

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**"DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN A ESCALA DE UNA
PLATAFORMA CON TRES EJES PARA CABEZAL"**

PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AUTOMOTRIZ

**GUANOQUIZA VARGAS ALEJANDRO PAÚL
GUAMÁN NARVÁEZ EDWIN ROLANDO**

Latacunga, Enero 2013

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, GUANOQUIZA VARGAS ALEJANDRO PAÚL.

Yo, GUAMÁN NARVÁEZ EDWIN ROLANDO.

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado "**DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN A ESCALA DE UNA PLATAFORMA CON TRES EJES PARA CABEZAL**", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Enero del 2013.

Guanoquiza Vargas Alejandro Paúl

CI. 1716199367

Guamán Narváez Edwin Rolando

CI. 1719372912

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, GUANOQUIZA VARGAS ALEJANDRO PAÚL.

Yo, GUAMÁN NARVÁEZ EDWIN ROLANDO.

Autorizamos a la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO la publicación, en la biblioteca virtual de la institución el trabajo "**DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN A ESCALA DE UNA PLATAFORMA CON TRES EJES PARA CABEZAL**" cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Enero del 2013.

Guanoquiza Vargas Alejandro Paúl

Cl.1716199367

Guamán Narvárez Edwin Rolando

Cl.1719372912

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. NÉSTOR ROMERO (DIRECTOR)

ING. OSCAR ARTEAGA (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado "**DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN A ESCALA DE UNA PLATAFORMA CON TRES EJES PARA CABEZAL**", realizado por el señor, **GUANOQUIZA VARGAS ALEJANDRO PAÚL** y el señor **GUAMÁN NARVÁEZ EDWIN ROLANDO** ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE en el reglamento de estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Siendo este un proyecto de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza/aprendizaje y a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional por lo que si recomendamos su publicación.

Latacunga, Enero del 2013.

Ing. Néstor Romero
DIRECTOR

Ing. Oscar Arteaga
CODIRECTOR

DEDICATORIA

ALEJANDRO

A Dios por haberme dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto.

A mis padres Olimpia y Fernando, por su infinito amor, son las personas a quien admiro tanto y son mi ejemplo de perseverancia y constancia, me ha inculcado el valor a la vida y el deseo del triunfo. Mis padres juntos son los pilares de mi vida, los forjadores de este sueño, quienes me apoyaron siempre, en cada una de mis decisiones, gracias por corregirme cuando lo necesite, sus palabras me motivaron y ayudaron en el desarrollo de mi formación profesional, gracias por todo lo que son en mi vida.

A mis hermanos Fabio, Johanna, Kevin, Mary y mis sobrinos Nicolás, Omar, Leonel que han llenado mi vida de alegrías, gracias por el cariño y apoyo incondicional que recibo día a día.

A mi novia Gaby, quien llegó a ser una bendición en mi vida.

EDWIN.

A Dios, a mi compañero de tesis y a mi familia.

AGRADECIMIENTO

ALEJANDRO

A la Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería Automotriz extensión Latacunga, de la cual llevo muy gratos recuerdos, experiencias vividas que formarán parte de toda mi existencia y que gracias a ellas podré enfrentar y resolver los desafíos en mi vida profesional.

A mis maestros que con motivación, conocimiento y consejos diarios me permitieron culminar otra etapa en mi vida, enfocándome siempre liderazgo, gratitud porque llegaron a ser amigos.

A mis queridos compañeros Darwin, Jairo, Freddy, Diego, Andrés, un reconocimiento eterno, puesto que con ellos compartí inolvidables momentos en aulas y fuera de ellas, triunfos y resbalones que me permitieron crecer y seguir adelante.

A mis familiares que siempre estuvieron presentes con sus palabras, este logro va dedicado a las personas que confiaron en mí, siempre, los hago partícipes de esta alegría tan inmensa.

EDWIN.

A la Escuela Politécnica del Ejército, maestros, compañeros y familia.

RESUMEN

El presente proyecto denominado **“DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN A ESCALA DE UNA PLATAFORMA CON TRES EJES PARA CABEZAL”**, tiene como finalidad diseñar un prototipo de plataforma cama alta, con estudio técnico, destinado al servicio del transporte pesado y en si dar un prototipo de estructura, que beneficiará a la Escuela de Conducción Profesional de la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga.

Además con este tipo de diseño de estructuras automotrices, resolveremos los problemas de la transportación de carga por carretera, cumpliendo con normativas impuestas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, que son los encargados de regular, dimensiones y pesos máximos, de los vehículos que circulan por las vías de nuestra región.

Se dio forma al proyecto extrayendo información propia de los usuarios de transporte pesado, así como de pequeñas industrias destinadas a la construcción de este tipo de vehículos, luego se dimensionó la estructura en el programa computacional solidworks, para obtener resultados optimizados se utilizó el método de elementos finitos, así se comprobó que no falle ningún elemento de la plataforma, con las distintas cargas que actúan en la misma.

Finalmente el proyecto se complementa con un análisis de costos.

ABSTRACT

This Project is called **“DESIGNING, SIMULATION AND CONSTRUCTION OF A MODEL OF A THREE AXIS PLATFORM FOR BOLSTER”**, its main purpose is to design a prototype of a high bed platform with a technical study devoted to the heavy transport service and provide a prototype which will benefit the Professional Driving School of the Army Polytechnics School campus Latacunga.

Furthermore, we will solve some troubles of cargo transportation with this type of structure fulfilling the regulatory schemes imposed by the Ministry of Transport and Public Works that is in charge to regulate the vehicle dimensions and weights running by the roads of our region.

The form was given to the project by extracting information about the users' features, heavy transport and small industries devoted to the building of this type of vehicles. After that, the structure was modeled in the Solidworks computing programme to get the best results. The finite elements method was used, and then it was proved by means of the application of different loads acting on the platform. None of the parts fail.

Finally, the project was completed with the corresponding analysis of the cost.

PRESENTACIÓN

Éste trabajo consta de siete capítulos, los cuales se encuentra organizados de manera que se inicie con información técnica del transporte, hasta llegar al diseño, selección y construcción de la misma, demostrando de ésta manera que es un diseño confiable y aplicable en la industria automotriz.

En el capítulo I, se presentan los antecedentes del proyecto y los objetivos que queremos cumplir al final del proyecto.

En el capítulo II, encontramos la normativa con la que deben contar estos medios de transporte además del marco teórico de los componentes principales y definiciones de los que está compuesto el transporte de carga de mercadería por carretera.

En el capítulo III, con ayuda del paquete computacional Solidworks que utiliza el método por elementos finitos, se realiza el diseño de la plataforma, haciendo cumplir el reglamento técnico que detalla pesos y dimensiones, abalizado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, además seleccionamos los materiales con las características mecánicas y técnicas con las que debe contar la estructura.

En el capítulo IV, se realiza el modelado de la plataforma para así comenzar con el mallado, simulación y luego realizar un análisis de resultados obtenidos en el sistema estructural de la plataforma.

En el capítulo V, se describe el proceso de construcción de la plataforma, guiados por los planos generados en el diseño computacional, para concluir el proyecto como un diseño confiable.

En el capítulo VI, se detalla un análisis de costos que se toman en cuenta para la construcción de la plataforma. Al final del proyecto se establecen conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE DE GENERAL

CARÁTULA.....	I
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	II
AUTORIZACIÓN	III
CERTIFICADO	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	VII
PRESENTACIÓN	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS	XVII
GLOSARIO DE TÉRMINOS	XVIII

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. ÁREA DE INFLUENCIA.	1
1.2. ANTECEDENTES.	1
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER.....	2
1.4. OBJETIVOS.	2
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.	2
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	2
1.5. METODOLOGÍA.	3
1.5.1. MÉTODO CIENTÍFICO.....	3
1.5.2. MÉTODO DE ANÁLISIS.	3
1.5.3. MÉTODO DE SÍNTESIS.....	3

CAPÍTULO II NORMATIVAS DE LA TRANSPORTACIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN.	4
2.2. DEFINICIÓN DE CABEZAL.....	5

2.3. DEFINICIÓN DE PLATAFORMA.	5
2.3.1. TIPOS DE PLATAFORMAS DE ARRASTRE.	6
2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA CAMA ALTA.	10
2.3.3. SISTEMA DE SUSPENSIÓN.	15
2.3.4. SISTEMA DE EJES.	17
2.3.5. SISTEMA DE FRENOS.	19
2.3.6. CIRCUITO NEUMÁTICO.	20
2.3.7. NEUMÁTICOS.	21
2.3.8. KING PIN.	23
2.3.9. ACCESORIOS DE SEGURIDAD	23
2.3.10. SISTEMA ELÉCTRICO.	27
2.3.11. CONTENEDORES	28
2.4. LEGISLACIÓN ECUATORIANA.	30
2.4.1. DIMENSIONES PERMITIDAS.	30
2.4.2. PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS.	31
2.4.3. RADIO DE GIRO PARA LA COMBINACIÓN CABEZAL-PLATAFORMA. ...	32
2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.	33
2.6. CARGAS QUE ACTÚAN EN LA ESTRUCTURA.	35
2.6.1. CARGAS ESTÁTICAS.	35
2.6.2. CARGAS DINÁMICAS.	36
2.6.3. COMBINACIÓN DE CARGAS.	39

CAPÍTULO III

MODELADO Y ENSAMBLAJE DE LA PLATAFORMA

3.1. SOFTWARE DE DISEÑO Y SIMULACIÓN SOLIDWORKS.	40
3.1.1. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS.	41
3.1.2. RESULTADOS QUE INDICA SOLIDWORKS.	42
3.2. PARÁMETROS DEL DISEÑO.	43
3.3. MODELADO DE LA PLATAFORMA CAMA ALTA.	44
3.3.1. CREACIÓN DE PERFILES ESTRUCTURALES.	45
3.3.2. ASIGNACIÓN DE MATERIALES.	51

3.3.3. MODELADO DE LA PLATAFORMA CAMA ALTA.	51
3.3.4. CREACIÓN DEL ENSAMBLAJE	53
3.3.5. CONDICIONES DE BORDE.	60

CAPÍTULO IV

SIMULACIÓN Y DISEÑO DE LA PLATAFORMA

4.1. ESTUDIOS DE DISEÑO.	61
4.2. OPCIONES DE MALLADO.....	67
4.3.SIMULACIÓN DE LA ESTRUCTURA EN EL SOFTWARE.....	69
4.4.ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA.	71
4.4.1. CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS.	71
4.4.2. INFORME GENERADO POR SOLIDWORKS 2011.....	71
4.4.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO.	80
4.5. SELECCIÓN DE ELEMENTOS.	83
4.5.1. SELECCIÓN DE SUSPENSIÓN.....	83
4.5.2. SELECCIÓN DE EJES.	84
4.5.3. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS.....	84
4.5.4. SELECCIÓN DEL KING PIN O PERNO REY.....	86
4.5.5. SELECCIÓN DE BARRAS DE APOYO.....	87
4.5.6. SELECCIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.	87
4.5.7. SELECCIÓN DE NEUMÁTICOS.....	90
4.5.8. ACCESORIOS.....	91

CAPÍTULO V

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

5.1. DIAGRAMA DE PROCESOS.....	92
5.1.1. CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA CAMA ALTA.....	92
5.1.2. CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA A ESCALA.....	102
5.1.3. PINTADO.....	103
5.1.4. MONTAJE DE LOS ACCESORIOS.....	104

CAPÍTULO VI
ANÁLISIS DE COSTOS

6.1. COSTO DE MATERIALES.....	105
6.2. COSTO DE FABRICACIÓN.....	107
6.3. COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.....	108
6.4. COSTO DE DISEÑO.....	109
6.5. COSTO TOTAL.....	109
6.6. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO.....	110

CAPITULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. CONCLUSIONES.....	112
7.2. RECOMENDACIONES.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: TRACTOCAMIÓN KENWORTH.....	5
FIGURA N° 2: PLATAFORMA CAMA ALTA DE TRES EJES.....	6
FIGURA N° 3: PLATAFORMA BIEXTENSIBLE.....	7
FIGURA N° 4: PLATAFORMA PORTACONTENEDORES.....	7
FIGURA N° 5: CONTENEDORES DISTRIBUIDOS EN LA PLATAFORMA.....	8
FIGURA N° 6: PLATAFORMA CAMA BAJA.....	8
FIGURA N° 7: TIPOS DE PLATAFORMAS CAMA BAJA.....	9
FIGURA N° 8: PLATAFORMA CISTERNA.....	9
FIGURA N° 9: PLATAFORMA CAMA ALTA.....	10
FIGURA N° 10: PARTES DE LA PLATAFORMA CAMA ALTA.....	13
FIGURA N° 11: SISTEMA DE SUSPENSIÓN.....	16
FIGURA N° 12: SISTEMA DE SUSPENSIÓN MECÁNICA.....	16
FIGURA N° 13: SISTEMA DE SUSPENSIÓN NEUMÁTICA.....	17

FIGURA N° 14: SISTEMA DE EJE SIMPLE.....	18
FIGURA N° 15: SISTEMA DE EJES TÁNDEM.....	18
FIGURA N° 16: SISTEMA DE EJES TRIDEM.	18
FIGURA N° 17: SISTEMA DE FRENO DE DISCO.....	19
FIGURA N° 18: SISTEMA DE FRENOS DE TAMBOR.....	20
FIGURA N° 19: SISTEMA DE AIRE.	21
FIGURA N° 20: DESIGNACIÓN DE NEUMÁTICOS.....	22
FIGURA N° 21: TIPOS DE KING PIN.....	23
FIGURA N° 22: BARRAS DE APOYO.....	24
FIGURA N° 23: MANEJO DE BARRAS DE APOYO A.	25
FIGURA N° 24: MANEJO DE BARRAS DE APOYO B.....	25
FIGURA N° 25: MANEJO DE BARRAS DE APOYO C.....	26
FIGURA N° 26: ADHESIVO REFLECTOR.....	26
FIGURA N° 27: LUCES DE LA PLATAFORMA.	27
FIGURA N° 28: ENCHUFE ELÉCTRICO DE 7 POLOS.	28
FIGURA N° 29: PARTES DEL CONTENEDOR.....	28
FIGURA N° 30: CONJUNTO CABEZAL-PLATAFORMA.....	31
FIGURA N° 31: PARÁMETROS DE RADIO DE GIRO.....	33
FIGURA N° 32: SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA.	34
FIGURA N° 33: SEMIRREMOLQUE CON PESO A TRANSPORTAR.	36
FIGURA N° 34: LOGO SOLIDWORKS 2011.....	40
FIGURA N° 35: GEOMETRÍA DEL PERFIL MODIFICADO IPE 100X55X4.10.	47
FIGURA N° 36: GUARDAR NUEVO PERFIL A BIBLIOTECA DE SOLIDWORKS.	48
FIGURA N° 37: SELECCIÓN DE LA CARPETA WELDMENT PROFILES.	48
FIGURA N° 38: SELECCIÓN DE LA CARPETA DEL TIPO DE UNIDADES.	49
FIGURA N° 39: SELECCIÓN DE LA CARPETA DEL TIPO DE PERFIL.	49
FIGURA N° 40: SELECCIÓN DE EXTENSIÓN DEL NUEVO DE PERFIL.	50
FIGURA N° 41: AGREGAR A LA BIBLIOTECA.....	50
FIGURA N° 42: SELECCIÓN DEL MATERIAL ASTM A 36.....	51
FIGURA N° 43: DIAGRAMA DE LÍNEAS PLATAFORMA CAMA ALTA.....	52
FIGURA N° 44: DIAGRAMA DE LÍNEAS PLATAFORMA CAMA ALTA TOTAL....	52
FIGURA N° 45: GEOMETRÍA DE PERFIL PARA VIGAS PRINCIPALES.	53

FIGURA N° 46: VIGAS PRINCIPALES DE PLATAFORMA CAMA ALTA	53
FIGURA N° 47: GEOMETRÍA DE PERFIL PARA ARRIOSTES.	54
FIGURA N° 48: UBICACIÓN DE LOS ARRIOSTES.	54
FIGURA N° 49: CANAL C PARA CONTORNOS.	55
FIGURA N° 50: CONTORNO DE LA PLATAFORMA.	55
FIGURA N° 51: GEOMETRÍA DE PERFIL IPE PARA TRAVESAÑOS.	56
FIGURA N° 52: UBICACIÓN DE LOS TRAVESAÑOS.	56
FIGURA N° 53: GEOMETRÍA DE PERFIL PARA GUARDACHOQUE.	57
FIGURA N° 54: UBICACIÓN DEL GUARDACHOQUE.	57
FIGURA N° 55: CONJUNTO PLANCHA Y REFUERZOS PARA KING PIN	58
FIGURA N° 56: KING PIN	58
FIGURA N° 57: TALANQUERA.	59
FIGURA N° 58: PLATAFORMA ENSAMBLADA	59
FIGURA N° 59: CONDICIÓN DE BORDE.	60
FIGURA N° 60: SIMULATION, ESTUDIO DE TIPO ESTÁTICO.	62
FIGURA N° 61: SIMULATION, CÁLCULO DE JUNTAS.	63
FIGURA N° 62: SIMULATION, SELECCIÓN DE SUJECIONES.	64
FIGURA N° 63: UBICACIÓN DE FUERZAS Y RESTRICCIONES EN LA ESTRUCTURA.	64
FIGURA N° 64: APLICACIÓN DE LA COMBINACIÓN: CM + CV.	66
FIGURA N° 65: APLICACIÓN CARGA POR RESISTENCIA DEL AIRE.	66
FIGURA N° 66: APLICACIÓN CARGA DE IMPACTO.	67
FIGURA N° 67: SELECCIÓN DEL TIPO DE MALLADO.	67
FIGURA N° 68: SELECCIÓN DE LA DENSIDAD Y PARÁMETROS DE MALLADO.	68
FIGURA N° 69: MALLADO CHASIS DE LA PLATAFORMA.	68
FIGURA N° 70: MALLADO DEL SOPORTE DEL KING PIN.	69
FIGURA N° 71: ESTRUCTURA DEFINIDA.	69
FIGURA N° 72: CHASIS CON CARGAS.	70
FIGURA N° 73: PLANCHA Y REFUERZOS PARA KING PIN.	70
FIGURA N° 74: EJES SELECCIONADOS.	84
FIGURA N° 75: FRENOS SELECCIONADOS.	85

FIGURA N° 76: CIRCUITO DE FRENOS EN SEMIRREMOLQUES.	85
FIGURA N° 77: PANEL DE CONTROL DEL CIRCUITO NEUMÁTICO.	86
FIGURA N° 78: KING PIN SELECCIONADO.	86
FIGURA N° 79: BARRA Y APOYO SELECCIONADAS.	87
FIGURA N° 80: SISTEMA ELÉCTRICO.	87
FIGURA N° 81: CONEXIÓN DEL ENCHUFE DE 7 POLOS HEMBRA.	88
FIGURA N° 82: CIRCUITO ELÉCTRICO.	89
FIGURA N° 83: NEUMÁTICO SELECCIONADO.	90
FIGURA N° 84: ACCESORIOS REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES.	90
FIGURA N° 85: ALMACENAMIENTO DE RECURSOS.	94
FIGURA N° 86: MARCADO DE LOS PERFILES.	94
FIGURA N° 87: CORTE DE PLANCHA NAVAL.	95
FIGURA N° 88: DOBLADO DE PLATINAS PARA CHASIS.	95
FIGURA N° 89: PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES.	96
FIGURA N° 90: APLICACIÓN DE LA SUELDA EN LA ESTRUCTURA.	97
FIGURA N° 91: TIPOS DE UNIÓN DE JUNTAS.	98
FIGURA N° 92: SOLDADURA DE EJES.	99
FIGURA N° 93: MONTAJE DE SISTEMA DE SUSPENSIÓN.	99
FIGURA N° 94: MONTAJE PLANCHA CON KING PIN.	100
FIGURA N° 95: MONTAJE DE LAS PATAS DE APOYO.	100
FIGURA N° 96: PLATAFORMA PINTADA.	101
FIGURA N° 97: CORTE DE PERFILERÍA.	102
FIGURA N° 98: MATERIAL DE APORTE PARA SOLDADURA.	102
FIGURA N° 99: SISTEMA DE SUSPENSIÓN.	103
FIGURA N° 100: PROCESO DE PINTURA.	103
FIGURA N° 101: PLATAFORMA CONSTRUIDA.	104

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL.	11
TABLA N° 2: PROPIEDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36.	12
TABLA N° 3: COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO ASTM A-36.	12
TABLA N° 4: PARTES DE LA PLATAFORMA.	13

TABLA N° 5: GAMAS DE NEUMÁTICOS.	22
TABLA N° 6: INFORMACIÓN TÉCNICA DE BARRAS DE APOYO.....	24
TABLA N° 7: DIMENSIONES DE CONTENEDORES ISO.....	29
TABLA N° 8: CAPACIDAD DE CARGA DE LOS CONTENEDORES.	29
TABLA N° 9: FACTOR DE DISEÑO.....	43
TABLA N° 10: PESOS Y DIMENSIONES MÁXIMOS TÁNDEM TRIAXIAL.	44
TABLA N° 11: GEOMETRÍA, DIMENSIONES Y PESOS DE LOS PERFILES.	46
TABLA N° 12: COMBINACIÓN DE CARGAS: (1.2 CM + 0.5CV + 0.5CI + 1.3CRA.).	65
TABLA 13: SUSPENSIÓN RANDON.....	83
TABLA N° 14: CONFIGURACIÓN DEL ENCHUFE DE 7 POLOS.	88
TABLA N° 15: LUCES DE LA PLATAFORMA.	89
TABLA N° 16: COSTOS DE PERFILES Y PLANCHAS UTILIZADOS	106
TABLA N° 17: COSTOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE.	107
TABLA N° 18: COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS UTILIZADOS.	108
TABLA N° 19: COSTO DE MANO DE OBRA.	109
TABLA N° 20: COSTO TOTAL.	110
TABLA N° 21: COSTO/BENEFICIO.	110

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A.....	117
“NOMENCLATURA DE VEHÍCULOS”	117
ANEXO B.....	119
“REGLAMENTO DE PESOS Y DIMENSIONES”	119
ANEXO C.....	122
“ESPECIFICACIONES DE PERFILES, ÁNGULOS Y PLANCHAS”	122
ANEXO D.....	130
“CATÁLOGOS DE ACCESORIOS SELECCIONADOS”	130
ANEXO E.....	134
“PROFORMAS”	134
ANEXO F	138
“PLANOS”	138

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ALTURA DE VEHÍCULO

Dimensión vertical total de un vehículo, medido desde la superficie de la calzada hasta la parte superior del mismo, de la carga o del dispositivo que lleve para sostenerla.

ANCHO DE VEHÍCULO

Dimensión transversal de un vehículo, incluido las partes sobresalientes, su carga o dispositivo para sostenerla.

AUTOPISTA

Carretera de tránsito rápido sin intersecciones y con control total de accesos.

AUTORIDAD JURISDICCIONAL

La que por función ejerce autoridad en una zona territorial administrando el uso de vía o sobre la infraestructura vial de acuerdo a su competencia.

AVENIDA

Vía pública urbana, generalmente dividida por islas de seguridad y compuesta de dos o más calzadas, en las que existen uno o más carriles de circulación.

CABEZAL

Vehículo autopropulsado, diseñado para remolcar y soportar la carga que le transmite una plataforma, a través de un acople adecuado para tal fin.

CALZADA

Parte de la vía, destinada a la circulación de vehículos y eventualmente al cruce de peatones y animales.

CAPACIDAD DE CARGA

Carga máxima permitida, para lo cual fue diseñado un vehículo. Es la diferencia entre el peso bruto vehicular y la tara del vehículo.

CARGA

Bienes, productos y mercancías transportadas ya sea por tierra, aire o mar. Se mide en toneladas y en toneladas-kilómetro.

CARGA DIVISIBLE

Carga conformada por partes, que al ser retiradas, no afecta la integración total de la carga transportada y permite su adecuada estiba.

CARGA INDIVISIBLE

Es la carga transportada conformada por una sola unidad, que por sus características no se puede fraccionar pudiendo o no permitir su adecuada estiba.

CHASIS

Estructura principal diseñada para soportar todo los componentes del vehículo y la carga.

CONTENEDOR

Recipiente utilizado para consolidar carga y que es fácilmente transportado por un camión, ferrocarril o barco, sin tener que mover el contenido.

EJE MOTRIZ

Eje utilizado para transmitir la fuerza de tracción.

EJE TRIPLE (TRIDEM)

Es el conjunto de tres ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes.

EJE RETRACTIL

Eje que puede transmitir parte de la carga del vehículo, a la superficie de la vía o aislarse de ésta mediante dispositivos mecánicos, hidráulicos o neumáticos.

PESO BRUTO

La suma del peso propio del vehículo, más los ocupantes y la carga que transporta.

PESO LEGAL

Es la carga máxima por eje permitida en los diferentes tipos de carreteras, de acuerdo a un reglamento.

PLATAFORMA

Carrocería de estructura plana descubierta diseñada para el transporte de carga, la cual podrá ser provista de barandas, laterales, delanteras y traseras, fijas o desmontables.

QUINTA RUEDA O TORNAMESA

Elemento mecánico ubicado en la Unidad Tractora que se emplea para el acople de la plataforma.

RED VIAL

Toda superficie terrestre, pública o privada, por donde circulan peatones, animales y vehículos, señalizada bajo la jurisdicción de las autoridades nacionales o provinciales, responsables de la aplicación de las leyes y demás normas de tránsito.

TARA DE UN VEHÍCULO

Peso del vehículo, en orden de marcha, excluyendo la carga (incluye el peso del combustible con los tanques llenos, herramientas y neumáticos de repuesto).

TONELADA

Unidad de masa equivalente a mil kilogramos (1000 kg); se aplica para medir el volumen de la carga transportada.

TRACCIÓN

Es la fuerza que mueve a un vehículo sobre una superficie, y puede ser mecánica, animal o humana.

VEHÍCULO DE CARGA

Vehículo motorizado destinado al transporte de bienes. Puede contar con equipos adicionales para prestación de servicios especializados.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ÁREA DE INFLUENCIA.

SECTOR DEL TRANSPORTE PESADO POR CARRETERA.

1.2. ANTECEDENTES.

La misión de la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga, es formar profesionales teórico-prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo, que impulsen el desarrollo de país.

El presente proyecto responde al deseo de diseñar una plataforma para enganche de cabezal, puesto que existe la proyección de adquirir un cabezal para la capacitación de los aspirantes a conductores profesionales de la “Escuela de Conducción Profesional de la ESPE extensión Latacunga”, y a su vez implementar en sus laboratorios modelos estructurales con un estudio técnico, para el efecto se analizarán los esfuerzos, cargas estáticas y dinámicas que actúan en el miembro estructural, mediante la aplicación del programa de diseño computacional Solidworks, dándonos como resultado un diseño y construcción confiable, seguro y que cumpla con normas de regulación establecidas en el país al momento de transitar por las carreteras, así cumplirá parámetros como:

Capacidad de carga y dimensiones máximas permitidas para este tipo de estructuras automotrices, las cuales están limitadas por organismos legales reguladores como es el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB)¹. Mientras que el peso en vacío está dado por los fabricantes de los materiales (perfiles), utilizados en la construcción de la estructura.

¹ Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER.

Con el presente proyecto se pretende dar una pauta al sector de transporte pesado, con diseños automotrices estándares y cumpliendo requisitos de ley: pesos y medidas establecidas por el MTOP y se sustente con un estudio técnico el proceso de construcción de estructuras, dándonos como resultado un diseño de calidad, seguridad y garantía en la construcción de cada uno de los trabajos.

En este proyecto tendremos una visión real que nos permitirá percibir y tomar decisiones de diseño tales como: dimensiones, pesos, formas de los materiales, geometría de los elementos de la estructura, procesos de soldaduras, procesos de construcción, todo esto con la firme finalidad de mejorar día a día el diseño, estudio técnico y construcción de las mismas.

Finalmente el desarrollo del proyecto dará como resultado material didáctico con el que los estudiantes de la Escuela de Conducción Profesional de la ESPE extensión Latacunga mejoren sus condiciones de aprendizaje y comprendan de mejor manera la importancia del transporte vehicular pesado y los elementos que la conforman, todo esto fruto de un trabajo eficiente entendiéndose en el transporte por su rapidez, oportunidad, seguridad y óptimo costo, condiciones que permiten una adecuada inserción del servicio en la cadena logística del transporte.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar, simular y construir una plataforma de tres ejes a escala con normas técnicas, mediante la aplicación del paquete computacional Solidworks.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Diseñar la estructura de la plataforma mediante el software Solidworks bajo normas y reglamentos permitidos en nuestro país.

- Realizar el análisis estático y la simulación de la estructura totalmente ensamblada, teniendo en cuenta las cargas que actúan sobre la misma.
- Analizar los resultados obtenidos por el programa computacional.
- Construir la plataforma desarrollando un proceso de manufactura lógico.

1.5. METODOLOGÍA.

El proyecto fue concebido con una orientación teórico-práctico y de aplicación tecnológica y se fundamenta en tres métodos de investigación:

1.5.1. MÉTODO CIENTÍFICO.

Sigue un proceso lógico en la búsqueda de información, validando la necesaria y descartando la innecesaria.

1.5.2. MÉTODO DE ANÁLISIS.

Estudia cada parte del proyecto en forma intensiva y controlada, este método nos permitió no redundar en temas o contenidos de la tesis.

1.5.3. MÉTODO DE SÍNTESIS.

Este método nos ayudó a resolver inconvenientes que se presentan en el desarrollo de la tesis, analizando por separado cada una de las partes de este proyecto, logrando que sea todo comprensible y dinámico.

El Marco teórico a ocupar en la investigación está respaldado en conocimientos del área de energía y mecánica, y se conforma de: investigación bibliográfica, consultas de internet y trabajos de campo.

CAPITULO II

NORMATIVAS DE LA TRANSPORTACIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN.

El transporte pesado parte de un sistema logístico que produce el movimiento y traslado de materiales, esta actividad cuenta con nuevas y modernas estrategias de movimiento, partiendo de las bodegas del vendedor hasta llegar a las bodegas del comprador, proceso que debe realizarse de forma legal, segura, limpia, en condiciones y plazos pactados en un contrato.

El transporte es básicamente una demanda derivada de la necesidad de transporte de los individuos; para el caso de la mercadería, el transporte terrestre cumple un papel muy importante dentro de las cadenas de abastecimiento de las diversas actividades comerciales. Es por eso que ante un proceso de globalización que avanza cada vez de manera más dinámica, lo que se puede observar en la creciente necesidad de las empresas por alcanzar mayor competitividad a nivel internacional.

Podemos notar que el transporte en el Ecuador ha tenido un crecimiento significativo del 20% en el 2011 frente al 2010, según datos de la ACADE², tendencia que se mantiene en lo que va del año, sostienen las empresas del sector y esto producto de varios factores pero el más importante el incremento de mega construcciones en el sector público y privado. “Por el lado estatal, los proyectos Coca Codo Sinclair, Refinería del Pacífico, etc., y carreteras han aportado al auge y en el sector privado, la construcción inmobiliaria también ha sido fundamental”³.

Otros factores son la capacidad de movilización de carga del sector transporte, la calidad de sus servicios y el nivel de sus precios tienen una incidencia muy significativa sobre el total de la economía y como la demanda cada vez es mayor debido al gran crecimiento, este fenómeno de cambio positivo debe incluir modernas estructuras automotrices capaces

² Asociación de Empresas Automotrices.

³ Fuente: Diario el Comercio, 09/09/2012<<http://edicionimpresa.elcomercio.com/es/ec0909201200805.>>

de cumplir códigos, normas y regulaciones aplicables en el país, analizados desde una perspectiva ingenieril y técnica.

2.2. DEFINICIÓN DE CABEZAL.

También conocido como tractocamión, es un vehículo autopropulsado y diseñado para soportar y arrastrar diferentes tipos de cargas ya sean sólidas o líquidas y que estarán ubicadas sobre una plataforma.



Figura N° 1: Tractocamión Kenworth⁴

Dentro de estos vehículos tenemos los siguientes:

- a. **Cabezal de un solo eje.**_ Costa de un eje de tracción y uno de dirección, cuenta con un radio de giro pequeño y depende de la distancia entre ejes, la cual se mide desde el centro del eje de dirección al centro del eje de tracción trasero.

- b. **Cabezal de dos ejes.**_ O en tándem, tiene un eje de dirección y dos ejes de tracción, dándole mayor fuerza y mayor tracción, por lo general este tipo de vehículo sirve para distancias largas y cargas pesadas. En estos vehículos la distancia entre ejes se mide del centro del eje de dirección al centro del par de ejes en tándem.

2.3. DEFINICIÓN DE PLATAFORMA.

Vehículo sin eje delantero, no autopropulsado creado y concebido para ser acoplada a un tracto camión, sobre el que reposará parte de la carga del mismo, transfiriéndole una parte

⁴ **Fuente:** <http://www.proyectar.com.mx/kenworth/t660.htm>

sustancial de su masa.

El mecanismo de acople de la plataforma y tractocamión se lo realiza a través de un mecanismo de enganche, más conocido como quinta rueda o tortuga, la que permite una rápida y perfecta articulación entre la plataforma-cabezal.

El chasis de la plataforma tiene la finalidad de conectar rígidamente el punto de apoyo del king pin y la suspensión trasera del cabezal, al mismo tiempo esta estructura soporta la carga a transportar, además de soportar su propio peso.



