

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

"Diseñar una Plataforma Extensible de 12 Metros a 18 Metros con
Capacidad de 40 Toneladas para Cabezales de Transporte Pesado."

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Willy Jonathan Morales Puma

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTO

A Dios

A mi Esposa que con su apoyo y confianza incondicional supo darme fuerzas para lograr llegar a mi objetivo.

A mi Madre y hermana que estuvieron aconsejándome para llegar a culminar mi carrera universitaria.

A Mi Director por darme su confianza y apoyo.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente Propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Willy Jonathan Morales Puma

Ing. Jorge Marcial H.

y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



Willy Jonathan Morales Puma



Ing. Jorge Marcial H.

RESUMEN

En el sector industrial, se construyen estructuras de dimensiones mayores de 15 metros de longitud, ya sean metálicas o de hormigón. La problemática es la movilización de estas estructuras ya que en el medio las plataformas son hasta de 12 metros, lo cual imposibilita la transportación, debido a las normativas de transporte. Existen empresas que alquilan estos tipos de transporte, pero su disponibilidad en ocasiones no es inmediata. Es por esto que surgió la necesidad de diseñar una plataforma extensible que facilite la movilización de estas estructuras.

Este diseño presentado cumplió con las normas de pesos y dimensiones nominales que exige el MTOP, así como también la norma ASSHTO y las normas de soldaduras del código AWS.

Este diseño con capacidad de 40 Toneladas y 18 metros de longitud, fue realizado con planchas y perfiles en acero ASTM A36, con espesores que varían entre 6 a 20 mm, luego se analizó por el método de fallas por fatiga porque su comportamiento es de cargas cíclicas repetidas.

El diseño se lo simuló en elementos finitos colocando las cargas, mediante un programa del cual obtuvimos reacciones, cortantes, momentos máximos y mínimos que ayudó en el cálculo analítico del factor de seguridad de fatiga para las vigas principales, teniendo como resultado factores de seguridad mayores a 1, determinando que las vigas principales no tendrán ninguna falla por fatiga. Los otros elementos se analizaron mediante el programa, dando como resultando valores de seguridad mayores a 5, concluyendo que todo el diseño cumplió con los requerimientos.

Los materiales en acero, así como también los accesorios tales como suspensión, ejes, king pin, patas de apoyo, llantas y demás, son de fácil adquisición en el mercado local.

Se realizó un análisis de costos de todo el proyecto incluyendo los accesorios y demás teniendo como resultado un costo aproximado de \$25.101,50.

Palabras Clave: Plataforma Extensible.

ABSTRACT

In the industrial sector, structures of dimensions larger than 15 meters in length, whether metallic or concrete, are built. The problem is the mobilization of these structures since in the middle the platforms are up to 12 meters, which makes transportation impossible, due to transport regulations. There are companies that rent these types of transportation, but their availability is sometimes not immediate. That is why the need arose to design an extensible platform that facilitates the mobilization of these structures.

This design complies with the norms of nominal weights and dimensions required by the MTOP, as well as the standard ASSHTO and welding norms of the AWS code.

This design with a capacity of 40 Tons and 18 meters in length, was made with sheets and profiles in ASTM A36 steel, with thicknesses ranging from 6 to 20 mm, then analyzed by fatigue failure method because its behavior is of loads repeated cyclical.

The design was simulated in finite elements by placing the loads, through a program from which we obtained reactions, shearing, maximum and minimum moments that helped in the analytical calculation of fatigue safety factor for main beams, resulting in major safety factors to 1, determining that the main beams will not fail due to fatigue. The other elements were analyzed by the program, resulting in safety values greater than 5, concluding that the entire design complied with the requirements.

Steel materials, as well as accessories such as suspension, axles, king pin, support legs, tires and so on, are easy to acquire in the local market.

An analysis of costs of the entire project including the accessories and others resulted in an approximate cost of \$ 25,101.50.

Keywords: *Platform Extensible*

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	i
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ABREVIATURAS.....	vii
SIMBOLOGÍA.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE PLANOS.....	xii
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del Problema.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Marco Teórico.....	2
1.3.1 El Transporte.....	2
1.3.2 Definición de Cabezal.....	3
1.3.3 Tipos de Cabezales.....	3
1.3.3.1 Cabezales de un Solo Eje.....	3
1.3.3.2 Cabezales de doble eje o tándem.....	3
1.3.4 Definición de Plataforma.....	3
1.3.5 Chasis.....	4
1.3.6 Suspensión Mecánica.....	5
1.3.7 Sistema de ejes.....	5
1.3.7.1 Eje simple.....	5
1.3.7.2 Eje doble o Tándem.....	5

1.3.7.3 Eje triple o Tridem.....	6
1.3.8 Sistema de Frenos.....	6
1.3.8.1 Frenos de disco	6
1.3.8.2 Frenos de Tambor	7
1.3.9 Circuito Neumáticos.....	7
1.3.10 Ruedas	7
1.3.11 King Pin	8
1.3.12 Patas de Apoyo.....	8
1.3.13 Sistema de Luces	9

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	10
2.1 Factores de Influencia.....	11
2.2 Especificaciones de Diseño	11
2.2.1 Dimensiones de la Plataforma Cama Alta Extensible.....	12
2.3 Alternativas Propuestas	12
2.4 Descripción de alternativas.....	12
2.4.1 Plataforma Biextensible	12
2.4.1.1 Ventajas.....	13
2.4.1.2 Desventajas	13
2.4.2 Plataforma Portacontenedores	14
2.4.2.1 Ventajas.....	14
2.4.2.2 Desventajas	14
2.4.3 Plataforma Cama Alta Extensible	15
2.4.3.1 Ventajas.....	15
2.4.3.2 Desventajas	15
2.5 Análisis y selección de la mejor alternativa.....	15

2.6	Diseño de Forma	17
2.6.1	Dimensionamiento de la plataforma.....	17
2.6.2	Disposición Detallada de la Plataforma	18
2.6.3	Accesorios y su Disposición:	19
2.6.4	Sistema Estructural y su disposición:.....	19
2.7	Cálculos	21
2.7.1	Posición Crítica de la Plataforma	21
2.7.2	Cargas que Actúan en la Plataforma Extensible.....	22
2.7.2.1	Carga Estática	22
2.7.2.2	Carga Dinámica	23
2.7.2.3	Carga a Transportar.....	23
2.7.2.4	Carga de Impacto	24
2.7.2.5	Fuerza de Arrastre	24
2.8	Modelo y desarrollo en SAP2000.....	25
2.8.1	Cargas Aplicada SAP2000	25
2.9	Diseño de la Plataforma.....	27
2.9.1	Material	27

CAPÍTULO 3

3.	RESULTADOS.....	28
3.1	Diseño Vigas Principales	28
3.1.1	Diseño por Fatiga por Flexión.....	29
3.1.1.1	Análisis de Pasador	34
3.1.2	Análisis y diseño de arriostres	38
3.1.2.1	Arriostres principales	38
3.1.2.2	Arriostres en bastidor móvil	39
3.1.3	Análisis y diseño de travesaños.....	40

3.1.3.1	Travesaños laterales.....	40
3.2	Selección de accesorios	42
3.2.1	Selección del King Pin	42
3.2.2	Selección de Suspensión.....	42
3.2.3	Selección de ejes.....	43
3.2.4	Selección de neumáticos	44
3.2.5	Selección de las Patas de Apoyo.....	44
3.3	Soldadura	45
3.4	Costo de Materiales	46
3.4.1	Costo Directos	46
3.4.1.1	Costo de Materiales	47
3.4.1.2	Costo de Accesorios	47
3.4.1.3	Costo de Fabricación	49
3.4.1.4	Costo de Diseño	50
3.4.1.5	Costos Indirectos	50
3.4.1.6	Costo Total	50

CAPÍTULO 4

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
4.1.	Conclusiones	51
4.2.	Recomendaciones	52

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

PLANOS

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
AISC	American Institute Steel Constructions
ASSHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
FIMCP	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
AWS	American Welding Society
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
ASTM	American Society of Testing Materials

SIMBOLOGÍA

m	Metros	C_{temp}	Factor de temperatura
Ton	Toneladas	C_{conf}	Factor de confiabilidad
Kg	Kilogramo	C_{sup}	Factor de superficie
C_m	Carga muerta	C_{tam}	Factor de tamaño
C_v	Carga viva	S'_e	Resist. fatiga experimental
CT	Carga a transportar	b	Ancho del ala de la sección
SC	Sobrecarga	h	Altura de la sección
CI	Carga de Impacto	η_f	Factor de seguridad
F_t	Fuerza de arrastre	S_{ut}	Resistencia última
M	Masa	ζ	Esfuerzo cortante
a	Aceleración	V	Fuerza cortante
V_f	Velocidad final	A	Área de la sección transv.
V_o	Velocidad inicial	$\zeta_{máx}$	Esfuerzo cortante máximo
t	Tiempo	$\zeta_{mín}$	Esfuerzo cortante mínimo
V_f	Velocidad final	d	Diámetro de pin
N	Newton	ζ_a	Esf. cortante de amplitud
$\sigma_{máx}$	Esfuerzo máximo	ζ_m	Esfuerzo cortante medio
$\sigma_{mín}$	Esfuerzo mínimo	R_t	Reacción total
S	Modulo elástico	R_e	Reacción en ejes
σ_a	Esfuerzo de amplitud	R_n	Reacción en neumáticos
σ_m	Esfuerzo medio	S_y	Esfuerzo de fluencia
S_e	Resistencia a la fatiga	$\sigma_{simulación}$	Esfuerzo de simulación
C_{carga}	Factor de carga	M_o	Momento inicial máximo
mm	Milímetros		

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Plataforma cama alta de 3 ejes.....	3
Figura 1.2 Quinta rueda (sistema de enganche)	4
Figura 1.3 Chasis de plataforma con sus partes.	4
Figura 1.4 Sistema de suspensión mecánica de 3 ejes.....	5
Figura 1.5 Sistema de frenos de disco	6
Figura 1.6 Sistema de frenos de tambor.	7
Figura 1.7 King Ping.....	8
Figura 1.8 Patas de Apoyo	8
Figura 1.9 Enchufe Eléctrico de 7 Polos.....	9
Figura 2.1 Metodología de Diseño.....	10
Figura 2.2 Plataforma Biextensible	13
Figura 2.3 Plataforma Portacontenedores	14
Figura 2.4 Plataforma Cama Alta Extensible	15
Figura 2.5 Dimensiones Plataforma	17
Figura 2.6 Dimensiones Plataforma	18
Figura 2.7 Accesorios de la Plataforma.....	19
Figura 2.8 Sección fija y móvil de la Plataforma Extensible	19
Figura 2.9 Ubicación de Piso Metálico	20
Figura 2.10 Designación de elementos estructurales.....	21
Figura 2.11 Designación de elementos estructurales.....	21
Figura 2.12 Distribución de los apoyos sobre la viga principal	22
Figura 2.13 Carga distribuida	22
Figura 2.14 Cargas de diseño parte delantera	26
Figura 2.15 Cargas de diseño parte trasera	26

Figura 2.16 Cargas de diseño	26
Figura 2.17 Fuerza de arrastre	27
Figura 3.1 Diagrama V vs X, M vs X. Viga 1.....	28
Figura 3.2 Diagrama V vs X; M vs X. Viga 2.....	29
Figura 3.3 Diagrama V vs X; M vs X. Viga 3.....	29
Figura 3.4 Diagrama de Esfuerzo vs tiempo.....	30
Figura 3.5 Diagrama de Goodman Modificado para los esfuerzos en las vigas longitudinales.....	33
Figura 3.6 Fuerza cortante en pin.....	34
Figura 3.7 Visualización de Pin en Vigas Principales.	35
Figura 3.8 Resultados de diseño de arriostres principales de la parte delantera	38
Figura 3.9 Resultados de diseño de arriostres principales de la parte trasera	38
Figura 3.10 Soporte del bastidor Móvil	39
Figura 3.11 Resultados de diseño de arriostres secundarios	40
Figura 3.12 Vigas de soporte de piso	40
Figura 3.13 Resultados de diseño de soportes de piso de la parte delantera	41
Figura 3.14 Resultado de diseño de soportes de piso de la parte trasera.....	41
Figura 3.15 Reacciones máximas resultantes	42
Figura 3.16 Combinaciones de metal base y soldadura.....	45
Figura 3.17 Para Filetes y esquinas. Junta precalificada PJP	45
Figura 3.18 Para uniones a tope. Junta precalificada CJP.....	46
Figura 3.19 Para Filetes y esquinas. Junta precalificada CJP.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1 Especificaciones de Diseño.....	11
Tabla 2.2 Dimensiones y Peso Permitidos	12
Tabla 2.3 Matriz de Decisión	16
Tabla 2.4 Dimensiones de la Plataforma.....	18
Tabla 2. 5 Propiedades Mecánicas	27
Tabla 3.1 Valores de Fuerza Cortante y Momento Flector para cada viga.....	29
Tabla 3.2 Esfuerzos máximos y mínimos para cada viga.....	31
Tabla 3.3 Esfuerzos amplitud y esfuerzo medio para cada viga.....	31
Tabla 3.4 Resistencia a la Fatiga y Factores de Corrección.....	33
Tabla 3.5 Factores de Seguridad de fatiga.....	34
Tabla 3.6 Esfuerzos cortantes máximos y mínimos	36
Tabla 3.7 Esfuerzos amplitud y esfuerzo medio	36
Tabla 3.8 Resistencia a la fatiga y Factores de corrección	37
Tabla 3.9 Costo de Materiales.....	47
Tabla 3.10 Costo de Accesorios.....	48
Tabla 3.11 Costo de Fabricación.....	49
Tabla 3.12 Costo de Diseño	50
Tabla 3.13 Costo Total	50

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1	ISOMETRICO PLATAFORMA EXTENSIBLE
PLANO 2	ISOMETRICO EN EXPLOSIÓN PLATAFORMA EXTENSIBLE
PLANO 3	ENSAMBLE PLATAFORMA EXTENSIBLE
PLANO 4	PLATAFORMA EXTENSIBLE TRAMO INICIAL
PLANO 5	PLATAFORMA EXTENSIBLE TRAMO INTERMEDIO
PLANO 6	PLATAFORMA EXTENSIBLE TRAMO FINAL
PLANO 7	PIN DE SUJECCIÓN

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del Problema

Actualmente, en el sector industrial que se encarga de la fabricación y montaje de estructuras de longitudes mayores a 14 metros, ya sean de hormigón o metálicas, surge la necesidad de contar con un medio de transporte que permita movilizarlas a diferentes lugares del país vía terrestre, por tal razón, es de gran utilidad una plataforma extensible adaptable a cabezales, para cumplir con dicho fin.

En el país existen empresas que ofrecen el servicio de alquiler, pero su disponibilidad no es inmediata y el costo de alquiler es elevado; convirtiéndose en una alternativa poco razonable.

La mayoría de estas empresas cuentan con plataformas cama alta de 12 metros, para el movimiento de estructuras, tales como: postes de alumbrado público, vigas metálicas, silos, etc., y esta plataforma resulta limitada para transportar longitudes mayores, debido a que la normativa vial vigente no lo permite.

Para este problema se diseña una plataforma extensible, el cual tiene los siguientes requerimientos:

- Extensible desde 12 metros hasta máximo 18 metros.
- Capacidad de carga máxima de 40 Toneladas.
- Confiable y seguro.
- Fabricado con materiales disponibles en el mercado local.

1.2 Objetivos

- Diseñar una plataforma extensible de 12 metros a 18 metros con capacidad de 40 toneladas para cabezales de transporte pesado, que cumpla con las normativas de pesos y dimensiones nominales para el transporte pesado que exige el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), y las normativas de soldadura mediante el código AWS (American Welding Society).
- Diseñar la plataforma con materiales y perfiles normalizados disponibles en el mercado nacional.
- Elaborar el análisis estructural de la plataforma extensible mediante elementos finitos.

1.3 Marco Teórico

El desarrollo de la tesis se lleva a cabo en tres partes; primero, se realiza un análisis de los proveedores de este servicio en el mercado nacional, de los cuales se escoge la mejor propuesta. En segundo lugar, la metodología con el respectivo diseño de forma por consiguiente el diseño preliminar para luego proceder al cálculo analítico con la ayuda de un programa de elementos finitos. Finalmente, se desarrolla un análisis de las características del diseño, y se detallan los resultados que se obtendrán.

1.3.1 El Transporte

Se utiliza para describir al acto y consecuencia de trasladar algo de un lugar a otro. Permite nombrar a vehículos que sirven para tal efecto, llevando individuos o mercaderías desde un determinado sitio hasta otro. El proyecto se enfocará en el estudio del transporte de equipos o estructuras, mediante el uso de plataformas extensibles, con el objetivo de garantizar a la empresa la correcta distribución al menor costo posible.

1.3.2 Definición de Cabezal

Llamado comúnmente tracto camión, es un vehículo autopropulsado y diseñado para soportar y arrastrar diferentes tipos de carga que estarán ubicadas sobre una plataforma.

1.3.3 Tipos de Cabezales

1.3.3.1 Cabezales de un Solo Eje

Poseen un eje de tracción y uno de dirección parecidos a los automóviles, debido a que son más pequeños y más sencillos de manejar a diferencia de los que tienen dos o tres ejes.

1.3.3.2 Cabezales de doble eje o tándem

Constan de dos ejes, es empleado generalmente para cargas pesadas y distancias largas. Como tiene otro eje, estas proporcionan cuatro llantas motrices adicionales que dan mayor fuerza y también proporciona mayor tracción.

1.3.4 Definición de Plataforma

Tipo de vehículo con ejes traseros, pero sin eje delantero que tiene como fin ser acoplado a un cabezal para que sea transportado de un lugar a otro y a su vez poder soportar cierto peso. Es también conocido como plataforma o semirremolque. (Ver figura 1.1)



Figura 1.1 Plataforma cama alta de 3 ejes.

Fuente: Sitio web Alibaba, 3 Ejes Container Semirremolque.

La unión o acople entre el cabezal y la plataforma se lo realiza a través de un mecanismo de enganche llamado comúnmente “quinta rueda” o tortuga, este permite una rápida y perfecta articulación en ambos. (Ver figura 1.2)



Figura 1.2 Quinta rueda (sistema de enganche)

Fuente: Sitio Web Partes Tracto Camión, Quinta Rueda.

1.3.5 Chasis

Estructura que conecta la suspensión trasera y el punto de apoyo (King pin), el cual tiene puntos de amarre para los diferentes tipos de carga, es llamado también bastidor capaz de soportar la carga que transporta además de su propio peso. (Ver figura 1.3)

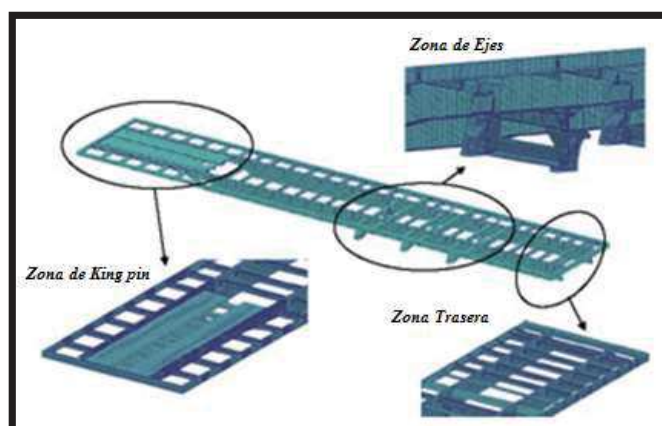


Figura 1.3 Chasis de plataforma con sus partes.

Fuente: Sitio Web Transportation Logistic Research Group.

1.3.6 Suspensión Mecánica

Consiste en un muelle formado por hojas de acero templado muy resistentes y no se flexionan con facilidad debido a la elevada resistencia a la flexión. (Ver figura 1.4)

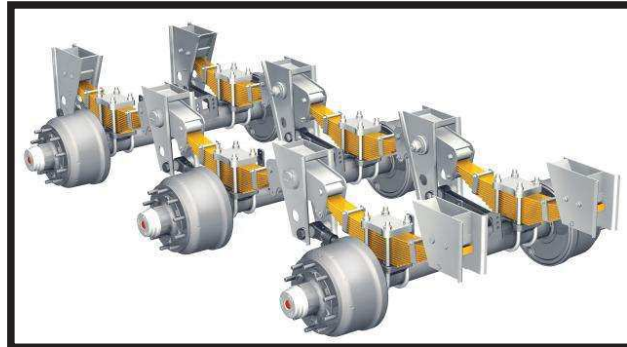


Figura 1.4 Sistema de suspensión mecánica de 3 ejes

Fuente: Sitio Web Frenos y Clutch, La Variante.

