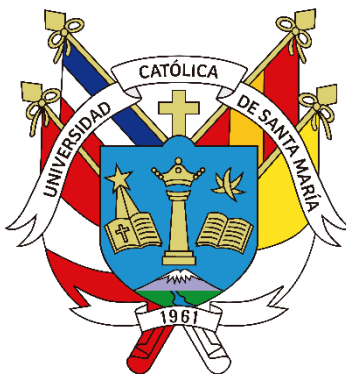


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica -
Eléctrica y Mecatrónica



**Diseño de un sistema de plataforma cama baja para transporte de
maquinaria pesada para una capacidad de carga de 30 toneladas**

Tesis presentada por el Bachiller:

Curse Llamoca, Luis Fernando

ORCID: 0009-0007-4611-2955

para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico

Asesor:

Dr. Cáceres Nuñez, Augusto Emilio Carlos

ORCID: 0000-0002-2207-9237

Arequipa - Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA

TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 18 de Diciembre del 2024

Dictamen: 008094-C-EPIMMEM-2024

Visto el borrador del expediente 008094, presentado por:

2012224051 - CURSE LLAMOCA LUIS FERNANDO

Titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLATAFORMA CAMA BAJA PARA TRANSPORTE DE MAQUINARIA
PESADA PARA UNA CAPACIDAD DE CARGA DE 30 TONELADAS**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO MECÁNICO

**21535915 - DONAYRE CAHUA JESUS MANUEL
DICTAMINADOR**



**29685318 - CASTRO VALDIVIA JORGE LUIS
DICTAMINADOR**



**29644724 - CARPIO RIVERA MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR**



Diseño de un sistema de plataforma cama baja para transporte de maquinaria pesada para una capacidad de carga de 30 toneladas

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	nanopdf.com Fuente de Internet	5%
2	ria.utn.edu.ar Fuente de Internet	2%
3	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	1%
8	www3.contraloriadf.gob.mx Fuente de Internet	1%



DEDICATORIA

A mis padres, que son la base y motivación de ser cada día mejor persona. Por permitirme alcanzar mis metas y proyectos, guiándome en este camino llamado vida, con sus enseñanzas y ejemplos. A ustedes mis eternas gracias, mis logros, son sus logros.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, darme la protección y guía en cada paso que doy.

A mis padres, por brindarme su amor y cariño incondicional.

A mis docentes quienes con sus enseñanzas fueron partícipes de mi formación profesional, y en especial al Dr. Augusto Cáceres por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.



RESUMEN

El presente trabajo desarrolla el diseño y control (calidad y costos) de una plataforma cama baja de 30 toneladas, en respuesta a que un sector del rubro metalmecánico dedicado a carrocerías metálicas no consideran criterios de ingeniería adecuados, normativas de diseño y un control de calidad que tendrán consecuencias adversas a nivel estructural (fisuras, fracturas, desgaste prematuro, sobredimensionamiento), a nivel económico (mayores costos de fabricación y bajo costo del producto frente al mercado) y a nivel de calidad (no cumplir con normativas requeridas).

La metodología aplicada para el estudio de la plataforma cama baja será bajo normas de diseño NPT E.020, E.090, LRFD, AISC 360, AWS D1.1 y la ASSHTO, cuyos resultados serán respaldados con un análisis de elementos finitos (FEM) en el programa SolidWorks-Simulation. Para el control de calidad se aplicará normas y estándares, mediante el uso de formatos de control y su metodología de aplicación de las mismas. Finalmente se realizará un análisis de costos y presupuesto de acuerdo al tipo de estructura desarrollada.

En el documento, se espera que las empresas de los sectores mencionados puedan llegar a asimilar los criterios de diseño e incorporar la metodología de control de calidad, para lo cual se realizó un análisis exhaustivo de diseño, calidad y costos, enfocado a una plataforma cama baja, con una carga útil de 30 toneladas bajo criterios de resistencia a flexión y corte con material base de acero ASTM A36.

Palabras Clave: normativas de diseño, control de calidad, resistencia a flexión, resistencia a corte, carga útil.

ABSTRACT

This work develops the design and control (quality and costs) of a 30-ton low-bed platform, in response to the fact that a sector of the metalworking industry dedicated to metal bodies does not consider adequate engineering criteria, design regulations and quality control that will have adverse consequences at the structural level (cracks, fractures, premature wear, oversizing), at the economic level (higher manufacturing costs and low product cost compared to the market) and at the quality level (not complying with required regulations).

The methodology applied for the study of the low-bed platform will be under the design standards NPT E.020, E.090, LRFD, AISC 360, AWS D1.1 and ASSHTO, whose results will be supported by a finite element analysis (FEM) in the SolidWorks-Simulation program. For quality control, norms and standards will be applied, through the use of control formats and their application methodology. Finally, a cost and budget analysis will be carried out according to the type of structure developed.

In the document, it is expected that companies in the aforementioned sectors will be able to assimilate the design criteria and incorporate the quality control methodology, for which an exhaustive analysis of design, quality and costs was carried out, focused on a low-bed platform, with a useful load of 30 tons under bending and cutting resistance criteria with base material of ASTM A36 steel.

Keywords: design regulations, quality control, flexural strength, shear strength, payload.

ÍNDICE GENERAL

<i>DEDICATORIA</i>	
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	
<i>RESUMEN</i>	
<i>ABSTRACT</i>	
<i>INDICE GENERAL</i>	
<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>CAPÍTULO I</i>	3
1. GENERALIDADES	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Análisis y Definición del Problema.....	5
1.2.1. Situación Inicial del Problema.....	8
1.2.2. Situación Final del Problema.....	8
1.3. Objetivos.....	9
1.3.1. Objetivo General.....	9
1.3.2. Objetivo Específico.....	9
1.4. Alcance.....	9
1.5. Limitaciones.....	10
<i>CAPÍTULO II</i>	11
2. MARCO TEÓRICO	12
2.1. Introducción.....	12
2.2. ¿Qué es un Semirremolque Cama Baja?.....	12
2.2.1. Aplicaciones.....	13
2.2.2. Ventajas.....	15
2.3. Tipos de Remolques Cama Baja.....	16
2.3.1. Remolques Ordinario de Cama Baja.....	16
2.3.2. Remolque de Carga Baja.....	17
2.3.3. Remolque de Cuello de Cisne Extraíble o Transportable.....	18
2.4. Diferentes estructuras de remolques de Cama Baja.....	19
2.4.1. Primero:.....	19
2.4.2. Segundo:.....	20
2.4.3. Tercero:.....	20
2.4.4. Cuarto:.....	21
2.5. Componentes de un Semirremolque Cama Baja.....	22
2.5.1. Material:.....	22
2.5.2. Bastidor:.....	22
2.5.3. Pierna de aterrizaje o Patines:.....	22
2.5.4. King Pin:.....	23
2.5.5. Llantas:.....	23

2.5.6.	Ejes	24
2.5.6.1.	Eje Simple	24
2.5.6.2.	Eje Compuesto Tandem.....	24
2.5.6.3.	Eje Compuesto Tridem	24
2.5.7.	Frenos:.....	24
2.5.7.1.	Freno de Tambor:	25
2.5.7.2.	Freno de Disco:	25
2.5.8.	Suspensión:	26
2.5.8.1.	Suspensión Mecánica:	26
2.5.8.2.	Suspensión de Neumática:	27
2.6.	LEGISLACIÓN.	28
2.6.1.	Designación.....	28
2.6.2.	Pesos Máximos Vehiculares Permitidos.....	28
2.6.3.	Dimensiones Vehiculares.....	30
CAPÍTULO III.....		31
3.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO DE CARROCERÍA DE CAMA BAJA.....	32
3.1.	Normas de Diseño.....	32
3.2.	Modelo de Cama Baja.....	32
3.2.1.	Dimensiones Propuestas.....	33
3.2.2.	Peso de Carrocería.....	34
3.3.	Dimensiones de la Cama Baja.....	34
3.3.1.	Aplicación de las cargas.....	35
3.3.2.	Combinaciones de Carga.....	35
3.3.3.	Distribución de Ejes Según Norma MTC y Capacidad Demandada.....	36
3.3.4.	Determinación de Cargas Muerta y Carga Viva.....	37
3.3.5.	Cálculo de los Momentos y Tensiones Máximas.....	38
3.4.	Metodología de obtención de Momentos Flectores y Esfuerzos Cortantes	43
3.5.	Diseño de Viga Principal.....	44
3.5.1.	Cálculo de Esfuerzos Cortantes y Momentos Flectores en Viga Principal.....	44
3.5.2.	Diseño a Flexión.....	46
3.5.3.	Diseño a Corte.....	53
3.5.4.	Cálculo de las Tensiones y Deformaciones Utilizando SOLIDWORKS.....	56
3.6.	Diseño de los Travesaños.....	60
3.6.1.	Dimensionamiento de los travesaños.....	60
3.6.2.	Cálculo de los Momentos Máximos en los Travesaños.....	61
3.6.3.	Diseño a Flexión.....	64
3.6.4.	Diseño a Corte.....	70
3.6.5.	Cálculo de las Tensiones y Deformaciones Utilizando SOLIDWORKS.....	72

3.7.	Vigas Laterales y Ensamble del chasis:	76
3.7.1.	Cálculo de los Momentos Máximos en los Travesaños.	76
3.7.2.	Diseño a Flexión.	79
3.7.3.	Diseño a Corte.	83
3.8.	Diseño del Plato de Giro.	85
3.8.1.	Fuerzas Resultantes en la zona de los apoyos.	85
3.8.2.	Cargas.	87
3.8.3.	Esfuerzos.	87
3.8.4.	Cálculo de Esfuerzos.	89
3.8.5.	Diseño Estático.	90
3.8.6.	Diseño Dinámico.	91
3.8.7.	Cálculo de las Tensiones y Deformaciones Utilizando SOLIDWORKS.	93
3.9.	Análisis Global de Cama Baja mediante es uso de SolidWorks.	96
3.10.	Diseño de Soldadura.	97
3.10.1.	Soldadura Unión Viga - Travesaño	99
3.10.2.	Soldadura Viga Principal	102
3.10.3.	Análisis de las Piezas Unidas Mediante Soldadura.	104
CAPÍTULO IV.		107
4.	PROCESO DE FABRICACIÓN DE VIGA PRINCIPAL Y SELECCIÓN DE ACCESORIOS.	108
4.1.	Fabricación de Viga Principal.	108
4.2.	Cargas Totales para la Selección de Componentes.	111
4.3.	Selección del King Pin.	111
4.4.	Selección de la Suspensión.	112
4.5.	Selección de los Ejes.	113
4.6.	Selección de las Llantas.	114
4.7.	Selección de Patines de Apoyo	115
CAPÍTULO V.		116
5.	CONTROL DE CALIDAD.	117
5.1.	Introducción	117
5.2.	Alcance	117
5.3.	Objetivo.	117
5.4.	Registros de Control.	118
5.4.1.	Registro de Control Dimensional.	118
5.4.2.	Registro de Inspección Visual de Soldaduras.	118
5.4.3.	Registro de Inspección Por Tintes Penetrantes.	119
5.4.4.	Registro de Preparación Superficial y Pintado	119
5.5.	Plan de Puntos de Inspección (PPI)	121
5.6.	Control de Soldadura.	125

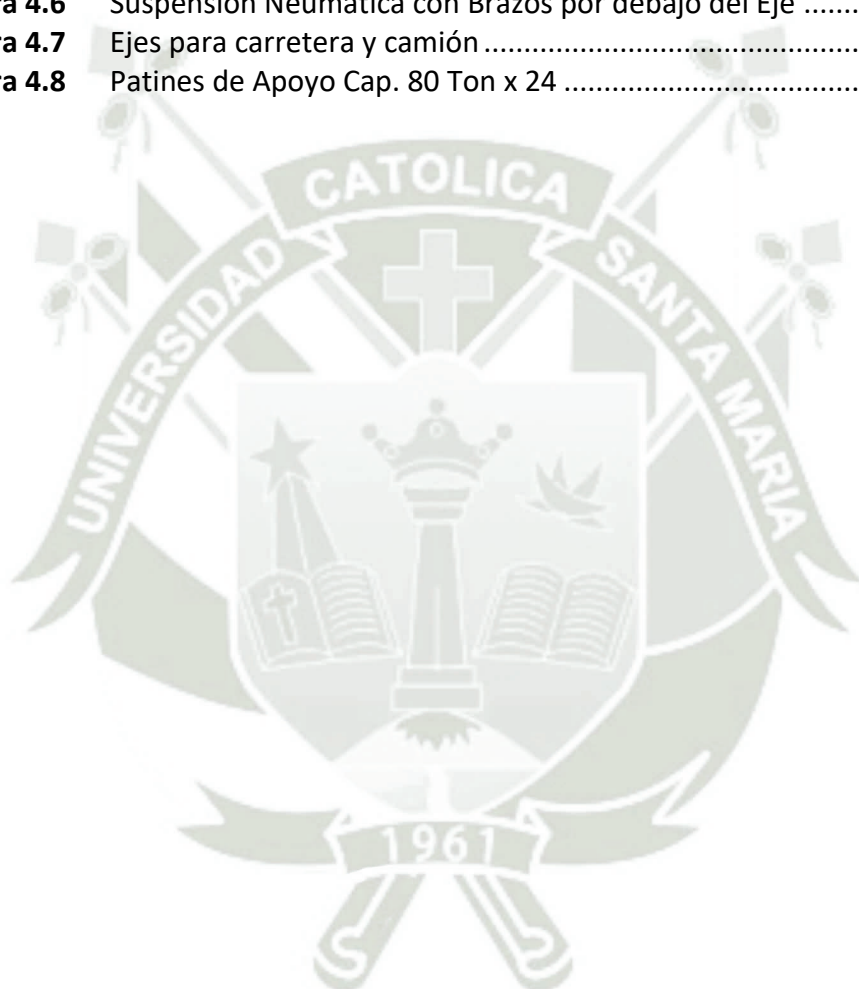
5.6.1.	Calificación de soldadores.....	125
5.7.	Acabado superficial.....	130
5.7.1.	Preparación de Superficies.	130
5.7.2.	Arenado y Pintura.	130
5.7.2.1.	Arenado o Granallado.....	130
5.7.2.2.	Pintura.	130
5.7.3.	Pintura Seleccionada:.....	131
5.7.4.	Cálculo de Volumen de Pintura.....	131
5.8.	Metodología de Aplicación de Registros.....	134
5.8.1.	Lista de Registros	134
5.8.2.	Registro de Control Dimensional en el armado	135
5.8.3.	Registro de Inspección Visual de Soldadura	136
5.8.4.	Registro de Inspección Por Líquidos Penetrantes.....	137
5.8.5.	Registro por Preparación Superficial y Pintado	138
CAPÍTULO VI.		139
6.	COSTOS Y PRESUPUESTOS	140
6.1.	Metrado.	140
6.2.	Definiciones de Costos y Presupuestos.....	141
6.2.1.	Costos Directos.	141
6.2.1.1.	Mano de Obra.....	141
6.2.1.2.	Materiales.....	141
6.2.1.3.	Equipos o Maquinarias.....	141
6.2.1.4.	Subpartidas.....	141
6.2.1.5.	Subcontratos.....	142
6.2.2.	Costos Indirectos.....	142
6.2.3.	Presupuesto del Proyecto.....	142
6.3.	Cronograma de actividades.	143
6.4.	Análisis de costos unitarios.....	143
6.5.	Presupuesto	151
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		153
REFERENCIA.		155
ANEXOS.		157
PLANOS.		175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Variación acumulada de la Producción del Sector Manufactura:.....	4
Figura 1.2	Manufactura: Variación porcentual del Índice de Volumen Físico (IVF).....	5
Figura 1.3	Estructura del Producto Bruto Interno del Perú, 2006-2015.....	6
Figura 1.4	Contribución a la variación de la Producción Nacional.....	7
Figura 2.1	Cama baja 80 toneladas con cuello desmontable.....	12
Figura 2.2	Transporte de Maquinaria Pesada.....	13
Figura 2.3	Transporte de Maquinaria Agrícola.....	14
Figura 2.4	Transporte de Maquinaria de Construcción.....	14
Figura 2.5	Transporte de Cargas Especiales.....	14
Figura 2.6	Transporte de Cargas Alta.....	16
Figura 2.7	Semirremolque ordinario de Cama Baja.....	17
Figura 2.8	Semirremolque Cama Baja.....	18
Figura 2.9	Remolque RGN.....	19
Figura 2.10	Semirremolque Cama Baja de 2 líneas de ejes con 3 vigas principales.....	19
Figura 2.11	Remolque de Cama Baja con piso de madera.....	20
Figura 2.12	Ampliar Área de Carga en Remolque de Cama Baja.....	20
Figura 2.13	Neumaticos No Expuestos.....	21
Figura 2.14	Neumáticos Expuestos.....	21
Figura 2.15	Elementos principales Semirremolque.....	22
Figura 2.16	Patines de Apoyo.....	23
Figura 2.17	King Pin aperturable plancha de ½”.....	23
Figura 2.18	Frenos de Tambor.....	25
Figura 2.19	Frenos de Disco.....	26
Figura 2.20	Suspensión Mecánica.....	26
Figura 2.21	Suspensión Neumática.....	27
Figura 2.22	Nomenclatura según la cantidad de ejes.....	29
Figura 3.1	Cama Baja de Cuello de Cisne Fijo.....	33
Figure 3.2	Medidas Generales Cama Baja.....	33
Figura 3.3	Estructura Principal y Puntos de Apoyo.....	34
Figure 3.4	Carga Aplicada a la Cama Baja.....	35
Figure 3.5	Distribución de Pesos por Ejes para T3S2.....	36
Figure 3.6	Distribución de Cargas Muertas sobre Viga Principal.....	38
Figure 3.7	Distribución de Carga Viva sobre Viga Principal.....	39
Figura 3.8	Análisis de Viga – Ubicación 1.....	40
Figura 3.9	Análisis de Viga – Ubicación 2.....	41
Figura 3.10	Análisis de Viga – Ubicación 3.....	42
Figura 3.11	Modelo Estructural tipo Viga.....	43
Figura 3.12	Puntos de apoyo, Fuerzas y Mallado de estructura.....	43
Figura 3.13	Diagrama de Momento Flecho en Viga Principal aplicando CM.....	44
Figura 3.14	Diagrama de Esfuerzo Cortante en Viga Principal aplicando CM.....	44
Figura 3.15	Diagrama de Momento Flecho en Viga Principal aplicando CV.....	45
Figura 3.16	Diagrama de Esfuerzo Cortante en Viga Principal aplicando CV.....	45
Figura 3.17	Dimensiones de viga principal propuesta.....	47

Figura 3.18	Comportamiento Plástico en el Diseño de Vigas de Acero	48
Figura 3.19	Nomenclatura de Viga W	49
Figura 3.21	Cargas Aplicadas en estudio Viga Principal	56
Figura 3.22	Aplicación de Cargas en la Viga Principal	56
Figura 3.23	Dimensiones de Viga Principal	57
Figura 3.24	Vista de Perfil de Viga Principal.....	57
Figura 3.25	Tensiones Máximas en el Perfil.....	58
Figura 3.26	Deformación Máxima.....	58
Figura 3.27	Factor de Seguridad.....	59
Figura 3.28	Resultados de Diseño de Viga Principal.	59
Figura 3.29	Vigas de Amarre.	60
Figura 3.30	Distribución de Cargas de Sección 1-2.	61
Figura 3.31	Diagrama de Momento Flecho en Travesaños aplicando CM	62
Figura 3.32	Diagrama de Esfuerzo Cortante en Travesaños aplicando CM	62
Figura 3.33	Diagrama de Momento Flecho en Travesaños aplicando CV	63
Figura 3.34	Diagrama de Esfuerzo Cortante en Travesaños aplicando CV	63
Figura 3.35	Nomenclatura Canal C.....	65
Figura 3.36	Diagrama de momentos de travesaños	68
Figura 3.37	Aplicación de Cargas en el Travesaño	73
Figura 3.38	Vista de Travesaño C6x8.2	73
Figura 3.39	Tensiones Máximas en el Perfil.....	74
Figura 3.40	Deformación Máxima.....	74
Figura 3.41	Factor de Seguridad.....	75
Figura 3.42	Resultados de Diseño de Travesaño.....	75
Figura 3.43	Chasis de Cama Baja	76
Figura 3.44	Diagrama de Momento Flecho en Marco Lateral aplicando CM	77
Figura 3.45	Diagrama de Esfuerzo Cortante en Marco Lateral aplicando CM	77
Figura 3.46	Diagrama de Momento Flecho en Marco Lateral aplicando CV	78
Figura 3.47	Diagrama de Esfuerzo Cortante en Marco Lateral aplicando CV	78
Figura 3.48	Marco Lateral Propuesto.....	80
Figura 3.49	Resultados de Diseño de Marco Lateral.....	85
Figura 3.50	Estructura Principal y Puntos de Apoyo	86
Figura 3.51	Plato de Giro Convencional.....	88
Figura 3.52	Vista frontal plato de giro.....	89
Figura 3.53	Vista inferior de plato de giro.....	89
Figura 3.54	Línea de Goodman Modificada	91
Figura 3.55	Aplicación de Cargas al Plato de Giro	94
Figura 3.56	Tensiones Máximas del Soporte del King Pin.....	94
Figura 3.57	Desplazamiento Máximo en Plato de Giro.....	95
Figura 3.58	Factor de Seguridad del Plato de Giro.....	95
Figura 3.59	Tensiones Máximas en el Perfil.....	96
Figura 3.60	Deformación Máxima.....	96
Figura 3.61	Factor de Seguridad.....	97
Figura 3.62	Soldadura Superficie Convexa de lados iguales	97
Figura 3.63	Soldadura de catetos iguales.....	99
Figura 3.64	Longitud y Catetos de los cordones de soldadura	102
Figura 3.65	Representación de soldadura en Viga Principal.....	102

Figura 3.66	Detalle de soldadura Viga Principal.....	105
Figura 6.67	Soldadura a Tope Viga Principal	105
Figura 3.68	Soldadura de Viga Principal y Travesaños	106
Figura 3.69	Soldadura Travesaño y Vigas Laterales.	106
Figura 4.1	División por tramos de Viga Principal.....	108
Figura 4.2	Programa FastCAM para corte por Plasma	109
Figura 4.3	Cortes de Planchas para armado de Viga Principal	109
Figura 4.4	Perfiles soldados.....	110
Figura 4.5	King Pin 3.5" C/Base Empernable 12mm	111
Figura 4.6	Suspensión Neumática con Brazos por debajo del Eje	112
Figura 4.7	Ejes para carretera y camión	113
Figura 4.8	Patines de Apoyo Cap. 80 Ton x 24	115



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Pesos Máximos por Ejes	29
Tabla 3.1	Normas aplicadas.	32
Tabla 3.2	Momento y Cortante Máximos de CM	45
Tabla 3.3	Momento y Cortante Máximos de CV.	46
Tabla 3.4	Momento y Cortante Máximos de CM	63
Tabla 3.5	Momento y Cortante Máximos de CV.	64
Tabla 3.6	Momento y Cortante Máximos de CM	77
Tabla 3.7	Momento y Cortante Máximos de CV.	78
Tabla 3.8	Reacciones aplicando CM.	86
Tabla 3.9	Reacciones aplicando CM y CV.	86
Tabla 3.10	Espesores mínimos para soldadura de filete.....	98
Tabla 3.11	Resultados de Diseño de Viga Principal.....	103
Tabla 4.1	Reacciones aplicando CM y CV.	111
Tabla 4.2	Caracterizas de King Pin.....	112
Tabla 4.3	Caracterizas de Suspensión	113
Tabla 4.4	Caracterizas de Ejes	114
Tabla 4.5	Caracterizas de Neumáticos	114
Tabla 4.6	Caracterizas de Patines de Apoyo	115
Tabla 5.1	Plan de Puntos de Inspección	121
Tabla 5.2	Volumen de Pintura Base	132
Tabla 5.3	Volumen de Pintura de Acabado.....	133
Tabla 5.4	Lista de Registros	134
Tabla 5.5	Control Dimensional en Armado	135
Tabla 5.6	Inspección Visual De Soldadura.....	136
Tabla 5.7	Inspección de Líquidos Penetrantes.....	137
Tabla 5.8	Preparación Superficial y Pintado.....	138
Tabla 6.1	Metrado de Materiales.....	140
Tabla 6.2	Cronograma de ejecución Cama Baja.....	143
Tabla 6.3	Metrado según actividad.....	143
Tabla 6.4	APU Corte Plasma CNC – 9mm.	144
Tabla 6.5	APU Corte Plasma CNC – 19 mm.	145
Tabla 6.6	APU Corte de perfiles – Canal C.....	146
Tabla 6.7	APU Plegado de planchas.	147
Tabla 6.8	APU Armado y soldado de estructura.	148
Tabla 6.9	APU Granallado.....	149
Tabla 6.10	APU Pintura de estructura.....	150
Tabla 6.11	Costos Directos	151
Tabla 6.12	Costos Indirectos y Utilidad.....	152

INTRODUCCIÓN

La industria metalmecánica tiene un gran aporte en el PBI del país en el sector manufactura. Aquí se encuentran las carrocerías metálicas usadas para el transporte de mercancías, del cual un gran sector de esta industria carece de un adecuado proceso de elaboración (diseño) y ejecución (construcción) por un inadecuado proceso de control y falta de conocimiento de criterios de ingeniería. Ocasionando un déficit de calidad, garantía y sobrecostos para el sector industria y empresa.