Figura N° 2: Plataforma Cama alta de tres ejes.⁵

Por su M.M.A⁶, las plataformas pueden ser consideradas ligeras, si no exceden el peso de 750 Kg y no ligeras en caso contrario.

2.3.1. TIPOS DE PLATAFORMAS DE ARRASTRE.

a. PLATAFORMA BIEXTENSIBLE.

Este vehículo no autopulsado tiene la particularidad de adaptar su longitud total al tipo de contenedor ISO⁷ que va a transportar, o a su vez al tipo de cargamento de longitud variable que tenga que transportar por los sistemas viales, por medio de su sistema biextensible.

⁵ **Fuente Propia:** Remolques y semirremolques.<<http://carep.cl/sites/default/files/revista/Carep41.pdf>>

⁶ Masa Máxima Autorizada.

⁷ Organización de Estandarización Internacional.

El chasis de esta plataforma está constituido de tres partes fundamentales:

- Sistema extensible central.
- Cuello deslizable en la parte delantera.
- Cuello deslizable en la parte posterior.



Figura N° 3: Plataforma Biextensible.⁸

b. PLATAFORMA PORTACONTENEDORES.

Este tipo de estructura tiene un chasis formado de dos vigas principales, los cuales soportan directamente el peso del contenedor. Generalmente la plataforma posee doce, ocho o cuatro acoples especiales para sujetar los contenedores los cuales se denominan malacates o piñas los cuales están ubicados en los extremos y en la parte central del chasis.

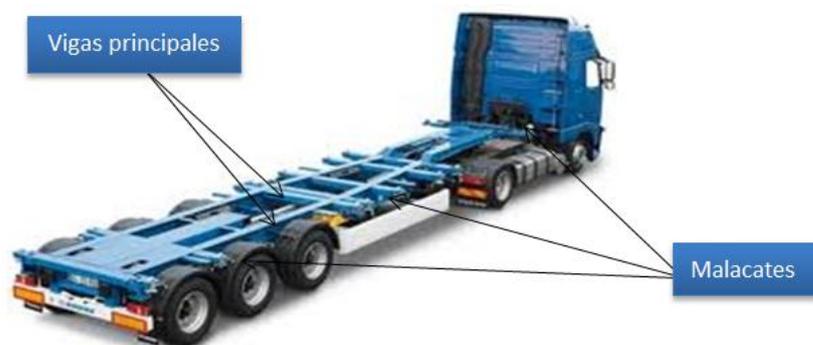


Figura N° 4: Plataforma portacontenedores.⁹

⁸ Fuente: <http://www.directindustry.es>

⁹ Fuente: <http://www.special-trailers.com/>

Pueden transportar un contenedor de 40 pies, uno o dos contenedores de 20 pies, así como se ve en la figura 5.

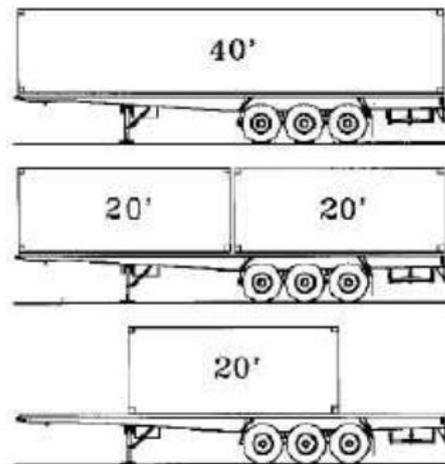


Figura N° 5: Contenedores distribuidos en la plataforma.¹⁰

c. PLATAFORMA CAMA BAJA.

Este tipo de estructura dispone de rampas en la parte posterior, que permiten el ascenso de vehículos, por lo general mineros (Rodillos Compactadores, Retroexcavadoras, Bulldozer, Palas Cargadoras de Orugas, Tractores de cadenas) hacia la parte central de la plataforma.



Figura N° 6: Plataforma cama baja¹¹

En la figura 7, tenemos varios tipos de plataformas cama baja utilizadas en la industria del transporte pesado.

¹⁰ Fuente: <http://www.directindustry.es>

¹¹ Fuente: <http://www.trailer-china.es/9-low-bed-trailer.html>

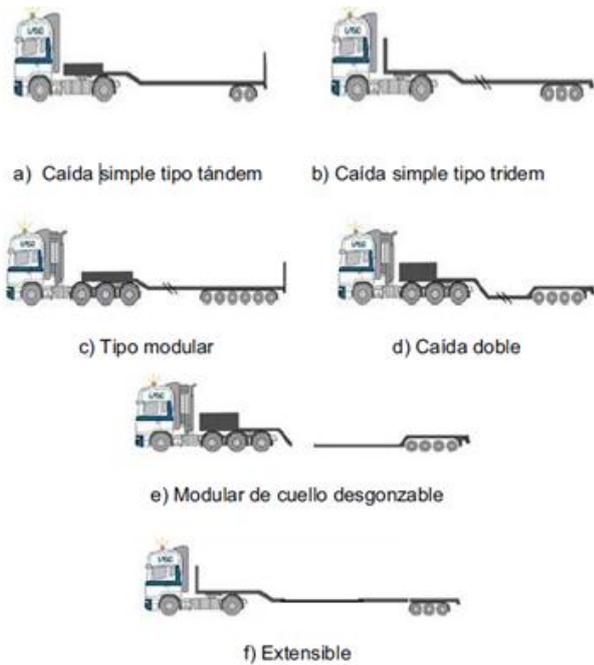


Figura N° 7: Tipos de Plataformas cama baja¹²

d. PLATAFORMA CISTERNA.

Una plataforma cisterna puede definirse como un vehículo que está diseñado para transportar sustancias líquidas (agua, leche, combustible, etc.), está provisto de un tanque montado permanentemente, cuyo peso descansa parcialmente sobre sus propias ruedas y sobre el vehículo tractor por medio del king pin.



Figura N° 8: Plataforma Cisterna.¹³

¹² **Fuente:** <http://www.laso.pt/flota?lang=es>

¹³ **Fuente:** <http://www.elnony.com.ar/semicist.html>

e. PLATAFORMA CAMA ALTA.

Este tipo de estructura está conformado de dos vigas principales, largueros, arriostres y travesaños, formando un chasis tipo escalera, sobre esta se apoyan planchas de tol diamantadas (antideslizantes), que permite trasladar todo tipo de mercadería, además de poder adaptar contenedores, este tipo de vehículos no autopropulsados, disponen de acoples especiales para sujetar los contenedores uno en cada extremo de la plataforma y dos más en los laterales, la estructura permite acoplar diferentes tipos de contenedores:

- Uno contenedor ISO de 6,1 m.
- Dos contenedores ISO de 6,1m.
- Un contenedor ISO de 12,2m.



Figura N° 9: Plataforma cama alta.¹⁴

2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA CAMA ALTA.

- Permitirá transportar contenedores según la norma ISO 6346¹⁵, además de un sin número de mercancías en su caja abierta.
- Cumple con las expectativas de utilización de los transportistas que son confiabilidad, seguridad, y a su vez garantiza excelente estabilidad y adherencia, sin ocasionar riesgos a la integridad del ser humano y la mercancía.

¹⁴ Fuente: <http://spanish.alibaba.com/>

¹⁵ Norma internacional que proporciona un sistema para la identificación de contenedores.

- Su construcción en relación a otros diseños de plataformas es más sencilla.
- El acero estructural ASTM A-36 que se utiliza en su construcción generalmente se lo encuentra con facilidad en el mercado nacional, además nos proporciona ventajas y propiedades mecánicas que cumplirán satisfactoriamente su función.

Tabla N° 1: Ventajas del acero como material estructural.¹⁶

VENTAJAS DEL ACERO	
Alta Resistencia	El propio peso de la estructura es mucho menor en comparación que otros materiales.
Uniformidad	Las propiedades del acero no tienen cambios apreciables en relación al tiempo de utilización.
Durabilidad	Un correcto mantenimiento nos permitirá obtener un mayor beneficio en la vida útil.
Ductilidad	Permite soportar esfuerzos y deformaciones sin fallar, evitando así fallas prematuras.
Tenacidad	Esta propiedad le permite absorber energía en grandes cantidades (elástica e inelástica)
Facilidad Constructiva	Por su facilidad de trabajo nos permite tener varios tipos de conectores como es la soldadura, uniones empernadas, remaches.
Rapidez de Montaje	La velocidad de construcción en acero es muy superior al resto de los materiales.
Disponibilidad de Secciones y Tamaños	El acero se encuentra disponible en varias caras de perfiles y tamaños.
Reciclable	El acero es un material 100% reciclable, además de ser degradable por lo que no contamina el medio ambiente.

¹⁶ Fuente Propia: <http://biblioteca.duoc.cl>.

Tabla N° 2: Propiedades del acero estructural ASTM A-36.¹⁷

ACERO ESTRUCTURAL A-36	
Propiedades	Valor
Módulo de Elasticidad	2×10^5 Mpa
Factor Poisson	0.26
Módulo de Rigidez	7.93×10^4 Mpa
Coefficiente de expansión térmica	11.7×10^{-5} / K
Peso específico	7850 Kg/ m^3
Conductividad	44.99 W/(m.K)
Calor Específico	0.5 KJ / (Kg. k)
Resistencia a la Fluencia Tracción	2.5×10^2 Mpa
Resistencia final a la tracción	4×10^2 Mpa

Y de igual manera se muestra la composición química del acero seleccionado.

Tabla N° 3: Composición Química del acero ASTM A-36.¹⁸

COMPOSICIÓN QUÍMICA	% PESO
Carbono (C)	0.26 máx.
Fosforo (P)	0.040 máx.
Azufre(S)	0.05máx.

¹⁷ **Fuente:** Base de datos COSMOS WORKS 2011.

¹⁸ **Fuente:** Perfiles estructurales. Viga IP.

- Capacidad de carga, la plataforma cama alta de tres ejes, será capaz de soportar una masa de 30000 Kg en un conjunto de 6 ejes, siendo los tres ejes del tractocamión y lo demás de la plataforma.
- La estructura del chasis tendrá una longitud comprendida entre 12200 mm y una anchura de 2500 mm, la altura máxima del remolque será variable dependiendo de la altura de la carga que transporte, estando limitada a 4000 mm.

La plataforma cama alta posee los siguientes elementos:



Figura N° 10: Partes de la plataforma cama alta¹⁹

Tabla N° 4: Partes de la plataforma.²⁰

N°	Elemento
1	Talanquera.
2	Sistema eléctrico. (Luces)
3	Patas de apoyo.

¹⁹ Fuente: Semirremolques Tremac.

²⁰ Fuente: Semirremolques Tremac.

4	Caja de herramientas.
5	King pin.
6	Ganchos.
7	Luces reflectantes (cucuyas).
8	Neumáticos.
9	Sistema de suspensión.
10	Sistema de frenos.
11	Aros.

- Este tipo de estructuras debe cumplir con la ordenanza de la red vial en el Ecuador, contemplados en el plan maestro de transporte y red vial, que establece la siguiente clasificación:

a) **Sistema Vial Urbano.**_ Establece la siguiente estructuración y secciones viales, tomando en cuenta características funcionales además de técnicas como: sistemas de transporte existentes, características en relación a la capacidad de red vial, la demanda vehicular y por último una relación enfocada en las actividades diarias que tiene la población.

Este sistema se clasifica en: Vías expresas (autopistas), arteriales principales, arteriales secundarias, colectoras, locales, peatonales, ciclovías y escalinatas.

b) **Sistema Vial Suburbano.**_ Están sujetas a las disposiciones y especificaciones establecidas por el MTOP y se clasifican de la siguiente manera:

Tipo I:

Proporciona movilidad al tráfico regional y nacional, se caracterizan por largos desplazamientos con una velocidad de operación en crecimiento. Establece conexiones entre las grandes ciudades con un índice poblacional de 20000 habitantes y sus respectivas zonas industriales productivas.

Tipo II:

Proporciona movilidad del tráfico interprovincial e intercantonal, distrital, regional estableciendo conexión entre ciudades de importancia media, además de capitales provinciales, con un índice poblacional superior a los 10000 habitantes.

Tipo III:

Proporciona movilidad al tráfico intercantonal e interparroquial, se articula permitiendo dar continuidad con el sistema vial arterial, el índice poblacional que asume es superior a 5000 habitantes.

Tipo IV:

Similar al sistema vial tipo III, dando movilidad intercantonal e interparroquial, carece de condiciones técnicas, el índice poblacional que conecta es superior a los 2000 habitantes.

El MTOP menciona que tiene inconvenientes para la circulación del transporte de carga pesada, en los sistemas viales tipo III y IV, ubicadas en su gran mayoría en la región amazónica.

2.3.3. SISTEMA DE SUSPENSIÓN.

La misión del sistema de suspensión es la de absorber las reacciones, producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno, asegurando así la comodidad de conductor del vehículo y al mismo tiempo mantener la estabilidad de éste.

La absorción de estas reacciones se consigue por la acción combinada de los neumáticos y el sistema de suspensión.



Figura N° 11: Sistema de Suspensión.²¹

a. SUSPENSIÓN MECÁNICA.

Este tipo de suspensión consiste en un muelle que está formado por hojas de acero los cuales son muy resistentes y no se flexionan con facilidad. El principio básico de este sistema es la fuerza de fricción generada entre las hojas de acero.



Figura N° 12: Sistema de suspensión mecánica.²²

²¹ **Fuente Propia:** Metalmecánica JM.

²² **Fuente:** <http://spanish.alibaba.com/product-gs/german-type-suspension-358073002.html>

Se constituye de una hoja principal o maestra la cual en su extremo tiene un doble el cual permite acoplarla a el bastidor, para esta unión se utiliza un buje de hule o de bronce que reducen la fricción, las demás hojas están abrazadas a la hoja principal dependiendo de la capacidad de carga del vehículo y se mantiene unidas con un tornillo en el centro conocido como mosco o pitón.

b. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA.

Este tipo de suspensión consiste en intercalar un fuelle neumático entre las ruedas y los elementos suspendidos. El conjunto está constituido por un pistón montado sobre el eje de las ruedas o los brazos de suspensión , un diafragma de caucho y una placa de cierre unida al bastidor, todos estos elementos forman un conjunto perfectamente hermético que impide la salida del aire contenido en su interior.



Figura N° 13: Sistema de suspensión neumática.²³

2.3.4. SISTEMA DE EJES.

El sistema de ejes es el encargado de soportar el peso de la carga y el peso de la misma plataforma, la capacidad de carga máxima por eje esta regularizada en 9000 kg por eje y pueden girar libremente, por su disposición se dividen en:

²³ Fuente: <http://www.agromaquinaria.es/empresas/19/detalles/equipoextrabanera08gr.jpg>.

a. EJE SIMPLE.

Pueden ser motrices como también no lo pueden ser y también pueden ser articulados.



Figura N° 14: Sistema de eje simple.²⁴

b. DOBLE EJE O TÁNDEM

Estos tipos de ejes poseen dos ejes articulados los cuales pueden tener una separación de 1.20m a 1.60m entre líneas de rotación y pueden ser motrices, portantes o combinadas.



Figura N° 15: Sistema de ejes tándem.²⁵

c. TRIPLE EJE O TRIDEM.

Poseen tres ejes articulados los cuales tienen una separación de 2m a 3.2m entre líneas de rotación e igualmente pueden ser portantes motrices o combinados.



Figura N° 16: Sistema de ejes tridem.²⁶

Tenemos otros tipos de ejes según su forma: ejes redondos y ejes cuadrados

²⁴ Fuente: <http://dof.gob.mx/index.php>.

²⁵ Fuente: <http://dof.gob.mx/index.php>

²⁶ Fuente: <http://dof.gob.mx/index.php>

Los ejes cuadrados son los más recomendados para este tipo de plataformas por su facilidad de montaje y por la seguridad que brindan.

2.3.5. SISTEMA DE FRENOS.

La finalidad de los frenos en un vehículo es la de conseguir detener o aminorar la marcha del mismo en las condiciones que determine su conductor para ello la energía cinética que desarrolla el vehículo tiene que ser absorbida en su totalidad o en parte por medio de rozamiento.

a. FRENOS DE DISCO.

Este sistema de frenos tiene una ventaja con respecto a los frenos de tambor la cual es permitir disipar más rápidamente el calor generado por la fricción en el frenado debido a que sus elementos están expuestos al aire. Este sistema está conformado por un disco de freno y la mordaza entre las cuales surge la fricción requerida de frenado.



Figura N° 17: Sistema de freno de disco.²⁷

b. FRENOS DE TAMBOR.

Este sistema de frenos se conforma por un tambor que gira solidariamente con la rueda y dentro del cual se encuentran las zapatas las cuales son accionadas por el conductor a través del pedal de freno. La fricción generada entre el tambor y las zapatas generan la fuerza para reducir la velocidad del vehículo.

²⁷ **Fuente:** http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Air_disc_brake.jpg?uselang=es.



Figura N° 18: Sistema de frenos de tambor.²⁸

La efectividad de este sistema está limitada debido a que el calor generado por la fricción entre el tambor y zapatas no puede ser disipado como en los frenos de disco lo cual disminuye la fuerza de frenado pudiéndose perder por completo.

2.3.6. CIRCUITO NEUMÁTICO.

El circuito neumático será el encargado de suministrar la suficiente cantidad de aire para el correcto funcionamiento de los pulmones de freno. El sistema de aire de freno estará constituido de dos líneas de aire que interconectan el cabezal al equipo, con la finalidad de accionar los frenos de la plataforma y son:

Línea de Servicio: Que es accionada a través de la válvula pedal o de la válvula manual liberando el aire del tanque para las cámaras de freno, frenando el semirremolque o e conjunto.

Línea de Emergencia: Es la línea de aire continuo, la cual mantiene el tanque de aire cargado.

La diferencia de presión entre el cabezal y la plataforma no deberá sobrepasar de 0,4 bares para la plataforma. Si este reglaje es diferente, perjudicará el desarrollo del sistema de freno de conjunto.

También deben tener una válvula de llenado de tanque y operación de cámara de frenos de

²⁸ **Fuente:** http://www.matesacv.com.mx/productos_ejes.html

emergencia y de estacionamiento los cuales producirán el frenado automático cuando existan faltas de aire en el sistema de frenos neumático.



Figura N° 19: Sistema de aire.²⁹

2.3.7. NEUMÁTICOS.

Los neumáticos son los responsables de la seguridad en la conducción y la economía de combustible, cumple diferentes funciones: soportar, amortiguar, durar, transmitir, brindar confort, rodar, etc.

La selección de neumáticos debe seguir varias condiciones. En el campo automotriz existe una gran cantidad de fabricantes y distribuidores que ofrecen neumáticos para toda clase de vehículos. Sin embargo, si se desconocen los factores básicos para elegir la llanta adecuada, a menudo se cometen errores que atentan contra la seguridad y la economía de los transportistas.

La selección de neumáticos es una decisión en la cual debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de vehículo que conduce.
- La forma en que maneja.

²⁹ **Fuente:** Metalmecánica JM.

- El tipo de camino que recorre cada día.
- Las condiciones del camino.
- Las condiciones climáticas.

Una selección de neumático equivocada puede ponerlo en riesgo, para eso existe una nomenclatura que le permitirá saber cuál neumático es el ideal para el trabajo y utilización.

Tabla N° 5: Gamas de neumáticos.³⁰

A	Autopista
E	Carretera
Y	Mixto leve
U	Urbano
H-L	Agresivo y Cantera

Aprenda a leer la designación del neumático. En la pared externa o capa exterior del neumático, aparece una serie de números y letras los cuales le proporcionarán información acerca de las características del mismo.

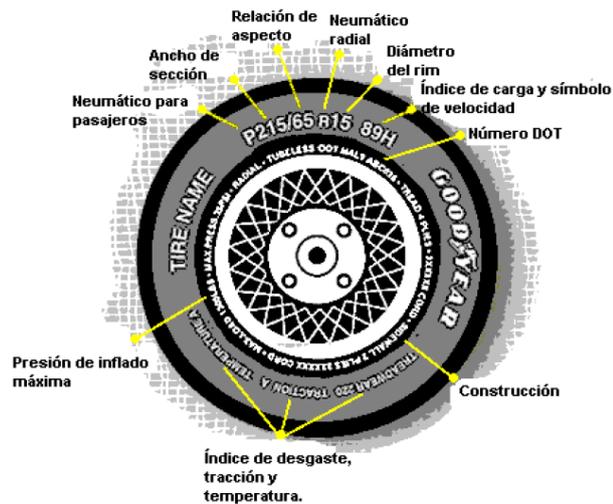


Figura N° 20: Designación de neumáticos.³¹

³⁰ Fuente: Michelin.

³¹ Fuente: Catalogo Good Year.

2.3.8. KING PIN.

El King pin también conocido como perno rey es parte de un sistema de acoplamiento, en el cual está incluido la unidad acopladora del cabezal, la cual se denomina quinta rueda, este componente permite el giro entre el cabezal y la plataforma, además de soportar las fuerzas que se generan cuando el cabezal empieza su marcha o cuando el cabezal frena o se detiene totalmente.



Figura N° 21: Tipos de King pin.³²

Para la selección del king pin se debe calcular la fuerza de arrastre, que por lo general viene especificado por el fabricante, en nuestro caso el King pin 90 marca Jost de 2 plg.

El ensamblaje del King pin a la plataforma se realiza mediante suelda o mediante la colocación de pernos. Al momento del montaje se recomienda que el king pin esté centrado, perpendicular a la chapa y se debe engrasar, con grasa para alta presión con MoS₂ (Sulfuro de molibdeno) u otra grasa equivalente, este procedimiento nos asegura prolongar la vida útil de los componentes en fricción.

2.3.9. ACCESORIOS DE SEGURIDAD

Los accesorios de seguridad son de gran importancia para permitir la circulación en las carreteras de la plataforma por lo cual hemos tomado en cuenta los siguientes elementos:

³² Fuente: HOLLAND PERNOS REY

a. BARRAS DE APOYO

Las barras de apoyo o también conocidas como patines, trenes de aterrizaje o piernas Dolly son elementos complementarios de la plataforma que ayudan a soportar su peso cuando se encuentra desacoplado del cabezal.

Por lo general son de tipo telescópico con varias capacidades de carga estática y se accionan con una palanca que se encuentra al alcance del conductor.

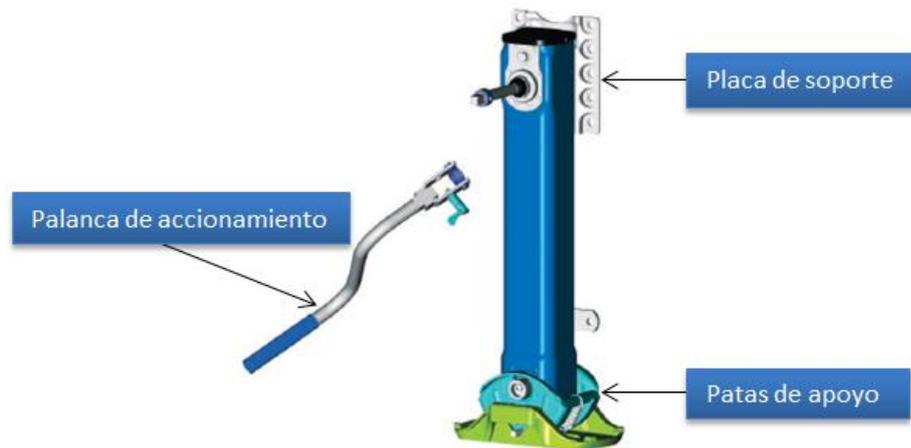


Figura N° 22: Barras de Apoyo.³³

Las barras de apoyo se las utiliza para realizar movimientos de aproximación, se recomienda que no deba usarse para subir y bajar la unidad desmesuradamente. La información de trabajo viene especificada en una tabla adherida en el mismo elemento y es la siguiente:

Tabla N° 6: Información Técnica de Barras de apoyo.³⁴

Capacidad de elevación. [Ton.]	Carga estática. [Ton.]	Peso [Kg.]	Avance por vuelta de la manivela	
			Baja velocidad. [mm.]	Alta velocidad. [mm.]
24	50	90	1.0	10.6

³³ Fuente: JOST Módulo C.

³⁴ Fuente: Asesoramiento técnico de remolques.

Manejo de las barras de apoyo:

Con un movimiento ascendente retiramos la manija del gancho e iniciamos el levantamiento o descenso de la unidad.

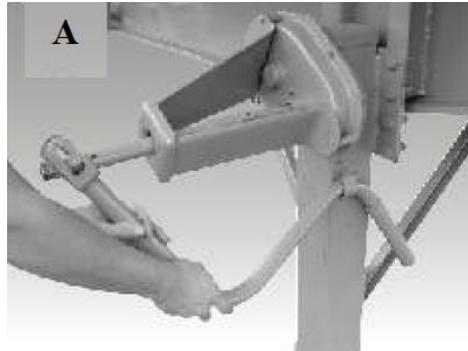


Figura N° 23: Manejo de Barras de apoyo A.³⁵

1. Posición neutral o punto intermedio.
2. Tiramos de la manija hacia afuera, hasta producir el tope. Esta posición la conocemos como alta velocidad y se la debe utilizar para aproximación de las patas al suelo y al recoger después del uso.
3. Empujamos la manija hacia dentro hasta que se realice el tope. Esta posición la conocemos como baja velocidad y se la debe utilizar cuando la plataforma está cargada.
4. Una vez terminado el trabajo la manija debe ser colocada en su posición neutral y encajada nuevamente en el gancho de sujeción.

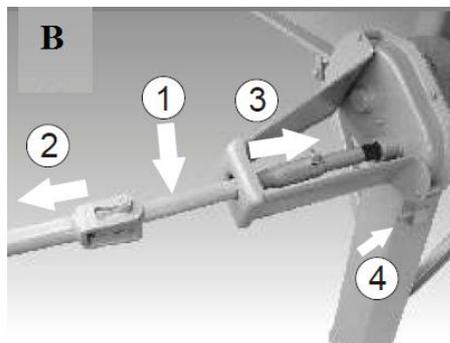


Figura N° 24: Manejo de Barras de apoyo B.³⁶

³⁵ Fuente: Catálogo JOST.

³⁶ Fuente: Catálogo JOST.

Una vez fijada la velocidad de trabajo, vamos a levantar la unidad (alargar patas), girando la manija a la posición A (izquierda) y a bajar la unidad (recoger patas) girando a la posición B (derecha) como se muestra en la figura 25.

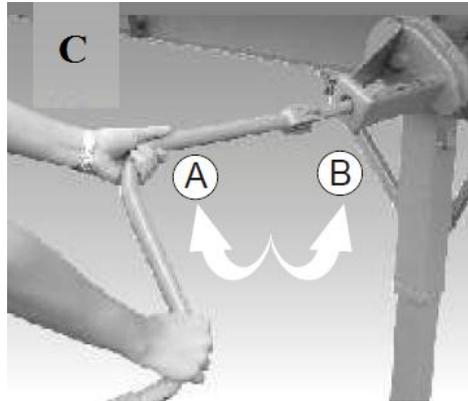


Figura N° 25: Manejo de Barras de apoyo C.³⁷

c. ADHESIVOS REFLECTORES DE SEGURIDAD.

Es un accesorio de uso obligatorio, instalado en el equipo conforme la norma del Contran³⁸. Se recomienda que la colocación, cambio o arreglo de los adhesivos sean instaladas en casas autorizadas, evitando situaciones divergentes en la legislación vigente.



Figura N° 26: Adhesivo Reflector.³⁹

Se recomienda la limpieza periódica para el máximo aprovechamiento de las cintas, usando los procedimientos siguientes:

- Lavar con una esponja suave, o con paño no áspero, agua tibia o fría y detergente.
- Lavado automático (el adhesivo puede ser lavado con escobas giratorias automáticas).

³⁷ **Fuente:** Catálogo JOST.

³⁸ Determina las cantidades y posicionamiento de los adhesivos en las plataformas.

³⁹ **Fuente:** Propia

- Lavado con agua a presión (máximo 1200 psi, distancia mínima de 30cm y con un ángulo menor que 45).
- Enjague completamente después de lavado el equipo.
- No utilizar soluciones a base de ácidos, alcalinos o solventes en general.

2.3.10. SISTEMA ELÉCTRICO.

El sistema eléctrico tiene la finalidad de señalar la plataforma en la parte delantera y trasera, nos indica cuando el conductor necesita hacer una maniobra, frenar, cambiar de dirección (izquierda o derecha), alertar.



Figura N° 27: Luces de la plataforma.⁴⁰

Las plataformas tienen conexiones para obtener alimentación eléctrica que genera un vehículo tractor. Como parte de vehículos articulados en circulación, debe cumplir con reglamentación en cuanto a luces que ubican su posición en el camino. El sistema eléctrico utiliza: luces y focos, un enchufe eléctrico de 7 polos para conectar el cabezal y la plataforma, además cuenta con pernos flotantes que nos permitirán conseguir un fuerte ajuste, evitando falsos contactos y recalentamientos que pudieran ser perjudiciales para el sistema eléctrico.

⁴⁰ **Fuente:** Revista remolques y semirremolques.



Figura N° 28: Enchufe eléctrico de 7 polos.⁴¹

2.3.11. CONTENEDORES

Los contenedores se definen como recipientes utilizados para consolidar carga y que son fácilmente transportados por vía aérea, marítima o terrestre, sin tener que mover el contenido. Especialmente diseñado para facilitar el transporte y la protección de mercancías contenidas en su interior.

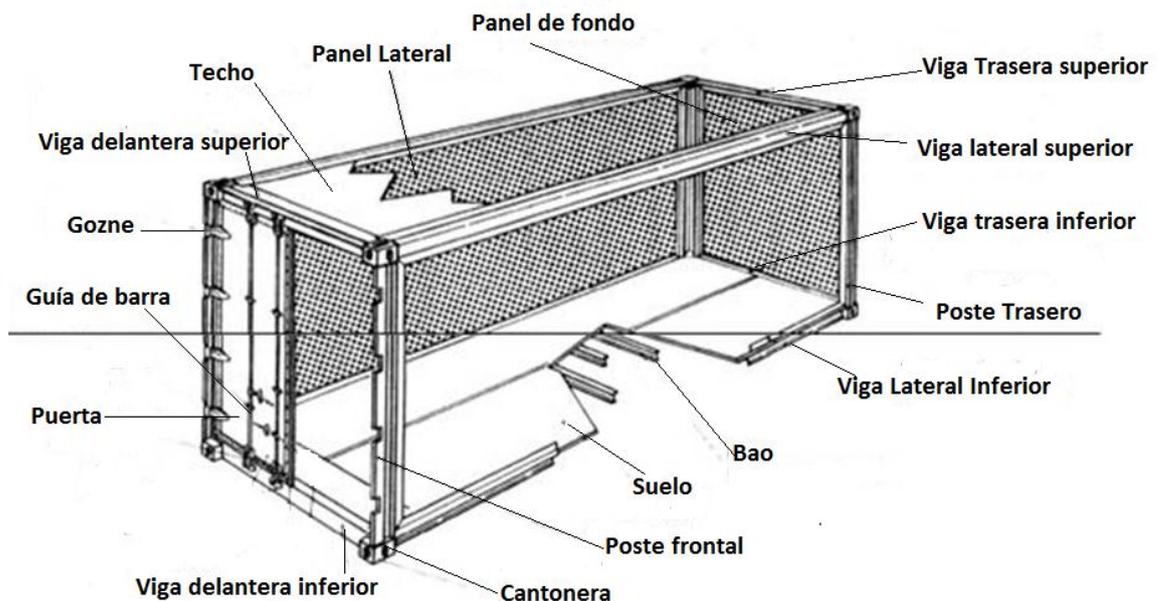


Figura N° 29: Partes del Contenedor.⁴²

⁴¹ Fuente: <http://www.triler.com/DM57-58.htm>.

⁴² Fuente: <http://www.barradecomercio.org/contenedores.html>

NORMAS ISO PARA CONTENEDORES

Tabla N° 7: Dimensiones de contenedores ISO.⁴³

TIPO DE CONTENEDOR	Pies	Dimensiones en mm.		
		LARGO	ANCHO	ALTO
Cerrado	20	5.209	2.350	2.392
	40	12.032	2.350	2.390
Techo abierto	20	5.894	2.344	2.347
	40	12.027	2.344	2.347
Plataforma	20	5.988	2.398	2.231
	40	12.064	2.369	1.943
Frigorífico	20	5.460	2.240	2.225
	40	11.550	2.250	2.215

Tabla N° 8: Capacidad de carga de los contenedores.⁴⁴

CONTENEDOR		Peso máximo (Toneladas)
metros	pies	
3	10	10
6,2	20	20
9,14	30	25
12,2	40	30

⁴³ **Fuente:** Normas ISO

⁴⁴ **Fuente:** Normas ISO.

2.4. LEGISLACIÓN ECUATORIANA.

En vista que la plataforma va a circular por las vías del país, es necesario cumplir con todas las disposiciones y reglamentaciones impuestas por el MTOP, a través de la Subsecretaría de Transporte Terrestre y Ferroviario y su Reglamento Aplicativo de Control de Pesos y Dimensiones permitidos a los vehículos que transportan carga pesada y acorde en el artículo 34 del Reglamento Aplicativo de la ley de caminos del Ecuador.