La primera hoja tiene el nombre de hoja principal o maestra, se encuentra doblada a sus extremos este permite acoplarla al chasis. El resto de hojas de menor longitud están sujetas a la maestra mediante un tornillo de centro. El número de hojas depende de la carga de la plataforma.

1.3.7 Sistema de ejes

Son los que ayudan a soportar la carga y el peso de la plataforma y pueden girar libremente.

1.3.7.1 Eje simple

Este sistema consta de un solo eje, pueden ser motrices o no, también pueden ser articulados.

1.3.7.2 Eje doble o Tándem

Estos sistemas constan de 2 ejes articulados, pueden tener una separación de 1.20 m y 1.60 m entre líneas de rotación (centro de ejes), pueden ser motrices, portantes o combinados.

1.3.7.3 Eje triple o Tridem

Estos sistemas constan de 3 ejes articulados, separados 2 m y 32. M entre líneas de rotación (centro de ejes), pueden ser motrices, portantes o combinados.

1.3.8 Sistema de Frenos

Tiene como finalidad disminuir la velocidad o detener la marcha del vehículo, dependiendo de las condiciones que determine el conductor. El vehículo desarrolla energía cinética cuando se encuentra en movimiento, está tiene que ser absorbida por completo o en parte mediante el rozamiento o energía calorífica. Esto se logra gracias a la fricción que es la que se opone al movimiento. Estos vehículos por su seguridad utilizan un sistema de frenos de aire.

1.3.8.1 Frenos de disco

Emplean el principio básico de fricción y calor, disipan mucho más rápido el calor que genera la fricción en el frenado esto se debe a que sus elementos están expuestos al aire, esto es una ventaja con respecto a los frenos de tambor. Está compuesto por un disco de freno y la mordaza entre las cuales surge el frenado requerido. (Ver figura 1.5)



Figura 1.5 Sistema de frenos de disco

Fuente: Sitio Web TechLink, Frenos.

1.3.8.2 Frenos de Tambor

El primer sistema de frenos en un vehículo fue el sistema de tambor. Dentro del tambor se encuentran las zapatas, éstas son accionadas por el conductor a través del freno. Al oprimir el freno las zapatas son accionadas y presionadas contra el tambor las cuales generan una fricción que es la que detiene al vehículo, presenta una desventaja en el frenado cuesta abajo (pendiente), los frenos pierden efectividad debido a que generan mucho calor dentro del tambor y la ventilación dentro de este no es buena no desprende calor y no puede reducir la velocidad. (Ver figura 1.6)

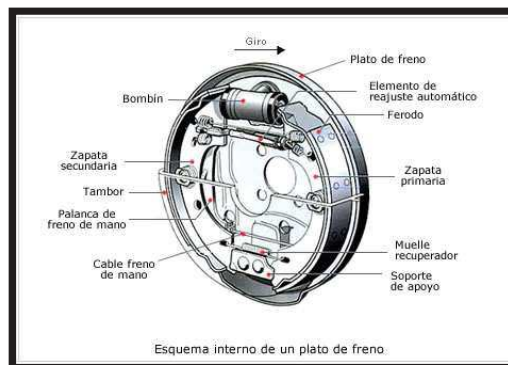


Figura 1.6 Sistema de frenos de tambor.

Fuente: Sitio Web Aficionados a la Mecánica, Sistema de Frenos.

1.3.9 Circuito Neumáticos

Es el encargado de suministrar la suficiente cantidad de aire para el correcto funcionamiento de los pulmones de freno. Está constituido por dos líneas de aire, estas son: línea de servicio y línea de emergencia.

1.3.10 Ruedas

Cumplen varias funciones tales como la de soportar, durar, brindar confort, amortiguar, transmitir, rodar, etc., también son la seguridad en el manejo y economía de combustible. Estos giran sobre un eje para permitir que la plataforma se transporte.

1.3.11 King Pin

Llamado perno maestro o rey, va fijado en la plataforma y está diseñado para engancharse en el cabezal por medio de la quinta rueda o tortuga, permite el giro entre el cabezal y la plataforma, además de soportar las fuerzas que generan cuando empieza la marcha, frena o se detiene por completo. Para seleccionarlo se debe calcular la fuerza de arrastre, las misma que generalmente lo especifica el fabricante. (Ver figura 1.7)



Figura 1.7 King Pin

Fuente: Sitio Web Soluciones al Transporte, King Pin.

1.3.12 Patas de Apoyo

Llamadas también patines, tren de aterrizaje, piernas Dolly, son elementos complementarios que ayudan a soportar su peso ya sea con carga o vacío, cuando está desacoplado del cabezal. (Ver figura 1.8)

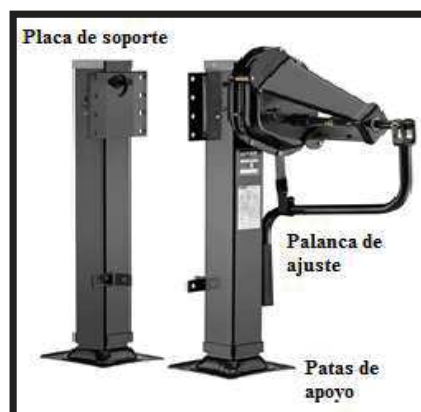


Figura 1.8 Patas de Apoyo

Fuente: Sitio Web Jost, Patas de Apoyo.

1.3.13 Sistema de Luces

La señalización de la parte delantera, trasera y laterales de la plataforma es mediante el sistema eléctrico, nos indica cuando el conductor realiza alguna maniobra, frena o cambia de dirección. La plataforma consta con conexiones (enchufe de 7 polos) para la energía eléctrica que provee el cabezal. (Ver figura 1.9)



Figura 1.9 Enchufe Eléctrico de 7 Polos.

Fuente: Sitio Web eBay, 7 Pines remolque.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

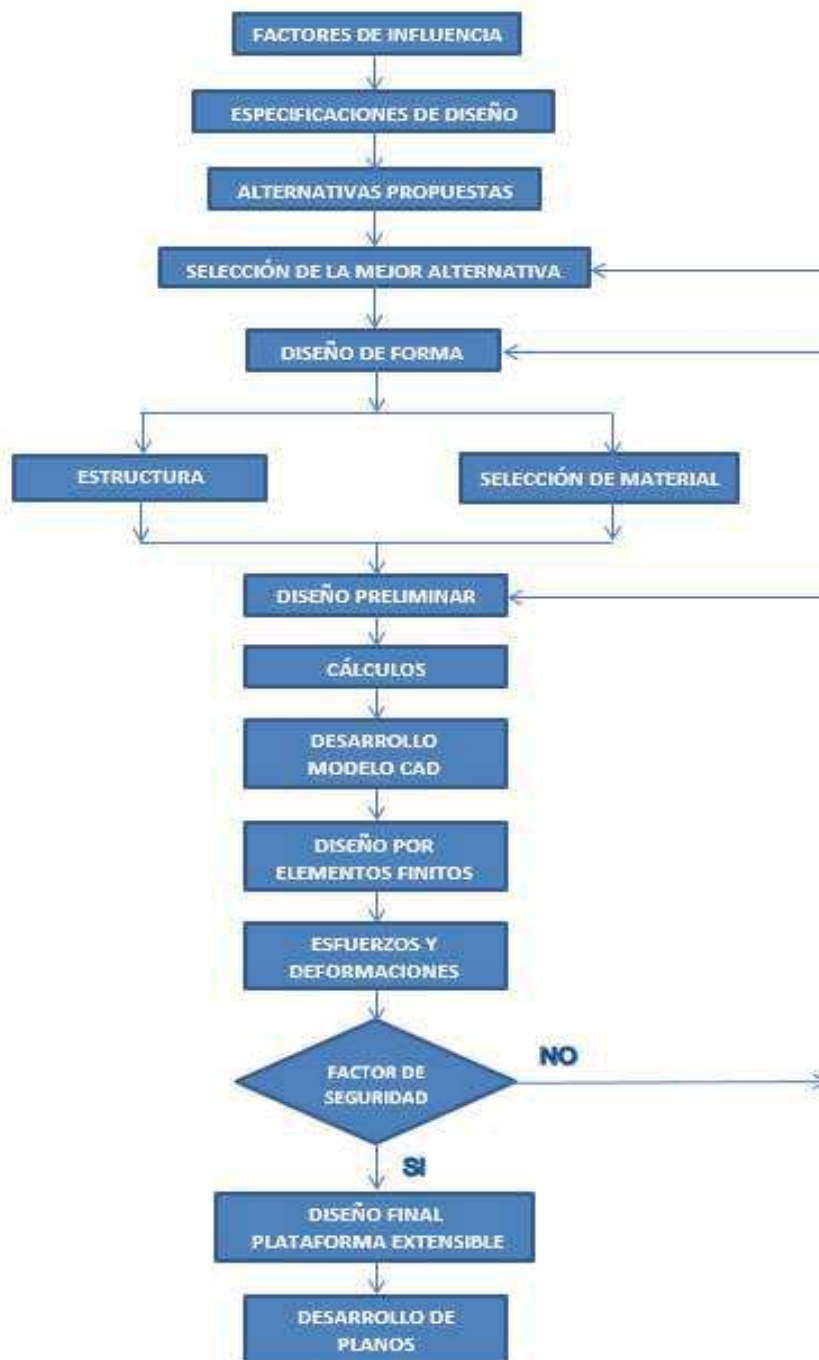


Figura 2.1 Metodología de Diseño
Fuente: Willy Morales – 2017. Elaboración Propia

2.1 Factores de Influencia

Para la selección del diseño se presentan a continuación los siguientes factores:

- ✓ **Accesibilidad de Materiales**, este factor se refiere a la fácil adquisición o facilidad de materiales o equipos que existe en el mercado para la fabricación y el buen funcionamiento de la plataforma.
- ✓ **Confiabilidad y seguridad**, el funcionamiento tiene como objetivo que la transportación de las cargas no involucre el riesgo de vidas humanas o daños ambientales, este es un factor muy importante.
- ✓ **Mantenimiento**, esta da referencia a que tan fácil es el mantenimiento de la plataforma.
- ✓ **Costo**, este factor tiene un segundo lugar de importancia en el diseño, puesto que se refiere a que tan costoso es la estructura diseñada, basándonos en el peso total de la estructura. Las limitaciones económicas determinan la conformidad, competitividad y aceptación en el mercado.

2.2 Especificaciones de Diseño

En la siguiente tabla 2.1, se detalla las principales dimensiones y características de la plataforma, estas son especificaciones de diseño para la plataforma. Estos datos serán los que van a definir el diseño detallado de la plataforma cama alta extensible, que nos proporciona el reglamento del MTOP.

Tabla 2.1 Especificaciones de Diseño

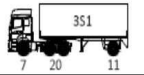

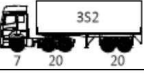
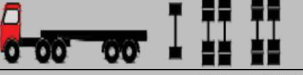
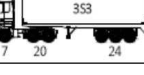

Designación	Dimensiones y características	Valor
1	Ancho de la Plataforma (m)	2,45
2	Longitud de la plataforma cerrada (m)	12
3	Carrera del sistema extensible (m)	6
4	Alto de la plataforma (m)	4,3
5	Capacidad de carga (Ton)	40

Fuente: Willy Morales – 2017.

2.2.1 Dimensiones de la Plataforma Cama Alta Extensible.

Para las dimensiones de la Cama Alta Extensible nos basamos en el Reglamento nacional para la movilización de transporte de carga pesada. La tabla 2.2 indica las dimensiones permitidas para la circulación por las vías del país.

Tabla 2.2 Dimensiones y Peso Permitidos

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
3S1			38	20,5	2,6	4,3
3S2			47	20,5	2,6	4,3
3S3			48	20,5	2,6	4,3

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB)

2.3 Alternativas Propuestas

Definido el problema e identificada la necesidad, se realiza un análisis comparativo entre las alternativas de plataformas, ya que es necesario buscar y seleccionar la alternativa más conveniente. Las alternativas de solución son obtenidas en base a las que existen en el mercado. Se aclara que estas plataformas no son comunes en nuestro país y las que existen son extranjeras o por diseños elaborados por diseñadores mecánicos.

2.4 Descripción de alternativas

Para este diseño se tiene 3 alternativas estas son:

2.4.1 Plataforma Biextensible

Esta plataforma no auto propulsada tiene como particularidad la capacidad de adaptar su longitud total a cualquier tipo de contenedor que vaya a transportar.

Tiene la característica principal de poseer dos sistemas extensibles en su estructura. Su chasis está constituido por tres partes fundamentales que son:

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



Figura 2.2 Plataforma Biextensible

Fuente: Sitio Web Schmitz Cargobull, Semirremolque.

El soporte de la estructura está dado por los conjuntos estructurales que están conformados por vigas transversales.

2.4.1.1 Ventajas

- La estructura no es muy pesada.
- Los materiales son accesibles en el mercado.
- Facilita el transporte de diferentes tipos de cargas.
- Se adapta a cualquier longitud requerida.

2.4.1.2 Desventajas

- Está limitado a solo transportar contenedores.
- Su elevado costo por el sistema deslizante.
- Complejidad para el diseño en el sistema deslizable.
- Tiene poca acogida

2.4.2 Plataforma Portacontenedores

Está constituido básicamente por un chasis compuesto de dos vigas principales, las mismas que soportan directamente al contenedor mediante el uso de acoples.



Figura 2.3 Plataforma Portacontenedores

Fuente: Sitio Web Randon Implementos, Base de contenedores

2.4.2.1 Ventajas

- La estructura no es muy pesada
- Los materiales se los puede encontrar con facilidad en el medio.
- La estructura es de fácil construcción
- Tiene un sistema de acople a los contenedores, fácil de manipular.
- Es liviano y económico
- Fácil mantenimiento.

2.4.2.2 Desventajas

- Es de uso exclusivo para el transporte de contenedores, por lo que no permite llevar otro tipo de carga

2.4.3 Plataforma Cama Alta Extensible

Estructura conformada por dos vigas principales, travesaños, largueros y arriostres formando un chasis tipo escalera. El piso es de acero antideslizante. Está compuesta por un sistema de suspensión de tres ejes.

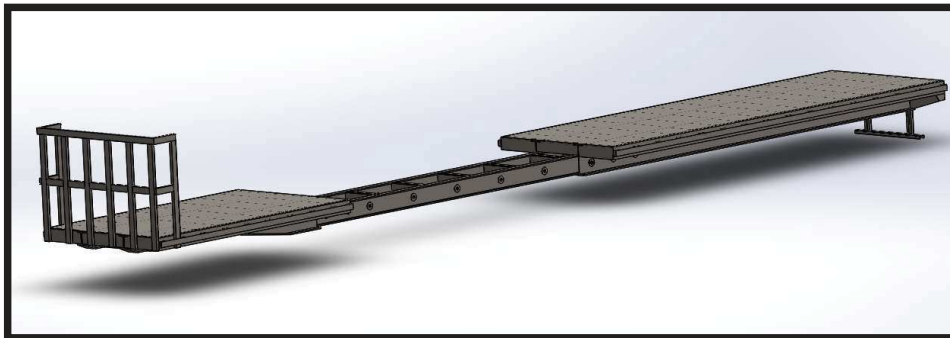


Figura 2.4 Plataforma Cama Alta Extensible

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

2.4.3.1 Ventajas

- Tiene gran acogida.
- Los materiales son accesibles en el mercado.
- Se adapta a cualquier longitud requerida.
- Fácil mantenimiento.

2.4.3.2 Desventajas

- Mayor peso por aumento de elementos estructurales.
- Costo elevado

2.5 Análisis y selección de la mejor alternativa

Para escoger la mejor alternativa, a partir de las 3 alternativas y con los criterios o factores de influencia mencionados estos son: Confiabilidad y Seguridad, costos, accesibilidad de materiales, y mantenimiento. Se elabora una matriz de decisión y está nos ayuda a la selección del diseño más adecuado.

Los factores de influencia juntos con las 3 alternativas son las que se presentan en la matriz de decisión. Cada factor de influencia tiene un porcentaje de importancia este depende del criterio del diseñador.

- Con una ponderación del 40%, la confiabilidad y seguridad es uno de los más importantes factores ya que este no debe tener un riesgo de vidas humanas o daños a terceros.
- El costo del diseño se pondero con un 25%, este representa la inversión para la plataforma.
- La accesibilidad de materiales se pondero con un 20%, este representa la obtención de todos los materiales y equipos que se emplearan en la plataforma.
- El mantenimiento se pondero con el 15%, este representa que tan fácil se realiza el mantenimiento de las partes mecánicas, cuando ya esté en funcionamiento o servicio.

Tabla 2.3 Matriz de Decisión

MATRIZ DE DECISIÓN								
No.	Factores de Influencia	Porcentaje	Plataforma Biextensible		Plataforma Portacontenedores		Plataforma Cama alta Extensible	
			Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
1	Confiable y Seguro	40%	8	3,20	8	3,20	9	3,60
2	Costos	25%	6	1,50	8	2,00	7	1,75
3	Accesibilidad de Materiales	20%	7	1,40	7	1,40	9	1,80
4	Mantenimiento	15%	6	0,90	8	1,20	8	1,20
Total		100%	-	7,00	-	7,80	-	8,35

Fuente: Willy Morales – 2017.

De los datos obtenidos en la matriz de decisión, según la tabla 2.3, la alternativa que mejor se adecua para el requerimiento de diseño es la plataforma cama alta extensible.

2.6 Diseño de Forma

Estará conformada por 2 conjuntos principales, agrupados con la finalidad de permitir un diseño y selección independiente uno del otro, este es el sistema estructural y los accesorios.

En el sistema estructural, la plataforma se divide en bastidor fijo y móvil. El bastidor fijo consta de dos vigas principales que para efectos de cálculos llamaremos viga 3, para el bastidor móvil este consta de cuatro vigas, dos principales (vigas delanteras) que llamaremos viga 1 y las otras dos vigas centrales las llamaremos viga 2. Tal como se muestra en la figura 2.5.

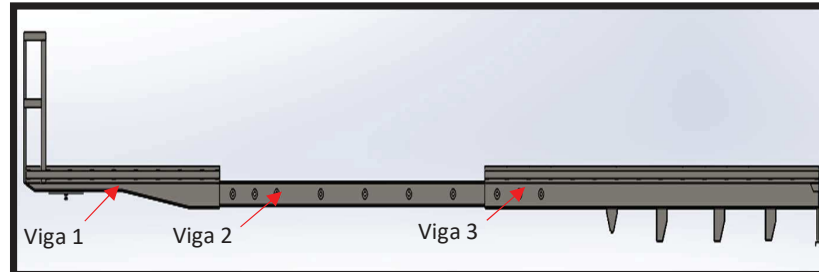


Figura 2.5 Dimensiones Plataforma

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

2.6.1 Dimensionamiento de la plataforma

Para el diseño, como referencia se tomarán las dimensiones más importantes. Cabe indicar que estas medidas están dentro de las normas establecidas por el MTOP, estas se muestran en la siguiente tabla 2.4:

Tabla 2.4 Dimensiones de la Plataforma

	Dimensiones	Metros
A	Longitud máxima	18,00
B	Longitud de viga delantera	4,40
C	Carrera del sistema extensible	6,00
D	Longitud viga posterior	7,60
E	Ancho de la plataforma	2,45
F	Separación de vigas principales	0,92
G	Separación de vigas centrales	0,76
H	Distancia frontal al King pin	0,91
I	Distancia del King pin al primer eje	12,88
J	Distancia entre ejes	1,31
K	Altura de la plataforma en la parte posterior	1,35
I	Longitud de plataforma completamente cerrada	12,00

Fuente: Willy Morales – 2017.