Se tiene como antecedentes de estudio del problema las tesis de estudio “Diseño asistido por computadora de una plataforma Cama Bajad de cuello desmontable con capacidad de 45 toneladas usando los programas SAP2000 y ANSYS” (Gonzalo Sotomayor & Manuel Padilla, Ecuador, 2013) y “Modelación tecnológica de plataforma cama baja con programa computacional Solidworks Simulation” (Lenin Paye, Perú, 2019). En las cuales se tienen métodos de análisis del diseño estructural bajo distintas metodologías, pero sin atender los detalles de control de calidad adecuados, ni el análisis por precios unitarios de este tipo de estructuras.

El objetivo es diseñar una estructura que cumpla las normas de diseño y normas de transporte, así como los estándares de calidad y finalmente obtener un valor de venta competitivo en el sector manufactura. Generando por ende mejoras en el sector comercial entre la oferta y demanda (garantía del producto y precio competitivo).

Para explicar la metodología de la presente tesis, separamos tres áreas de estudio, que son Ingeniería, Calidad y Costos.

Para ingeniería, se aplicará un cálculo teórico por resistencia a flexión y corte de sus elementos estructurales y se complementa con un análisis por elementos finitos mediante el software Solidworks. Lo cual se desarrolla en el capítulo tres.

Para calidad, se basan en normas y estándares a seguir, bajo una serie de registros y formatos de control de calidad como son; control dimensional, Inspección visual de soldadura, Inspección por tintes penetrantes de soldadura, control de acabado superficial. Lo cual se desarrolla en el capítulo cinco.

Para costos, se realiza un análisis por precios unitarios de las distintas actividades requeridas para la ejecución de la estructura de cama naja.





1. GENERALIDADES.

1.1. Antecedentes.

La fabricación de carrocerías metálicas en el país se encuentra dentro del sector de manufactura, este sector es un importante inyector del PBI en la economía del Perú. Por lo que la industria de fabricación de carrocerías metálicas representa un aporte significativo en los tributos, en la generación de empleos y en desarrollo de la sociedad, así como de la economía nacional.

Con el desarrollo y crecimiento del país se observa un incremento de proyectos en su cantidad y envergadura para los cuales se requieren la utilización de maquinarias de grandes dimensiones, peso y forma. Para lo cual se procedió al diseño y fabricación de medios de transporte adecuados para la movilización de dichas maquinarias, dentro de estas destacan las plataformas de cama baja, que son muy cercanas al suelo permitiendo así cumplir los requerimientos de transporte. Este tipo de plataforma permite facilitar el transporte de carga de mayor altura, mejorar la estabilidad teniendo un centro de gravedad más bajo y disminuir los riesgos de volcadura de la carga a transportar.

Un acontecimiento global que tiene gran impacto negativo en la economía mundial y del país que se tiene que considerar es la Pandemia del COVID-19, que inicialmente generó una caída abrupta en la producción nacional y posteriormente un efecto rebote en el crecimiento del mismo. En el periodo de enero a junio de 2022, el sector manufactura creció en 2,71% reflejado en la tabla 1.1.

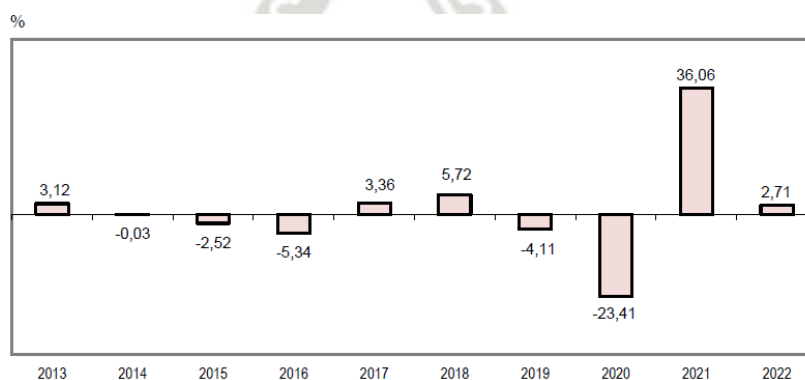


Figura 1.1 Variación acumulada de la Producción del Sector Manufacturero:
2013-2022 (Enero-Junio)

Fuente: (INEI, 2022)

La producción manufacturera registró un moderado crecimiento de 5.7% con respecto a junio de 2021 y de 11.5% con respecto a junio de 2019 (pre-pandemia). (*PRODUCE*)

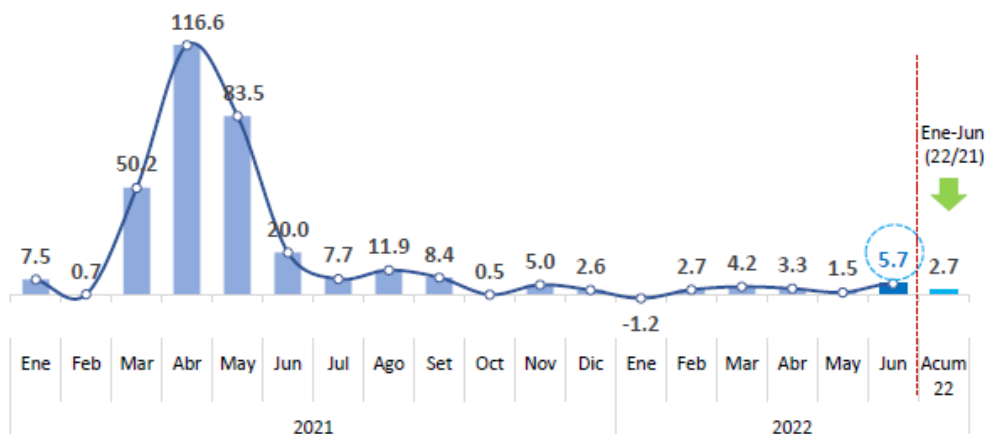


Figura 1.2 Manufactura: Variación porcentual del Índice de Volumen Físico (IVF)

Fuente: (*PRODUCE*, 2022)

1.2. Análisis y Definición del Problema

Es importante resaltar que la industria de carrocerías metálicas en el Perú según la clasificación que brinda el Ministerio de la Producción (*Produce*), se encuentra dentro del subsector de vehículos automotores, remolques y semirremolques y pertenece al sector de manufactura.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la industria manufacturera aporta el 13.5% en el 2015 del Producto Bruto Interno (PBI) nacional y emplea a más de 1.5 millones de trabajadores.

A continuación, se aprecia una tabla de la Estructura del PBI de la inversión en Millones de soles de las diferentes actividades económicas del país.

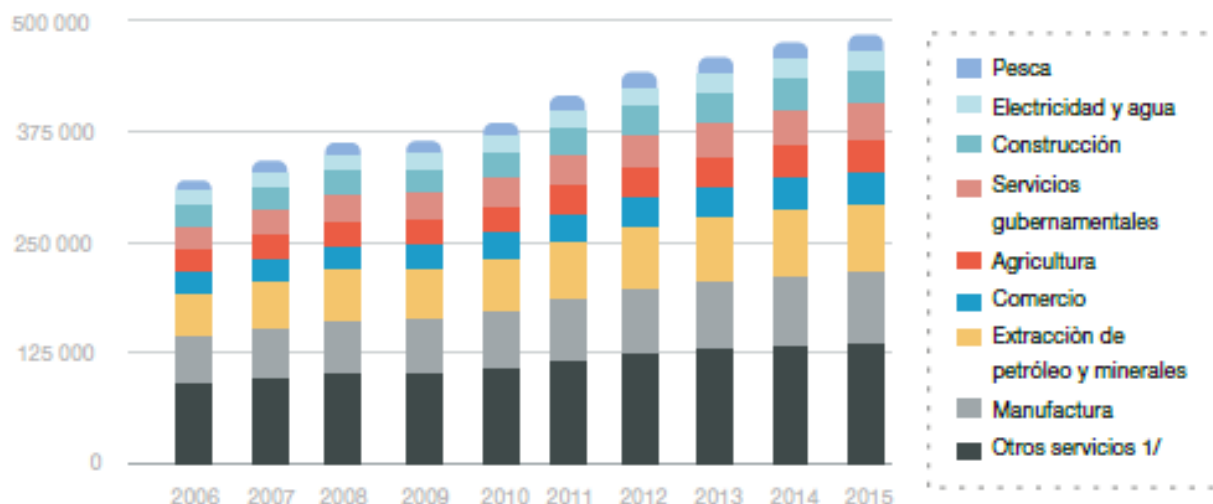


Figura 1.3 Estructura del Producto Bruto Interno del Perú, 2006-2015

Fuente: (Producción, 2015)

El sector de la industria de carrocerías metálicas peruana ha tenido un desarrollo singular durante las últimas décadas. El margen operacional de las grandes empresas del sector manufacturero al que pertenece la industria de carrocerías metálicas representa el 9.5%, esto se refleja en el crecimiento sostenible de nuestra economía, la cual a través de la variedad, innovación moderada y especialización de las líneas de sus productos logra cubrir las necesidades de mayor exigencia de sus clientes.

La contribución del sector de Estructuras Metálicas, se encuentran dentro de la Producción de Manufactura, que contribuye al crecimiento económico del país, que lo podemos ver reflejado en la siguiente gráfica.

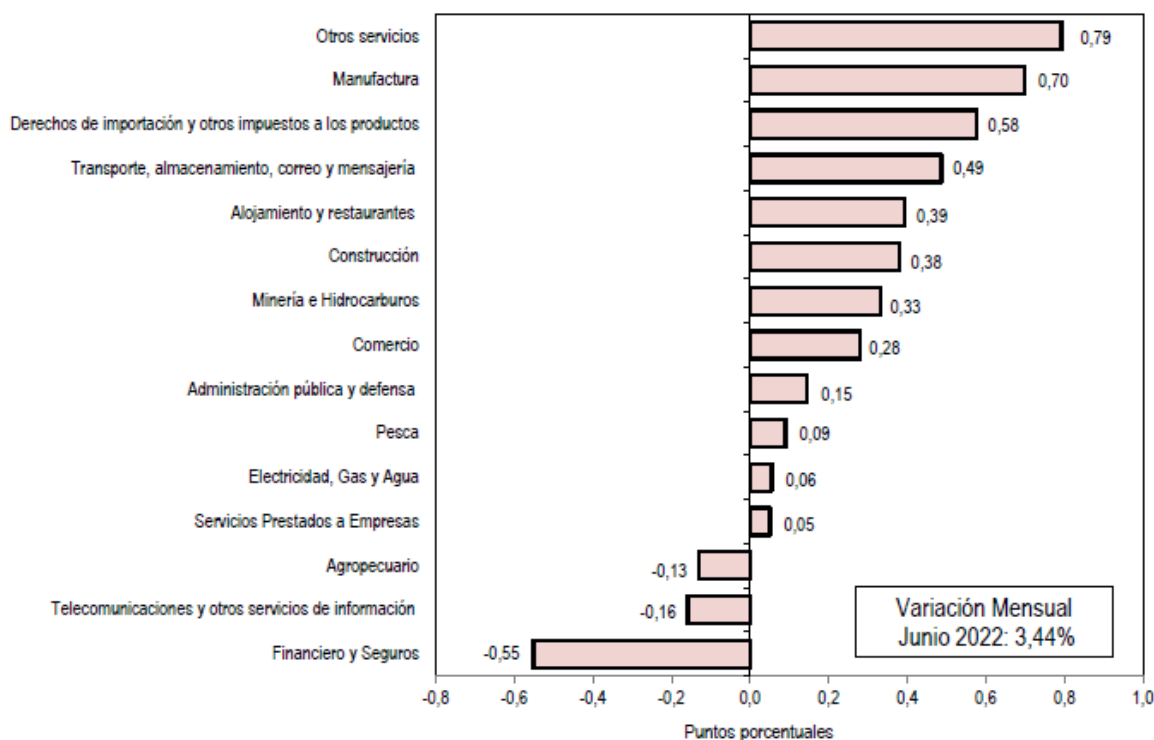


Figura 1.4 Contribución a la variación de la Producción Nacional.

Fuente: (INEI, 2022)

En consecuencia, la industria de carrocerías metálicas en el Perú tiene la capacidad de crecimiento, y es atractivo para la inversión.

La brecha de crecimiento de la industria de carrocerías metálicas en el Perú, es importante como potenciador del Producto Bruto Interno, además de la generación de empleo, así mismo está mejora replica en sectores aledaños provocando un crecimiento conjunto.

En el Perú el transporte de maquinaria pesada para minería y construcción se realiza por vía terrestre mediante la utilización de camiones de carga, para lo cual se emplean diferentes tipos de carrocerías, dependiendo de la necesidad del cliente.

Los vehículos pesados usados para el transporte, estos suelen ser vehículos de gran tonelaje y articulados. Donde el peso establecido para dichos vehículos se rige por disposiciones legales establecidas por los requerimientos de diseño según norma AISC, La Ley Nº 27181 (Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre) y el Reglamento Nacional de Administración del Transporte y el Reglamento Técnico Andino sobre las dimensiones y pesos permitidos para la movilización sobre carreteras del país

1.2.1. Situación Inicial del Problema.

La industria peruana dedicada al diseño y construcción de carrocería metálicas, deben realizarlo bajo ciertas normas de diseño, de seguridad, control y transporte, siendo estas nacionales o internacionales. Para entregar al consumidor un producto de total calidad.

Debido a la falta de preparación técnica y tecnologías adecuadas en el país, en la actualidad el proceso de construcción de semirremolques y otras variedades de carrocerías se realiza en base a la trayectoria y experiencia empírica adquirida con el paso de los años por los mecánicos y otros copiando equipos existentes sin realizar un estudio previo. Por este motivo, los diseños fabricados de semirremolques que transitan por las carreteras del país suelen estar sobredimensionadas por desperdicio de material, un mayor consumo de combustible y una serie de problemas y limitaciones

Esto debido al no cumplir con las especificaciones técnicas y normas de construcción o no considerar ciertos factores externos que puedan afectar las estructuras y componentes. Convirtiéndose así en un peligro latente para el resto de conductores. Así como también un riesgo económico para los transportistas, afectando el costo final del servicio.

1.2.2. Situación Final del Problema.

Con este proyecto se pretende establecer un diseño que cumpla con las normas establecidas para el transporte bajo la Ley N° 27181 y el Reglamento Nacional de Administración del Transporte y el Reglamento Técnico Andino.

Así como para la construcción de estructuras de acero, bajo las normas E.090, LRFD, AISC 360 y AWS D1.1.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General.

Diseño de una Plataforma Cama Baja para Transporte de Maquinaria Pesada de una Capacidad de Carga de 30 Toneladas.

1.3.2. Objetivo Específico.

- Aplicar las normas de diseño estructural basados en la AISC 360, aplicando el capítulo F; método de diseño de miembros flexión y capítulo G; método de diseño de miembros en corte, obteniendo sus esfuerzos de resistencia requerida por flexión y corte en los distintos miembros estructurales. Teniendo presente las leyes y normativas nacionales e internacionales vigentes para el control de dimensiones y pesos, para el transporte de mercancías por carretera. Complementando con las normas E.020, E.090, LRFD, ASSHTO y AWS D1.1.
- Diseñar y seleccionar los distintos perfiles metálicos de los elementos principales de cama baja como son la viga principal, travesaños, marcos laterales y plato de giro, con sus respectivos planos en diseño, de conjunto, despieces y piezas individuales.
- Seleccionar accesorios y componentes motrices: King Pin, Sistema Suspensión, Ejes, Sistema de Frenos, Llantas, las cuales serán respaldadas con sus fichas técnicas correspondientes.
- Aplicar un sistema de control de calidad, que permita cumplir con los estándares de este tipo de estructuras de acero, tales como la ASTM A6, ISO 2768, ISO NPT 2859, AWS D1.1, SSPC.
- Realizar análisis de Costos y Prepuesto de plataforma.

1.4. Alcance.

- Establecer un Control de Calidad.
- Análisis Estructural y de Diseño de la Plataforma.
- Elaborar los Planos de Diseño.
- Determinar las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

- Los principales procesos de fabricación son corte, doblado y perforación de placas de acero, soldeo y reforzamiento de los mismos.
- Los procesos finales de acabado son limpieza, pulido, arenado, pintura e instalación de todos los componentes necesarios.

1.5. Limitaciones

- El Sistema Eléctrico de la Estructura no está dentro del alcance del proyecto.
- El mantenimiento de la plataforma no entrará en el alcance del proyecto.





2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Introducción.

Los remolques o semirremolques utilizados para el transporte de equipos y maquinarias de grandes dimensiones y pesos, son conocidos como remolques o semirremolques tipo Cama Baja, Low Boy o Low Bed. Teniendo capacidad de transportar 150 toneladas a más dependiendo de las necesidades requeridas.

Las Cama Bajas tienen diferentes capacidades, como 20 Ton, 30 Ton, 50 Ton, 70 Ton, 80 Ton, 100 Ton, 120 Ton, 150 Ton. Variando el número de sus ejes dependiendo su capacidad, de 2, 3, 4 ejes hasta 7, 8 ejes. (Anstertrailer, 2022)

Estos remolques de plataforma cama baja son utilizados en distintos campos industriales para el transporte y movilización de equipos y maquinarias.



Figura 2.1 Cama baja 80 toneladas con cuello desmontable

Fuente: Elaboración propia.

2.2. ¿Qué es un Semirremolque Cama Baja?

Una Cama Baja es un vehículo especial para transportar cargas pesadas y transporte especial, sin importar lo pesada, ancha, alta o larga que sea la carga.

2.2.1. Aplicaciones.

Los semirremolques de cama baja se emplean en diferentes industrias, entre los más comunes tenemos:

- **Transporte de Vehículos Pesado.** Esta movilización se aplica a autobuses, tractores, y otros vehículos de gran envergadura.
- **Transporte de Vehículos Ferroviarios.** En vehículos ferroviarios tenemos una variedad de diferentes categorías, incluidos las locomotoras, los vagones de mercancía, vehículos ferroviarios de carretera y el autocar de ferrocarril, entre otros.
- **Transporte de Maquinaria de Minería.** La minería requiere maquinarias y vehículos de gran envergadura para realizar sus trabajos, como son perforación, transporte de materiales, entre otros



Figura 2.2 Transporte de Maquinaria Pesada

Fuente: Transvirginia, 2022

- **Transporte de Maquinaria Forestal.** Se requiere equipo pesado para cortar y transportar troncos. A veces, los troncos se procesan en madera y otros subproductos en el sitio antes de transportar los productos.
- **Transporte de Maquinaria Agrícola.** La maquinaria agrícola principal que transportan los remolques de plataforma baja incluye cargadores, excavadoras, excavadoras, grúas y adoquines.



Figura 2.3 Transporte de Maquinaria Agrícola

Fuente: Maxtrailer, 2022

- **Transporte de Maquinaria de Construcción.** Los vehículos pesados se utilizan comúnmente en la construcción de carreteras y puentes.



Figura 2.4 Transporte de Maquinaria de Construcción.

Fuente: Maxtrailer, 2022

- **Transporte de Cargas Especiales.** Aquí podemos encontrar cualquier máquina, componente o vehículo que requiera ser movilizado que no forme parte de las categorías anteriores.



Figura 2.5 Transporte de Cargas Especiales.

Fuente: Faymonville, 2022

2.2.2. Ventajas.

Los remolques de plataforma baja son ampliamente utilizados en diferentes sectores debido a sus ventajas sobre otros transportadores pesados. Las principales ventajas se detallan a continuación.

- **Estabilidad:**

La cubierta de los Low Boys es extremadamente comparada con otros transportistas pesados. Una plataforma baja significa que el centro de gravedad es bajo. Por lo tanto, los entrenadores de cama baja son más estables al transportar carga pesada que los remolques.

Una de las formas de aumentar la estabilidad es ampliar la base de apoyo. Esto es posible con remolques de plataforma baja porque el ancho del plano de carga puede ampliarse. Los remolques permanecen estables en la carretera, independientemente de la altura y el peso de la carga.

- **La seguridad:**

Los remolques de plataforma baja están diseñados específicamente para transportar cargas pesadas. Los remolques están hechos de materiales de alta resistencia que pueden soportar presiones de hasta 700MPa.

Además, la altura de las vigas principales puede ser tan alta como 550 mm. Por lo tanto, los fabricantes están seguros de la seguridad de sus equipos y productos durante el proceso de transporte. (Anstertrailer, 2022)

- **Cumpliendo con las restricciones de altura:**

Algunos países tienen leyes que restringen la altura de la carga que puede transportarse en la carretera.

Los remolques de plataforma baja ofrecen a las empresas una solución para transportar equipos extra altos de manera segura sin violar las leyes.



Figura 2.6 Transporte de Cargas Alta.

Fuente: Concar, 2022

Algunos tipos de remolques de plataforma baja permiten al usuario bajar la parte trasera, lo que hace que la carga de carga pesada sea más fácil y segura.

▪ **Versatilidad:**

Una razón por la cual muchas compañías compran remolques de cama baja es que son versátiles. Los remolques pueden cargar cargas pesadas y cargas de gran ancho. En la mayoría de los casos, la maquinaria y el equipo pesado son extra anchos.

La estructura de los remolques de plataforma baja permite a las empresas transportar tan amplia carga fácilmente. Recuerde que los remolques también pueden manejar carga extra alta.

Una empresa que maneja diferentes tipos de carga no necesita comprar diferentes remolques para cada categoría. Un remolque de plataforma baja puede transportar cualquier tipo de bienes siempre que los bienes estén embalados adecuadamente.

Todo lo que preocupa a los transportistas después de comprar un remolque de plataforma baja es cómo mantenerlo en buenas condiciones.

2.3. Tipos de Remolques Cama Baja.

2.3.1. Remolques Ordinario de Cama Baja.

Un remolque ordinario de cama baja tiene un tipo de placa plana, es decir, la placa de carga es una plataforma. El trailer solo tiene una gota, que está detrás del cuello de ganso como se muestra en la imagen a continuación.

El remolque se utiliza para transportar carga pesada normal. No puede transportar carga con una altura alta como otros remolques. Este tipo de remolque tiene una plataforma de trabajo más alta que otros remolques de cama baja debido al tipo de placa plana.

La posición de la plataforma de trabajo explica sus limitaciones en el transporte de carga a gran altura.

Los remolques estándar de cama baja de dos ejes pueden transportar hasta 40,000 libras. Sin embargo, es posible aumentar la capacidad de carga aumentando el número de ejes.

La capacidad de carga también dependerá del modelo. Algunas fábricas producen remolques de plataforma baja estándar con ejes adicionales según las necesidades del cliente. Puede solicitar un remolque estándar personalizado según el tipo de carga.

- **Ventajas:**

Uno de los beneficios de usar el remolque de plataforma baja ordinario es que es rentable. El remolque es más barato que otros remolques de servicio pesado.

Otra ventaja es que la plataforma de carga es más larga. La segunda mitad de los remolques ordinarios de plataforma baja se puede usar como plataforma de carga. La siguiente imagen muestra esta segunda parte que extiende la plataforma de carga.



Figura 2.7 Semirremolque ordinario de Cama Baja

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Remolque de Carga Baja.

Este tipo de remolque también se conoce como remolque de dos pisos. La característica principal del remolque es que tiene una plataforma de carga inferior.

Su plataforma de carga se coloca más abajo que la mitad trasera del remolque. La estructura de la plataforma de carga se denomina estructura de escalera o viga cóncava.

▪ **Ventajas:**

La principal ventaja del remolque de carga baja es la alta estabilidad. La estructura de la escalera reduce la altura del centro de carga, lo que aumenta la estabilidad durante el transporte.

El remolque se usa comúnmente para mover equipos pesados y carga con una gran altura. Es más adecuado en países que tienen restricciones estrictas de altura. A continuación, se muestran imágenes de un remolque de cubierta doble.