2.4.1. DIMENSIONES PERMITIDAS.

Reglamento Técnico Andino sobre Límites de Pesos y Dimensiones de los Vehículos destinados al Transporte Internacional de Pasajeros y Mercancías por Carretera, publicado en el Registro Oficial 310, de 20 de abril de 2001 – DECISIÓN 491⁴⁵, la misma que limita las longitudes para cabezales, remolques y semirremolques o plataformas.

Las dimensiones máximas permitidas para **cabezales tipo T3** publicadas por el MTOP son:

- Largo: 8.50 m
- Ancho: 2.60 m
- Altura: 4.10 m

Las dimensiones máximas permitidas para **plataformas tipo S3** publicadas por el MTOP son:

- Largo: 13.00 m
- Ancho: 2.60 m
- Altura: 4.10 m

Las dimensiones máximas permitidas para la **combinación cabezal-plataforma tipo 3S3** publicadas por el MTOP son:

⁴⁵ Reglamento Técnico Andino que se encuentra efectuando el control de pesos y dimensiones a los vehículos que transportan carga y hacen uso de las carreteras de la red principal del país.

- Largo: 18.50 m
- Ancho: 2.60 m
- Altura: 4.10 m

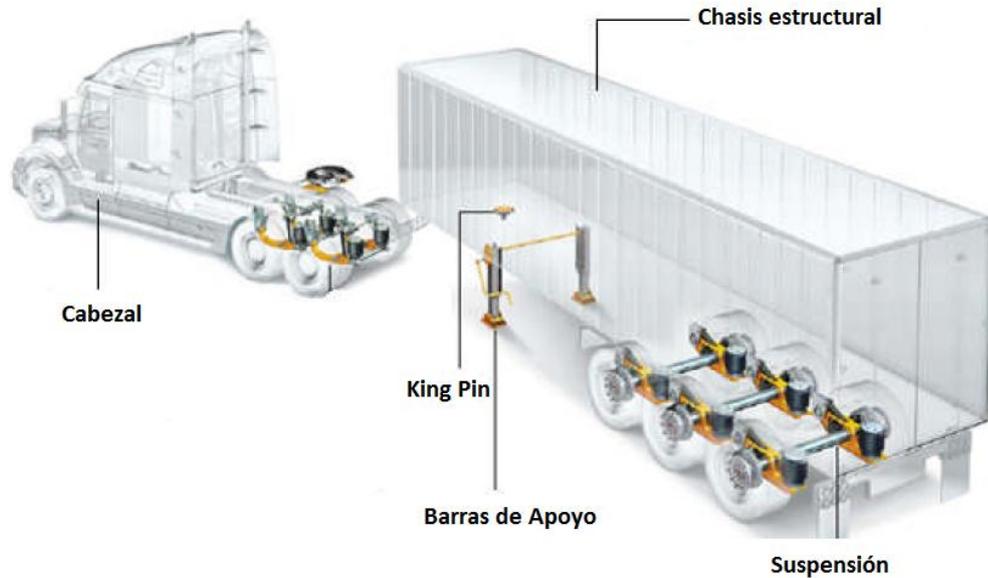


Figura N° 30: Conjunto Cabezal-Plataforma.⁴⁶

2.4.2. PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS.

El peso máximo que puede transmitirse al piso a través del ensamble de ejes considerando el peso de los elementos que intervienen: Suspensión, Ejes, Rodamientos, Mazas, Riñes y Llantas, está definida por:

Los pesos máximos permitidos para **cabezal tipo T3** publicadas por el MTOP son:

- Peso Bruto Vehicular: 26.00 [Ton]
- Peso Vehículo Vacío: 11 [Ton] Promedio.

Los pesos máximos permitidos para **plataformas tipo S3** publicadas por el MTOP son:

- Peso Bruto Vehicular: 24.00 [Ton]
- Peso Vehículo Vacío: 7 [Ton] Promedio.

⁴⁶ Fuente: Industrias Manrique S.A. (INMASA)

Los pesos máximos permitidos para la **combinación cabezal-plataforma tipo 3S3** publicadas por el MTOP son:

- Peso Bruto Vehicular: 48.00 [Ton]
- Peso Vehículo Vacío: 18 [Ton] Promedio.

2.4.3. RADIO DE GIRO PARA LA COMBINACIÓN CABEZAL-PLATAFORMA.

El radio de la circunferencia está definido por la trayectoria de la rueda delantera externa del vehículo, cuando éste efectúa un giro. El radio de giro, la distancia entre ejes y la entrevía del vehículo, definen la trayectoria que siguen las ruedas cuando el vehículo efectúa un giro. Estas trayectorias, especialmente la de la rueda delantera externa y la trasera interna, sirven para calcular las ampliaciones en las curvas horizontales de una carretera y diseñar la orilla interna de la calzada en los ramales de una intersección.

La distancia entre los límites exteriores de las huellas de la llanta delantera externa y trasera interna es mayor cuanto menor es el radio de giro, alcanzando su valor máximo cuando el radio de giro es mínimo, es decir, cuando la deflexión de la llanta es máxima, a esa distancia se la llama distancia entre huellas externas o ancho de barrido en curva.

Para la configuración cabezal con plataforma el ancho de barrido en curva depende también de los puntos de articulación y de las longitudes de la distancia entre los ejes. Su valor se determina con la siguiente ecuación:

$$U = u + R - \sqrt{R^2 - \sum Li^2}$$

Dónde:

U = Ancho de barrido en curva.

u = Distancia entre las caras externas de los neumáticos.

R = Radio de curvatura.

Li = suma consecutiva de distancia entre ejes del tractocamión, puntos de articulación y semirremolque.

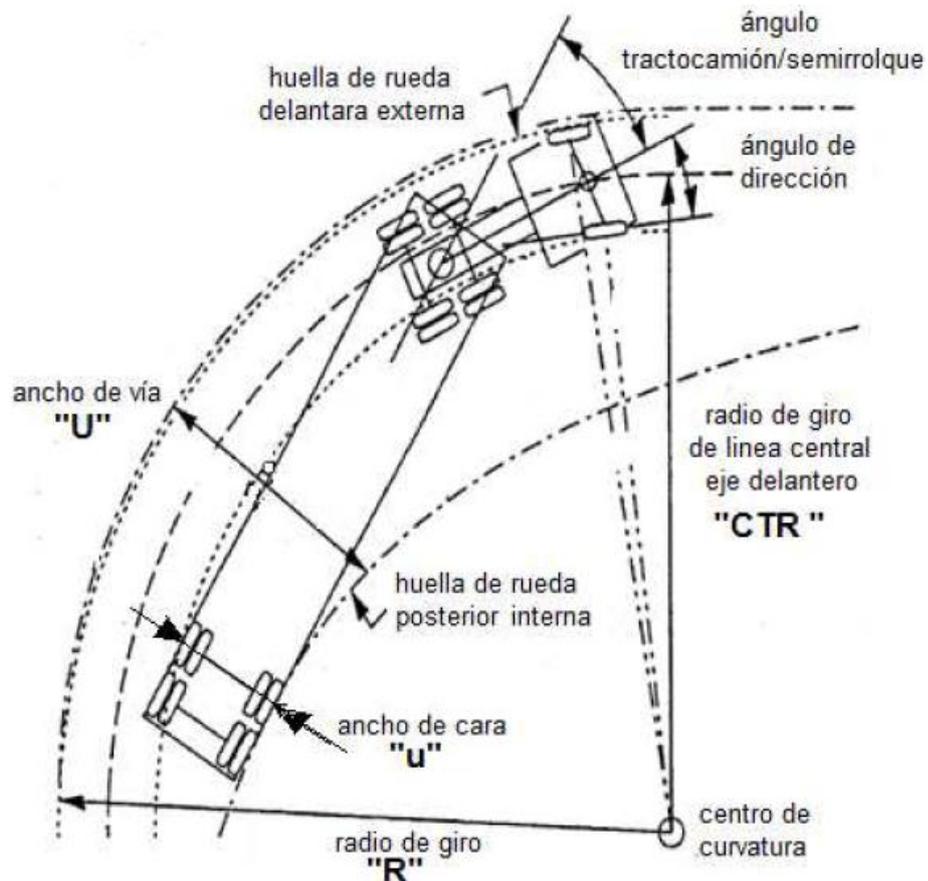


Figura N° 31: Parámetros de Radio de giro.⁴⁷

2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

a. SISTEMA ESTRUCTURAL.

El sistema estructural debe ser capaz de soportar las cargas estáticas y dinámicas producidas por las irregularidades de la red vial de nuestro país.

Para que el sistema estructural tenga una eficiencia óptima estará conformada por:

- **Vigas principales.**_ Son dos vigas construidas en acero de alta resistencia, "T" soldadas con alma troquelada para la instalación de teleras y travesaños.
- **Travesaños.**_ Perfiles de sección especial, se utilizan para soportar todas las

⁴⁷ Fuente: <http://www.etcnics-jjfons.com/proyectos/radio.html>

solicitudes estáticas y dinámicas del sistema.

- **Teleras.**_ Tipo ala delta, estampadas en frío.
- **Piso.**_ Plancha diamantada corrugada (antideslizante) de espesor 3mm.
- **King Pin.**_ Soldado, en acero bonificado de alta resistencia en 2".
- **Patas de apoyo.**_ De dos velocidades marca Boston, con capacidad de levantamiento 28 toneladas y carga estática de 80 toneladas.
- **Guardachoques trasero integrado.**_ Es un elemento de seguridad, en caso de que un vehículo pequeño colisione por la parte posterior de la plataforma, no ingrese de forma directa en el sistema de rodadura.

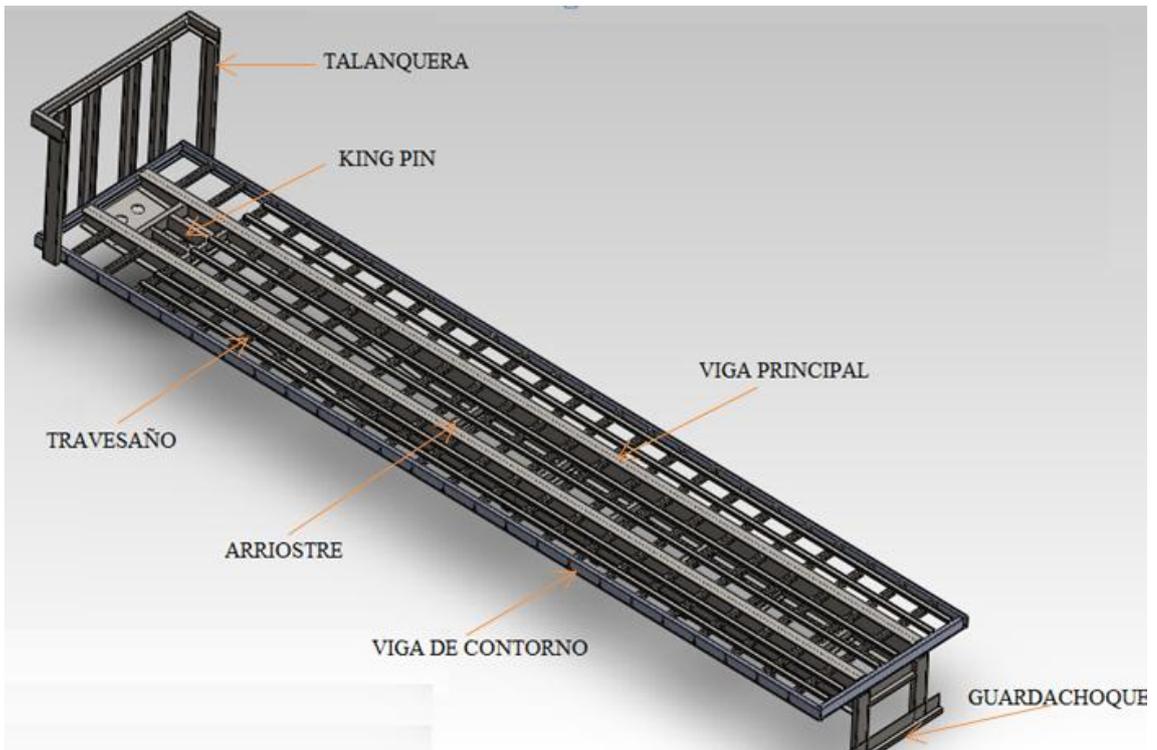


Figura N° 32: Sistema estructural de la plataforma.⁴⁸

⁴⁸ Fuente Propia: Paquete computacional Solidworks.

2.6. CARGAS QUE ACTÚAN EN LA ESTRUCTURA.

En nuestra industria el mayor desafío que existe al diseñar plataformas es saber que cargas va a soportar y saber si la estructura será capaz de resistir. Es así que vamos a realizar un análisis de los tipos de cargas que intervienen en cada uno de los elementos que conforman el diseño:

- Cargas estáticas
- Cargas dinámicas
- Cargas de viento
- Cargas de impacto

Dichas cargas tienen que ser determinadas mediante cálculos para determinar los esfuerzos y deformaciones que se producen principalmente en las vigas principales o chasis, ya que estas representan la columna vertebral de la misma y cuya función es soportar el peso de los componentes y accesorios así también la carga a transportar. Cuando el vehículo se traslada por una carretera irregular, el chasis se sujeta a recibir vibraciones repetitivas dependiendo de la mayor o menor irregularidad de la carretera.

2.6.1. CARGAS ESTÁTICAS.

Las cargas estáticas están determinadas por el peso propio de la estructura el cual se puede determinar por las longitudes y la clase de perfiles usados así como de los espesores, pero solo se puede saber esto una vez que se haya hecho el respectivo análisis de esfuerzos y se determine que materiales se va a usar.

La carga muerta está constituida por el peso propio de la estructura incluido todos los elementos estructurales que la constituyen además de los ejes, suspensión, King pin, neumático, y demás accesorios.

CM= Peso Propio total o carga muerta

CM= 6700 [Kg]

2.6.2. CARGAS DINÁMICAS.

Se llama cargas dinámicas a aquellas cargas que pueden ser muy variables, como es el caso del peso a transportar, además de las cargas por viento y como no olvidarse de las cargas de impacto.

a. CARGAS DE PESO A TRANSPORTAR.

El sistema estructural debe estar diseñado para soportar las cargas cíclicas, que se producen al cargar y descargar la plataforma.

La carga a transportar se determina, según las normas para contenedores establecidas por la ISO. El peso correspondiente para un contenedor de 12,2m es de 30000Kg, sin embargo puede haber una sobrecarga de hasta un 10% más de lo especificado.



Figura N° 33: Semirremolque con peso a transportar.⁴⁹

La carga viva es la resultante entre el peso de la carga que se pretende transportar más la sobrecarga. Esta última carga se considera para evitar que la estructura falle por sobrecarga.

$$CV = CT + SC$$

⁴⁹ Fuente: Semirremolques RANDOM.

$$SC = 0.1 \times CT$$

Dónde:

CV = Carga viva

SC = Sobrecarga

$$CV = 24000 \text{ (Kg)} + 0.1 * 24000 \text{ (Kg)}$$

$$CV = 24000 \text{ (Kg)} + 2400 \text{ (Kg)}$$

$$CV = 26400 \text{ (Kg)}$$

$$CVT = CV + WE$$

Dónde:

CVT = Carga viva total

WE = Peso de la estructura

$$CVT = 26400 \text{ (Kg)} + 5241.98 \text{ (Kg)}$$

$$CVT = 31641.98 \text{ (Kg)}$$

b. CARGA DE IMPACTO.

Cuando la plataforma cama alta se encuentra en movimiento, la estructura puede estar sometida a cargas de impacto producidas por las irregularidades del camino.

Para considerar este efecto, la ASSHTO⁵⁰ establece que la cantidad permisible en que se incrementa los esfuerzos se expresa como una fracción de los esfuerzos por la carga viva, con un valor máximo del 30 %.

$$CI = CV * SCI$$

⁵⁰ ASSHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials.

Dónde:

CI = Carga de impacto

SCI= 0.30

$$CI = 26400 \text{ (Kg)} * 0.30$$

$$CI = 7920 \text{ (Kg)}$$

En el diseño de la estructura hay que considerar la carga vertical que se produce al momento en que hay un salto, lo que puede generar fisuras en la vigas maestras así como en los demás elementos, cuando en la estructura se genera un salto por la irregularidad del piso se establece que este valor es el 30% de la carga total transportada.

c. CARGA DE VIENTO.

La carga de viento que actúa sobre un vehículo es conocida como resistencia aerodinámica esta es una fuerza que se opone al movimiento de cualquier objeto en la atmosfera, la resistencia aumenta con el cuadrado de la velocidad, por lo que es poco importante a velocidades bajas.

La resistencia del aire para los vehículos se determina mediante:

$$R_a = \frac{1}{2} * C_x * \rho * A_f * V^2$$

Dónde:

Ra = Resistencia aerodinámica.

Cx = Coeficiente de resistencia aerodinámica.

ρ = Densidad del aire

Af = Área Frontal.

V^2 = Velocidad del automotor.

El coeficiente aerodinámico, C_x varía entre 0,3 para vehículos de turismo con líneas aerodinámicas y 0,8 para camiones e incluso más de 1 cuando llevan cargas muy voluminosas, para el conjunto cabezal-semirremolque se toma un valor de 1.3.

El área frontal, se determina proyectando la parte frontal sobre un plano perpendicular al flujo de aire que se produce sobre el vehículo. Por lo que el área frontal queda en función del ancho por la altura total del vehículo.

$$A_f = 3.5 * 2$$

$$A_f = 8.75 \text{ m}^2$$

$$R_a = \frac{1}{2} * 1.3 * 1.225 * 8.75 * (19.44)^2$$

$$R_a = 2632.9 \text{ N}$$

2.6.3. COMBINACIÓN DE CARGAS.

Luego de haber determinado las cargas que actúan en el sistema de transporte, se ve en la necesidad de combinar estas cargas para que sean utilizadas en los cálculos de los esfuerzos presentes en la estructura del semirremolque.

En los niveles de carga se debe considerar el peso del contenedor más la carga producida por los sobresaltos debido a las irregularidades de las vías, con esto se obtiene la carga total presente en este sistema.

En el diseño de las vigas maestras se debe tomar en consideración el reparto de cargas que existe a lo largo del chasis del semirremolque y sus apoyos que en este caso vendrían a ser los ejes acoplados al sistema de suspensión y éste a su vez al chasis, bajo ninguna circunstancia las cargas que se transfieran a los ejes deben superar las cargas máximas establecidas por los fabricantes de los ejes.

CAPITULO III

MODELADO Y ENSAMBLAJE DE LA PLATAFORMA

3.1. SOFTWARE DE DISEÑO Y SIMULACIÓN SOLIDWORKS.

Hoy en día existen una gran cantidad de paquetes computacionales de modelado que ofrecen herramientas para la construcción de diseños en tres dimensiones. Los sistemas informáticos han contribuido de forma eficaz a resolver problemas de cálculos al momento de realizar el modelado estructural para obtener un análisis correcto de elementos mecánicos, la construcción y simulación asistida por ordenador de una estructura puede ayudar a obtener un conocimiento más profundo de la misma, donde los costos son prácticamente bajos en comparación a pruebas realizadas en laboratorios especializados.

Dentro de estos paquetes informáticos se encuentra SolidWorks que es un programa de diseño asistido por computadora para modelado mecánico desarrollado en la actualidad por Solidworks Corp. El principio de funcionamiento del programa concuerda con las necesidades del proyecto y la capacidad de diseño de piezas, juntas, uniones, ensambles y demás análisis estáticos de la estructura así como la simulación de situaciones o combinación de cargas. Solidworks tiene la facilidad de realizar numerosos cálculos por segundo, lo que ha favorecido el uso del MEF⁵¹ en diferentes campos de la ingeniería.

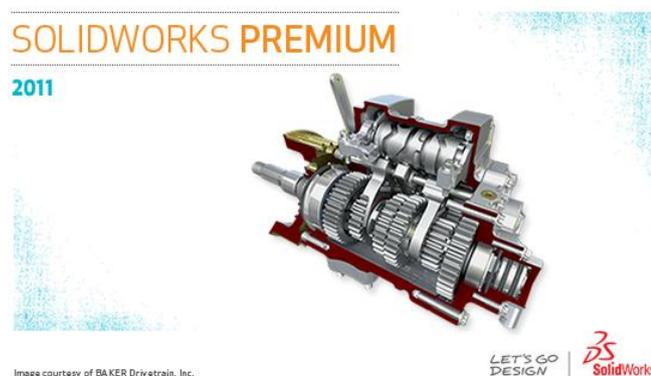


Figura N° 34: Logo SolidWorks 2011.⁵²

⁵¹ Método de elementos finitos.

⁵² **Fuente:** SolidWorks 2011.

3.1.1. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS.

En forma general, se debe realizar una predicción cuantitativa de un sistema eficiente, para cumplir tal finalidad se hace necesario formular un modelo matemático del sistema.

Este modelo es un sistema de ecuaciones cuyas variables simbolizan magnitudes de interés tecnológico que permiten describir el comportamiento del diseño bajo análisis, para esto se hace obligatorio solucionar las ecuaciones para luego interpretar de manera técnica el análisis de resultados.

El análisis de elementos finitos se origina como un método de análisis estructural de matrices de desplazamiento, el cual nace después de varias décadas de investigaciones como una variante apropiada para computadores.

Ahora bien el MEF consiste en la simulación de un sistema físico (con su geometría y estados de carga) por aproximación matemática de un sistema real, mediante la división en bloques simples e interrelacionados (llamados elementos).

Con este método las variables infinitas de un sistema físico se convierten en un número finito de variables, por lo tanto sistemas físicos cuyo análisis sería muy complicado o prácticamente imposible, se puede analizar de forma relativamente sencilla haciendo uso de este método.

Para ello, el MEF utiliza un sistema de puntos llamados nodos que forman una red denominada malla. Esta malla está programada para contener el material y las propiedades de la estructura que definen como reaccionará esta ante ciertas condiciones de carga. A estos nodos se les asigna la densidad por todo el material dependiendo del nivel de tensión anticipado en un área (a mayor cantidad de tensión mayor densidad de nodos).

3.1.2. RESULTADOS QUE INDICA SOLIDWORKS.

El programa computacional Solidworks nos permite observar los resultados de los efectos de las cargas aplicadas a todos los miembros estructurales, las tablas que se muestran son por colores, acompañada de una referencia numérica la cual nos indica el valor mínimo y a su vez, el valor máximo del criterio de falla.

Los resultados que genera solidworks son los siguientes:

VON MISSES:

Permite ver el tipo de carga al que está sometido el cuerpo estructural, sea este del tipo normal, tipo cortante o tipo combinado, muestra el valor del punto que tiene mayor esfuerzo es decir tiene la condición más crítica.

DESPLAZAMIENTOS.

Muestra el valor de la deformación máxima que presenta el miembro estructural bajo la situación de cargas establecidas (URES mm).

FACTOR DE SEGURIDAD.

El término factor de diseño o factor de seguridad (Fs.), es una medida de la seguridad relativa de un componente bajo la acción de una carga. En la mayor parte de los casos, la resistencia del material con que se fabricará el componente se divide entre el factor de diseño para determinar un esfuerzo de diseño, que a veces se llama esfuerzo admisible o esfuerzo permisible.

En la siguiente tabla encontramos una escala del factor de diseño que nos permitirá guiarnos para saber, cual es el promedio del factor dependiendo de la aplicación o el trabajo al que está sometido el miembro estructural estudiado.

Tabla N° 9: Factor de Diseño.⁵³

Factor de Diseño (N)	Aplicación:
1.25 a 2.0.	El diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.
2.0 a 2.5.	Diseño de elementos de máquina bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño.
2.5 a 4.0.	Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales,
4.0 o más.	Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis e esfuerzos.

Permite visualizar el factor de seguridad que representa la medida de la seguridad relativa de un componente bajo la acción de una carga (Fs.).

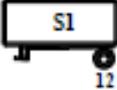
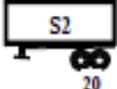
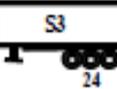
Bajo estas circunstancias y observando los valores de los elementos más críticos se estudiara los elementos con las condiciones más críticas que son el King Pin, y el chasis elemento base de la estructura.

3.2. PARÁMETROS DEL DISEÑO.

Los requerimientos más importantes que se deben tomar en cuenta son: La capacidad de carga y las longitudes permitidas por el MTOP.

⁵³ **Fuente Propia:** Diseño de elementos de máquinas, cuarta edición, Robert L. Mott.

Tabla N° 10: Pesos y dimensiones máximos tándem triaxial.⁵⁴

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE (Ton.)		DESCRIPCIÓN	Peso Bruto Vehicular PBV (Toneladas)	Peso Vehículo Vacio (Promedio)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (METROS)		
						Largo	Ancho	Alto
S1		12	SEMIREMOLQUE DE UN EJE	12.00	5.00	9.00	2.60	4.10
S2		20	SEMIREMOLQUE DE DOS EJES	20.00	6.00	12.50	2.60	4.10
S3		24	SEMIREMOLQUE DE TRES EJES	24.00	7.00	13.00	2.60	4.10

3.3. MODELADO DE LA PLATAFORMA CAMA ALTA.

La etapa del diseño es el proceso mediante el cual se da forma a un sistema estructural, para que cumpla una función determinada con un grado de seguridad razonable y que en condiciones normales de servicio, tenga un comportamiento adecuado.

Para la elaboración del proyecto de la plataforma cama alta hemos creado un proceso y comenzaremos de la siguiente manera:



⁵⁴ Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

En el apartado anterior se mencionó las características del tipo de plataforma que se diseñará en este capítulo, bajo estas circunstancias y conocidas las especificaciones técnicas, se procede con la visualización de los planos.

Los planos proporcionan medidas básicas pero de mucho interés como son longitud total de la unidad (LT)⁵⁵, ancho total (AT)⁵⁶, altura de la plataforma con respecto al piso (HT)⁵⁷, disposición del King Pin, y de la distancia correspondiente de cada uno de los ejes para el presente caso uno de Tipo S3⁵⁸.

En base a los planos procedemos al desarrollo de la estructura, mediante el uso del software SOLIDWORKS 2011, el cual por su integración al diseño con software paramétricos, que incluyen códigos de cálculo de ingeniería por métodos numéricos, es de gran utilidad para simular el efecto de los cambios de diseño.

En nuestro caso analizaremos el comportamiento de una plataforma del tipo cama alta, cargado con una fuerza estática e investigaremos la localización de posibles puntos críticos de inicio de rotura o fractura, sus características geométricas, los datos necesarios para la simulación numérica y discretización del mismo.

Luego se analiza por medio de un cálculo estático lineal, las zonas de mayor tensión-deformación y los desplazamientos correspondientes.

3.3.1. CREACIÓN DE PERFILES ESTRUCTURALES.

Los perfiles y planchas empleados en la elaboración de las estructuras que utilizamos tienen las siguientes características:

- Especificaciones geométricas.
- Aplicaciones.

⁵⁵ Longitud total de la plataforma.

⁵⁶ Ancho total de la plataforma.

⁵⁷ Altura total de la plataforma.

⁵⁸ Semirremolque de tres ejes.

Tabla N° 11: Geometría, dimensiones y pesos de los perfiles.⁵⁹

PERFILES Y PLANCHAS EMPLEADOS						
Elementos	Material	Peso [Kg/m]	Longitud [m]	Cant.	Peso Total [Kg]	
Vigas principales	I PE 52.4X17X1.6	104.50	7.54	2	1575.8	
	I PE 52.4X17X1.6	75.6	2.54	2	384	
	IPE 26X17X1.6	71.6	2.12	2	303.5	
Largueros	U 80X40X3	4.06	10.76	6	262.32	
	UPN200X75X11.5	25.3	12.2	2	617.32	
	IPN 100X50X4.5	21.39	2.5	24	513.36	
	UPN160X65X7.5	18.8	0.95	6	107.16	
	T210X100X0.9	21.9	0.95	2	41.6	
	UPN200X75X11.5	25.3	2.5	2	126.5	
	IPN 100X50X4.5	8.10	0.95	1	7.695	
	IPE100X55X4.10	8.10	0.5	3	12.15	
	U200X50X3	6.83	2.5	1	17.075	
Planchas King	Tol L e = 9	70.65	1.3	1	91.8	
	Tol L e = 6	47.10	0.456	1	21.44	
Talanquera	U100X50X4	5.87	1.8	5	55.765	
	U100X50X4	5.87	3.1	1	18.197	
	Tol C e = 4	*31.40	*5.89	1	184.95	
Porta.Llantas	U100X50X4	5.87	1.00	8	46.96	
	U100X50X4	5.87	0.7	10	41.09	
Contorno	PC	3.53	26.9	1	95.024	
Piso	Tol C e = 3	23.55	30.5	1	718.275	
				Total	(kg)	5241.981

⁵⁹ Fuente: Metalmecánica JM.

- Como se trata de perfiles que no están dentro de la biblioteca de Solidworks, y tienen una geometría diferente a los estándares se realiza otras operaciones. La manera más conveniente es organizar la plataforma e introducir los perfiles que vamos a utilizar en partes y de manera ordenada.
- Para crear los nuevos miembros estructurales vamos a la pantalla de Solidworks 2011, modelamos la geometría del perfil que se desea como se puede observar en la figura 35.

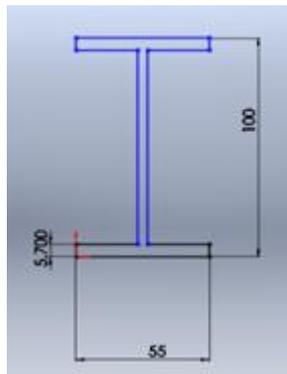


Figura N° 35: Geometría del perfil modificado IPE 100X55X4.10.⁶⁰

- En este punto no solo se crea miembros estructurales estándares, sino se puede crear nuevos perfiles con geometría propia.
- Procedemos a guardar en la biblioteca de Solidworks, los nuevos perfiles como se muestra en la figura 36, de manera que se pueda contar con todos, por consiguiente resultara de manera más fácil únicamente asignar los perfiles.

⁶⁰ **Fuente Propia:** Paquete computacional SolidWorks 2011.

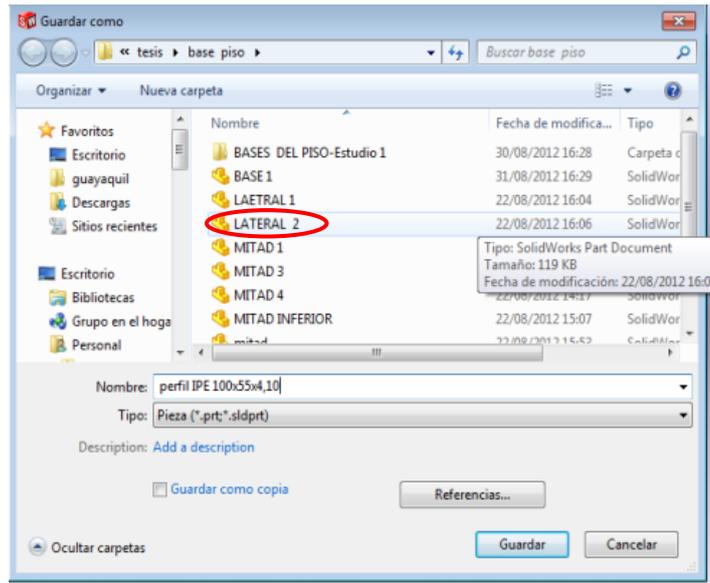


Figura N° 36: Guardar nuevo perfil a biblioteca de SolidWorks.⁶¹

- Lo más importante es direccionar en la carpeta donde están los miembros estructurales WELDMENT PROFILES como se muestra en la figura 37.

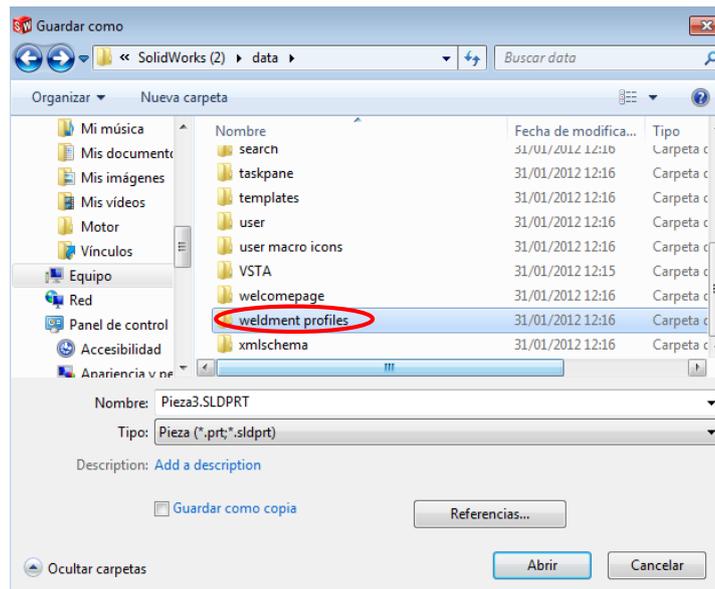


Figura N° 37: Selección de la carpeta WELDMENT PROFILES.⁶²

⁶¹ **Fuente Propia:** Paquete computacional SolidWorks 2011.

⁶² **Fuente Propia:** Paquete computacional SolidWorks 2011.

- Seleccionar la carpeta que contiene el sistema de unidades (ISO, ANSI) al que está trabajando figura 38.