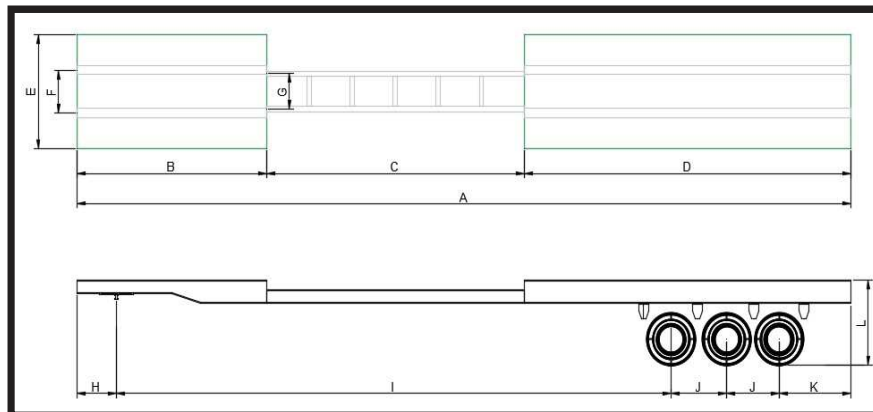


Figura 2.6 Dimensiones Plataforma

Fuente: AutoCAD V2016, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

2.6.2 Disposición Detallada de la Plataforma

En la figura 2.7, se muestra una descripción general de los elementos que constituyen los conjuntos principales de la plataforma extensible.

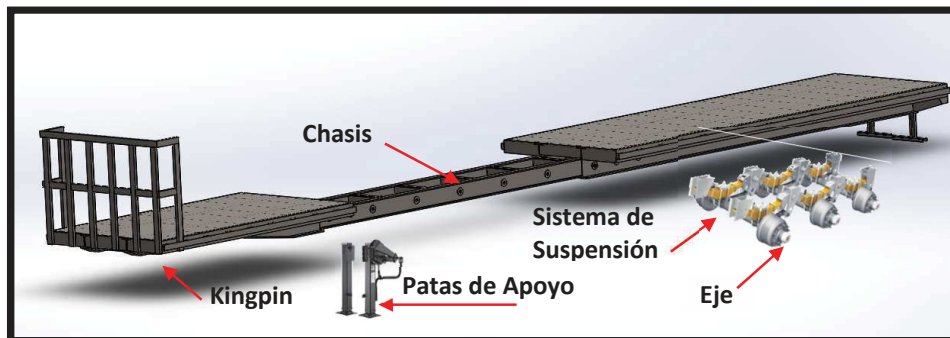


Figura 2.7 Accesorios de la Plataforma

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

Adicionalmente es útil mencionar otros elementos secundarios tales como el sistema eléctrico, cables, mangueras, acoples, faros y otros.

2.6.3 Accesorios y su Disposición:

Estarán ubicados en sitios específicos y serán seleccionados de acuerdo a las demandas que arroje el análisis del sistema estructural.

2.6.4 Sistema Estructural y su disposición:

Lo conformará dos secciones, una fija y otra móvil, seleccionadas para que la sección móvil encaje en el interior de la sección fija, logrando así regular la longitud total de la plataforma.

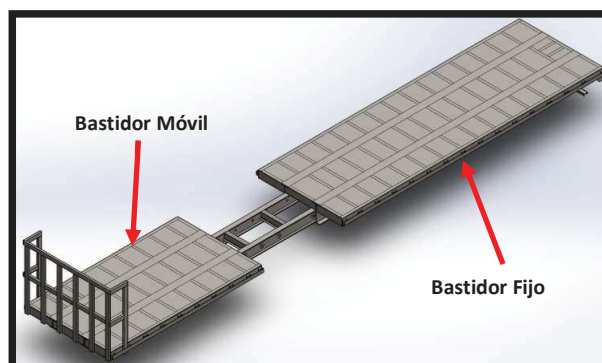


Figura 2.8 Sección fija y móvil de la Plataforma Extensible

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

Adicionalmente la plataforma estará compuesta por una cubierta que forma el piso y de perfilería estructural que soportará y conformará toda la armadura de la plataforma.

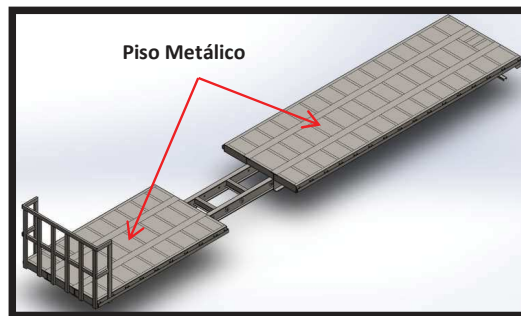


Figura 2.9 Ubicación de Piso Metálico

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

En las figuras a continuación, se visualiza los elementos que conformarán la estructura soporte de la plataforma extensible, donde cada elemento cumple funciones determinadas, que en conjunto le dan a la plataforma su funcionalidad. Se tienen los siguientes:

- Vigas centrales
- Arriostres del bastidor móvil
- Travesaños
- Durmientes
- Plato de giro

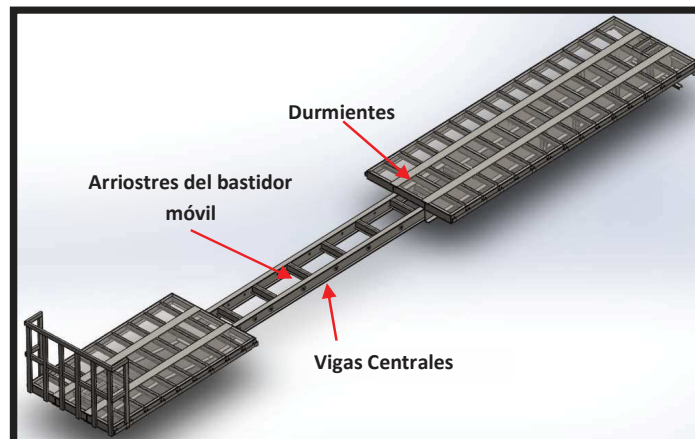


Figura 2.10 Designación de elementos estructurales

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

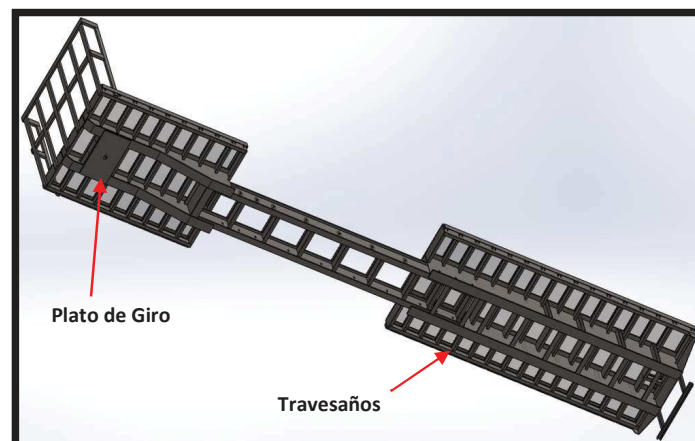


Figura 2.11 Designación de elementos estructurales

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

2.7 Cálculos

2.7.1 Posición Crítica de la Plataforma

La plataforma extensible cuando se encuentra cerrada en su posición inicial, se considera como compacta, es decir, un solo cuerpo. Todo lo contrario, cuando la plataforma trabaja en su máxima longitud que es la parte crítica ya que se divide en dos cuerpos.

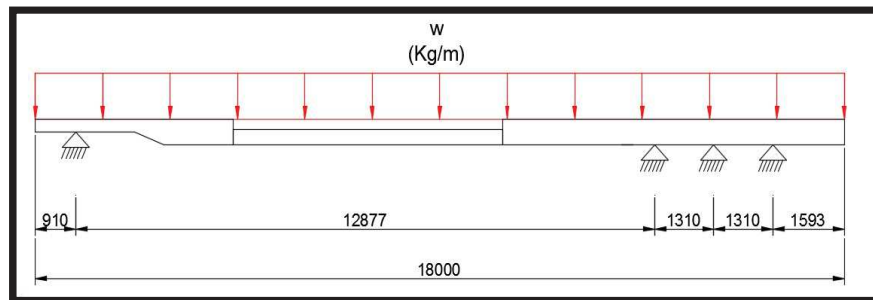


Figura 2.12 Distribución de los apoyos sobre la viga principal

Fuente: AutoCAD V2016, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

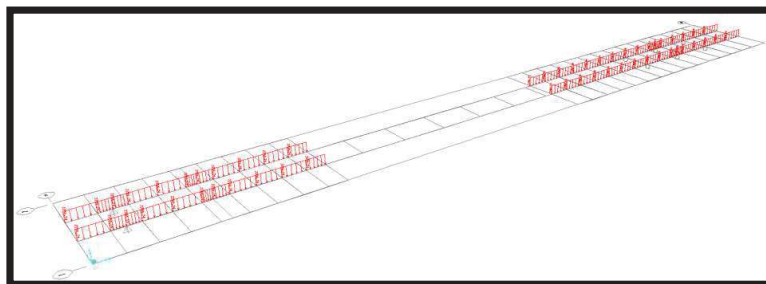


Figura 2.13 Carga distribuida

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

2.7.2 Cargas que Actúan en la Plataforma Extensible

Para poder diseñar la plataforma extensible se debe saber que tipos de cargas va a soportar y a su vez saber si la estructura tiene la capacidad de resistir. Por consiguiente, se realiza un análisis de los tipos de cargas que actúan o intervienen en los elementos de la estructura a diseñar y éstas son:

- Carga estática
- Carga dinámica

2.7.2.1 Carga Estática

Las cargas estáticas están determinadas por el peso propio de la estructura incluido todos los accesorios tales como el King ping, suspensión, ejes. Cuya tabla de pesos se encuentra en el Apéndice A.

C_m = Carga Muerta

$$C_m = 10\,183,87 \text{ Kg}$$

2.7.2.2 Carga Dinámica

Son aquellas cargas que son muy variables, en este caso la carga a transportar, además de esta la carga de impacto.

Las cargas dinámicas en la plataforma extensible son la carga a transportar (incluido la sobrecarga) y la carga de impacto. Cada una se detalla a continuación.

2.7.2.3 Carga a Transportar

Es la capacidad de carga que tiene la plataforma extensible, adicional a esto se le suma una sobrecarga. La sobrecarga para plataformas no está establecida en normas. Se toma como referencia la sobrecarga en contenedores ISO, que establece un 10% de la carga transportada. Esta carga se considera para evitar que la estructura falle por sobrecarga.

Según la norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), establece que el peso de la carga aplicada se la denomina carga viva. Por lo que se tiene lo siguiente:

$$C_v = C_T + S_C \quad (\text{Ec. 2.1})$$

$$S_C = 0.1 \times C_T \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Dónde:

C_v = Carga Viva

C_T = Carga

S_C = Sobrecarga

$$C_v = 40\,000 \text{ Kg} + (0.1 \times 40\,000 \text{ Kg})$$

$$C_v = 40\,000 \text{ Kg} + 4\,000 \text{ Kg}$$

$$C_v = 44\,000 \text{ Kg}$$

2.7.2.4 Carga de Impacto

Cuando la plataforma extensible se encuentra en movimiento y por las irregularidades de las carreteras, la estructura estará sometida a cargas de impacto.

Para la carga de impacto, la norma AASHTO, establece que la cantidad de la tolerancia o incremento de impacto se expresa como una fracción de la carga viva con un valor máximo del 30%.

$$CI = 30 \% \times Cv \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Dónde:

CI = Carga de Impacto.

$$CI = 0.3 \times 44\,000 \text{ Kg}$$

$$CI = 13\,200 \text{ Kg}$$

2.7.2.5 Fuerza de Arrastre

La fuerza de arrastre, es la que transmite del tráiler a la plataforma. Para el cálculo se emplea la segunda ley de Newton:

$$F_t = m \times a \quad (\text{Ec. 2.4})$$

Donde:

F_t = Fuerza de arrastre

m = masa total aplicada

a = aceleración

La aceleración que ejerce al moverse con su máxima capacidad de carga. Se asume una velocidad inicial de 0 km/h y una velocidad final de 25 km/h (6,94 m/s), alcanzada en un tiempo de 3 seg.

$$a = \frac{V_f - V_o}{t} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

$$a = 2,31 \text{ m/s}^2$$

Reemplazando finalmente en la ecuación se tiene:

$$F_t = m \times a$$

$$F_t = (67\,363.05 \text{ Kg})(2,31 \text{ m/s}^2)$$

$$F_t = 155608,65 \text{ N} = 15878,43 \text{ Kg}$$

2.8 Modelo y desarrollo en SAP2000

Para obtener los valores de las fuerzas resultantes en cada miembro de la estructura tales como Momentos máximos y Cortantes máximos, se realizó un modelo en SAP 2000.

2.8.1 Cargas Aplicada SAP2000

Se aplicaron las cargas que actúan en la plataforma, ver sección 2.7.2. Se empieza con las cargas principales. Primero la carga muerta con un valor de 10163.05 Kg.

Luego la carga viva y la carga de impacto, estas son cargas distribuidas a lo largo de la plataforma, cuando se encuentra en su máxima longitud, que es su estado crítico, 2383 Kg/m.

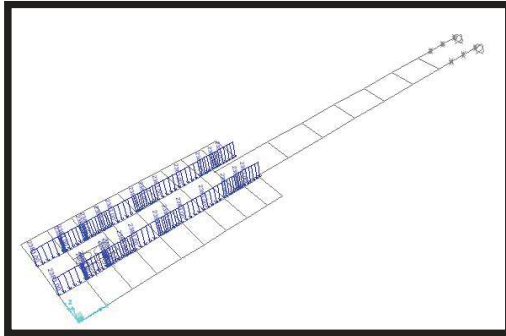


Figura 2.14 Cargas de diseño parte delantera
Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

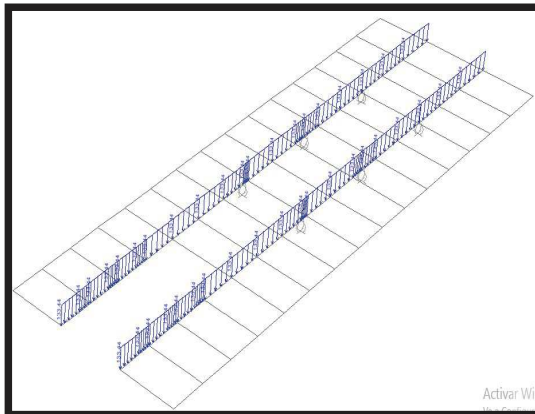


Figura 2.15 Cargas de diseño parte trasera
Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

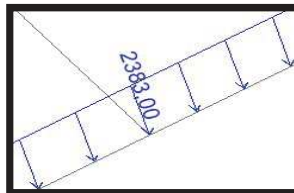


Figura 2.16 Cargas de diseño
Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

La fuerza de arrastre, ubicada en el King pin con un valor de 15878,43 Kg.

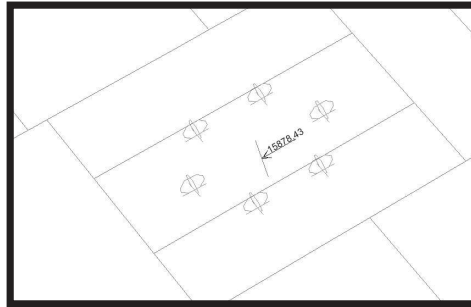


Figura 2.17 Fuerza de arrastre

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

2.9 Diseño de la Plataforma

2.9.1 Material

Se utilizará acero carbono estructural ASTM A-36 para la fabricación, el mismo que cuenta con propiedades óptimas para las condiciones de servicio a las que está sometida la plataforma, es de fácil adquisición en el mercado en presentación de láminas y perfiles a bajos costos, las propiedades mecánicas más relevantes son:

Tabla 2. 5 Propiedades Mecánicas

LIMITE DE FLUENCIA MÍNIMO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			
MPa	Psi	Psi		MPa	
		Min	Máx.	Min	Máx.
250	36000	58000	80000	400	550

Fuente: Sitio Web Ternium, Hoja técnica ASTM A36

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Diseño Vigas Principales

Mediante el análisis de la estructura aplicando SAP2000 se obtiene las reacciones, fuerzas cortantes y momentos flectores. Como se mencionó en la sección 2.8, estos valores son cuando la plataforma está en su longitud máxima, esto quiere decir, completamente abierta que es su estado crítico.

Como se mencionó en la sección 2.6., hay 3 tipos de vigas principales y todas de diferente sección. Al ejecutar el programa en cada una de las vigas se obtienen los siguientes los siguientes gráficos.



Figura 3.1 Diagrama V vs X, M vs X. Viga 1

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

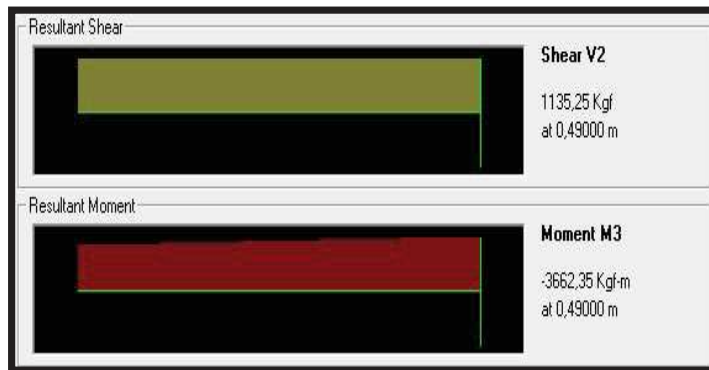


Figura 3.2 Diagrama V vs X; M vs X. Viga 2

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia



Figura 3.3 Diagrama V vs X; M vs X. Viga 3

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

Mediante los gráficos se obtienen los valores de fuerza cortante máximo y momento máximo, los cuales se muestran en la siguiente tabla 3.1.

Tabla 3.1 Valores de Fuerza Cortante y Momento Flector para cada viga

Ítems	V _{máx} (Kg)	M _{máx} (Kg - m)
Viga 1	-12579.52	-16861.01
Viga 2	1135.25	-3662.35
Viga 3	15664.08	-34519.19

Fuente: Willy Morales – 2017.

3.1.1 Diseño por Fatiga por Flexión

Según las especificaciones presentadas en Libro Diseño de Máquinas (Robert L. Norton – 4ta Ed). Se hará el análisis de fatiga para vida infinita.

Tabla 3.2 Esfuerzos máximos y mínimos para cada viga

Ítems	$\sigma_{\text{máx}}$ (MPa)	$\sigma_{\text{mín}}$ (MPa)
Viga 1	-66,40	-28,53
Viga 2	-43,98	-16,12
Viga 3	-155,89	-46,78

Fuente: Willy Morales – 2017.

Ahora partiendo de la definición de esfuerzos de amplitud y esfuerzo medio para cada viga se obtiene lo siguiente:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\text{máx}} - \sigma_{\text{mín}}}{2} \quad (\text{Ec. 3.3})$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\text{máx}} + \sigma_{\text{mín}}}{2} \quad (\text{Ec. 3.4})$$

En la tabla 3.3, se muestran los valores de esfuerzos de amplitud y esfuerzos medio para cada viga. Los cálculos se detallan en el Apéndice D.

Tabla 3.3 Esfuerzos amplitud y esfuerzo medio para cada viga

Ítems	σ_a (MPa)	σ_m (MPa)
Viga 1	-18,94	-47,47
Viga 2	-13,93	-30,05
Viga 3	-54,56	-101,34

Fuente: Willy Morales – 2017.

La resistencia a la fatiga se la obtiene de la siguiente manera:

$$S_e = C_{\text{carga}} \times C_{\text{temp}} \times C_{\text{conf}} \times C_{\text{sup}} \times C_{\text{tam}} \times S'_e \quad (\text{Ec. 3.5})$$

Donde:

S'_e = Resistencia a la fatiga experimental

C_{carga} = Factor de carga

C_{temp} = Factor de temperatura

C_{conf} = Factor de confiabilidad

C_{sup} = Factor de superficie

C_{tam} = Factor de tamaño

Los factores se definen mediante las siguientes consideraciones:

La carga aplicada produce flexión, $C_{carga} = 1$

La temperatura es menor o igual a 450° C, $C_{temp} = 1$

El diseño tiene confiabilidad del 99.9%, $C_{conf} = 0.753$

Para el factor de tamaño y superficie, se determina para cada viga, mediante:

$$C_{tam} = 1.189 \times \left(\sqrt{\frac{0.05 \times b \times h}{0.0766}} \right)^{-0.097} \quad (\text{Ec. 3.6})$$

$$C_{sup} = A \times (S_{ut})^B \quad (\text{Ec. 3.7})$$

Además, para acero se tiene que:

$$S'_e = 0.5 \times S_{ut} \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Donde:

A = 57.7, para aceros laminado en caliente

B = -0.718, para aceros laminados en caliente

b = Ancho del ala de la sección (mm)

h = Altura de la sección de viga (mm)

Los valores de los factores de corrección y resistencia se muestran en la tabla 3.4. Los cálculos para cada una se detallan en el Apéndice D.