Figura 2.8 Semirremolque Cama Baja

Fuente: Faymolville, 2022

2.3.3. Remolque de Cuello de Cisne Extraíble o Transportable.

Los remolques RGN (Removable Gooseneck trailers) tienen la misma estructura de escalera en la parte real que los remolques de carga baja. La principal diferencia en estos trailers es que se puede quitar el cuello de cisne.

Los remolques RGN se utilizan para transportar equipos y maquinaria pesada. Cuando se utiliza un remolque ordinario de cama baja, la carga pesada se carga desde la parte trasera. Sin embargo, la carga se carga desde la parte delantera cuando se utiliza un remolque RGN.

Es posible cargar carga pesada desde el frente porque el cuello de cisne es extraíble. Los remolques de cuello de cisne plegables ofrecen la misma conveniencia de cargar carga desde el frente.

La diferencia con los remolques RGN está en el movimiento del cuello de cisne. Tanto los remolques RGN como los de cuello de cisne plegables no tienen escaleras traseras como otros remolques.



Figura 2.9 Remolque RGN

Fuente: Elaboración propia

2.4. Diferentes estructuras de remolques de Cama Baja.

Existen diferentes tipos de remolques de plataforma baja como se describe anteriormente. Sin embargo, los remolques de plataforma baja también tienen estructuras diferentes. Por lo tanto, puede encontrar el mismo tipo de trailers con diferentes estructuras. Hay cuatro estructuras principales de remolques de cama baja.

2.4.1. Primero:

El factor diferenciador en esta estructura es el número de haces principales. El remolque puede tener 2 o 3 vigas dependiendo de la capacidad de carga. Se pueden usar 3 vigas para mejorar la seguridad de la carga. A continuación, se muestra una ilustración de un remolque de 3 haces:

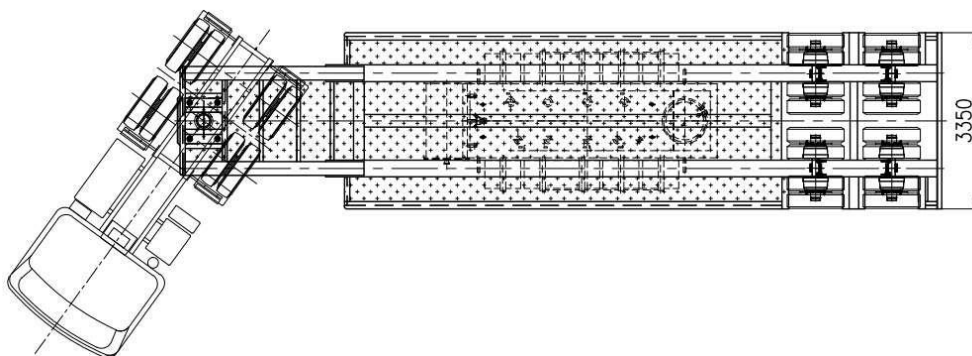


Figura 2.10 Semirremolque Cama Baja de 2 líneas de ejes con 3 vigas principales

Fuente: Anster Trailer, 2022

2.4.2. Segundo:

La mayoría de los remolques de plataforma baja tienen una placa de hierro, que es resistente y duradera. Sin embargo, algunos países prefieren usar tablas de madera en lugar de planchas de hierro.

La razón principal para usar una tabla de madera es reducir el peso total del remolque. Aquí hay un ejemplo de un remolque de cama baja con un tablero de madera.



Figura 2.11 Remolque de Cama Baja con piso de madera.

Fuente: Carrocerías Imperial, 2022

2.4.3. Tercero:

A veces la carga que necesita ser transportada requiere que se ajusten las dimensiones de los remolques de plataforma baja. La carga puede ser ancha o larga.

Esta estructura es diferente de otras en que el tablero del remolque se puede ampliar para transportar una carga amplia. Los remolques con esta estructura tienen un dispositivo de ampliación en el lateral como se muestra en la imagen a continuación:



Figura 2.12 Ampliar Área de Carga en Remolque de Cama Baja

Fuente: Anster Trailer. 2022

2.4.4. Cuarto:

Los neumáticos de un remolque de plataforma baja pueden estar expuestos o no expuestos. El objetivo principal de exponer los neumáticos es reducir la altura del remolque.

La práctica es común en países con estrictas restricciones de altura. Los neumáticos no expuestos son comunes en países sin limitaciones de altura. Aquí hay una foto de un remolque con neumáticos no expuestos:



Figura 2.13 Neumaticos No Expuestos

Fuente: Elaboración propia

Aquí hay un ejemplo de un remolque de plataforma baja con neumáticos expuestos:



Figura 2.14 Neumáticos Expuestos

Fuente: Elaboración propia

2.5. Componentes de un Semirremolque Cama Baja

2.5.1. Material:

Necesitas un remolque de cama baja para transporte pesado. Por lo tanto, los materiales adecuados deben ser de acero de alta resistencia. Los tipos más comunes de acero utilizados en la estructura principal de los remolques de lecho bajo incluyen ASTM Grado 50 (Resistencia de 345 MPa), ASTM Tipo8 Grado 50 (Resistencia de 550 MPa) y ASTM 100 Tipo Q (Resistencia de 690 MPa).

2.5.2. Bastidor:

El bastidor o chasis se podría definir como una estructura cuyo propósito es el de conectar rígidamente el punto de apoyo del king pin y la suspensión trasera, y al mismo tiempo ofrecer puntos de amarre para los diferentes sistemas del vehículo.

Esta estructura soporta la carga a transportar y además su peso propio.

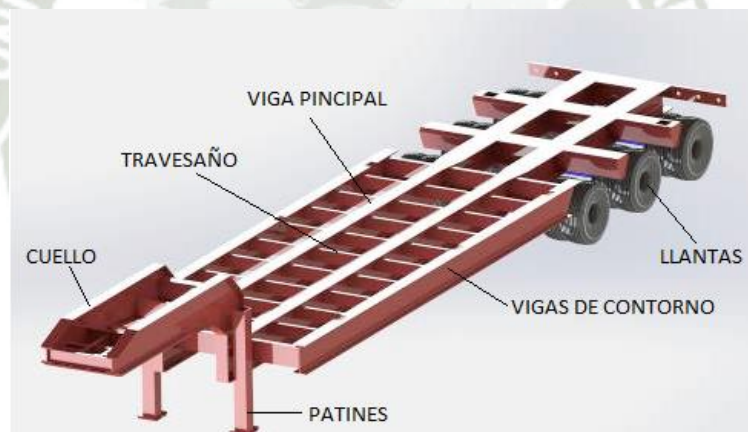


Figura 2.15 Elementos principales Semirremolque

Fuente: Trailers Hercules LTDA, 2022

2.5.3. Pierna de aterrizaje o Patines:

Los patines también conocidos como gatos, tren de aterrizaje, postes de sostén o piernas dolly. Son elementos que sostienen el frente del semirremolque cuando no está conectado al tractor. Generalmente se ajustan a su lugar utilizando una palanca o brazo que se encuentra al alcance del conductor

**Figura 2.16** Patines de Apoyo

Fuente: Implementos, 2022

2.5.4. King Pin:

También conocido como perno maestro, es un elemento que va fijado al semirremolque y diseñado para ser enganchado por la quinta rueda. Soporta principalmente la fuerza para mover y frenar el vehículo proporcionada por la cabeza tractora. También permite el giro a través de una articulación flexible, que permite libertad de movimiento respecto al eje vertical entre el mecanismo de enganche y el semirremolque.

**Figura 2.17** King Pin aperturable plancha de 1/2"

Fuente: Implementos Epyza, 2022

2.5.5. Llantas:

Elementos estructurales del vehículo que permiten soportar parte de su carga a través de los neumáticos, giran sobre un eje para permitir que el semirremolque se moviعة. Una rueda está constituida por los siguientes elementos:

- Disco
- Aro o Rin
- Neumático

2.5.6. Ejes.

Los ejes ayudan a soportar el peso del remolque y de la carga. Estos están hechos en forma muy parecida a la de los ejes de los tractores. La gran diferencia es que las ruedas de los remolques rotan libremente en lugar de estar propulsadas por el motor.

2.5.6.1. Eje Simple

Elemento constituido por un solo eje no articulado a otro, puede ser: motriz o no, direccional o no, anterior, central o posterior. Tenemos los siguientes tipos:

2.5.6.2. Eje Compuesto Tandem

Elemento constituido por dos ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados 1,20 m y 1,60 m entre líneas de rotación extremas (centro de ejes extremos), pudiendo ser motriz, portante o combinado.

2.5.6.3. Eje Compuesto Tridem

Elemento constituido por tres ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados 2,0 m y 3,2 m entre líneas de rotación extremas (centro de ejes extremos), pudiendo ser motriz, portante o combinado.

2.5.7. Frenos:

El principio básico del sistema de frenos se basa en la ley de conservación de la energía, la cual dice que “la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma”.

Cuando un vehículo se encuentra en movimiento tiene una cierta energía cinética y para detenerlo hay que transformar esa energía en alguna de otro tipo, que no involucre el movimiento del vehículo como es la energía calorífica. Esto se logra mediante la fricción, que es la fuerza que se opone al movimiento.

Al aplicar los frenos de un vehículo se produce una fricción en el disco o tambor (según el tipo) que genera calor. Es decir, la energía cinética se transforma en energía calorífica y entre más calor pueda desprender el sistema de frenos más velocidad va a

disminuir el vehículo. Este principio básico permite determinar que el sistema de frenos más efectivo va a ser aquel que pueda disipar más calor.

Entre más velocidad y peso tenga un vehículo más energía cinética va a poseer y más difícil resulta detenerlo, lo cual se debe compensar con una mayor presión y una mayor área de frenado para generar más fricción y disipar más calor.

2.5.7.1. Freno de Tambor:

El primer sistema de frenos en las ruedas (después de los frenos de mano) fue el de tambor, que toma su nombre porque los componentes del freno están dentro de un cilindro en forma de tambor que gira junto con el eje de las ruedas. En el interior se encuentran las zapatas que al oprimir el pedal del freno son presionadas contra el tambor generando fricción para detener el vehículo.

El diseño básico resultó ser muy efectivo para la mayoría de las circunstancias, sin embargo, tienen una desventaja importante. Cuando se somete a altos esfuerzos como frenando cuesta abajo en una pendiente, los frenos pierden su efectividad debido a que genera mucho calor dentro del tambor, como la ventilación del tambor no es buena se deja de desprender calor y no se puede reducir más la velocidad.



Figura 2.18 Frenos de Tambor

Fuente: Implementos, 2022

2.5.7.2. Freno de Disco:

Los frenos de disco utilizan exactamente los mismos principios básicos de frenado (fricción y calor), sin embargo, su diseño es muy superior al de los frenos de tambor. En lugar de tener los componentes encerrados en el tambor, los frenos de disco constan de un disco expuesto al aire que es frenado por una mordaza generando fricción

y calor. Este sistema de frenos es muy efectivo ya que el calor se disipa fácilmente al tener todos sus elementos expuestos al aire evitando encerrar el calor.



Figura 2.19 Frenos de Disco

Fuente: Implementos, 2022

2.5.8. Suspensión:

El sistema de suspensión tiene la función de minimizar y absorber el efecto de las cargas de impacto sobre el bastidor producidas por las irregularidades del camino, proporcionando con esto, una marcha más suave tanto para el chofer como para la carga.

2.5.8.1. Suspensión Mecánica:

El elemento principal en el sistema de suspensión mecánica es el muelle, el cual está formado por hojas de acero templado de elevada resistencia a la flexión. Su funcionamiento se basa en la fuerza de rozamiento que existe entre las hojas producidas por la fricción entre ellas.



Figura 2.20 Suspensión Mecánica

Fuente: Concar, 2022

La primera hoja se conoce como hoja principal o maestra, la cual se encuentra doblada en sus extremos formando un ojillo donde se inserta un buje de hule o de bronce que reduce la fricción y el desgaste con el pasador o perno; la segunda hoja abraza a

la principal y las restantes (según la capacidad de carga del vehículo) son de longitud menor, las cuales se mantienen unidas por medio de un tornillo de centro conocido como pitón.

Este tipo de suspensión de muelles se utiliza principalmente en ejes delanteros de camiones rígidos, tracto camiones y autobuses urbanos; así como en ejes traseros.

2.5.8.2. Suspensión de Neumática:

El sistema de suspensión neumática es muy utilizado en la parte trasera de camiones rígidos, tracto camiones, autobuses foráneos y semirremolques para ejes sencillo, tandem y tridem.

El sistema de suspensión neumática se caracteriza por aumentar la carga útil utilizando aire comprimido en el interior de unas cámaras o fuelles, localizadas entre el eje y el chasis del vehículo. Estas cámaras tienen la función de absorber todas las cargas e irregularidades del camino y su presión es ajustada por una válvula reguladora accionada por una varilla de transferencia.

Sus elementos importantes son: cámaras o fuelles, válvula niveladora y líneas de aire.



Figura 2.21 Suspensión Neumática

Fuente: Elaboración propia

2.6. LEGISLACIÓN.

Nos regimos en base al Reglamento Técnico Andino sobre Límites y Dimensiones de los vehículos destinados al Transporte Internacional de Pasajeros y Mercancías por Carretera del cual el Perú es uno de sus miembros.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), tenemos la Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre (Ley N° 27181) que establece los requisitos y características técnicas que deben cumplir los vehículos para que ingresen, se registren, transiten operen y se retiren del SNTT. Se encuentra orientada a la protección y a la seguridad de las personas, los usuarios de transporte, así como la protección del medio ambiente y el resguardo de la infraestructura vial.

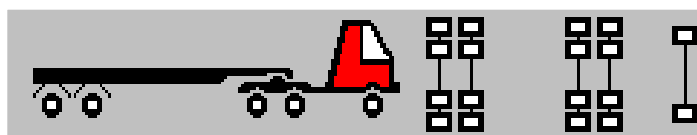
2.6.1. Designación.

Según el MTC las configuraciones de los vehículos de carga en aplicación del presente Apéndice, se determinarán de acuerdo a la disposición de sus ejes según se indica a continuación:

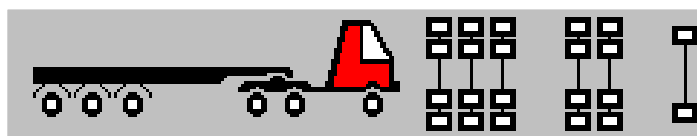
- Con el primer dígito se designa el número de ejes del camión o del tracto-camión.
- La letra "S" indica semi-remolque y el dígito inmediato señala el número de sus ejes.
- La letra "B" indica remolque balanceado y el dígito inmediato señala el número de sus ejes.
- La letra "R" indica remolque y el dígito inmediato señala el número de sus ejes.

2.6.2. Pesos Máximos Vehiculares Permitidos.

El peso máximo permitido es de 48 toneladas, excepto para los vehículos T3S3 y T3R3 para los cuales se considerará una tolerancia de +3 toneladas y para el 3R2 y 2R3 de +1 tonelada.



T3S2 Tracto-camión con tres ejes y semi-remolque con dos ejes.



T3S3 Tracto-camión con tres ejes y semi-remolque con tres ejes.

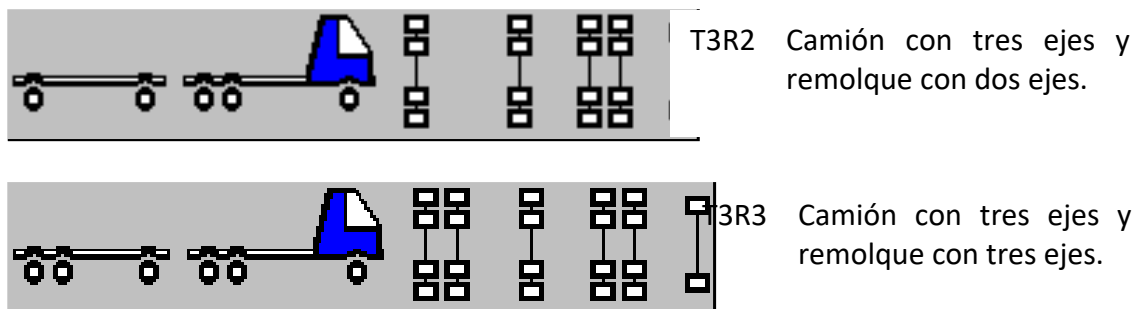

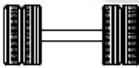
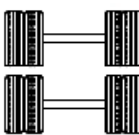
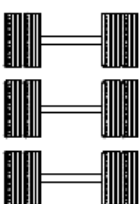


Figura 2.22 Nomenclatura según la cantidad de ejes

Fuente: (SUTRAN, 2005)

Los pesos por ejes máximos permitidos por ejes se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.1 Pesos Máximos por Ejes

PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO: 48 Tn			
PESO MÁXIMO POR EJES			
ESQUEMA EJE	EJE	LÍMITE (Tn)	TOLERANCIA (kg)
	SIMPLE	7	+350
	DOBLE	11	+550
	DOBLES	18	+900
	DOBLES	25	+1200

Fuente: (MTC, 2015)

2.6.3. Dimensiones Vehiculares.

Las dimensiones máximas permitidas para las camas bajas son:

- Alto 4.50 metros
- Ancho 2.60 metros
- Largo 21 metros

Todas las Camas Bajas deberán tramitar un Certificado de Operación Especial cuando circulen por la red vial estatal con cargas especiales, maquinarias, etc. El ancho máximo permitido para la circulación de camas bajas vacías es de hasta 3,20m. El peso máximo está establecido en relación al número de ejes de acuerdo al cuadro demostrativo.





3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO DE CARROCERÍA DE CAMA BAJA.

Al diseñar el semirremolque de cama baja se tiene que tomar en cuenta las normas anteriormente mencionadas, cumpliendo así los estándares requeridos por el Reglamento Nacional de Vehículos permitiendo su circulación por todo el territorio nacional e internacional.

Esta estructura estará diseñada para soportar con seguridad todas las cargas transitorias y permanentes, sin exceder la resistencia de los materiales seleccionados.

Partiendo de que la actividad principal que realizará la plataforma cama baja será el transporte de maquinaria pesa, tendremos en cuenta distintos equipos de trabajo pesado como son los siguientes: Excavadoras, Retroexcavadoras, Tractor de Orugas, Minicargador, Carmix, etc. Siempre que no excedan la capacidad máxima de 30 toneladas de peso.

3.1. Normas de Diseño.

Para el diseño estructural nos regiremos bajo las siguientes normas de diseño:

Tabla 3.1 Normas aplicadas.

CÓDIGO DE LA NORMA / ESTÁNDAR	TÍTULO
N.T.P. E.020	Cargas
N.T.P. E.090	Estructuras Metálicas
LRFD	Load Resistance Design Factor
ANSY/AISC 360-16	Specification for Structural Steel Buildings
AWS D1.1-2020	Structural Welding Code-Steel
AASHTO	Standard Specification for Highway Bridges

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Modelo de Cama Baja.

El modelo de nuestra plataforma será una Cama Baja con Cuello de Cisne Fijo, por lo que tendremos nuestras vigas principales de una única pieza.



Figura 3.1 Cama Baja de Cuello de Cisne Fijo

Fuente: (Carrocerias Chama, 2022)

3.2.1. Dimensiones Propuestas.

El tamaño de la plataforma cama baja es un factor importante para la determinación del material y las dimensiones de las vigas, que según la carga y longitud, van variando, para finalmente obtener que la demanda requerida sea menor a la capacidad de carga.

Partiremos con las dimensiones principales, que son el ancho de la plataforma que, según norma, no debe exceder los 2.6 metros. Seguimos con la longitud útil que es la parte donde se posicionara la carga a transportar que tomaremos 6.5 metros. Y finalmente la longitud total de la plataforma cama baja será de 14.0 metros que incluyen el cuello de cisne, más la longitud útil y la parte trasera de los ejes.

Estas dimensiones pueden variar según a la demanda del cliente. Para nuestro caso tenemos:

- Longitud Total = 14.000 m
- Ancho = 2.600 m
- Longitud Útil = 6.500 m

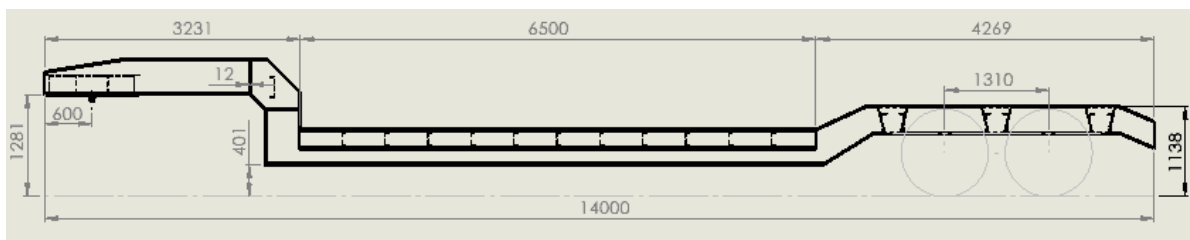


Figure 3.2 Medidas Generales Cama Baja

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Peso de Carrocería.

Para poder iniciar con los cálculos correspondientes, se considerará que el Peso de la Carrocería (W_c) o peso de la Tara será de 5 Toneladas. Dicho valor se aproxima a los pesos de Camas Bajas existentes en el mercado. Este peso posteriormente se podrá contrastar con los resultados obtenidos posteriormente.

$$W_c = 5 \text{ Ton} = 5000 \text{ kgf}$$

Revisar Tabla 7.1.

3.3. Dimensiones de la Cama Baja.

Se comienza con el análisis de las cargas y dimensiónamiento de la Cama Baja.

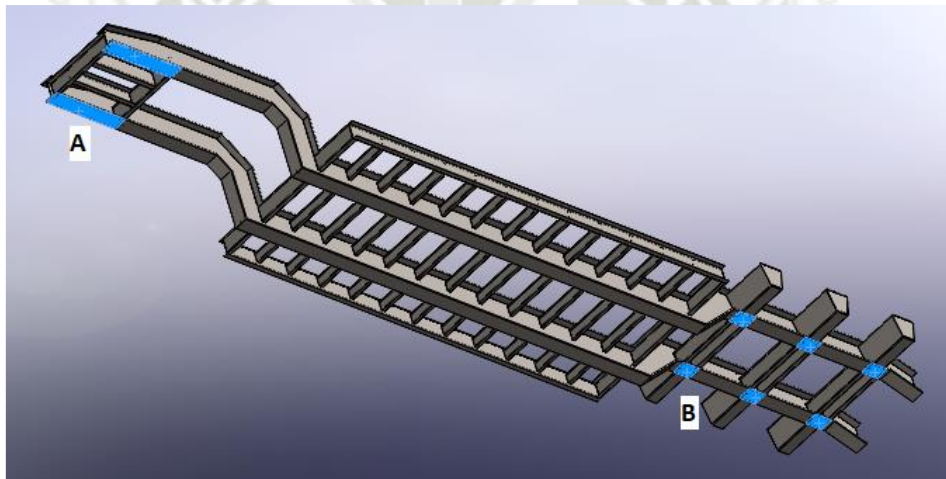


Figura 3.3 Estructura Principal y Puntos de Apoyo

Fuente: Elaboración Propia

Los tipos de apoyos o Restricciones:

(A) Plato de giro en el apoyo biarticulado.

(B) Elementos de sujeción de la suspensión neumática

3.3.1. Aplicación de las cargas.

a) Carga Muerta o Estática (CM)

El peso propio se calcula con el programa CAD y el peso de los componentes de catálogos.

$$CM = Wc = 5000 \text{ kgf}$$

b) Carga Viva o Dinámica (CV)

El peso que se pretende cargar por nuestra plataforma Cama Baja. También se le denomina Capacidad de Carga.

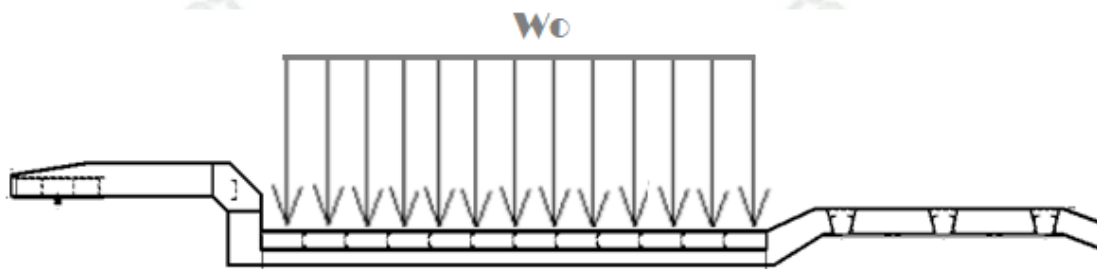


Figure 3.4 Carga Aplicada a la Cama Baja

Fuente: Elaboración Propia

La Carga Requerida a Transportar (W_o) en nuestro caso será de 30 Toneladas (Carga a Transportar).

$$W_o = 30 \text{ Ton} = 30000 \text{ kgf}$$

c) Carga de Impacto (CIM)

La Plataforma en movimiento puede presentar cargas de Impacto, por la carretera.

