60	3,00	0,67	0,33	0,20	0,40
9	3,60	3,00	0,67	0,33	0,20	0,40
10	4,10	3,60	0,63	0,37	0,38	0,22
11	4,10	3,60	0,63	0,37	0,38	0,22

Figura 90

Ubicación de los factores de distribución, estructura Regular

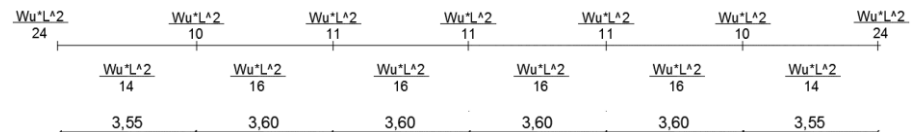


- Cálculo de momentos

A partir de la tabla 6.5.2 de la norma (ACI 318S-14, 2014) se toman los valores que se consideraran para el diseño de un nervio representativo.

Figura 91

Distribución de momentos



- Cálculo de cuantía y A_s

A partir de los momentos obtenidos y con los datos se determina la cuantía de acero, presente en la norma (ACI 318S-14, 2014) sección 8.6.1.

$b = 10 \text{ cm} \rightarrow$ corresponde al ancho de nervio que soporta la carga

$h = 20 \text{ cm} \rightarrow$ corresponde a la altura total de la losa

$d = h - 3 \text{ cm} = 17 \text{ cm} \rightarrow$ altura efectiva

$$\rho = 0,85 * \frac{f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu * 10^5}{0,9 * 0,85 * f'c * b * (d^2)}} \right)$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy}$$

$$\rho_{adop} = \max(\rho; \rho_{min})$$

$$As = \rho_{adop} * b * d$$

Tabla 99

Resumen del armado de nervios en sentidos x, estructura Regular

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	As (cm ²)	Distribución
			24	0,166	0,567	1 Ø 10 mm
	0,32	3,55	14	0,285	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,405	0,660	1 Ø 10 mm
	0,31	3,60	16	0,250	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,363	0,589	1 Ø 10 mm
	0,31	3,60	16	0,250	0,567	1 Ø 10 mm
1			11	0,363	0,589	1 Ø 10 mm
	0,31	3,60	16	0,250	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,363	0,589	1 Ø 10 mm
	0,31	3,60	16	0,250	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,405	0,660	1 Ø 10 mm
	0,32	3,55	14	0,285	0,567	1 Ø 10 mm

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	As (cm ²)	Distribución
			24	0,166	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,010	0,567	1 Ø 10 mm
	0,02	3,55	14	0,017	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,024	0,567	1 Ø 10 mm
	0,02	3,60	16	0,014	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,021	0,567	1 Ø 10 mm
	0,02	3,60	16	0,014	0,567	1 Ø 10 mm
2			11	0,021	0,567	1 Ø 10 mm
	0,02	3,60	16	0,014	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,021	0,567	1 Ø 10 mm
	0,02	3,60	16	0,014	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,024	0,567	1 Ø 10 mm
	0,02	3,55	14	0,017	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,010	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,106	0,567	1 Ø 10 mm
	0,20	3,55	14	0,182	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,259	0,567	1 Ø 10 mm
	0,20	3,60	16	0,158	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,230	0,567	1 Ø 10 mm
3			16	0,158	0,567	1 Ø 10 mm
	0,20	3,60	16	0,158	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,230	0,567	1 Ø 10 mm
	0,20	3,60	16	0,158	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,230	0,567	1 Ø 10 mm
	0,20	3,60	11	0,230	0,567	1 Ø 10 mm

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	As (cm ²)	Distribución
			16	0,158	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,259	0,567	1 Ø 10 mm
	0,20	3,55	14	0,182	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,106	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,203	0,567	1 Ø 10 mm
	0,38	3,60	14	0,348	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,488	0,804	1 Ø 10 mm
	0,38	3,60	16	0,305	0,567	1 Ø 10 mm
4			11	0,443	0,726	1 Ø 10 mm
	0,38	3,60	16	0,305	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,488	0,804	1 Ø 10 mm
	0,38	3,60	14	0,348	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,203	0,567	1 Ø 10 mm

Tabla 100

Resumen del armado de nervios en sentidos Y, estructura Regular

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	As (cm ²)	Distribución
			24	0,157	0,567	1 Ø 10 mm
	0,28	3,65	14	0,270	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,386	0,627	1 Ø 10 mm
5	0,58	1,50	16	0,082	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,294	0,567	1 Ø 10 mm
	0,40	3,00	14	0,255	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,149	0,567	1 Ø 10 mm
6	0,29	3,65	24	0,162	0,567	1 Ø 10 mm
			14	0,278	0,567	1 Ø 10 mm

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	As (cm ²)	Distribución
			10	0,386	0,628	1 Ø 10 mm
	0,58	1,50	16	0,082	0,567	1 Ø 10 mm
			11	0,268	0,567	1 Ø 10 mm
	0,40	3,00	16	0,228	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,510	0,843	1 Ø 10 mm
	0,22	4,10	14	0,269	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,157	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,162	0,567	1 Ø 10 mm
	0,29	3,65	14	0,278	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,386	0,628	1 Ø 10 mm
	0,58	1,50	16	0,082	0,567	1 Ø 10 mm
7			11	0,268	0,567	1 Ø 10 mm
	0,40	3,00	16	0,228	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,510	0,843	1 Ø 10 mm
	0,22	4,10	14	0,269	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,157	0,567	1 Ø 10 mm

Tabla 101

Comprobación de refuerzo a corte de nervios en sentido x, estructura Regular

Nervio	Wu	V Isostático	M1	M2	V Hiperestático	V total	Vu max	vc (kg/cm ²)	vc <= Vp
	0,32	0,562	0,166	0,405	0,067	0,629			
1	0,31	0,555	0,405	0,363	-0,012	0,543	0,629	4,935	OK
	0,31	0,555	0,363	0,363	0,000	0,555			
	0,31	0,555	0,363	0,363	0,000	0,555			

Nervio	Wu	V Isostático	M1	M2	V Hiperestático	V total	Vu max	vc (kg/cm2)	vc <= Vp
	0,31	0,555	0,363	0,405	0,012	0,566			
	0,32	0,562	0,405	0,166	-0,067	0,495			
	0,20	0,346	0,010	0,024	0,004	0,350			
	0,20	0,351	0,024	0,021	-0,001	0,351			
2	0,02	0,033	0,021	0,021	0,000	0,033	0,351	2,749	OK
	0,02	0,032	0,021	0,021	0,000	0,032			
	0,02	0,032	0,021	0,024	0,001	0,032			
	0,20	0,346	0,024	0,010	-0,004	0,343			
	0,20	0,360	0,106	0,259	0,043	0,403			
	0,20	0,351	0,259	0,230	-0,008	0,343			
3	0,20	0,351	0,230	0,230	0,000	0,351	0,403	3,158	OK
	0,20	0,351	0,230	0,230	0,000	0,351			
	0,20	0,351	0,230	0,259	0,008	0,359			
	0,20	0,360	0,259	0,106	-0,043	0,317			
	0,38	0,677	0,203	0,488	0,079	0,756			
4	0,38	0,677	0,488	0,443	-0,012	0,665	0,756	5,933	OK
	0,38	0,677	0,443	0,488	0,012	0,690			
	0,38	0,677	0,488	0,203	-0,079	0,598			

- Análisis de cortante

Se realiza el análisis a cortante de los nervios representativos utilizando las cargas afectadas por los factores de distribución, de acuerdo a la sección 22.5 de la norma ACI318-14.

$$V_{isostático} = \frac{Wu * Ln}{2}$$

$$V_{hiperestático} = \pm \frac{Mu - Mu'}{L}$$

$$Vu = V_{isostático} + V_{hiperestático}$$

Para la comprobación a Corte debe cumplir la siguiente condición:

$$v_u \leq v_p \rightarrow OK \text{ (NO) requiere refuerzo a cortante}$$

Tabla 102

Comprobación de refuerzo a corte de nervios en sentido y, estructura Regular

Nervio	Wu	V Isostático	M1	M2	V Hiperestático	V total	Vu máx	vc (kg/cm2)	vc <= Vp
	0,28	0,517	0,157	0,386	0,063	0,580			
5	0,58	0,436	0,386	0,294	-0,061	0,375	0,580	4,546	OK
	0,40	0,596	0,294	0,149	-0,048	0,548			
	0,29	0,532	0,162	0,386	0,061	0,594			
6	0,58	0,437	0,386	0,268	-0,079	0,358	0,688	4,935	OK
	0,40	0,607	0,268	0,510	0,081	0,688			
	0,22	0,459	0,510	0,157	-0,086	0,372			
	0,29	0,532	0,162	0,386	0,061	0,594			
7	0,58	0,437	0,386	0,268	-0,079	0,358	0,688	4,935	OK
	0,40	0,607	0,268	0,510	0,081	0,688			
	0,22	0,459	0,510	0,157	-0,086	0,372			

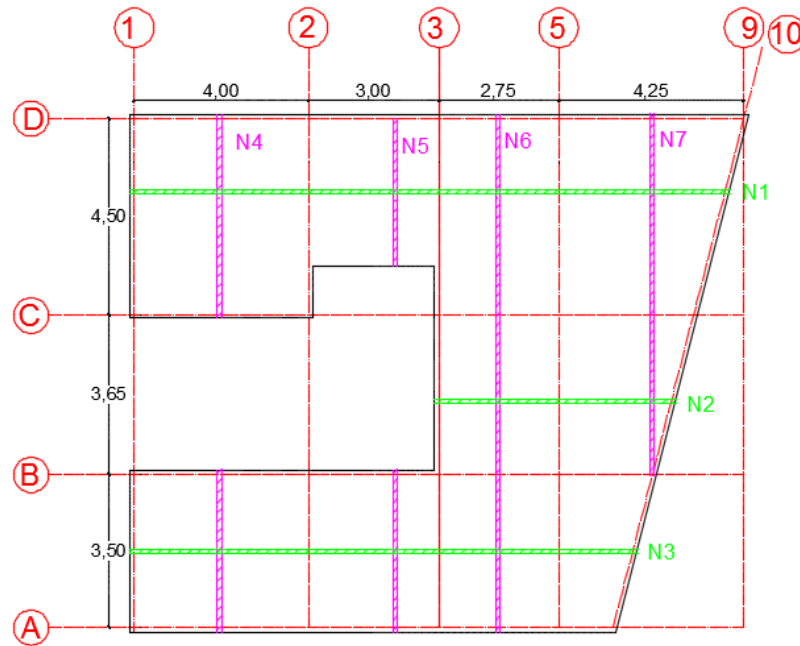
- Armadura de temperatura

$$A_{st} = 0,0018 * b * h$$

Se toma el mayor momento generado en ese panel para el cálculo de la varilla.

Figura 92

Distribución de los nervios en ambos sentidos, estructura Irregular



CM = Peso de Losa + Peso de Acabados + Peso de paredes

$$CM = 0,346 \frac{Tn}{m^2} + 0,12 \frac{Tn}{m^2} + 0,36 \frac{Tn}{m^2}$$

$$CM = 0,826 \frac{Tn}{m^2}$$

$$CL = 0,20 \frac{Tn}{m^2}$$

$$Wu = 1,2 * 0,826 + 1,6 * 0,20 = 1,32 \frac{T}{m^2}$$

Se diseñará ejes representativos, en cada sentido para cada vano, por lo que se determina la carga que actuará sobre cada uno, tomando los 50 cm de ancho cooperante (distancia entre nervios).

$$Wu = 0,50 \text{ m} * 1,32 \frac{T}{m^2} = 0,66 \frac{T}{m}$$

Tabla 103

Factores de distribución y carga distribuida en cada uno de los sentidos, estructura Irregular

PANEL	L m	S m	fds	fdL	Wu s (x) T/m	Wu L (y) T/m
1	4,50	4,00	0,62	0,38	0,41	0,25
2	3,30	3,00	0,59	0,41	0,39	0,27
3	4,50	2,75	0,88	0,12	0,58	0,08
4	4,50	3,67	0,69	0,31	0,46	0,20
5	3,65	2,75	0,76	0,24	0,50	0,16
6	3,65	2,62	0,79	0,21	0,52	0,14
7	4,00	3,50	0,63	0,37	0,24	0,42
8	4,00	3,50	0,63	0,37	0,24	0,42
9	3,50	3,45	0,51	0,49	0,34	0,32

Figura 93

Ubicación de los factores de distribución, estructura Irregular

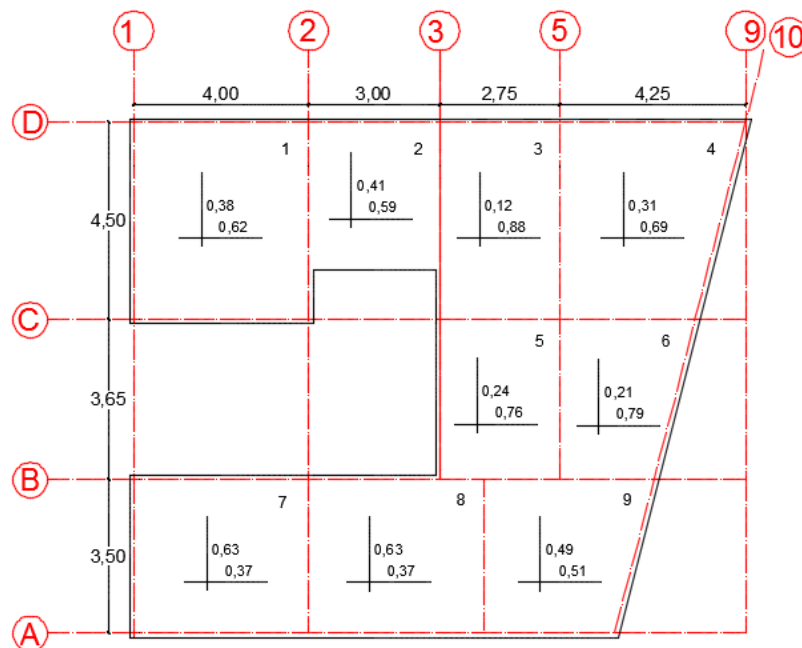


Tabla 104

Resumen del armado de nervios en sentidos X, estructura Irregular

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	As (cm ²)	Distribución
			24	0,271	0,567	1 Ø 10 mm
	0,41	4,00	14	0,464	0,763	1 Ø 10 mm
			10	0,498	0,821	1 Ø 10 mm
	0,39	3,00	16	0,221	0,567	1 Ø 10 mm
1			11	0,435	0,712	1 Ø 10 mm
	0,58	2,75	16	0,274	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,597	0,998	1 Ø 12 mm
	0,46	3,67	14	0,440	0,721	1 Ø 10 mm
			24	0,257	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,157	0,567	1 Ø 10 mm
	0,50	2,75	14	0,270	0,567	1 Ø 10 mm
2			10	0,376	0,611	1 Ø 10 mm
	0,52	2,62	14	0,256	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,149	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,163	0,567	1 Ø 10 mm
	0,24	4,00	14	0,279	0,567	1 Ø 10 mm
3			10	0,390	0,635	1 Ø 10 mm
	0,24	4,00	16	0,244	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,471	0,775	1 Ø 10 mm