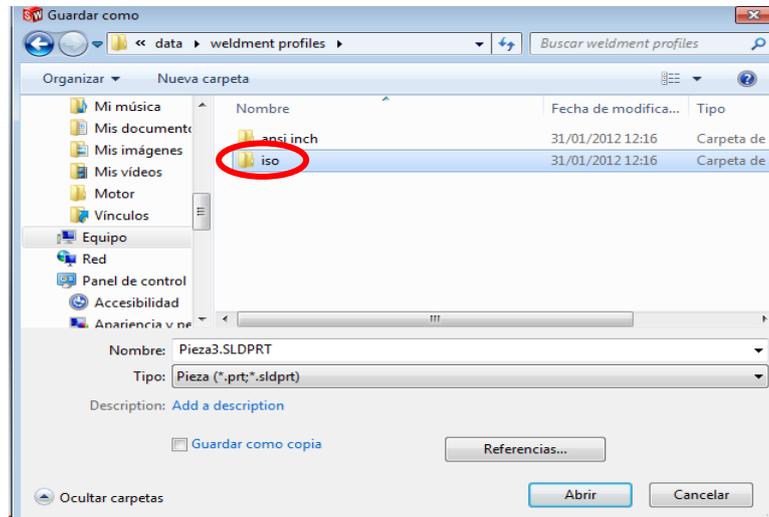


Figura N° 38: Selección de la carpeta del tipo de unidades.⁶³

- Ubicar en la carpeta que desee este el nuevo perfil, SQUARE TUBE, PIPE, CHANNEL C figura 39.

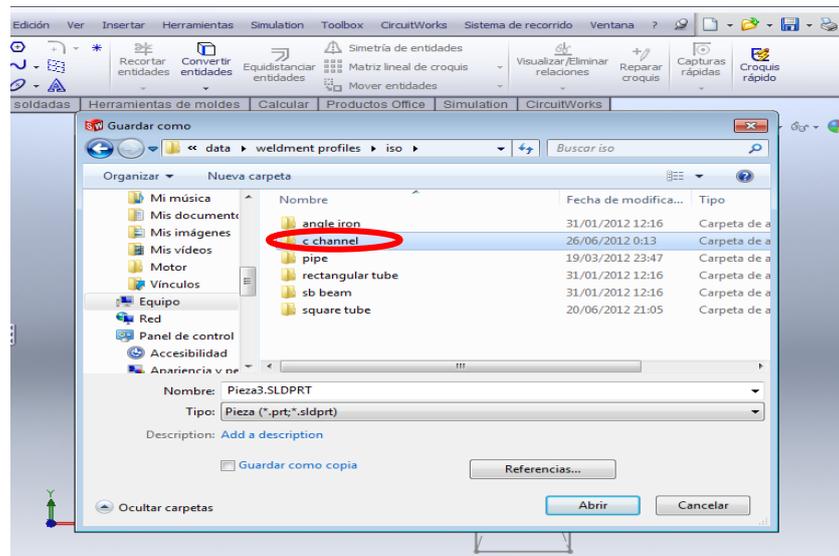


Figura N° 39: Selección de la carpeta del tipo de perfil.⁶⁴

⁶³ Fuente Propia: Paquete computacional SolidWorks 2011.

⁶⁴ Fuente Propia: Paquete computacional SolidWorks 2011.

- Y como último paso seleccionamos la extensión que debe tener el nuevo perfil (.SLDLFP) figura 40.

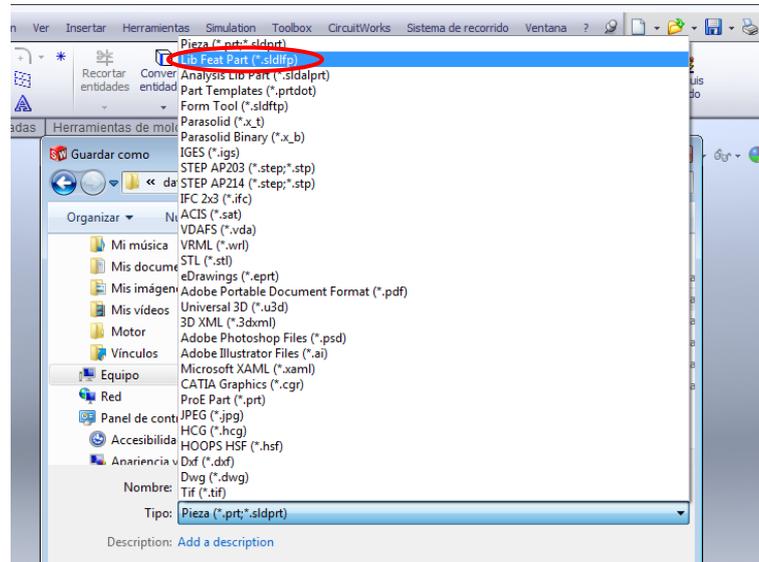


Figura N° 40: Selección de extensión del nuevo de perfil.⁶⁵

- Una vez guardado el perfil, agregarlo a la biblioteca, ubicándose en el icono de croquis y agregar a la biblioteca, figura 41.

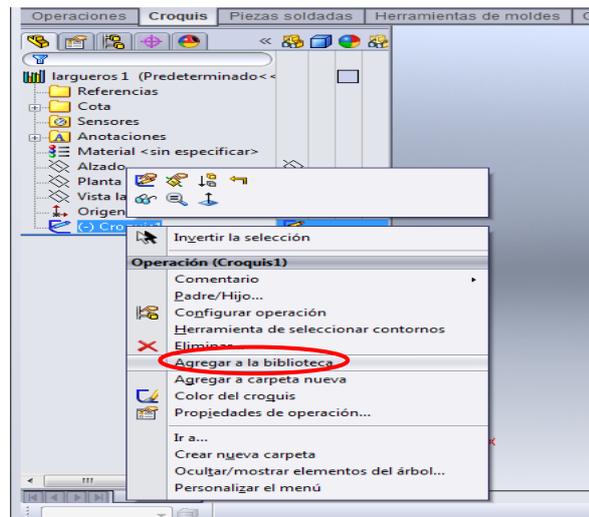


Figura N° 41: Agregar a la Biblioteca.⁶⁶

⁶⁵ Fuente Propia: Paquete computacional SolidWorks 2011

⁶⁶ Fuente Propia: Paquete computacional SolidWorks 2011

3.3.2. ASIGNACIÓN DE MATERIALES.

Una vez concluida la creación de los perfiles se asigna el material a los miembros estructurales, para el presente estudio seleccionaremos el acero estructural ASTM A-36.

- De tal manera nos ubicamos en la pestaña del material aun sin asignar y escogemos en la lista el material seleccionado, tomando en cuenta la norma a seguir, como se muestra en la figura 42.

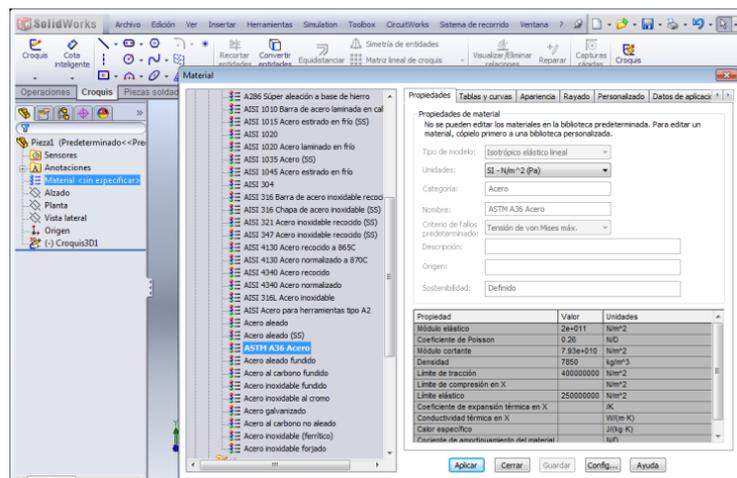


Figura N° 42: Selección del material ASTM A 36.⁶⁷

3.3.3. MODELADO DE LA PLATAFORMA CAMA ALTA.

Se inicia el proceso de modelado con la generación de la geometría de la estructura, dado que se realizará un análisis de un sistema existente, el diseño se realiza de manera adecuada para arrojar resultados satisfactorios.

Comenzamos a dibujar el modelo de la plataforma mediante líneas, las cuales representan el eje centroidal de todos los perfiles estructurales del sistema, tomando en cuenta las zonas en donde existen curvaturas.

⁶⁷ Fuente Propia: Paquete computacional SolidWorks 2011.

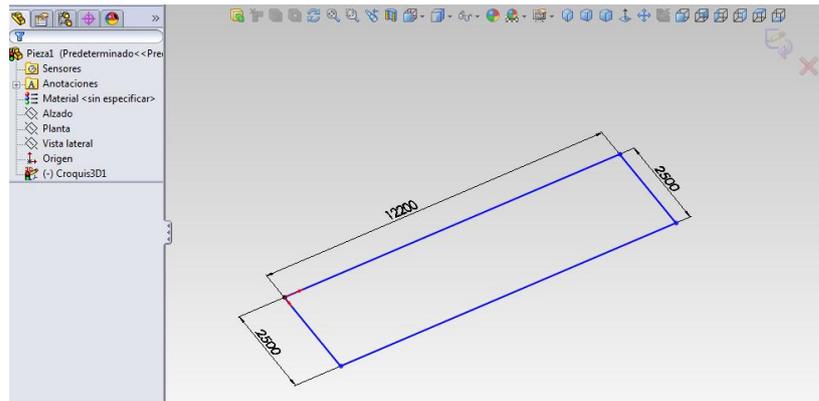


Figura N° 43: Diagrama de líneas plataforma cama alta.⁶⁸

De esta manera llegamos a obtener el diagrama de líneas, como se muestra en la figura.

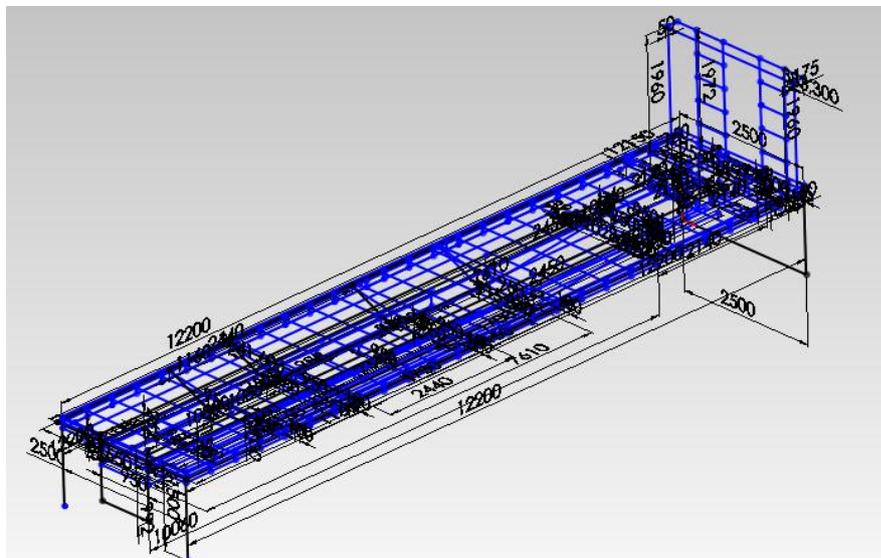


Figura N° 44: Diagrama de líneas plataforma cama alta total.⁶⁹

- Una vez realizado el diagrama de líneas, un detalle a tener en cuenta y a la vez muy importante, es comprobar que todas las líneas del sistema estructural se unan entre sí, de manera que al insertar los perfiles estos no nos ocasionen un error.

⁶⁸ Fuente: Solid Works 2011

⁶⁹ Fuente: Solid Works 2011

ARRIOSTES

- El siguiente elemento que ensamblamos son los seis arriostes que tienen la forma de canales en C:

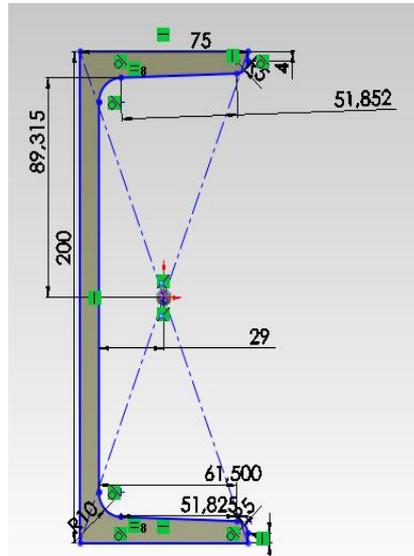


Figura N° 47: Geometría de perfil para Arriostes.⁷²

- Que son los refuerzos que van a dar la rigidez a la plataforma en conjunto con los refuerzos diagonales.

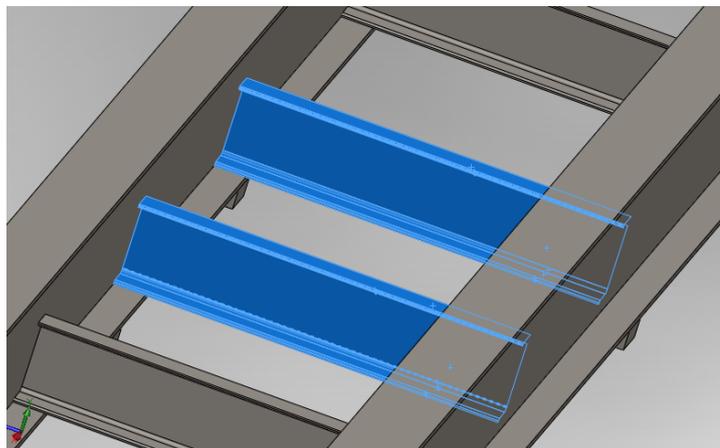


Figura N° 48: Ubicación de los Arriostes.⁷³

⁷² Fuente: Solid Works 2011.

⁷³ Fuente: Solid Works 2011.

CONTORNOS

- Los perfiles seleccionados para contornos, tienen forma de canales en C.

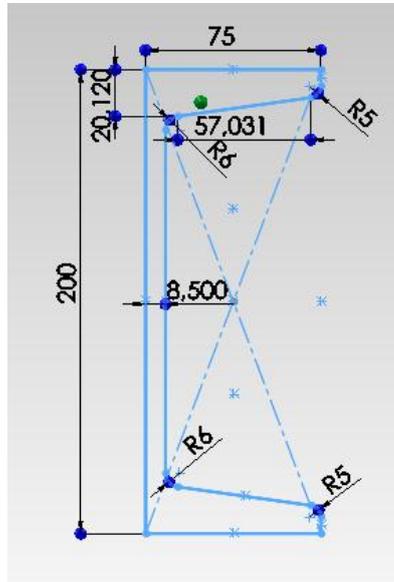


Figura N° 49: Canal C para contornos.⁷⁴

- Los contornos nos indican el ancho y largo máximos que tendrá la plataforma.

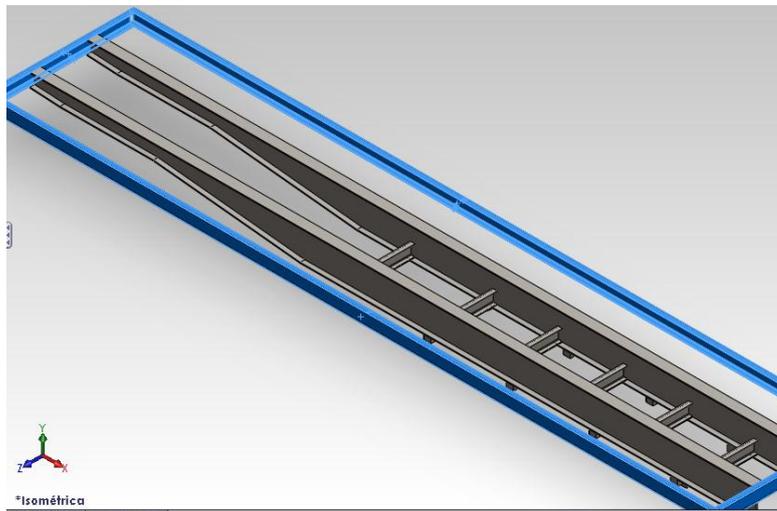


Figura N° 50: Contorno de la plataforma.⁷⁵

⁷⁴ Fuente: Solid Works 2011.

⁷⁵ Fuente: Solid Works 2011.

TRAVESAÑOS PISO.

- Los perfiles seleccionados para los travesaños del piso tienen la forma de I.

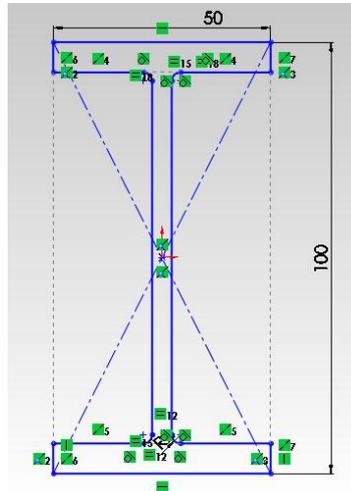


Figura N° 51: Geometría de perfil IPE para travesaños.⁷⁶

- La función de los travesaños es la de dar mayor rigidez a la plataforma, ya que se encuentran empotradas en las vigas principales.

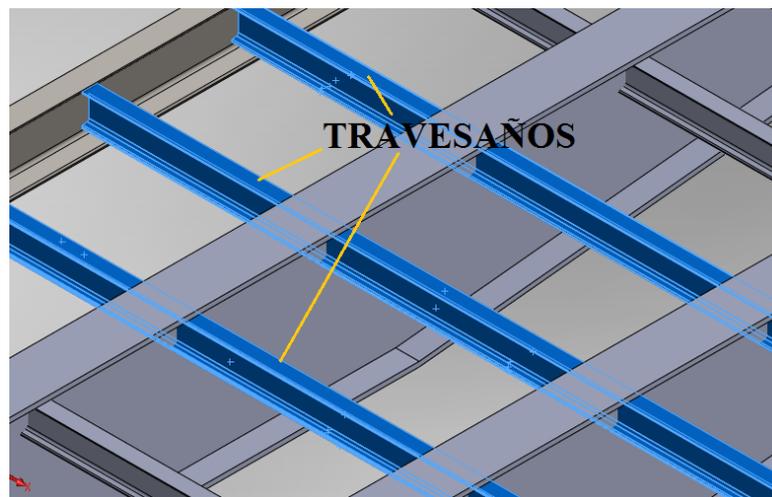


Figura N° 52: Ubicación de los Travesaños.⁷⁷

⁷⁶ Fuente: Solid Works 2011.

⁷⁷ Fuente: Solid Works 2011.

GUARDACHOQUE.

- Otro elemento de gran importancia es el guardachoque que tiene una forma particular.

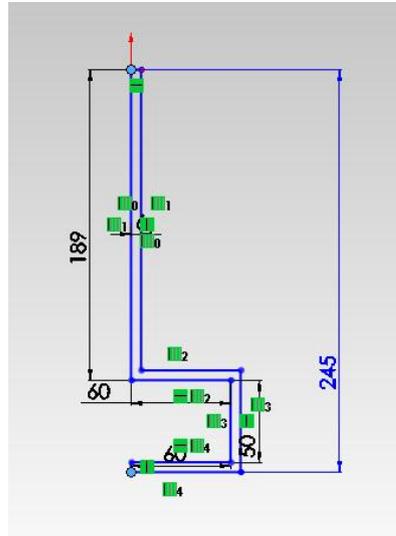


Figura N° 53: Geometría de perfil para Guardachoque.⁷⁸

Se encuentra localizada en la parte posterior de la plataforma y se puede decir que es un elemento de seguridad, protegiendo los elementos de la suspensión en caso de un accidente especialmente de vehículos pequeños.

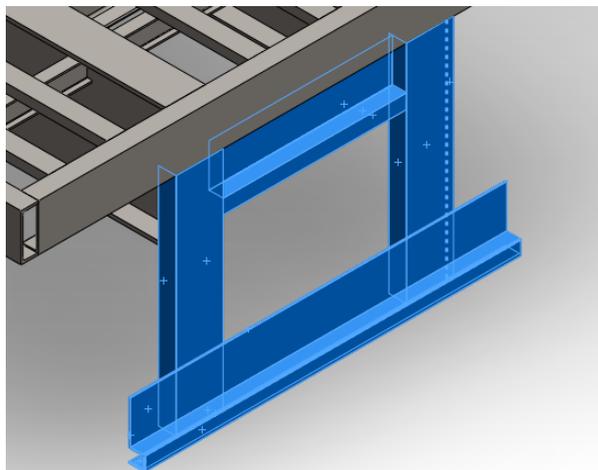


Figura N° 54: Ubicación del guardachoque.⁷⁹

⁷⁸ Fuente: Solid Works 2011

⁷⁹ Fuente: Solid Works 2011

PLANCHA BASE DEL KING PIN.

- Seguidamente el punto más importante es la base para el King pin, con sus respectivos refuerzos laterales, puntos en donde tienen influencia los esfuerzos producidos por las combinaciones de cargas.

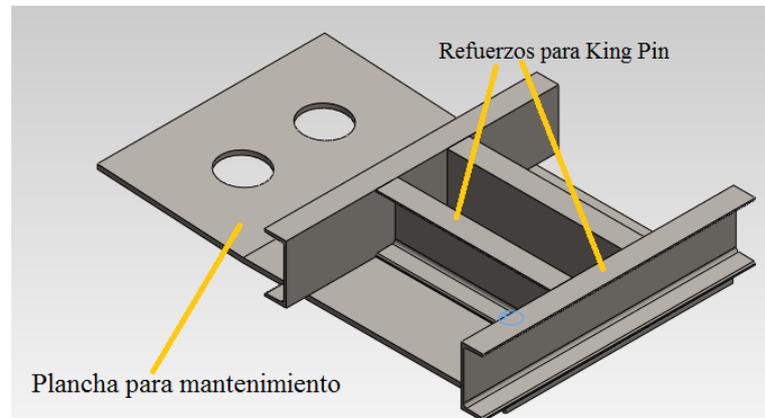


Figura N° 55: Conjunto plancha y refuerzos para king pin⁸⁰

KING PIN.

- Es el elemento que nos permite acoplar y desacoplar la plataforma del cabezal, a su vez recibe varias cargas como la de impacto.

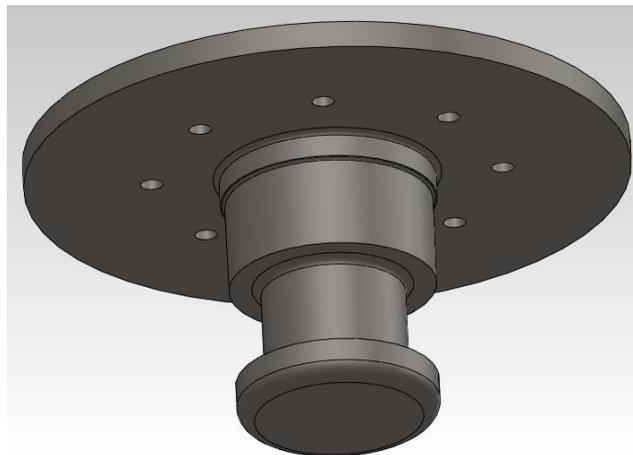


Figura N° 56: King pin⁸¹

⁸⁰ Fuente: Solid Works 2011.

⁸¹ Fuente: Solid Works 2011

TALANQUERA.

- Otro elemento de seguridad para el conductor es la talanquera que está ubicada en la parte delantera y a su vez formada por canales en C.

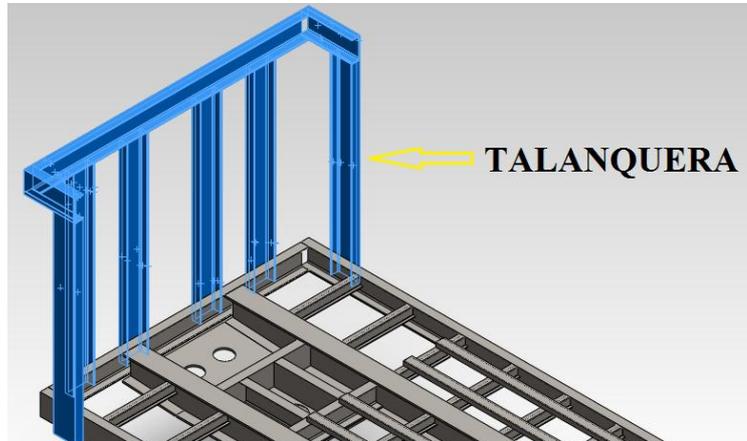


Figura N° 57: Talanquera.⁸²

- De esta forma se introducen todos los elementos que conforman la plataforma siempre tomando en cuenta que los perfiles estén alineados y repartidos de forma simétrica.

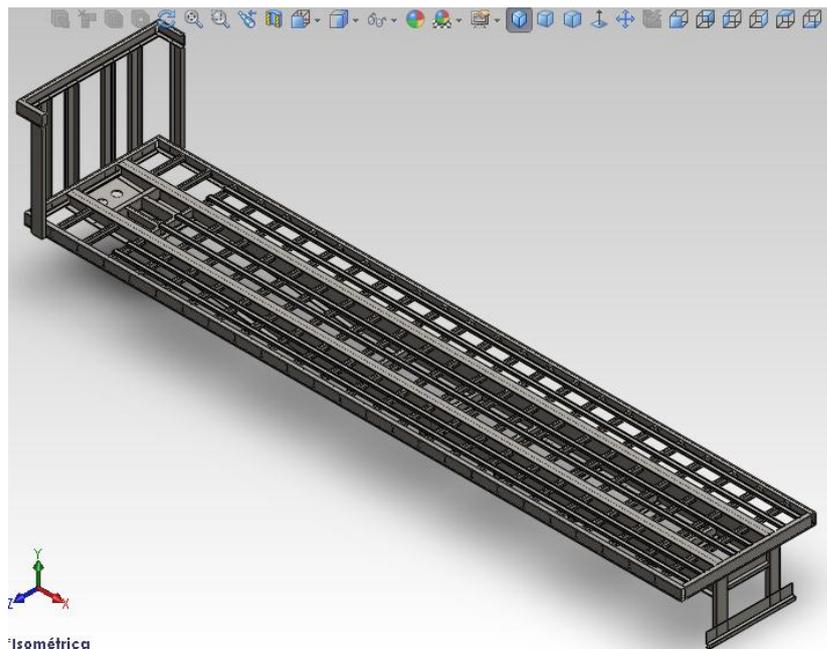


Figura N° 58: Plataforma ensamblada⁸³

⁸² Fuente: Solid Works 2011.

⁸³ Fuente: Solid Works 2011.

3.3.5. CONDICIONES DE BORDE.

En el modelo hemos impuesto tres tipos de condiciones de borde, en dos diferentes regiones, una en la zona de la parte frontal del chasis, sobre la chapa rígida que vincula el king pin, se aplicó una condición de geometría fija, es decir puede rotar en su eje, pero sin desplazamientos en dirección axial, ni radial. A esta condición la hemos denominado B1 y es del tipo pasador.

La segunda región corresponde a la parte trasera del modelo donde hemos impuesto dos tipos de condiciones: La condición B2 como se muestra en la figura 59. que representa el contacto entre el chasis y la chapa superior principal del muelle, que es el medio que transfiere el peso de la carga del chasis al eje, guiado por una superficie preestablecida y diseñada de antemano que se encuentra en el interior de la mano anterior (inclinada) o posterior (chica). Es decir impide las rotaciones y el desplazamiento transversal pero no el longitudinal. La otra condición es la B3, aplicada en la manota central, donde hemos supuesto desplazamiento y rotaciones nulas en el eje soporte (cuerpo del perno).

Suponemos el perno perfectamente rígido, para ello hemos elegido un valor lo suficientemente alto del módulo de elasticidad del mismo. Lo importante de esta condición es establecer un contacto entre la superficie exterior del perno y la chapa lateral de la mano central que lo soporta (hueco de alojamiento). Este tipo de contacto se denomina “sin penetración” con la condición nodo a superficie, que es el utilizado por COSMOS en estos casos, además se le ha especificado un coeficiente de fricción de 0.1 teniendo en cuenta los materiales utilizados.

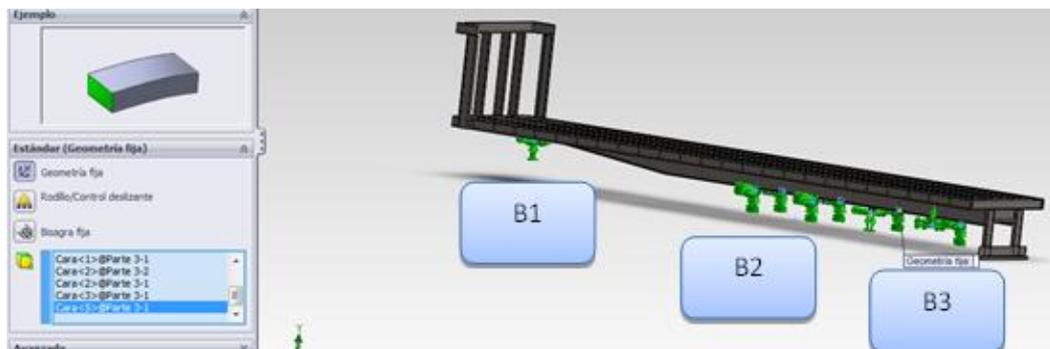


Figura N° 59: Condición de borde.⁸⁴

⁸⁴ Fuente: Solid Works 2011.

CAPÍTULO IV

SIMULACIÓN Y DISEÑO DE LA PLATAFORMA

En este capítulo, se desarrolla la simulación mediante la metodología de modelado estructural, con la ayuda del programa de diseño Solidworks 2011.

La aplicación de tal metodología reside en la particularización del trabajo que realiza la plataforma: cargas y esfuerzos a las que está establecida en realidad la estructura, bajo la combinación de cargas que simulen la condición más crítica de operación de la plataforma, la primera carga es la carga muerta que constituye el peso propio de la estructura incluido todos los elementos mecánicos y sus accesorios que se encuentran sobre el chasis de la plataforma, en conjunción con la carga viva total, tomando en cuenta que esta carga se distribuye también sobre los demás elementos, como son los largueros, travesaños y los soportes del perno rey o king pin.

4.1. ESTUDIOS DE DISEÑO.

a. TIPO DE ESTUDIO REALIZADO

a.1. CONSIDERACIÓN

Para este caso vamos a proceder a realizar un estudio cuasi-estático, que significa que nuestra estructura de carga es estable.

Procedimiento:

- Activamos en los complementos la opción de SIMULATION, para realizar el análisis de esfuerzos y cargas.
- Seleccionamos la opción de ASESOR DE ESTUDIO, nuevo estudio y seleccionamos de tipo ESTÁTICO.

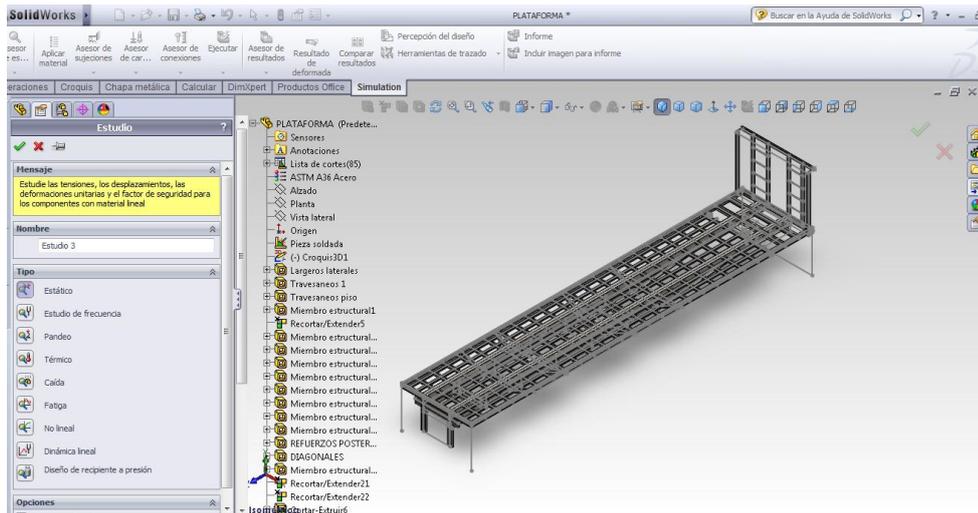


Figura N° 60: SIMULATION, estudio de tipo estático.⁸⁵

b. TIPOS DE JUNTAS, UNIONES

b.1. CONSIDERACIÓN

- Se refiere al tipo de unión entre los miembros estructurales, estos deben ser compactos, no debe existir ningún tipo de abertura, si esto sucede no permitirá el mallado⁸⁶ de la estructura, solidworks la considera como unión soldada.

Procedimiento:

- En la ventana del nuevo estudio seleccionamos la opción GRUPO DE JUNTAS y escogemos la opción editar y luego la opción editar y escogemos CALCULAR.
- Así calculamos las nuevas juntas en nuestra estructura, verificando si la unión de algún miembro está fallando, este procedimiento nos permitirá seguir el estudio si no existen fallas en las juntas.

⁸⁵ Fuente propia: SolidWorks 2011.

⁸⁶ El paquete computacional realiza una discretización en el mayor número de partes del elemento, utilizando el método de elementos finitos.