El efecto de la carga sobre la estructura, los esfuerzos se incrementan un máximo del 30% de la carga viva máxima. (AASHTO, 2018)

3.3.2. Combinaciones de Carga

La combinación de cargas consideradas en la Norma E.090 están dadas por las siguientes ecuaciones: (RNE, 2006)

$$U = 1.4 D$$

$$U = 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (Lr \text{ o } S \text{ o } R)$$

$$U = 1.2 D + 1.6 (Lr \text{ o } S \text{ o } R) + (L \text{ o } 0.5 W)$$

$$U = 1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 (Lr \text{ o } S \text{ o } R)$$

$$U = 0.9 D + 1.0 W$$

$$U = 0.9 D + 1.0 E$$

Donde:

U = Carga última

S = Carga de Nieve

D = Carga Muerta

R = Carga de Lluvia

L = Carga Viva

E = Carga de Sismo

W = Carga de Viento

Lr = Carga viva sobre techo

OJO: Se comenzará calculando una viga del chasis (viga principal), por lo que tanto las cargas totales, como las reacciones se dividirán a la mitad por las 2 vigas principales que poseemos.

3.3.3. Distribución de Ejes Según Norma MTC y Capacidad Demandada.

Dado que nuestra Capacidad Demandada es de 30 toneladas tenemos que considerar que este peso se encuentre dentro de los pesos permitidos por el MTC. Dado que para un semirremolque las posibles distribuciones de ejes son T3S2 y T3S3 acordes a nuestra capacidad requerida, para seleccionar el más apropiado realizamos un análisis por ejes.

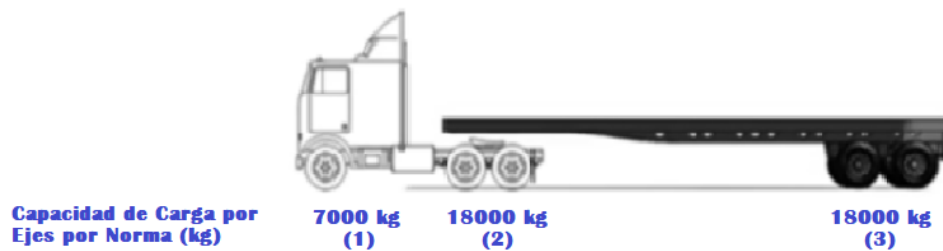


Figure 3.5 Distribución de Pesos por Ejes para T3S2

Fuente: Elaboración Propia

Peso Total por Ejes:

$$W = 7 \text{ Ton} + 18 \text{ Ton} + 18 \text{ Ton} = 43 \text{ Ton}$$

Peso Aproximado Tracto Camión:

$$W_{\text{tracto}} = 7.5 \text{ Ton}$$

Peso de Carrocería o Chasis:

$$W_c = 5 \text{ Ton}$$

Capacidad de Carga según Ejes:

$$W_{\text{máx}} = W - W_{\text{tracto}} - W_c = 30.5 \text{ Ton}$$

Finalmente:

$$W_{\text{máx}} > W_o \quad (\text{OK})$$

Por lo tanto, concluimos que se requiere 2 ejes para nuestra plataforma cama baja, según la norma de pesos máximos permitidos por ejes.

3.3.4. Determinación de Cargas Muerta y Carga Viva.

Se considera una carga estática propia de la estructura y de la carga a transportar, y a otra carga dinámica producida por la carga de impacto que incrementa los esfuerzos.

El material a utilizar es Acero ASTM A-36.

❖ Peso Propio Total o Carga Muerta (CM):

$$CM = W_c = 5 \text{ Ton}$$

❖ Carga Viva (CV):

Carga a Transportar (CT):

$$CT = W_o = 30 \text{ Ton}$$

❖ Carga de Impacto (CIM):

Según la AASHTO: +30% d C.V.

$$CIM = 0.3 * CT = 9 \text{ Ton}$$

Carga Viva Total (CV):

$$CV = CT + CIM = 39 \text{ Ton}$$

3.3.5. Cálculo de los Momentos y Tensiones Máximas.

- Tenemos 2 ejes acoplados al Sistema de Suspensión (Punto "B").
- Reparto de Cargas entre los 2 ejes (teórico, porque el primer eje esta menos cargado que los otros).
- La Carga Total Viva condicionada a la Cama-Baja (W, carga uniformemente repartida sobre el chasis).
- Se define la disposición de los apoyos en Viga Principal.

Realizamos un primer análisis mediante diagrama de cuerpo libre (DCL) para así poder obtener nuestras reacciones en los apoyos, diagrama de esfuerzo cortante y momento flector, necesarios para obtener nuestros valores máximos y poder posteriormente seleccionar nuestra viga.

❖ Distribución de Cargas Muertas (CM):

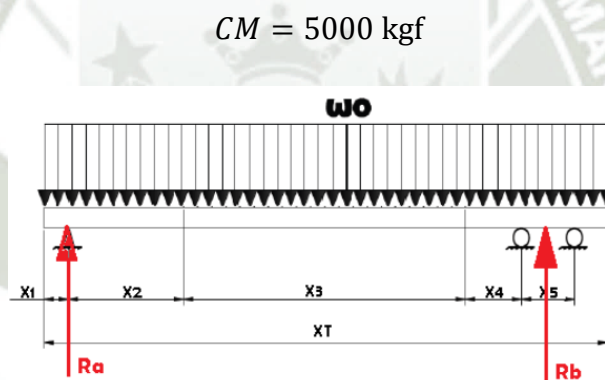


Figure 3.6 Distribución de Cargas Muertas sobre Viga Principal

Fuente: Elaboración Propia

Dimensiones:

$X1 = 600 \text{ mm}$	$X4 = 1627 \text{ mm}$
$X2 = 2631 \text{ mm}$	$X5 = 1310 \text{ mm}$
$X3 = 6500 \text{ mm}$	$XT = 14000 \text{ mm}$

Solución:

$$W1 = 5000 \text{ kgf} = 49.033 \text{ kN}$$

$$L' = XT = 14.000 \text{ m}$$

$$Q1 = \frac{W1}{L'} = 3.502 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Para una sola Viga:

$$\frac{Q1}{2} = 1.744 \frac{kN}{m}$$

❖ Distribución de Cargas Vivas (CV):

$$CV = 39000 \text{ kgf}$$

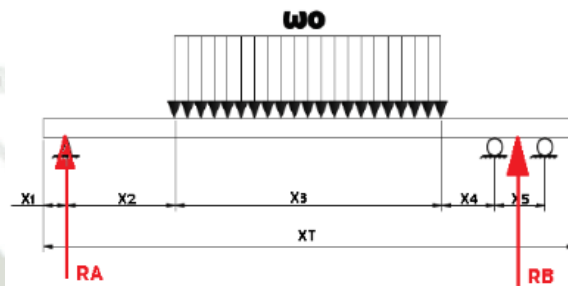


Figure 3.7 Distribución de Carga Viva sobre Viga Principal

Fuente: Elaboración Propia

Dimensiones:

$X1 = 600 \text{ mm}$	$X4 = 1627 \text{ mm}$
$X2 = 2631 \text{ mm}$	$X5 = 1310 \text{ mm}$
$X3 = 6500 \text{ mm}$	$X_T = 14000 \text{ mm}$

Solución:

$$W2 = 39000 \text{ kgf} = 382.459 \text{ kN}$$

$$L'' = X3 = 6.500 \text{ m}$$

$$Q2 = \frac{W2}{L''} = 58.84 \frac{kN}{m}$$

Para una sola Viga:

$$\frac{Q2}{2} = 29.42 \frac{kN}{m}$$

Se concluyo mediante nuestro calculo numérico que los valores obtenidos se alejan de la realidad debido al modelo de nuestra viga principal, ya que no es una viga recta sino q presenta desniveles, como se aprecia en la Figura 3.2. Esto ocasiona resultados erróneos que nos llevaran a sobredimensionar los espesores y medidas de nuestras vigas. Por lo que se optó por usar un programa de diseño como es SolidWorks y así obtener resultados más precisos.

Otro punto importante es la ubicación de la carga transportada. Considerando que la carga a transportar no siempre se encuentra en el centro de nuestra estructura, puede encontrarse en zonas puntuales. Por lo tanto, se realizará un análisis considerando diferentes ubicaciones de carga y ver el comportamiento de nuestra viga principal.

La herramienta computacional utilizada para este análisis es MDSolids y se considera una viga simplemente apoyada.

Ubicación 1: Carga en la parte delantera.

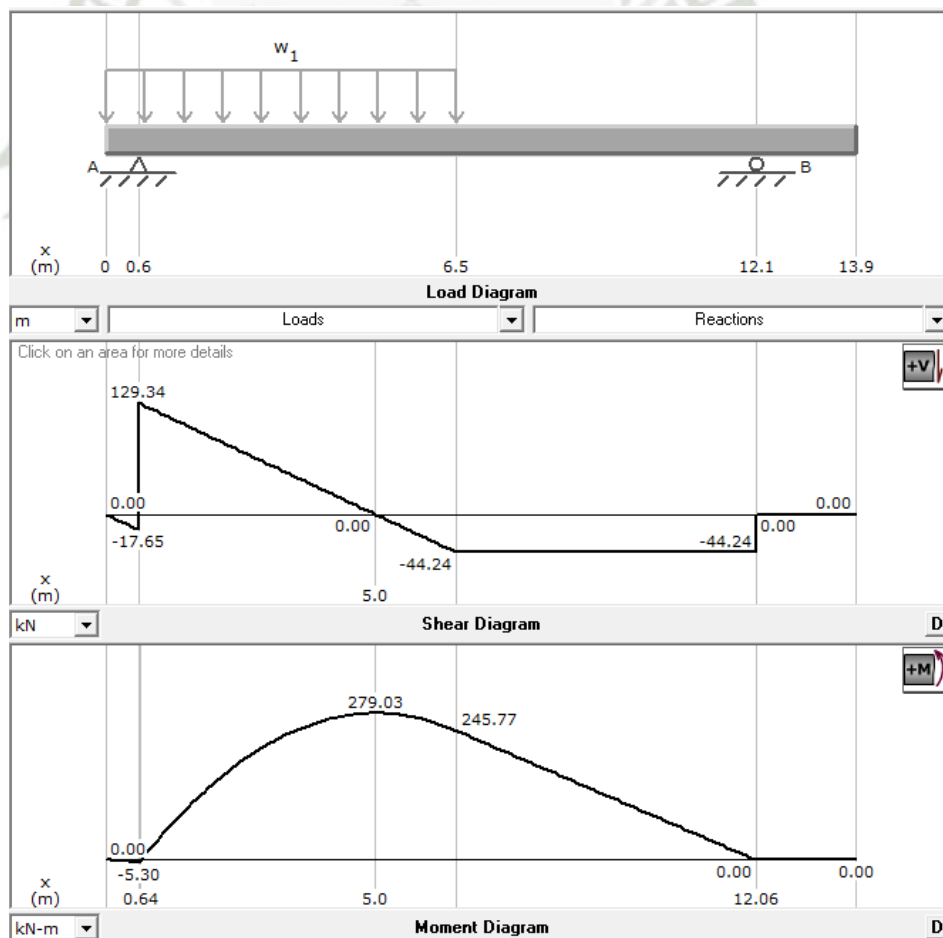


Figura 3.8 Análisis de Viga – Ubicación 1

Fuente: Elaboración Propia

Ubicación 2: Carga en la parte central.

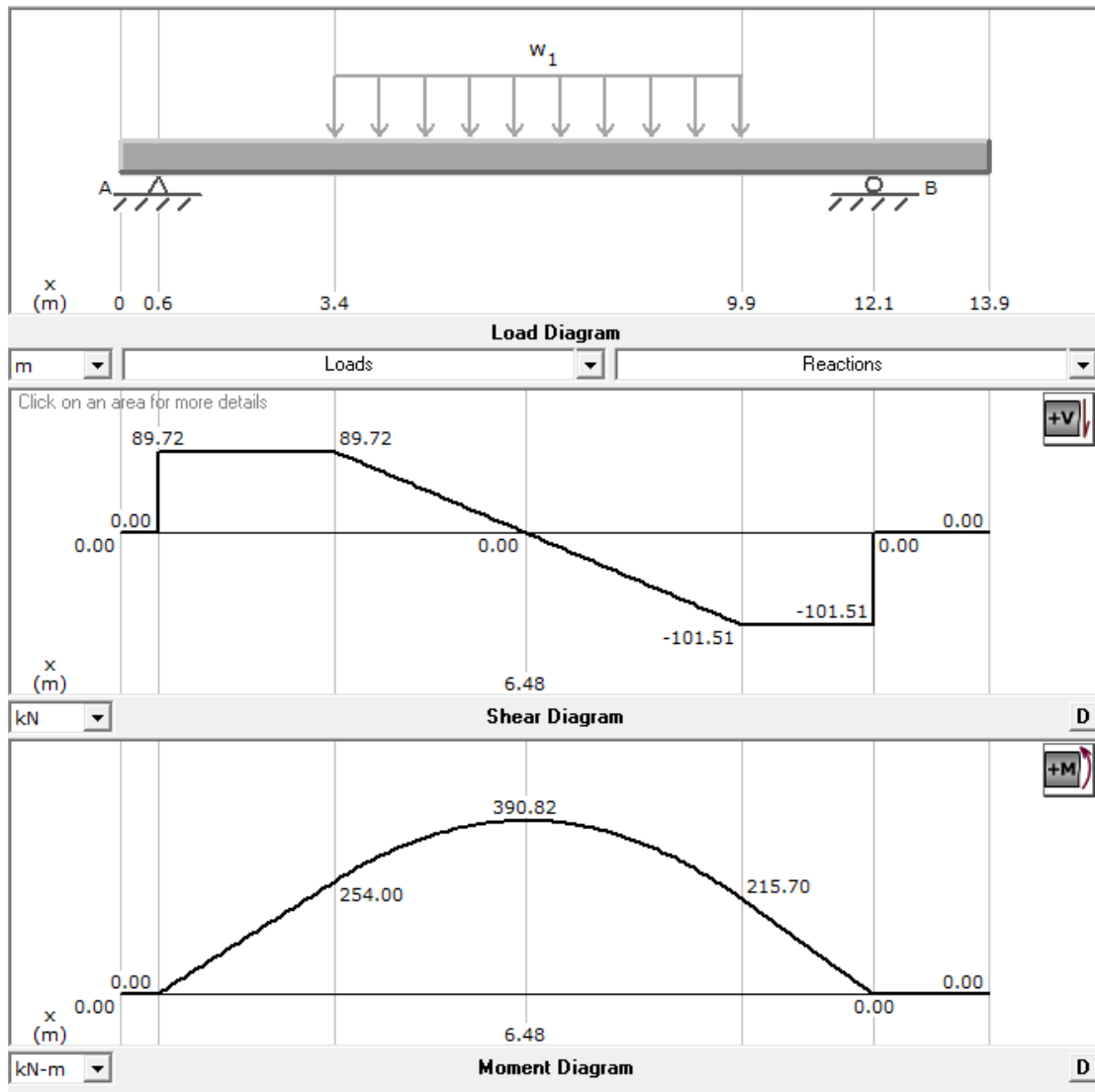


Figura 3.9 Análisis de Viga – Ubicación 2

Fuente: Elaboración Propia

Ubicación 3: Carga en la parte trasera.

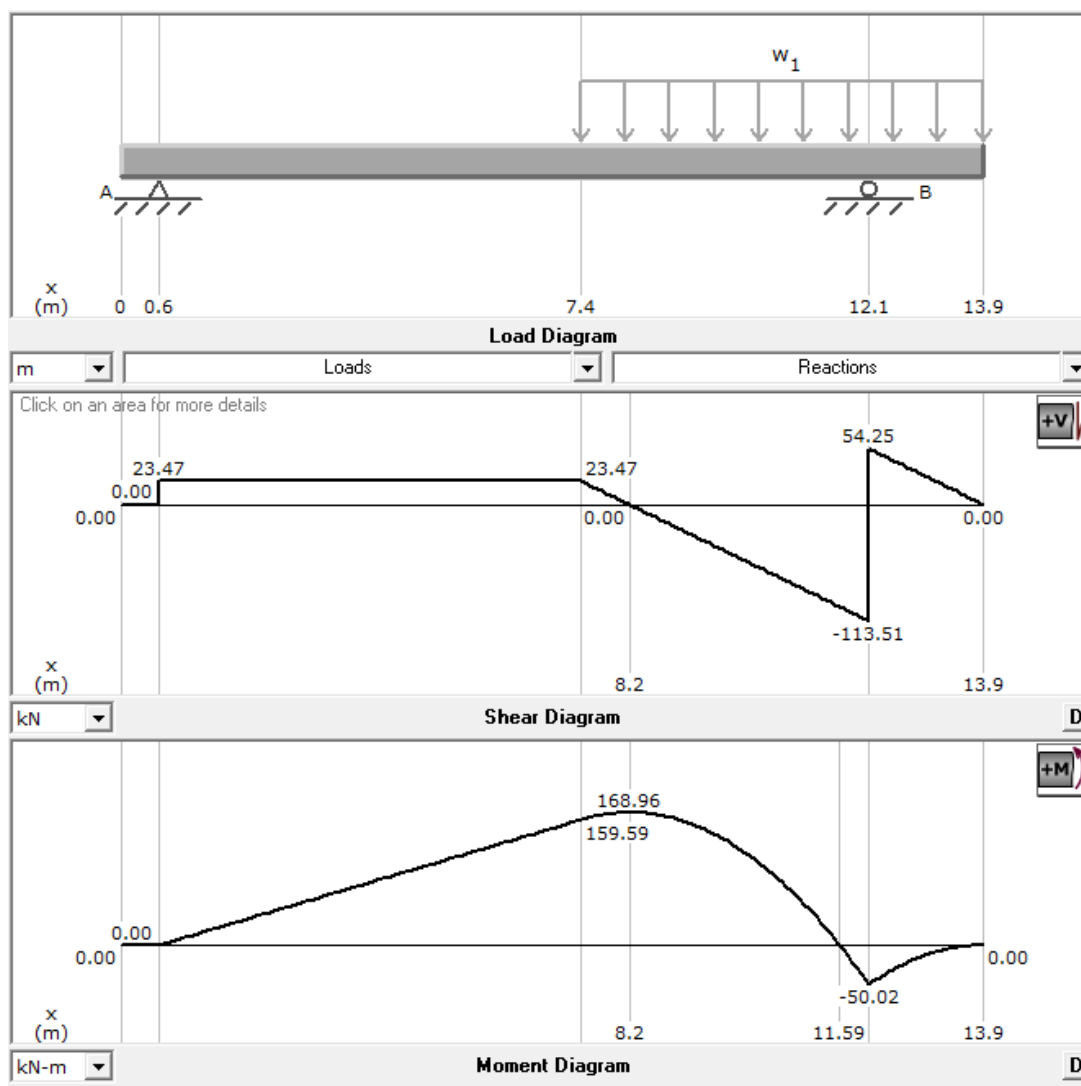


Figura 3.10 Análisis de Viga – Ubicación 3

Fuente: Elaboración Propia

De este este análisis vemos que en la Ubicación 2 (central) es donde tenemos el Momento Flector más crítico.

3.4. Metodología de obtención de Momentos Flectores y Esfuerzos Cortantes

Por la complejidad de la estructura se obtienen los momentos y esfuerzos máximos mediante el uso de SolidWorks, aplicando un Análisis estático de vigas, que nos permitirá obtener resultados lo más próximo a la realidad.

El modelo de la estructura fue refinado hasta obtener el diseño más óptimo para nuestro estudio.

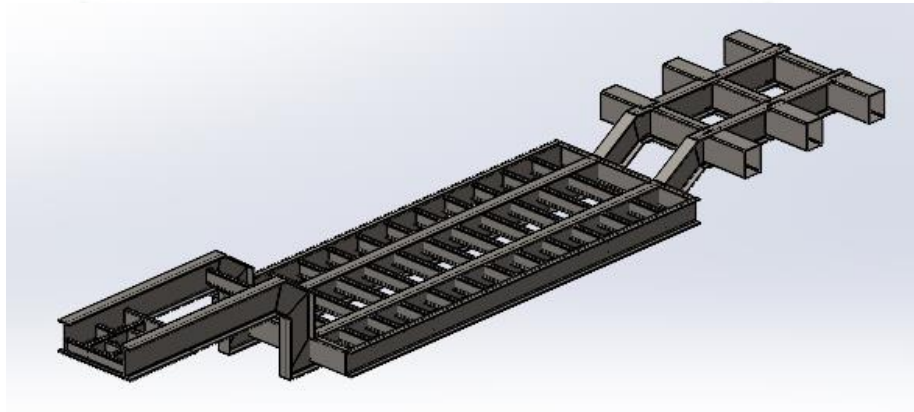


Figura 3.11 Modelo Estructural tipo Viga

Fuente: Elaboración Propia

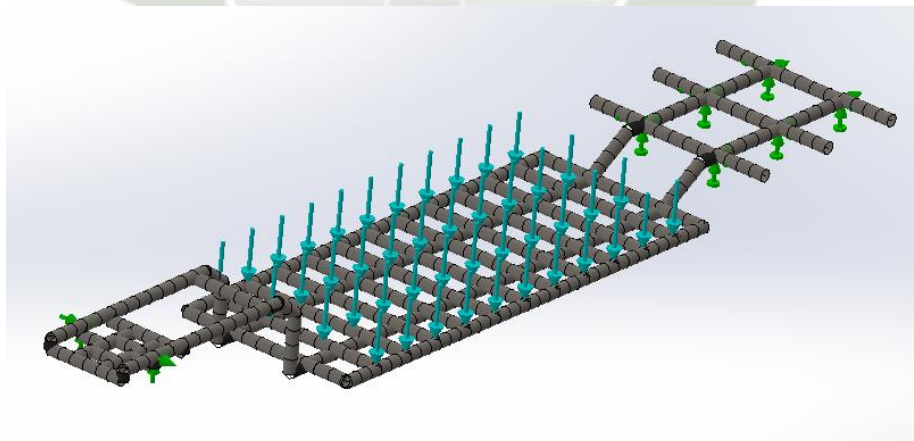


Figura 3.12 Puntos de apoyo, Fuerzas y Mallado de estructura

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Diseño de Viga Principal.

3.5.1. Cálculo de Esfuerzos Cortantes y Momentos Flectores en Viga Principal.

Se realiza dos análisis a la estructura, el primero aplicando la carga muerta (CM) o peso propio (gravedad) y el segundo aplicando la carga viva (CV).

❖ Carga Muerta (CM):

Usando Analisis Estatico en SolidWorks.