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	As (cm ²)	Distribución
	0,34	3,45	14	0,289	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,168	0,567	1 Ø 10 mm

Tabla 105

Resumen del armado de nervios en sentidos Y, estructura Irregular

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	As (cm ²)	Distribución
			24	0,214	0,567	1 Ø 10 mm
	0,25	4,50	8	0,642	1,080	1 Ø 12 mm
4			24	0,214	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,212	0,567	1 Ø 10 mm
	0,42	3,50	8	0,637	1,071	1 Ø 12 mm
			24	0,212	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,226	0,567	1 Ø 10 mm
	0,27	4,50	8	0,678	1,146	1 Ø 12 mm
5			24	0,226	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,212	0,567	1 Ø 10 mm
	0,42	3,50	8	0,637	1,071	1 Ø 12 mm
			24	0,212	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,068	0,567	1 Ø 10 mm
	0,08	4,50	14	0,117	0,567	1 Ø 10 mm
6			10	0,267	0,567	1 Ø 10 mm
	0,16	3,65	16	0,134	0,567	1 Ø 10 mm
	0,42	3,50	10	0,532	0,881	1 Ø 10 mm

Nervio	Wu (T/m)	Ln (m)	Factor Wu*L ² /	Mu (T-m)	As (cm ²)	Distribución
			14	0,364	0,591	1 Ø 10 mm
			24	0,212	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,171	0,567	1 Ø 10 mm
	0,20	4,50	14	0,293	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,336	0,567	1 Ø 10 mm
7	0,14	3,65	16	0,115	0,567	1 Ø 10 mm
			10	0,410	0,668	1 Ø 10 mm
	0,32	3,50	14	0,280	0,567	1 Ø 10 mm
			24	0,164	0,567	1 Ø 10 mm

Tabla 106

Comprobación de refuerzo a corte de nervios en sentido X, estructura Irregular

Nervio	Wu	V Isostático	M1	M2	V Hiperestático	V total	vc (kg/cm ²)	vc <= Vp
	0,41	0,813	0,271	0,498	0,057	0,869		
1	0,39	0,588	0,498	0,435	-0,021	0,567	6,819	OK
	0,58	0,796	0,435	0,597	0,059	0,855		
	0,46	0,840	0,597	0,257	-0,093	0,747		
2	0,50	0,686	0,157	0,376	0,080	0,766	6,007	OK
	0,52	0,683	0,376	0,149	-0,087	0,597		
3	0,24	0,488	0,163	0,390	0,057	0,545		
	0,24	0,488	0,390	0,471	0,020	0,508	4,272	OK
	0,34	0,586	0,471	0,168	-0,088	0,498		

Tabla 107

Comprobación de refuerzo a corte de nervios en sentido Y, estructura Irregular

Nervio	Wu	V Isostático	M1	M2	V Hiperestático	V total	vc (kg/cm2)	vc <= Vp
4	0,25	0,571	0,214	0,214	0,000	0,571	5,707	OK
	0,42	0,728	0,214	0,212	0,000	0,728		
5	0,27	0,603	0,226	0,226	0,000	0,603	4,935	OK
	0,42	0,728	0,226	0,212	-0,004	0,724		
6	0,08	0,182	0,068	0,267	0,044	0,226	4,935	OK
	0,16	0,294	0,267	0,532	0,073	0,366		
	0,42	0,728	0,532	0,212	-0,091	0,637		
7	0,20	0,455	0,171	0,336	0,037	0,492	4,935	OK
	0,14	0,253	0,336	0,410	0,020	0,273		
	0,32	0,561	0,410	0,164	-0,070	0,491		

Diseño de Gradadas

Estructura Regular.

Altura de piso= 2,88 m

Altura del descanso=1,44 m

Carga viva de gradadas (NEC-15) = 500 kg/m²

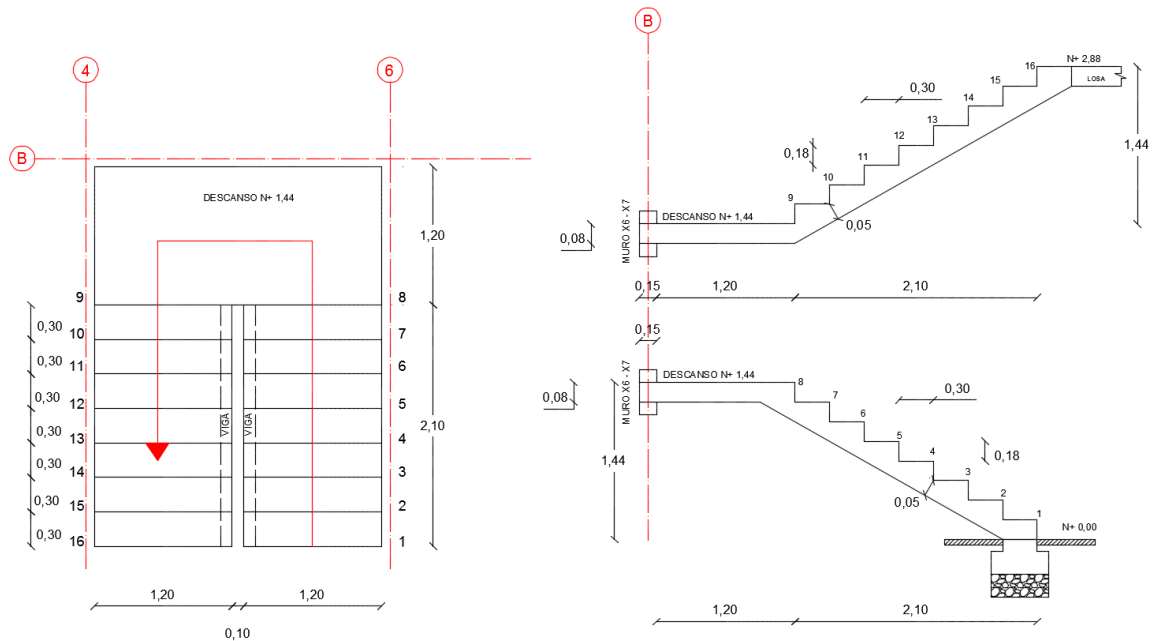
Dimensión de Huella impuesta= 0,30 m (Dimensión mínima 28mm)(NTE INEN 2249, 2016).

Dimensión de Contrahuella= 0,18 m (Dimensión máxima 180 mm)(NTE INEN 2249, 2016).

$$\text{número de contrahuellas} = \frac{1,44}{0,18} = 8$$

Figura 94

Vista en planta y elevación de las gradas, estructura Regular



Diseño de la losa de descanso

Se diseña la losa de descanso, tomando como consideración, que la misma se apoya en tres lados por muros, también se le considera para fines prácticos el armado en ambos sentidos.

$$h_{min} = \frac{250 * (800 + 0,0712 * 4200)}{36000} = 7,63 \text{ cm} \approx \text{su asume una altura de } 8,00 \text{ cm}$$

Tabla 108

Cuadro de cargas que actúa en la losa de descanso, estructura Regular

Cuadro Resumen de Cálculo de Cargas						
Descripción	Cálculo			Cantidad	Unidad	
Peso de la losa=	(1,20 m)	(1,00 m)	(0,08 m)	(2400 Kg/m ³)	230,40	kg/m
Enlucido + masillado=	(1,20 m)	(1,00 m)	(0,04 m)	(2200 Kg/m ³)	105,60	kg/m

Cuadro Resumen de Cálculo de Cargas			
Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad
Acabados=	(1,20 m) (1,00 m) (0,02 m) (2200 Kg/m ³)	52,80	kg/m
Carga muerta (D)=	Sumatoria de las cargas anteriores	388,80	kg/m
Carga viva (L)=	(500 Kg/m ²) (1,20 m)	600	kg/m
D+L=		988,80	kg/m

Carga última

$$f_{may} = 1,5$$

$$W_u = 988,80 \text{ kg/m} * 1,5 = 1483,20 \text{ kg/m} = 1,48 \text{ T/m}$$

Se toma la siguiente consideración para el momento debido a que se encuentra apoyado dentro del muro de mampostería:

$$M = \frac{w * l^2}{10}$$

$$M_u = \frac{1,48 \text{ T/m} * 2,50^2}{10} = 0,925 \text{ T - m}$$

$$A_s = \frac{30 * M_u}{\text{altura efectiva}} = \frac{30 * 0,925}{6} = 4,63 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ para } 1,20\text{m} = 1,20 * 4,63 = 5,56 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{14}{4200} * 120 * 6 = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$7 \text{ } \emptyset 10 \text{ mm} = 5,50 \text{ cm}^2 \text{ ó } 1 \text{ } \emptyset 10 \text{ mm @ } 17 \text{ cm}$$

Acero de distribución

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$t = 8 \text{ cm}$$

$$\rho = 0,0018$$

$$A_{sd} = 0,0018 * b * t$$

$$Asd = 0,0018 * (100) * (8)$$

$$Asd = 1,44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\approx 1 \text{ } \emptyset \text{ 8mm @ 20cm}$$

Diseño de la losa de peldaños

$$h_{min} = \frac{120 * (800 + 0,0712 * 4200)}{36000} = 3,66 \text{ cm} \approx \text{su asume una altura de 5,00 cm}$$

Tabla 109

Cuadro de cargas que actúa en la losa de peldaños, estructura Regular

Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad
Peso de la losa=	(1,20 m) (1,00 m) (0,05 m) (2400 Kg/m ³)	144	kg/m
Escalones=	(1,20 m) $\left(\frac{0,30 \text{ m} \times 0,18 \text{ m}}{2}\right) \left(\frac{1,00 \text{ m}}{0,30 \text{ m}}\right) (2200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})$	237,60	kg/m
Enlucido + masillado=	(1,20 m) (1,00 m) (0,04 m) (2200 Kg/m ³)	105,60	kg/m
Acabados=	(1,20 m) (1,00 m) (0,02 m) (2200 Kg/m ³)	52,80	kg/m
Pasamanos=		50,00	kg/m
Carga muerta (D)=	Sumatoria de todas las cargas anteriores	590,00	kg/m
Carga viva (L)=	(500 Kg/m ²) (1,20 m)	600,00	kg/m
D+L=		1190,00	kg/m

Carga última

$$f_{may} = 1,5$$

$$W_u = 1190 \text{ kg/m} * 1,5 = 1785 \text{ kg/m} = 1,79 \text{ T/m}$$

Se considera simplemente apoyada

$$M = \frac{w * l^2}{8}$$

$$Mu = \frac{1,79 \text{ T/m} * 1,20^2}{8} = 0,322 \text{ T - m}$$

$$As = \frac{30 * Mu}{\text{altura efectiva}} = \frac{30 * 0,322}{3,5} = 2,76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As \text{ para } 2,45\text{m} = 2,45 * 2,76 = 6,76 \text{ cm}^2$$

$$14 \text{ } \emptyset 8 \text{ mm} = 7,04 \text{ cm}^2 \text{ ó } 1 \text{ } \emptyset 8 \text{ mm @ } 17 \text{ cm}$$

Acero de distribución

$$b=100 \text{ cm}$$

$$t= 5 \text{ cm}$$

$$\rho = 0,0018$$

$$Asd = 0,0018 * b * t$$

$$Asd = 0,0018 * (100) * (5)$$

$$Asd = 0,90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\approx 1 \text{ } \emptyset 8\text{mm @ } 20\text{cm}$$

Diseño de la viga de los extremos de gradas

Se divide la carga entre dos ya que la misma se dirige hacia el muro y el otro a la viga.

$$Wu = \frac{1,79 \text{ T/m}}{2} = 0,895 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Se considera simplemente apoyada.

$$M = \frac{w * l^2}{8}$$

$$Mu = \frac{0,895 \text{ T/m} * 2,10^2}{8} = 0,493 \text{ T - m}$$

Se opta por colocar $4 \text{ } \emptyset 8 \text{ mm} = 2,01 \text{ cm}^2$ en la viga

Diseño de la viga del extremo del descanso

Se considera una viga empotrada-empotrada con una carga puntual en el centro del vano, debido a las dos vigas inclinadas que se encuentran cargando a las gradas.

$$P = 2 * 0,895 \text{ T/m} * 1,05 \text{ m} = 1,88 \text{ T}$$

$$M = \frac{w * l}{8}$$

$$M = \frac{1,88 \text{ T} * 2,50 \text{ m}}{8} = 0,587 \text{ T - m}$$

$$A_s = \frac{30 * Mu}{\text{altura efectiva}} = \frac{30 * 0,587}{6} = 2,94 \text{ cm}^2$$

Se opta por la opción de hacerle trabajar a todo el descanso como si fuese una viga, por lo tanto:

$$A_s = 5,56 \text{ cm}^2 + 2,94 \text{ cm}^2 = 8,50 \text{ cm}^2$$

$$8 \text{ } \emptyset 12 \text{ mm} = 9,05 \text{ cm}^2 \text{ ó } 1 \text{ } \emptyset 12 \text{ mm @ } 15 \text{ cm}$$

Estructura Irregular.

Altura de piso= 2,88 m

Altura del descanso=1,80 m

Carga viva de gradas (NEC-15) = 500 kg/m²

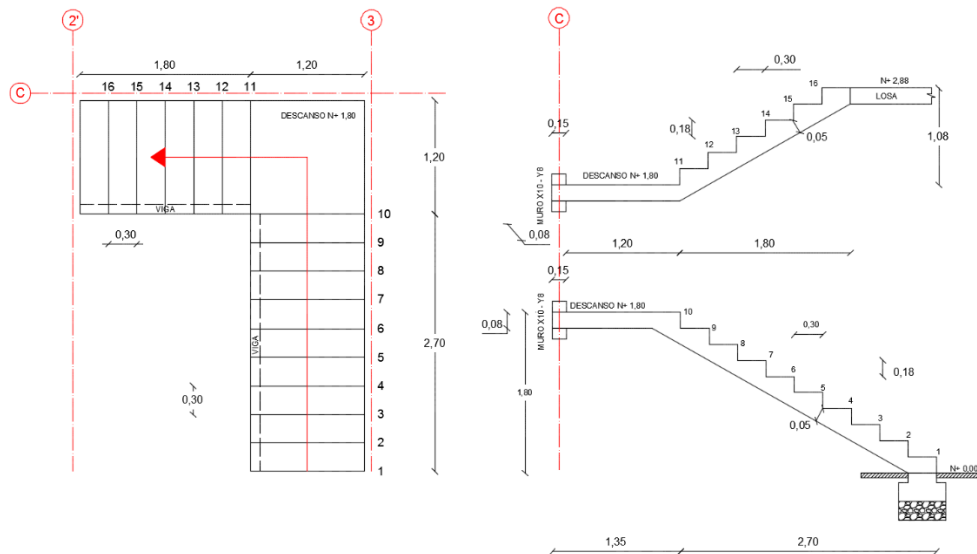
Dimensión de Huella impuesta= 0,30 m (Dimensión mínima 28mm)(NTE INEN 2249, 2016).