Tabla 3.4 Resistencia a la Fatiga y Factores de Corrección

Ítems	Se' (MPa)	C _{carga}	C _{temp}	C _{conf}	C _{sup}	C _{tam}	Se (MPa)
Viga 1	200	1	1	0,753	0,781	0,69	81,16
Viga 2	200	1	1	0,753	0,781	0,73	85,86
Viga 3	200	1	1	0,753	0,781	0,69	81,16

Fuente: Willy Morales – 2017.

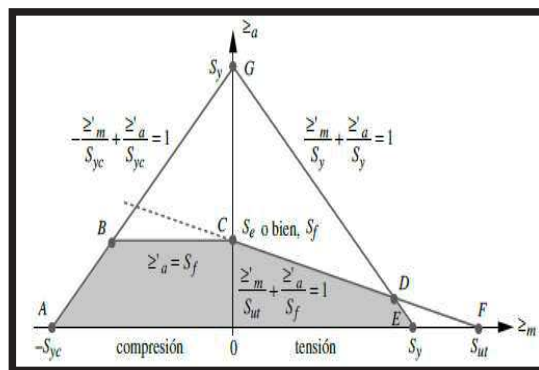


Figura 3.5 Diagrama de Goodman Modificado para los esfuerzos en las vigas longitudinales

Fuente: Norton, 2011, Diseño de Máquinas.

Como los valores de σ_a y σ_m de las 3 vigas son inferiores a la resistencia a la fatiga (S_e) y a la fluencia (S_y) respectivamente, con lo que podemos decir que están en la zona de envoltura, lo cual indica que es segura y de vida infinita.

Para obtener el factor de seguridad de fatiga para vida infinita (η_f), se la determina mediante:

$$\frac{1}{\eta_f} = \frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Los valores de los factores de seguridad de fatiga se muestran en la tabla 3.5. Los cálculos para cada una se detallan en el Apéndice D.

Tabla 3.5 Factores de Seguridad de fatiga

Ítems	η_f
Viga 1	2,84
Viga 2	4,25
Viga 3	1,31

Fuente: Willy Morales – 2017.

Los factores de seguridad obtenidos son mayores a 1, con lo que se concluye que las vigas longitudinales propuestas son correctas.

3.1.1.1 Análisis de Pasador

Los pasadores están en cortante simple y la fuerza cortante es la ejercida por el King pin, pero esta fuerza se divide en dos debido a que actúa en las dos vigas principales, como se muestra en la siguiente figura.

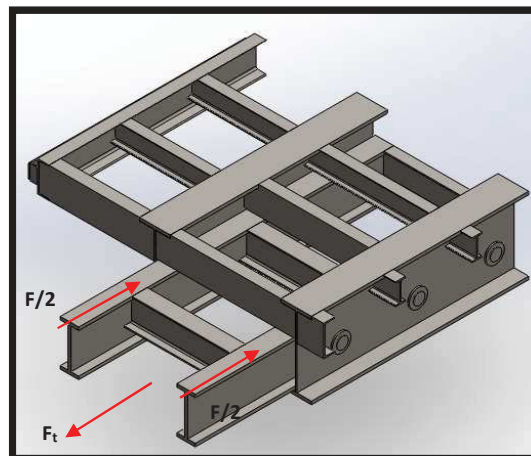


Figura 3.6 Fuerza cortante en pin

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales - 2017
Elaboración Propia

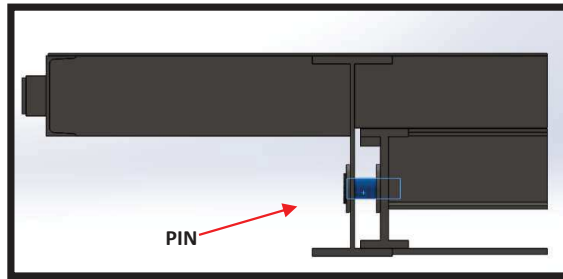


Figura 3.7 Visualización de Pin en Vigas Principales.

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales - 2017
Elaboración Propia

El material para el pasador será AISI 1018, el cual tiene un $S_y = 370$ MPa y $S_{ut} = 440$ MPa. Para el pasador se analizará solo en fatiga debido a que la carga es de ciclo repetido. Debido a esto se tiene:

$$\zeta = \frac{V}{A} \quad (\text{Ec. 3.9})$$

Donde:

ζ = Esfuerzo cortante

V = Fuerza cortante ($F/2$)

A = Área sección transversal del pin

Ahora mediante esta ecuación solo se determina el esfuerzo cortante máximo ya que el esfuerzo cortante mínimo es cero.

$$\zeta_{\text{máx}} = \frac{V}{A} \quad (\text{Ec. 3.10})$$

$$\zeta_{\text{máx}} = \frac{2F_1}{\pi \cdot d^2} \quad \zeta_{\text{mín}} = 0$$

Los valores de los esfuerzos cortantes se muestran en la tabla 2.11. Los cálculos para cada una se detallan en el Apéndice E.

Tabla 3.6 Esfuerzos cortantes máximos y mínimos

Ítems	ζ_{max} (MPa)	ζ_{min} (MPa)
Pin	38,39	0

Fuente: Willy Morales – 2017.

Ahora partiendo de la definición de esfuerzos de amplitud y esfuerzo medio para cada viga se obtiene lo siguiente:

$$\zeta_a = \zeta_m = \frac{\zeta_{m\acute{a}x}}{2} \quad (\text{Ec. 3.11})$$

En la tabla 3.7, se muestran los valores de esfuerzos de amplitud y esfuerzos medio para cada viga. Los cálculos se detallan en el Apéndice E.

Tabla 3.7 Esfuerzos amplitud y esfuerzo medio

Ítems	ζ_a (MPa)	ζ_m (MPa)
Pin	19,20	19,20

Fuente: Willy Morales – 2017.

La resistencia a la fatiga se la obtiene de la siguiente manera:

$$S_e = C_{carga} \times C_{temp} \times C_{conf} \times C_{sup} \times C_{tam} \times S'_e$$

Los factores se definen mediante las siguientes consideraciones:

La carga por cortante, $C_{carga} = 0,577$

La temperatura es menor o igual a 450°C , $C_{temp} = 1$

El diseño tiene confiabilidad del 99.9%, $C_{conf} = 0.753$

Para el factor de tamaño y superficie, se determina, mediante:

$$C_{tam} = 1.189 \times d^{-0,097} \quad (\text{Ec. 3.12})$$

$$C_{sup} = A \times (S_{ut})^B$$

Donde:

A = 4,51 para aceros maquinados

B = - 0,265 para aceros maquinados

d = diámetro de la sección (mm)

Además, para acero por cortante se tiene que:

$$S'_e = 0.5 \times (0,75 \times S_{ut}) = 165 \text{ MPa} \quad (\text{Ec. 3.13})$$

Los valores de los factores de corrección y resistencia se muestran en la tabla 3.8. Los cálculos para cada una se detallan en el Apéndice E.

Tabla 3.8 Resistencia a la fatiga y Factores de corrección

Se' (MPa)	C _{carga}	C _{temp}	C _{conf}	C _{sup}	C _{tam}	Se (MPa)
165	0,577	1	0,753	0,899	0,812	52,33

Fuente: Willy Morales – 2017.

Y para terminar el factor de seguridad para vida infinita será:

$$\frac{1}{\eta_f} = \frac{\zeta_a}{S_e} + \frac{\zeta_m}{S_{ut}} \quad (\text{Ec. 3.14})$$

$$\eta_f = 2,44$$

El valor de factor de seguridad para el pin es de 2,44. Lo cual es mayor de 1, esto satisface el diseño. Los cálculos para cada una se detallan en el Apéndice E.

3.1.2 Análisis y diseño de arriostres

3.1.2.1 Arriostres principales

A lo largo de las vigas principales se encuentran los arriostres que tiene como función principal de contrarrestar los momentos de torsión que se generan en las vigas principales, ocasionadas por la carga, además ayudan a la estabilidad de la plataforma extensible.

En el diseño se colocaron perfiles IPN 140 para la parte delantera y perfiles UPN 200 en la parte trasera, el cual se analiza mediante el programa SAP2000 que nos proporciona el siguiente resultado:

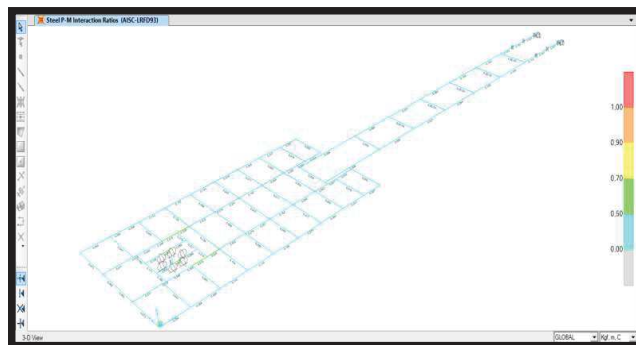


Figura 3.8 Resultados de diseño de arriostres principales de la parte delantera

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

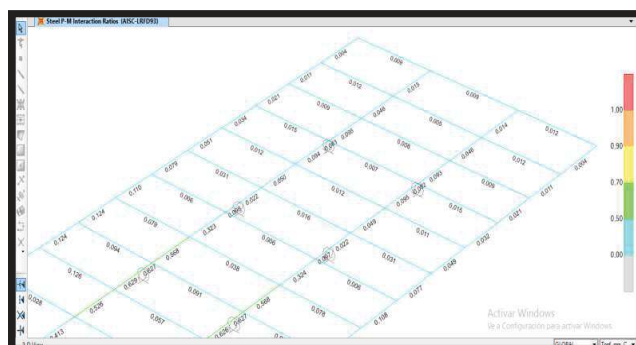


Figura 3.9 Resultados de diseño de arriostres principales de la parte trasera

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

Como se observa en la figura 3.8, los arriostres principales su relación demanda - capacidad (ratio) el más alto es de 0,096, que equivale a 10,42 como factor de seguridad y en la figura 3.9, la relación demanda - capacidad es 0,091 equivalente a 10,99 como factor de seguridad con lo que se concluye que estos elementos no fallan.

3.1.2.2 Arriostres en bastidor móvil

Estos arriostres van a lo largo del bastidor móvil (viga 2), tienen la misma función que los arriostres principales de la parte trasera a diferencia que estos perfiles son IPE 200. Para una mejor apreciación se muestra la siguiente figura:

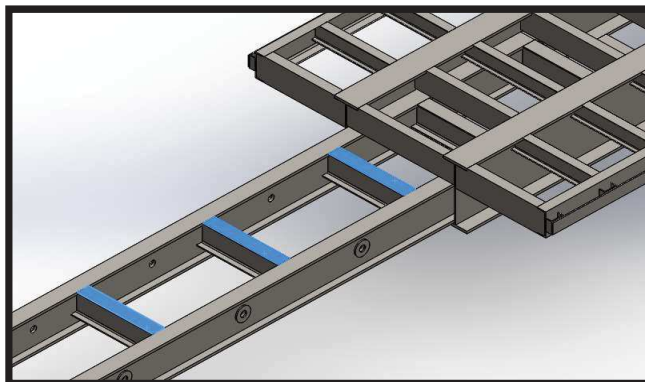


Figura 3.10 Soporte del bastidor Móvil

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

Este se analiza mediante el programa SAP2000 que nos proporciona la siguiente figura:

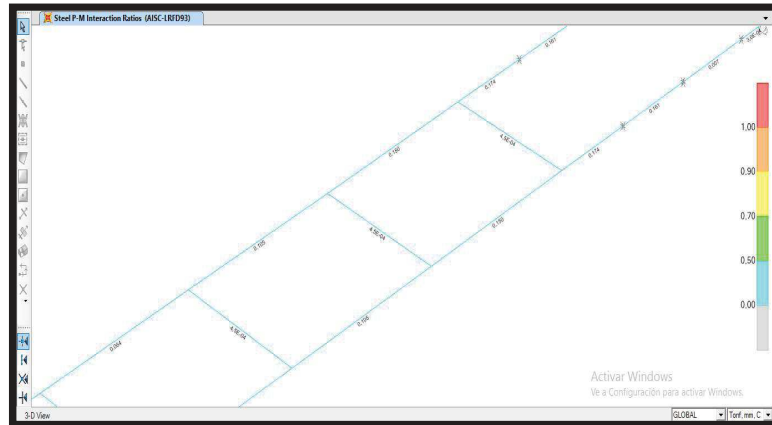


Figura 3.11 Resultados de diseño de arriostres secundarios

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

La relación de demanda-capacidad de este elemento es de 0,002 con lo que se concluye que este elemento no falla.

3.1.3 Análisis y diseño de travesaños

3.1.3.1 Travesaños laterales

Estos perfiles (vigas) son los que dan soporte al piso de la plataforma, estos perfiles en el diseño son IPN 140, se los distribuye en las vigas principales para la ubicación de la carga en los diferentes elementos.

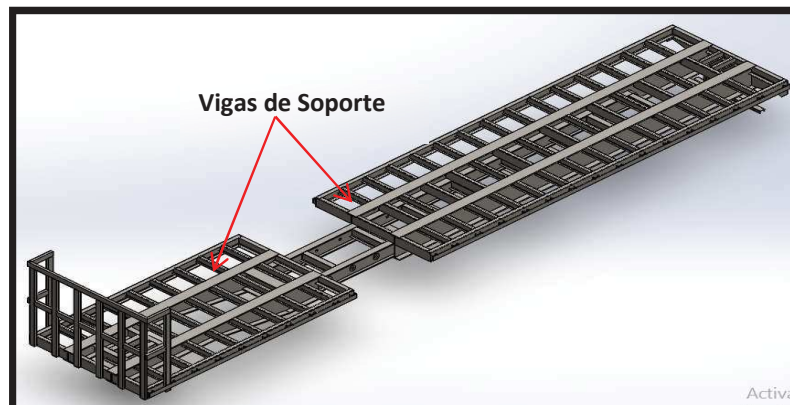


Figura 3.12 Vigas de soporte de piso

Fuente: Solidworks V2014, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

Los resultados del diseño mediante SAP2000 para un perfil IPN 140, se muestran a continuación para la parte delantera y trasera:

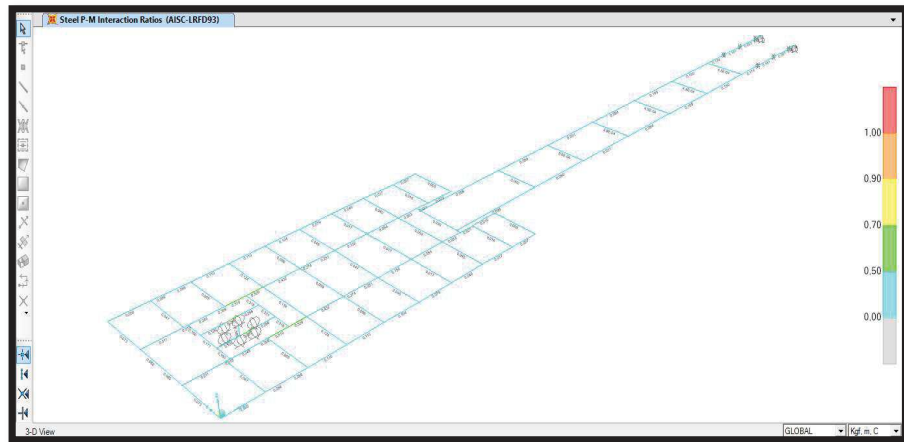


Figura 3.13 Resultados de diseño de soportes de piso de la parte delantera

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

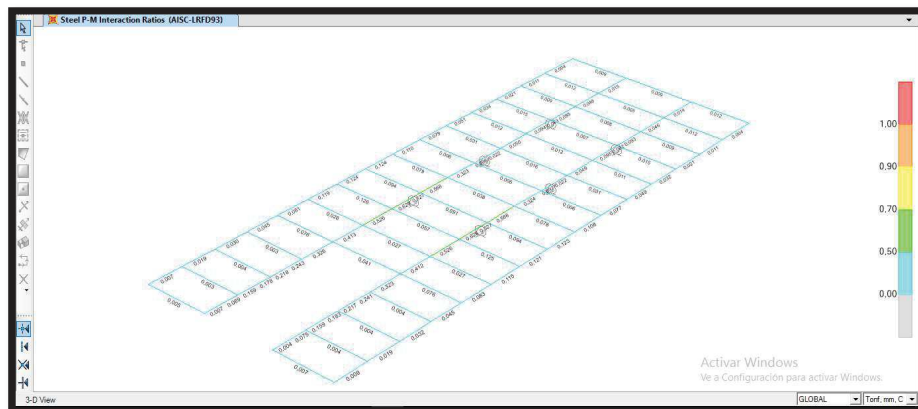


Figura 3.14 Resultado de diseño de soportes de piso de la parte trasera

Fuente: SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

Como se observa en la figura 3.13, los arriostres laterales su relación demanda - capacidad el más alto es de 0,096, que equivale a 10,42 como factor de seguridad y en la figura 3.14, la relación demanda - capacidad es 0,126 equivalente a 7,94 como factor de seguridad con lo que se concluye que estos elementos no fallan.

En la figura se muestra las reacciones de los apoyos, con lo que se tiene una reacción total de:

$$R_t = 27835,96 \text{ Kg}$$

Obtenido este valor, se selecciona una adecuada suspensión. En el catálogo que se muestra en el Apéndice F, se selecciona la suspensión con el parámetro obtenido que es la reacción en los apoyos y este tiene las siguientes características:

- marca schulz ibérica
- modelo Europa II
- Tipo 216EMH450/136

3.2.3 Selección de ejes

Para la selección de los ejes, se debe considerar que estos deben ser robustos para que en unión con la suspensión soporte toda la reacción máxima.

El valor de la reacción de cada eje está dado como se muestra a continuación:

$$R_e = \frac{R_t}{\#ejes} \quad (\text{Ec. 3.14})$$

$$R_e = \frac{27835,96}{3}$$

$$R_e = 9278,65 \text{ Kg}$$

Con valor de esta carga se selecciona del anexo F el siguiente eje:

- marca HENDRICKSON
- modelo K30
- capacidad 30000 lb (13636.4 Kg)

3.2.4 Selección de neumáticos

Como la plataforma extensible tiene 3 ejes, este lleva 12 neumáticos. Los cuales soportan toda la reacción y la transfiere al piso. Para seleccionar una clase de neumático se determina la carga, la cual es:

$$R_n = \frac{R_t}{\#neumáticos} \quad (\text{Ec. 3.15})$$

$$R_n = \frac{27835,96}{12}$$

$$R_n = 2319,7 \text{ Kg}$$

Encontrada la carga, se selecciona la clase y medida de neumático que proporcione la mejor capacidad para esta carga y que se encuentre en el mercado con facilidad.

Las características se encuentran en el Apéndice F y estas son:

- marca Continental Tires
- modelo HSR
- medidas 12.00R22.5
- capacidad de carga a presión mínima indicada 4600 Kg.

3.2.5 Selección de las Patas de Apoyo

En el mercado existen varios modelos con diferentes configuraciones, elevación y capacidades de carga. En el Apéndice F, se muestra la seleccionada, el cual es:

- marca Jost
- modelo CB 20116
- apoyo tipo TC
- carrera 560 mm

3.3 Soldadura

Todos los elementos estructurales son de material ASTM A36, por lo que según el código de soldadura estructural indicadas en la figura 2.33, el material de aporte o soldadura es E60XX o E70XX. De esta manera determinamos que para la plataforma extensible se utilizará electrodos E70XX para todas las juntas soldadas.

Group	Steel Specification Requirements					Filler Metal Requirements		
	Steel Specification	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Process	AWS Electrode Specification	Electrode Classification
		ksi	MPa	ksi	MPa			
G r o u p	ASTM A 36 ($\leq 3/4$ in. [20 mm])	36	250	58-80	400-550	SMAW	A5.1	E60XX, E70XX
	ASTM A 53 Grade B	35	240	60 min	415 min			
	ASTM A 106 Grade B	35	240	60 min	415 min			
	ASTM A 131 Grades A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490			
						A5.5 ¹	E70XX-X	

Figura 3.16 Combinaciones de metal base y soldadura

Fuente: Structural Welding Code Steel 2002. AWS

Todas las uniones soldadas ya sean a tope o filete, estas uniones deben ser juntas precalificadas ya sean de penetración completa o parcial.

Para seleccionar el tipo de junta empleamos Structural Welding Code Steel 2002 (D1.1), que nos ayuda con las siguientes figuras.