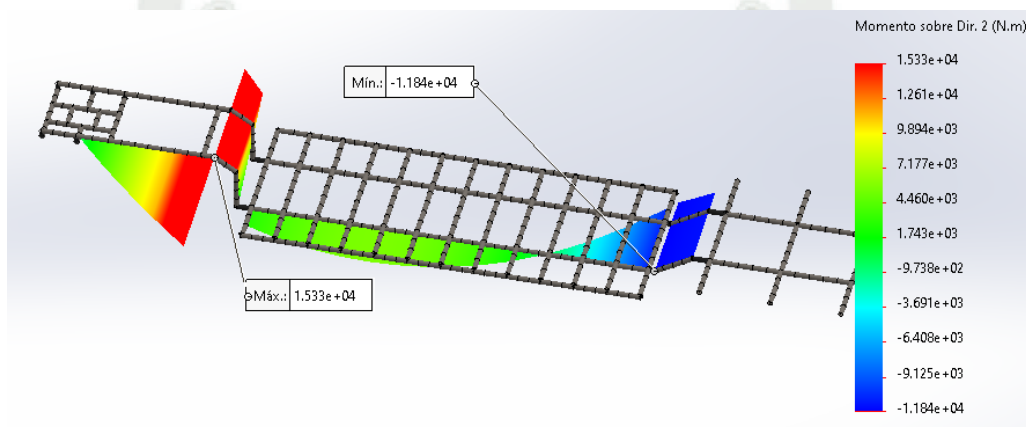


Figura 3.13 Diagrama de Momento Flector en Viga Principal aplicando CM

Fuente: Elaboración Propia

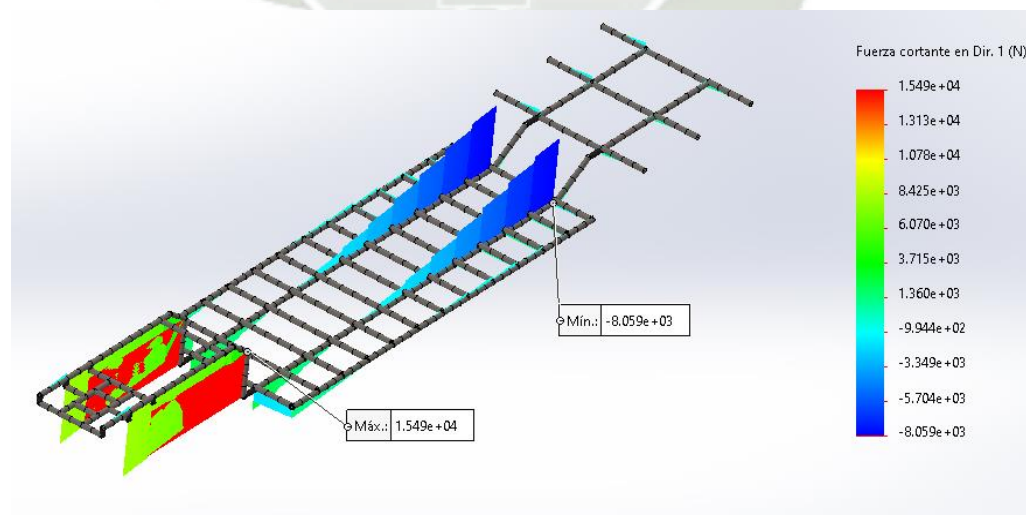


Figura 3.14 Diagrama de Esfuerzo Cortante en Viga Principal aplicando CM

Fuente: Elaboración Propia

Resultados:

Tabla 3.2 Momento y Cortante Máximos de CM

Momento Flector Máximo	Mmax1 = 15.33 kN-m
Esfuerzo Cortante Máximo	Vmax1 = 8.059 kN

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Carga Viva (CV):**

Usando Analisis Estatico en SolidWorks.

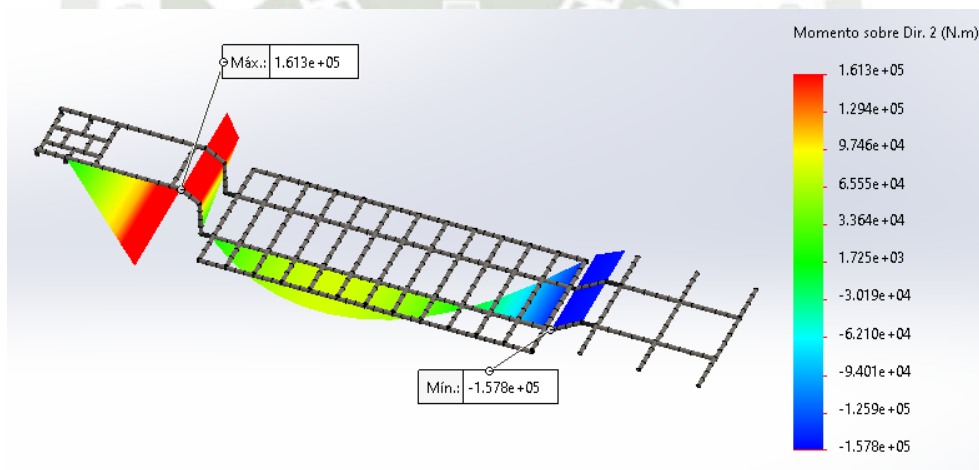


Figura 3.15 Diagrama de Momento Flector en Viga Principal aplicando CV

Fuente: Elaboración Propia

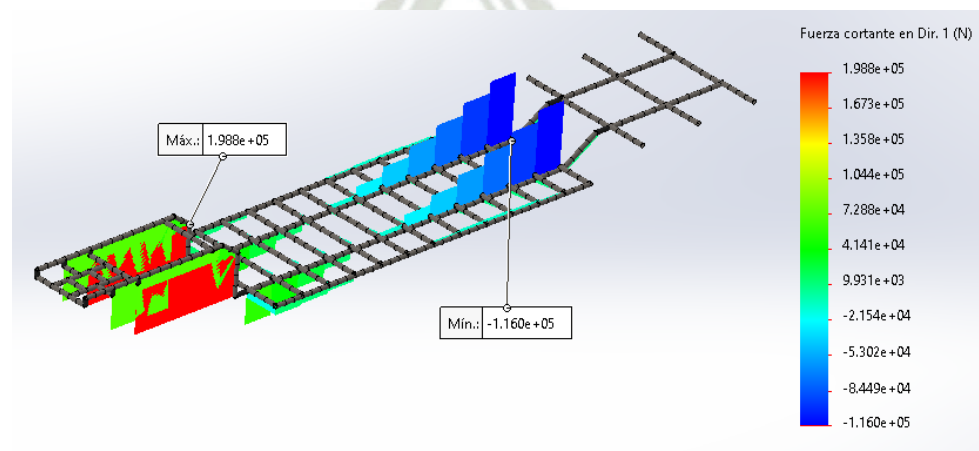


Figura 3.16 Diagrama de Esfuerzo Cortante en Viga Principal aplicando CV

Fuente: Elaboración Propia

Resultados:**Tabla 3.3** Momento y Cortante Máximos de CV.

Momento Flector Máximo	Mmax2 = 161.3 kN-m
Esfuerzo Cortante Máximo	Vmax2 = 198.8 kN

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma con los resultados obtenidos podemos diseñar nuestra plataforma de cama baja a Flexión y Corte cumpliendo con la norma AISI 360. Y seleccionando el perfil de viga más adecuado, cumpliendo que nuestra Resistencia Nominal sea mayor a la Resistencia Requerida o en otras palabras que nuestra Capacidad sea menor a la Demanda.

El material a utilizar en nuestra viga principal será acero estructural ASTM A36, que por sus propiedades mecánicas favorecen al diseño y a la vez su accesibilidad comercial.

3.5.2. Diseño a Flexión.

Para el diseño por flexión seguiremos la metodología del capítulo F (Diseño de Miembros a Flexión) de la norma AISC 360.

❖ **Cálculo de Momento Actante:**

Para obtener nuestra carga requerida, aplicamos la combinación de cargas según la norma E 0.90. (RNE, 2006)

$$Mu = 1.2 Mmax1 + 1.6 Mmax2$$

Mu = Momento Ultimo

Mmax1 = Momento Flector CM

Mmax2 = Momento Flector CV

$$Mu = 276.476 \text{ kN} * m$$

$$Mu = 28.193 \text{ Ton} * m$$

❖ Propuesta de perfil a partir del Módulo Plástico:

Como se mencionó previamente se utilizará acero ASTM A36, del cual tenemos:

$$F_y = 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \qquad E = 21000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

F_y = Esfuerzo de Fluencia

E = Modulo Elástico del Acero

Según la norma para el diseño por flexión de miembros de sección H, tenemos:

$$\phi_b = 0.9$$

ϕ_b = Factor de aminoramiento de la resistencia

La Resistencia Nominal en Flexión, está dada por la siguiente ecuación: (AISC, 2016)

$$M_u \leq \phi_b * F_y * Z$$

Z = Módulo Plástico

$$Z = \frac{M_u}{\phi_b * F_y} = 1237.662 \text{ cm}^3$$

$$Z = 75.527 \text{ in}^3$$

La dimensión de nuestra viga principal no corresponde a una viga H comercial, por lo que las dimensiones propuestas de diseño son las siguientes:

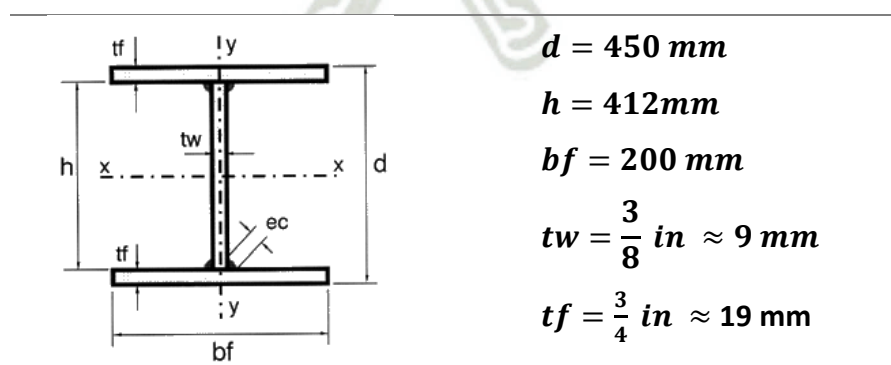


Figura 3.17 Dimensiones de viga principal propuesta

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Cálculo matemático de Módulos de Resistencia:**

Se requiere conocer las propiedades de nuestro perfil H propuesto, tales como Momento de Inercia en el eje "x" (I_x), Distancia al Eje Neutro (C_e), Modulo Elástico (S_x), Modulo Plástico (Z_x), necesarios para el realizar el cálculo teórico.

MÓDULO ELÁSTICO (S_x): (Shigley, 2012)

El momento de inercia para vigas H, lo obtenemos de la siguiente expresión:

$$I_x = 2 * \left(\frac{1}{12} * bf * tf^3 + bf * tf * \left(\frac{d - 2 * tf}{2} + \frac{tf}{2} \right)^2 \right) + \frac{1}{12} * tw * (d - 2 * tf)^3$$

$$I_x = 4.056 \times 10^4 \text{ cm}^4 = 974.519 \text{ in}^4$$

Al ser la viga H simétrica, obtenemos un eje neutro de la siguiente expresión:

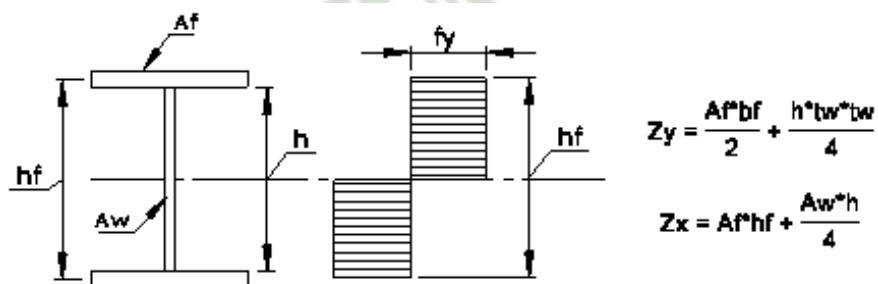
$$c_e = \frac{d}{2} = 245 \text{ mm}$$

El módulo elástico, se obtiene bajo la siguiente expresión:

$$S_x = \frac{I_x}{c_e} = 1.803 \times 10^3 \text{ cm}^3 = 110.012 \text{ in}^3$$

MÓDULO PLÁSTICO (Z_x):

Puesto que nuestra viga H es un miembro compacto con soportes laterales, aplicamos la siguiente expresión:



$$Z_y = \frac{A_f * bf}{2} + \frac{h * tw * tw}{4}$$

$$Z_x = A_f * hf + \frac{A_w * h}{4}$$

Figura 3.18 Comportamiento Plástico en el Diseño de Vigas de Acero

Fuente: (Información Basica de Ingeniería Civil, 2022)

$$A_f = bf * tf = 38 \text{ cm}^2$$

$$A_w = h * t_w = 37.08 \text{ cm}^2$$

$$h_f = d - t_f = 43.1 \text{ cm}$$

$$Z_x = A_f * h_f + A_w * \frac{h}{4} = 2019.724 \text{ cm}^3$$

$$Z_x = 123.251 \text{ in}^3$$

❖ **Factor de Seguridad:**

$$FS = n = \frac{\phi_b * F_y * Z_x}{M_u}$$

$$n = 1.632$$

VIGA PRINCIPAL – PROPUESTA

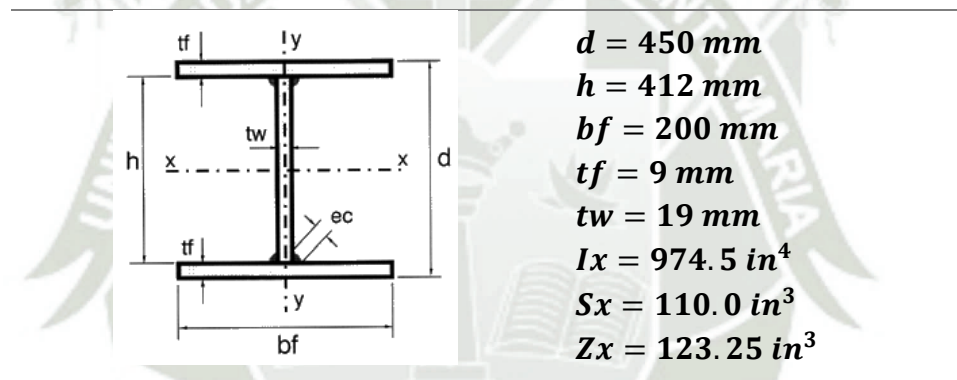


Figura 3.19 Nomenclatura de Viga W

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Clasificación de la sección de acuerdo a su Esbeltez:**

Se revisa la esbeltez de las alas y el alma de la viga a fin de determinar si la sección es compacta y por ende por ende la viga puede desarrollar un momento plástico.

Para determinar la esbeltez nos vamos capítulo B (Requisitos de Diseño) de la norma AISC 360, y hacemos uso de la Tabla B4.1b. **(ANEXO 2)**

Los valores límite para considerar diferentes secciones son: (AISC, 2016)

$$\lambda_p < \lambda_p \rightarrow \textit{Sección Compacta}$$

$$\lambda_p < \lambda < \lambda_r \rightarrow \textit{Sección No Compacta}$$

$$\lambda > \lambda_r \rightarrow \textit{Sección Esbelta}$$

Donde:

$\lambda = \text{Esbeltez, Relación } (b/t)$

$\lambda_{p,r} = \text{Razón Ancho – Espesor Límite}$

$\lambda_{pf} = \text{Esbeltez máxima del ala en la viga}$

$\lambda_{pw} = \text{Esbeltez máxima del alma en la viga}$

- ✓ Para las ALAS, se tiene (elementos no atiesados - caso 11):

$$\lambda_{ala} = \lambda_f$$

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 * tf} = 5.263$$

$$\lambda_{pf} = 0.38 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.946$$

En Ala $\lambda_f < \lambda_{pf} \rightarrow$ Elemento Compacto

- ✓ Para el ALMA, se tiene (elementos atiesados - caso 15):

$$\lambda_{alma} = \lambda_w$$

$$\lambda_w = \frac{h}{tw} = 45.778$$

$$\lambda_{pw} = 3.76 * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 108.306$$

En Alma $\lambda_w < \lambda_{pw} \rightarrow$ Elemento Compacto

❖ Cálculo de Momento Nominal:

Siguiendo con nuestro diseño por flexión, se tiene que al ser nuestra viga un miembro tipo H de simetría doble con almas compactas o No Compactas flectadas en torno a su eje mayor. Por lo tanto, nos ubicamos en la sección F4 de la AISC 360. **(ANEXO 3)**

1. Fluencia de Ala de Compresión (Y)

$$Mn1 = R_{pc} * F_y * Z$$

Mn = Resistencia Nominal

Mp = Momento Plástico

R_{pc} = Factor de plastificación del alma

Se realiza una relación de esbeltez de los valores obtenidos anteriormente, de donde obtenemos:

$$\lambda_w < \lambda_{pw} \rightarrow 45.778 < 108.306$$

Por lo que tenemos que calcular el valor R_{pc} , que se determina por la siguiente expresión:

$$R_{pc} = \frac{M_p}{M_y}$$

M_y = Momento de Fluencia del ala en compresión

Los valores se encuentran dados, por:

$$M_y = F_y * S_x = 45.628 \text{ Ton} * m$$

$$M_p = F_y * Z_x = 51.119 \text{ Ton} * m$$

$$R_{pc} = \frac{M_p}{M_y} = 1.12$$

$$Mn1 = R_{pc} * F_y * Z = 51.119 \text{ Ton} * m$$

2. Pandeo Lateral Torsional (LTB)

Para iniciar el cálculo consideramos un L_b igual a separación de los travesaños, obteniendo:

$$L_b = 54.2 \text{ cm}$$

L_b = Longitud no arriostrada lateralmente

Se requiere el cálculo de las longitudes características, por lo que hacemos uso de las siguientes expresiones: (AISC, 2016)

$$aw = \frac{hc * tw}{bf * tf} = 0.976$$

$rt =$ radio de giro efectivo

$$rt = \frac{bf}{\sqrt{12 \left(\frac{hf}{d} + \frac{1}{6} * aw * \frac{h^2}{hf * d} \right)}} = 5.505 \text{ cm}$$

$Lp =$ Longitud límite de comportamiento plástico

$$Lp = 1.1 * rt * \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 174.412 \text{ cm}$$

Luego en función a la longitud no arriostrada se define el comportamiento y capacidad de la viga a flexión.

Puesto que $Lb < Lp$, el estado límite de Pandeo Lateral Torsional No Aplica.

$Mn2 = \text{No APLICA}$

3. Pandeo Local de Ala en Compresión (FLB)

Al ser Alas Compactas No Aplica

$Mn3 = \text{No APLICA}$

4. Pandeo Local de Ala en Tracción (TFY)

Como el miembro es simétrico con respecto al eje x-x, No aplica

$Mn4 = \text{No APLICA}$

Finalmente:

$$Mn1 > Mn2 > Mn3 > Mn4$$

$$Mn = Mn1$$

❖ Resistencia de Diseño:

Resistencia de Diseño en Flexión.

$$\phi_b * Mn \geq Mu$$

$$(0.9)51.119 \text{ Ton} * m \geq 28.193 \text{ Ton} * m$$

$$46.007 \text{ Ton} * m \geq 28.193 \text{ Ton} * m$$

$$\mathbf{CAPACIDAD \geq DEMANDA}$$

❖ Factor de Seguridad:

$$FS = n = \frac{\phi_b * Mn}{Mu}$$

$$\mathbf{n = 1.632}$$

3.5.3. Diseño a Corte.

Para el diseño por flexión seguiremos la metodología del capítulo G (Diseño de Miembros en Corte) de la norma AISC 360.

Para sección tipo Doble T y Canales.

❖ Resistencia de Corte en secciones I:

Resistencia Nominal de Corte, V_n , es:

$$\mathbf{V_n \leq \phi_v * V_t}$$

$V_t =$ Resistencia Nominal de Corte

$$\mathbf{V_t = 0.6 * F_y * A_w * C_v}$$

$A_w =$ Área del Alma

$C_v =$ Coeficiente de corte del Alma

$$\mathbf{A_w = h * t_w = 37.08 \text{ cm}^2}$$

$h =$ distancia libre entre alas menos el filete de cada ala

$tw =$ espesor del alma

Para almas de miembros laminados de sección I:

$$\phi v = 1.0$$

❖ **Cálculo de Momento Actuante:**

Aplicamos la combinación de cargas.

$$Vn = 1.2 Vmax1 + 1.6 Vmax2$$

$$Vn = 327.751 \text{ kN}$$

$$Vn = 33.421 \text{ Ton}$$

$Vn =$ Esfuerzo Resistente Requerido

$Vmax1 =$ Esfuerzo Cortante CM

$Vmax2 =$ Esfuerzo Cortante CV

❖ **Material:**

Acero ASTM A36:

$$Fy = 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E = 21000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

❖ **Determinación del Parámetro Cv:**

Esbeltez del alma:

$$\lambda_w = \frac{h}{tw} = 45.778$$

$$kv = 5.00 \quad (\text{Perfil I})$$

$kw =$ Coeficiente de pandeo por corte del alma

A. Caso 1:

$$\frac{h}{tw} \leq 1.10 * \sqrt{\frac{kw * E}{fy}}$$

$$\frac{h}{tw} \leq 70.85$$

$$45.778 \leq 70.85$$

Por lo tanto;

$$Cv = 1.0$$

❖ Determinación de la Resistencia Nominal por Corte de Viga:

$$Vt = 0.6 * Cv * Aw * Fy$$

$$Vt = 552.209 \text{ kN}$$

$$Vt = 56.31 \text{ Ton}$$

❖ Resistencia de Diseño:

Resistencia de Diseño a Corte.

$$\phi v * Vt \geq Vn$$

$$56.31 \text{ Ton} \geq 33.42 \text{ Ton}$$

$$\text{Capacidad} \geq \text{Demanda}$$

❖ Relación Demanda/Capacidad:

$$\left(\frac{Mu}{\phi b * Mn}\right)^2 + \left(\frac{Vn}{\phi v * Vt}\right)^2 = 0.81$$

$$0.81 \leq 1.00 \quad (\text{Cumple})$$

3.5.4. Cálculo de las Tensiones y Deformaciones Utilizando SOLIDWORKS.

La carga aplicada al modelo se supone como una fuerza uniforme obtenida de su carga máxima.

Las cargas que tenemos son Cargas Muertas (Peso Propio) y Cargas Vivas (Carga de Diseño). Dichas Cargas serán divididas a la mitad para simular la carga aplicada a cada viga principal individualmente.

Por lo que tenemos:

$$W1 = \text{Peso Propio} \qquad W2 = \frac{CV}{2} = 19500 \text{ kgf}$$

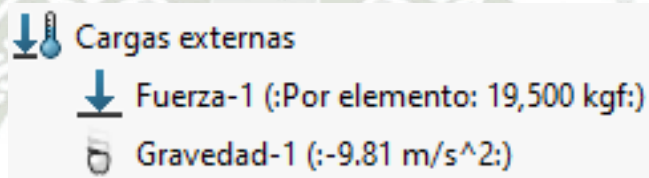


Figura 3.21 Cargas Aplicadas en estudio Viga Principal

Fuente: Elaboración Propia

Estas cargas se aplican en el área de contacto en la parte superior (ala superior) del larguero como puede observarse en la siguiente figura:

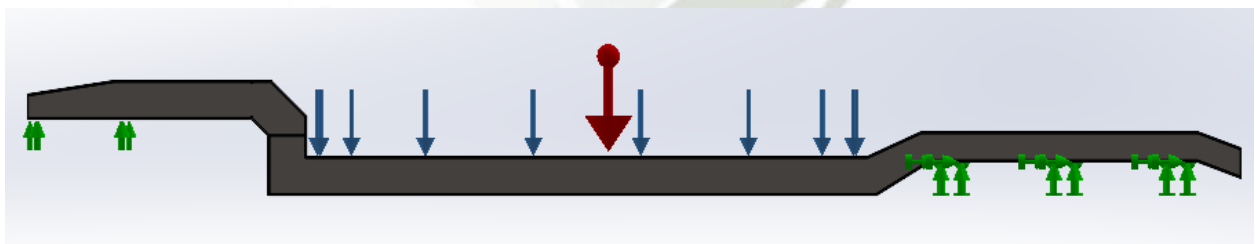


Figura 3.22 Aplicación de Cargas en la Viga Principal

Fuente: Elaboración Propia

Las dimensiones de la viga principal son:

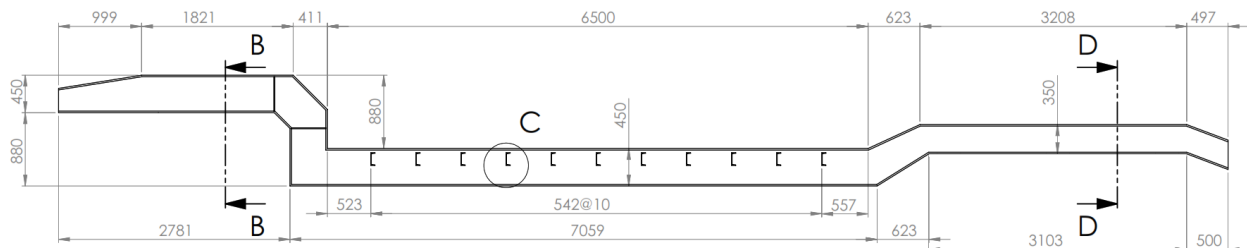


Figura 3.23 Dimensiones de Viga Principal

Fuente: Elaboración Propia

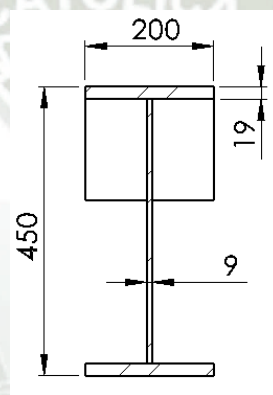


Figura 3.24 Vista de Perfil de Viga Principal

Fuente: Elaboración Propia

Resultados obtenidos:

Colocaremos unos rigidizadores en el cuello de la viga principal, logrando reducir la tensión. Las tensiones alcanzadas se detallan en las siguientes figuras, donde la tensión máxima es de 233.712 N/mm² dando un coeficiente de seguridad $N = 1.07$ y las deformaciones máximas encontradas son de 12.35 mm en la parte central de nuestra viga principal

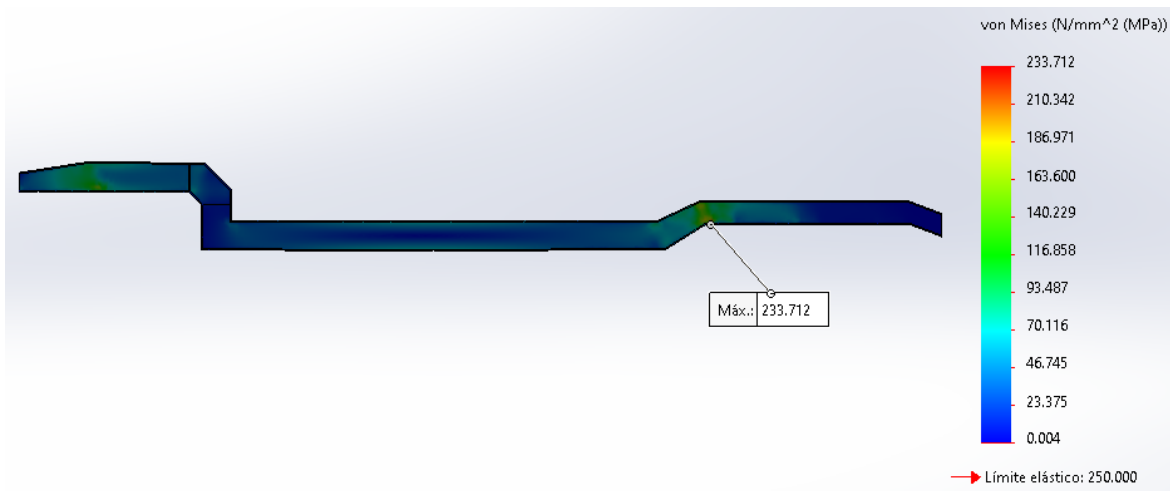


Figura 3.25 Tensiones Máximas en el Perfil.