Dimensión de Contrahuella= 0,18 m (Dimensión máxima 180 mm)(NTE INEN 2249, 2016).

$$\text{número de contrahuellas} = \frac{1,80}{0,18} = 10$$

Figura 95

Vista en planta y elevación de gradas, estructura Irregular



Diseño de la losa de descanso

$$\frac{1,20}{1,20} = 1 \therefore \text{losa bidireccional}$$

$$h_{min} = \frac{120 * (800 + 0,0712 * 4200)}{36000} = 3,66 \text{ cm} \approx \text{se asume una altura de } 8,00 \text{ cm}$$

Tabla 110

Cuadro de cargas que actúa en la losa de descanso, estructura Irregular

Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad
Peso de la losa=	(1,20 m) (1,00 m) (0,08 m) (2400 Kg/m ³)	230,40	kg/m
Enlucido + masillado=	(1,20 m) (1,00 m) (0,04 m) (2200 Kg/m ³)	105,60	kg/m
Acabados=	(1,20 m) (1,00 m) (0,02 m) (2200 Kg/m ³)	52,80	kg/m
Carga muerta (D)=		388,80	kg/m
Carga viva (L)=	(500 Kg/m ²) (1,20 m)	600,00	kg/m
D+L=		988,80	kg/m

Carga última

$$f_{may} = 1,5$$

$$W_u = 988,80 \text{ kg/m} * 1,5 = 1483,20 \text{ kg/m} = 1,48 \text{ T/m}$$

Se toma la siguiente consideración para el momento debido a que se encuentra apoyado dentro del muro de mampostería:

$$M = \frac{w * l^2}{10}$$

$$M_u = \frac{1,48 \text{ T/m} * 1,20^2}{10} = 0,213 \text{ T - m}$$

$$A_s = \frac{30 * M_u}{\text{altura efectiva}} = \frac{30 * 0,213}{6} = 1,065 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ para } 1,20\text{m} = 1,20 * 1,065 = 1,278 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{14}{4200} * 120 * 6 = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$6 \text{ } \emptyset 10 \text{ mm} = 4,71 \text{ cm}^2 \text{ ó } 1 \text{ } \emptyset 10 \text{ mm @ } 20 \text{ cm}$$

Acero de distribución

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$t = 8 \text{ cm}$$

$$\rho = 0,0018$$

$$A_{sd} = 0,0018 * b * t$$

$$A_{sd} = 0,0018 * (100) * (8)$$

$$A_{sd} = 1,44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\approx 1 \text{ } \emptyset 8 \text{ mm @ } 20 \text{ cm}$$

Diseño de la losa de peldaños

$$h_{min} = \frac{120 * (800 + 0,0712 * 4200)}{36000} = 3,66 \text{ cm} \approx \text{se asume una altura de } 5,00 \text{ cm}$$

Tabla 111

Cuadro de cargas que actúa en la losa de peldaños, estructura Irregular

Descripción	Cálculo	Cantidad	Unidad
Peso de la losa=	(1,20 m) (1,00 m) (0,05 m) (2400 Kg/m ³)	144,00	kg/m
Escalones=	(1,20 m) $\left(\frac{0,30 \text{ m} \times 0,18 \text{ m}}{2}\right) \left(\frac{1,00 \text{ m}}{0,30 \text{ m}}\right) (2200 \text{ Kg/m}^3)$	237,60	kg/m
Enlucido + masillado=	(1,20 m) (1,00 m) (0,04 m) (2200 Kg/m ³)	105,60	kg/m
Acabados=	(1,20 m) (1,00 m) (0,02 m) (2200 Kg/m ³)	52,80	kg/m
Pasamanos=		50,00	kg/m
Carga muerta (D)=	Sumatoria de las cargas anteriores	590,00	kg/m
Carga viva (L)=	(500 Kg/m ²) (1,20 m)	600,00	kg/m
D+L=		1190,00	kg/m
Carga última			

$$f_{may} = 1,5$$

$$W_u = 1190 \text{ kg/m} * 1,5 = 1785 \text{ kg/m} = 1,79 \text{ T/m}$$

Se considera simplemente apoyada

$$M = \frac{w * l^2}{8}$$

$$M_u = \frac{1,79 \text{ T/m} * 1,20^2}{8} = 0,322 \text{ T - m}$$

$$A_s = \frac{30 * M_u}{\text{altura efectiva}} = \frac{30 * 0,322}{3,5} = 2,76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ para } 3,15\text{m} = 3,15 * 2,76 = 8,69 \text{ cm}^2$$

$$17 \text{ } \emptyset 8 \text{ mm} = 8,55 \text{ cm}^2 \text{ ó } 1 \text{ } \emptyset 8 \text{ mm @ } 18 \text{ cm}$$

Acero de distribución

$$b=100 \text{ cm}$$

$$t= 5 \text{ cm}$$

$$\rho = 0,0018$$

$$Asd = 0,0018 * b * t$$

$$Asd = 0,0018 * (100) * (5)$$

$$Asd = 0,90 \text{ cm}^2/m$$

$$\approx 1 \text{ } \emptyset 8 \text{ mm @ } 20 \text{ cm}$$

Diseño de la viga de los extremos de gradas

Se divide la carga entre dos ya que la misma se dirige hacia el muro y el otro a la viga.

$$Wu = \frac{1,79 \text{ T/m}}{2} = 0,895 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Se considera simplemente apoyada.

$$M = \frac{w * l^2}{8}$$

$$Mu = \frac{0,895 \text{ T/m} * 2,10^2}{8} = 0,493 \text{ T} - \text{m}$$

Se opta por colocar $4 \text{ } \emptyset 8 \text{ mm} = 2,01 \text{ cm}^2$ en la viga

Diseño de la viga del extremo del descanso

Se considera una viga empotrada-empotrada con una carga puntual en el centro del vano.

$$P = 2 * 0,895 \text{ T/m} * 1,05 \text{ m} = 1,88 \text{ T}$$

$$M = \frac{w * l}{8}$$

$$M = \frac{1,88 T * 1,20 m}{8} = 0,282 T - m$$

$$As = \frac{30 * Mu}{altura efectiva} = \frac{30 * 0,282}{6} = 1,41 cm^2$$

Se opta por la opción de hacerle trabajar a todo el descanso como si fuese una viga, por lo tanto:

$$As = 2,40 cm^2 + 1,41 cm^2 = 3,81 cm^2$$

$$6 \emptyset 10 mm = 4,71 cm^2 \text{ ó } 1 \emptyset 10 mm @ 20 cm$$

Mampostería Armada

En base a las solicitaciones máximas a la que están sometidas los muros, se procede a realizar el diseño en base a la Norma NEC-SE-MP, la cual da los lineamientos para la construcción con mampostería estructural.

Bloque de Mampostería

Se recuerda que el bloque empleado para las paredes de mampostería tiene las siguientes medidas modulares y nominales:

Tabla 112

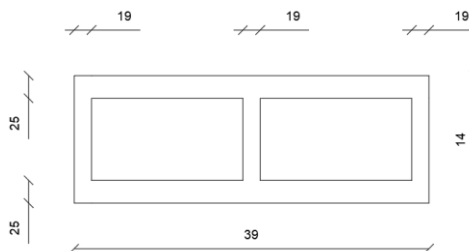
Dimensiones modulares y nominales de bloque de mampostería

	Dimensión Modular (mm)	Dimensión Nominal (mm)
Largo	400	390
Altura	200	190
Ancho	150	140

Nota. Bloques de hormigón. Requisitos y Métodos (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3066, 2016).

Figura 96

Geometría de bloque de mampostería



Esto con el fin de obtener el área efectiva de cada bloque, dando como resultado:

$$Ae \text{ mampostería} = 246,30 \text{ cm}^2$$

Condiciones Iniciales

$$p_h \text{ min} = 0,0007$$

$$p_v \text{ min} = 0,0007$$

$$f'_m = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 90000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_e = 0,7$$

$$F_r = 0,6$$

$$v'_m = 3 \text{ kg/cm}^2$$

Resistencia a la Compresión

Condición de resistencia para cargas axiales a compresión

$$P_u \leq \phi P_n$$

Máxima resistencia axial

$$P_o = 0.85 * f'_m * (A_e - A_{st}) + A_{st} * f_y \leq f'_m * A_e$$

Reducción de resistencia axial por esbeltez

$$R_e = 1 - \left[\frac{h'}{40t} \right]^3$$

Resistencia nominal para carga axial

$$P_u = 0.80 * P_o * R_e$$

Resistencia a la Flexión

Condición de resistencia a flexión sin carga axial

$$M_u \leq \phi M_n$$

$$M_n = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_m * b}$$

Resistencia mínima a la flexión

$$M_n \geq \alpha M_{cr}$$

$\alpha=1.8$ para mampostería con todas sus celdas inyectadas con mortero de relleno

$\alpha=3.0$ para mampostería dónde solo están inyectadas las celdas que contienen refuerzo

$$M_{cr} = \frac{b * l_w^2}{6} * f_r$$

$$f_r = 0.21 * \sqrt{f'_m} \leq 0.80 MPa$$

Chequeo de deflexiones

$$Si \frac{h}{t} \geq 30$$

$$\left(\frac{Pu}{Ag}\right) \leq 0,20 * f'_m$$

$$Si \frac{h}{t} < 30$$

$$\left(\frac{Pu}{Ag}\right) \leq 0,05 * f'_m$$

$$\delta_u = \frac{5 * M_u * h^2}{48 * E_m * I_m}$$

$$\delta \leq 0,007h$$

Resistencia al Corte

Dirección paralela al plano del muro

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$A_{mv} = b * l_w$$

$$V_n = V_m + V_s$$

Tabla 113

Valor de cortante nominal resistido por la mampostería, V_m

$\frac{M}{Vd}$	V_m
$0.25 \geq \frac{M}{Vd}$	$0.20 * A_{mv} * \sqrt{f'_m}$
$0.25 < \frac{M}{Vd} < 1.00$	$(0.23 - 0.13 * \frac{M}{Vd}) * A_{mv} * \sqrt{f'_m}$
$\frac{M}{Vd} \geq 1.00$	$0.10 * A_{mv} * \sqrt{f'_m}$

Nota. Valor de cortante nominal resistido por la mampostería, V_m de (NEC-SE-MP, 2015).

$$V_s = \rho_n * A_{mv} * f_y$$

$$\rho_n = \frac{A_v}{s * b}$$

Tabla 114

Valores máximos para el cortante nominal, V_n

$\frac{M}{Vd}$	V_n
$0.25 \geq \frac{M}{Vd}$	$0.50 * A_{mv} * \sqrt{f'_m} \leq 0.27 * A_{mv}$
$0.25 < \frac{M}{Vd} < 1.00$	$(0.56 - 0.23 * \frac{M}{Vd}) * A_{mv} * \sqrt{f'_m} \leq (3.0 - 1.3 * \frac{M}{Vd}) * A_{mv}$
$\frac{M}{Vd} \geq 1.00$	$0.33 * A_{mv} * \sqrt{f'_m} \leq 1.7 * A_{mv}$

Nota. Valores máximos para el cortante nominal, V_n de (NEC-SE-MP, 2015).

Resistencia al Flexo Compresión

$$M_u \leq M_R$$

$$\text{si } 0 \leq P_u \leq \frac{P_R}{3}$$

$$M_R = F_R * M_o + 0.3 * P_u * d$$

$$\text{si } P_u > \frac{P_R}{3}$$

$$M_R = (1.5 * F_R * M_o + 1.5 * P_R * d) * \left(1 - \frac{P_u}{P_R}\right)$$

$$M_o = A_s * f_y * d'$$

Donde:

d': distancia entre centroides del acero en los extremos

Estructura Regular**Tabla 115**

Muros primer piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación L ≤ 3,0m
Dirección X					
X1	3,75	18,51	7,39	19,177	Dividir muro
X2	4,00	14,99	6,73	22,157	Dividir muro
X3	3,75	22,05	7,43	19,152	Dividir muro
X4	2,15	14,37	3,23	6,416	No dividir muro
X5	7,35	34,35	23,74	65,100	Dividir muro
X6	2,15	14,94	3,45	6,646	No dividir muro
X7	3,55	18,15	6,47	17,473	Dividir muro
X8	3,55	18,54	6,52	17,456	Dividir muro

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación
					L ≤ 3,0m
Dirección X					
X9	2,40	14,65	5,04	9,982	No dividir muro
X10	3,55	17,12	6,59	17,892	Dividir muro
X11	3,55	19,30	6,56	17,892	Dividir muro
X12	2,40	11,25	5,42	10,340	No dividir muro
X13	4,15	21,33	8,07	27,004	Dividir muro
X14	4,15	21,33	7,97	27,025	Dividir muro

Tabla 116

Muros primer piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación
					L ≤ 3,0m
Dirección Y					
Y1	2,95	18,88	4,60	8,548	No dividir muro
Y2	2,95	16,78	4,64	8,601	No dividir muro
Y3	3,30	21,77	5,39	11,929	Dividir muro
Y4	1,90	13,27	2,36	4,305	No dividir muro
Y5	1,90	16,86	2,30	4,233	No dividir muro
Y6	3,30	20,90	5,45	11,895	Dividir muro
Y7	8,30	29,48	16,65	76,250	Dividir muro
Y8	1,40	12,07	2,52	3,880	No dividir muro
Y9	8,15	52,44	17,73	59,269	Dividir muro
Y10	1,40	9,64	2,51	3,871	No dividir muro
Y11	8,30	34,26	16,63	74,967	Dividir muro
Y12	3,65	17,27	7,22	14,659	Dividir muro
Y13	3,65	24,47	5,96	13,486	Dividir muro
Y14	3,65	24,42	5,96	13,445	Dividir muro
Y15	3,65	17,49	7,30	14,609	Dividir muro

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación
					L ≤ 3,0m
Dirección Y					
Y16	2,60	12,02	6,10	8,879	No dividir muro
Y17	2,60	12,03	6,06	8,852	No dividir muro

Tabla 117

Muros segundo piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación
					L ≤ 3,0m
Dirección X					
X1	3,75	7,95	4,28	7,584	Dividir muro
X2	4,00	8,19	2,99	5,363	Dividir muro
X3	3,75	9,39	4,58	7,111	Dividir muro
X4	2,15	6,17	1,94	2,813	No dividir muro
X5	7,35	20,23	26,23	46,026	Dividir muro
X6	2,15	6,18	2,16	2,938	No dividir muro
X7	3,55	7,92	2,97	5,366	Dividir muro
X8	3,55	8,08	2,97	5,892	Dividir muro
X9	2,40	5,71	3,49	5,025	No dividir muro
X10	3,55	7,92	2,66	5,178	Dividir muro
X11	3,55	8,04	2,62	5,095	Dividir muro
X12	2,40	5,15	4,35	6,143	No dividir muro
X13	4,15	8,96	3,17	6,659	Dividir muro
X14	4,15	8,95	2,99	6,500	Dividir muro

Tabla 118*Muros segundo piso en dirección Y*

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación
					L ≤ 3,0m
Dirección Y					
Y1	2,95	7,99	4,47	5,986	No dividir muro
Y2	2,95	7,99	6,00	7,148	No dividir muro
Y3	3,30	9,55	3,69	4,901	Dividir muro
Y4	1,90	5,20	2,45	3,409	No dividir muro
Y5	1,90	6,59	2,48	3,479	No dividir muro
Y6	3,30	9,55	3,67	4,854	Dividir muro
Y7	8,30	13,99	11,26	30,656	Dividir muro
Y8	1,40	4,09	1,95	2,705	No dividir muro
Y9	8,15	24,35	16,65	37,165	Dividir muro
Y10	1,40	3,61	1,93	2,666	No dividir muro
Y11	8,30	14,73	10,81	29,406	Dividir muro
Y12	3,65	7,75	6,28	8,720	Dividir muro
Y13	3,65	10,44	4,12	5,998	Dividir muro
Y14	3,65	10,42	4,18	6,101	Dividir muro
Y15	3,65	7,86	6,35	8,739	Dividir muro

Como se puede apreciar, se tienen muros que exceden los 3,00m de longitud por lo que se decide dividir al muro en 2 y 3 partes iguales según corresponda. En las tablas consiguientes, se tienen los siguientes datos de carga, fuerza cortante y momento nominales y resistentes para cada muro o sección de muro, junto con la armadura final.