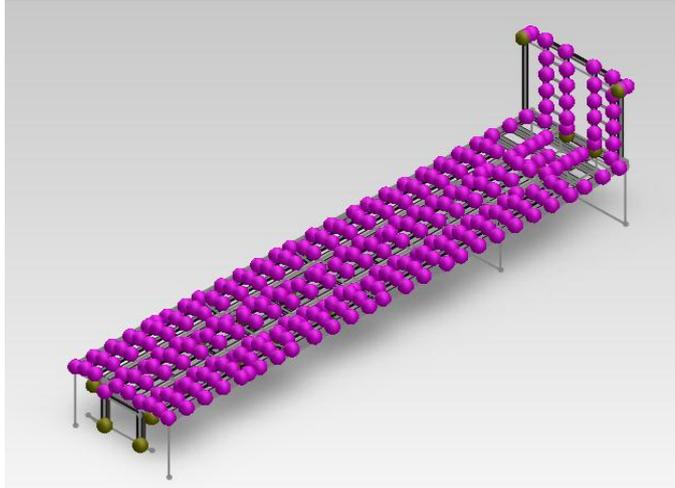


Figura N° 61: SIMULATION, Cálculo de juntas.⁸⁷

c. SUJECIONES EN LA ESTRUCTURA

c.1. CONSIDERACIÓN

- Tomando en cuenta que nuestra estructura se une de forma rígida a las vigas principales, los apoyos de la suspensión serán considerados como fijos al igual que el lugar donde se aloja el king pin, tanto en rotación como en traslación, restringiendo los seis grados de libertad, simulando la condición de empotramiento.

Procedimiento:

- En la ventana estudio seleccionamos la opción SUJECIONES y escogemos GEOMETRÍA FIJA.
- Seleccionamos los puntos de apoyo en la estructura las cuales serán consideradas como empotramientos.

⁸⁷ Fuente propia: SolidWorks 2011.

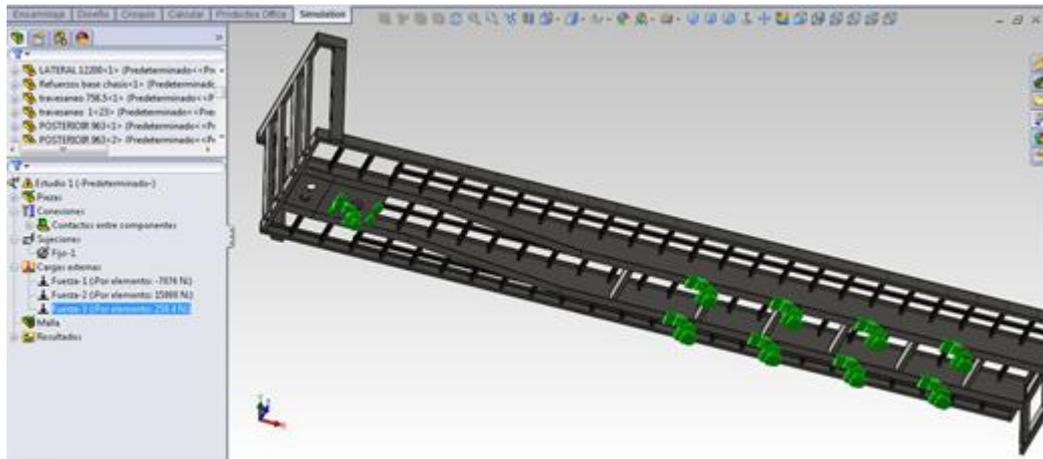


Figura N° 62: SIMULATION, Selección de sujeciones.⁸⁸

d. ASIGNACIÓN DE CARGAS A LA ESTRUCTURA

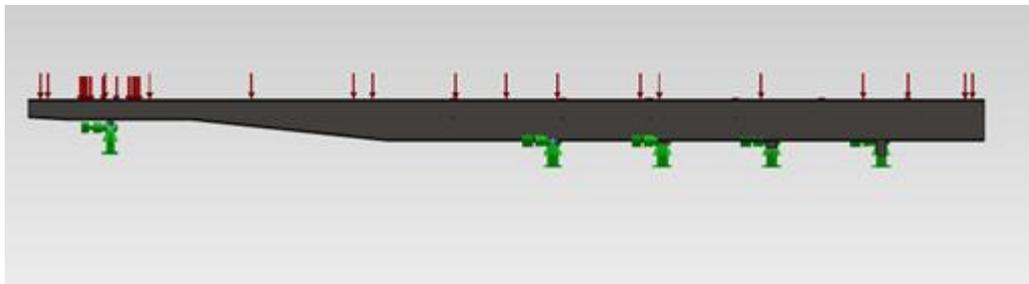


Figura N° 63: Ubicación de fuerzas y restricciones en la estructura.⁸⁹

d.1. CONSIDERACIÓN

- Para el diseño del sistema estructural se han tomado en cuenta varias combinaciones de cargas:

Carga muerta (CM).

Carga viva (CV).

Carga de resistencia al aire (CRa).

Carga de impacto (CI).

⁸⁸ Fuente propia: SolidWorks 2011.

⁸⁹ Fuente Propia: SolidWorks 2011.

Las cargas consideradas son distribuidas sobre toda la estructura. Para el análisis se ha empleado el método de LRFD (Load resistance factor design) teniendo en cuenta la siguiente combinación de cargas:

$$CE= CM + CV$$

$$CI= (CM + CV) * 0.30$$

Dónde:

CE: Carga de la estructura total.

CI: Carga de impacto.

Tabla N° 12: Combinación de cargas: $(1.2 CM + 0.5CV + 0.5CI + 1.3CRa).$ ⁹⁰

DESIGNACIÓN.	CARGAS ESTÁTICAS	CARGA (N)
CM	Carga Muerta	65660
CV	Carga Viva	258720
CRa	Carga por resistencia al aire	2632,9
CI	Carga de impacto	77616

Procedimiento:

- Dentro del estudio seleccionamos la opción de CARGA EXTERNA, editamos la definición y aplicamos la carga.

Para el primer caso sumamos la carga muerta, más la carga viva, estas se aplican en un plano correspondiente. Plano de planta y con un valor de fuerza determinados en la tabla 12.

⁹⁰ **Fuente Propia:** Basadas en el Reglamento de Agencia Nacional de Tránsito.

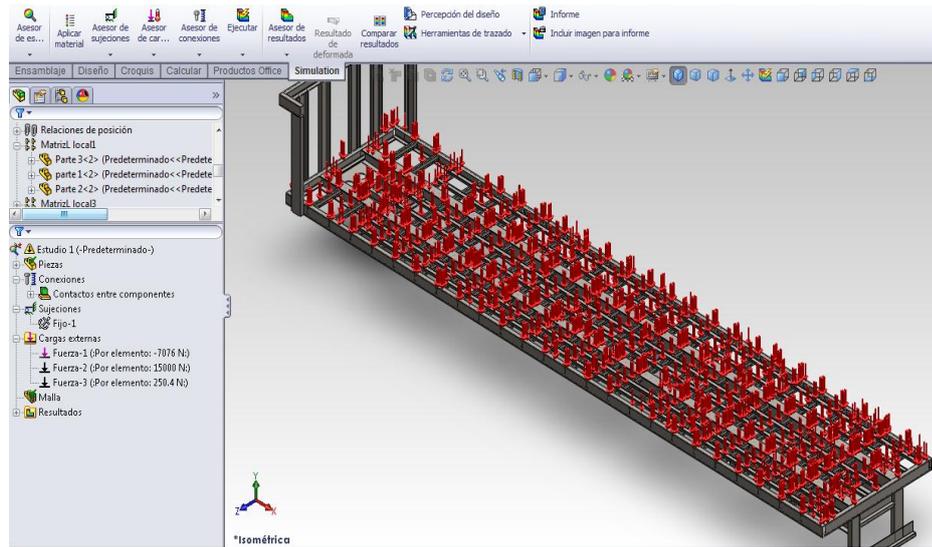


Figura N° 64: Aplicación de la Combinación: CM + CV.⁹¹

Bajo una situación crítica se hace necesario la aplicación de la carga denominada Resistencia al aire CRA la cual se aplica en la parte frontal de la plataforma con un valor de 2632,9 (N) aplicado sobre los elementos que conforman la talanquera.

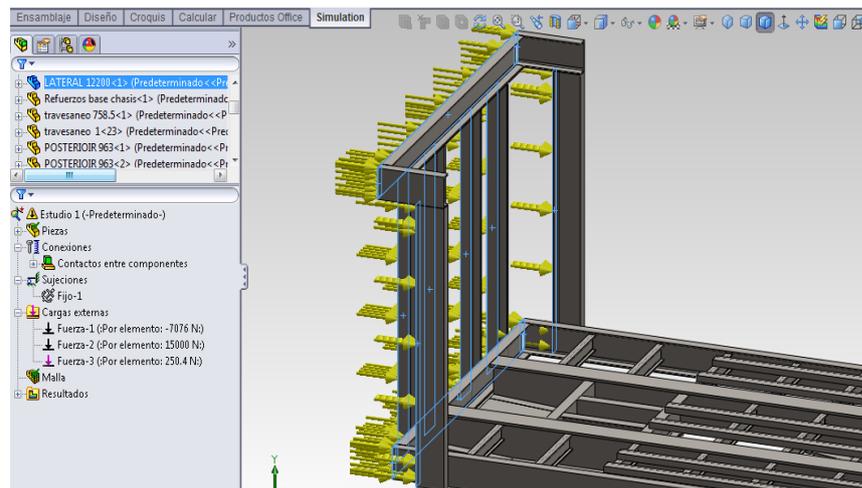


Figura N° 65: Aplicación Carga por resistencia del aire.⁹²

Como ultima carga bajo la situación crítica de operación de la plataforma tenemos la carga de impacto la cual es la carga resultante por las irregularidades de la calzada, lo que provoca que los sistemas de suspensión actúen generando una esta manera una

⁹¹ Fuente Propia: SolidWorks 2011.

⁹² Fuente Propia: SolidWorks 2011.

fuerza de reacción que tiene como punto de mayor influencia al elemento conocido como King Pin pues sobre esta se encuentra la mayor. Esta carga tiene un valor de 77616 (N).

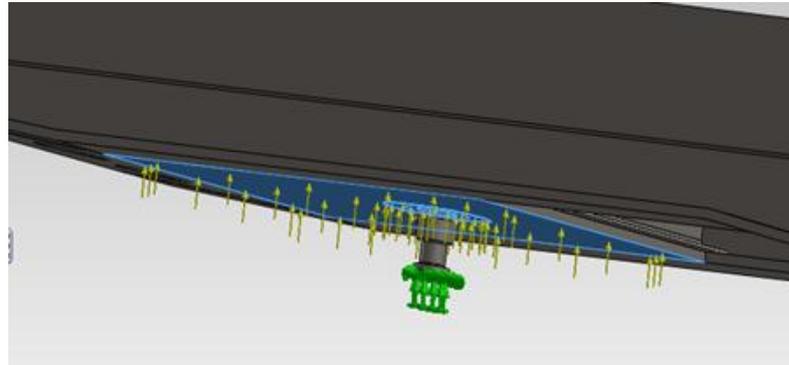


Figura N° 66: Aplicación carga de impacto.⁹³

4.2. OPCIONES DE MALLADO.

Una vez realizado todo el procedimiento geométrico, asignación de materiales, definidas las respectivas restricciones, y asignados los esfuerzos y cargas procedemos a mallar nuestra estructura. El mallado es la fase más crítica, ya sea por la complejidad de la geometría y por el tamaño de elementos a generar, que es dependiente de la memoria RAM. Además es importante la discretización y la cantidad de elementos en los espesores.



Figura N° 67: Selección del tipo de mallado.⁹⁴

En la ventana que se genera vamos a determinar la densidad de la malla, que por defecto el

⁹³ Fuente: Solid Works 2011

⁹⁴ Fuente: Solid Works 2011.

programa selecciona automáticamente una opción. En la opción de PARÁMETRO DE MALLADO, seleccionamos el MALLADO ESTANDAR, y damos un clic en aceptar.

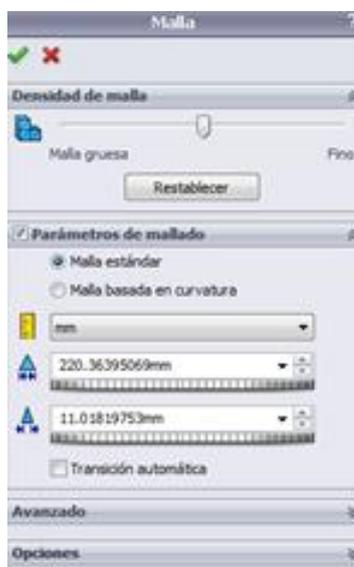


Figura N° 68: Selección de la densidad y parámetros de mallado.⁹⁵

De esta manera se visualiza el mallado de la estructura verificando que ningún miembro estructural se excluyó o eliminó, ya que esto nos dará un análisis equivocado.

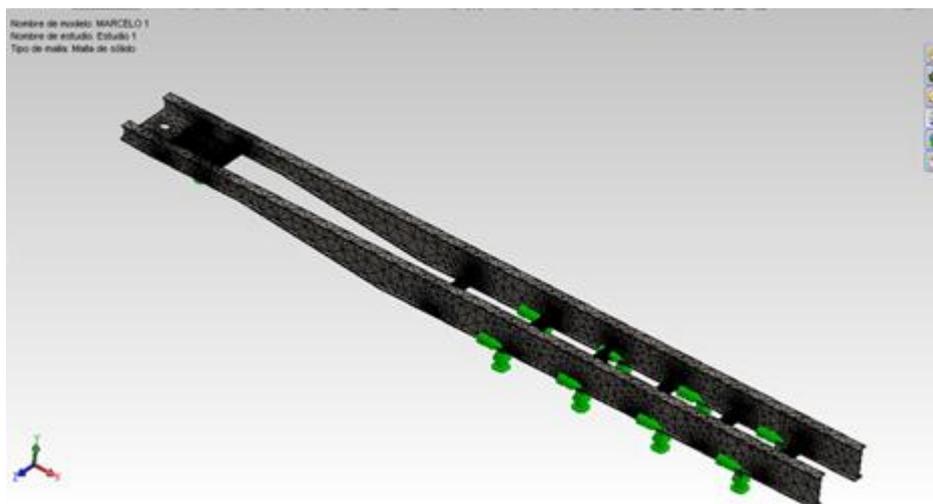


Figura N° 69: Mallado chasis de la plataforma.⁹⁶

⁹⁵ Fuente: Solid Works 2011.

⁹⁶ Fuente: Solid Works 2011.

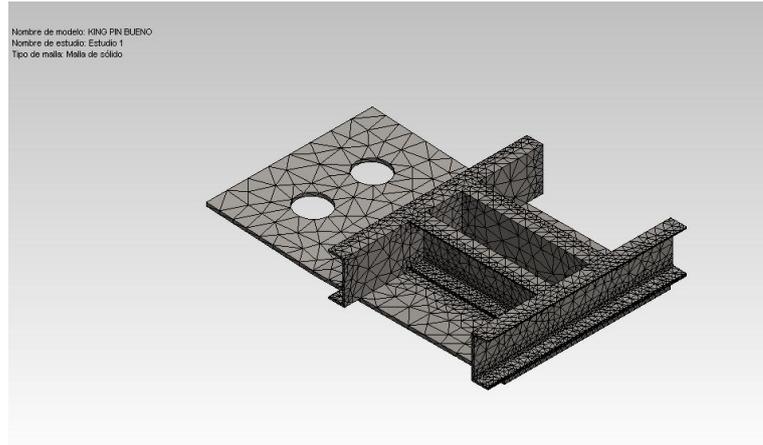


Figura N° 70: Mallado del Soporte del King Pin.⁹⁷

4.3. SIMULACIÓN DE LA ESTRUCTURA EN EL SOFTWARE.

Con los miembros estructurales definidos y aplicados las cargas vivas, cargas muertas, cargas de impacto, cargas de resistencia al aire y sus restricciones, que actúan en la estructura, el siguiente procedimiento es realizar el análisis final, esto con ayuda del mismo paquete computacional Solid Works.

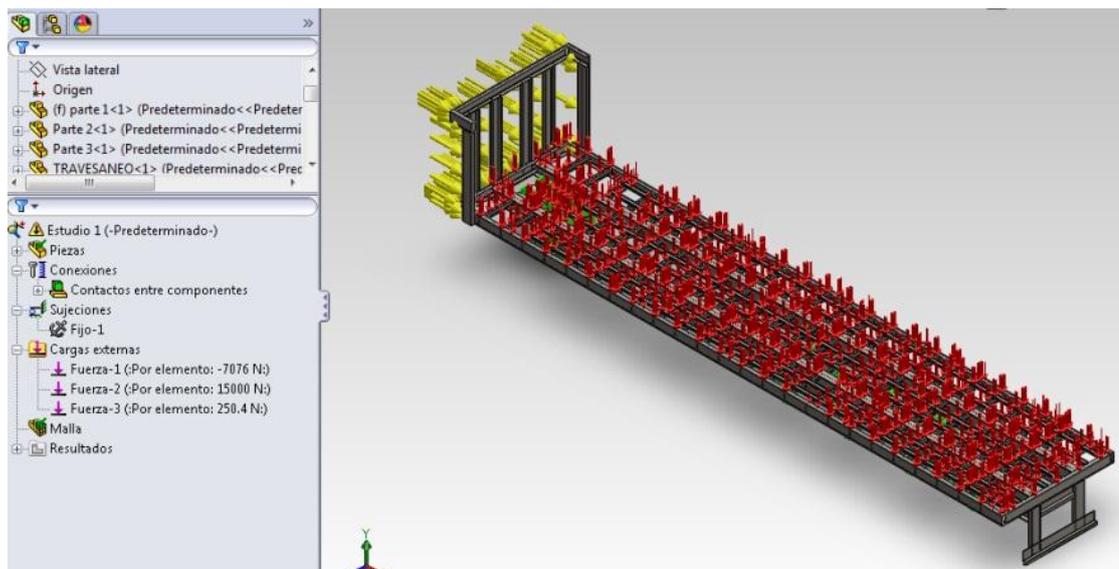


Figura N° 71: Estructura definida.⁹⁸

⁹⁷ Fuente Propia: Solid Works 2011.

⁹⁸ Fuente Propia: SolidWorks 2011.

El chasis de la plataforma es el encargado de soportar el peso de los componentes y accesorios, así como la carga útil. Cuando la plataforma se desplaza por un camino irregular el chasis está sujeto a vibraciones.

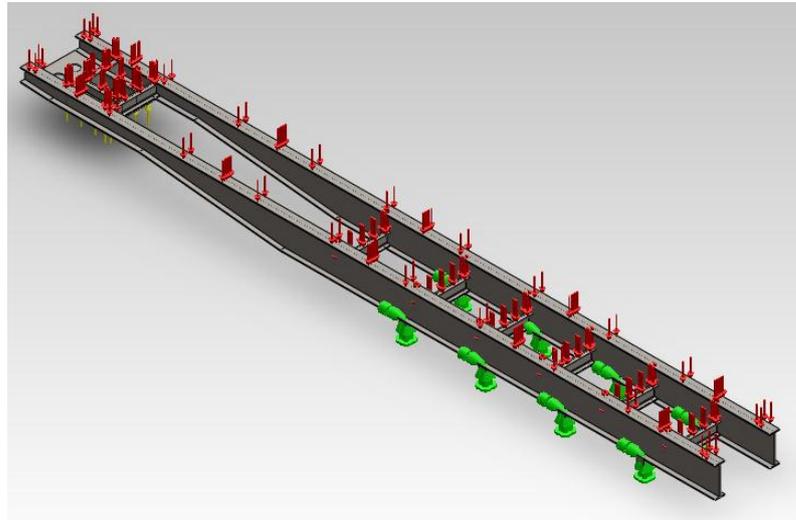


Figura N° 72: Chasis con cargas.⁹⁹

Otro miembro estructural que requiere un análisis más profundo está localizado en la plancha, refuerzos y king pin. La plancha de enganche debe estar diseñada para soportar una carga vertical del 47% del PBV¹⁰⁰, la cual deberá tener un factor de seguridad mínimo de 3,5. La capacidad de arrastre debe ser de al menos el doble del PBV.

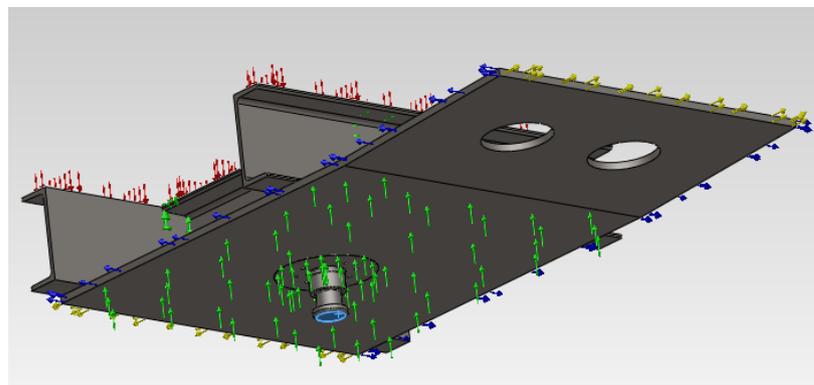


Figura N° 73: Plancha y refuerzos para King Pin.¹⁰¹

⁹⁹ **Fuente propia:** SolidWorks 2011.

¹⁰⁰ Peso Bruto Vehicular.

¹⁰¹ **Fuente propia:** SolidWorks 2011.

4.4. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA.

Es el procedimiento más importante en el diseño de la plataforma, para la determinación de la respuesta del sistema estructural ante la sollicitación de las acciones externas que pueden incidir sobre dicho sistema estructural.

4.4.1. CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS.

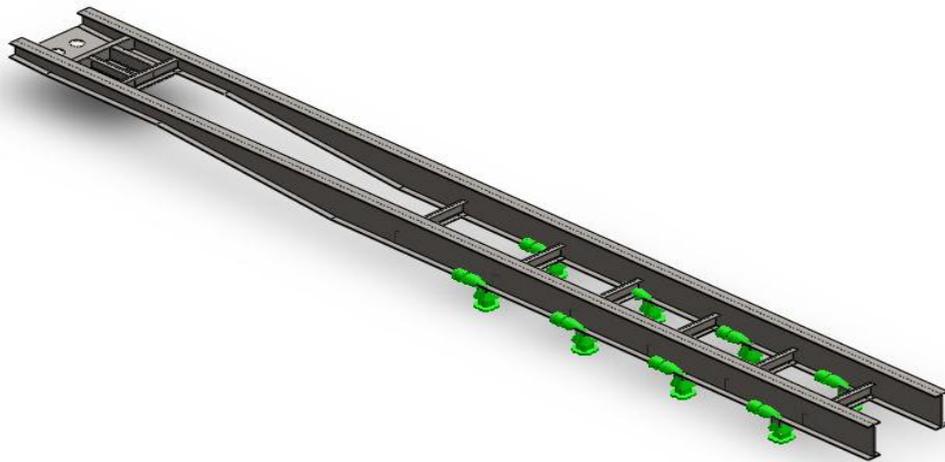
El modelo se simuló como un sistema simplemente soportado, con las cargas aplicadas correspondientes al peso propio y a la transportada. Si bien lo recomendado es aplicar las cargas en un número pequeño de puntos y que estos puntos sean estáticamente equivalentes a la carga real, en nuestro caso consideramos que se debe aplicar en forma distribuida por el tipo de vehículo estudiado (semirremolque plataforma cama alta).

Es importante luego de la simulación determinar la reacción en los ejes correspondientes, verificando que se cumpla la reglamentación vigente. En el caso del cálculo estático solamente reaccionarán en base a la carga estacionaria (30000 Kgf) pero cuando el vehículo se desplaza sobre la carretera o en caminos rurales, el valor resultará más alto, debido tanto a la rugosidad del suelo, como a las irregularidades del terreno. Para ello hemos realizado un cálculo con un valor de carga de 33000 Kgf.

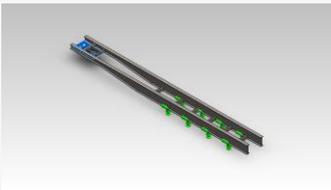
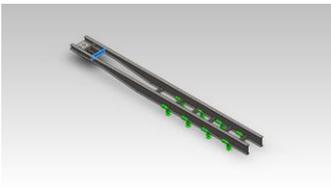
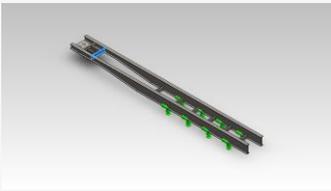
4.4.2. INFORME GENERADO POR SOLIDWORKS 2011.

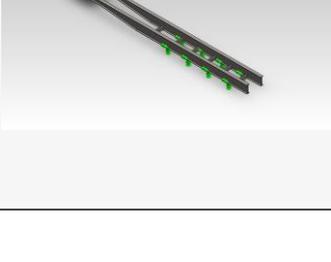
El diseño cumple con las disposiciones de factores de carga y resistencia según ANSI/AISC 360-05, satisface los requisitos cuando la resistencia de diseño de cada componente estructural es mayor o igual a la resistencia requerida determinada, de acuerdo a las combinaciones de carga LRFD¹⁰².

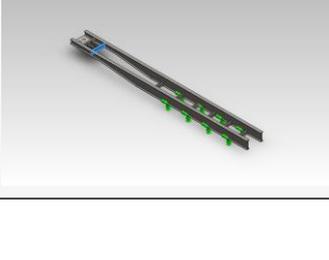
¹⁰² Método de factores de carga y resistencia. AMERICAN INSTITUTE OF STEEL COSTRUCTION (AISC). Specification for structural steel building, ANSI/ AISC 360-05, united Stated of America.

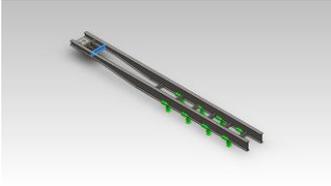
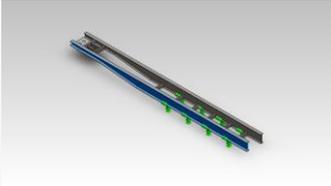
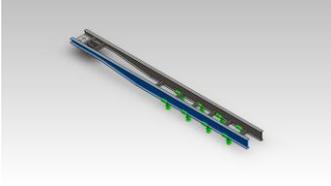


Nombre del modelo: TESIS
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir2 	Sólido	Masa: 282.916 lb Volumen: 997.592 in ³ Densidad: 0.283599 lb/in ³ Peso: 282.725 lbf	C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\BASE KING PIN.SLDPRT Sep 28 23:27:52 2012
Saliente-Extruir1 	Sólido	Masa: 31.6606 lb Volumen: 111.638 in ³ Densidad: 0.283599 lb/in ³ Peso: 31.6391 lbf	C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\KING 1.SLDPRT Sep 28 23:27:52 2012
Saliente-Extruir1 	Sólido	Masa: 31.6606 lb Volumen: 111.638 in ³ Densidad: 0.283599 lb/in ³ Peso: 31.6391 lbf	C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\KING 1.SLDPRT Sep 28 23:27:52 2012

<p>MatrizC1</p> 	Sólido	<p>Masa: 15.9146 lb Volumen: 56.1163 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 15.9038 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\KING PIN\KING PIN.SLDPRT Sep 28 23:27:50 2012</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 567.231 lb Volumen: 2000.11 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 566.846 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\Parte 2.SLDPRT Sep 28 23:28:06 2012</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 567.231 lb Volumen: 2000.11 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 566.846 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\Parte 2.SLDPRT Sep 28 23:28:06 2012</p>
<p>MatrizL1</p> 	Sólido	<p>Masa: 615.835 lb Volumen: 2171.5 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 615.417 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\Parte 3.SLDPRT Sep 28 23:28:05 2012</p>
<p>MatrizL1</p> 	Sólido	<p>Masa: 615.835 lb Volumen: 2171.5 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 615.417 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\Parte 3.SLDPRT Sep 28 23:28:05 2012</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 49.2849 lb Volumen: 173.784 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 49.2515 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\Refuerzos base chasis.SLDPRT Oct 01 15:23:55 2012</p>

<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 49.2849 lb Volumen: 173.784 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 49.2515 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\Refuerzos base chasis.SLDPRT Oct 01 15:23:55 2012</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 49.2849 lb Volumen: 173.784 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 49.2515 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\Refuerzos base chasis.SLDPRT Oct 01 15:23:55 2012</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 49.2849 lb Volumen: 173.784 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 49.2515 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\Refuerzos base chasis.SLDPRT Oct 01 15:23:55 2012</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 49.2849 lb Volumen: 173.784 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 49.2515 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\Refuerzos base chasis.SLDPRT Oct 01 15:23:55 2012</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 49.2849 lb Volumen: 173.784 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 49.2515 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\Refuerzos base chasis.SLDPRT Oct 01 15:23:55 2012</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 49.2849 lb Volumen:173.784 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 49.2515 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\Refuerzos base chasis.SLDPRT Oct 01 15:23:55 2012</p>

<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa: 49.2849 lb Volumen: 173.784 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 49.2515 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\1\Refuerzos base chasis.SLDPRT Oct 01 15:23:55 2012</p>
<p>Saliente-Extruir2</p> 	Sólido	<p>Masa: 1401.24 lb Volumen: 4940.9 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 1400.29 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\parte 1.SLDPRT Sep 28 23:28:07 2012</p>
<p>Saliente-Extruir2</p> 	Sólido	<p>Masa: 1401.24 lb Volumen: 4940.9 in³ Densidad: 0.283599 lb/in³ Peso: 1400.29 lbf</p>	<p>C:\Users\Paul\Documents\PRACTICAS SOLID WORK TESIS\CHASIS PLATAFORMA\parte 1.SLDPRT Sep 28 23:28:07 2012</p>

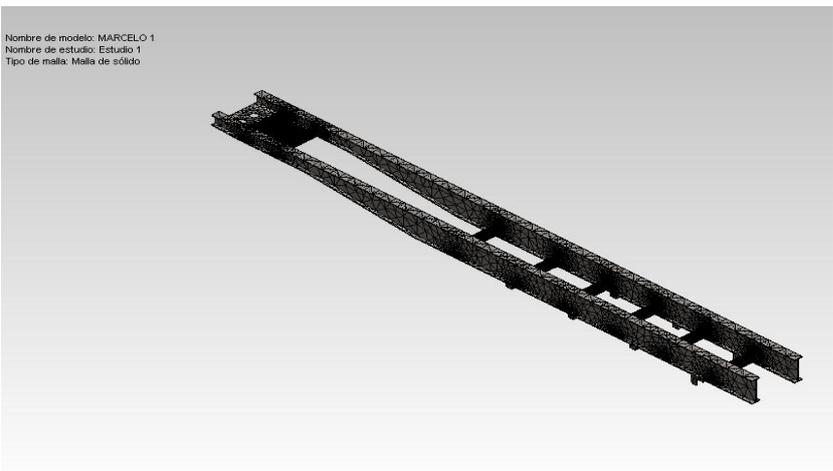
UNIDADES	
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

PROPIEDADES DEL ESTUDIO	
Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automática
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

PROPIEDADES DEL MATERIAL	
Propiedades	Componentes
<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises</p> <p>Límite elástico: 2.5e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2e+011 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.93e+010 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(BASE KING PIN-2), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(KING 1-1), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(KING 1-2), Sólido 1(MatrizC1)(KING PIN-1), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Parte 2-1), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Parte 2-2), Sólido 1(MatrizL1)(Parte 3-1), Sólido 1(MatrizL1)(Parte 3-2), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Refuerzos base chasis-1), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Refuerzos base chasis-2), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Refuerzos base chasis-3), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Refuerzos base chasis-4), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Refuerzos base chasis-5), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Refuerzos base chasis-6), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Refuerzos base chasis-7), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Refuerzos base chasis-8), Sólido 1(Saliente-Extruir2)(parte 1-1), Sólido 1(Saliente-Extruir2)(parte 1-2)</p>

CARGAS Y SUJECIONES				
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 9 caras Tipo: Geometría fija		
FUERZAS RESULTANTES				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-4.87198	54904.1	-4.24188	54904.1
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Detalles de carga
Fuerza-1	Entidades: 12 caras, 1 plano Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -7076 N
Fuerza-2	Entidades: 2 caras, 1 plano Referencia: Planta Tipo: Fuerza Valores: --, --, 15000 N

INFORMACIÓN DE MALLA - DETALLES	
Número total de nodos	245002
Número total de elementos	124531
Cociente máximo de aspect	108.85
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	56.2
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	2.87
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:43
Nombre de computadora:	PAUL-PC
	

FUERZAS DE REACCIÓN					
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-4.87198	54904.1	-4.24188	54904.1

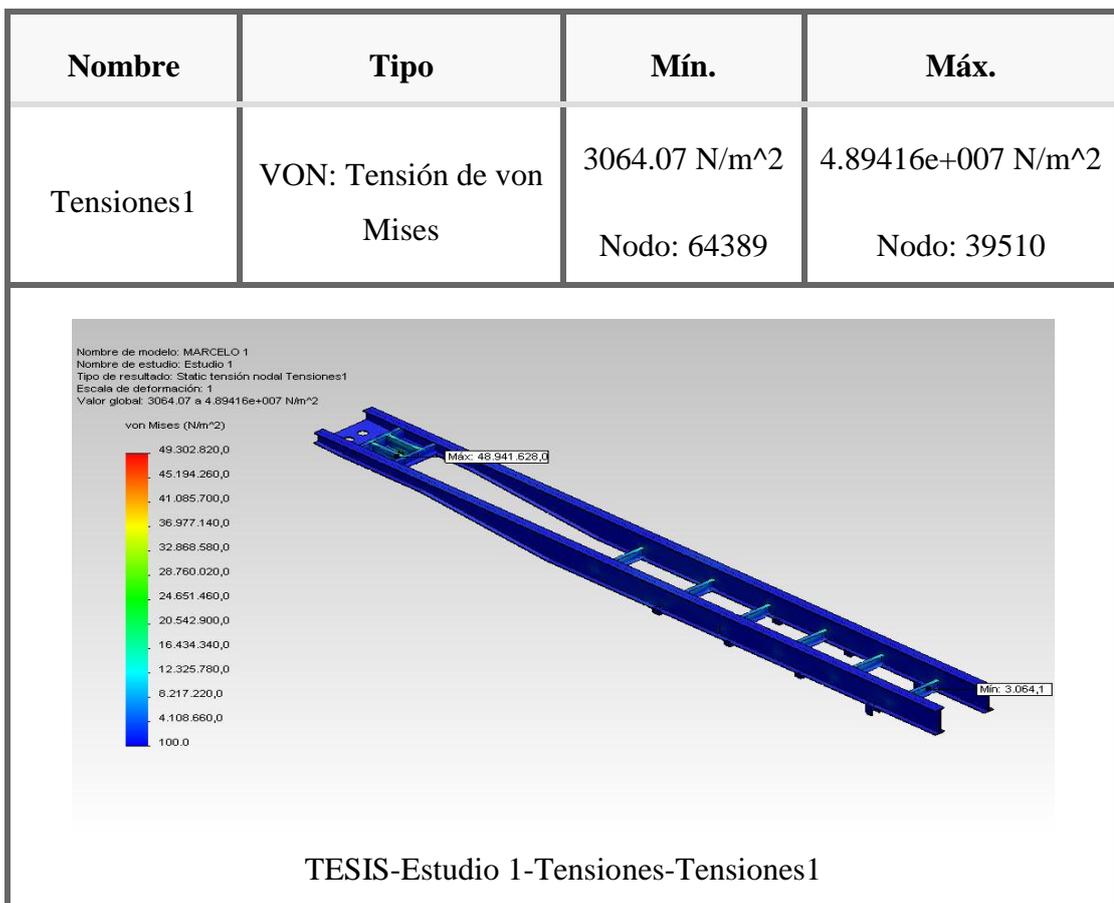
MOMENTOS DE REACCIÓN					
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N-m	0	0	0	0

4.4.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO.