Fuente: Elaboración Propia

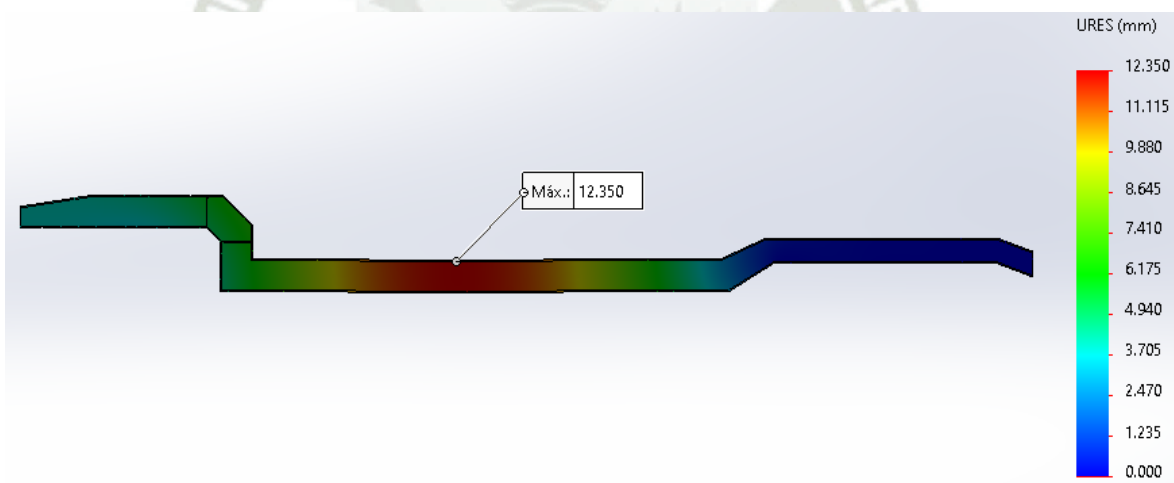


Figura 3.26 Deformación Máxima.

Fuente: Elaboración Propia

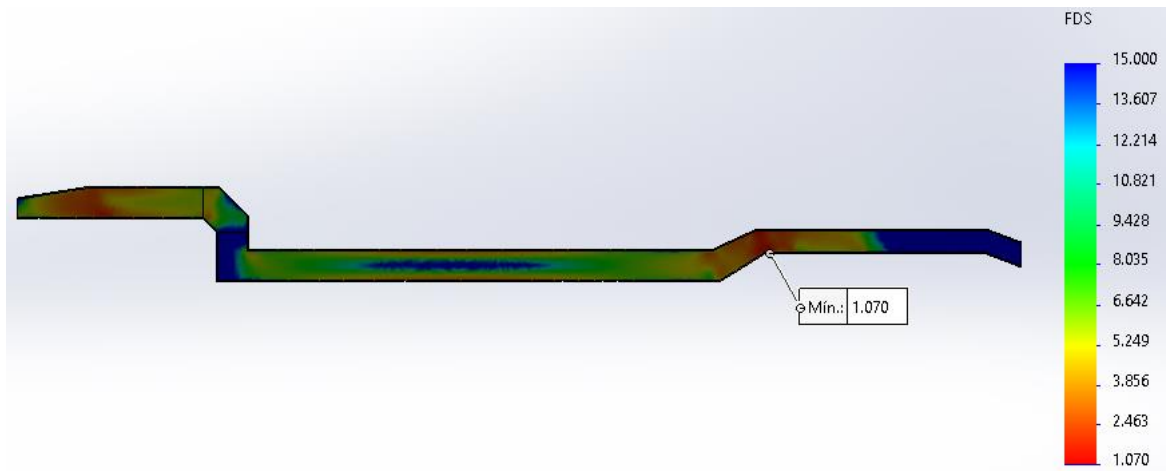


Figura 3.27 Factor de Seguridad

Fuente: Elaboración Propia

Resumen:

Resultados de Diseño de Viga Principal

	D	490 mm
	bf	200 mm
	tf	19 mm ~ 3/4 "
	tw	9.5 mm ~ 3/8 "
	Z	139.17 in ³

Figura 3.28 Resultados de Diseño de Viga Principal.

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Diseño de los Travesaños.

La ubicación más crítica es cuando la carga se ubica en el centro de la plataforma.

Para soportar la carga que soporta cada travesañero en kg/m^2 , se divide tanto las cargas vivas con las muertas por el área sobre el cual están actuando.

Datos a tener en cuenta para los travesañeros.

Carga Muerta = 5000 kgf

Carga Viva = 39000 kgf

Longitud de Plataforma = 6.50 m

Ancho de Plataforma = 2.60 m

3.6.1. Dimensionamiento de los travesañeros.

Como se explicó anteriormente la carga que soportará la plataforma será de 39.000 Kg, en donde se considera tanto el peso de la estructura como el de la carga dinámica y además, se tomará en cuenta el incremento por carga de impacto y por sobrecarga. Estas cargas están reemplazadas por una carga uniforme, repartida a lo largo del travesañero y situada simétricamente respecto al eje longitudinal.

Tenemos los siguientes parámetros:

Carga a Soportar = CM + CV = 44 Ton

Separación Travesañeros = 542mm

Número de Travesañeros = nt = 11

Longitud Total de Travesañeros = l = 2.468 m

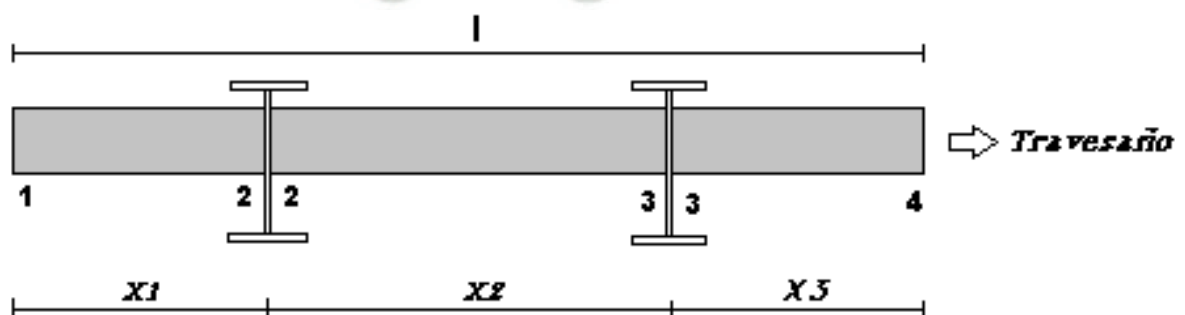


Figura 3.29 Vigas de Amarre.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el análisis de las vigas de amarre se procede a realizar los cálculos en tres secciones 1-2, 2-3 y 3-4. Con el fin de determinar el momento máximo. Tenemos las siguientes longitudes.

$$\text{Sección 1 – 2: } X1 = 0.684 \text{ m}$$

$$\text{Sección 2 – 3: } X2 = 1.1 \text{ m}$$

$$\text{Sección 3 – 4: } X3 = 0.684 \text{ m}$$

3.6.2. Cálculo de los Momentos Máximos en los Travesaños.

❖ Sección 1-2:

En esta sección la viga está en voladizo en uno de sus extremos y empotrada en el otro. La Sección 3 – 4, será igual a esta sección.

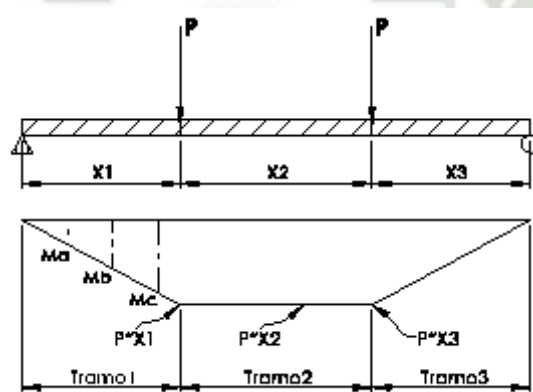


Figura 3.30 Distribución de Cargas de Sección 1-2.

Fuente: Elaboración Propia.

Para los travesaños, existen varios casos para determinar el momento máximo.

$$L = X1 - \frac{tw}{2} = 67.95 \text{ cm}$$

L = Longitud Exacta del Travesaño

$$bf = 20 \text{ cm}$$

$$l = 246.8 \text{ cm}$$

$$nt = 11$$

Repartición de Cargas:

$$Q1 = \frac{CM}{l * nt} = 1.842 \frac{kgf}{cm}$$

$$Q2 = \frac{CV}{l * nt} = 14.366 \frac{kgf}{cm}$$

$$Q1 = 1.806 \frac{kN}{m}$$

$$Q2 = 14.088 \frac{kN}{m}$$

Q1 = Carga Estática Unitaria

Q2 = Carga Dinámica Unitaria

❖ **Carga Muerta (CM):**

Usando Analisis Estatico en SolidWorks.

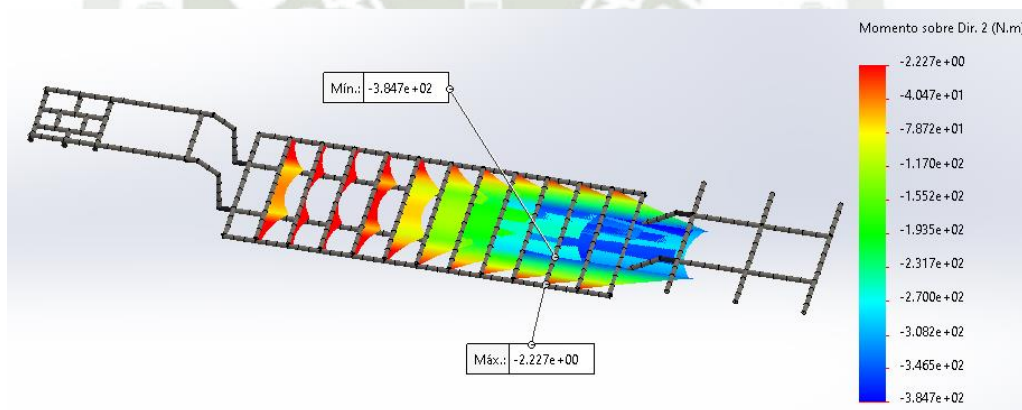


Figura 3.31 Diagrama de Momento Flector en Travesaños aplicando CM

Fuente: Elaboración Propia

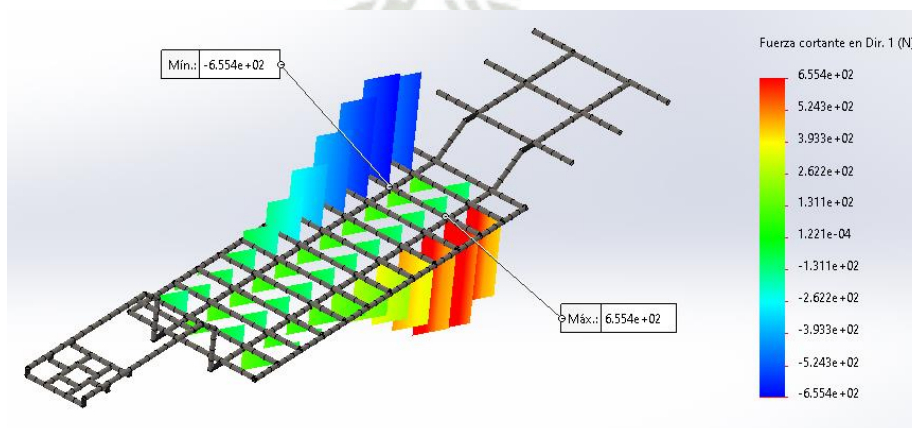


Figura 3.32 Diagrama de Esfuerzo Cortante en Travesaños aplicando CM

Fuente: Elaboración Propia

Resultados:

Tabla 3.4 Momento y Cortante Máximos de CM

Momento Flector Máximo	Mmax1 = 38.47 N-m
Esfuerzo Cortante Máximo	Vmax1 = 65.54 N

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Carga Viva (CV):**

Usando Analisis Estatico en SolidWorks.

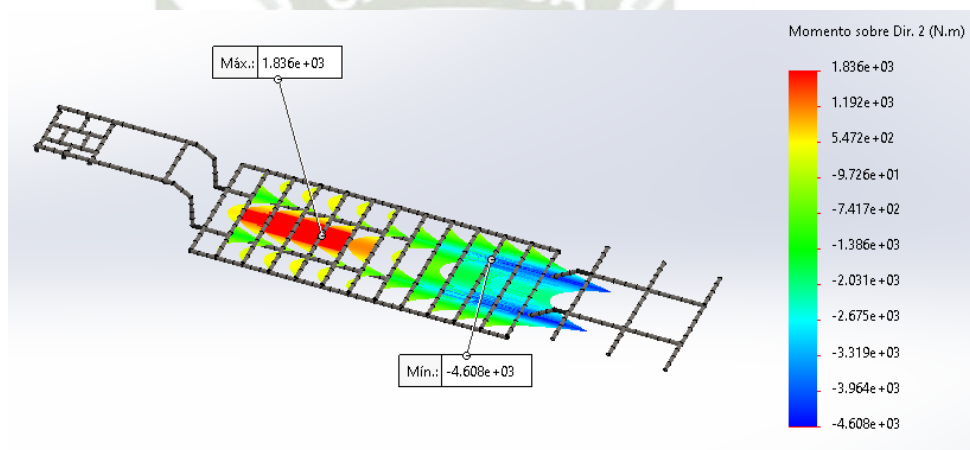


Figura 3.33 Diagrama de Momento Flector en Travesaños aplicando CV

Fuente: Elaboración Propia

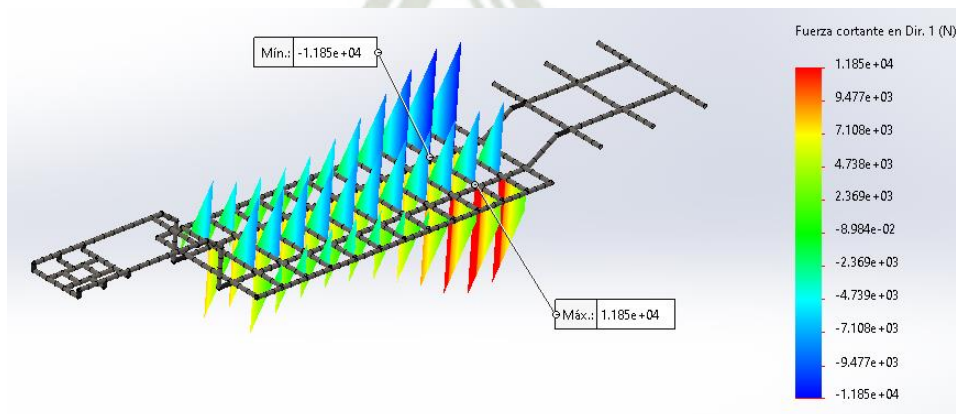


Figura 3.34 Diagrama de Esfuerzo Cortante en Travesaños aplicando CV

Fuente: Elaboración Propia

Resultados:

Tabla 3.5 Momento y Cortante Máximos de CV.

Momento Flector Máximo	Mmax2 = 4.608 kN-m
Esfuerzo Cortante Máximo	Vmax2 = 11.85 kN

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3. Diseño a Flexión.

Para el diseño por flexión seguiremos la metodología del capítulo F (Diseño de Miembros a Flexión) de la norma AISC 360.

❖ **Cálculo de Momento Actuante:**

Aplicamos la combinación de cargas.

$$Mu = 1.2 Mmax1 + 1.6 Mmax2$$

$$Mu = 7.419 \text{ kN} * m$$

$$Mu = 756.524 \text{ kgf} * m$$

❖ **Propuesta de perfil a partir del Módulo Plástico:**

Acero ASTM A36:

$$Fy = 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E = 21000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Para almas de miembros laminados de sección C:

$$\Phi_b = 0.9$$

Resistencia Nominal en Flexión, Mu:

$$Mu \leq \Phi_b * fy * Z$$

$$Z = \frac{Mu}{\Phi_b * Fy} = 33.225 \text{ cm}^3$$

$$Z = 2.027 \text{ in}^3$$

CANAL "C" – PROPUESTO:

Canal C6x8.2

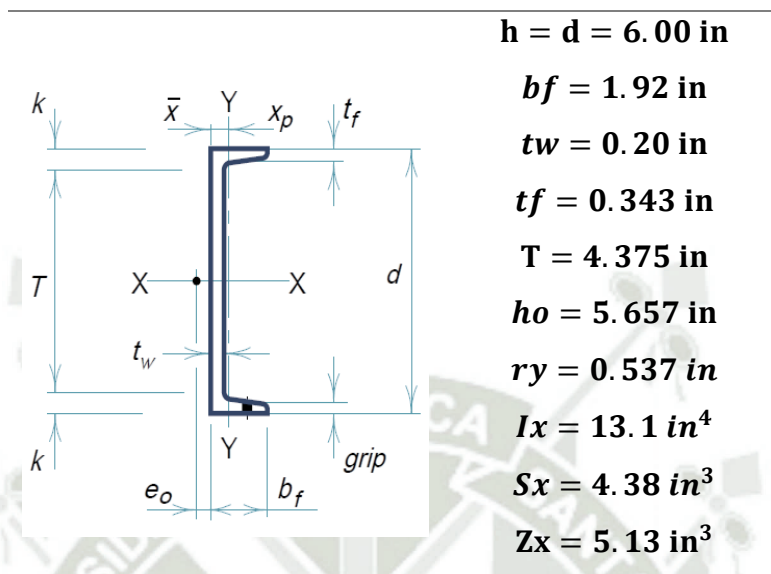


Figura 3.35 Nomenclatura Canal C

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Factor de seguridad:**

$$FS = n = \frac{\Phi_b * F_y * Z_x}{M_u}$$

$$n = 2.53$$

❖ **Clasificación de la sección de acuerdo a su Esbeltez:**

Para determinar la esbeltez nos vamos capítulo B (Requisitos de Diseño) de la norma AISC 360, y hacemos uso de la Tabla B4.1b. **(ANEXO 2)**.

Para clasificar sus valores límite como secciones Compactas, No Compactas y Esbeltas, se aplica de la misma criterio anteriormente mencionado y usado, de lo que tenemos:

✓ ALAS (elementos no atiesados - caso 10):

$$\lambda_{ala} = \lambda_f$$

$$\lambda_f = \frac{b_f}{2 * t_f} = 2.801$$

$$\lambda_{pf} = 0.38 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.948$$

En Ala $\lambda_f = \lambda_{pf} \rightarrow$ Elemento Compacto

✓ ALMA (elementos atiesados - caso 15):

$$\lambda_{alma} = \lambda_w$$

$$\lambda_w = \frac{h}{tw} = 30$$

$$\lambda_{pw} = 3.76 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 108.327$$

En Alma $\lambda_w = \lambda_{pw} \rightarrow$ Elemento Compacto

❖ **Cálculo de Momento Nominal:**

Siguiendo con nuestro diseño por flexión, se tiene que al ser nuestra viga un Miembro Compacto de Sección H de Simetría Doble y Canales Flectados en torno a su eje mayor. Por lo tanto, nos ubicamos en la sección F2 de la AISC 360. **(ANEXO 3)**

1. Fluencia (Y):

$$M_n = M_p = F_y * Z$$

$$M_p = F_y * Z_x = 2127 \text{ kgf} * m$$

$$\mathbf{M_{n1} = 2.127 \text{ Ton} * m}$$

2. Pandeo Lateral Torsional (LTB)

Para iniciar el cálculo consideramos un L_b igual a separación de nuestras vigas principales, siendo estas de 1100 mm.

$$L_b = 110 \text{ cm}$$

L_b = Longitud No Arriostrada Lateralmente

Se requiere el cálculo de las longitudes características, por lo que hacemos uso de las siguientes expresiones: (AISC, 2016)

Calculo Longitudes Características:

L_p = Longitud límite de comportamiento plástico

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 69.162 \text{ cm}$$

r_y = Radio de giro sobre el eje y

L_r = Longitud límite de comportamiento lateral torsional inelástico

C_w = Constante de torsión de alabeo

$$C_w = \frac{t_f * b_f^3 * (h - t_f)^2}{12} * \left(\frac{3 * b_f + 2 * h * t_w}{6 * b_f * t_f + (h - t_f) * t_w} \right) = 1499 \text{ cm}^6$$

J = Constante torsional de St. Venant

$$J = \frac{1}{3} (2 * b_f * t_f^3 + h_o * t_w^3) = 2.778 \text{ cm}^4$$

$$r_{ts} = \sqrt{\frac{\sqrt{I_y * C_w}}{S_x}} = 1.702 \text{ cm}$$

C = Coeficiente "c" para Canales

$$c = \frac{h_o}{2} * \sqrt{\frac{I_y}{C_w}} = 0.997$$

$$Lr = 1.95 * rts * \frac{E}{0.7 * Fy} * \sqrt{\frac{J * c}{Sx * ho} + \sqrt{\left(\frac{J * c^2}{Sx * ho}\right)^2 + 6.76 * \left(\frac{0.7 * Fy}{E}\right)^2}}$$

$$Lr = 308.642 \text{ cm}$$

$$Lp \leq Lb \leq Lr$$

$$69.162 \text{ cm} \leq 110 \text{ cm} \leq 308.642 \text{ cm}$$

Pandeo Lateral torsional inelástico (ZONA 2), por lo que se requiere hallar el valor de C_b .

Definición de C_b :

$$C_b = \frac{12.5 * M_{max}}{2.5 * M_{max} + 3 * M_a + 4 * M_b + 3 * M_c}$$

$C_b =$ Coeficiente de flexión

A continuación, se muestra el diagrama de momentos del travesaño ante las cargas aplicadas a fin de obtener el momento máximo y definir el valor C_b para cada tramo.