Tabla 119

Cargas y fuerzas cortantes de muros en primer piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección X							
X1	3,75	1,88	9,25	66,64	3,70	21,91	OK
		1,88	9,25	66,64	3,70	21,91	OK
X2	4,00	2,00	7,50	72,68	3,37	23,38	OK
		2,00	7,50	72,68	3,37	23,38	OK
X3	3,75	1,88	11,03	66,64	3,72	21,91	OK
		1,88	11,03	66,64	3,72	21,91	OK
X4	2,15	2,15	14,37	75,54	3,23	25,13	OK
		2,35	10,99	87,76	7,60	27,47	OK
X5	7,35	1,33	6,22	50,61	4,30	15,54	OK
		2,35	10,99	87,76	7,60	27,47	OK
		1,33	6,22	50,61	4,30	15,54	OK
X6	2,15	2,15	14,94	75,54	3,45	25,13	OK
X7	3,55	1,78	9,07	63,41	3,23	20,75	OK
		1,78	9,07	63,41	3,23	20,75	OK
X8	3,55	1,78	9,27	63,41	3,26	20,75	OK
		1,78	9,27	63,41	3,26	20,75	OK
X9	2,40	2,40	14,65	83,63	5,04	28,05	OK
X10	3,55	2,45	11,81	63,41	4,54	20,75	OK
		1,10	5,31	63,41	2,04	20,75	OK
X11	3,55	2,45	13,32	63,41	4,52	20,75	OK
		1,10	5,98	63,41	2,03	20,75	OK
X12	2,40	2,40	11,25	83,63	5,42	28,05	OK
X13	4,15	2,08	21,33	75,11	8,07	24,25	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección X							
		2,08	21,33	75,11	8,07	24,25	OK
X14	4,15	2,08	10,67	75,11	3,99	24,25	OK
		2,08	10,67	75,11	3,99	24,25	OK

Tabla 120

Cargas y fuerzas cortantes de muros en primer piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección Y							
Y1	2,95	2,95	18,88	99,42	4,60	39,59	OK
Y2	2,95	2,95	16,78	99,42	4,64	39,59	OK
Y3	3,30	1,65	10,88	59,37	2,70	19,28	OK
		1,65	10,88	59,37	2,70	19,28	OK
Y4	1,90	1,90	13,27	67,45	2,36	22,21	OK
Y5	1,90	1,90	16,86	67,45	2,30	22,21	OK
Y6	3,30	1,65	10,45	59,37	2,72	19,28	OK
		1,65	10,45	59,37	2,72	19,28	OK
Y7	8,30	1,90	6,75	72,31	3,81	22,21	OK
		1,90	6,75	72,31	3,81	22,21	OK
		2,25	7,99	85,62	4,51	26,30	OK
Y8	1,40	2,25	7,99	85,62	4,51	26,30	OK
		1,40	12,07	49,28	2,52	16,36	OK
Y9	8,15	2,72	17,48	93,87	5,91	31,75	OK
		2,72	17,48	93,87	5,91	31,75	OK
Y10	1,40	2,71	17,48	93,87	5,91	31,75	OK
		1,40	9,64	49,28	2,51	16,36	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Y11	8,30	1,90	7,85	72,31	3,81	22,21	OK
		1,90	7,85	72,31	3,81	22,21	OK
		2,25	9,29	85,62	4,51	26,30	OK
		2,25	9,29	85,62	4,51	26,30	OK
Y12	3,65	1,83	8,64	63,03	3,61	21,33	OK
		1,83	8,64	63,03	3,61	21,33	OK
Y13	3,65	1,83	12,24	65,03	2,98	21,33	OK
		1,83	12,24	65,03	2,98	21,33	OK
Y14	3,65	1,83	12,21	65,03	2,98	21,33	OK
		1,83	12,21	65,03	2,98	21,33	OK
Y15	3,65	1,83	8,75	63,03	3,65	21,33	OK
		1,83	8,75	63,03	3,65	21,33	OK
Y16	2,60	2,60	12,02	90,09	6,10	36,74	OK
Y17	2,60	2,60	12,03	90,09	6,06	36,74	OK

Tabla 121

Cargas y fuerzas cortantes de muros en segundo piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
X1	3,75	1,88	3,98	66,64	2.14	21,91	OK
		1,88	3,98	66,64	2.14	21,91	OK
X2	4,00	2,00	4,10	72,68	1.50	23,38	OK
		2,00	4,10	72,68	1.50	23,38	OK
X3	3,75	1,88	4,69	66,64	2.29	21,91	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección X							
		1,88	4,69	66,64	2.29	21,91	OK
X4	2,15	2,15	6,17	75,54	1.94	25,13	OK
		2,35	6,47	87,76	8.39	27,47	OK
		1,33	3,66	50,61	4.75	15,54	OK
X5	7,35	2,35	6,47	87,76	8.39	27,47	OK
		1,33	3,66	50,61	4.75	15,54	OK
X6	2,15	2,15	6,18	75,54	2.16	25,13	OK
		1,78	3,96	63,41	1.49	20,75	OK
X7	3,55	1,78	3,96	63,41	1.49	20,75	OK
		1,78	4,04	63,41	1.49	20,75	OK
X8	3,55	1,78	4,04	63,41	1.49	20,75	OK
		1,78	4,04	63,41	1.49	20,75	OK
X9	2,40	2,40	5,71	83,63	3.49	28,05	OK
		2,45	5,47	63,41	1.83	20,75	OK
X10	3,55	1,10	2,46	63,41	0.82	20,75	OK
		2,45	5,55	63,41	1.81	20,75	OK
X11	3,55	1,10	2,49	63,41	0.81	20,75	OK
		2,40	5,15	83,63	4.35	28,05	OK
X12	2,40	2,08	8,96	75,11	3.17	24,25	OK
		2,08	8,96	75,11	3.17	24,25	OK
		2,08	4,48	75,11	1.50	24,25	OK
X14	4,15	2,08	4,48	75,11	1.50	24,25	OK
		2,08	4,48	75,11	1.50	24,25	OK

Tabla 122

Cargas y fuerzas cortantes de muros en segundo piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección Y							
Y1	2,95	2,95	7,99	99,42	4.47	39,59	OK
Y2	2,95	2,95	7,99	99,42	6.00	39,59	OK
Y3	3,30	1,65	4,78	59,37	1.84	19,28	OK
		1,65	4,78	59,37	1.84	19,28	OK
Y4	1,90	1,90	5,20	67,45	2.45	22,21	OK
Y5	1,90	1,90	6,59	67,45	2.48	22,21	OK
Y6	3,30	1,65	4,78	59,37	1.84	19,28	OK
		1,65	4,78	59,37	1.84	19,98	OK
		1,90	3,20	69,45	2.58	22,21	OK
Y7	8,30	1,90	3,20	69,45	2.58	22,21	OK
		2,25	3,79	80,77	3.05	26,30	OK
		2,25	3,79	80,77	3.05	26,30	OK
Y8	1,40	1,40	4,09	49,28	1.95	16,36	OK
		2,72	8,12	93,87	5.55	31,75	OK
Y9	8,15	2,72	8,12	93,87	5.55	31,75	OK
		2,71	8,12	93,87	5.55	31,75	OK
Y10	1,40	1,40	3,61	49,28	1.93	16,36	OK
		1,90	3,37	69,45	2.48	22,21	OK
Y11	8,30	1,90	3,37	69,45	2.48	22,21	OK
		2,25	3,99	80,77	2.93	26,30	OK
		2,25	3,99	80,77	2.93	26,30	OK
Y12	3,65	1,83	3,88	63,03	3.14	21,33	OK
		1,83	3,88	63,03	3.14	21,33	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección Y							
Y13	3,65	1,83	5,22	65,03	2.06	21,33	OK
		1,83	5,22	65,03	2.06	21,33	OK
Y14	3,65	1,83	5,21	65,03	2.09	21,33	OK
		1,83	5,21	65,03	2.09	21,33	OK
Y15	3,65	1,83	3,93	63,03	3.18	21,33	OK
		1,83	3,93	63,03	3.18	21,33	OK

Tabla 123

Momentos de muros en primer piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	ØMn [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación
						Mu ≤ ØMn Mu ≤ Mr
Dirección X						
X1	3,75	1,88	9,59	14,24	10,93	OK
		1,88	9,59	14,24	10,93	OK
X2	4,00	2,00	11,08	16,05	12,56	OK
		2,00	11,08	16,05	12,56	OK
X3	3,75	1,88	9,58	14,24	10,93	OK
		1,88	9,58	14,24	10,93	OK
X4	2,15	2,15	6,42	18,37	15,78	OK
		2,35	20,83	41,69	23,06	OK
X5	7,35	1,33	11,78	14,51	11,84	OK
		2,35	20,83	30,97	22,00	OK
		1,33	11,78	14,51	11,84	OK
X6	2,15	2,15	6,65	18,37	22,00	OK
X7	3,55	1,78	8,74	12,86	11,84	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	ØMn [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu ≤ ØMn Mu ≤ Mr
Dirección X						
		1,78	8,74	12,86	15,78	OK
X8	3,55	1,78	8,73	12,86	10,17	OK
		1,78	8,73	12,86	10,17	OK
X9	2,40	2,40	9,98	27,82	18,03	OK
X10	3,55	2,45	12,35	12,86	9,93	OK
		1,10	5,55	12,86	9,93	OK
X11	3,55	2,45	12,35	12,86	9,93	OK
		1,10	5,55	12,86	9,93	OK
X12	2,40	2,40	10,34	27,82	18,03	OK
X13	4,15	2,08	27,00	17,19	14,91	OK
		2,08	27,00	17,19	14,91	OK
X14	4,15	2,08	13,51	17,19	14,91	OK
		2,08	13,51	17,19	14,91	OK

Tabla 124

Momentos de muros en primer piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	ØMn [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu ≤ ØMn Mu ≤ Mr
Dirección Y						
Y1	2,95	2,95	8,55	47,62	22,36	OK
Y2	2,95	2,95	8,60	474,62	22,36	OK
Y3	3,30	1,65	5,96	11,24	10,12	OK
		1,65	5,96	11,24	10,12	OK
Y4	1,90	1,90	4,31	14,59	13,15	OK
Y5	1,90	1,90	4,23	14,59	13,15	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	ØMn [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu ≤ ØMn Mu ≤ Mr
Y6	3,30	1,65	5,95	11,24	10,12	OK
		1,65	5,95	11,24	10,12	OK
Y7	8,30	1,90	17,46	28,00	19,07	OK
		1,90	17,46	28,00	19,07	OK
		2,25	20,66	38,41	24,17	OK
Y8	1,40	2,25	20,66	38,41	24,17	OK
		1,40	3,88	8,32	7,54	OK
Y9	8,15	2,72	19,76	35,43	22,82	OK
		2,72	19,76	35,43	22,82	OK
Y10	1,40	2,71	19,76	35,43	22,82	OK
		1,40	3,87	8,32	7,54	OK
Y11	8,30	1,90	17,17	28,00	19,07	OK
		1,90	17,17	28,00	19,07	OK
		2,25	20,32	38,41	24,17	OK
Y12	3,65	2,25	20,32	38,41	24,17	OK
		1,83	7,33	13,54	8,01	OK
Y13	3,65	1,83	7,33	13,54	8,01	OK
		1,83	6,74	13,54	12,05	OK
Y14	3,65	1,83	6,74	13,54	12,05	OK
		1,83	6,72	13,54	12,05	OK
Y15	3,65	1,83	6,72	13,54	12,05	OK
		1,83	7,30	13,54	8,01	OK
Y16	2,60	1,83	7,30	13,54	8,01	OK
		2,60	8,88	32,52	17,81	OK
Y17	2,60	2,60	8,85	32,52	17,81	OK

Tabla 125

Momentos de muros en segundo piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	ØMn [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu ≤ ØMn Mu ≤ Mr
X1	3,75	1,88	3,79	14,24	10,93	OK
		1,88	3,79	14,24	10,93	OK
X2	4,00	2,00	2,68	16,05	12,56	OK
		2,00	2,68	16,05	12,56	OK
X3	3,75	1,88	3,56	14,24	10,93	OK
		1,88	3,56	14,24	10,93	OK
X4	2,15	2,15	2,81	18,37	15,78	OK
		2,35	14,73	41,69	23,06	OK
X5	7,35	1,33	8,33	14,51	11,84	OK
		2,35	14,73	30,97	22,00	OK
		1,33	8,33	14,51	11,84	OK
X6	2,15	2,15	2,94	18,37	15,78	OK
		1,78	2,68	12,86	10,17	OK
X7	3,55	1,78	2,68	12,86	10,17	OK
		1,78	2,95	12,86	10,17	OK
X8	3,55	1,78	2,95	12,86	10,17	OK
		1,78	2,95	12,86	10,17	OK
X9	2,40	2,40	5,02	27,82	18,03	OK
		2,45	3,57	12,86	9,93	OK
X10	3,55	1,10	1,61	12,86	9,93	OK
		2,45	3,52	12,86	9,93	OK
X11	3,55	1,10	1,58	12,86	9,93	OK
		2,40	6,14	27,82	18,03	OK
X12	2,40	2,40	6,14	27,82	18,03	OK
X13	4,15	2,08	6,66	17,19	14,91	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	$\emptyset Mn$ [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu \leq $\emptyset Mn$ Mu \leq Mr
Dirección X						
		2,08	6,66	17,19	14,91	OK
X14	4,15	2,08	3,25	17,19	14,91	OK
		2,08	3,25	17,19	14,91	OK