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Weld Size (E)	Notes
		T ₁	T ₂	Root Opening Root Face Groove Angle	Tolerances				
					As Detailed (see 3.12.3)	As Fit-Up (see 3.12.3)			
SMAW	BTC-P4	U	U	R = 0 f = 3 min $\alpha = 45^\circ$	+2, -0 unlimited +10°, -0°	+3, -2 ± 2 +10°, -5°	All	S-3	2, 5, 6, 7, 10, 11
GMAW FCAW	BTC-P4-GF	6 min	U	R = 0 f = 3 min $\alpha = 45^\circ$	+2, -0 unlimited +10°, -0°	+3, -2 ± 2 +10°, -5°	F, H	S	1, 2, 6, 7, 10, 11
SAW	TC-P4-S	11 min	U	R = 0 f = 6 min $\alpha = 60^\circ$	± 0 +U, -0 +10°, -0°	+2, -0 ± 2 +10°, -5°	F	S	2, 6, 7, 10, 11

Figura 3.17 Para Filetes y esquinas. Junta precalificada PJP

Fuente: Structural Welding Code Steel 2002. AWS D1.1

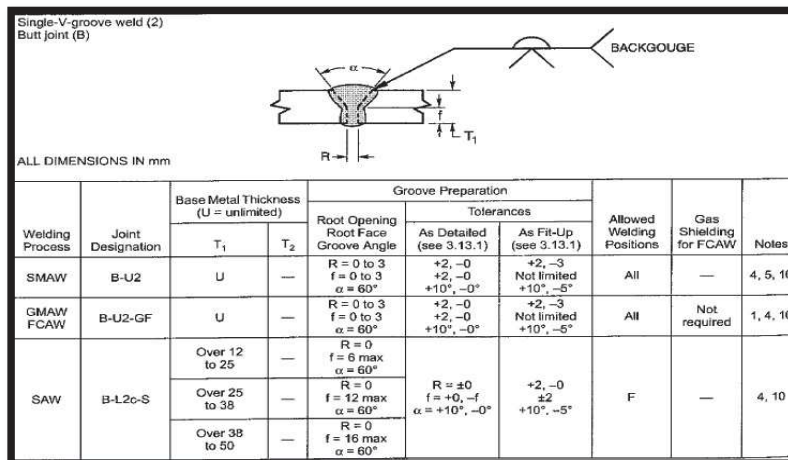


Figura 3.18 Para uniones a tope. Junta precalificada CJP

Fuente: Structural Welding Code Steel 2002. AWS D1.1

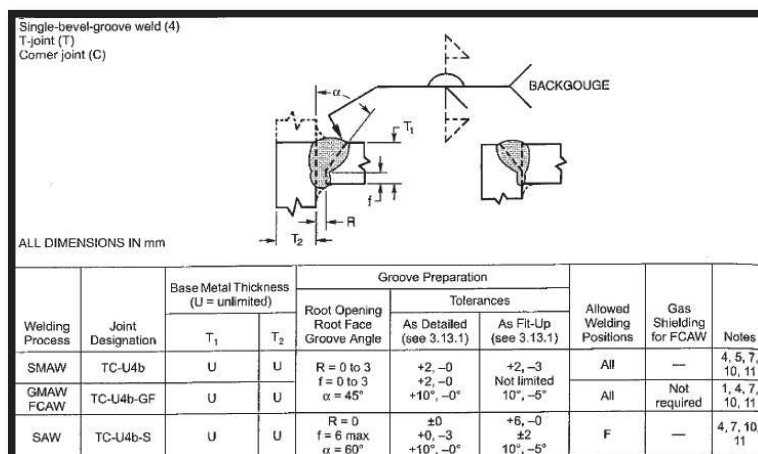


Figura 3.19 Para Filetes y esquinas. Junta precalificada CJP

Fuente: Structural Welding Code Steel 2002. AWS D1.1

Todas estas figuras son juntas precalificadas y estas se emplearán en la plataforma extensible. Todo mediante el código AWS D1.1.

3.4 Costo de Materiales

Está dado por los materiales a utilizar para la construcción de la plataforma cama alta extensible, así como también de los accesorios que se necesitan para su correcto funcionamiento y que determinaran el grado de inversión requerida. Se lo agrupará listando recursos: técnicos, económicos y mano de obra necesarios para la construcción de la plataforma extensible.

3.4.1 Costos Directos

Son los cargos por concepto de material, de mano de obra y de gastos correspondientes directamente a la fabricación y producción de un artículo determinado o de un proceso de manufactura. Los rubros que intervienen en la fabricación de la plataforma extensible son:

3.4.1.1 Costo de Materiales

Se detalla a continuación la lista de elementos estructurales y normalizados que serán considerados para la fabricación de la plataforma:

Tabla 3.9 Costo de Materiales

PESO ACERO	COSTO (A36/Kg)	TOTAL
7629,37 Kg	\$0.90	\$6866,43

Fuente: Willy Morales – 2017.

3.4.1.2 Costo de Accesorios

Son elementos que pueden ser parte de un sistema o de una máquina una vez definida esta como producto o subproducto básico, ejecute o no la función para la que se prepara. También se define como aquellos complementos en un sistema predeterminado y son necesarios para realizar funciones ejecutadas por medio de la conexión de sistema como accesorio. Dichos accesorios se pueden manipular con una conexión electrónica, mecánica, etc. y para que estos cumplan mutuamente con la función vital dentro del sistema.

Tabla 3.10 Costo de Accesorios

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO (U)	TOTAL
1	Suspensión Cama Alta 3 Ejes	\$ 1.270,00	\$ 1.270,00
3	Eje Largo Completo	\$ 1.293,00	\$ 3.879,00
12	Aro T/Araña 22,5	\$ 98,00	\$ 1.176,00
6	Separador 4 X 20	\$ 30,00	\$ 180,00
1	Par de Patas de Apoyo	\$ 395,00	\$ 395,00
1	Tanque de Aire	\$ 75,00	\$ 75,00
3	Válvula Freno Rg-2	\$ 30,00	\$ 90,00
1	Válvula Bloqueo Rt-4	\$ 75,00	\$ 75,00
1	King Pin	\$ 125,00	\$ 125,00
2	Acople de Aire	\$ 4,00	\$ 8,00
2	Tomacorriente 7 Polos	\$ 10,00	\$ 20,00
2	Pasamuro	\$ 11,00	\$ 22,00
1	Enchufe Luz 7 Polos	\$ 10,00	\$ 10,00
4	Bushing A/R 3/8	\$ 5,00	\$ 20,00
8	Guía Posterior 2-4-2	\$ 8,00	\$ 64,00
12	Guía Lateral Led	\$ 15,00	\$ 180,00
30	Cable 4x14 (Metro)	\$ 4,50	\$ 135,00
30	Manguera 3/8 (Metro)	\$ 2,80	\$ 84,00
1	Kit Neplos Bronce	\$ 230,00	\$ 230,00
		SUBTOTAL	\$ 8.038,00
		IVA 12%	\$ 964,56
		TOTAL	\$ 9.002,56

Fuente: Willy Morales – 2017.

3.4.1.3 Costo de Fabricación

Comprenden los rubros que se emplean en la transformación de la materia prima, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.11 Costo de Fabricación

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RECIBO UNITARIO(\$/KG.)	TOTAL
FABRICACION				\$ 6.340,31
B.-) GASES PARA CORTE				\$ 566,72
ACETILENO 7KG	CARGA	6	\$ 62,72	\$ 376,32
OXIGENO 10M3	CARGA	10	\$ 19,04	\$ 190,40
C.-) CONSUMIBLE PARA CORTE				\$ 330,27
BOQUILLA DE CORTE ACETILENO 101 #3	U.	6	\$ 16,42	\$ 98,52
BOQUILLA CORTE #4 HA3114	U.	3	\$ 42,06	\$ 126,17
CHISPERO	U.	6	\$ 1,46	\$ 8,74
PIEDRA DE CHISPERO	U.	12	\$ 0,22	\$ 2,69
LIMPIA BOQUILLAS	U.	6	\$ 2,13	\$ 12,78
FLEXOMETRO 8 MTS	U.	3	\$ 13,22	\$ 39,65
MARCADOR PARA METAL NISSAN M-18	U.	6	\$ 6,38	\$ 38,30
TIZA INDUSTRIAL	U.	24	\$ 0,10	\$ 2,42
ABRAZADERA 1/2"	U.	6	\$ 0,17	\$ 1,01
D.-) GASES PARA SOLDADURA				\$ 806,40
AGA MX 20 10M3	CARGA	12	\$ 67,20	\$ 806,40
E.-) CONSUMIBLES PARA SOLDADURA				\$ 2.227,19
ALAMBRE DE SOLDAR AGA MX LINDE SM70 1,2MM	KG.	150	\$ 2,50	\$ 375,00
ALAMBRE DE SOLDAR TUBULAR	ROLLO	2	\$ 59,27	\$ 118,54
BOQUILLA HEAVY DUTTY KP23H-62	U.	20	\$ 23,52	\$ 470,40
BROCHA WILSON CABO BLANCO 3"	U.	12	\$ 5,04	\$ 60,48
CONTACT TIP KP1H35	U.	50	\$ 3,58	\$ 179,20
CUELLO DE CISNE MAGNUM KP1928-2	U.	3	\$ 83,95	\$ 250,66
DIFUSOR KP54A	U.	20	\$ 3,58	\$ 71,68
DISCO CORTE 7X18"	U.	48	\$ 1,57	\$ 75,26
DISCO CORTE 14" X 3/32	U.	3	\$ 4,82	\$ 14,45
DISCO DESBASTE 7" X 1/4	U.	48	\$ 2,35	\$ 112,90
DISCOS POLIFAN GRANDE 40 T-27	U.	12	\$ 8,06	\$ 96,77
ELECTRODO 7088 1/8	KG.	60	\$ 3,14	\$ 188,16
GEL NOZZLE	U.	2	\$ 9,24	\$ 18,48
GRATA PLANA TRENADA 5/8-T	U.	12	\$ 15,68	\$ 188,16
TEFLON 12MM X 0,075MM X 10	U.	3	\$ 0,90	\$ 2,69
CINTA AISLANTE	U.	6	\$ 0,73	\$ 4,37
F.-) SEGURIDAD INDUSTRIAL				\$ 747,44
CAMPERA/CUERO	U.	6	\$ 20,72	\$ 124,32
ARNES CARETA SOLDAR	U.	3	\$ 5,04	\$ 15,12
CAPUCHA PARA SOLDADOR JEAN	U.	3	\$ 8,40	\$ 25,20
FILTRO PARA MASCARILLA 3M 6200	PAR.	12	\$ 7,34	\$ 88,03
GAFAS OSCURAS TUVEX-G SOFT 2265	U.	12	\$ 3,25	\$ 38,98
GAFAS CLARAS TUVEX-G SOFT 2265	U.	12	\$ 3,25	\$ 38,98
GUANTES API 308	PAR.	18	\$ 5,38	\$ 96,77
MASCARILLA CON 2 FILTROS 3M 2097	U.	10	\$ 26,88	\$ 268,80
TAPON PARA OIDOS	U.	12	\$ 0,43	\$ 5,11
VIDRIO RECTANGULAR CLARO 10,5 X 5 CM	U.	100	\$ 0,11	\$ 11,20
VIDRIOS RECTANGULAR OSCUROS #14	U.	24	\$ 0,45	\$ 10,75
VISOR PLASTICO ESMERILAR	U.	6	\$ 4,03	\$ 24,18
GAFAS OSCURAS TUVEX-G SOFT 2265	U.	12	\$ 3,25	\$ 38,98
GAFAS CLARAS TUVEX-G SOFT 2265	U.	12	\$ 3,25	\$ 38,98
GUANTES API 308	PAR.	18	\$ 5,38	\$ 96,77
MASCARILLA CON 2 FILTROS 3M 2097	U.	10	\$ 26,88	\$ 268,80
TAPON PARA OIDOS	U.	12	\$ 0,43	\$ 5,11
VIDRIO RECTANGULAR CLARO 10,5 X 5 CM	U.	100	\$ 0,11	\$ 11,20
VIDRIOS RECTANGULAR OSCUROS #14	U.	24	\$ 0,45	\$ 10,75
VISOR PLASTICO ESMERILAR	U.	6	\$ 4,03	\$ 24,18
G.-) PINTURA				\$ 697,98
PINTURA CATERPILLAR	GLN	12,00	\$ 20,83	\$ 249,98
PINTURA ANTICORROSIVO MATE OXIDO ROJO	GLN	12,00	\$ 25,20	\$ 302,40
DILUYENTE LACA	GLN	20,00	\$ 7,28	\$ 145,60
H.-) ACCESORIOS VARIOS				\$ 964,31
CADENA GALVANIZADA 1/2"	MTS.	3,00	\$ 13,44	\$ 40,32
BROCA COBALTO 3/4	U.	3,00	\$ 50,40	\$ 151,20
BROCA COBALTO 4MM	U.	3,00	\$ 2,24	\$ 6,72
BROCA COBALTO 3/8-C	U.	3,00	\$ 10,02	\$ 30,07
BROCA COBALTO 1/4"	U.	3,00	\$ 7,62	\$ 22,85
BUSHING 1/2 X 1/4	U.	1,00	\$ 3,92	\$ 3,92
CONECTOR MACHO DE BRONCE 3/8 X 1/4	U.	10,00	\$ 3,92	\$ 39,20
CONECTOR MACHO DE BRONCE 3/8 X 3/8	U.	10,00	\$ 4,48	\$ 44,80
EJE 2"	MTS.	32,00	\$ 2,54	\$ 81,30
ENCHUFE BLINDADO 110 V / 15 AMP	U.	1,00	\$ 2,80	\$ 2,80
TOMACORRIENTE BLINDADO 110 V / 15 AMP	U.	1,00	\$ 4,14	\$ 4,14
MANGUERA 3/8	MTS.	5,00	\$ 3,14	\$ 15,68
NEPLO 1/2"	U.	1,00	\$ 3,92	\$ 3,92
PERNO CABEZA DE COCO GALVANIZADO ø 3/8 x 3"	U.	300,00	\$ 0,29	\$ 87,36
TEE DE BRONCE MANGURA 3/8 X 3/8	U.	4,00	\$ 6,72	\$ 26,88
TABLONES 5MTS X 2"	U.	20,00	\$ 16,13	\$ 322,60
TUBO CEDULA 40 DIAM 2" X 6000	U.	1,00	\$ 63,76	\$ 63,76
VALVULA DE DESFOGUE	U.	1,00	\$ 7,84	\$ 7,84
VARILLA CORRUGADA øF # 12000	U.	1,00	\$ 8,95	\$ 8,95
TOTAL INVERSION POR FABRICACION	KG.	7.725,00	0,82	\$ 6.340,31

Fuente: Willy Morales – 2017.

3.4.1.4 Costo de Diseño

Se lo mide en razón al tiempo dedicado al desarrollo del proyecto, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.12 Costo de Diseño

Nº PERSONAS	Nº MESES	SUELDO	TOTAL
1	2	\$1200	\$2400
COSTO DE DISEÑO			\$2400

Fuente: Willy Morales – 2017.

3.4.1.5 Costos Indirectos

Son los costos en conjunto que no son fácilmente identificables con los objetivos finales, se considera un 2% por imprevistos a la ejecución del presente proyecto.

3.4.1.6 Costo Total

Es la suma de todos los rubros mencionados anteriormente, requeridos para la construcción de la plataforma cama baja con sistema de extensión de 12-18 m y una capacidad de carga de 40 toneladas totalmente abierta.

Tabla 3.13 Costo Total

RUBRO	VALOR
Perfiles y Planchas	\$ 6.866,43
Accesorios	\$ 9.002,56
Fabricación	\$ 6.340,31
Diseño	\$ 2.400,00
SUBTOTAL	\$ 24.609,31
(+) IMPREVISTOS (2%)	\$ 492,19
TOTAL	\$ 25.101,50

Fuente: Willy Morales – 2017.

El costo total de los materiales que se requieren para la puesta en marcha del proyecto asciende a un valor de \$25101,50

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. El objetivo principal del proyecto de diseñar una plataforma cama alta extensible para cabezales de transporte pesado, se cumple satisfactoriamente acorde a los parámetros legales permitidos.
2. Se cumple con las dimensiones nominales exigidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB).
3. Las juntas precalificadas seleccionadas para las uniones soldadas son las correctas. Todo bajo la norma D1.1 de la AWS (American Welding Society).
4. Se realizó el análisis y simulación de la plataforma extensible mediante elementos finitos en el programa SAP2000 y como resultado todos los elementos seleccionados son los idóneos, esto quiere decir que no fallan, siendo la más crítica la parte trasera de la plataforma.
5. Todo el diseño fue analizado bajo fatiga debido a las cargas cíclicas dando como resultado factores de seguridad de fatiga de 2.84, 4.25 y 1.31, para la viga 1, 2 y 3 respectivamente. También el pin con factor de seguridad de fatiga de 2.44, con un diámetro de 2" x 140 mm de longitud de material AISI 1018.
6. Todos los materiales, perfiles y accesorios seleccionados son de fácil acceso en el mercado nacional.

4.2. Recomendaciones

1. Se recomienda que la plataforma extensible cuando este sin carga se recoja a su longitud inicial y así evitar que al momento de trasladarse vibre toda la parte trasera produciendo concentradores de esfuerzos.
2. En el diseño de plataformas extensibles se recomienda para las vigas principales sean vigas armadas y no perfilería, ya que en el mercado local no hay con las características requeridas tanto en alto, ancho y espesor.
3. Se recomienda que la plataforma extensible se le realice un mantenimiento cada 4 meses y principalmente a la zona del King pin que debe estar bien engrasado.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASSHTO. (2002). *American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, EEUU: 17th Edition.*
2. AWS. (2003). American Welding Society. *Structural Welding Code Steel.* Miami, EEUU: American Welding Society.
3. Caiza Barahona, J. (2012). *Diseño de una plataforma cama – baja extensible con capacidad de 25 Toneladas, acoplable a cabezales.* Quito: Escuela Politécnica Nacional.
4. Fabián, E. A. (2016). *Diseño de una plataforma de descarga de camiones de transporte de material a granel.* Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
5. Norton, R. L. (2011). *Diseño de Máquinas.* Mexico: Pearson Educación.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Tabla de Listado de Materiales y Accesorios

Tabla A – 1. Listado de Pesos

Ítems	Descripción	Cantidad	Peso Unit. (Kg)	Peso (Kg)
1	Viga fija	2	751,23	1502,46
2	UPN 200 X 7600	2	162,13	324,26
3	UPN 200 X 760	2	15,00	30,00
4	UPN 200 X 760(2)	2	15,00	30,00
5	IPN 140 X 752	28	10,02	280,56
6	UPN 100 X 100	51	0,86	43,86
7	UPN 180 X 910	10	16,63	166,30
8	IPN 140 X 584	2	7,90	15,80
9	IPN 140 X 910	6	12,06	72,36
10	Fleje 720 x 120 x 15	8	10,17	81,36
11	Fleje 910 x 300 x 15	1	32,15	32,15
12	Platina 7600 x 90 x 10	2	53,70	107,40
13	Placa 750 x 280 x 10	2	11,86	23,72
14	Placa 200 x 100 x 10	2	1,23	2,46
15	UPN 100 X 400	2	3,42	6,84
16	UPN 100 X 1420	1	12,15	12,15
17	Viga móvil	2	634,50	1269,00
18	Viga delantera	2	501,02	1002,04
19	Viga 400 x 200 x 20 x 20	1	107,39	107,39
20	UPN 200 x 4400	2	93,86	187,72
21	UPN 200 x 747	2	15,92	31,84
22	UPN 200 x 747(2)	2	14,92	29,84
23	UPN 200 x 900	1	19,20	19,20
24	IPN 140 x 747	16	9,98	159,68
25	UPN 180 x 900	1	15,59	15,59
26	IPE 200 x 740	8	15,49	123,92
27	IPN 140 x 900	6	11,97	71,82
28	IPE 200 x 900	2	18,40	36,80
29	IPE 200 x 714	2	14,40	28,80
30	Platina 4400 x 90 x 10	2	31,09	62,18
31	Pl. Circ. Dia. Ext. 120 x 51 x 10	26	0,73	18,98
32	Plancha 940 x 800 x 20	1	136,93	136,93
33	Tubo rect. 100 x 50 x 3 x 370	5	2,51	12,55
34	Tubo rect. 100 x 50 x 3 x 1700	8	11,53	92,24
35	Tubo rect. 100 x 50 x 3 x 2550	1	17,30	17,30
36	Tubo rect. 100 x 50 x 3 x 400	2	2,71	5,42
37	Tapa 94 x 44 x 3	12	0,10	1,16

38	Tubo rect. 100 x 50 x 3 x 500	2	3,22	6,44
39	Plancha 7600 x 2440 x 6	1	873,42	873,42
40	Piso 4400 x 2440 x 6	1	505,67	505,67
41	Soporte 1	2	4,50	9,00
42	Soporte 1A	2	4,59	9,18
43	Soporte 2	4	4,61	18,44
44	Soporte 2A	4	4,69	18,76
45	Soporte 4	4	2,95	11,80
47	PIN 50 x 140	6	2,43	14,58
Peso total de estructura (Kg)				7629,37

Fuente: Willy Morales – 2017.