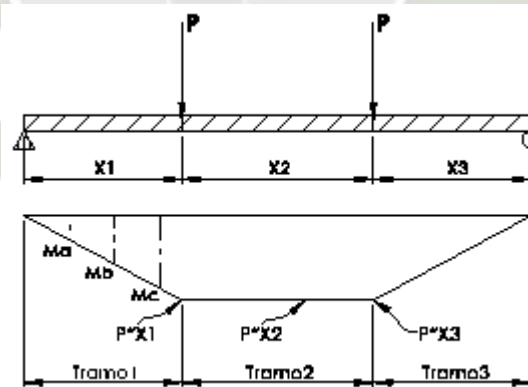


Figura 3.36 Diagrama de momentos de travesaños

Fuente: Elaboración propia

$$QT = Q1 + Q2 = 15.894 \frac{kN}{m}$$

$$Mu = 7.419 \text{ kN} * m$$

Análisis del Tramo 1:

$$M_{max} = M_u = 7.419 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento a $\frac{1}{4}$ de la longitud del tramo 1

$$M_a = \frac{1}{4} * M_{max} = 1.855 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento a $\frac{1}{2}$ de la longitud del tramo 2

$$M_b = \frac{1}{2} * M_{max} = 3.709 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento a $\frac{3}{4}$ de la longitud del tramo 3

$$M_c = \frac{3}{4} * M_{max} = 5.564 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$C_{b1} = \frac{12.5 * M_{max}}{2.5 * M_{max} + 3 * M_a + 4 * M_b + 3 * M_c} = 1.667$$

Análisis del Tramo 2:

En este tramo a al tener un diagrama de momentos constantes el valor de C_b es igual a la unidad

$$C_{b2} = 1.00$$

Finalmente:

$$C_b = \min(C_{b1}, C_{b2}) = 1.00$$

Luego en función a la longitud no arriostrada se define el comportamiento y capacidad de la viga a flexión.

$$L_p \leq L_b \leq L_r$$

$$M_{n2} = C_b * \left(M_p * (M_p - 0.7 * F_y * S_x) * \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right)$$

$$M_{n2} = 1.981 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

Finalmente:

$$Mn = \min(Mn1, Mn2)$$

$$Mn = Mn2$$

❖ **Resistencia de Diseño:**

Resistencia de Diseño en Flexión.

$$\Phi_b * Mn \geq Mu$$

$$(0.9) * 1981 \text{ kgf} * m \geq 756.524 \text{ kgf} * m$$

$$1.981 \text{ Ton} * m \geq 0.756 \text{ Ton} * m$$

$$CAPACIDAD \geq DEMANDA$$

❖ **Factor de Seguridad:**

$$FS = n = \frac{\Phi_b * Mn}{Mu}$$

$$n = 2.620$$

3.6.4. Diseño a Corte.

Para el diseño por flexión seguiremos la metodología del capítulo G (Diseño de Miembros en Corte) de la norma AISC 360. Para secciones tipo Canales.

❖ **Resistencia de Corte en secciones C:**

Resistencia Nominal de Corte, V_n , es:

$$V_n \leq \Phi_v * V_t$$

$$V_t = 0.6 * F_y * A_w * C_v$$

$$A_w = h * t_w = 5.645 \text{ cm}^2$$

Para almas de miembros laminados de sección C:

$$\phi_v = 1.0$$

❖ Cálculo de Momento Actuante:

Aplicamos la combinación de cargas.

$$V_n = 1.2 V_{max1} + 1.6 V_{max2}$$

$$V_n = 19.039 \text{ kN}$$

$$V_n = 1941 \text{ kgf}$$

❖ Material:

Acero ASTM A36:

$$F_y = 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$E = 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

❖ Determinación del Parámetro Cv:

Esbeltez del alma:

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w} = 21.875$$

$$k_v = 5.00 \quad (\text{Perfil C})$$

Caso 1:

$$\frac{h}{t_w} \leq 1.10 * \sqrt{\frac{k_w * E}{f_y}}$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 70.864$$

$$18.997 \leq 70.864$$

Por lo tanto;

$$Cv = 1.0$$

❖ **Determinación de la Resistencia Nominal por Corte de Viga:**

$$Vt = 0.6 * Cv * Aw * fy$$

$$Vt = 84.036 \text{ kN}$$

❖ **Resistencia de Diseño:**

Resistencia de Diseño a Corte.

$$\phi v * Vt \geq Vn$$

$$84.036 \text{ kN} \geq 19.039 \text{ kN}$$

Capacidad \geq Demanda

❖ **Relación Demanda/Capacidad:**

$$\left(\frac{Mu}{\phi b * Mn} \right)^2 + \left(\frac{Vn}{\phi v * Vt} \right)^2 = 0.243$$

$$0.243 \leq 1.00 \quad \text{(Cumple)}$$

3.6.5. Cálculo de las Tensiones y Deformaciones Utilizando SOLIDWORKS.

La carga aplicada al modelo se supone como una fuerza uniforme obtenida de su carga máxima.

Las cargas que tenemos son; Q1 = 1.842 kgf/cm (Carga Muerta) y Q2 = 14.366 kgf/cm (Carga Viva). Tendremos una carga total de:

$$Qt = Q1 + Q2 = 16.207 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$$

Su longitud de aplicación será el tramo de estudio (X1), que tiene una longitud de:

$$L = 68.4 \text{ cm}$$

Por lo que tenemos:

$$W = Qt * L = 1109 \text{ kgf}$$

Estas cargas se aplican en el área de contacto en la parte superior (ala superior) del larguero como puede observarse en la siguiente figura:

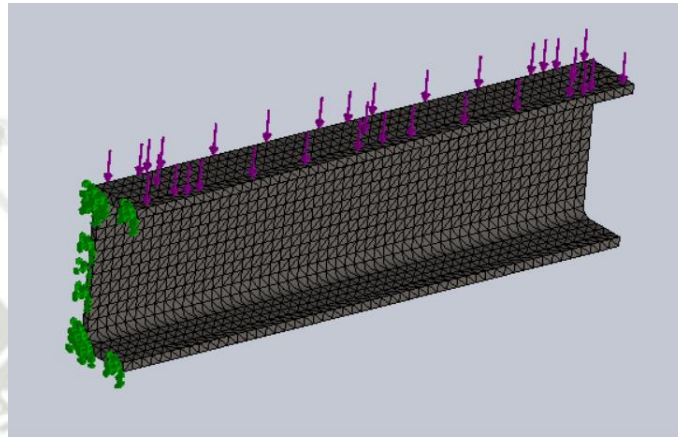


Figura 3.37 Aplicación de Cargas en el Travesaño

Fuente: Elaboración Propia

Las dimensiones de travesaño son:

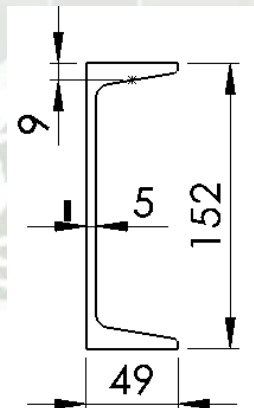


Figura 3.38 Vista de Travesaño C6x8.2

Fuente: Elaboración Propia

Resultados Obtenidos:

Las tensiones alcanzadas se detallan en las siguientes figuras, donde la tensión máxima es de 124.9 N/mm^2 dando un coeficiente de seguridad $N= 2.0$ y las deformaciones máximas encontradas son de 1.498 mm en la punta.

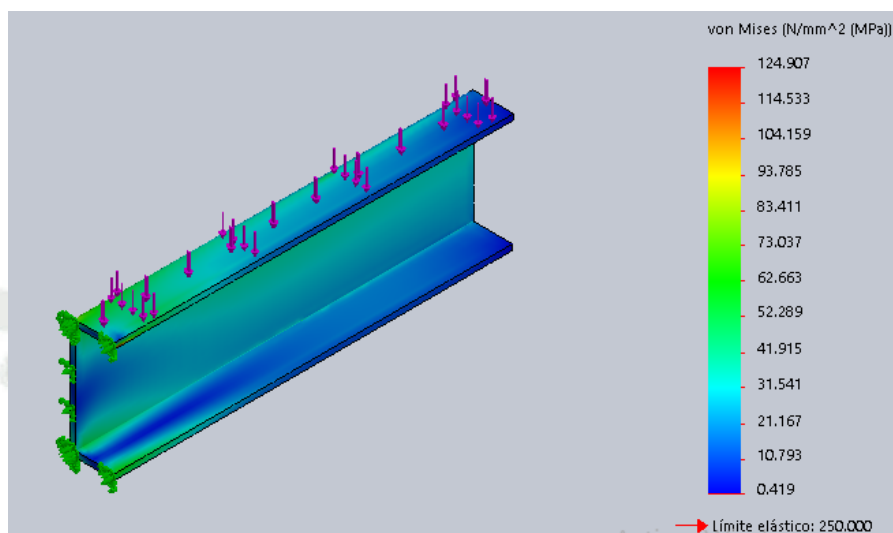


Figura 3.39 Tensiones Máximas en el Perfil.

Fuente: Elaboración Propia

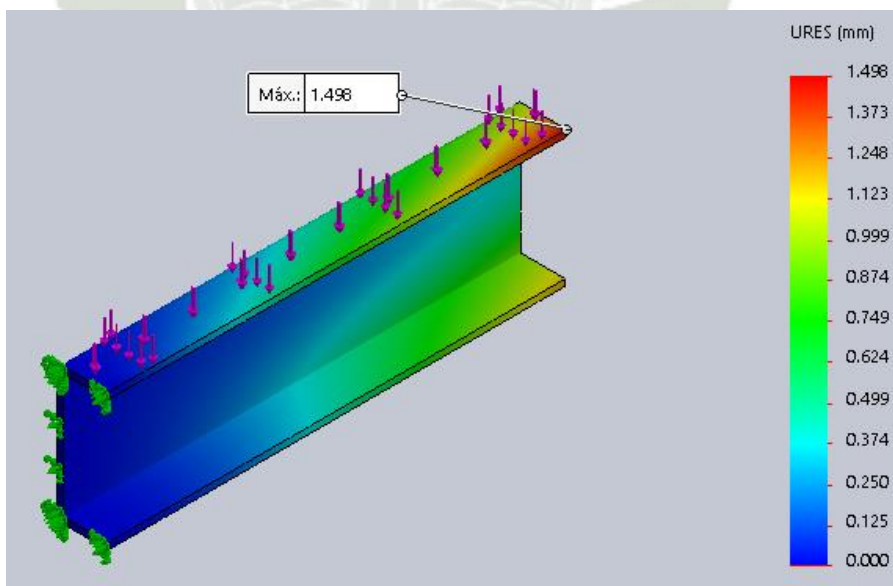


Figura 3.40 Deformación Máxima.

Fuente: Elaboración Propia

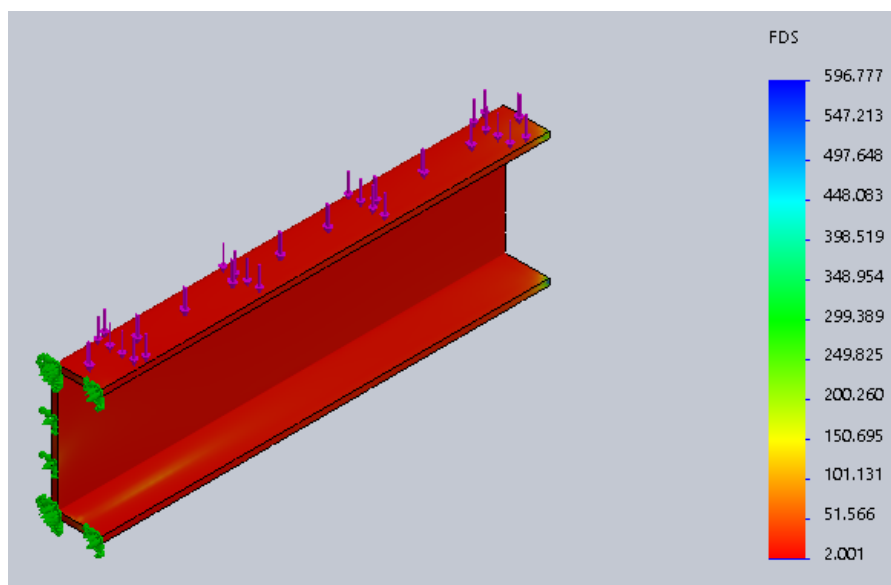


Figura 3.41 Factor de Seguridad

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta que se consideraron cargas estáticas y dinámicas por sobrecargas para garantizar la mayor resistencia de la estructura, y además no se tuvo en cuenta las Vigas Laterales que son las vigas que rodean a los travesaños y otorgan la rigidez necesaria en extremos de los travesaños. Se consideran correctos los resultados.

Las instalaciones de los travesaños tendrán una separación de 54.2 cm entre sí.

Resumen:

Resultados de Diseño de Travesaño	
	h 6.00 in
	B 1.92 in
	tw 0.20 in
	tf tf = 0.343 in
	Z 13.06 in ³

Figura 3.42 Resultados de Diseño de Travesaño.

Fuente: Elaboración Propia

3.7. Vigas Laterales y Ensamble del chasis:

Finalmente, para obtener la forma final del chasis de nuestra cama baja, se colocan los Vigas laterales, posterior y trasero, los cuales serán vigas tipo C que nos proporcionan una mayor rigidez y uniformidad, ya que la forma de estas permite una mejor conexión con los travesaños.

A continuación, vemos el ensamble de las partes principales del chasis de la estructura, que son las vigas principales, los travesaños y vigas laterales:

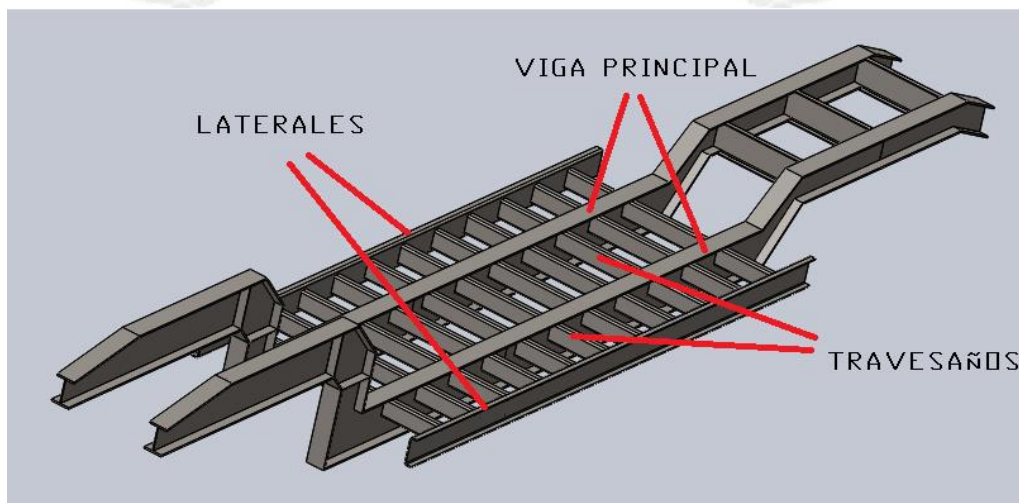


Figura 3.43 Chasis de Cama Baja

Fuente: Elaboración Propia

3.7.1. Cálculo de los Momentos Máximos en los Travesaños.

Se realiza dos análisis a la estructura, el primero aplicando la carga muerta (CM) o peso propio (gravedad) y el segundo aplicando la carga viva (CV).

❖ Carga Muerta (CM):

Usando Analisis Estatico en SolidWorks.

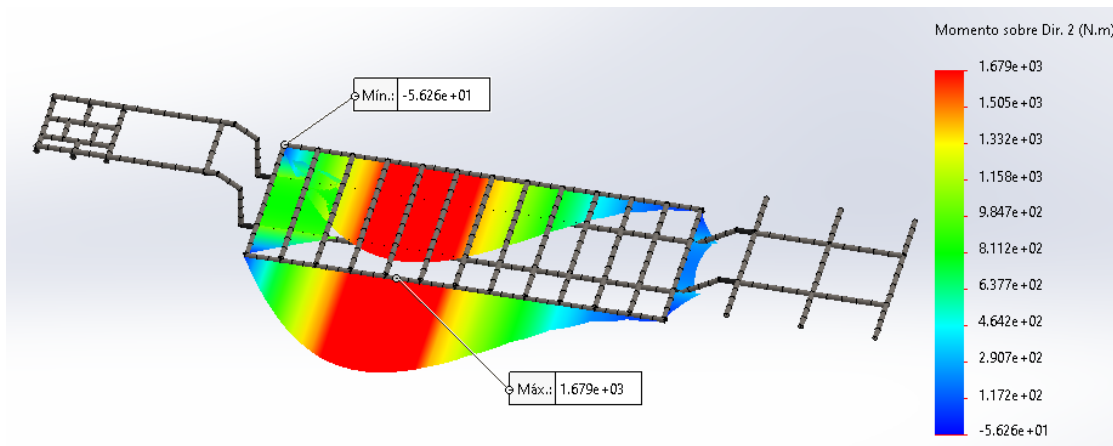


Figura 3.44 Diagrama de Momento Flector en Marco Lateral aplicando CM
Fuente: Elaboración Propia

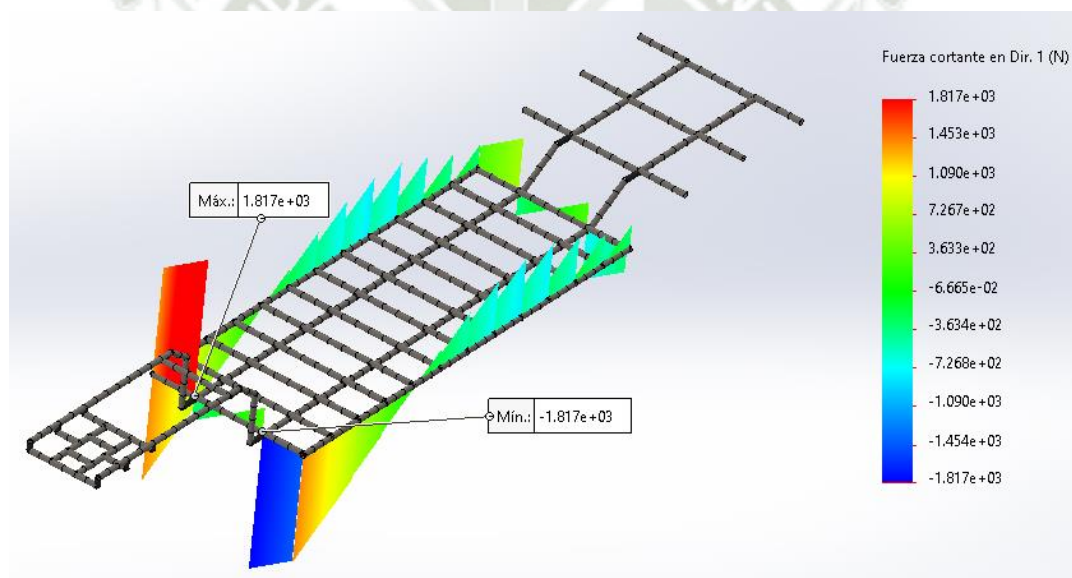


Figura 3.45 Diagrama de Esfuerzo Cortante en Marco Lateral aplicando CM
Fuente: Elaboración Propia

Resultados:

Tabla 3.6 Momento y Cortante Máximos de CM

Momento Flector Máximo	Mmax1 = 1.679 kN-m
Esfuerzo Cortante Máximo	Vmax1 = 1.817 kN

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Carga Viva (CV):**

Usando Analisis Estatico en SolidWorks.

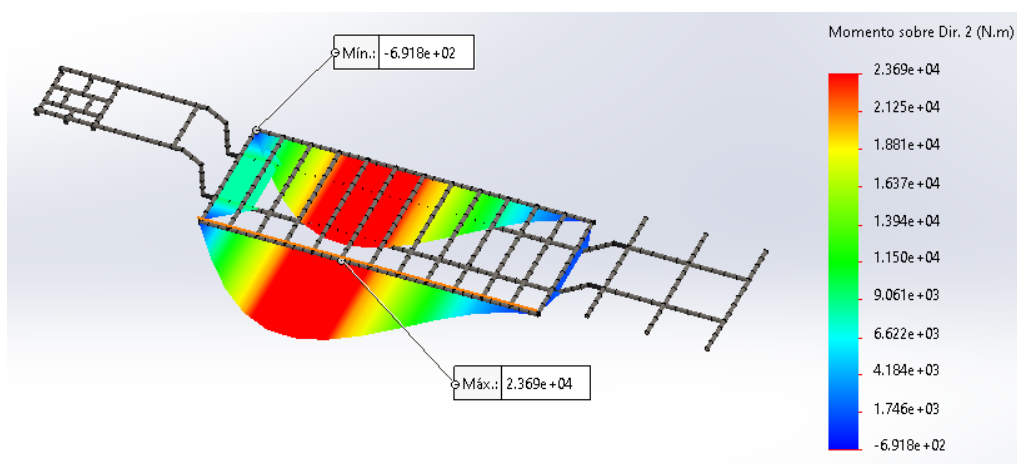


Figura 3.46 Diagrama de Momento Flector en Marco Lateral aplicando CV

Fuente: Elaboración Propia

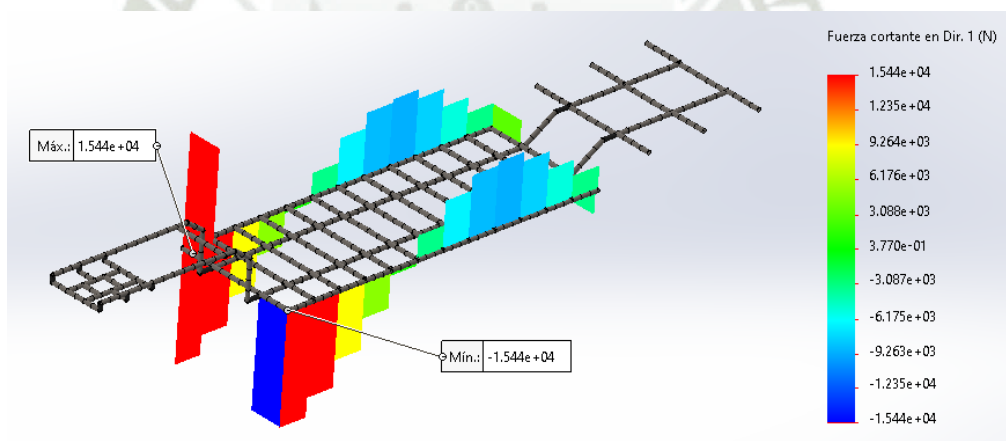


Figura 3.47 Diagrama de Esfuerzo Cortante en Marco Lateral aplicando CV

Fuente: Elaboración Propia

Resultados:

Tabla 3.7 Momento y Cortante Máximos de CV.

Momento Flector Máximo	Mmax2 = 23.69 kN-m
Esfuerzo Cortante Máximo	Vmax2 = 15.44 kN

Fuente: Elaboración Propia

3.7.2. Diseño a Flexión.

Para el diseño por flexión seguiremos la metodología del capítulo F (Diseño de Miembros a Flexión) de la norma AISC 360.

❖ Cálculo de Momento Actuante:

Aplicamos la combinación de cargas.

$$Mu = 1.2 M_{max1} + 1.6 M_{max2}$$

$$Mu = 39.919 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Mu = 4071 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

❖ Propuesta de perfil a partir del Módulo Plástico:

Acero ASTM A36:

$$F_y = 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E = 21000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Para almas de miembros laminados de sección C:

$$\phi_b = 0.9$$

Resistencia Nominal en Flexión, Mu:

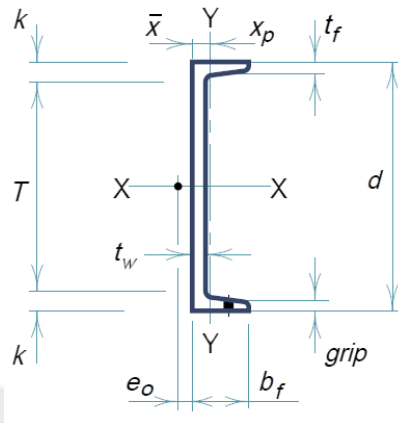
$$Mu \leq \phi_b \cdot f_y \cdot Z$$

$$Z = \frac{Mu}{\phi_b \cdot F_y} = 178.77 \text{ cm}^3$$

$$Z = 10.909 \text{ in}^3$$

Seleccionaremos de Tablas:

Canal C10x15.3



$$h = d = 10.00 \text{ in}$$

$$bf = 2.598 \text{ in}$$

$$tw = 0.24 \text{ in}$$

$$tf = 0.437 \text{ in}$$

$$T = 8 \text{ in}$$

$$ho = 9.563 \text{ in}$$

$$ry = 0.713 \text{ in}$$

$$Ix = 67.4 \text{ in}^4$$

$$Sx = 13.5 \text{ in}^3$$

$$Zx = 15.8 \text{ in}^3$$

Figura 3.48 Marco Lateral Propuesto

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Factor de seguridad:**

$$FS = n = \frac{\phi_b * Fy * Zx}{Mu}$$

$$n = 1.448$$

❖ **Clasificación de la sección de acuerdo a su Esbeltez:**

Para determinar la esbeltez nos vamos capítulo B (Requisitos de Diseño) de la norma AISC 360, y hacemos uso de la Tabla B4.1b. **(ANEXO 2)**.