La simulación está basada sobre la condición de un cálculo estacionario. El modelo fue simulado como un sistema simplemente soportado, con las cargas aplicadas correspondientes al peso propio y a la transportada.

TENSIÓN DE VON MISES:

El análisis de tensiones de Von Mises (VON), nos dio como resultado que las áreas de mayor tensión se localizan en la parte delantera de la plataforma, sobre todo en la zona donde se aloja el King Pin, a través de los refuerzos del plato del king pin, con un valor $4.89416e+007 \text{ N/m}^2$ en el nodo: 39510 con malla estándar 6+ y el área de menor tensión se localiza en los arriostes que dan rigidez a las vigas principales, a pesar de esto el material se encuentra dentro del límite elástico.

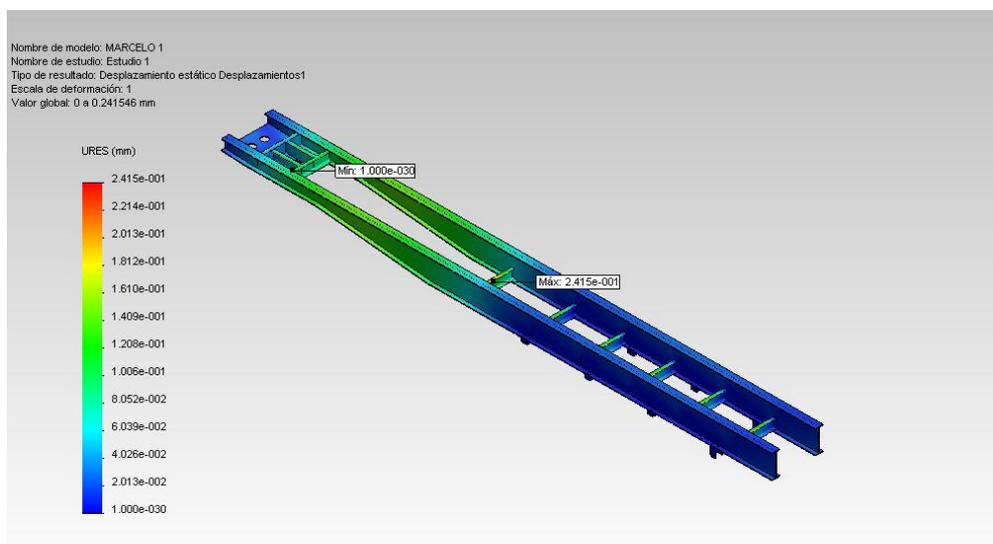


Las juntas soldadas son zonas propensas a concentrar tensiones, por lo que el proceso de soldado es muy importante en la etapa de fabricación y sobre el cual hay que prestar atención especial. La idea es construir el chasis con las menores juntas soldadas.

DESPLAZAMIENTO:

El desplazamiento o deformación máxima (URES), que presenta el miembro estructural bajo las cargas de funcionamiento, se localiza en el área ubicada entre el área de la base del king pin y el arrioste delantero, zona en la cual cambia las dimensiones de las vigas principales, con un valor máximo de 0.241546 mm, en el nodo 166080, localizada en la zona del king pin.

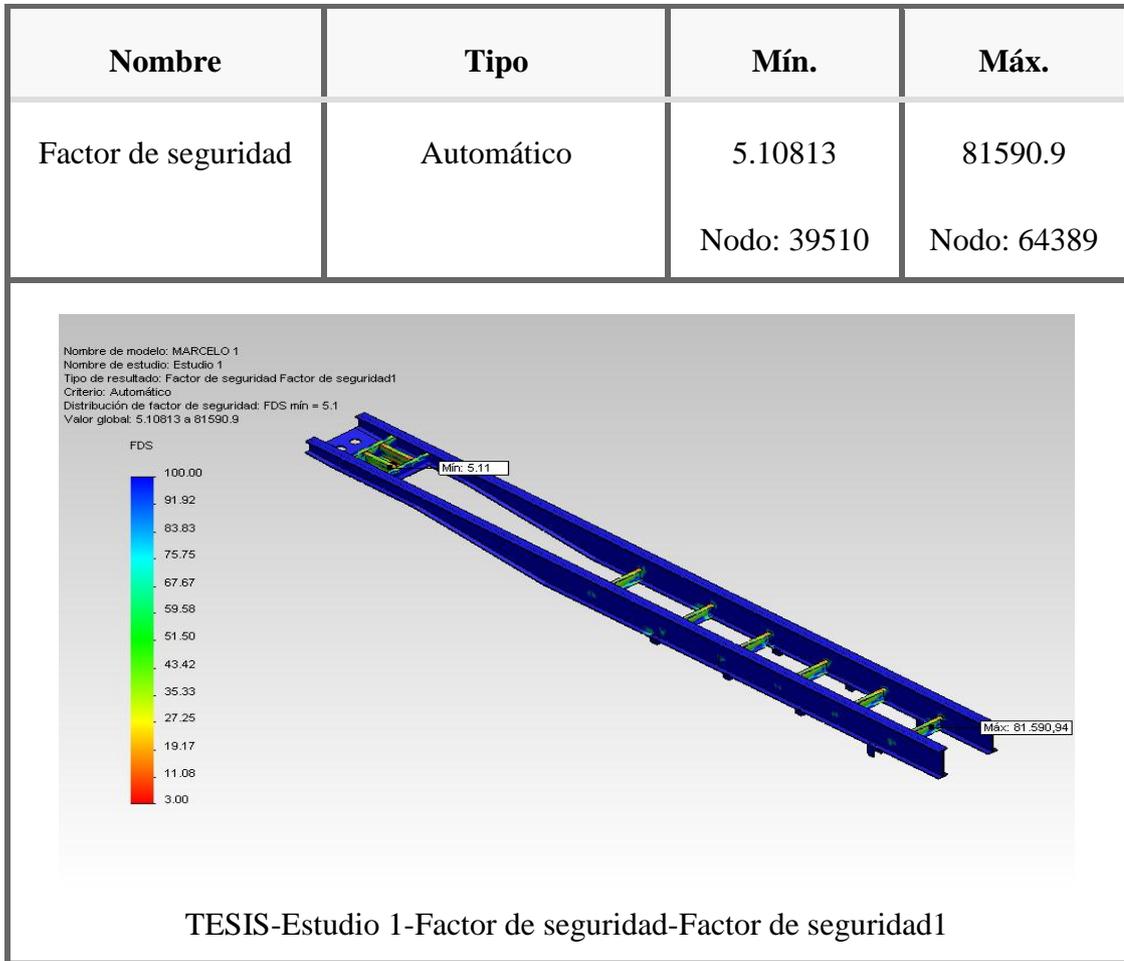
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 37702	0.241546 mm Nodo: 166080



TESIS-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

FACTOR DE SEGURIDAD:

El factor de seguridad (Fs.) mínimo nos resultó sobre un valor de 5, en la zona del King Pin que es la zona más crítica, la cual está sometida a cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas.



De acuerdo a las tareas desarrolladas y a los resultados mostrados se puede concluir, que mediante el uso de esta herramienta computacional, de cálculo estructural, se mejora tanto la calidad del resultado, como el tiempo de obtención del mismo, logrando así poder reducir el proceso de cálculo y los costos del mismo.

4.5. SELECCIÓN DE ELEMENTOS.

4.5.1. SELECCIÓN DE SUSPENSIÓN.

La suspensión seleccionada es de la marca RANDON, modelo **01+02 (1 Eje Neumático y Desplazado + 2 Ejes Mecánicos)**. Esta soporta una carga máxima de 36000 kg, en conjunto con un cabezal 6x4, estando nosotros limitados en nuestro diseño, a una carga de 33000 kg entre carga viva y carga muerta. En la siguiente tabla vemos las presiones a las que está sometido el sistema de suspensión en función a la capacidad de carga.

Tabla 13: Suspensión Randon.¹⁰³

Carga	Presión (en bar)			
	Vehículo Tractor 4x2 Semirremolque 01+02	Vehículo Tractor 4x2 Semirremolque 01+01+01	Vehículo Tractor 6x2 (6x4) Semirremolque 01+02	Vehículo Tractor 6x2 (6x4) Semirremolque 01+01+01
17.000 Kg	3,0	3,2		
18.000 Kg	3,2	3,4		3,1
19.000 Kg	3,4	3,5		3,2
20.000 Kg	3,6	3,6	3,0	3,3
21.000 Kg	3,7	3,7	3,2	3,4
22.000 Kg	3,9	3,8	3,3	3,5
23.000 Kg	4,1	4,0	3,5	3,6
24.000 Kg	4,2	4,1	3,6	3,7
25.000 Kg	4,4	4,2	3,8	3,8
26.000 Kg	4,6	4,3	3,9	3,9
27.000 Kg	4,8	4,4	4,1	4,0
28.000 Kg	4,9	4,6	4,2	4,1
29.000 Kg	5,1	4,7	4,3	4,2
30.000 Kg	5,3	4,8	4,5	4,3
31.000 Kg	5,4	4,9	4,6	4,4
32.000 Kg		5,1	4,8	4,5
33.000 Kg		5,2	4,9	4,6
34.000 Kg		5,3	5,1	4,7
35.000 Kg			5,2	4,8
36.000 Kg			5,4	4,9

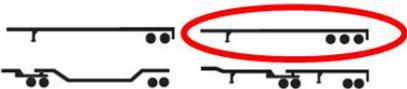
¹⁰³ Fuente: RANDON.

4.5.2. SELECCIÓN DE EJES.

La carga máxima que deben soportar los ejes de la plataforma cama alta es de 33000 Kg en (carga viva + carga muerta), por lo cual se seleccionan los ejes de la marca HENDRICKSON, modelo TR-8750 para tres ejes, de los cuales cada eje soporta una carga de 11340 [Kg].

En la siguiente figura observamos la selección mediante el catálogo del grupo Hendrickson.

Moderate Duty



	FIXED SUSPENSION		MAXIMUM SUSPENSION VERTICAL LOAD (PER AXLE)	SLIDER SUSPENSION	MAXIMUM SUSPENSION VERTICAL LOAD
Less than 118,000 lb. GCW Single, Tandem, and Tri-Axle Trailers, Line Haul, Stake and Rack - On Road. Not For City Pick-Up and Delivery ⁽¹⁾	TS-4440 ⁽²⁾	USR-4440 ⁽²⁾	22,000 lb. (10,433 kg.)	Z-Frame	40,000 lb. (18,144 kg.)
	TS-5500 ⁽²⁾ TR-8750 ⁽³⁾	USR-5500 ⁽²⁾ DuraLite ⁽⁴⁾	25,000 lb. (11,340 kg.)		

Figura N° 74: Ejes seleccionados.¹⁰⁴

4.5.3. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS.

La normativa es cada vez más estricta, y el freno moderno debe absorber más energía en un espacio menor según la Comunidad Económica Europea (CEE), que regula la desaceleración mínima requerida a 5 m/s².

El sistema de frenado de discos ventilados viene en conjunto con los ejes. Los frenos Hendrickson descritos abajo cumplen con la revisión actual del DOT 49 CFR 571.121 y los Estándares de Seguridad Canadiense de Vehículos de Motor, Frenos de Servicio y Frenos de Estacionamiento.

Un dato muy importante para la selección es la capacidad de carga que nos indica la más baja y la más alta capacidad de carga del eje en libras.

¹⁰⁴ Fuente: Catálogos HENDRICKSON.



MODELO DE FRENOS	PASTA	CAPACIDAD DE FRENADO	CUANDO SE USA CON:		
			TAMAÑO CÁMARA DE FRENOS	LONGITUD DE MATRACA	REG DE LLANTA
Hendrickson 16.5" x 8.625" HXS*	Abex NAB456	23,000 - 25,000	30/30 [carrera 2.5"]	5.5" o 6"	17" - 20.8"
		25,000 - 27,500		6"	17" - 20.8"

Figura N° 75: Frenos seleccionados.¹⁰⁵

El circuito neumático de este diseño alimenta dos circuitos uno que cumple la función de suministrar de aire a las boyas de la suspensión, y el segundo provee de aire a los pulmones del circuito de aire.

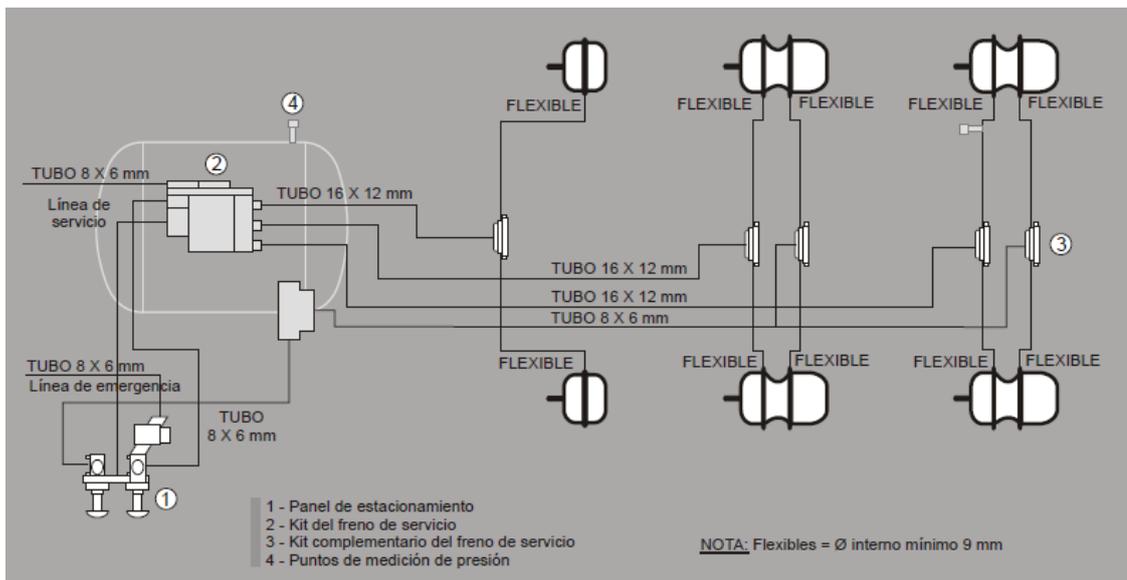


Figura N° 76: Circuito de frenos en semirremolques.¹⁰⁶

¹⁰⁵ Fuente: Catálogos HENDRICKSON.

¹⁰⁶ Fuente: Catálogo Hendrickson.

Funcionamiento del panel de estacionamiento:

El comando número 1 corresponde al freno de accionamiento mecánico el cual permite bloquear el sistema de frenos de la unidad sin la utilización directa de aire, evitando que los componentes permanezcan en posición de trabajo todo el tiempo.

El comando número 2 corresponde al freno de accionamiento neumático, que implica que el bloqueo de la unidad se realiza con utilización directa de aire y por consiguiente, quedan en funcionamiento todos los componentes del sistema.

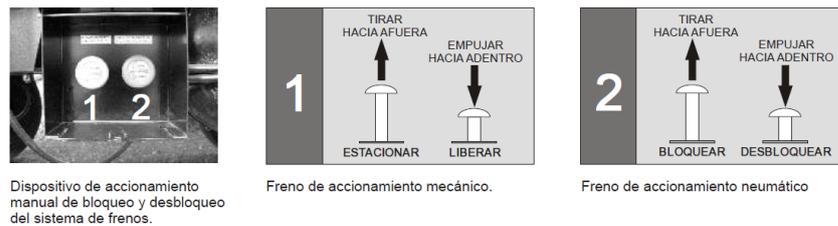


Figura N° 77: Panel de control del circuito neumático.¹⁰⁷

4.5.4. SELECCIÓN DEL KING PIN O PERNO REY.

El King pin que nosotros seleccionamos es la serie tipo hongo SAE de 2 pulgadas de la casa proveedora Holland modelo KPT-800-F, fabricado de acuerdo a la norma DIN 4080 e ISO 337, para una plancha de 9.50 mm, este king pin se usa para una carga sobre el king-pin de hasta 20 toneladas, esto en base al diseño de cabezales de las casas constructoras (SCANIA), ver Anexo D.

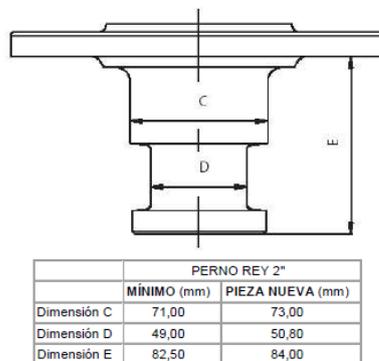


Figura N° 78: King Pin seleccionado.¹⁰⁸

¹⁰⁷ Fuente: Catálogo Hendrickson.

¹⁰⁸ Fuente: Catálogo Randon.

4.5.5. SELECCIÓN DE BARRAS DE APOYO.

Seleccionamos las barras de apoyo telescópicas de la marca JOST Modelo CB, para esto consideramos la reacción sobre la estructura en la parte delantera, que para nuestro diseño es de 12000 Kg, ver Anexo D. Estos patines proporcionan una carrera de 560 mm con una carga de elevación de 24 Ton y una carga de prueba estática de 50 Ton.

Carga de elevación	24 t
Carga de prueba estática	50 t
	36 t para apoyo (Rodillo)
Recorrido por cada vuelta de manivela	
- Marcha de carga	0,9 mm
- Marcha rápida	15,0 mm
Presión sobre cada manivela para una carga de elevación de 16 t	110 N



Apoyo S

Figura N° 79: Barra y apoyo seleccionadas.¹⁰⁹

Además el apoyo de las barras será de TIPO S que permite adecuarse a cualquier tipo de superficie sobre la cual tenga que ser utilizado.

4.5.6. SELECCIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.

Seleccionamos el sistema eléctrico Randon, porque cumplen con la conformidad de la legislación de tránsito en vigor, su composición básica es:



Figura N° 80: Sistema eléctrico.¹¹⁰

¹⁰⁹ Fuente: Metal mecánica JM.

¹¹⁰ Fuente: Catalogo Randon.

- Señalizadores Traseros (faroles) (1).
- Señalizador triángulo reflector (2).
- Conexión Eléctrica Macho (3).
- Conexión Eléctrica Hembra (4).
- Señalizadores de la matrícula (5).
- Retro reflectores (ojo de gato) (6).

La conexión eléctrica del enchufe de 7 polos es:



Figura N° 81: Conexión del enchufe de 7 polos hembra.¹¹¹

Tabla N° 14: Configuración del enchufe de 7 polos.¹¹²

(Figura anterior)

N°	Localización/Descripción	Color del cable	Potencia de las Lámparas
1	Masa (tierra)	Blanca	Masa (tierra) Placa: 2W Posición Lateral: 5W Posición Trasera: 10W Dirección Lateral: 10W Dirección Trasera: 15W Retroceso: 15W Freno: 21W
2	Posición lateral trasera izquierda	Negra	
3	Dirección izquierda	Amarilla	
4	Freno	Roja	
5	Dirección derecha	Verde	
6	Posición lateral trasera derecha	Marrón	
7	Luz de retroceso	Azul	

La siguiente tabla elaborada según especificaciones internacionales como la FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS, nos indican la ubicación y designaciones técnicas que deben cumplir el circuito eléctrico en la plataforma.

¹¹¹ Fuente: Propia.

¹¹² Fuente: Catalogo Randon.

Tabla N° 15: Luces de la plataforma.¹¹³

DESCRIPCIÓN DE LUCES DE LA PLATAFORMA				
Tipo de luz	Número	Color	Ubicació	Obligatorieda
Luz de freno	2	Rojo	Detrás	Obligatorio
Luces direccionales	2	Amarillo	Detrás	Obligatorio
Luces de marcha atrás	1 o 2	Blanco	Detrás	Opcional
Luces de posición lateral	4	Amarillo	Laterales	Obligatorio
Luces de posición trasera	2	Rojo	Detrás	Obligatorio
Luces de posición delantera	2	Blanco	Delante	Obligatorio
Catadióptricos traseros triangulares	2	Rojo	Detrás	Obligatorio
Catadióptricos delanteros no triangulares	2	Blanco	Delante	Obligatorio
Catadióptricos laterales no triangulares	4	Amarillo	Lateral	Obligatorio
Señal de emergencia	2	Amarillo	Detrás	Obligatorio

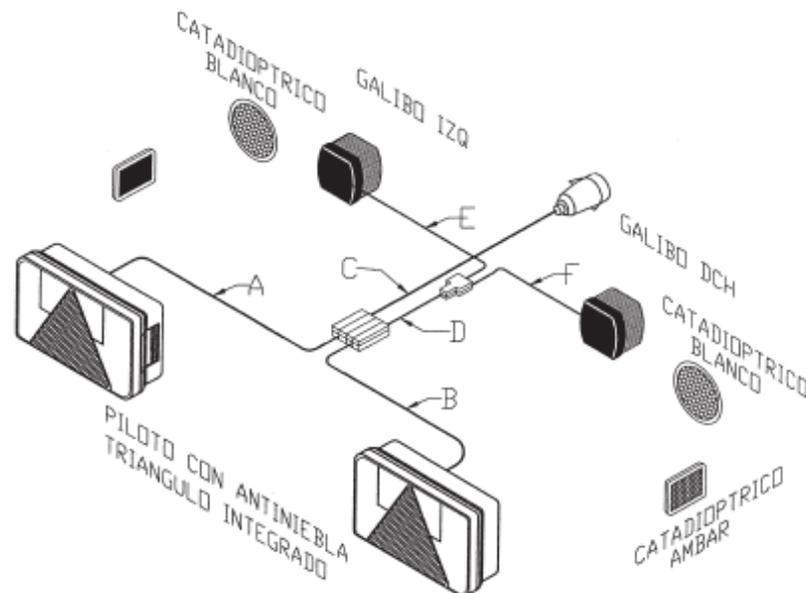


Figura N° 82: Circuito eléctrico.¹¹⁴

¹¹³ Fuente: Propia

¹¹⁴ Fuente: Material Eléctrico.

4.5.7. SELECCIÓN DE NEUMÁTICOS.

La plataforma dispondrá de doce neumáticos que en conjunto tendrán que transferir la reacción resultante hacia el piso bajo tres ejes, cada uno soportando una carga de 11340 Kg, es decir cada llanta soporta un cuarto de carga por eje, con lo que se necesitará un neumático que con las siguientes características:

$$\text{Carga por llanta} = \text{carga del eje} / 4$$

$$\text{Carga por llanta} = 2835 \text{ Kg}$$

Marca: Continental Tires

Modelo: HSR

Medidas: 11.00 R 22.5

Presiones máx.: 7.93 Kg/cm²

Capacidad de carga a presión mínima indicada: 2873 Kg.

No olvidemos que los neumáticos sufren continuamente evolución por lo que se recomienda consultar con los fabricantes para así tener un mayor desempeño en la selección de estos.



Figura N° 83: Neumático seleccionado.¹¹⁵

¹¹⁵ **Fuente:** Continental Tires.

4.5.8. ACCESORIOS.

Los accesorios ubicados en la plataforma, estarán ubicados según la norma de seguridad técnica vehicular y el cuál recomienda tener el 33% del largo cubierto con cinta reflectora de 5cm de ancho.

Además para este tipo de vehículos de grandes longitudes, entre quinta rueda y ejes es necesario adicionar accesorios que ayuden a contrarrestar en algo los accidentes de vehículos no motorizados y motorizados para esto se coloca accesorios llamados bicicletero ubicado en los laterales, porta llantas y un Guardachoque en la parte posterior de la plataforma.



Figura N° 84: Accesorios remolques y semirremolques.¹¹⁶

¹¹⁶ Fuente: Propia.

CAPÍTULO V

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

5.1. DIAGRAMA DE PROCESOS.

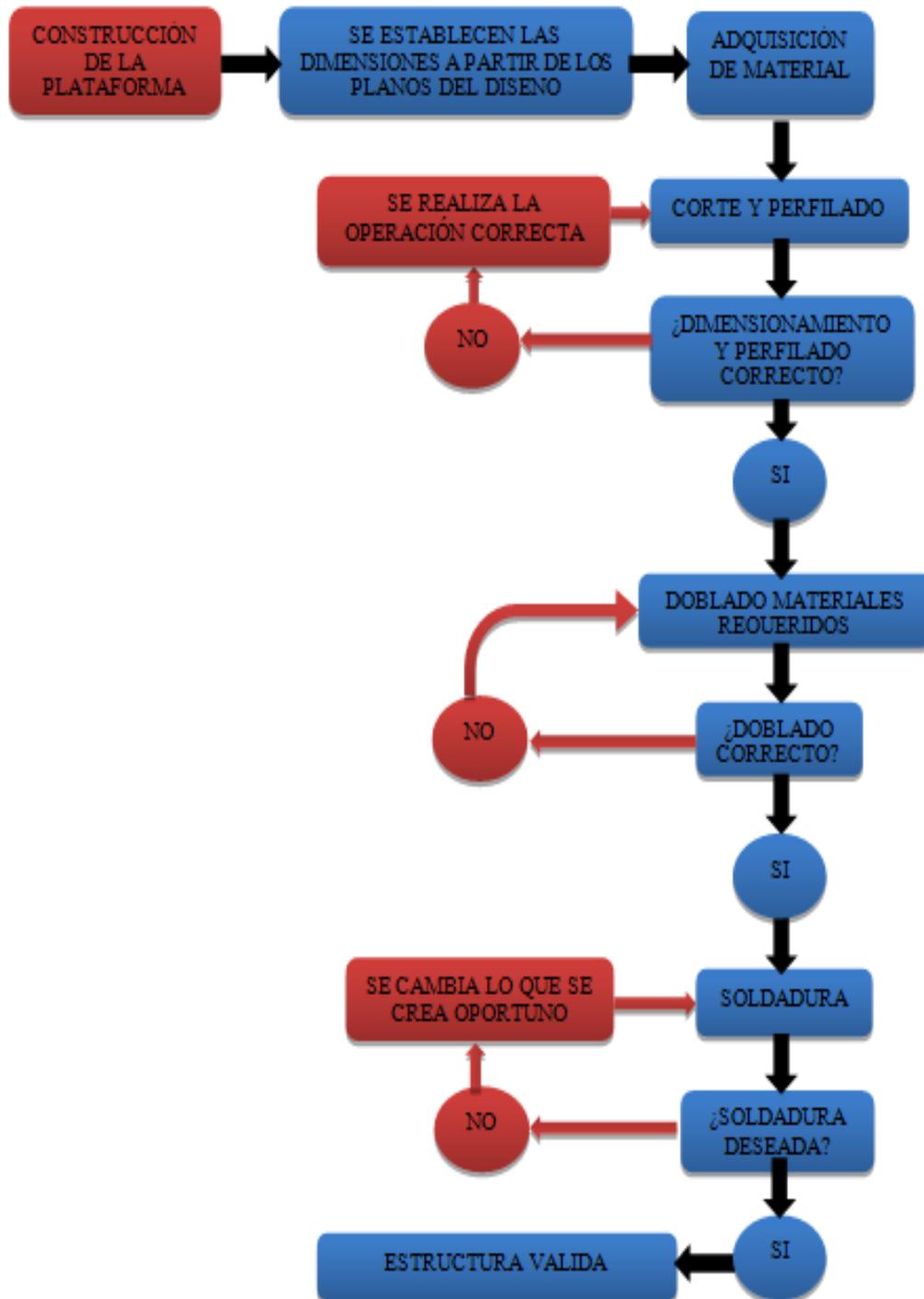
El proceso de construcción es el conjunto de actividades previo a la realización efectiva del producto, mientras que el montaje es el proceso mediante el cual se emplaza cada pieza en su posición definitiva dentro de una estructura, estos conjuntamente realizan una determinada operación a través de la utilización de herramientas especiales (cortadoras, sueldas, dobladoras, etc.) y mano de obra calificada (ingenieros, técnicos soldadores, etc.).

Luego de haber realizado el diseño y determinado la geometría de los perfiles de la plataforma en base a los estudios realizados a través del programa Solidworks, se estableció las medidas para la construcción.

5.1.1. CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA CAMA ALTA.

Todo el proceso de construcción debe ser planificado de tal forma que el material a utilizar y todos los elementos seleccionados que entren al taller estén predestinados en la construcción de la plataforma cama alta, con un avance y desarrollo unidireccional, procurando tener el mínimo desperdicio de estos, así hemos realizado el siguiente proceso:

- a. Almacenamiento de materiales y herramientas.
- b. Marcado y selección de los materiales.
- c. Corte del material.
- d. Doblado de aceros.
- e. Preparación de juntas.
- f. Soldadura de juntas.
- g. Proceso de pintura.



a. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS.

Para la ejecución del trabajo se aconseja tener a la mano todos los recursos que se va a utilizar, con el fin de aprovechar el tiempo en la ejecución del proyecto, en recursos nos referimos a todos los perfiles, herramienta adecuada, personal calificado, etc.



Figura N° 85: Almacenamiento de recursos.¹¹⁷

b. MARCADO Y SELECCIÓN DE LOS MATERIALES.

El proceso de construcción de la estructura continua con la marcación o rayado en los perfiles seleccionados que requieren modificarse dimensionalmente, este proceso se lo realiza considerando las dimensiones y las cuales están en los planos generados por el programa Solidworks, además un punto muy importante es tener en cuenta el espacio que nos queda al utilizar las herramientas como cierras o en otras ocasiones el plasmacorte; de tal forma que al cortar los perfiles, estos tengan las mismas medidas que en los planos.

Las medidas se lo toman en centímetros y el instrumento a utilizar para determinar esta medida es un flexómetro, y el marcado de los perfiles se lo realiza con un rayador o tiza.



Figura N° 86: Marcado de los perfiles.¹¹⁸

¹¹⁷ **Fuente Propia:** Metalmecánica JG.

¹¹⁸ **Fuente Propia:** Metalmecánica JG.

c. CORTE DEL MATERIAL.

Como los materiales son de gran espesor nos obliga a utilizar herramienta especializada como es el plasmacorte¹¹⁹ y la utilización de cortadoras industriales. El corte de los perfiles se realiza dependiendo de los perfiles que vamos a unir y de la geometría que se quiere conseguir, por eso se tiene muy en cuenta las diferentes formas la estructura.



Figura N° 87: Corte de plancha naval.¹²⁰

d. DOBLADO DE ACEROS.

El doblado de los materiales se realiza con la ayuda de la suelda oxiacetilénica¹²¹, para esta aplicación se utiliza una llama oxidante, la cual utiliza mayor cantidad de oxígeno, que nos permite calentar la pieza y luego doblarla.



Figura N° 88: Doblado de platinas para chasis.¹²²

¹¹⁹ El corte por plasma se basa en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada.

¹²⁰ **Fuente Propia:** Metalmecánica JG.

¹²¹ Esta suelda consiste en una llama dirigida por soplete y puede ser usado para calentar doblar, forjar.

¹²² **Fuente Propia:** Metalmecánica JG.

e. PREPARACIÓN DE JUNTAS.

Una vez cortados los perfiles con las dimensiones exactas se procede a la preparación de juntas con la finalidad de facilitar eliminar residuos perjudiciales para la suelta esto nos dará como resultado una soldadura sana y bien penetrada, también nos permite no utilizar en exceso el material de aporte de la soldadura y por lo tanto se realice un cordón uniforme y con buena adherencia.