Tabla 126

Momentos de muros en segundo piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	$\emptyset Mn$ [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu \leq $\emptyset Mn$ Mu \leq Mr
Dirección Y						
Y1	2,95	2,95	5,99	47,62	22,36	OK
Y2	2,95	2,95	7,15	47,62	22,36	OK
Y3	3,30	1,65	2,45	11,24	10,12	OK
		1,65	2,45	11,24	10,12	OK
Y4	1,90	1,90	3,41	14,59	13,15	OK
Y5	1,90	1,90	3,48	14,59	13,15	OK
Y6	3,30	1,65	2,43	11,24	10,12	OK
		1,65	2,43	11,24	10,12	OK
Y7	8,30	1,90	7,02	14,59	9,61	OK
		1,90	7,02	14,59	9,61	OK
		2,25	8,31	20,01	12,15	OK
Y8	1,40	2,25	8,31	20,01	12,15	OK
		1,40	2,71	8,32	7,54	OK
Y9	8,15	2,72	12,39	35,43	22,82	OK
		2,72	12,39	35,43	22,82	OK
		2,71	12,39	35,43	22,82	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	ØMn [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu ≤ ØMn Mu ≤ Mr
Y10	1,40	1,40	2,67	8,32	7,54	OK
		1,90	6,73	14,59	9,61	OK
Y11	8,30	1,90	6,73	14,59	9,61	OK
		2,25	7,97	20,01	12,15	OK
		2,25	7,97	20,01	12,15	OK
Y12	3,65	1,83	4,36	13,54	8,01	OK
		1,83	4,36	13,54	8,01	OK
Y13	3,65	1,83	3,00	13,54	12,05	OK
		1,83	3,00	13,54	12,05	OK
Y14	3,65	1,83	3,05	13,54	12,05	OK
		1,83	3,05	13,54	12,05	OK
Y15	3,65	1,83	4,37	13,54	8,01	OK
		1,83	4,37	13,54	8,01	OK

Tabla 127

Armadura de muros en primer piso en dirección X

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical interior	Horizontal
Dirección X				
X1	1,88	1 φ 12 mm	1 φ 10 mm @ 80 cm	2 φ 8 mm @ 60 cm
	1,88	1 φ 12 mm	1 φ 10 mm @ 80 cm	2 φ 8 mm @ 60 cm
X2	2,00	2 φ 10 mm	1 φ 10 mm @ 80 cm	2 φ 8 mm @ 60 cm
	2,00	2 φ 10 mm	1 φ 10 mm @ 80 cm	2 φ 8 mm @ 60 cm
X3	1,88	1 φ 12 mm	1 φ 10 mm @ 80 cm	2 φ 8 mm @ 60 cm
	1,88	1 φ 12 mm	1 φ 10 mm @ 80 cm	2 φ 8 mm @ 60 cm

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical interior Dirección X	Horizontal
X4	2,15	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,35	2 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X5	1,33	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 60 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,35	2 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,33	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 60 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X6	2,15	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X7	1,78	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,78	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X8	1,78	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,78	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X9	2,40	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X10	2,45	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,10	2 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,45	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X11	1,10	2 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,40	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X13	2,08	2 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,08	2 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,08	2 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X14	2,08	2 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,08	2 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm

Tabla 128

Armadura de muros en primer piso en dirección Y

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical interior Dirección Y	Horizontal
Y1	2,95	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y2	2,95	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y3	1,65	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,65	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y4	1,90	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y5	1,90	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y6	1,65	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,65	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y7	1,90	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,90	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,25	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,25	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y8	1,40	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,72	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y9	2,72	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,71	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y10	1,40	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,90	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y11	1,90	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,25	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,25	3 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y12	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical interior	Horizontal
Dirección Y				
Y13	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y14	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y15	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y16	2,60	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y17	2,60	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm

Tabla 129

Armadura de muros en segundo piso en dirección X

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical Interior	Horizontal
Dirección X				
X1	1,88	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,88	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X2	2,00	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,00	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X3	1,88	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,88	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X4	2,15	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X5	2,35	2 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,33	2 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 60 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical Interior	Horizontal
Dirección X				
	2,35	2 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,33	2 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 60 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X6	2,15	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X7	1,78	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,78	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X8	1,78	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,78	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X9	2,40	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X10	2,45	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,10	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X11	2,45	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,10	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X12	2,40	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X13	2,08	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,08	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
X14	2,08	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,08	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm

Tabla 130

Armadura de muros en segundo piso en dirección Y

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical interior Dirección Y	Horizontal
Y1	2,95	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y2	2,95	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y3	1,65	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,65	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y4	1,90	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y5	1,90	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y6	1,65	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,65	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y7	1,90	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,90	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,25	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y8	2,25	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,40	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y9	2,72	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,72	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y10	2,71	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 12 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,40	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y11	1,90	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,90	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	2,25	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y12	2,25	1 ϕ 12 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical interior	Horizontal
Dirección Y				
Y13	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y14	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
Y15	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm
	1,83	1 ϕ 10 mm	1 ϕ 10 mm @ 80 cm	2 ϕ 8 mm @ 60 cm

Estructura Irregular

Tabla 131

Muros primer piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación
					L \leq 3,0m
Dirección X					
X1	1,30	6,36	1,49	2,395	No dividir muro
X2	2,28	13,47	2,13	5,423	No dividir muro
X3	1,90	10,72	1,92	4,137	No dividir muro
X4	1,00	3,97	1,02	1,585	No dividir muro
X5	4,08	18,13	7,96	12,733	Dividir muro
X6	3,00	11,56	6,53	9,227	No dividir muro
X7	2,23	8,95	5,85	8,301	No dividir muro
X8	2,93	12,52	4,36	13,189	No dividir muro
X9	3,17	17,31	7,18	11,823	Dividir muro
X10	2,93	23,49	4,85	7,887	No dividir muro
X11	4,08	18,79	7,43	11,551	Dividir muro
X12	3,00	12,09	4,77	6,923	No dividir muro

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación L ≤ 3,0m
X13	2,75	11,72	4,53	6,510	No dividir muro
X14	4,33	17,89	7,05	10,538	Dividir muro

Tabla 132

Muros primer piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación L ≤ 3,0m
Y1	3,35	14,39	4,41	11,007	Dividir muro
Y2	3,35	14,41	6,99	13,193	Dividir muro
Y3	3,35	16,39	6,92	11,815	Dividir muro
Y4	3,45	15,45	5,44	8,916	Dividir muro
Y5	2,38	17,63	5,51	0,010	No dividir muro
Y6	1,28	7,11	3,17	4,516	No dividir muro
Y7	2,33	12,88	4,41	7,507	No dividir muro
Y8	3,61	16,82	5,64	8,386	Dividir muro
Y9	3,08	17,49	6,80	1,914	Dividir muro
Y10	3,23	19,10	7,76	12,978	Dividir muro
Y11	4,50	19,68	6,97	11,224	Dividir muro

Tabla 133

Muros segundo piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación L ≤ 3,0m
X1	1,30	2,88	0,89	1,127	No dividir muro
X2	2,28	5,46	0,72	1,069	No dividir muro

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación L ≤ 3,0m
Dirección X					
X3	1,90	4,33	0,70	0,595	No dividir muro
X4	1,00	1,90	0,64	0,793	No dividir muro
X5	4,08	7,44	3,61	5,148	Dividir muro
X6	3,00	5,53	4,44	6,351	No dividir muro
X7	2,23	3,86	3,27	4,500	No dividir muro
X8	2,93	5,45	2,38	5,179	No dividir muro
X9	3,17	7,34	3,97	4,776	Dividir muro
X10	2,93	10,69	3,25	3,415	No dividir muro
X11	4,08	7,71	3,69	4,197	Dividir muro
X12	3,00	5,98	2,96	4,521	No dividir muro
X13	2,75	5,00	3,30	4,718	No dividir muro
X14	4,33	7,08	3,20	5,593	Dividir muro

Tabla 134

Muros segundo piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación L ≤ 3,0m
Dirección Y					
Y1	3,35	5,32	2,45	4,573	Dividir muro
Y2	3,35	6,86	4,15	6,201	Dividir muro
Y3	3,35	7,37	4,15	6,088	Dividir muro
Y4	3,45	5,93	2,41	3,689	Dividir muro
Y5	2,38	7,48	2,94	0,434	No dividir muro
Y6	1,28	2,66	3,11	4,333	No dividir muro
Y7	2,33	5,70	2,41	3,099	No dividir muro
Y8	3,61	6,91	3,88	5,694	Dividir muro

# Muro	Longitud L [m]	P [Ton]	V2 [Ton]	M3 [Ton-m]	Comprobación
					L ≤ 3,0m
Dirección Y					
Y9	3,08	6,84	3,70	0,725	Dividir muro
Y10	3,23	8,62	4,85	5,985	Dividir muro
Y11	4,50	7,74	3,24	5,766	Dividir muro

Como se puede apreciar, se tienen muros que exceden los 3,00m de longitud por lo que se decide dividir al muro en 2 y 3 partes iguales según corresponda. En las tablas consiguientes, se tienen los siguientes datos de carga, fuerza cortante y momento nominales y resistentes para cada muro o sección de muro, junto con la armadura final.

Tabla 135

Cargas y fuerzas cortantes de muros en primer piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección X							
X1	1,30	1,30	6,36	48,04	1,49	15,19	OK
X2	2,28	2,28	13,47	98,56	2,13	32,73	OK
X3	1,90	1,90	10,72	69,45	1,92	22,21	OK
X4	1,00	1,00	3,97	38,06	1,02	11,69	OK
X5	4,08	2,04	9,06	71,90	3,98	24,13	OK
		2,04	9,06	71,90	3,98	24,13	OK
X6	3,00	3,00	11,56	101,04	6,53	45,12	OK
X7	2,23	2,23	8,95	77,96	5,85	29,68	OK
X8	2,93	2,93	12,52	98,77	4,36	34,25	OK
X9	3,17	1,58	8,66	57,18	3,59	18,50	OK
		1,58	8,66	57,18	3,59	18,50	OK
X10	2,93	2,93	23,49	100,61	4,85	41,47	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección X							
X11	4,08	2,04	9,40	71,90	3,72	24,59	OK
		2,04	9,40	71,90	3,72	24,59	OK
X12	3,00	3,00	12,09	101,04	4,77	44,73	OK
X13	2,75	2,75	11,72	92,95	4,53	39,92	OK
X14	4,33	2,16	8,95	75,94	3,52	27,66	OK
		2,16	8,95	75,94	3,52	27,66	OK

Tabla 136

Cargas y fuerzas cortantes de muros en primer piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección Y							
Y1	3,35	1,68	7,20	58,18	2,21	19,58	OK
		1,68	7,20	58,18	2,21	19,58	OK
Y2	3,35	1,68	7,20	58,18	3,50	19,58	OK
		1,68	7,20	58,18	3,50	19,58	OK
Y3	3,35	1,68	8,19	58,18	3,46	19,58	OK
		1,68	8,19	58,18	3,46	19,58	OK
Y4	3,45	1,73	7,73	59,79	2,72	20,16	OK
		1,73	7,73	59,79	2,72	20,16	OK
Y5	2,38	2,38	17,63	80,98	5,51	42,15	OK
Y6	1,275	1,28	7,11	45,24	3,17	14,90	OK
Y7	2,325	2,33	12,88	79,20	4,41	28,79	OK
Y8	3,61	1,81	8,41	62,38	2,82	21,10	OK
		1,81	8,41	62,38	2,82	21,10	OK
Y9	3,08	1,54	8,75	53,81	3,40	27,27	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	$\emptyset Pn$ [Ton]	Vu[Ton]	$\emptyset Vn$ [Ton]	Comprobación $Pu \leq \emptyset Pn$ $Vu \leq \emptyset Vn$
Dirección Y							
		1,54	8,75	53,81	3,40	27,27	OK
Y10	3,225	1,61	9,55	58,15	3,88	18,85	OK
		1,61	9,55	58,15	3,88	18,85	OK
Y11	4,5	2,25	9,84	76,78	3,49	28,24	OK
		2,25	9,84	76,78	3,49	28,24	OK

Tabla 137

Cargas y fuerzas cortantes de muros en segundo piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	$\emptyset Pn$ [Ton]	Vu[Ton]	$\emptyset Vn$ [Ton]	Comprobación $Pu \leq \emptyset Pn$ $Vu \leq \emptyset Vn$
Dirección X							
X1	1,30	1,30	2,88	48,04	0,89	15,19	OK
X2	2,28	2,28	5,46	98,56	0,72	32,73	OK
X3	1,90	1,90	4,33	69,45	0,70	22,21	OK
X4	1,00	1,00	1,90	38,06	0,64	11,69	OK
		2,04	3,72	71,90	1,80	24,13	OK
X5	4,08	2,04	3,72	71,90	1,80	24,13	OK
		2,04	3,72	71,90	1,80	24,13	OK
X6	3,00	3,00	5,53	101,04	4,44	45,12	OK
X7	2,23	2,23	3,86	77,96	3,27	29,68	OK
X8	2,93	2,93	5,45	98,77	2,38	35,91	OK
X9	3,17	1,58	3,67	57,18	1,99	18,50	OK
		1,58	3,67	57,18	1,99	18,50	OK
X10	2,93	2,93	10,69	100,61	3,25	41,47	OK
X11	4,08	2,04	3,86	71,90	1,85	24,59	OK
		2,04	3,86	71,90	1,85	24,59	OK
X12	3,00	3,00	5,98	101,04	2,96	44,73	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección X							
X13	2,75	2,75	5,00	92,95	3,30	39,92	OK
X14	4,33	2,16	3,54	75,94	1,60	27,66	OK
		2,16	3,54	75,94	1,60	27,66	OK

Tabla 138

Cargas y fuerzas cortantes de muros en segundo piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección Y							
Y1	3,35	1,68	2,66	58,18	1,22	19,58	OK
		1,68	2,66	58,18	1,22	19,58	OK
Y2	3,35	1,68	3,43	58,18	2,08	19,58	OK
		1,68	3,43	58,18	2,08	19,58	OK
Y3	3,35	1,68	3,68	58,18	2,07	19,58	OK
		1,68	3,68	58,18	2,07	19,58	OK
Y4	3,45	1,73	2,97	59,79	1,21	20,16	OK
		1,73	2,97	59,79	1,21	20,16	OK
Y5	2,38	2,38	7,48	80,98	2,94	42,15	OK
Y6	1,275	1,275	2,66	45,24	3,11	14,90	OK
Y7	2,325	2,325	5,70	79,20	2,41	28,79	OK
Y8	3,61	1,805	3,46	62,38	1,94	21,10	OK
		1,805	3,46	62,38	1,94	21,10	OK
Y9	3,08	1,54	3,42	53,81	1,85	27,27	OK
		1,54	3,42	53,81	1,85	27,27	OK
Y10	3,225	1,6125	4,31	58,15	2,42	18,85	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Pu [Ton]	ØPn [Ton]	Vu[Ton]	ØVn [Ton]	Comprobación
							Pu ≤ ØPn Vu ≤ ØVn
Dirección Y							
		1,6125	4,31	58,15	2,42	18,85	OK
Y11	4,5	2,25	3,87	76,78	1,62	28,24	OK
		2,25	3,87	76,78	1,62	28,24	OK