Tabla A – 2. Listado de Accesorios

Listado de Accesorios			
Denominación	Cantidad	Peso Unitario (Kg)	Peso (Kg)
King pin	1	5,50	5,50
Patas de apoyo	2	49	98
Sistema de suspensión (3 ejes)	1	630	630
Ejes para suspensión	3	355	1065
Aros y llantas	12	63	756
Peso Accesorios (Kg)			2554,50

Fuente: Willy Morales – 2017.

APÉNDICE B

Cálculo de la sección por Esfuerzo de Flexión

Para determinar las propiedades de cada una de las secciones diseñadas (propuestas), empleamos el programa MDSolids.

Para cada viga se tiene:

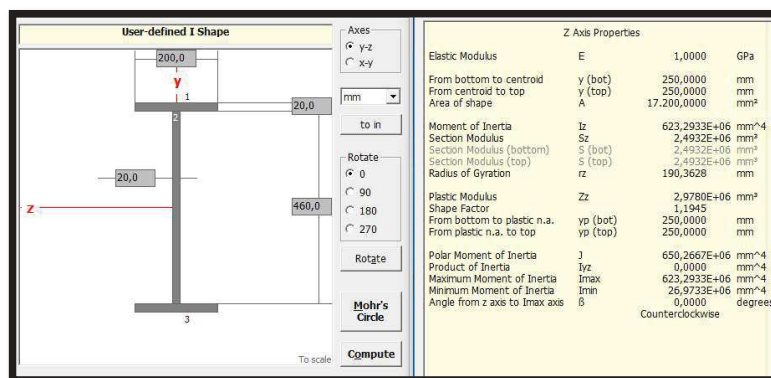


Figura B - 1. Propiedades de la sección Viga 1

Fuente: MDSolids, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

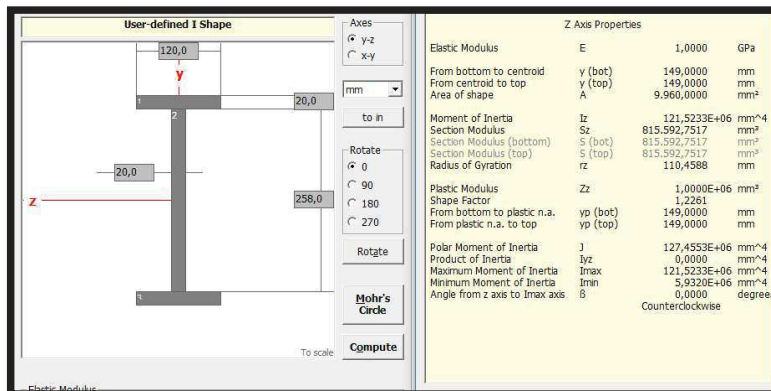


Figura B - 2. Propiedades de la sección Viga 2

Fuente: MDSolids, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

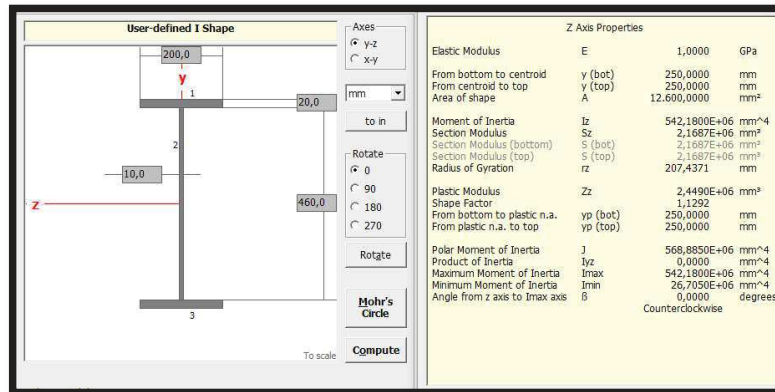


Figura B - 3. Propiedades de la sección Viga 3

Fuente: MDSolids, Willy Morales – 2017.

Elaboración Propia

APÉNDICE C

Fatiga – Figuras con valores de Momento inicial (máximo) cuando la plataforma está cargada, pero sin moverse.

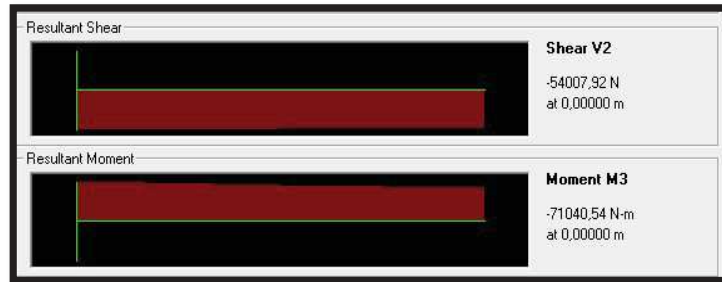


Figura C – 1 - Valores de cortante y momento para Viga 1
Fuente: Análisis en SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

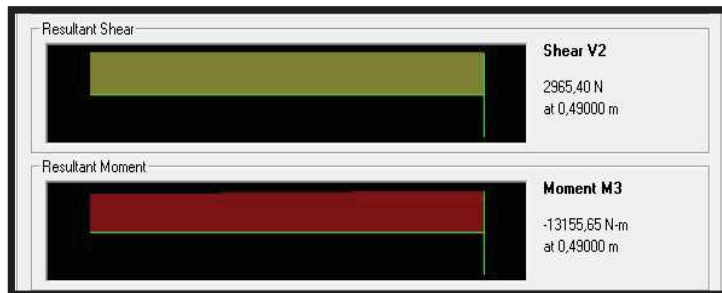


Figura C – 2 - Valores de cortante y momento para Viga 2
Fuente: Análisis en SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia



Figura C – 3 - Valores de cortante y momento para la viga 3
Fuente: Análisis en SAP2000 V16. Willy Morales – 2017.
Elaboración Propia

APÉNDICE D

➤ Fatiga - Cálculo de Esfuerzos máximos y mínimos para cada viga.

Esfuerzo Máximo y mínimo para la viga 1:

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{-1652,90}{2,49 \times 10^{-3}}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = -66,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = \frac{-71,54}{2,49 \times 10^{-3}}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = -28,53 \text{ MPa}$$

Esfuerzo Máximo y mínimo para la viga 2:

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{-35891,03}{8,16 \times 10^{-4}}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = -43,98 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = \frac{-13155,65}{8,16 \times 10^{-4}}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = -16,12 \text{ MPa}$$

Esfuerzo Máximo y mínimo para la viga 3:

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{-338288,06}{2,17 \times 10^{-3}}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = -155,89 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = \frac{-101517,19}{2,17 \times 10^{-3}}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = -46,78 \text{ MPa}$$

➤ Fatiga - Cálculo de Esfuerzo de amplitud y esfuerzo medio para cada viga.

Esfuerzo de amplitud y esfuerzo medio para la viga 1:

$$\sigma_a = \frac{-66,4 - (-28,53)}{2}$$

$$\sigma_a = -18,94 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = \frac{-66,4 + (-28,53)}{2}$$

$$\sigma_m = -47,47 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de amplitud y esfuerzo medio para la viga 2:

$$\sigma_a = \frac{-43,98 - (-16,12)}{2}$$

$$\sigma_a = -13,93 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = \frac{-43,98 + (-16,12)}{2}$$

$$\sigma_m = -30,05 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de amplitud y esfuerzo medio para la viga 3:

$$\sigma_a = \frac{-155,89 - (-46,78)}{2}$$

$$\sigma_a = -54,56 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = \frac{-155,89 + (-46,78)}{2}$$

$$\sigma_m = -101,34 \text{ MPa}$$

➤ **Fatiga - Cálculo de factores de corrección para cada viga.**

Para la viga 1:

$$C_{\text{tam}} = 1.189 \times \left(\sqrt{\frac{0.05 \times 200 \times 500}{0.0766}} \right)^{-0.097}$$
$$C_{\text{tam}} = 0.69$$

$$C_{\text{sup}} = 57.7 \times (400 \times 10^6)^{-0.718}$$

$$C_{\text{sup}} = 0,781$$

Para la viga 2:

$$C_{\text{tam}} = 1.189 \times \left(\sqrt{\frac{0.05 \times 120 \times 298}{0.0766}} \right)^{-0.097}$$
$$C_{\text{tam}} = 0.73$$

$$C_{\text{sup}} = 57.7 \times (400 \times 10^6)^{-0.718}$$

$$C_{\text{sup}} = 0,781$$

Para la viga 3:

$$C_{\text{tam}} = 1.189 \times \left(\sqrt{\frac{0.05 \times 200 \times 500}{0.0766}} \right)^{-0.097}$$

$$C_{\text{tam}} = 0.69$$

$$C_{\text{sup}} = 57.7 \times (400 \times 10^6)^{-0.718}$$

$$C_{\text{sup}} = 0,781$$

Además, se tiene que:

$$S'_e = 0.5 \times 400 \text{ MPa}$$

$$S'_e = 200 \text{ MPa}$$

➤ **Fatiga - Cálculo de factor de seguridad para cada viga.**

Para la viga 1:

$$\frac{1}{\eta_f} = \frac{18,94}{81,16} + \frac{47,47}{400}$$

$$\eta_f = 2,84$$

Para la viga 2:

$$\frac{1}{\eta_f} = \frac{13,93}{85,86} + \frac{30,05}{400}$$

$$\eta_f = 4,25$$

Para la viga 3:

$$\frac{1}{\eta_f} = \frac{54,56}{81,16} + \frac{101,34}{400}$$

$$\eta_f = 1.31$$

APÉNDICE E

- **Pasador - Fatiga - Cálculo de Esfuerzos cortante máximos y mínimos.**

Esfuerzo Máximo:

$$\zeta_{\text{máx}} = \frac{2F}{\pi * d^2}$$

$$\zeta_{\text{máx}} = \frac{2 * 155608,65}{\pi * (0,0508)^2}$$

$$\zeta_{\text{máx}} = 38,39 \text{ MPa}$$

- **Pasador - Fatiga - Cálculo de Esfuerzo de amplitud y esfuerzo medio.**

Esfuerzo de amplitud y esfuerzo medio:

$$\zeta_a = \zeta_m = \frac{38,39}{2}$$

$$\zeta_a = \zeta_m = 19,20 \text{ MPa}$$

- **Pasador - Fatiga - Cálculo de factores de corrección.**

$$C_{\text{tam}} = 1.189 \times (50,8)^{-0.097}$$

$$C_{\text{tam}} = 0,812$$

$$C_{\text{sup}} = 4,51 \times (440 \times 10^6)^{-0.265}$$

$$C_{\text{sup}} = 0,899$$

➤ **Pasador - Fatiga - Cálculo de factor de seguridad para cada viga.**

$$\frac{1}{\eta_f} = \frac{19,2}{52,33} + \frac{19,2}{440}$$

$$\eta_f = 2,44$$

APÉNDICE F

Especificación del King Pin

La Forma Correcta. La Ventaja de Holland.

Todos los pernos rey de Holland brindan:

Resistencia a alto impacto. La selección de la aleación y el tratamiento térmico correctos brindan el mejor equilibrio de dureza y resistencia contra impactos sin quebrarse, incluso a bajas temperaturas.

Máxima resistencia al desgaste. A través de la selección de la aleación correcta y de un proceso de endurecimiento estrictamente controlado, los pernos rey de Holland brindan excepcional resistencia al desgaste durante años de servicio confiable.

Óptima fuerza y resistencia a la fatiga. Las características de óptima resistencia y rendimiento satisfacen todos los requisitos de desempeño SAE y TTMA.

Facilidad de instalación. Las aleaciones que utiliza Holland ofrecen excelentes características de soldado para una fácil instalación o reemplazo.

Modelos específicos a la aplicación. Los pernos rey de Holland están disponibles para:

- Configuración de honco, cruciforme, y doble bucle.
- Una gran variedad de espesores de acopladores.
- Diseños soldables o reemplazables.
- Modelos de diámetro SAE 2 y SAE 3.5.
- **Para aplicaciones AAR:** Hechos de aleaciones de acero AISI 4320H or 4718H y endurecidas a 380-420 HBN. Cuando se instalan correctamente, satisfacen todos los requisitos de desempeño AAR M-951.
- **Para aplicaciones que no son AAR:** Hechos de aleación de acero AISI 8630H y endurecidos a 302-363 HBN. Cuando son instalados apropiadamente, cumplen y exceden las normas SAE y TTMA siguientes:

- SAE J133 • SAE J2228
- SAE J700 • SAE J848

- **Para aplicaciones Europeas:** Hechos de aleación de acero 42CRMO4, manufacturados para satisfacer o exceder las normas DIN74080 e ISO537. Probados y aprobados de acuerdo con la Directriz EC 94/20.

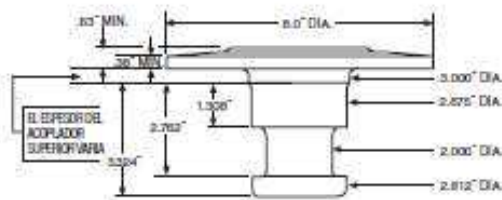
Disponibilidad inmediata. De todas las redes de concesionarios de los principales fabricantes de remolques, camiones, y de los puntos de distribución de almacenes independientes de Holland.

Nota: Para aplicaciones que requieran aprobaciones Europeas, comuníquese con su instalación Holland más cercana a 888-396-6501.

GRAFICA I – PERNOS REY DE LA SERIE HONGO

PERNOS REY SAE 2"

MODELO	ALEACION DE ACERO	DUREZA BRINELL (HBN)	ESPESOR ACOPLADOR SUPERIOR	BARRENOS
KP-T-809-CF	8630H	302-363	.25"	No
KP-T-809-EF	8630H	302-363	.31"	No
KP-T-809-F	8630H	302-363	.38"	No
KP-T-809-BF	8630H	302-363	.50"	No
KP-T-809-W	8630H	302-363	.63"	No
KP-T-809-CF	8630H	302-363	.75"	No
KP-T-809-C	8630H	302-363	.25"	8 barrenos igualmente espaciados de .53" en un diámetro de 6.75" para soldado.
KP-T-809-E	8630H	302-363	.31"	
KP-T-809	8630H	302-363	.38"	
KP-T-809-B	8630H	302-363	.50"	
KP-T-809-A	8630H	302-363	.63"	
KP-T-809-G	8630H	302-363	.75"	



PERNOS REY SAE DE 3.5"

MODELO	ALEACION DE ACERO	DUREZA BRINELL (HBN)	ESPESOR ACOPLADOR SUPERIOR	BARRENOS
KP-T-847	8630H	302-363	.38"	4 barrenos igualmente espaciados de 1.25" en un diámetro de 4.50" para soldado.
KP-T-847-B	8630H	302-363	.50"	No
KP-T-847-F	8630H	302-363	.38"	No
KP-T-847-BF	8630H	302-363	.50"	No

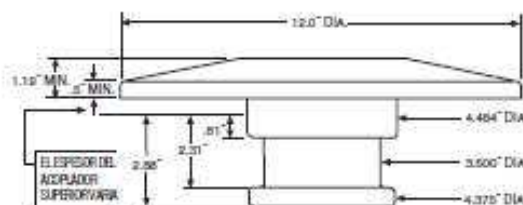
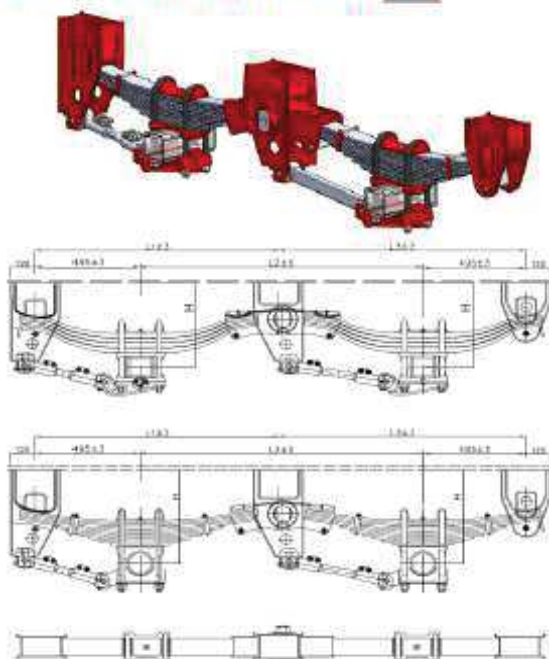


Figura F – 1. King Pin

Fuente: King pin Holland. Catalogo Holland

Susp. Mecánicas : Mod. Europa II 13-16 t
 Susp. Mécaniques : Mod Europa II 13-16 t



Especificaciones suspensiones Mod. Europa II 13-16 t
 Spécifications suspensions Mod. Europa II 13-16 t

Modelo	LOS (km/h) Max. Capacidad(kg)	Distancia Entre Ejes L2(mm.)	L1 (mm.)	L2 (mm.)	Altura Sin Carga H (mm.)	Tipo de Ballesta	Peso (kg)
Modèle	LOS (km/h) Max. Capacité(kg)	Distance Entre Essieux L2(mm.)	L1 (mm.)	L2 (mm.)	Hauteur Sans charge H (mm.)	Type de ressort	Poids (kg)
213U/PH440/130	2 x 13000	1300	1130	1160	440	HP 4H 90x25	~ 275
213U/MH430/130	2 x 13000	1300	1130	1160	430	MULTH. 10H 90x13	~ 275
213U/PH440/136	2 x 13000	1360	1160	1190	440	HP 4H 90x25	~ 275
213U/MH430/136	2 x 13000	1360	1160	1190	430	MULTH. 10H 90x13	~ 275
213U/MH400/136	2 x 13000	1360	1160	1190	400	HP 4H 90x25	~ 275
216U/MH440/136	2 x 16000	1360	1160	1190	440	MULTH. 12H 90x13	~ 275
216U/MH400/136	2 x 16000	1360	1160	1190	400	MULTH. 12H 90x13	~ 275

Todos los modelos están disponibles para vehículos de 1...2...3 ejes
 Tous les modèles sont disponibles pour véhicules de 1...2...3 essieux
 Todos los modelos están disponibles para ejes redondos o cuadrados de diferentes medidas
 Tous les modèles sont disponibles pour essieux ronds ou carrés de différentes dimensions
 Otras alturas, o distancias entre ejes: consultar el departamento técnico
 Pour d'autres hauteurs de travail ou distances entre essieux: consulter le département technique

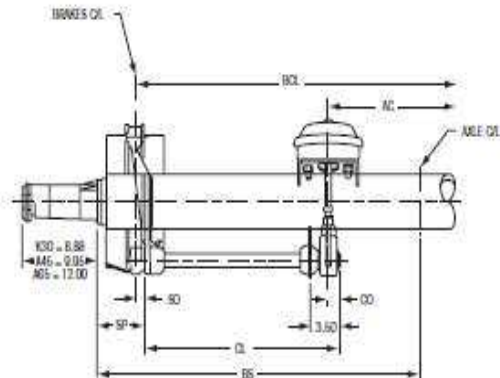
Figura F – 2. Suspensión Mecánica

Fuente: Suspensión Schulz Ibérica Mod. Europa. Catalogo Schulz Ibérica

HENDRICKSON TRAILER AXLE

K30 / A45 / A65 SERIES TRAILER AXLE SPECIFICATIONS

LIT NO: L1113
DATE: December 2008



WHERE

- | | |
|--|--|
| AC Air chamber centerline to centerline | SO Spider offset (centerline of anchor pin holes to face of cam boss): 1.17" for the 16.5" and 18" brakes, 1.42" for the 20" brakes |
| BCL Brake centerline to brake centerline | SP Spider placement (determines position of brake shoes in drum) |
| BS Inner bearing shoulder to shoulder | SW Spacer width (spoke wheels) |
| BW Bearing width (cup and cone assembled) | TR Track (centerline of left-hand tires to centerline of right-hand tires) |
| CL Cam under head length | TW Tire width (loaded) |
| CO Distance from end of cam to slack centerline: 1.38" for 16.5" and 18" brakes, 1.62" for 20" brakes | W Tube wall thickness |
| DT Wheel disc thickness | X End of S-cam to mounting face of S-cam bracket: 3.50" for 16.5" and 18" brakes, 4.12" for 20" brakes |
| HF Hub face to hub face = $BS + 2(BW + B)$ | |
| ID Inside of brake drum to brake drum dimension | |
| OW Overall width (outside left tire to outside right tire) | |
| RO Rim offset (negative for single inset wheels) | |

WHEEL BEARINGS

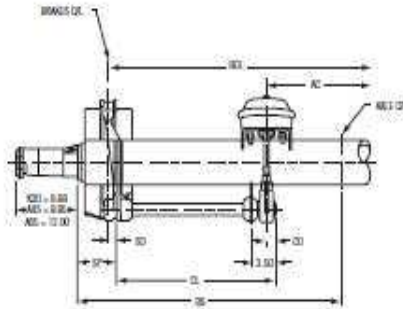
Model	Location	Industry Part No. Cone / Cup	BW
K30	Inner	759/752	1.875"
	Outer	740/742	1.750"
A45	Inner	787/772	1.875"
	Outer	6580/6535	2.125"
A65	Inner	896/892	2.250"
	Outer	6580/6535	2.125"

HENDRICKSON
The World Rides On Us®

Figura F – 3. Ejes

Fuente: Trailer Axle, Hendrickson Trailer Axle Specifications.