Figura N° 89: Preparación de las superficies.¹²³

Los factores más importantes que intervienen en la elección del tipo de junta son:

- Accesibilidad a las dos caras de la junta.
- Espesor del metal a soldar.
- Grado de penetración.
- Posibilidad de prevenir o no las deformaciones.
- Naturaleza del metal base.

f. SOLDADURA.

La soldadura como procedimiento de construcción de estructuras y piezas de máquina tiene especial importancia dado que permite obtener elementos livianos resistentes, económicos y seguros. Pero ello es solamente posible si el diseño y construcción de la

¹²³ **Fuente Propia:** Metalmecánica JG.

plataforma son realizados con procedimientos propios de soldadura, aplicando procedimientos técnicos de ingeniería.

Para lograrlo el técnico soldador debe conocer procesos y conocimientos requeridos para lograr un cordón de calidad, la plataforma es fabricada en su totalidad por soldadura SMAW¹²⁴ y suelda MIG¹²⁵.



Figura N° 90: Aplicación de la Suelda en la estructura.¹²⁶

Para definir el tipo de junta o unión soldada (soldadura a tope, en V, etc.) la norma contempla los símbolos adecuados para su representación. La figura siguiente muestra el tipo de junta, el símbolo y la posición de soldadura en la línea de referencia.

¹²⁴ Proceso de soldadura, donde la unión es producida por el calor generado por un arco eléctrico, con o sin aplicación de presión y con o sin material de aporte.

¹²⁵ Conocida como Proceso MIG/MAG, la fusión es producida por un arco que se establece entre el extremo del alambre aportado continuamente y la pieza a soldar. La protección se obtiene íntegramente de los gases suministrados simultáneamente con el metal de aporte.

¹²⁶ **Fuente Propia:** Metalmecánica JG.

TIPO DE JUNTA	SÍMBOLO	POSICIÓN EN LA LÍNEA DE REFERENCIA
DE FILETE		POR ARRIBA DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
		POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
A TOPE		POR ARRIBA DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
		POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
EN V		POR ARRIBA DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
		POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
EN BISEL		POR ARRIBA DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
		POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
EN U		POR ARRIBA DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
		POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
EN J		POR ARRIBA DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
		POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
EN V CURVA		POR ARRIBA DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
		POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
EN BISEL CURVO		POR ARRIBA DE LA LÍNEA DE REFERENCIA
		POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE REFERENCIA

Figura N° 91: Tipos de unión de juntas.¹²⁷

¹²⁷ Fuente: Procesos de soldadura aplicados en la construcción naval.

En el proceso de soldadura se realiza el montaje de los elementos seleccionados como perfilera seleccionada para formar el chasis, y elementos estandarizados como ejes, sistema de suspensión, plancha para king pin, patas de apoyo.

EJES:

Se sueldan las bases de los ejes cuadrados para luego agarrarla a la suspensión.



Figura N° 92: Soldadura de ejes.¹²⁸

SISTEMA DE SUSPENSION:

Se sueldan las manos de la suspensión al chasis de la plataforma en la parte trasera.



Figura N° 93: Montaje de Sistema de Suspensión.¹²⁹

¹²⁸ **Fuente:** Metalmecánica JG.

¹²⁹ **Fuente:** Metalmecánica JG.

PLANCHA PARA KING PIN:

Ahora procedemos a instalar la plancha del king pin y soldarla en la parte delantera de la plataforma.



Figura N° 94: Montaje plancha con King pin.¹³⁰

PATAS DE APOYO

De igual manera instalamos las patas de apoyo y se procede con la soldadura.



Figura N° 95: Montaje de las patas de apoyo.¹³¹

¹³⁰ **Fuente:** Metalmecánica JG.

¹³¹ **Fuente:** Metalmecánica JG.

G. PROCESO DE PINTURA.

Ya con la estructura definida en su totalidad procederemos a extraer las partículas de oxidación de la estructura, además de eliminar posibles escorias que no hayan sido eliminadas, producto de la soldadura. Este procedimiento se hace mediante granalla impulsada por aire a presión.

El siguiente procedimiento es la pintura con anticorrosivo epóxico. Este químico cuenta con sustancias que puede desarrollar una capa impenetrable para el oxígeno, agente causante de la oxidación, además de evaporar casi en su totalidad la humedad presente en la zona. Se recomienda pintura con agentes epóxicos.

Ahora bien para poder colocar en circulación la plataforma, es necesario montar los elementos faltantes de seguridad como: el sistema eléctrico además de cinta reflectiva en todos los contornos visibles tanto laterales como traseros del equipo.



Figura N° 96: Plataforma Pintada.¹³²

¹³² **Fuente:** Metalmecánica JG.

5.1.2. CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA A ESCALA.

El proceso de fabricación y ensamblaje de la plataforma se la realizó a través de la línea de producción, la cual se compone de varias estaciones y con todos los elementos de herramienta, dispositivos, equipo de protección para realizar el ensamblaje de la plataforma.

a. ENSAMBLAJE DEL PROYECTO.

a.1. CORTE PERFILES.

- Cortamos los diferentes elementos de la plataforma, marcando exactamente las medidas especificadas.



Figura N° 97: Corte de perfilería.¹³³

a.2. SOLDADURA DEL CHASIS.



Figura N° 98: Material de aporte para soldadura.¹³⁴

¹³³ Fuente: Propia.

¹³⁴ Fuente: Propia.

a.3. MONTAJE DE LA SUSPENSIÓN.

Para la suspensión armamos las ballestas con hojas para suspensión Vanderbil con un ancho de 45mm y una longitud de 70mm.



Figura N° 99: Sistema de suspensión.¹³⁵

5.1.3. PINTADO.

Este es el fin del proceso sobre la estructura misma y tiene que ser realizado por una persona que tenga conocimientos sobre procesos de pintura.



Figura N° 100: Proceso de pintura.¹³⁶

¹³⁵ Fuente: Propia.

¹³⁶ Fuente: Propia.

5.1.4. MONTAJE DE LOS ACCESORIOS.

Lubricamos las partes móviles de la plataforma luego procedemos al montaje de los demás accesorios de la plataforma como neumáticos, patas de apoyo etc.



Figura N° 101: Plataforma Construida.¹³⁷

¹³⁷ Fuente: Propia.

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE COSTOS

6.1. COSTO DE MATERIALES.

El análisis de costos está centrado en los materiales a utilizar para la construcción de la estructura así como de los accesorios que se necesitara para el correcto funcionamiento de la misma siendo muy importante para determinar el grado de inversión que la Escuela de Conducción profesional de la ESPE Latacunga tendrá que presupuestar para la elaboración de la misma.

A continuación se elaborara una lista de recursos técnicos, económicos y mano de obra que se tendrá que invertir en este proyecto y dentro de los cuales ya se incluye el impuesto del valor agregado (IVA) correspondiente al año 2012.

- ✓ Costo de materiales.
- ✓ Costo de fabricación.
- ✓ Costo de elementos normalizados.
- ✓ Costo de diseño.
- ✓ Costo total.

El costo total de los materiales que se necesitaran para la construcción de la plataforma es de 4592,64 dólares americanos incluido el impuesto al valor agregado y de los cuales el costo de cada material se detalla en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla N° 16: Costos de perfiles y planchas utilizados¹³⁸

PERFILES Y PLANCHAS UTILIZADOS			
CANTIDAD	DENOMINACIÓN	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
4	IPE 52,4X17X1,6	60,20	240,80
1	IPE 26X17X1,6	48,56	48,56
11	U 80X40X3	20,10	221,10
5	UPN 200X75X11,5	206,02	1030,10
12	IPN 100X50X4,5	67,26	807,12
1	UPN 160X65X7,5	148,05	148,05
1	T 210X100X0,9	64,30	64,30
1	IPE 100X55X4,10	67,26	67,26
1	U 200X50X3	38,78	38,78
5	U 100X50X4	38,05	190,25
3	Tool Negro e=9mm	200,94	602,82
3	Tool Negro e=6mm	131,46	394,38
3	Tool Corrugado e=4mm	82,35	247,05
		SUBTOTAL (USD)	4100,57
		12 % IVA	492,07
		TOTAL (USD)	4592,64

¹³⁸ **Fuente:** IDMACERO, PROVEEDORES INOXIDABLES Y FERRETEROS I.N.X.S.S.A

6.2. COSTO DE FABRICACIÓN.

Para los costos de fabricación se consideran además de la mano de obra los costos del transporte y ensamblaje de la estructura siendo los costos establecidos por la cámara de construcción de Quito para estructuras metálicas los cuales tomaremos como referencia, obteniendo un valor de 6575,54 dólares americanos.

Tabla N° 17: Costos de fabricación y montaje.¹³⁹

FABRICACIÓN Y MONTAJE			
DENOMINACIÓN	CANTIDAD (Kg)	VALOR UNITARIO (USD/Kg)	VALOR TOTAL (USD)
Fabricación	5241.98	0,56	2935,51
Montaje	5241.98	0,56	2935,51
SUBTOTAL(USD)			5871,02
12% IVA (USD)			704,52
TOTAL (USD)			6575,54

Además de los cuales se consideraran gastos por imprevistos que se podrían suscitar durante la construcción de la plataforma estimada en un 5% del costo total, lo cual nos dan un total de 328,77 dólares.

¹³⁹ Fuente: Propia

6.3. COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.

Los elementos normalizados son los que no estando dentro de la estructura misma, pero que son indispensables para el correcto funcionamiento de la misma y que no necesitan ser modificados para ser utilizados. El costo de estos elementos asciende a un total de 16892,59 dólares y los cuales detallamos a continuación:

Tabla N° 18: Costos de elementos normalizados utilizados.¹⁴⁰

ELEMENTOS UTILIZADOS			
DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
Sistema de suspensión	1	1875,00	1875,00
Sistema de frenos	1	651,82	651,82
Neumáticos	12	608,00	7296,00
Sistema de alumbrado	1	183,88	183,88
Patines	1	162,95	325,89
King pin	1	116,07	116,07
Ejes	3	1116,07	3348,21
Aros	12	107,15	1285,80
		SUBTOTAL (USD)	15082,67
		12% IVA (USD)	1809,92
		TOTAL (USD)	16892,59

¹⁴⁰ Fuente: PARACAMIONES E IMPORTADORA PORRAS.

6.4. COSTO DE DISEÑO.

Los costos de diseño de la estructura se calculan en base al tiempo utilizado para la ejecución de la misma y se toma en cuenta los cursos realizados y mano de obra necesaria para el diseño.

Tabla N° 19: Costo de mano de obra.¹⁴¹

CURSOS Y MANO DE OBRA PARA EL DISEÑO					
DESCRIPCIÓN	MESES	PERSONAL	HORAS	USD/ HORA	VALOR (USD)
MANO DE OBRA	2	2	160	8	5120,00
CURSOS	1	1	40	10	200,00
				TOTAL	5320,00
				(USD)	

6.5. COSTO TOTAL.

Para el costo total realizamos una sumatoria de todos los valores anteriormente descritos, los cuales fueron necesarios para la construcción de la plataforma y los cuales se detallan a continuación:

¹⁴¹ Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 20: Costo total.¹⁴²

DESCRIPCION	SUBTOTAL
COSTO DE MATERIALES	4592,64
COSTO DE FABRICACIÓN	6575,54
COSTOS DE IMPREVISTOS	328,77
COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS	16892,59
COSTO DE DISEÑO	5320,00
COSTO TOTAL (USD)	33709,54

Dándonos como resultado la cantidad de 33709,54 dólares americanos aproximados los cuales son necesarios para la construcción de la plataforma cama alta de tres ejes, dentro de los cuales ya se incluye el I.V.A.

6.6. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO.

Tabla N° 21: Costo/Beneficio.¹⁴³

OPORTUNIDAD	COSTO \$	BENEFICIO	COSTO/BENEFICIO
COMPRA PLATAFORMA CAMA ALTA	36000.00	400DOLARESX30DIAS	3
CONSTRUCCIÓN PLATAFORMA CAMA ALTA	33709.54	400DOLARESX30DIAS	2.8

¹⁴² Fuente: Elaboración Propia.

¹⁴³ Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de costo beneficio de nuestra plataforma la hicimos en base al beneficio que se obtiene diariamente se concluye que la construcción de la plataforma, es rentable en comparación a comprar una plataforma, ya que su valor aumenta en un porcentaje descrito en la tabla, aunque debemos tomar en cuenta otros factores que son el tiempo empleado en la compra de materiales y otros imprevistos adicionales.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES.

- Se ha conseguido cumplir con el objetivo principal del proyecto al diseñar el prototipo de la plataforma cama alta con tres ejes para cabezal, dirigido al transporte de carga.
- De acuerdo a las tareas desarrolladas y a los resultados mostrados se puede concluir que mediante el uso de herramientas informáticas de cálculo estructural se mejora tanto la calidad del resultado como el tiempo de obtención del mismo, logrando así poder reducir el proceso de cálculo y los costos del mismo.
- La estructura de la plataforma es resistente a las condiciones de carga impuestos y las deformaciones se encuentran dentro de los límites admisibles.
- El diseño y análisis estructural realizado mediante el programa computacional Solidworks 2011, resulta una gran opción para este tipo de estructura, teniendo en cuenta que es necesaria una correcta interpretación de los resultados obtenidos por el programa.
- La mayoría de los elementos constituyentes de la plataforma necesitan ser analizados individualmente para su selección correcta y propiamente garantice su correcto funcionamiento.
- Los materiales e insumos empleados para la construcción de la plataforma son de cómoda accesibilidad en el mercado nacional permitiendo al propietario la facilidad de reemplazo si el caso lo amerita.

- La construcción de la plataforma a escala es un elemento seguro y cumple con normas de seguridad, que le permiten circular por las vías del país.

7.2. RECOMENDACIONES.

- Para el ensamblaje de la plataforma es necesario contratar mano de obra calificada soldadores principalmente, ya que las juntas soldadas de los elementos constitutivos tienen que estar libres de defectos de soldadura.
- Es necesario seguir con normas de seguridad al momento de ejecutar los trabajos con los equipos y herramientas.
- El montaje de ejes, suspensión y neumáticos, tienen que ser correctamente alineadas al momento de acoplarla al chasis.
- Se debe verificar la perpendicularidad entre King pin y la plancha, para que el acople entre plataforma y cabezal no produzca desgaste irregulares de los elementos.
- Es recomendable la fabricación de plataformas basadas en conocimientos técnicos y con la utilización de recursos tecnológicos actualizados.
- Se recomienda que en los vehículos de la Escuela de Conducción se instalen mecanismos de enganche para poder dar una mayor utilidad la plataforma a escala, con capacitación práctica a los futuros profesionales del volante en espacios recomendados por los instructores.
- De igual manera se recomienda proponer un tema de tesis con el propósito de crear un cabezal a escala y así tener el conjunto plataforma y cabezal completo.

BIBLIOGRAFÍA.

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS, SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTE TERRESTRE Y FERROVIARIO, COORDINACIÓN DE PESOS Y DIMENSIONES

Reglamento Técnico Andino sobre Límites de Pesos y Dimensiones de los vehículos destinados al Transporte Internacional de Pasajeros y Mercancías por Carretera.

McCORMAC, J. Análisis de estructuras; Segunda edición, Traducido del inglés por José de la Cera; México; Alfaomega 2002; 693 p.

BECARIA, J. Soldadura de estructuras metálicas, Código AWS D1.1. Programa —Jóvenes especialistasl. Ecuador. Kamitec, Sección estudiantil ASME ESPE. Septiembre 2005.

Mott Robert L: RESISTENCIA DE MATERIALES; 3 Edición; Prendice-Hall, Hispanoamérica; S.A. México, 1996.

Joseph Edward Shigley: Teoría de máquinas y mecanismos.

RESISTENCIA_DE_MATERIALES,_SINGER_4ED

Manual de SOLIDWORKS

Laible J: ANÁLISIS ESTRUCTURAL; 1 Edición; Mc Graw-Hill; México 1992

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (AISC). Specification for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 360-05, United States of America, 2005.

CAORI, Patricia. Conexiones en Estructuras Metálicas, 1ra. Ed., Colombia, 2002, Unidad

de Publicaciones de Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia.

COMITÉ EJECUTIVO DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN.
Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-1, Capítulo 1, Ecuador, 2011.

CUESTA, G. Camiones y vehículos pesados, Madrid, 2003.

ESCALANTE, Víctor. Diseño de estructuras metálicas LRFD, 1ra. Ed., Republica Dominicana, 2003.

McCORMAC, Jack. Diseño de Estructuras Metálicas de Acero LRFD, 2da. Ed., México, 2002, Alfaomega.

RIBA, Carles. Diseño Concurrente, España, 2002, Ediciones Upc, España.

SHIGLEY, Joseph. Diseño en Ingeniería Mecánica, 4ta., México, 1983, McGraw-Hill.

Catálogo Fernández 2011.

CATALOGO REPUESTOS - CHAMA PARTES.

CATÁLOGO DE PRODUCTOS WABCO.

Manual de Mantenimiento MM-0112SP Sistema de Frenos Antibloqueo (ABS) para Camiones, Tractocamiones y Autobuses.

Patatas de apoyo telescópicas para aplicaciones especiales JOST.

Suspensiones para remolques HENDRICKSON.

GUÍA DE ORIENTACIÓN AL USUARIO DEL TRANSPORTE TERRESTRE,
VOLUMEN III, PERÚ 2009.

ANEXOS

ANEXO A

“NOMENCLATURA DE VEHÍCULOS”

Acorde con lo indicado en el artículo número 34 del Reglamento Aplicativo de la Ley de Caminos del Ecuador y para efectos de clasificación de los vehículos sujetos a control, se ha empleado la siguiente nomenclatura:

CLASE	NOMENCLATURA
Camión de dos ejes: medianos	2DA
Camión de dos ejes: grandes	2DB
Camión de tres ejes: (tandem posterior)	3-A
Camión de cuatro ejes: (tridem posterior)	4-C
Camión con eje tandem direccional y tandem posterior (Octopus)	4-0
Tracto camión con dos ejes y semiremolque con un eje	2S1
Tracto camión con dos ejes y semiremolque con dos ejes	2S2
Tracto camión de 2 ejes y semiremolque de 3 ejes	2S3
Tracto camión con tres ejes y semiremolque con un eje	3S1
Tracto camión con tres ejes y semiremolque con dos ejes	3S2
Tracto camión con tres ejes y semiremolque con tres ejes	3S3
Camión remolcador con dos ejes y remolque con dos ejes	2R2
Camión remolcador con dos ejes y remolque con tres ejes	2R3
Camión remolcador con tres ejes y remolque con dos ejes	3R2
Camión remolcador con tres ejes y remolque con tres ejes	3R3

ANEXO B

“REGLAMENTO DE PESOS Y DIMENSIONES”



MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTE TERRESTRE Y FERROVIARIO
COORDINACIÓN DE PESOS Y DIMENSIONES

COMUNICADO A LOS SEÑORES TRANSPORTISTAS DE CARGA PESADA, EMPRESAS QUE GENERAN CARGA, PUERTOS MARÍTIMOS Y TERRESTRES, ADUANAS, ENCARGADOS DE CONTROL DE TRANSPORTE TERRESTRE Y AFINES DEL ECUADOR.

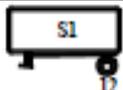
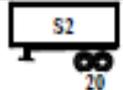
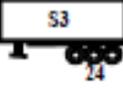
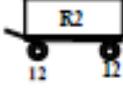
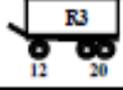
El Ministerio de Transporte y Obras Públicas informa a los Señores Transportistas de Carga Pesada, Empresas Generadoras de Carga y Público en General, que en cumplimiento a la Ley de Caminos y su Reglamento Aplicativo, y al "Reglamento Técnico Andino sobre Límites de Pesos y Dimensiones de los Vehículos destinados al Transporte Internacional de Pasajeros y Mercancías por Carretera" publicado en el Registro Oficial 310, de 20 de abril de 2001 – DECISION 491, que se encuentra efectuando el control de pesos y dimensiones a los vehículos que transportan carga y hacen uso de las carreteras de la red principal del País.

En vista de que algunos vehículos de carga, incumplen lo tipificado en la Ley de Caminos y su Reglamento Aplicativo y al Reglamento Técnico Andino, causando la destrucción de la red vial nacional, a partir, a partir del 30 de Junio de 2009, se realizará un estricto control a los vehículos de carga en las estaciones de pesaje que tiene el MTOP en el País, de acuerdo al siguiente CUADRO DEMOSTRATIVO DE PESOS Y DIMENSIONES MÁXIMAS PERMITIDAS.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE (Ton)	DESCRIPCIÓN	Peso Bruto Vehicular PBV (Toneladas)	Peso Vehículo Vacio (Promedio)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (METROS)		
					Largo	Ancho	Alto
2DA		CAMION DE 2 EJES MEDIANOS	10.00	4.00	7.50	2.60	3.50
2DB		CAMION DE 2 EJES GRANDES	18.00	7.00	12.00	2.60	4.10
3-A		CAMION DE 3 EJES (TANDEM POSTERIOR)	26.00	11.00	12.20	2.60	4.10
4-C		CAMION DE 4 EJES (TRIDEM POSTERIOR)	30.00	12.00	12.20	2.60	4.10
4-0 OCTOPUS		CAMION CON TANDEM DIRECCIONAL Y TANDEM POSTERIOR	30.00	12.00	12.00	2.60	4.10
T2		TRACTO CAMION DE DOS EJES	18.00	9.00	8.50	2.60	4.10
T3		TRACTO CAMION DE TRES EJES	26.00	11.00	8.50	2.60	4.10



MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTE TERRESTRE Y FERROVIARIO
COORDINACIÓN DE PESOS Y DIMENSIONES

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE (Ton.)	DESCRIPCIÓN	Peso Bruto Vehicular PBV (Toneladas)	Peso Vehículo Vacio (Promedio)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (METROS)		
					Largo	Ancho	Alto
S1		SEMIRREMOLQUE DE UN EJE	12.00	5.00	9.00	2.60	4.10
S2		SEMIRREMOLQUE DE DOS EJES	20.00	6.00	12.50	2.60	4.10
S3		SEMIRREMOLQUE DE TRES EJES	24.00	7.00	13.00	2.60	4.10
R2		REMOLQUE DE 2 EJES	24.00	6.00	10.00	2.60	4.10
R3		REMOLQUE DE 3 EJES	32.00	7.00	10.00	2.60	4.10
2S1		TRACTO CAMION DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	30.00	14.00	18.50	2.60	4.10
2S2		TRACTO CAMION DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	38.00	15.00	18.50	2.60	4.10
2S3		TRACTO CAMION DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	42.00	16.00	18.50	2.60	4.10
3S1		TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	38.00	16.00	18.50	2.60	4.10
3S2		TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	46.00	17.00	18.50	2.60	4.10
3S3		TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	48.00	18.00	18.50	2.60	4.10

ANEXO C

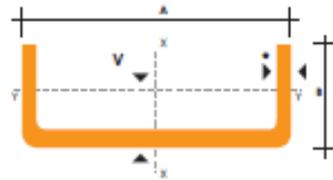
“ESPECIFICACIONES DE PERFILES, ÁNGULOS Y PLANCHAS”



PERFILES ESTRUCTURALES
CANALES "U"

Especificaciones Generales

- Norma** INEN 1 623: 2000
- Otras calidades** Previa consulta
- Largo normal** 6mb
- Otros largos** Previa consulta
- Espesores** Desde 1.5mm hasta 12mm
- Acabado** Natural
- Otro acabado** Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS			TIPOS						
A	B	e	6 metros	1 metro	SECCION	EJE X-X			EJE Y-Y			
mm	mm	mm	kg	kg	cm ²	I	W	I	I	W	I	x
						cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
40	25	2	7.86	1.31	1.67	4.20	2.10	1.59	1.06	0.62	0.80	0.79
50	25	2	8.82	1.47	1.87	7.06	2.83	1.94	1.13	0.63	0.78	0.72
50	25	3	12.72	2.12	2.70	9.70	3.88	1.89	1.57	0.91	0.76	0.77
60	30	2	10.62	1.77	2.26	12.50	4.16	2.35	2.00	0.93	0.94	0.85
60	30	3	15.54	2.59	3.30	17.50	5.85	2.31	2.84	1.34	0.93	0.89
60	30	4	19.80	3.30	4.20	21.10	7.03	2.24	3.51	1.72	0.91	0.95
80	40	2	14.46	2.41	3.07	30.80	7.71	3.17	4.89	1.68	1.26	1.09
80	40	3	21.24	3.54	4.50	43.90	11.00	3.12	7.01	2.45	1.25	1.14
80	40	4	27.66	4.61	5.67	58.40	13.90	3.07	8.92	3.17	1.23	1.19
80	40	5	34.44	5.74	7.18	65.49	16.37	3.02	10.62	3.83	1.21	1.23
80	40	6	40.44	6.74	8.42	74.18	18.54	2.96	12.10	4.44	1.19	1.28
100	50	2	18.24	3.04	3.87	61.50	12.30	3.99	9.72	2.66	1.58	1.34
100	50	3	26.88	4.48	5.70	88.50	17.70	3.94	14.10	3.89	1.57	1.39
100	50	4	35.22	5.87	7.47	113.00	22.60	3.89	18.10	5.07	1.56	1.44
100	50	5	43.20	7.20	9.18	135.00	27.10	3.84	21.80	6.19	1.53	1.48
100	50	6	51.96	8.66	10.82	158.26	31.08	3.79	25.14	7.24	1.52	1.53
100	60	4	38.28	6.38	8.13	128.00	25.80	3.97	29.70	7.17	1.91	1.86
100	60	5	48.86	7.81	9.95	152.00	30.50	3.91	35.70	8.76	1.90	1.92
100	60	6	57.72	9.62	12.02	181.80	36.36	3.89	42.25	10.38	1.87	1.93
100	60	8	74.40	12.40	15.50	22.80	44.52	3.78	52.47	13.32	1.83	2.06
125	50	2	20.58	3.43	4.37	103.80	16.50	4.86	10.40	2.74	1.54	1.20
125	50	3	30.42	5.07	6.45	149.00	23.90	4.81	15.10	4.02	1.53	1.24
125	50	4	39.90	6.65	8.47	192.00	30.70	4.76	19.40	5.24	1.51	1.29
125	50	5	49.14	8.19	10.40	231.00	37.00	4.71	23.40	6.40	1.50	1.34
125	50	6	59.16	9.86	12.32	266.00	42.67	4.65	27.19	7.51	1.48	1.38
125	60	5	53.82	8.97	11.43	266.98	42.71	4.83	39.36	9.15	1.86	1.70
125	60	6	64.92	10.82	13.52	309.25	49.48	4.78	45.85	10.78	1.84	1.75
125	60	8	84.00	14.00	17.50	383.34	61.33	4.68	57.30	13.94	1.80	1.81
125	80	6	78.44	12.74	15.92	394.28	63.08	4.97	102.94	19.10	2.54	2.61
125	80	8	99.30	16.55	20.69	493.02	78.88	4.88	130.27	24.30	2.50	2.64
125	80	10	120.96	20.16	25.21	576.62	92.25	4.78	154.19	29.31	2.47	2.74
150	50	2	22.92	3.82	4.87	159.00	21.10	5.71	10.90	2.80	1.50	1.09
150	50	3	33.96	5.66	7.20	230.00	30.70	5.65	15.90	4.11	1.49	1.13
150	50	4	44.64	7.44	9.47	297.00	39.60	5.60	20.50	5.36	1.47	1.17
150	50	5	55.02	9.17	11.70	359.00	47.90	5.55	24.80	6.55	1.46	1.22
150	50	6	66.36	11.06	13.82	416.69	55.55	5.49	28.80	7.70	1.44	1.26
150	60	5	59.70	9.95	12.68	441.85	54.91	5.7	41.72	9.40	1.81	1.56
150	60	6	72.12	12.02	15.02	478.93	63.88	5.64	48.70	11.07	1.80	1.60
150	60	8	93.60	15.60	19.50	598.74	79.83	5.54	61.15	14.35	1.77	1.74
150	80	6	83.64	13.94	17.42	603.42	80.45	5.88	109.91	19.73	2.51	2.43
150	80	8	108.90	18.15	22.69	760.23	101.36	5.78	139.53	25.09	2.47	2.44
150	80	10	132.96	22.16	27.71	896.29	119.50	5.68	165.85	30.37	2.44	2.54

También en galvanizado e inoxidable



DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO



CANALES "U"

Continuación del cuadro anterior

DIMENSIONES			PESOS			TIPOS							
A	B	e	6 metros	1 metro	SECCION	EJE X-X			EJE Y-Y				
mm	mm	mm	kg	kg	cm ²	I	W	I	I	W	I	x	
						cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	
150	80	12	157.80	26.30	32.47	1012.95	135.06	5.59	189.27	35.31	2.41	2.64	
200	50	2	27.66	4.61	5.87	316.00	31.60	7.34	11.80	2.88	1.42	0.92	
200	50	3	40.98	6.83	8.70	462.00	46.20	7.29	17.10	4.23	1.40	0.96	
200	50	4	54.06	9.01	11.50	600.00	60.00	7.23	22.10	5.52	1.39	1.00	
200	50	5	66.60	11.10	14.20	729.00	72.90	7.17	26.70	6.75	1.37	1.05	
200	50	6	80.70	13.45	16.81	850.82	85.08	7.11	31.18	7.97	1.36	1.09	
200	60	5	71.46	11.91	15.18	853.31	85.33	7.50	45.29	9.72	1.73	1.34	
200	60	6	86.52	14.42	18.01	963.76	96.37	7.31	53.04	11.50	1.71	1.39	
200	60	8	112.80	18.80	23.90	1218.58	121.85	7.20	66.96	14.96	1.68	1.53	
200	80	6	96.04	16.34	20.42	1189.65	118.96	7.63	120.77	20.61	2.43	2.14	
200	80	8	128.10	21.35	26.89	1513.67	151.36	7.53	153.94	26.27	2.40	2.14	
200	80	10	156.96	26.16	32.71	1303.27	180.32	7.42	183.91	31.87	2.37	2.23	
200	80	12	186.96	31.16	38.47	2080.24	208.02	7.32	210.38	37.04	2.34	2.32	
200	100	6	109.56	18.26	22.82	1415.55	141.55	7.87	225.25	31.19	3.14	2.78	
200	100	8	143.46	23.91	29.89	1808.75	180.87	7.77	289.60	40.81	3.11	2.87	
200	100	10	176.16	29.36	36.71	2164.60	216.46	7.67	348.64	49.59	3.08	2.97	
200	100	12	210.30	35.05	43.28	2484.70	248.47	7.58	420.78	60.72	3.12	3.07	
250	80	3	50.82	8.47	10.80	894.47	71.56	9.10	30.27	6.18	1.67	1.10	
250	80	4	76.20	11.20	14.27	1166.90	93.35	9.04	39.31	8.09	1.66	1.14	
250	80	5	83.22	13.87	17.68	1426.75	114.14	8.98	47.85	9.95	1.65	1.19	
250	80	6	102.12	17.02	21.02	1674.23	133.94	8.92	55.89	11.72	1.63	1.23	
250	80	8	133.50	22.25	27.48	2132.71	170.62	8.81	70.52	15.07	1.60	1.32	
250	80	6	112.44	18.74	23.42	203.09	162.48	9.31	128.98	21.28	2.34	1.82	
250	80	8	147.30	24.55	30.69	2600.80	208.08	9.20	164.65	27.03	2.31	1.91	
250	80	10	180.96	30.16	37.71	3119.15	249.53	9.67	197.30	32.88	2.28	2.00	
250	80	12	216.12	36.02	44.47	3588.54	287.07	9.57	225.78	38.20	2.25	2.09	
250	100	6	123.96	20.66	25.82	2388.38	191.07	9.46	241.61	32.17	3.05	2.49	
250	100	8	162.66	27.11	33.89	3069.49	245.55	11.06	311.36	41.96	3.03	2.58	
250	100	10	200.16	33.36	41.71	3695.48	295.64	11.00	375.84	51.27	3.00	2.67	
250	100	12	239.46	39.91	49.27	4268.34	341.47	10.94	450.31	62.28	3.02	2.77	
250	120	10	222.12	37.02	45.71	4271.77	341.74	10.71	629.61	73.21	3.71	3.40	
250	120	12	262.74	43.79	54.07	4947.99	395.84	10.60	732.59	86.09	3.68	3.49	
300	80	4	84.12	14.02	17.87	2186.18	145.75	11.20	93.35	14.50	2.29	1.56	
300	80	5	104.46	17.41	22.18	2685.33	179.02	11.09	114.40	17.90	2.27	1.61	
300	80	6	126.84	21.14	26.42	3165.24	211.01	11.00	134.55	21.19	2.26	1.65	
300	80	8	166.50	27.75	34.89	4071.64	271.44	10.94	172.94	27.62	2.23	1.74	
300	80	10	205.02	34.17	42.71	4906.43	327.09	10.83	207.65	33.60	2.20	1.82	
300	80	12	245.28	40.88	50.47	5672.90	378.19	10.71	237.51	39.00	2.17	1.91	
300	100	6	138.36	23.06	28.82	3683.91	245.59	10.60	254.58	32.89	2.97	2.26	
300	100	8	181.86	30.31	37.89	4753.93	316.92	11.30	328.58	42.95	2.94	2.35	
300	100	10	224.16	37.38	46.71	5747.76	383.18	11.20	397.3	52.55	2.91	2.44	
300	100	12	268.68	44.78	55.30	6670.00	445.00	11.09	459.00	61.50	2.88	2.53	
300	120	10	246.42	41.07	50.71	6589.61	439.31	10.87	667.52	75.09	3.63	3.11	
300	120	12	291.90	48.65	60.07	7663.55	510.90	11.40	777.84	88.49	3.60	3.21	
300	150	10	275.58	45.93	56.71	7851.11	523.41	11.19	1250.73	115.92	4.70	4.21	
300	150	12	326.88	54.48	67.27	9156.55	610.44	11.77	1464.63	137.01	4.67	4.31	