Tabla 139

Momentos de muros en primer piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	ØMn [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación
						Mu ≤ ØMn Mu ≤ Mr
Dirección X						
X1	1,30	1,30	2,40	7,27	6,10	OK
X2	2,28	2,28	5,42	37,58	23,25	OK
X3	1,90	1,90	4,14	14,59	13,45	OK
X4	1,00	1,00	1,58	4,54	3,76	OK
		2,04	6,37	16,62	11,92	OK
X5	4,08	2,04	6,37	16,62	11,92	OK
		2,04	6,37	16,62	11,92	OK
X6	3,00	3,00	9,23	43,01	17,13	OK
X7	2,23	2,23	8,30	19,59	13,10	OK
X8	2,93	2,93	13,19	41,07	17,49	OK
X9	3,17	1,58	5,91	10,41	8,71	OK
		1,58	5,91	10,41	8,71	OK
X10	2,93	2,93	7,89	40,93	29,66	OK
X11	4,08	2,04	5,78	20,24	12,10	OK
		2,04	5,78	20,24	12,10	OK
X12	3,00	3,00	6,92	43,01	17,58	OK
X13	2,75	2,75	6,51	36,28	15,73	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	$\emptyset Mn$ [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu \leq $\emptyset Mn$ Mu \leq Mr
Dirección X						
X14	4,33	2,16	5,27	22,72	12,68	OK
		2,16	5,27	22,72	12,68	OK

Tabla 140

Momentos de muros en primer piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	$\emptyset Mn$ [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu \leq $\emptyset Mn$ Mu \leq Mr
Dirección Y						
Y1	3,35	1,68	5,50	11,56	7,10	OK
		1,68	5,50	11,56	7,10	OK
Y2	3,35	1,68	6,60	11,56	7,10	OK
		1,68	6,60	11,56	7,10	OK
Y3	3,35	1,68	5,91	11,56	7,54	OK
		1,68	5,91	11,56	7,54	OK
Y4	3,45	1,73	4,46	12,20	7,58	OK
		1,73	4,46	12,20	7,58	OK
Y5	2,38	2,38	0,01	27,37	17,32	OK
Y6	1,28	1,28	4,52	7,02	5,15	OK
Y7	2,33	2,33	7,51	26,16	13,85	OK
Y8	3,61	1,81	4,19	13,27	8,31	OK
		1,80	4,19	13,27	8,31	OK
Y9	3,08	1,54	0,96	11,79	7,08	OK
		1,54	0,96	11,79	7,08	OK
Y10	3,23	1,61	6,49	12,88	9,29	OK
		1,62	6,49	12,88	9,29	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	$\emptyset M_n$ [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación $M_u \leq \emptyset M_n$ $M_u \leq M_r$
Dirección Y						
Y11	4,50	2,25	5,61	20,01	11,49	OK
		2,25	5,61	20,01	11,49	OK

Tabla 141

Momentos de muros en segundo piso en dirección X

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	$\emptyset M_n$ [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación $M_u \leq \emptyset M_n$ $M_u \leq M_r$
Dirección X						
X1	1,30	1,30	1,13	7,27	6,10	OK
X2	2,28	2,28	1,07	37,58	23,25	OK
X3	1,90	1,90	0,60	14,59	13,45	OK
X4	1,00	1,00	0,79	4,54	3,76	OK
X5	4,08	2,04	2,57	16,62	11,92	OK
		2,04	2,57	16,62	11,92	OK
X6	3,00	3,00	6,35	43,01	17,13	OK
X7	2,23	2,23	4,50	19,59	13,10	OK
X8	2,93	2,93	5,18	41,07	11,69	OK
X9	3,17	1,58	2,39	10,41	8,71	OK
		1,58	2,39	10,41	8,71	OK
X10	2,93	2,93	3,42	40,93	29,66	OK
X11	4,08	2,04	2,10	20,24	12,10	OK
		2,04	2,10	20,24	12,10	OK
X12	3,00	3,00	4,52	43,01	17,58	OK
X13	2,75	2,75	4,72	36,28	15,73	OK
X14	4,33	2,16	2,80	22,72	12,68	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	\emptyset Mn [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu \leq \emptyset Mn Mu \leq Mr
Dirección X						
		2,16	2,80	22,72	12,68	OK

Tabla 142

Momentos de muros en segundo piso en dirección Y

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	\emptyset Mn [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu \leq \emptyset Mn Mu \leq Mr
Dirección Y						
Y1	3,35	1,68	2,29	11,56	7,10	OK
		1,68	2,29	11,56	7,10	OK
Y2	3,35	1,68	3,10	11,56	7,10	OK
		1,68	3,10	11,56	7,10	OK
Y3	3,35	1,68	3,04	11,56	7,54	OK
		1,68	3,04	11,56	7,54	OK
Y4	3,45	1,73	1,84	12,20	7,58	OK
		1,73	1,84	12,20	7,58	OK
Y5	2,38	2,38	0,43	27,37	10,67	OK
Y6	1,28	1,28	4,33	7,02	5,15	OK
Y7	2,33	2,33	3,10	26,16	13,85	OK
Y8	3,61	1,81	2,85	13,27	8,31	OK
		1,80	2,85	13,27	8,31	OK
Y9	3,08	1,54	0,36	11,79	4,93	OK
		1,54	0,36	11,79	4,93	OK
Y10	3,23	1,61	2,99	12,88	9,29	OK
		1,62	2,99	12,88	9,29	OK
Y11	4,50	2,25	2,88	20,01	11,49	OK

# Muro	Longitud L [m]	Longitud Parcial [m]	Mu [Ton-m]	ϕM_n [Ton-m]	Mr [Ton-m]	Comprobación Mu \leq ϕM_n Mu \leq Mr
Dirección Y						
		2,25	2,88	20,01	11,49	OK

Tabla 143

Armadura de muros en primer y segundo piso en dirección X

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical interior	Horizontal
Dirección X				
X1	1,30	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 80cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X2	2,28	4 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X3	1,90	4 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 80cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X4	1,00	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 80cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X5	2,04	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 80cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
	2,04	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 80cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X6	3,00	2 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X7	2,23	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 80cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X8	2,93	2 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X9	1,58	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 80cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
	1,58	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 80cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X10	2,93	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X11	2,04	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
	2,04	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X12	3,00	2 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X13	2,75	2 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
X14	2,16	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm
	2,16	3 ϕ 10mm	1 ϕ 10mm @ 60cm	2 ϕ 8mm @ 60cm

Tabla 144

Armadura de muros en primer piso en dirección Y

# Muro	Longitud Parcial [m]	Armadura		
		Vertical cada extremo	Vertical interior Dirección Y	Horizontal
Y1	1,68	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
	1,68	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y2	1,68	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
	1,68	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y3	1,68	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
	1,68	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y4	1,73	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
	1,73	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y5	2,38	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 60cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y6	1,28	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y7	2,33	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 60cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y8	1,81	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
	1,80	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y9	1,54	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 60cm	2 Ø 8mm @ 60cm
	1,54	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 60cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y10	1,61	3 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 60cm	2 Ø 8mm @ 60cm
	1,62	3 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 60cm	2 Ø 8mm @ 60cm
Y11	2,25	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm
	2,25	2 Ø 10mm	1 Ø 10mm @ 80cm	2 Ø 8mm @ 60cm

Diseño de la Cimentación

El procedimiento para el diseño de la cimentación de mampostería armada es similar a la de mampostería confinada, debido a que se recomienda para ambas realizar una cimentación corrida.

Se toma la carga más crítica de todos los muros presentes en cada eje, con el fin de obtener una cimentación homogénea, dando como resultados los siguientes valores:

Tabla 145

Dimensión de la cimentación corrida en sentido X, estructura Regular

Eje	Carga crítica [Ton]	Base [m]	B adopt. [m]	h alas adopt. [m]	H adopt. [m]	PBS [Ton/m ²]
A	5,29	0,30	0,50	0,20	0,30	11,06
B	6,22	0,36	0,50	0,20	0,30	12,92
C	4,63	0,27	0,50	0,20	0,30	9,74
D	5,53	0,32	0,50	0,20	0,30	11,54
E	3,53	0,20	0,50	0,20	0,30	7,54

Tabla 146

Dimensión de la cimentación corrida en sentido Y, estructura Regular

Eje	Carga crítica [Ton]	Base [m]	B adopt. [m]	h alas adopt. [m]	H adopt. [m]	PBS [Ton/m ²]
1	2,93	0,17	0,50	0,20	0,30	6,34
2	5,08	0,29	0,50	0,20	0,30	10,64
3	5,92	0,34	0,50	0,20	0,30	12,32
4	4,17	0,24	0,50	0,20	0,30	8,82
5	5,71	0,33	0,50	0,20	0,30	11,90

Como se puede observar en la tabla 139 el eje B que tiene la carga más crítica nos da como resultado las dimensiones mínimas establecidas por la norma, por lo tanto, el resto de la cimentación finalmente tendrá las mismas dimensiones.

$$B = 0,50m$$

$$b = 0,30m$$

$$h \text{ alas} = 0,20m$$

$$H = 0,30m$$

Tabla 147

Armadura para vigas de cimentación sentido X, estructura Regular

Eje	Reacción del suelo [Ton/m]	As min [cm ²]	Armadura transversal	Armadura de distribución /cada lado Dirección X	Armadura del cuerpo de viga	Estribo del cuerpo de viga
A	10,58	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
B	12,44	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
C	9,26	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
D	11,06	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
E	7,06	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm

Tabla 148

Armadura para vigas de cimentación sentido Y, estructura Regular

Eje	Reacción del suelo [Ton/m]	As min [cm ²]	Armadura transversal	Armadura de distribución /cada lado Dirección Y	Armadura del cuerpo de viga	Estribo del cuerpo de viga
1	5,86	0,30	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
2	10,16	0,36	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
3	11,84	0,27	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
4	8,34	0,32	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
5	11,42	0,20	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm

Tabla 149

Dimensión de la cimentación corrida en sentido X, estructura irregular

Eje	Carga crítica [Ton]	Base [m]	B adopt. [m]	h alas adopt. [m]	H adopt. [m]	PBS [Ton/m2]
Dirección X						
A	4,21	0,24	0,50	0,20	0,30	8,90
B	5,40	0,31	0,50	0,20	0,30	11,28
C	5,05	0,29	0,50	0,20	0,30	10,58
D	4,38	0,25	0,50	0,20	0,30	9,24

Tabla 150

Dimensión de la cimentación corrida en sentido Y, estructura irregular

Eje	Carga crítica [Ton]	Base [m]	B adopt. [m]	h alas adopt. [m]	H adopt. [m]	PBS [Ton/m2]
Dirección Y						
1	5,09	0,29	0,50	0,20	0,30	10,66
2	3,83	0,22	0,50	0,20	0,30	8,14
3	6,74	0,39	0,50	0,20	0,30	13,96
4	4,81	0,28	0,50	0,20	0,30	10,10
5	5,84	0,34	0,50	0,20	0,30	12,16
6	3,39	0,19	0,50	0,20	0,30	7,26

De igual manera que en la estructura regular, se observa en las tablas anteriores que el eje 3, que tiene la carga más crítica nos da como resultado las dimensiones mínimas establecidas por la norma, por lo tanto, el resto de la cimentación finalmente tendrá las mismas dimensiones.

$$B = 0,50m$$

$$b = 0,30m$$

$$h \text{ alas} = 0,20m$$

$$H = 0,30m$$

Tabla 151*Armadura para vigas de cimentación sentido X, estructura irregular*

Eje	Reacción del suelo [Ton/m]	As min [cm ²]	Armadura transversal	Armadura de distribución /cada lado	Armadura del cuerpo de viga	Estribo del cuerpo de viga
Dirección X						
A	8,42	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
B	10,80	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
C	10,10	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
D	8,76	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm

Tabla 152*Armadura para vigas de cimentación sentido Y, estructura irregular*

Eje	Reacción del suelo [Ton/m]	As min [cm ²]	Armadura transversal	Armadura de distribución /cada lado	Armadura del cuerpo de viga	Estribo del cuerpo de viga
Dirección Y						
1	10,18	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
2	7,66	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
3	13,48	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
4	9,62	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
5	11,68	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm
6	6,78	4,167	1φ12mm@25cm	1φ10mm	4φ12mm	1 E φ10mm@10/20cm

Diseño de la Losa Bidireccional Alivianada

Al igual que en los sistemas anteriores, se opta por una losa alivianada con 0,20m de altura, para ambas estructuras. La losa de entrepiso y de cubierta de cada estructura llevarán la misma distribución de bloques de alivianamiento, con la diferencia del área hueca de la losa para las gradas.

En cada panel se analiza las condiciones de borde para determinar en qué caso se encuentra y según esto y la relación lado corto versus lado largo del panel, se obtienen los coeficientes C_a y C_b del libro “Diseño de estructuras de concreto” de Arthur Nilson.

Para así proceder con la obtención de los momentos tanto positivos y negativos que determinarán la cantidad de acero que deba tener la losa.