K30/A45/A65 SERIES TRAILER AXLE SPECIFICATIONS



CALCULATIONS

Air Chamber CL to CL: $AC = BS - 2(SP + CL - CO)$

Spider Placement: $SP = D - BW + 90 - (G/2)$

Cam Shaft Length: $CL = (BS - AC)/2 + CO - SP$

For Disc Wheels: $TR = BS + 2(BW + B + DT)$

$ID = TR - 2(DT + B + D)$

Dual OW = $TR + 2(RO) + TW$

Single OW = $HF + 2(RO) + TW$

For Spoke Wheels: $TR = BS + 2(BW + C)$

$ID = TR - 2(C+D)$

Dual OW = $TR + 2(RO) + TW + SW$

Single OW = Contact Hendrickson

Application Engineering

Axle Model	Maximum Rating ¹	Tube Size and W	STD TR ²	BS ²	Air Brake Size	SP	BCL ²	AC ²	CL	Wheels	Hubs
K30	30,000 lbs.	5.75 x .625	70.5 ²	62.75	16.5 x 7	4.62	55.85	21.02	17.625	N/A	10 stud-11 1/4" B.C. 10 stud (HD)-11 1/4" B.C. 10 stud-13 3/16" B.C. 10 stud (HD)-13 3/16" B.C.
					18 x 7	5.75	53.59	18.76	17.625	20" - 6 spk. 24" - 6 spk.	N/A
A45	45,000 lbs.	5.75 SOLID	86.0 ²	76.38	16.5 x 7	4.25	70.22	35.39	17.625	N/A	10 stud-11 1/4" B.C. 10 stud (HD)-11 1/4" B.C. 10 stud-13 3/16" B.C. 10 stud (HD)-13 3/16" B.C.
					18 x 7	5.00	68.72	33.89	17.625	24" - 6 spk.	
A65	65,000 lbs.	6.00 SOLID	88.0 ²	79.25	20 x 8	7.00	65.10	24.39	20.625	24" - 6 spk.	N/A
					18 x 7	7.56	66.85	28.12	20.625	N/A	10 stud (HD)-13 3/16" B.C.

NOTES (all dimension in inches):

- Maximum rating is for on-highway use with standard spring suspensions and spring centers 33 inches less than track on K30 models and 38 inches less than track on A45 and A65 models combined with the maximum brake size. For ratings at other spring centers or smaller brake sizes, contact Hendrickson Application Engineering.
- Other track lengths available up to 120 inches.
- The dimensions are based on the standard track length. For tracks other than standard add or subtract the corresponding track difference to the stated dimension.

Figura F – 4. Ejes

Fuente: Trailer Axle, Hendrickson Trailer Axle Specifications.

Modul CB

Modul CB

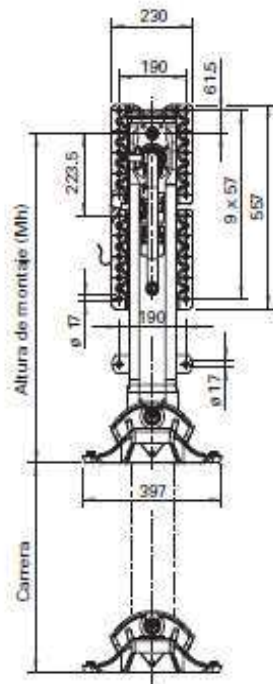
Con manejo bilateral

Resumen de las principales ventajas

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

Particularità tecnica

- Manivela especial para manejo bilateral



Datos de carga (por juego)

Model 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



Apoyo S



Apoyo A



Apoyo R



Apoyo T



Apoyo TC

4 JOST

Figura F – 5. Patas de Apoyo Modelo CB

Fuente: Patas de Apoyo, Catalogo Jost. Pág. 4

Tabla de selección

N° de ref.	Mh	Camara	Placa de fijación	Apoyo
CB20110000	900			S
CB201120000	900			A
CB201130000	943	560	Arriba	R
CB201140000	900			T
CB201160000	850			TC
CB201210000	900			S
CB201220000	900			A
CB201230000	943	560	Abajo	R
CB201240000	900			T
CB201250000	850			TC
CB201310000	900			S
CB201320000	900			A
CB201330000	943	560	Doble	R
CB201340000	900			T
CB201360000	850			TC

N° de ref.	Mh	Camara	Placa de fijación	Apoyo
CB202110000	850			S
CB202120000	850			A
CB202130000	893	520	Arriba	R
CB202140000	850			T
CB202160000	800			TC
CB202210000	850			S
CB202220000	850			A
CB202230000	893	520	Abajo	R
CB202240000	850			T
CB202250000	800			TC
CB202310000	850			S
CB202320000	850			A
CB202330000	893	520	Doble	R
CB202340000	850			T
CB202360000	800			TC

N° de ref.	Mh	Camara	Placa de fijación	Apoyo
CB203110000	800			S
CB203120000	800			A
CB203130000	843	470	Arriba	R
CB203140000	800			T
CB203160000	750			TC
CB203210000	800			S
CB203220000	800			A
CB203230000	843	470	Abajo	R
CB203240000	800			T
CB203250000	750			TC
CB203310000	800			S
CB203320000	800			A
CB203330000	843	470	Doble	R
CB203340000	800			T
CB203360000	750			TC

N° de ref.	Mh	Camara	Placa de fijación	Apoyo
CB204110000	750			S
CB204120000	750			A
CB204130000	793	430	Arriba	R
CB204140000	750			T
CB204160000	700			TC
CB204210000	750			S
CB204220000	750			A
CB204230000	793	430	Abajo	R
CB204240000	750			T
CB204250000	700			TC
CB204310000	750			S
CB204320000	750			A
CB204330000	793	430	Doble	R
CB204340000	750			T
CB204360000	700			TC

N° de ref.	Mh	Camara	Placa de fijación	Apoyo
CB205110000	700			S
CB205120000	700			A
CB205130000	743	430	Arriba	R
CB205140000	700			T
CB205160000	650			TC
CB205210000	700			S
CB205220000	700			A
CB205230000	743	430	Abajo	R
CB205240000	700			T
CB205250000	650			TC
CB205310000	700			S
CB205320000	700			A
CB205330000	743	430	Doble	R
CB205340000	700			T
CB205360000	650			TC

N° de ref.	Mh	Camara	Placa de fijación	Apoyo
CB206110000	650			S
CB206120000	650			A
CB206130000	693	350	Arriba	R
CB206140000	650			T
CB206160000	600			TC
CB206210000	650			S
CB206220000	650			A
CB206230000	693	350	Abajo	R
CB206240000	650			T
CB206250000	600			TC
CB206310000	650			S
CB206320000	650			A
CB206330000	693	350	Doble	R
CB206340000	650			T
CB206360000	600			TC

Para solicitar una pata Modelo C completa para aplicaciones especiales debe usted seleccionar la manivela correspondiente y, de ser necesario, el barra de unión correspondiente.

Manivelas especiales

N° de ref.	A	B (mancha de carga)	C (mancha rápida)
JS 100	285	534	553
JS 101	385	634	653
JS 102	405	654	673
JS 103	450	699	718
JS 104	505	754	773
JS 105	550	799	818

Barras de unión

N° de ref.	Longitud del barra de unión
JS 101	1340
JS 102	1450
JS 103	1470
JS 104	1500
JS 105	1505
JS 106	1575
JS 107	1605
JS 108	1635
JS 109	1700
JS 110	1790

Observación

Las rodamientos se solicitan por separado las manivelas y los árboles de transmisión (números de pedido en la página 2).

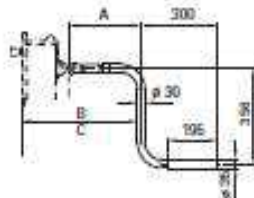


Figura F – 6. Patas de Apoyo Modelo CB

Fuente: Patas de Apoyo, Catalogo Jost. Pág. 5

HSR

CARACTERÍSTICAS:

- Banda de rodamiento con canales anchos y abiertos.
- Láminas intermedias de estructura fina.
- Rib central doble estabilizador.
- Posee dos surcos circunferenciales.

BENEFICIOS:

- La distribución de la presión de contacto permite el máximo rendimiento, y una alta resistencia a mayor carga.
- Neumático diseñado para soportar altas presiones.
- Mayor protección contra la incrustación de piedras.
- Mayor adherencia, óptima y segura.



AROS Y DIMENSIONES PARA LLANTAS

Medida	Ancho Sección (mm)	Diámetro Externo (mm)	Profundidad de Diseño (mm)	Índice Carga/Vel.
9.00R20	258	1018	14	140/143
10.00R20	273	1032	14	146/149
11.00R20	286	1042	14	150/146
12.00R20	313	1142	14	154/150
11R22.5	271	1050	14	148/145
	279	1080	14	148/145
12R22.5	292	1094	14	152/148
	300	1094	14	152/148

TABLA DE CARGA Y PRESIÓN DE AIRE

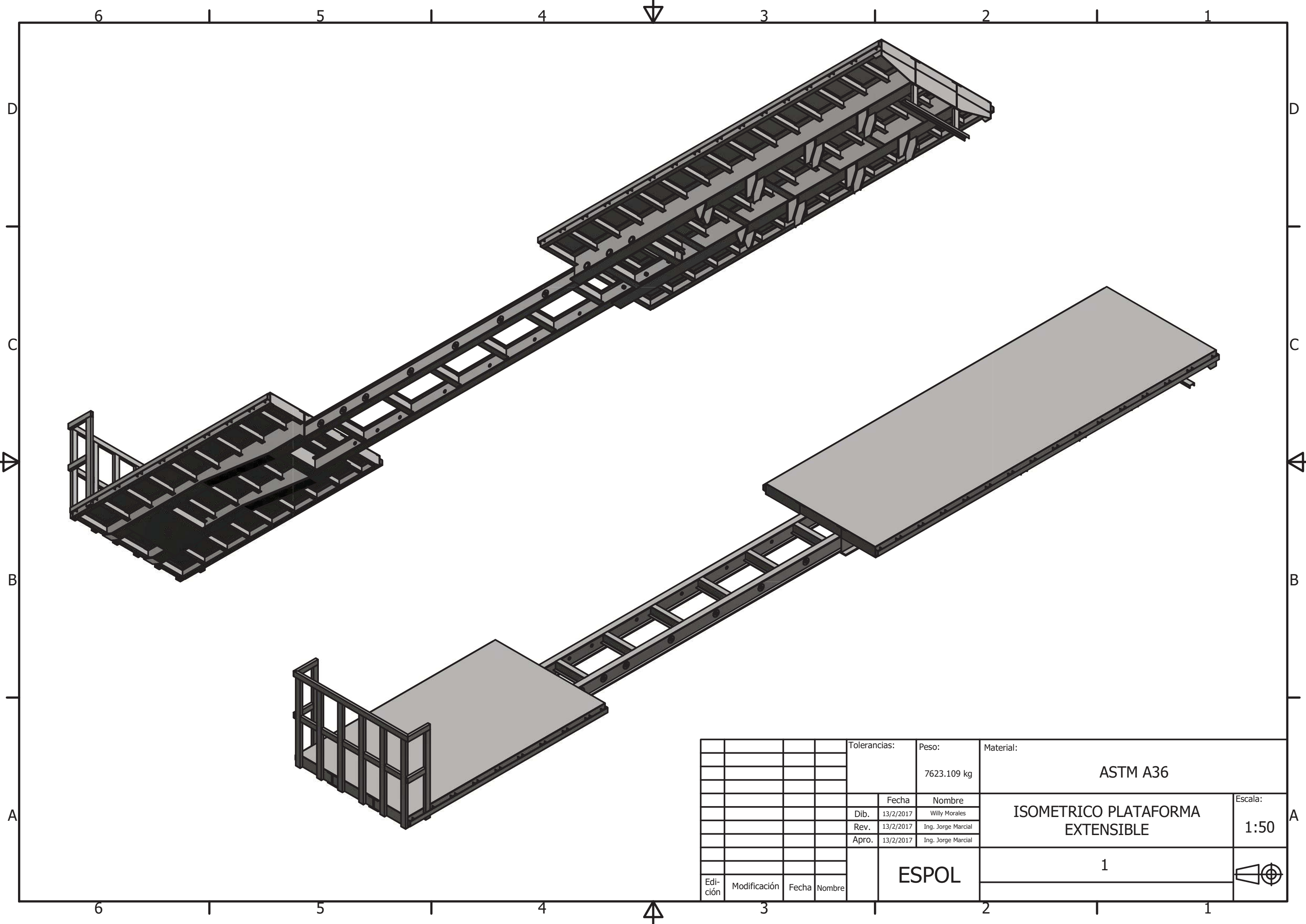
Medida Llanta	PR	Índ. Carga	ARD (pulg)	Presión de Aire (lib/pulg ²)									
				65	73	80	87	94	102	109	116	123	
9.00R20	14	140	7.00	3615	3900	4185	4460	4730	5000				
				332	3650	3930	4205	4475	4750	5020			
10.00R20	16	146	7.50	4120	4445	4770	5080	5390	5700	6000			
				143	4485	4810	5120	5430	5740	6050			
11.00R20	16	150	8.00	4330	4730	5070	5405	5735	6060	6385	6700		
				146	4780	5120	5460	5800	6140	6480			
12.00R20	18	154	8.50	4905	5295	5675	6050	6420	6785	7145	7500		
				150	5365	5750	6130	6510	6890	7270			
11R22.5	18	148	7.50	3970	4120	4445	4770	5085	5395	5700	6000	6300	
				145	4335	4675	5010	5345	5680	6015			
12R22.5	18	152	8.25	4230	4630	4965	5325	5730	6020	6365	6700	7100	
				148	4695	5140	5485	5830	6175	6520			

IMPORTANTE: La presión de aire indicada es la mínima para la carga a ser aplicada a la llanta.

Preparada por: Imago Corporativa	Revisado por: Iefe Ing Llantas	Aprobado por: VP Comercial	Código: 780.024 Fecha: 28 / 04 / 2003 Rev. N°: Original
-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	--

Continental
Neumáticos con Tecnología Alemana

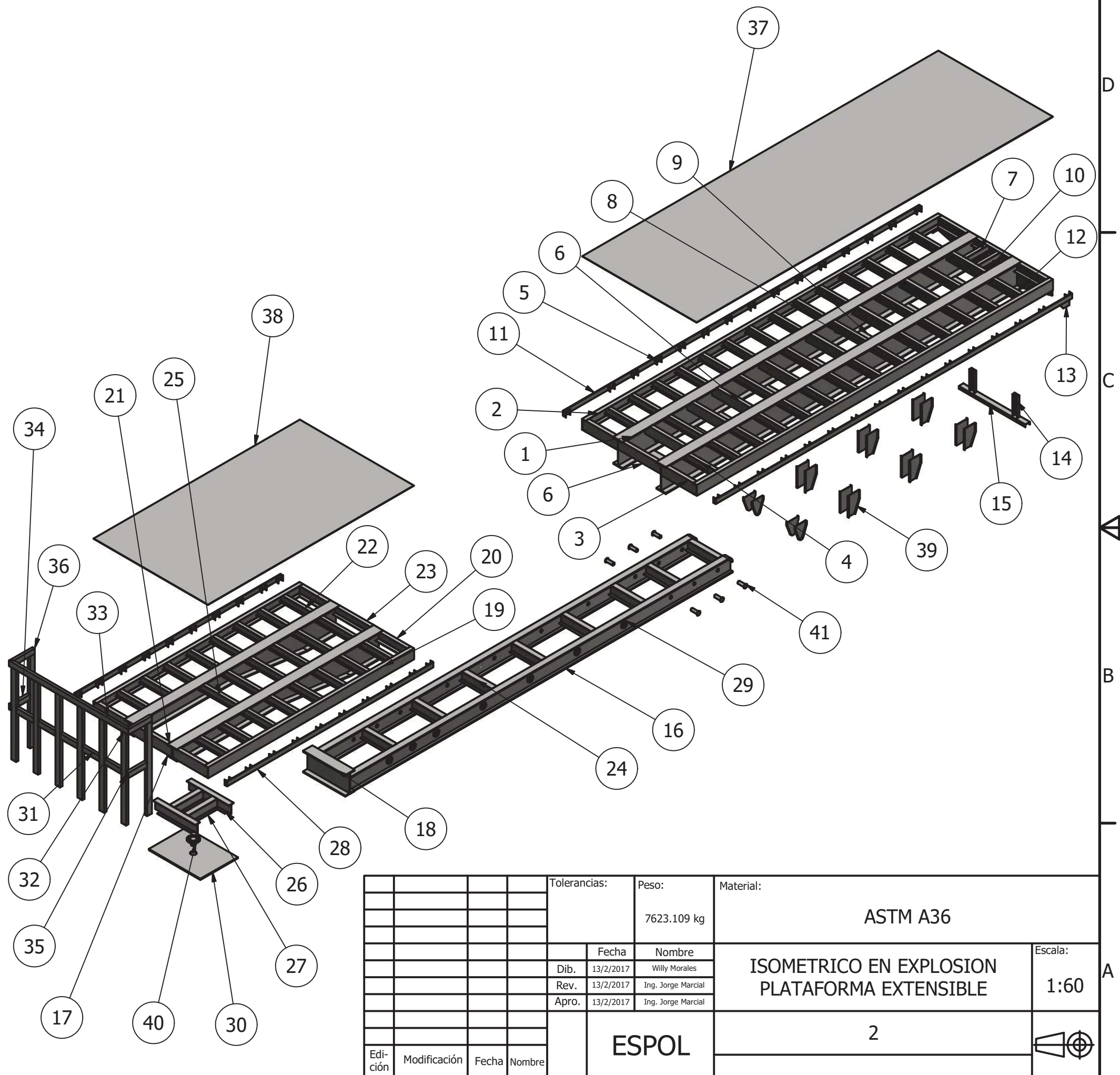
Figura F – 7. Llantas 12R22.5
Fuente: Llantas HSR, Catálogo Llantas Continental