También en galvanizado e inoxidable

www.dipacsa.com

FON: 0821 2263 700 / Quito - Ecuador

3



DIPAC
PRODUCTOS DE ACERO

DIPAC
SERVICIOS

PERFILES LAMINADOS IPE

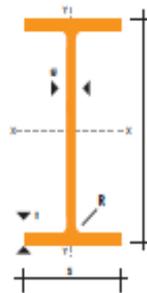
Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00m y 12,00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



IPE

DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION cm ²	PESOS kg/mt	TIPOS			
	h	s	g	t	R			lx	ly	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm			cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³
IPE 80	80	46	3.80	5.20	5	7.64	6.00	80	8.49	20.00	3.69
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.90	34.20	5.79
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPE 140	140	73	4.70	6.90	7	16.40	12.90	541	44.90	77.30	12.30
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.80	869	68.30	109.00	16.70
IPE 180	180	91	5.30	8.00	7	23.90	18.80	1320	101.00	140.00	22.20
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	39.10	30.70	3890	284.00	324.00	47.30
IPE 270	270	135	6.60	10.20	12	45.90	36.10	5790	420.00	429.00	62.20
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8360	604.00	557.00	80.50
IPE 330	330	160	7.50	11.50	15	62.60	49.10	11770	788.00	713.00	98.50
IPE 360	360	170	8.00	12.70	118	72.70	57.10	16270	1040.00	904.00	123.00
IPE 400	400	180	8.60	13.50	118	84.50	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00
IPE 450	450	190	9.40	14.60	21	98.80	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	116.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00
IPE 550	550	210	11.10	17.20	24	134.00	106.00	67120	2670.00	2440.00	254.00



www.dipac.com

PRC-021 2262 700 / Quito - Ecuador

11



IPN

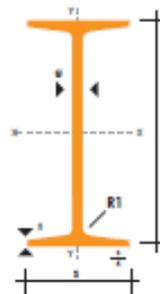
**PERFILES LAMINADOS
IPN**

Especificaciones Generales

- Calidad** ASTM A 36
- Otras calidades** Previa Consulta
- Largo normal** 6,00m y 12,00m
- Otros largos** Previa Consulta
- Acabado** Natural
- Otro acabado** Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						SECCION		PESOS				PROPIEDADES	
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 mm	cm ²	Kg/m	I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³		
IPN 80	80	42	3.90	5.90	30.90	2.30	7.58	5.95	77	6.29	19.50	3.00		
IPN 100	100	50	4.50	6.80	4.50	2.70	10.60	8.32	171	12.20	34.20	4.88		
IPN 120	120	58	5.10	7.70	5.10	3.10	14.20	11.20	328	21.50	54.70	7.41		
IPN 140	140	66	5.70	8.60	5.70	3.40	18.30	14.40	573	35.20	81.90	10.70		
IPN 160	160	74	6.30	9.50	6.30	3.80	22.80	17.90	935	54.70	117.00	14.80		
IPN 180	180	82	6.90	10.40	6.90	4.10	27.90	21.90	1450	81.30	161.00	19.80		
IPN 200	200	90	7.50	11.30	7.50	4.50	33.50	26.30	2140	117.00	214.00	26.00		
IPN 220	220	98	8.10	12.20	8.10	4.90	39.60	31.10	3060	162.00	278.00	33.10		
IPN 240	240	106	8.70	13.10	8.70	5.20	46.10	36.20	4250	221.00	354.00	41.70		
IPN 260	260	113	9.40	14.10	9.40	5.60	53.40	41.90	5740	288.00	442.00	51.00		
IPN 300	300	125	10.80	16.20	10.80	6.50	69.10	54.20	9800	451.00	653.00	72.20		
IPN 340	340	137	12.20	18.30	12.20	7.30	86.80	68.10	15700	647.00	923.00	98.40		
IPN 360	360	143	13.00	19.50	13.00	7.80	97.10	76.20	19610	818.00	1090.00	114.00		
IPN 400	400	155	14.40	21.60	14.40	8.60	118.00	92.60	29210	1160.00	1460.00	149.00		
IPN 450	450	170	16.20	24.30	16.20	9.70	147.00	115.00	45850	1730.00	2040.00	203.00		
IPN 500	500	185	18.00	27.00	18.00	10.80	180.00	141.00	68740	2480.00	2750.00	268.00		
IPN 550	550	200	19.00	30.00	19.00	11.90	213.00	167.00	99180	3490.00	3610.00	349.00		





DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO



UPN

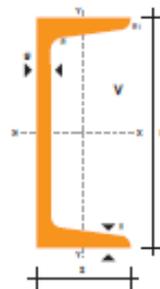
**PERFILES LAMINADOS
UPN**

Especificaciones Generales

- Calidad** ASTM A 36
- Otras calidades** Previa Consulta
- Largo normal** 6,00 mb. Y 12,00 mb
- Otros largos** Previa Consulta
- Acabado** Natural
- Otro acabado** Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	h	s	g	t	R	R1	SECCION	PESOS	Ix	Iy	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm	cm4	cm2	kg/mt	cm4	cm4	cm3	cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80





**PLANCHAS
NAVALES**

Especificaciones Generales

Norma ASTM A 131
Espesores 4mm a 15mm
Planchas 1500 X 6000
1520 X 6096

REMOLCABO CLASIFICADO CON PLANCHAS NAVALES.



SARCO PESQUERO CLASIFICADO CON PLANCHAS NAVALES.

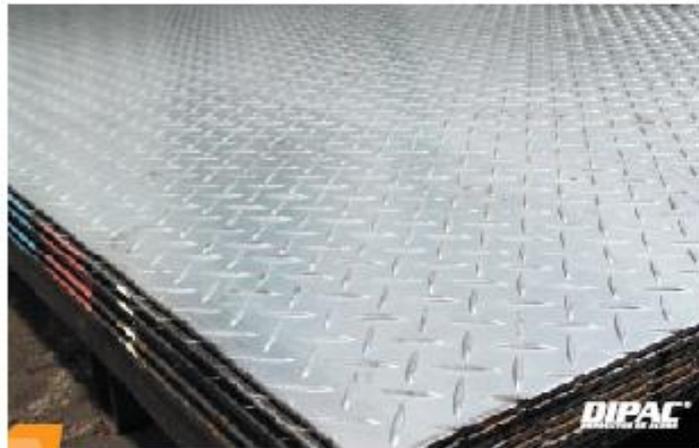


Descripción	COMPOSICIÓN QUÍMICA %						PRUEBAS MECÁNICAS				PRUEBA DE FLEXIBILIDAD		
	C máx	Si	Mn	P máx	S máx	Resistencia Mecánica psi (kgf/mm ²)	Punto de Fluencia psi (kgf/mm ²) mín	Elongación		Espesor en (mm)	Angulo de doblado	Radio de Curva Diámetro del espesor de la Muestra	
								Muestra in.-(mm)	% mín				
Grade A				0,04	0,05					3/4(19.1) y menores			
Grade B	0,21		0,80-1,10	0,04	0,05							3	
Grade C	0,23	0,15-0,30	0,60-0,90	0,04	0,05	58,000(40,8) – 71,000 (49,9)	32,000(22,5)	GL = 8(200)	21	Sobre 3/4 to 1 1/4 (31,8), Ind.	100°	3	
Grade CS	0,18	0,15-0,30	1,00-1,35	0,04	0,05			GL = 2(50)	24	Sobre 1 1/4		3	
Grade E	0,18	0,15-0,30	0,70-1,35	0,04	0,05								
Grade H	0,24		0,60-0,90	0,04	0,05								

PLANCHAS ANTIDESLIZANTES

Especificaciones Generales

Nombre	ASTM A 36 - ST 37.2
Espesores	0,20mm a 8mm
Bullos	X 1219
Planchas	4 X 8 Medidas y calidades especiales bajo pedido



ANEXO D

“CATÁLOGOS DE ACCESORIOS SELECCIONADOS”

Modul CB

Modul CB

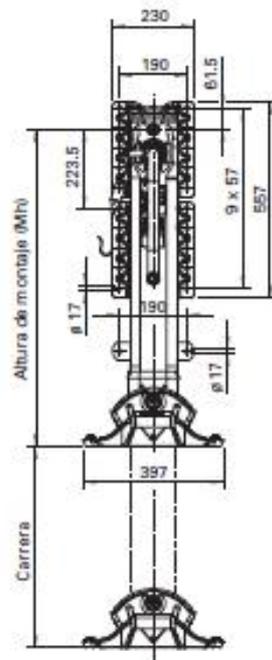
Con manejo bilateral

Resumen de las principales ventajas

- Posibilidad de ser manejado por dos personas
- Fuerza manual reducida
- Posibilidad de actuación individual opcional de izquierda y derecha

Particularidad técnica

- Manivela especial para manejo bilateral



Datos de carga (por juego)

Modul B

Carga de elevación	24 t
Carga de prueba estática	50 t
	36 t para apoyo (Rodillo)

Recorrido por cada vuelta de manivela	
- Marcha de carga	0,9 mm
- Marcha rápida	15,0 mm
Presión sobre cada manivela para una carga de elevación de 16 t	110 N



Apoyo S



Apoyo A



Apoyo R



Apoyo T



Apoyo TC

4 JOST

QUINTAS RUEDAS MONTADAS EN LA FÁBRICA DE SCANIA

Quintas ruedas fijas:

Fabricante	Modelo		Material	Valor D kN	Valor U kg
VBG 2"	VBG 150SP	148	acero prensado	150	20 000
GF 2"	SK-S36.20	150	hierro de fundición	152	20 000
GF 2"	SK-S36.20 W	150	hierro de fundición	152	20 000
Jost 2"	JSK 37 C W	150	hierro de fundición	152	20 000
Jost 2"	JSK 37 C Z	150	hierro de fundición	152	20 000
GF 2"	SK-36.20	185	hierro de fundición	152	20 000
GF 2"	SK-36.20 W	185	hierro de fundición	152	20 000
Jost 2"	JSK 37 C Z	185	hierro de fundición	152	20 000
Jost 2"	JSK 37 C W	185	hierro de fundición	152	20 000
Jost 2"	JSK 37E	185	hierro de fundición	152	20 000
Jost 2"	JSK 36DV17G	205	acero prensado	152	20 000
VBG 2"	VBG 150SP	210	acero prensado	150	20 000
BigD 2"	YF 224201	244	acero prensado	150	20 000
Jost 2"	JSK 37 C Z	250	hierro de fundición	152	20 000
Jost 3.5"	JSK 38 C-1	3.5/190	hierro de fundición	260	36 000
Jost 3.5"	JSK 38 G-1	3.5/290	hierro de fundición	260	36 000

Valor D = fuerza horizontal teórica

Valor U = carga vertical máx.

Quintas ruedas fijas con placas de fijación de 22 y 40 mm

Fabricante	Modelo	Valor D kN	Valor U kg	Con placa de fijación de 22 mm		Con placa de fijación de 40 mm	
				Altura	Peso	Altura	Peso
VBG 2"	VBG 150SP	150	20 000	170	165	-	-
GF 2"	SK-S36.20	152	20 000	172	169	190	171
GF 2"	SK-S36.20 W	152	20 000	172	169	190	171
Jost 2"	JSK 37 C W	152	20 000	172	195	190	198
Jost 2"	JSK 37 C Z	152	20 000	172	187	190	190
GF 2"	SK-36.20	152	20 000	207	173	225	175
GF 2"	SK-36.20 W	152	20 000	-	-	225	175
Jost 2"	JSK 37 C Z	152	20 000	207	194	225	197
Jost 2"	JSK 37 C W	152	20 000	-	-	225	202
Jost 2"	JSK 37E	152	20 000	-	-	225	183
Jost 2"	JSK 36DV17G	152	20 000	227	174	245	177
VBG 2"	VBG 150SP	150	20 000	232	173	250	177
BigD 2"	YF 224201	150	20 000	246	170	-	-
Jost 2"	JSK 37 C Z	152	20 000	272	207	290	210
Jost 3.5"	JSK 38 C-1	260	36 000	-	-	230	277
Jost 3.5"	JSK 38 G-1	260	36 000	-	-	330	352

KING PIN



LA VENTAJA DE HOLLAND.

Todos los pernos rey Holland proporcionan:

GRAN RESISTENCIA AL IMPACTO. La selección adecuada de la aleación y el tratamiento térmico brindan el mejor equilibrio entre dureza y resistencia al impacto sin fragilidad. Incluso a bajas temperaturas.

MÁXIMA RESISTENCIA AL DESGASTE. Mediante la selección adecuada de la aleación y un proceso de cementado cuidadosamente controlado, los pernos rey de Holland ofrecen una resistencia excepcional al desgaste para brindar años de servicio confiable.

FORTALEZA Y RESISTENCIA A LA FATIGA ÓPTIMAS. Las características superiores de fortaleza y elasticidad cumplen con todas las exigencias de rendimiento de SAE y TTMA.

FACILIDAD DE INSTALACION. Las aleaciones que Holland usa proporcionan características de soldadura excelentes para facilitar la instalación o el reemplazo.

MODELOS ESPECIFICOS PARA CADA APLICACION. Los pernos rey Holland están disponibles en:

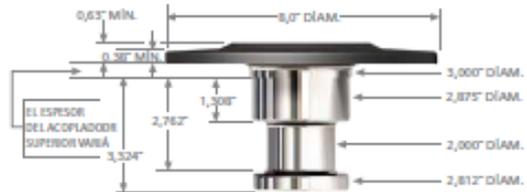
- Configuraciones de hongo, cruciforme y doble bucle.
- Una gran variedad de espesores de acopladores superiores.
- Diseños soldables o reemplazables.
- En modelos con diámetro SAE de 2 y 3,5".
- Para aplicaciones AAR: hechos de acero aleado AISI 4320H o 4718H y cementado hasta 380-420 BHN. Cuando están correctamente instalados, cumplen con todos los requisitos de AAR M-931.
- Para aplicaciones fuera de AAR: hechos de acero aleado AISI 8630H y cementado hasta 302-363 BHN. Cuando están correctamente instalados, cumplen o superan las siguientes normas de SAE y TTMA:
 - SAE J133 • SAE J2228
 - SAE J700 • SAE J848

DISPONIBILIDAD INMEDIATA. Los pernos rey Holland están disponibles en todo el mundo en las principales redes de comerciantes fabricantes de remolques, comerciantes fabricantes de camiones y los locales de distribución independientes de SAF-HOLLAND.

TABLA I
PERNOS REY DE LA SERIE HONGO

PERNOS REY SAE DE 2 PULGADAS

MODELS	ALEACIÓN DE ACERO	DUREZA BRINELL (BHN)	ESPESOR DEL ACOPLADOR SUPERIOR	AGUJEROS
KP-T-809-CF	8630H	302-363	0,25"	No
KP-T-809-EF	8630H	302-363	0,31"	No
KP-T-809-F	8630H	302-363	0,38"	No
KP-T-809-BF	8630H	302-363	0,50"	No
KP-T-809-AF	8630H	302-363	0,63"	No
KP-T-809-GF	8630H	302-363	0,75"	No
KP-T-809-C	8630H	302-363	0,25"	8 agujeros de 0,53" con espaciamento uniforme en 6,75" de diámetro para soldar el tapón
KP-T-809-E	8630H	302-363	0,31"	
KP-T-809	8630H	302-363	0,38"	
KP-T-809-B	8630H	302-363	0,50"	
KP-T-809-A	8630H	302-363	0,63"	
KP-T-809-G	8630H	302-363	0,75"	



PERNOS REY SAE DE 3,5 PULGADAS

MODELS	ALEACIÓN DE ACERO	DUREZA BRINELL (BHN)	ESPESOR DEL ACOPLADOR SUPERIOR	AGUJEROS
KP-T-847	8630H	302-363	0,38"	4 agujeros de 1,25" con espaciamento uniforme en 8,50" de diámetro para soldar el tapón
KP-T-847-B	8630H	302-363	0,50"	
KP-T-847-F	8630H	302-363	0,38"	No
KP-T-847-BF	8630H	302-363	0,50"	No



ANEXO E

“PROFORMAS”

IDMACERO CIA. LTDA.

Av. Maldonado s28-198 y Borbón
2670025
Quito Ecuador

28/09/2012 15:20:29

PROFORMA
NUMERO 8524

CLIENTE: 6286 1768007390001
ESPE
AV. GENERAL RUMIÑAHUI
Telf.: 2349984 Fax:
PICHINCHA QUITO
Att. GABRIELA AGUILAR

FECHA: 28-sep-2012
TIEMPO ENTREGA:
LUGAR ENTREGA:
VENDEDOR: GABRIELA AGUILAR
BODEGA: CENTRAL
TIPO DE CREDITO:

Código	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Subtotal
PNC-002	TOOL NEGRO CORRUGADO 3.0 60.20	UNC	1,00	82,35	82,35

Comentarios

Subtotal	82,35
Descuento 0,00 %	0,00 -
Base imponible 0%	0,00
Base imponible 12,00 %	82,35
TVA 12,00 %	9,88 +

TOTAL 92,23

IDMACERO CIA. LTDA.

Av. Maldonado s28-198 y Borbón
2670025
Quito Ecuador

28/09/2012 15:21:13

PROFORMA
NUMERO 8523

CLIENTE: 6286 1768007390001
ESPE
AV. GENERAL RUMIÑAHUI
Telf.: 2349984 Fax:
PICHINCHA QUITO
Att. GABRIELA AGUILAR

FECHA: 28-sep-2012
TIEMPO ENTREGA:
LUGAR ENTREGA:
VENDEDOR: GABRIELA AGUILAR
BODEGA: CENTRAL
TIPO DE CREDITO:

Código	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Subtotal
CAU-005	CANAL 80 X 40 X 3 21.24	UNC	11,00	20,10	221,12
UPN-006	UPN 200 x 6 151.80	UNC	5,00	207,37	1.036,85
IPE-004	IPE 100 X 6 48.60	UNC	12,00	64,22	770,66
UPN-005	UPN 160 x 6 112.80	UNC	1,00	148,05	148,05
TEE-002	TEE 1 X 1/8 7.14	UNC	1,00	8,57	8,57
IPE-004	IPE 100 X 6 48.60	UNC	1,00	64,22	64,22
CAU-025	CANAL 200 X 50 X 3 40.98	UNC	1,00	38,78	38,78
CAU-011	CANAL 100 X 50 X 4 35.22	UNC	5,00	38,05	190,25
PLC-008	TOOL NEGRO L/C 9.0 210.33	UNC	1,00	200,94	200,94
PLC-006	TOOL NEGRO L/C 6.0 140.22	UNC	1,00	131,46	131,46

Comentarios

Subtotal	2.810,90
Descuento 0,00 %	0,00 -
Base imponible 0%	0,00
Base imponible 12,00 %	2.810,90
TVA 12,00 %	337,31 +

TOTAL 3.148,21



PROVEEDORES INOXIDABLES Y FERRETEROS I.N.X.S.S.A
 QUITO- PIF JAC - (02) 2-646990/991 - nn
 AV MALDONADO 1448 Y TEODORO GOMEZ DE LA TORRE
 RUC. No.: 0190138976001

Página: Page 1 of 1
 Usuario: ZREYES
 Emisión: 2012/07/23 15:02:40
 Físico: FACTRP_PROFORMA

Somos Contribuyentes Especiales
Proforma UIF- 0013375

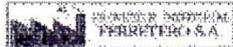
Fecha: 2012/07/20 Estado: CREADO
 Cliente: SR EDWIN GUAMAN
 Dirección: Forma de Pago: CONTADO
 Teléfono:
 Comentario: OFERTA VALIDA HASTA AGOTAR STOCK

Vendedor: YADIRA MACIAS

Item	Cantidad	U/M	Descripción	2da Med.	U/M	Precio Unit.	Subtotal
1	5,81	MT	TUBO A/C CED.40 S/C P/S 2"	1,00	UN	6,50	37,78
2	1,00	UN	VIGA UPN 160 X 65 X 7.5 X 6 MTRS. X			141,01	141,01
3	1,00	UN	VIGA IPE 100 X 55 X 5.5 X 6 X 12 MT			134,52	134,52
4	1,00	UN	PLATINA H/N 1/2" X 1/4"			6,53	6,53
5	1,00	UN	VIGA UPN 100 X 50 X 6.0 X 6 MTRS.			79,76	79,76
6	6,00	UN	VIGA UPN 80 X 40 X 6.0 X 6 MTRS.			64,80	388,82
7	5,81	MT	TUBO A/C CED.40 S/C P/S 3/4"	1,00	UN	2,60	15,11

Neto: 803,53
 IVA: 96,42
 SubTotal: 899,95
 Transporte: 0,00
 Total: 899,95

Elaborado por: ZREYES



PROVEEDORES INOXIDABLES Y FERRETEROS I.N.X.S.S.A
 QUITO- PIF JAC - (02) 2-646990/991 - .
 AV MALDONADO 1448 Y TEODORO GOMEZ DE LA TORRE
 RUC. No.: 0190138976001

Página: Page 1 of 1
 Usuario: JCHILUIZA
 Emisión: 2012/07/28 14:34:0
 Físico: FACTRP_PROFORMA

Somos Contribuyentes Especiales
Proforma UIF- 0014364

Fecha: 2012/09/28 Estado: CREADO
 Cliente: EDWIN GUAMAN
 Dirección: Forma de Pago: CONTADO
 Teléfono:
 Comentario: 2832014

Vendedor: JENNY CHILUIZA

Item	Cantidad	U/M	Descripción	2da Med.	U/M	Precio Unit.	Subtotal
1	5,00	UN	VIGA UPN 200 X 75 X 8.5 X 6 MTRS.			206,02	1.030,12
2	1,00	UN	VIGA UPN 160 X 65 X 7.5 X 6 MTRS.			141,01	141,01
3	12,00	UN	VIGA IPE 100 X 55 X 5.5 X 6 X 6 MT			67,26	807,13
4	1,00	UN	PLANCHA H/N 1.22MT X 2.44MT X 1/4"			143,64	143,64
5	1,00	UN	PLANCHA H/N ANTID. 1.22MT X 2.44MT X 3/16"			109,07	109,07

Neto: 2.230,96
 IVA: 267,72
 SubTotal: 2.498,68
 Transporte: 0,00
 Total: 2.498,68

Elaborado por: JCHILUIZA

ANEXO F

“PLANOS”

DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN A ESCALA DE UNA PLATAFORMA CON TRES EJES PARA CABEZAL.

Autores:



Director: Ing. Néstor Romero.

Codirector: Ing. Oscar Arteaga.

Alejandro Paúl Guanoquiza Vargas

Edwin Rolando Guamán Narvárez

Departamento. De Energía y Mecánica.

Quijano y Ordoñez y Márquez de Maenza S/N. Latacunga, Ecuador.

Email: alejandrogvanoquiza@hotmail.com

rolandog351@gmail.com

RESUMEN

El presente proyecto denominado “DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN A ESCALA DE UNA PLATAFORMA CON TRES EJES PARA CABEZAL”, tiene como finalidad diseñar un prototipo de plataforma cama alta, con estudio técnico, destinado al servicio del transporte pesado y en si dar un prototipo de estructura, que beneficiará a la Escuela de Conducción Profesional de la Escuela Politécnica del Ejército.

Además con este tipo de estructuras resolvemos los problemas de la transportación de carga, cumpliendo con las normativas impuestas por el Ministerio de Transporte y Obras

Públicas, que son los encargados de regular las dimensiones y pesos de los vehículos que circulan por las vías de nuestra región.

Se dio forma al proyecto extrayendo información propia de los usuarios de transporte pesado, así como de pequeñas industrias destinadas a la construcción de este tipo de vehículos, luego se dimensionó la estructura en el programa computacional Solidworks, para obtener resultados optimizados se utilizó el método de elementos finitos, así se comprobó que no fallen ninguna de las partes aplicando las distintas cargas que actúan en la misma.

Finalmente el proyecto se complementa

con un análisis de costos.

ABSTRACT

This Project is called “DESIGNING, SIMULATION AND CONSTRUCTION OF A MODEL OF A THREE AXIS PLATFORM FOR BOLSTER”, its main purpose is to design a prototype of a high bed platform with a technical study devoted to the heavy transport service and provide a prototype which will benefit the Professional Driving School of the Army Polytechnics School campus Latacunga.

Furthermore, we will solve some troubles of cargo transportation with this type of structure fulfilling the regulatory schemes imposed by the Ministry of Transport and Public Works that is in charge to regulate the vehicle dimensions and weights running by the roads of our region.

The form was given to the project by extracting information about the users’ features, heavy transport and small industries devoted to the building of this type of vehicles. After that, the structure was modeled in the Solidworks computing programme to get the best results. The finite elements method was used, and then it was proved by means of

the application of different loads acting on the platform. None of the parts fail.

Finally, the project was completed with the corresponding analysis of the cost.

I. INTRODUCCIÓN.

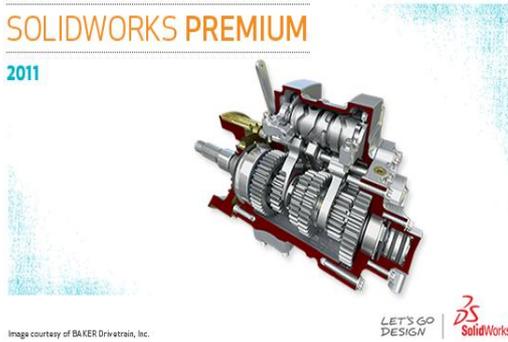
El proyecto nos permitirá percibir y tomar decisiones de diseño tales como: dimensiones, pesos, geometría de los elementos de la estructura, procesos de soldadura, procesos de construcción, respetando siempre normas expuestas en la legislación ecuatoriana de transporte de carga por carretera, todo esto con la firme finalidad de mejorar el diseño, estudio técnico y construcción de este tipo de estructuras.



II. NORMATIVAS DE LA TRANSPORTACIÓN

El proceso de globalización que avanza cada vez, de manera más dinámica, exige la que empresas busquen mayor competitividad y esto amerita contar con estructuras eficientes, diseñadas con

herramientas computacionales de actualidad, Solidworks.

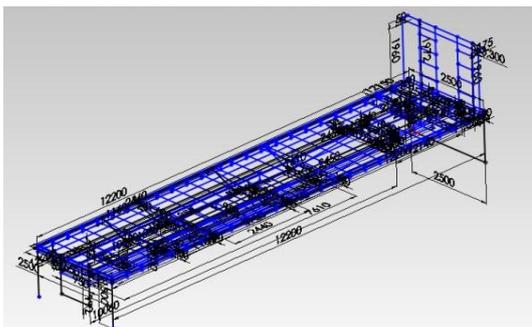


III. MODELADO Y ENSAMBLAJE DE LA PLATAFORMA

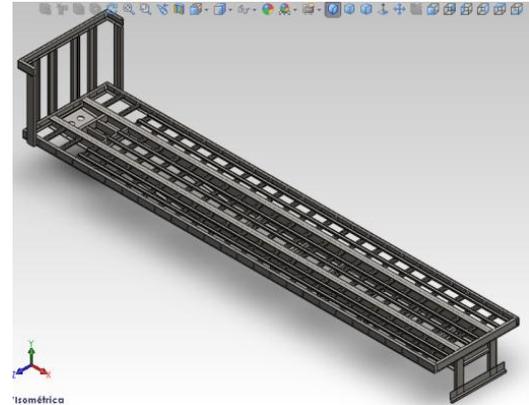
Para el diseño del proyecto de la plataforma seguimos un proceso que nos permitirá cumplir nuestros objetivos.



Comenzamos a dibujar el modelo de la plataforma mediante líneas, las cuales representan el eje centroidal de todos los perfiles estructurales del sistema.

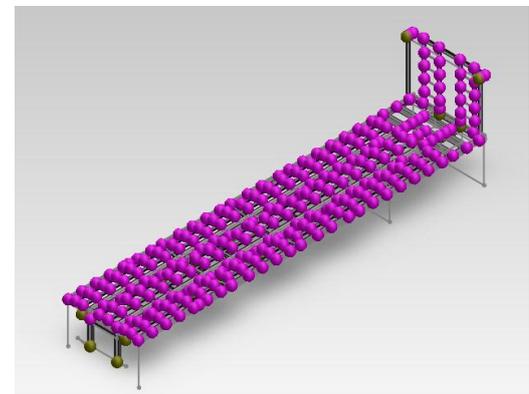


Luego se introducen todos los elementos que conforman la plataforma, tomando en cuenta que los perfiles estén alineados y repartidos de forma simétrica.



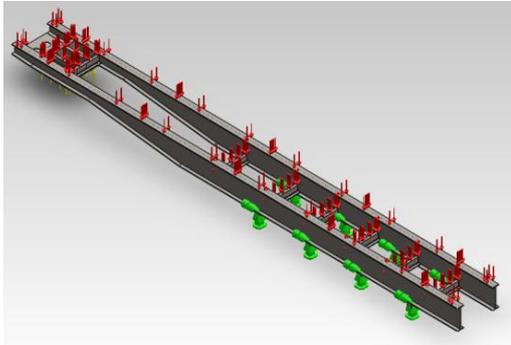
IV. SIMULACIÓN Y DISEÑO DE LA PLATAFORMA

Calculamos las juntas de la estructura, verificando si la unión de algún miembro está fallando, este procedimiento nos permitirá seguir el estudio.

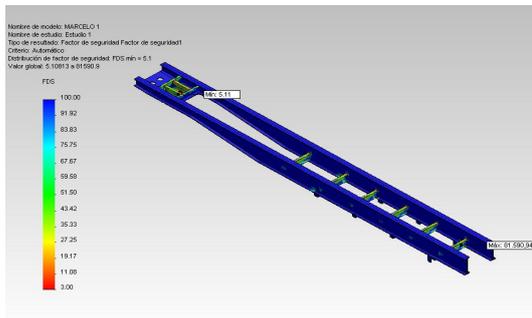


Para el diseño del sistema estructural se han tomado en cuenta varias combinaciones de cargas:

- Carga muerta (CM).
- Carga viva (CV).
- Carga de resistencia al aire (CRa).
- Carga de impacto (CI).



De acuerdo a los resultados obtenidos se pudieron concluir, que el miembro estructural se encuentra dentro de los límites y cumple, además se pudo reducir el proceso de cálculo y los costos del mismo.



V. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

El proceso de fabricación y ensamblaje de la plataforma se la realizó a través de una línea de producción y con todos los elementos: herramienta, dispositivos, equipos de protección.



VI. ANÁLISIS DE COSTOS

El análisis de costos está centrado en los recursos que se van a utilizar en la construcción de la estructura de una plataforma cama alta real.

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
Costo de materiales	4592,64
Costo de fabricación	6575,54
Costos de imprevistos	328,77
Costo de elementos normalizados	16892,59
Costo de diseño	5320,00
Costo total (USD)	33709,54

VII. CONCLUSIONES.

Se ha conseguido cumplir con el objetivo principal del proyecto al diseñar el prototipo de la plataforma cama alta con tres ejes para cabezal, dirigido al

transporte de carga.

La estructura de la plataforma es resistente a las condiciones de carga impuestos y las deformaciones se encuentran dentro de los límites admisibles.

La capacidad de carga de la plataforma se encuentra relacionada con la longitud y esta se encuentra limitada por el MTOP, tomando en cuenta que este vehículo entrará en circulación al parque automotor del país.

La mayoría de los elementos constituyentes de la plataforma necesitan ser analizados individualmente para su selección correcta y propiamente garantice su correcto funcionamiento.

Los materiales e insumos empleados para la construcción de la plataforma son de cómoda accesibilidad en el mercado nacional permitiendo al propietario la facilidad de reemplazo si el caso lo amerita.

VIII. RECOMENDACIONES

Para el ensamblaje de la plataforma es necesario contratar mano de obra calificada soldadores principalmente, ya

que las juntas soldadas de los elementos constitutivos tienen que estar libres de defectos de soldadura.

Es necesario seguir con normas de seguridad al momento de ejecutar los trabajos con los equipos y herramientas.

Es recomendable la fabricación de plataformas basadas en conocimientos técnicos y con la utilización de recursos tecnológicos actualizados.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

Ministerio de Transporte y Obras públicas, subsecretaría de transporte terrestre y ferroviario, coordinación de pesos y dimensiones.

Reglamento Técnico Andino sobre Límites de Pesos y Dimensiones de los vehículos destinados al Transporte Internacional de Pasajeros y Mercancías por Carretera.

Mott Robert L: RESISTENCIA DE MATERIALES; 3 Edición; Prendice-Hall, Hispanoamérica; S.A. México, 1996.

Latacunga, Enero del 2013.

Alejandro Paúl Guanoquiza Vargas

Edwin Rolando Guamán Narváz

**Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz
Ing. Juan Castro**

**Secretario Académico ESPE Ext. Latacunga
Dr. Rodrigo Vaca Corrales.**