Momentos negativos.

$$M_a (-) = C_a * W_u * l_a^2$$

$$M_b (-) = C_b * W_u * l_b^2$$

Momentos positivos.

$$M_{aD} (+) = C_a * W_D * l_a^2$$

$$M_{bD} (+) = C_b * W_D * l_b^2$$

Momentos Finales Positivos.

$$M_a (+) = 1.2M_{aD} + 1.6M_{aL}$$

$$M_b (+) = 1.2 \cdot M_{bD} + 1.6 \cdot M_{bL}$$

Bordes Discontinuos.

$$M (-) = \frac{1}{3} * M (+)$$

Tabla 153

Casos y coeficientes de paneles de losa de entrepiso, estructura regular

Panel	Caso	l_a	l_b	m	C_a-	C_b-	$C_{aD}+$	$C_{bD}+$	$C_{aL}+$	$C_{bL}+$
Estructura regular										
1	4	3,55	3,65	0,97	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
2	9	3,60	3,65	0,99	0,06	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
3	9	3,60	3,65	0,99	0,06	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03

Panel	Caso	la	lb	m	Ca-	Cb-	CaD+	CbD+	CaL+	CbL+
Estructura regular										
4	4	3,55	4,50	0,79	0,07	0,03	0,04	0,02	0,05	0,02
5	2	2,95	3,60	0,82	0,06	0,03	0,03	0,01	0,04	0,02
6	2	2,95	3,60	0,82	0,06	0,03	0,03	0,01	0,04	0,02
7	4	3,60	4,10	0,88	0,06	0,04	0,03	0,02	0,04	0,02
8	4	2,28	4,10	0,55	0,09	0,01	0,06	0,01	0,07	0,01
9	8	1,1	1,15	0,96	0,04	0,06	0,02	0,02	0,03	0,03
10	4	3,55	3,65	0,97	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03

Tabla 154

Momentos de paneles de losa de entrepiso, estructura regular

Panel	Ma-	Mb-	MaD	MbD	MaL	MbL	MA+	MB+	Ma Discon	Mb Discon
Estructura regular										
1	0,94	0,89	0,33	0,31	0,09	0,08	0,53	0,50	0,18	0,17
2	1,13	0,61	0,27	0,24	0,08	0,07	0,46	0,40	-	0,13
3	1,13	0,61	0,27	0,24	0,08	0,07	0,46	0,40	-	0,13
4	1,28	0,80	0,46	0,28	0,12	0,08	0,75	0,47	0,25	0,16
5	0,78	0,52	0,20	0,13	0,07	0,05	0,35	0,24	-	-
6	0,78	0,52	0,20	0,13	0,07	0,05	0,35	0,24	-	-
7	1,14	0,89	0,40	0,32	0,11	0,08	0,65	0,52	0,22	0,17
8	0,67	0,19	0,26	0,08	0,07	0,02	0,44	0,13	0,15	0,04
9	0,06	0,11	0,02	0,03	0,01	0,01	0,04	0,04	0,01	-
10	0,94	0,89	0,33	0,31	0,09	0,08	0,53	0,50	0,18	0,17

Tabla 155

Armadura losa de entrepiso, estructura regular

Panel	Armadura de Nervio (cm ² /m)				Armadura de Diseño a Flexión (As/nervio)			
	Asy(-)	Asx(-)	Asy(+)	Asx(+)	Asy(-)	Asx(-)	Asy(+)	Asx(+)
E-D-1-2	0,73	0,94	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-2-3	0,57	0,94	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-3-4	0,57	0,94	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-4-5	0,73	0,94	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-5-6	0,57	0,94	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-6-7	0,57	0,94	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-1-2	0,73	1,08	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-2-3	0,73	1,08	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-3-4	0,73	1,08	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-4-5	0,73	1,08	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-5-6	0,73	1,08	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-6-7	0,73	1,08	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
B-A-2-3	0,73	0,96	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
B-A-3-4	0,73	0,96	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
B-A-4-5	0,73	0,96	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
B-A-5-6	0,73	0,96	0,57	0,57	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10

Chequeo por Cortante.

Se analiza el panel más crítico, en este caso, es el panel 4.

Sección crítica: Caso 4

$$m = 0.79$$

$$\begin{cases} W_a = 0.72 \\ W_b = 0.28 \end{cases}$$

$$V_{ua} = 1.80 \text{ Tn}$$

$$V_{ub} = 0.89 \text{ Tn}$$

por lo tanto $V_u = 1.80 \text{ Tn}$

$$V_c = 0.17\sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = 2.65 \text{ Tn}$$

$$\phi = 0.75$$

$$\phi V_c = 1.99 \text{ Tn}$$

$V_u < \phi V_c \rightarrow$ ok no se necesita refuerzo por cortante

Tabla 156

Casos y coeficientes de paneles de losa de cubierta, estructura regular

Panel	Caso	la	lb	m	Ca-	Cb-	CaD+	CbD+	CaL+	CbL+
Estructura regular										
1	4	3,55	3,65	0,97	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
2	9	3,60	3,65	0,99	0,06	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
3	9	3,60	3,65	0,99	0,06	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
4	4	3,55	4,50	0,79	0,07	0,03	0,04	0,02	0,05	0,02
5	2	2,95	3,60	0,82	0,06	0,03	0,03	0,01	0,04	0,02
6	2	2,95	3,60	0,82	0,06	0,03	0,03	0,01	0,04	0,02
7	4	3,60	4,10	0,88	0,06	0,04	0,03	0,02	0,04	0,02
8	9	3,60	4,10	0,88	0,07	0,02	0,06	0,01	0,07	0,01

Tabla 157*Momentos de paneles de losa de cubierta, estructura regular*

Panel	Ma-	Mb-	MaD	MbD	MaL	MbL	MA+	MB+	Ma Discon	Mb Discon
Estructura regular										
1	0,54	0,50	0,19	0,18	0,04	0,04	0,30	0,28	0,10	0,09
2	0,64	0,34	0,16	0,14	0,04	0,04	0,26	0,22	-	0,07
3	0,64	0,34	0,16	0,14	0,04	0,04	0,26	0,22	-	0,07
4	0,73	0,46	0,27	0,17	0,06	0,04	0,42	0,26	0,14	0,09
5	0,44	0,30	0,12	0,08	0,03	0,02	0,20	0,13	-	-
6	0,44	0,30	0,12	0,08	0,03	0,02	0,20	0,13	-	-
7	0,65	0,51	0,24	0,19	0,05	0,04	0,37	0,29	0,12	0,10
8	0,73	0,32	0,39	0,05	0,09	0,01	0,62	0,07	0,21	0,02

Tabla 158*Casos y coeficientes de paneles de losa de entrepiso, estructura irregular*

Panel	Caso	la	lb	m	Ca-	Cb-	CaD+	CbD+	CaL+	CbL+
Estructura irregular										
1	6	4,00	4,50	0,89	0,08	-	0,04	0,02	0,04	0,02
2	5	3,00	3,30	0,91	0,08	-	0,03	0,01	0,04	0,02
3	9	2,75	4,50	0,61	0,08	0,01	0,04	0,00	0,06	0,01
4	4	4,25	4,50	0,94	0,06	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03
5	8	2,75	3,65	0,75	0,06	0,04	0,04	0,01	0,05	0,02
6	8	3,09	3,65	0,85	0,05	0,05	0,03	0,02	0,04	0,02
7	7	3,50	4,00	0,88	-	0,06	0,04	0,03	0,04	0,03
8	3	3,50	4,00	0,88	-	0,07	0,03	0,02	0,04	0,03
9	4	3,50	3,90	0,90	0,06	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03

Tabla 159

Momentos negativos y positivos de paneles de losa de entrepiso, estructura irregular

Panel	Ma-	Mb-	MaD	MbD	MaL	MbL	MA+	MB+	Ma Discon	Mb Discon
Estructura irregular										
1	2,00	0,00	0,66	0,42	0,14	0,10	1,01	0,67	0,34	0,22
2	1,12	0,00	0,27	0,15	0,07	0,05	0,43	0,26	-	0,09
3	1,00	0,20	0,28	0,09	0,09	0,03	0,48	0,15	-	0,05
4	1,58	1,39	0,57	0,50	0,13	0,12	0,89	0,78	0,30	0,26
5	0,72	0,75	0,28	0,18	0,07	0,04	0,46	0,28	0,15	-
6	0,73	0,96	0,29	0,23	0,08	0,06	0,47	0,38	0,16	-
7	0,00	1,50	0,47	0,44	0,10	0,09	0,73	0,68	0,24	0,23
8	0,00	1,70	0,34	0,38	0,09	0,08	0,55	0,59	0,18	-
9	1,15	0,95	0,42	0,35	0,10	0,08	0,66	0,54	0,22	0,18

Tabla 160

Armadura losa de entrepiso, estructura irregular

Panel	Armadura de Diseño a Flexión (As/nervio)			
	Asy(-)	Asx(-)	Asy(+)	Asx(+)
E-D-1-2	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-2-3	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-3-4	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-4-5	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-5-6	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
E-D-6-7	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-1-2	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-2-3	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-3-4	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10

Panel	Armadura de Diseño a Flexión (As/nervio)			
	Asy(-)	Asx(-)	Asy(+)	Asx(+)
D-B-4-5	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-5-6	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
D-B-6-7	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
B-A-2-3	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
B-A-3-4	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
B-A-4-5	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
B-A-5-6	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10

Chequeo por Cortante.

Se analiza el panel más crítico, en este caso, es el panel 4.

Sección crítica: Caso 4

$$m = 0.94$$

$$\begin{cases} W_a = 0.56 \\ W_b = 0.44 \end{cases}$$

$$V_{ua} = 1.86 \text{ Tn}$$

$$V_{ub} = 1.54 \text{ Tn}$$

$$\text{por lo tanto } V_u = 1.86 \text{ Tn}$$

$$V_c = 0.17 \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = 2.65 \text{ Tn}$$

$$\phi = 0.75$$

$$\phi V_c = 1.99 \text{ Tn}$$

$V_u < \phi V_c \rightarrow ok$ no se necesita refuerzo por cortante

Tabla 161

Casos y coeficientes de paneles de losa de cubierta, estructura irregular

Panel	Caso	la	lb	m	Ca-	Cb-	CaD+	CbD+	CaL+	CbL+
Estructura irregular										
1	6	4,00	4,50	0,89	0,08	-	0,04	0,02	0,04	0,02
2	5	3,00	3,30	0,91	0,08	-	0,03	0,01	0,04	0,02
3	9	2,75	4,50	0,61	0,08	0,01	0,04	0,00	0,06	0,01
4	4	4,25	4,50	0,94	0,06	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03
5	8	2,75	3,65	0,75	0,06	0,04	0,04	0,01	0,05	0,02
6	8	3,09	3,65	0,85	0,05	0,05	0,03	0,02	0,04	0,02
7	7	3,50	4,00	0,88	-	0,06	0,04	0,03	0,04	0,03
8	3	3,50	4,00	0,88	-	0,07	0,03	0,02	0,04	0,03
9	4	3,50	3,90	0,90	0,06	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03

Tabla 162

Momentos negativos y positivos de paneles de losa de cubierta, estructura irregular

Panel	Ma-	Mb-	MaD	MbD	MaL	MbL	MA+	MB+	Ma Discon	Mb Discon
Estructura irregular										
1	1,04	0,00	0,34	0,22	0,07	0,05	0,52	0,35	0,17	0,12
2	0,58	0,00	0,14	0,08	0,03	0,02	0,22	0,13	-	0,04
3	0,52	0,11	0,15	0,05	0,04	0,01	0,25	0,08	-	0,03
4	0,82	0,72	0,30	0,26	0,06	0,06	0,46	0,40	0,15	0,13
5	0,37	0,39	0,15	0,09	0,04	0,02	0,24	0,15	0,08	-
6	0,38	0,50	0,15	0,12	0,04	0,03	0,24	0,19	0,08	-
7	0,00	0,78	0,25	0,23	0,05	0,04	0,38	0,35	0,13	0,12
8	0,00	0,88	0,18	0,20	0,05	0,04	0,28	0,31	0,09	-
9	0,60	0,49	0,22	0,18	0,05	0,04	0,34	0,28	0,11	0,09

Tabla 163*Armadura losa de cubierta, estructura irregular*

Panel	Armadura de Diseño a Flexión (As/nervio)			
	Asy(-)	Asx(-)	Asy(+)	Asx(+)
1	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
2	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
3	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
4	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
5	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
6	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
7	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
8	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10
9	1 Ø12	1 Ø12	1 Ø10	1 Ø10

Diseño de Gradadas

Este diseño se realiza de igual manera que en la mampostería confinada tanto para la estructura regular como irregular.

Capítulo VII

Presupuesto Referencial de Cada Sistema

Sistema Aporticado

Tabla 164

Presupuesto de la estructura regular sistema aporticado

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Limpieza manual del terreno	m2	280,00	2,29	640,12
2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	280,00	2,05	575,39
3	Excavación de suelo a máquina en plintos	m3	45,30	7,97	360,86
4	Excavación manual de zanja de tierra	m3	18,28	11,40	208,33
5	Relleno suelo natural	m3	32,77	24,37	798,68
6	Desalojo de material (volqueta y cargadora) dist. =10 km	m3	30,81	12,38	381,45
7	Hormigón simple en replantillo f'c=140 kg	m3	1,46	137,38	200,74
8	Hormigón ciclópeo 40% piedra bajo cadenas f'c=180 kg/cm2	m3	18,28	119,24	2179,71
9	Acero de refuerzo 4200 kg/cm2 (varillas corrugadas) con alambre galv. N°18	kg	12283,26	2,05	25209,45
10	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en plintos (inc. Encofrado)	m3	7,31	133,14	972,75
11	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en cadenas (inc. Encofrado)	m3	6,05	199,31	1205,05
12	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en pedestal (inc. Encofrado)	m3	2,93	186,82	547,40
13	Contrapiso h.s. f'c=210kg/cm2; (inc. Malla)	m2	210,37	28,57	6009,83
14	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en columnas (inc. Encofrado)	m3	13,92	186,82	2601,16
15	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en gradas (inc. Encofrado)	m3	1,90	227,30	432,78
16	Bloque alivianado 40x20x15 timbrado y estibado (losa)	u	3254,00	1,48	4830,35

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
17	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en losa y vigas (incluye malla); (inc. encofrado)	m3	61,56	231,47	14249,07
18	Mampostería de bloque prensado alivianado 40x20x15, con mortero 1:3	m2	641,06	14,71	9430,94
				Total	70834,04
				Total/m2	147,97

Tabla 165

Presupuesto de la estructura irregular sistema aporticado

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Limpieza manual del terreno	m2	180,00	2,29	411,51
2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	180,00	2,05	369,89
3	Excavación de suelo a máquina en plintos	m3	29,53	7,97	235,22
4	Excavación manual de zanja de tierra	m3	11,63	11,40	132,51
5	Relleno suelo natural	m3	21,09	24,37	514,05
6	Desalojo de material (volqueta y cargadora) dist. =10 km	m3	20,06	12,38	248,40
7	Hormigón simple en replantillo f'c=140 kg	m3	0,95	137,38	130,85
8	Hormigón ciclópeo 40% piedra bajo cadenas f'c=180 kg/cm2	m3	11,79	119,24	1405,51
9	Acero de refuerzo 4200 kg/cm2 (varillas corrugadas) con alambre galv. N°18	kg	7897,94	2,05	16209,26
10	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en plintos (inc. Encofrado)	m3	4,76	133,14	634,08
11	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en cadenas (inc. Encofrado)	m3	3,90	199,31	776,37
12	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en pedestal (inc. encofrado)	m3	2,03	186,82	378,32
13	Contrapiso h.s. f'c=210kg/cm2;(inc. Malla)	m2	123,13	28,57	3517,66
14	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en columnas (inc. Encofrado)	m3	9,64	186,82	1800,80

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
15	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en gradas (inc. Encofrado)	m3	1,40	227,30	318,89
16	Bloque alivianado 40x20x15 timbrado y estibado (losa)	u	169,00	1,48	2522,06
17	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en losa y vigas (incluye malla); (inc. Encofrado)	m3	37,82	231,47	8754,06
18	Mampostería de bloque prensado alivianado 40x20x15, con mortero 1:3	m2	397,09	14,71	5841,78
				Total	44201,20
				Total/m2	170,94