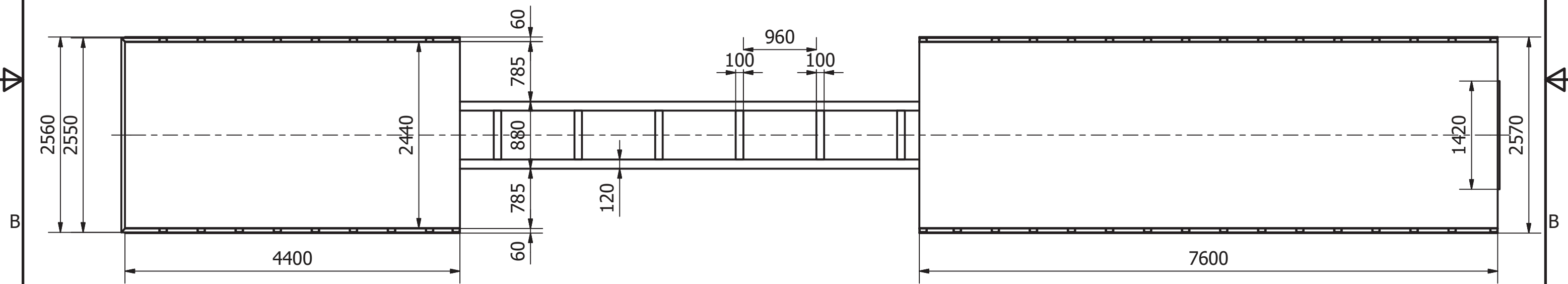
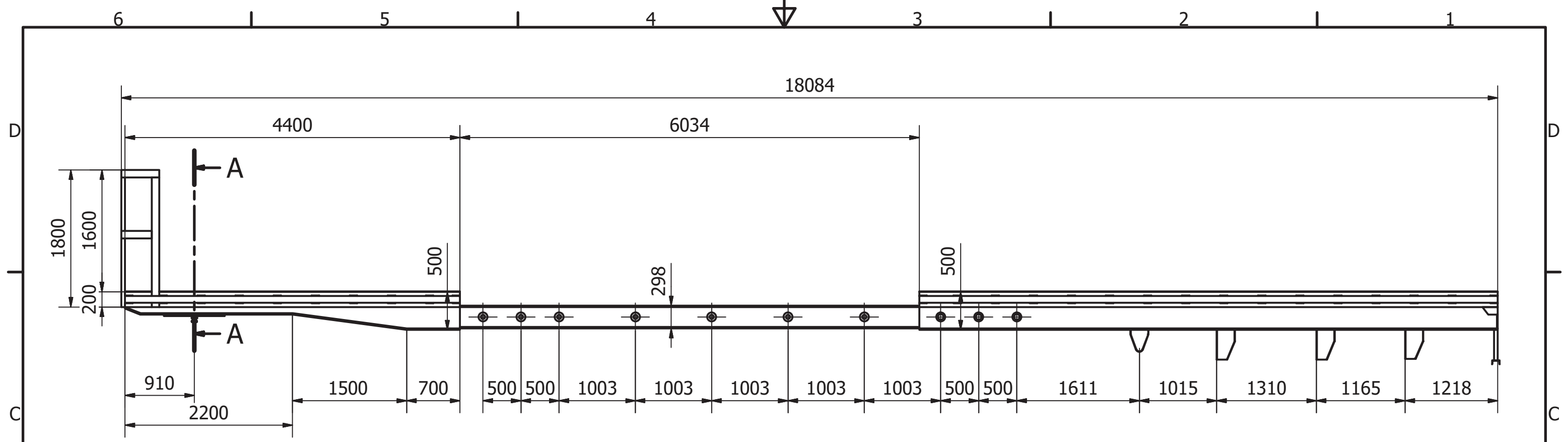
				Tolerancias:	Peso:	Material:		
					7623.109 kg	ASTM A36		
					Fecha	Nombre	ISOMETRICO PLATAFORMA EXTENSIBLE	Escala:
				Dib.	13/2/2017	Willy Morales		1:50
				Rev.	13/2/2017	Ing. Jorge Marcial		
				Apro.	13/2/2017	Ing. Jorge Marcial		
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre		ESPOL		1	

LISTA DE PIEZAS

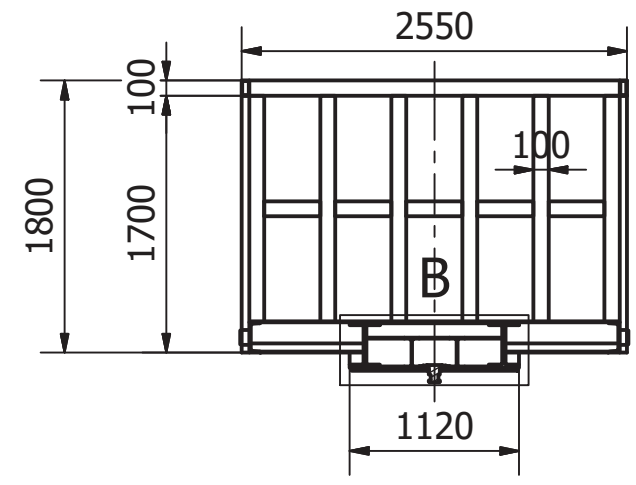
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	2	VIGA FIJA
2	2	UPN 200 x 7600
3	4	UPN 200 x 760
4	28	IPN 140 x 752
5	51	UPN 100 x 100
6	10	UPN 180 x 910
7	2	IPN 140 x 584
8	6	IPN 140 x 910
9	8	FLEJE 720 x 120 x 15
10	1	FLEJE 910 x 300 x 15
11	2	PLATINA 7600 x 90 x 10
12	2	PLACA 750 x 280 x 10
13	2	PLACA 200 x 100 x 10
14	2	UPN 100 x 400
15	1	UPN 100 x 1420
16	2	VIGA MOVIL
17	2	VIGA DELANTERA
18	1	VIGA 400 x 200 x 20 x 20
19	2	UPN 200 x 4400
20	4	UPN 200 x 747
21	1	UPN 200 x 900
22	16	IPN 140 x 747
23	1	UPN 180 x 900
24	8	IPE 200 x 740
25	6	IPN 140 x 900
26	2	IPE 200 x 900
27	2	IPE 200 x 714
28	2	PLATINA 4400 x 90 x 10
29	26	PL. CIRC. DIA. EXT. 120 x 51 x 10
30	1	PLANCHA 940 x 800 x 20
31	5	TUBO RECT. 100 x 50 x 3 x 370
32	8	TUBO RECT. 100 x 50 x 3 x 1700
33	1	TUBO RECT. 100 x 50 x 3 x 2550
34	2	TUBO RECT. 100 x 50 x 3 x 400
35	12	TAPA 94 x 44 x 3
36	2	TUBO RECT. 100 x 50 x 3 x 500
37	1	PLANCHA 7600 x 2440 x 6
38	1	PISO 4400 x 2440 x 6
39	12	Soporte
40	1	Kingpin
41	6	PIN 50 x 140



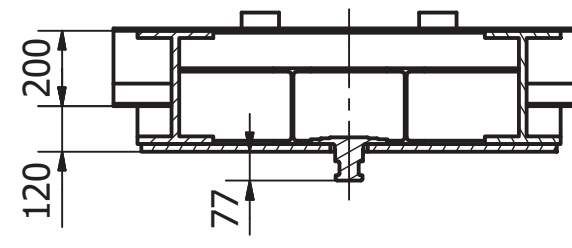
				Tolerancias:	Peso:	Material:	
					7623.109 kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	ISOMETRICO EN EXPLOSION PLATAFORMA EXTENSIBLE	
				Dib. 13/2/2017	Willy Morales		
				Rev. 13/2/2017	Ing. Jorge Marcial		
				Apro. 13/2/2017	Ing. Jorge Marcial	Escala: 1:60	
				ESPOL		2	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				



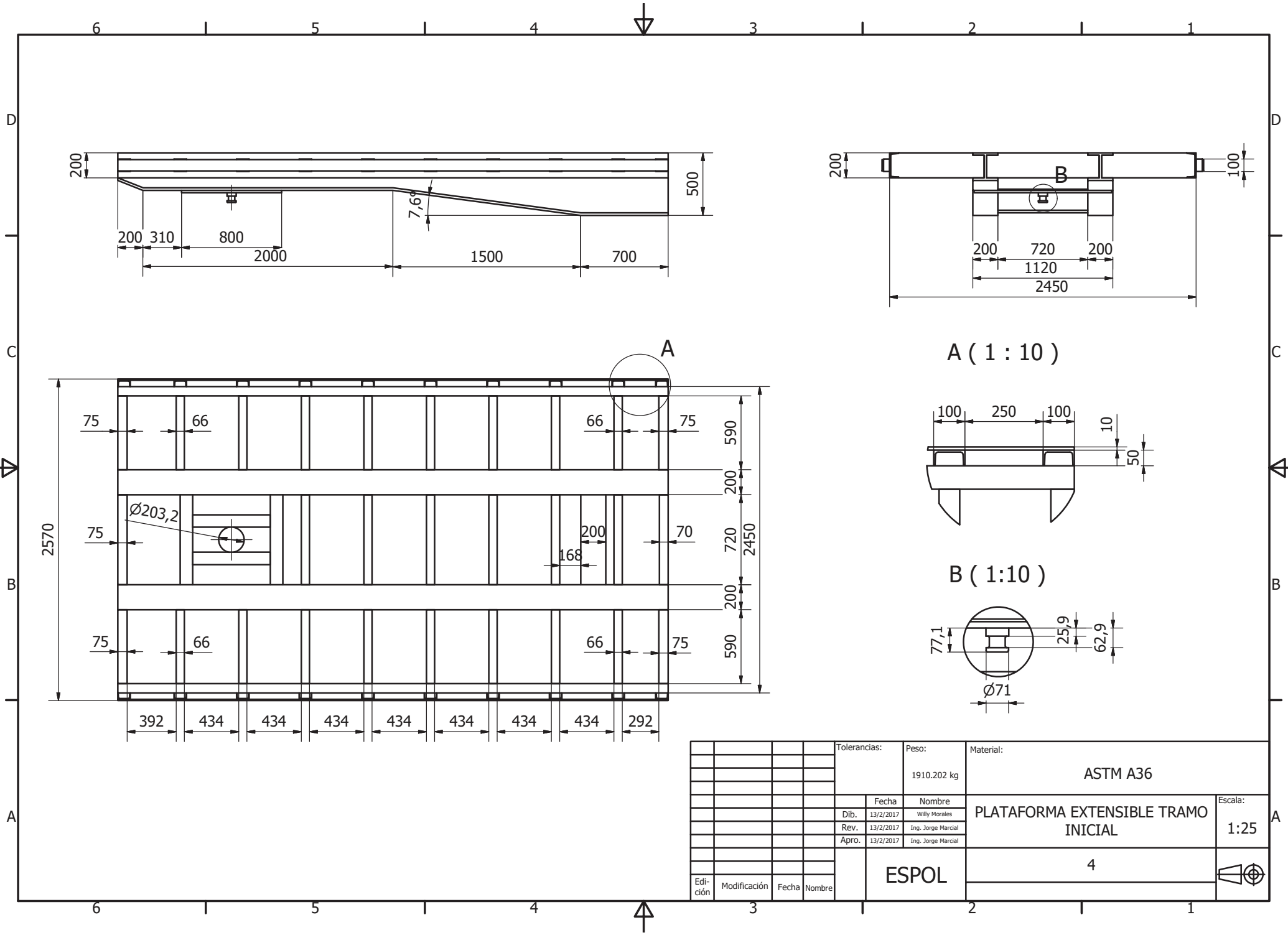
A-A (1 : 50)



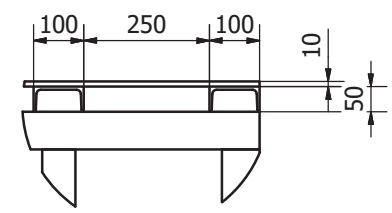
B (1 : 20)



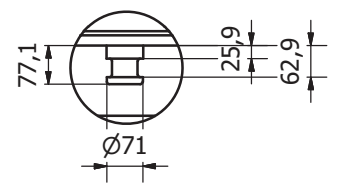
				Tolerancias:	Peso:	Material:	
					7623.109 kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	ENSAMBLE PLATAFORMA EXTENSIBLE	
				Dib. 13/2/2017	Willy Morales		
				Rev. 13/2/2017	Ing. Jorge Marcial		
				Apro. 13/2/2017	Ing. Jorge Marcial	Escala: 1:50	
				ESPOL		3	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre				



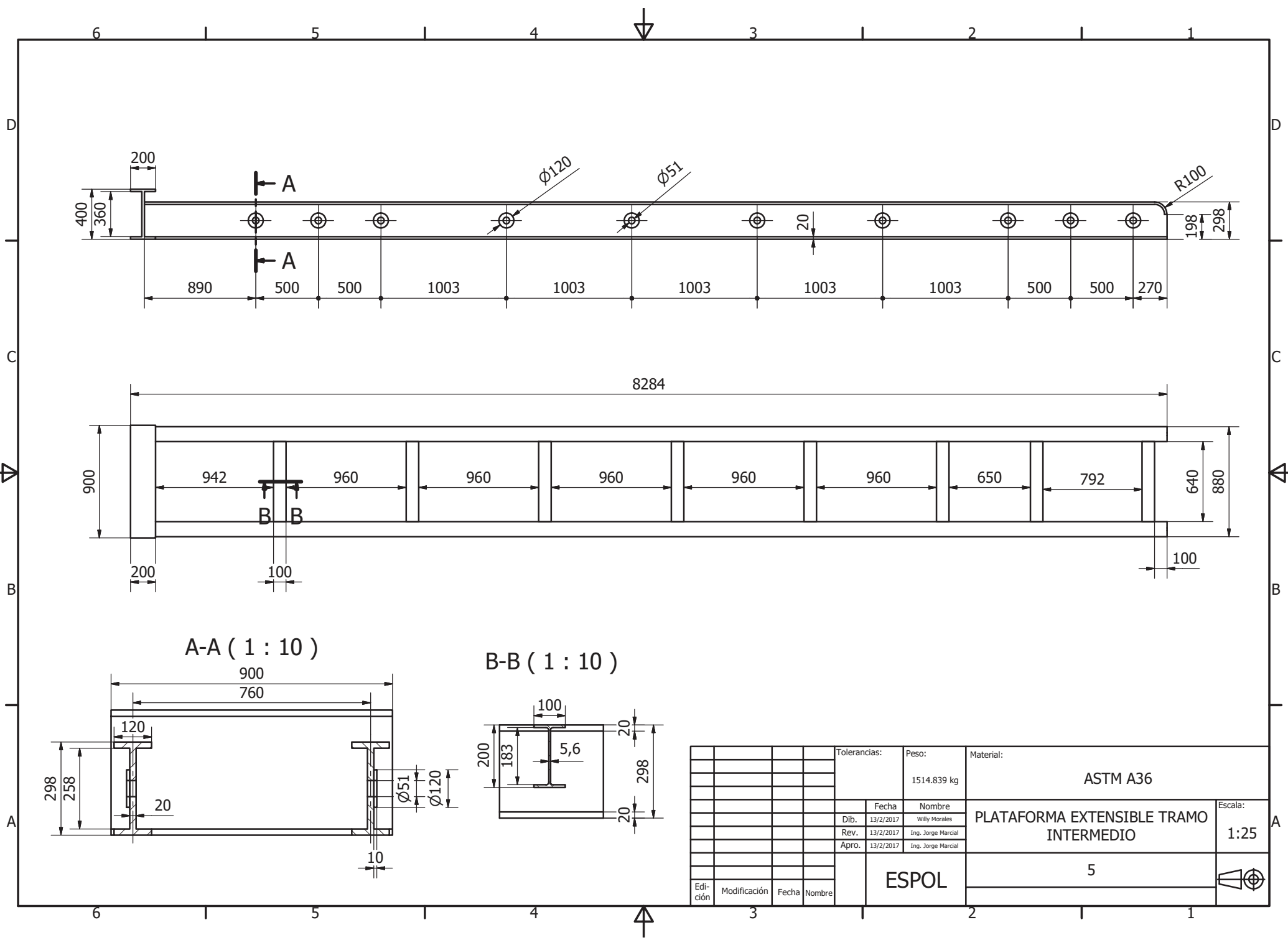
A (1 : 10)



B (1:10)



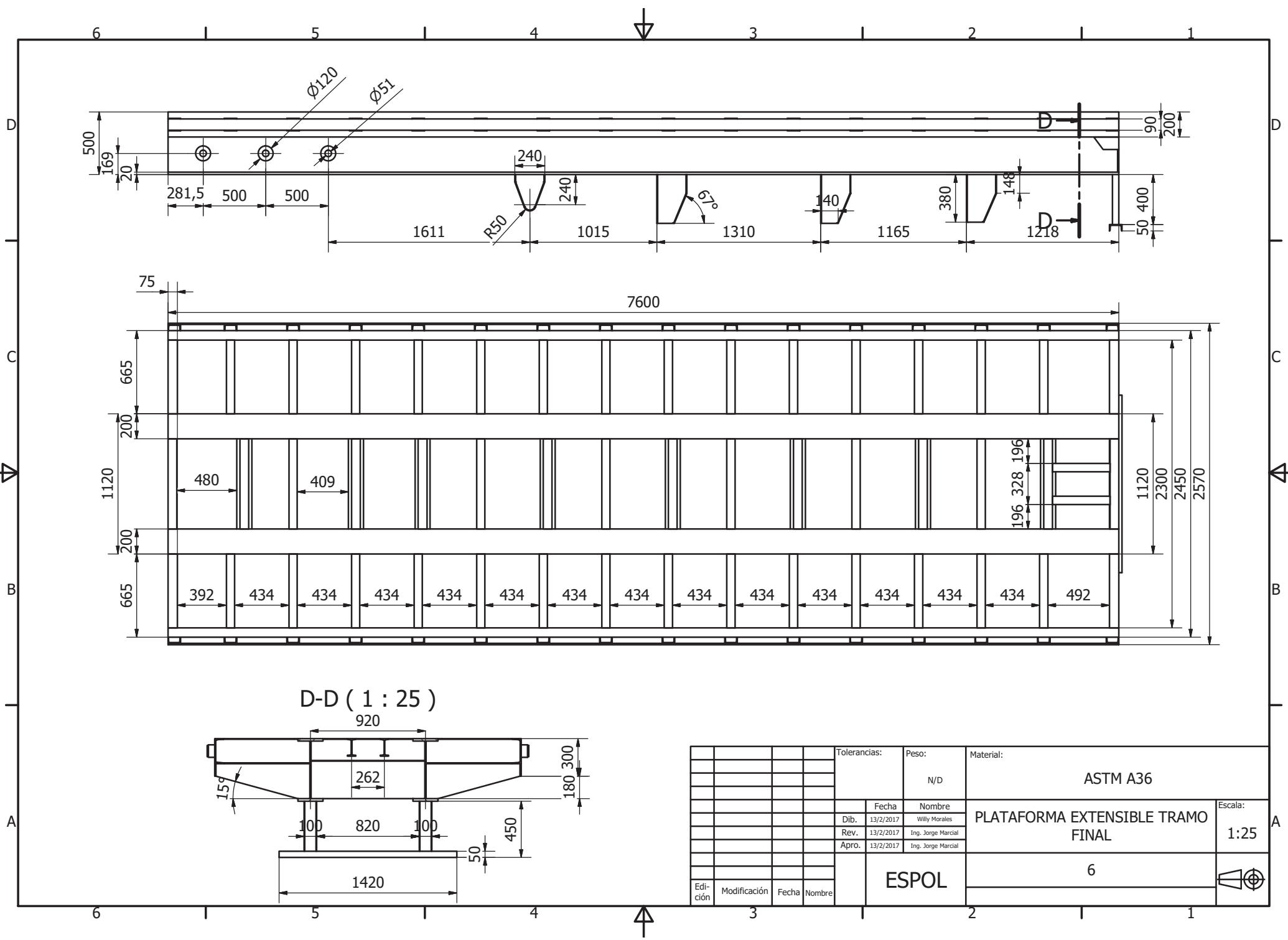
				Tolerancias:	Peso:	Material:			
					1910.202 kg	ASTM A36			
				Fecha	Nombre	PLATAFORMA EXTENSIBLE TRAMO INICIAL		Escala:	
				Dib.	13/2/2017			Willy Morales	1:25
				Rev.	13/2/2017			Ing. Jorge Marcial	
				Apro.	13/2/2017	Ing. Jorge Marcial			
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	ESPOL		4			



A-A (1 : 10)

B-B (1 : 10)

				Tolerancias:	Peso:	Material:		
					1514.839 kg	ASTM A36		
				Fecha	Nombre	PLATAFORMA EXTENSIBLE TRAMO INTERMEDIO		Escala:
			Dib.	13/2/2017	Willy Morales			1:25
			Rev.	13/2/2017	Ing. Jorge Marcial			
			Apro.	13/2/2017	Ing. Jorge Marcial			
						5		
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	ESPOL				



		Tolerancias:		Peso:	Material:		
				N/D	ASTM A36		
		Fecha	Nombre	PLATAFORMA EXTENSIBLE TRAMO FINAL			
		Dib.	13/2/2017				Willy Morales
		Rev.	13/2/2017				Ing. Jorge Marcial
		Apro.	13/2/2017	Ing. Jorge Marcial	Escala:		
		ESPOL			1:25		
					6		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