Mampostería Confinada

Tabla 166

Presupuesto de la estructura Regular con mampostería confinada

Cód.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Limpieza manual del terreno	m2	280,00	\$2,29	\$640,12
2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	280,00	\$2,05	\$575,39
3	Excavación en suelo a máquina	m3	26,79	\$7,97	\$213,41
4	Desalojo de material (volqueta y cargadora) dist. =10 km	m3	33,49	\$12,38	\$414,66
5	Hormigón ciclópeo 40% piedra bajo cadenas f'c=180 kg/cm2	m3	17,86	\$119,24	\$2.129,63
6	Acero de refuerzo 4200 kg/cm2 (varillas corrugadas) con alambre galv. n°18	kg	6831,05	\$2,05	\$14.019,65
7	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en vigas de cimentación (inc. encofrado)	m3	23,12	\$134,94	\$3.119,79
8	Contrapiso h.s. f'c=210kg/cm2; (inc. malla)	m2	163,00	\$28,57	\$4.656,68
9	Mampostería de bloque prensado pesado 40x20x15, con mortero 1:3	m2	685,85	\$16,96	\$11.628,91
10	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en castillos (inc. encofrado)	m3	6,80	\$186,82	\$1.270,41
11	Dintel h.s 180kg/cm2 (10x15cm, incluye acero de refuerzo)	m	98,80	\$10,88	\$1.075,15

Cód.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
12	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en gradas (inc. encofrado)	m3	1,08	\$227,30	\$245,48
13	Bloque alivianado 40x20x15 timbrado y estibado (losa)	u	3503,00	\$1,48	\$5.199,98
14	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en losa y dalas (incluye malla); (inc. encofrado)	m3	54,76	\$226,38	\$12.396,70
				Total	\$57.585,96
				Total/m2	\$120,30

Tabla 167

Presupuesto de la estructura Irregular con mampostería confinada

Cód.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Limpieza manual del terreno	M2	180,00	\$2,29	\$411,51
2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	M2	180,00	\$2,05	\$369,89
3	Excavación en suelo a máquina	M3	15,66	\$7,97	\$124,75
4	Desalojo de material (volqueta y cargadora) dist. =10 km	M3	19,58	\$12,38	\$242,39
5	Hormigón ciclópeo 40% piedra bajo cadenas f'c=180 kg/cm2	M3	10,44	\$119,24	\$1.244,87
6	Acero de refuerzo 4200 kg/cm2 (varillas corrugadas) con alambre galv. n°18	KG	5309,16	\$2,05	\$10.896,21
7	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en vigas de cimentación (inc. encofrado)	M3	13,60	\$134,94	\$1.835,17
8	Contrapiso h.s. f'c=210kg/cm2; (inc. malla)	M2	106,00	\$28,57	\$3.028,27
9	Mampostería de bloque prensado pesado 40x20x15, con mortero 1:3	M2	363,41	\$16,96	\$6.161,74
10	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en castillos (inc. encofrado)	M3	5,87	\$186,82	\$1.096,66
11	Dintel h.s 180kg/cm2 (10x15cm, incluye acero de refuerzo)	M	39,00	\$10,88	\$424,40
12	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en gradas (inc. encofrado)	M3	1,00	\$227,30	\$227,30
13	Bloque alivianado 40x20x15 timbrado y estibado (losa)	U	1735,00	\$1,48	\$2.575,50
14	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en losa y dalas (incluye malla); (inc. encofrado)	M3	26,41	\$226,38	\$5.978,76

Cód.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
15	Mampostería de bloque prensado pesado 40x20x20, con mortero 1:3	M2	70,49	\$19,07	\$1.344,07
16	Mampostería de bloque prensado pesado 40x20x25, con mortero 1:3	M2	9,33	\$19,46	\$181,59
				Total	\$36.143,07
				Total/m2	\$139,78

Mampostería Armada

Tabla 168

Presupuesto de la estructura regular con mampostería armada

Cód.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Limpieza manual del terreno	m2	280,00	\$2,29	\$640,12
2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	280,00	\$2,05	\$575,39
3	Excavación en suelo a máquina	m3	26,30	\$7,97	\$209,47
4	Desalojo de material (volqueta y cargadora) dist. =10 km	m3	32,87	\$12,38	\$407,00
5	Hormigón ciclópeo 40% piedra bajo cadenas f'c=180 kg/cm2	m3	17,53	\$119,24	\$2.090,28
6	Acero de refuerzo 4200 kg/cm2 (varillas corrugadas) con alambre galv. N°18	kg	7977,31	\$2,05	\$16.372,16
7	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en vigas de cimentación (inc. Encofrado)	m3	22,79	\$134,94	\$3.075,13
8	Contrapiso h.s. f'c=210kg/cm2; (inc. Malla)	m2	163,74	\$28,57	\$4.677,82
9	Mampostería de bloque prensado pesado 40x20x15, con mortero 1:3	m2	694,00	\$16,96	\$11.767,02
10	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en celdas de bloque	m3	20,56	\$118,47	\$2.435,78
11	Dintel h.s 180kg/cm2 (10x15cm, incluye acero de refuerzo)	m	99,70	\$10,88	\$1.084,95
12	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en gradas (inc. Encofrado)	m3	1,08	\$227,30	\$245,48
13	Bloque alivianado 40x20x15 timbrado y estibado (losa)	u	3148,00	\$1,48	\$4.673,00

Cód.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
14	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en losa y dalas (incluye malla); (inc. encofrado)	m3	56,71	\$226,38	\$12.839,05
				Total	\$61.092,64
				Total/m2	\$127,62

Tabla 169

Presupuesto de la estructura irregular con mampostería armada

Cód.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Limpieza manual del terreno	m2	180,00	\$2,29	\$411,51
2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	180,00	\$2,05	\$369,89
3	Excavación en suelo a máquina	m3	13,59	\$7,97	\$108,27
4	Desalojo de material (volqueta y cargadora) dist. =10 km	m3	16,99	\$12,38	\$210,37
5	Hormigón ciclópeo 40% piedra bajo cadenas f'c=180 kg/cm2	m3	9,96	\$119,24	\$1.187,75
6	Acero de refuerzo 4200 kg/cm2 (varillas corrugadas) con alambre galv. N°18	kg	4688,83	\$2,05	\$9.623,08
7	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en vigas de cimentación (inc. Encofrado)	m3	12,95	\$134,94	\$1.747,46
8	Contrapiso h.s. f'c=210kg/cm2; (inc. Malla)	m2	108,31	\$28,57	\$3.094,26
9	Mampostería de bloque prensado pesado 40x20x15, con mortero 1:3	m2	483,91	\$16,96	\$8.204,95
10	Hormigón premezclado de f'c=210kg/cm2 en celdas de bloque	m3	12,64	\$118,47	\$1.497,48
11	Dintel h.s 180kg/cm2 (10x15cm, incluye acero de refuerzo)	m	39,00	\$10,88	\$424,40
12	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en gradas (inc. Encofrado)	m3	1,00	\$227,30	\$227,30
13	Bloque alivianado 40x20x15 timbrado y estibado (losa)	u	1690,00	\$1,48	\$2.508,70
14	Hormigón simple de f'c=210kg/cm2 en losa y dalas (incluye malla); (inc. encofrado)	m3	29,90	\$226,38	\$6.769,29
				Total	\$36.384,71
				Total/m2	\$140,71

Comparativa de Presupuestos

Tabla 170

Resumen del presupuesto total y en m² de las estructuras

Modelo	Mampostería Confinada	Mampostería Armada	Aporticado
Estructura Regular	\$57.585,96	\$62.268,67	\$70.834,04
Estructura Irregular	\$36.143,07	\$36.713,92	\$44.201,20
Estructura Regular por m ²	\$120,30	\$130,08	\$147,97
Estructura Irregular por m ²	\$139,78	\$141,98	\$170,94

Tabla 171

Presupuestos en forma porcentual de las estructuras

Modelo	Mampostería Confinada	Mampostería Armada	Aporticado
Estructura Regular	81%	88%	100%
Estructura Irregular	82%	83%	100%
Estructura Regular por m ²	81%	88%	100%
Estructura Irregular por m ²	82%	83%	100%

Capítulo VIII

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- El sistema constructivo con mampostería confinada y armada, depende mucho de la proyección en altura de la edificación, ya que, a nivel Nacional, la guía práctica de implementación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15), limita dichas construcciones a dos pisos, siendo el sistema aporticado más utilizado para edificaciones superiores a los dos pisos.
- El precio de construcción por metro cuadrado de la estructura regular para el sistema aporticado es de 147,97 USD, en mampostería armada 130,08 USD y en mampostería confinada 120,30 USD, concluyendo que, para este proyecto, la que es de menor costo es el sistema con mampostería confinada, por cuanto, en el sistema de mamposterías confinada o armada, las paredes son parte de la estructura y por ende capaces de resistir cargas, mientras que en el sistema aporticado las paredes son un complemento que no influye significativamente en la estructura.
- La construcción de viviendas con mampostería confinada como armada, representan un ahorro del 19% y 12% respectivamente, en comparación con el sistema aporticado, pero el uso de un sistema con respecto a otro, no depende exclusivamente del factor económico, más bien, depende de múltiples factores como pueden ser: realidad social, sistema constructivo tradicional y la localidad.
- La mampostería en el sistema aporticado, no se considera dentro del cálculo, ya que la misma permite una libre distribución de los espacios en el interior, mientras que, en los

sistemas de mampostería confinada y armada, las paredes son parte del cálculo y de la estructura, las cuales deben ser plantas típicas en todos los niveles.

- En la mampostería estructural o confinada al considerar muros portantes, su distribución o diseño arquitectónico no podrá ser modificado de ninguna manera, en el caso de sistema aporticado los diseños arquitectónicos, pueden ser modificados siempre y cuando la ubicación de las columnas no se vea afectada.
- Al utilizar el valor del factor de reducción de resistencia sísmica $R=3$, para las estructuras de mampostería, se puede concluir que, para la normativa (NEC-15), este tipo de estructuras, no tiene una adecuada respuesta sísmica.

Recomendaciones

- Se debe tener precaución con los sistemas de mampostería, ya que, en el medio ecuatoriano, muchos de los propietarios, una vez construida la edificación, deciden realizar una remodelación la misma que consta en muchas ocasiones con el derribo de paredes internas, lo que nunca se debe hacer en este tipo de sistemas siendo los muros los que soportan las cargas.
- Es importante que el diseño arquitectónico, desde un comienzo, esté enfocado al sistema estructural el cual quiere desarrollarse, puesto que existen limitaciones arquitectónicas en un sistema de mampostería estructural debido a la distribución de muros.
- Se debe tener precaución en los sistemas de mampostería, al momento de generar las aberturas de las ventanas en los muros, las mismas que deben ser pequeñas y fuera de las diagonales del muro, para asegurar que sea un muro de corte.

- Las estructuras con sistemas de mampostería, deben tener un diseño simple, de preferencia que su largo sea tres veces su ancho, y en elevación sin volados, en el caso de una estructura con una geometría más compleja se deberán generar juntas sísmicas entre las mismas.
- Para mampostería, tanto la confinada y armada, es necesario los ensayos de muretes y ensayo a compresión de prismas, para un mejor análisis tanto a cortante como a compresión de esfuerzos en los muros y un mejor comportamiento estructural de los mismos.
- Una distribución de muros correcta, ayudara a que los esfuerzos en los muros no sean grandes y que los muros no lleguen a tener un espesor de dimensiones mayores a los de los bloques convencionales.
- En el sistema aporticado es muy importante realizar los chequeos correspondientes al principio de columna fuerte - viga débil, debido que esto me permite conocer que elementos estructurales, serán parte del sistema que resistirán las cargas laterales, a las cuales va a estar sometida la estructura.

Bibliografía

- ACI 318S-14. (2014). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14) y Comentarios (ACI 318SR-14)*.
- Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE. (2017). *Guía para la construcción de viviendas sismo resistentes en mampostería confinada*. Effingerstrasse27.
[https://www.shareweb.ch/site/DRR/Documents/Types of activity/Structural-Measures/Guia para la construccion de viviendas sismo resistentes en mamposteria confinada.pdf](https://www.shareweb.ch/site/DRR/Documents/Types%20of%20activity/Structural-Measures/Guia%20para%20la%20construccion%20de%20viviendas%20sismo%20resistentes%20en%20mamposteria%20confinada.pdf)
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sísmicas NSR-10 Título D-Mampostería Estructural*.
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/4titulo-d-nsr-100.pdf>
- Camargo Gaona, L. A., Guaminga Micho, J. E., & Guerrero Cuasapaz, D. P. (2019). *Evaluación técnica económica del diseño entre losa nervada y losa con placa colaborante de una estructura de cinco plantas y un subsuelo ubicado en el sector Agua Clara, al norte de la ciudad de Quito*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17842>
- Instituto Geofísico EPN. (2011). *La informalidad en la construcción es el mayor riesgo en un terremoto - Instituto Geofísico - EPN*. <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/381-la-informalidad-en-la-construccion-es-el-mayor-riesgo-en-un-terremoto>
- López Ramón, E. L., & Manobanda Lisintuña, J. L. (2019). *Estudio experimental y analítico de las propiedades mecánicas de la mampostería estructural utilizando el bloque de hormigón propuesto por la empresa Inova Tk [Quito, 2019.]*.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20598>
- Maldonado Cueva, N. P., & Terán Díaz, P. A. (2014). *Análisis comparativo entre sistema de*

pórticos y sistema de paredes portantes de hornigón (M2) para un edificio de vivienda de 6 pisos [Quito, 2014.]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7128>

Martínez, A., López Usca, C. I., & Enríquez Paredes, A. R. (2017). *"Análisis del diseño sismo resistente en estructuras elaboradas con mampostería confinada, aplicadas en edificaciones mayores a dos pisos de altura"*. [Universidad Nacional de Chimborazo, 2017]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3728>

Narváez Chamorro, L. S. (2013). *Desarrollo de losas con caña de guadua angustifolia y análisis comparativo estructural y económico con los sistemas de losas tradicionales utilizados en nuestro medio* [SANGOLQUÍ / ESPE / 2013]. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/6857>

NEC-SE-DS. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción Peligro Sísmico Diseño Sismoresistente.*

NEC-SE-HM. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción Hormigón Armado.*

NEC-SE-MP. (2015). *Norma ecuatoriana de la construcción Mampostería Estructural.*

NEC-SE-VIVIENDA. (2015). *Norma ecuatoriana de la construcción-Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3066. (2016). *BLOQUES DE HORMIGÓN. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO CONCRETE BLOCKS. REQUIREMENTS AND TEST METHODS.*

NTE Albañilería del Perú. (2006). *Norma Técnica E.070 Albañilería (RESOLUCIÓN MINISTER...)*. <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/Norma-E-070-MV-2006.pdf>

NTE INEN 2249. (2016). *Accesibilidad de las personas al medio físico. Circulaciones verticales.Escaleras. Requisitos.*

NTE México. (2020). *Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. México.*

Rivas, L. Y. (2017). *Análisis experimental y analítico de las propiedades estructurales ante Cargas Laterales de una Mampostería Confinada y una Mampostería Reforzada.* 199.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17927>

Anexos