Para clasificar sus valores límite como secciones Compactas, No Compactas y Esbeltas, se aplica de la misma criterio anteriormente mencionado y usado, de lo que tenemos:

✓ ALAS (elementos no atiesados - caso 10):

$$\lambda_{ala} = \lambda_f$$

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 * t_f} = 2.973$$

$$\lambda_{pf} = 0.38 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.948$$

En Ala $\lambda_f = \lambda_{pf} \rightarrow$ Elemento Compacto

✓ ALMA (elementos atiesados - caso 15):

$$\lambda_{alma} = \lambda_w$$

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w} = 41.639$$

$$\lambda_{pw} = 3.76 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 108.327$$

En Alma $\lambda_w = \lambda_{pw} \rightarrow$ Elemento Compacto

❖ Cálculo de Momento Nominal:

Siguiendo con nuestro diseño por flexión, se tiene que al ser nuestra viga un Miembro Compacto de Sección H de Simetría Doble y Canales Flectados en torno a su eje mayor. Por lo tanto, nos ubicamos en la sección F2 de la AISC 360. **(ANEXO 3)**

1. Fluencia de Ala de Compresión (Y)

$$M_{n1} = M_p = F_y * Z_x$$

$$M_p = F_y * Z_x = 64.239 \text{ kN} * \text{m}$$

$$\mathbf{M_{n1} = 6.551 \text{ Ton} * \text{m}}$$

2. Pandeo Lateral Torsional (LTB)

Para iniciar el cálculo consideramos un L_b igual a separación de los travesaños, obteniendo:

L_b = Longitud no arriostrada lateralmente

$$L_b = 54.2 \text{ cm}$$

L_p = Longitud límite de comportamiento plástico

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 91.83 \text{ cm}$$

Cuando $L_b \leq L_p$, el estado límite de pandeo lateral-torsional no aplica.

Pandeo Lateral torsional inelástico (ZONA 1)

$$L_b \leq L_p$$

$M_n2 = \text{No APLICA}$

Finalmente:

$$M_n = \min(M_n1, M_n2)$$

$$\mathbf{M_n = M_n2}$$

❖ **Resistencia de Diseño:**

Resistencia de Diseño en Flexión.

$$\Phi_b * M_n \geq M_u$$

$$(0.9) * 6551 \text{ kgf} * m \geq 4070.58 \text{ kgf} * m$$

$$\mathbf{5.896 \text{ Ton} * m \geq 4.071 \text{ Ton} * m}$$

CAPACIDAD \geq DEMANDA

3.7.3. Diseño a Corte.

Para el diseño por flexión seguiremos la metodología del capítulo G (Diseño de Miembros en Corte) de la norma AISC 360. Para secciones tipo Canales.

❖ Resistencia de Corte en secciones I:

Resistencia Nominal de Corte, V_n , es:

$$V_n \leq \phi_v * V_t$$

$$V_t = 0.6 * F_y * A_w * C_v$$

$$A_w = h * t_w = 12.395 \text{ cm}^2$$

Para almas de miembros laminados de sección C:

$$\phi_v = 1.0$$

❖ Cálculo de Momento Actuante:

Aplicamos la combinación de cargas.

$$V_n = 1.2 V_{max1} + 1.6 V_{max2}$$

$$V_n = 26.884 \text{ kN}$$

$$V_n = 2741.446 \text{ kgf}$$

❖ Material:

Acero ASTM A36:

$$F_y = 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$E = 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

❖ Determinación del Parámetro C_v :

Esbeltz del alma:

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w} = 33.311$$

$$kv = 5.00 \quad (\text{Perfil C})$$

Caso 1:

$$\frac{h}{tw} \leq 1.10 * \sqrt{\frac{kw * E}{fy}} \quad ; \quad \frac{h}{tw} \leq 70.864$$

$$33.311 \leq 70.864$$

Por lo tanto;

$$Cv = 1.0$$

❖ Determinación de la Resistencia Nominal por Corte de Viga:

$$Vt = 0.6 * Cv * Aw * fy$$

$$Vt = 184.521 \text{ kN}$$

❖ Resistencia de Diseño:

Resistencia de Diseño a Corte.

$$\phi v * Vt \geq Vn$$

$$184.521 \text{ kN} \geq 26.884 \text{ kN}$$

$$\text{Capacidad} \geq \text{Demanda}$$

❖ Relación Demanda/Capacidad:

$$\left(\frac{Mu}{\phi b * Mn} \right)^2 + \left(\frac{Vn}{\phi v * Vt} \right)^2 = 0.503$$

$$0.503 \leq 1.00 \quad (\text{Cumple})$$

Resumen:

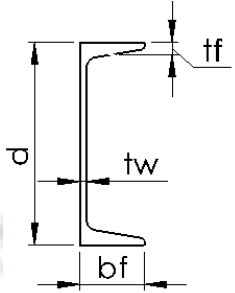
Viga Lateral C10x15.3	
	d 10.00 in
	bf 2.598 in
	tw 0.24 in
	tf 0.437 in
	Z 15.8 in³

Figura 3.49 Resultados de Diseño de Marco Lateral

Fuente: Elaboración Propia

3.8. Diseño del Plato de Giro.

El plato de giro siempre se encuentra en contacto con la quinta rueda la cual soporta las cargas transmitidas del semirremolque hacia el tracto camión.

El plato de giro estará diseñado para soportar cargas a Compresión como a Tensión, estos debido a que el cabezal soporta una fuerza de arrastre igual al peso de la plataforma más la carga a transportar.

El king pin se localiza en el centro del plato de enganche, que es una placa de metal fijada en la parte inferior del frente del chasis.

3.8.1. Fuerzas Resultantes en la zona de los apoyos.

Las fuerzas resultantes o reacciones en los apoyos se obtendrán de nuestro modelo en SolidWorks, del cual se obtiene resultados para ambos análisis realizados. Considerando la estructura sin carga (solo carga muerta) y considerando la estructura con su carga máxima (carga Viva + Carga Muerta), para obtener las reacciones principalmente en el Plato de Giro.

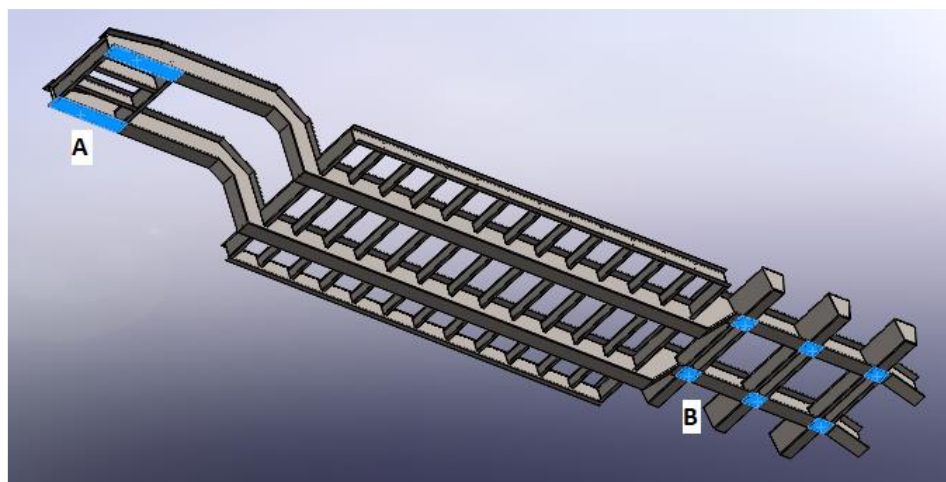


Figura 3.50 Estructura Principal y Puntos de Apoyo

Fuente: Elaboración Propia

- ❖ Primero, considerando Carga Muerta.

Tabla 3.8 Reacciones aplicando CM.

Ubicación de Apoyos	Nomenclatura	Reacciones (kgf)
Plato de Giro	Ra	2137
Suspensión	Rb	2863
Total	Rt	5000

Fuente: Elaboración Propia

- ❖ Primero, considerando Carga Muerta más Carga Viva.

Tabla 3.9 Reacciones aplicando CM y CV.

Ubicación de Apoyos	Nomenclatura	Reacciones (kgf)
Plato de Giro	RA	18245
Suspensión	RB	25755
Total	RT	44000

Fuente: Elaboración Propia

3.8.2. Cargas.

Tenemos esfuerzos de Compresión y Tensión mínimos y máximos, debido a que se toman en cuenta cuando plataforma esta sin carga y con carga.

Teniendo en consideración las reacciones obtenidas anteriormente para el King Pin, como se muestran en la Tabla N° 4.

$$\text{Carga Muerta:} \quad CM = 5000 \text{ kgf}$$

$$\text{Reacción King Pin} \quad Ra = 2097 \text{ kN} = 2137 \text{ kgf}$$

Por lo tanto, el plato de giro debe estar diseñada para para soportar una carga vertical, con un factor de seguridad mínimo de 3,5. La capacidad de arrastre (carga horizontal) debe ser de al menos el doble del PBV.

➤ **Compresión (Cargas Verticales).**

$$F_{ymin} = Ra = 2137 \text{ kgf}$$

$$F_{ymax} = RA = 18795 \text{ kgf}$$

➤ **Tensión (Cargas Horizontales).**

$$F_{xmin} = 2 * CM = 10000 \text{ kgf} = 98.067 \text{ kN}$$

$$F_{xmax} = 2 * (CM + CVT) = 8800 \text{ kgf} = 862.985 \text{ kN}$$

3.8.3. Esfuerzos.

Para determinar los esfuerzos producidos debido a las cargas combinadas, se procede a dimensionar el plato de giro en base a la geometría de la estructura.

Por otro lado, debe tener 132 cm (separación de vigas principales más ancho de ala de la viga) de ancho para las vigas principales se apoyan sobre ésta, y una longitud de 120 cm. Además, la plancha debe estar provista de una perforación de 7.62 cm (3 pulg.) para la instalación del King Pin.

El espesor de la plancha se determinará mediante itinerancia, asumiendo el valor de éste y verificando que el factor de seguridad estático (n_s) sea mayor de 3,5.

Para cálculo tendremos referencia de los capítulos 5 y 6 del libro Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. (Shigley, 2012)

Los esfuerzos se determinan mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ = Esfuerzo Normal

F = Fuerza

A = Área

Asumiendo que el plato de giro tiene un espesor de $\frac{1}{2}$ " (12 mm), reemplazando los datos se tiene:

$$a = 132 \text{ cm (ancho)}$$

$$l = 120 \text{ cm (largo)}$$

$$e = 1.2 \text{ cm (espesor)}$$

$$p = 7.62 \text{ cm (perforación)}$$

Se tomará un área de contacto del Plato de Giro y la Quinta Rueda para el cálculo, que tendrá un diámetro (D) de:

$$D = 86 \text{ cm}$$

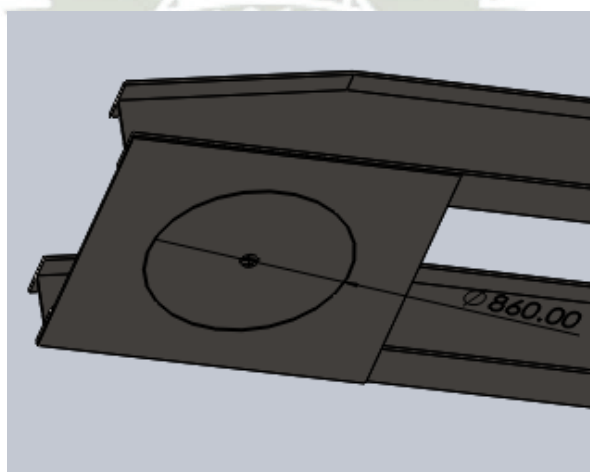


Figura 3.51 Plato de Giro Convencional.

Fuente: Elaboración Propia

3.8.4. Cálculo de Esfuerzos

❖ Tensión:

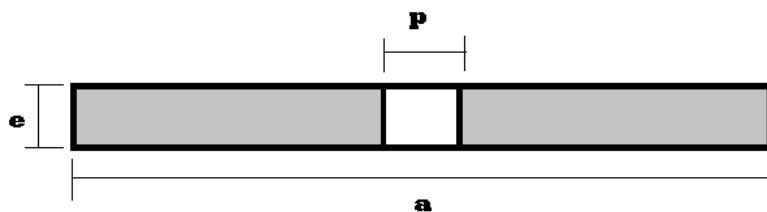


Figura 3.52 Vista frontal plato de giro

Fuente: Elaboración Propia

$$Ax = e * (a - p) = 157.963 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{x\min} = \frac{Fx\min}{Ax} = 63.306 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{x\max} = \frac{Fx\max}{Ax} = 557.094 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

❖ Compresión:

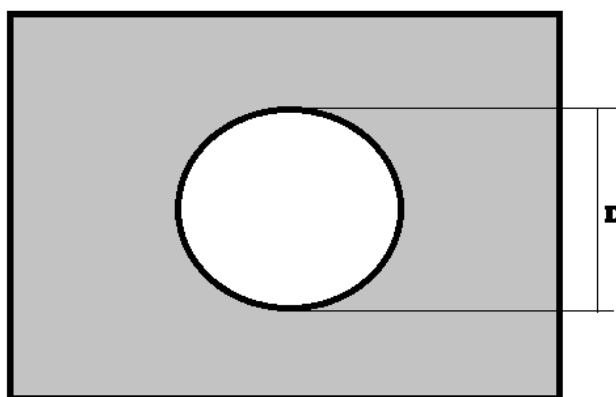


Figura 3.53 Vista inferior de plato de giro

Fuente: Elaboración Propia

$$Ay = \pi * \frac{D^2}{4} = 5808.805 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{y\min} = \frac{Fy\min}{Ay} = 0.368 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{y\max} = \frac{Fy\max}{Ay} = 3.141 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

3.8.5. Diseño Estático.

Elemento a considerar Acero A-36, cuyas propiedades son:

$$S_y = f_y = 2530 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad S_{ut} = 4100 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

❖ Esfuerzos Principales:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

Donde:

$$\sigma_1 > \sigma_2 \quad \tau_{xy} = 0$$

Reemplazando:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_{x\max} + \sigma_{y\max}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x\max} - \sigma_{y\max}}{2}\right)^2} = 557.094 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_{x\max} + \sigma_{y\max}}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x\max} - \sigma_{y\max}}{2}\right)^2} = 3.141 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

❖ Teoría de Energía de Distorsión (ED):

Esfuerzo de Von Mises σ' :

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2^2 + 3 * \tau^2} = 555.53 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

❖ Factor de Seguridad Estático:

$$n_s = \frac{S_y}{\sigma'} = 4.554$$

4.554 > 3.50

¡OK!

3.8.6. Diseño Dinámico.

❖ Esfuerzos Fluctuantes:

Mediante la teoría de la energía de distorsión aplicada a la fatiga, se encuentran esfuerzos equivalentes tanto para los esfuerzos amplitud como para los esfuerzos medios, mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$$

σ_m = Esfuerzo Medio

σ_a = Esfuerzo Amplitud

Con estos esfuerzos podemos determinar el factor de diseño en el diagrama que la línea de Goodman Modificada, como se aprecia en la siguiente figura:

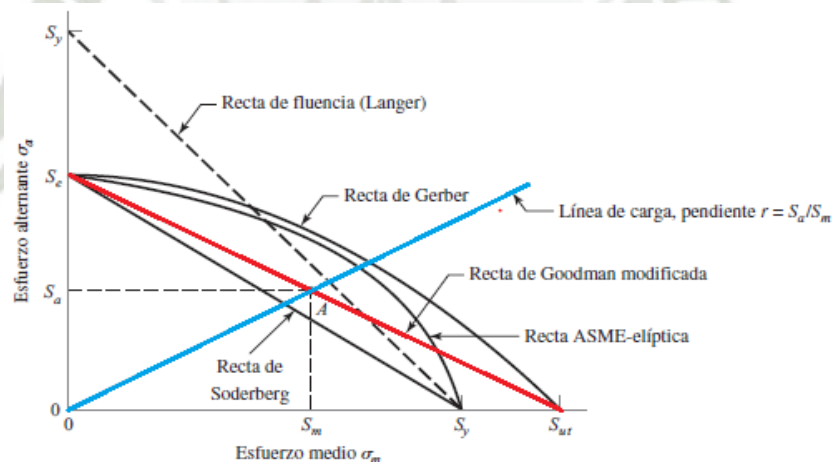


Figura 3.54 Línea de Goodman Modificada

Fuente: (Shigley, 2012)

Factor de Seguridad Goodman Modificada:

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{1}{n}$$

S_e = Limite de Resistencia a la Fatiga

S_{ut} = Esfuerzo último de Tracción

Reemplazando tenemos:

Tensión:

$$\sigma_{xm} = \frac{\sigma_{xmax} + \sigma_{xmin}}{2} = 310.2 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\sigma_{xa} = \frac{\sigma_{xmax} - \sigma_{xmin}}{2} = 246.894 \frac{kgf}{cm^2}$$

Compresión:

$$\sigma_{ym} = \frac{\sigma_{ymax} + \sigma_{ymin}}{2} = 1.754 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\sigma_{ya} = \frac{\sigma_{ymax} - \sigma_{ymin}}{2} = 1.387 \frac{kgf}{cm^2}$$

Cortantes:

$$\tau_{xym} = 0 \quad \tau_{xya} = 0$$

❖ **Teoría de Energía de Distorsión:**

Se calcula mediante el esfuerzo de Von Mises para el estado de esfuerzo biaxial.

Donde:

$$\sigma_m' = \sqrt{\sigma_{xm}^2 - \sigma_{xm} * \sigma_{ym} + \sigma_{ym}^2 + 3 * \tau_{xym}^2}$$

$$\sigma_a' = \sqrt{\sigma_{xa}^2 - \sigma_{xa} * \sigma_{ya} + \sigma_{ya}^2 + 3 * \tau_{xya}^2}$$

Reemplazando tenemos:

$$\sigma_m' = \sqrt{372.181^2 - 372.181 * 2.302 + 2.302^2 + 3 * 0^2} = 309.327 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\sigma_a' = \sqrt{280.607^2 - 280.607 * 1.736 + 1.736^2 + 3 * 0^2} = 246.204 \frac{kgf}{cm^2}$$

❖ **Limite Resistente a Fatiga:**

$$Se = ka * kb * kc * kd * ke * kf * Se'$$

Reemplazando:

▪ **Factor de Superficie.**

$$ka = a * Sut^b = 4.51 * Sut^{-0.265} = 0.922$$

▪ **Factor de Tamaño.**

$$kb = 1$$

▪ **Factor de Carga.**

$$kc = 1$$

- **Factor de Temperatura.** $kd = 1$
- **Factor de Confiabilidad.** $ke = 1$
- **Factor de Efectos Varios.** $kf = 1$
- **Resistencia a la tensión máxima.**

$$Se' = 0.5 * Sut = 2050 \frac{kg}{cm^2}$$

Entonces tenemos:

$$Se = 0.922 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 2050 \frac{kg}{cm^2}$$

$$Se = 1889.66 \frac{kg}{cm^2}$$

❖ **Factor de Seguridad Dinámico:**

Criterio de falla ante esfuerzo de Goodman Modificado tenemos:

$$\frac{\sigma_a}{Se} + \frac{\sigma_m}{Sut} = \frac{1}{n}$$

$$n_d = \frac{1}{\frac{\sigma'_a}{Se} + \frac{\sigma'_m}{Sut}} = 4.861$$

$$4.861 > 3.50 \quad \text{¡OK!}$$

3.8.7. Cálculo de las Tensiones y Deformaciones Utilizando SOLIDWORKS.

Se procede a ensayar el conjunto de soporte del perno rey en Solidworks, considerando las fuerzas horizontales y verticales calculadas anteriormente.

$$F_{ymas} = 18245 \text{ kgf} \quad F_{xmin} = 1000 \text{ kgf} \quad D = 0.86 \text{ m}$$

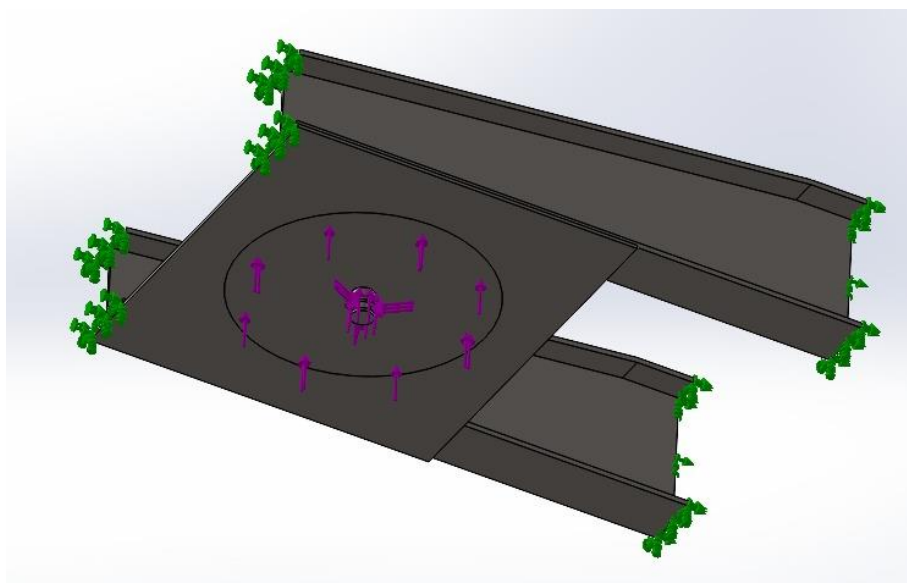


Figura 3.55 Aplicación de Cargas al Plato de Giro

Fuente: Elaboración Propia

Las tensiones máximas alcanzadas en el conjunto son de 187.043 N/mm^2 , dando un coeficiente de seguridad $N= 1.34$ y un desplazamiento máximo de 0.847 mm en la zona donde se asienta el semirremolque sobre la quinta rueda del camión. Tal como se muestra a continuación:

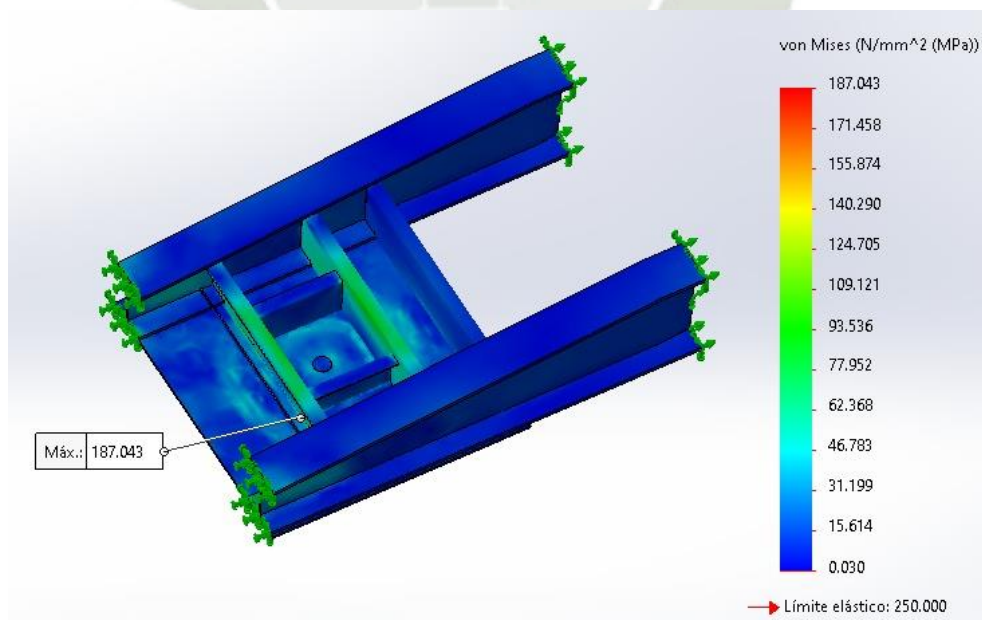


Figura 3.56 Tensiones Máximas del Soporte del King Pin

Fuente: Elaboración Propia

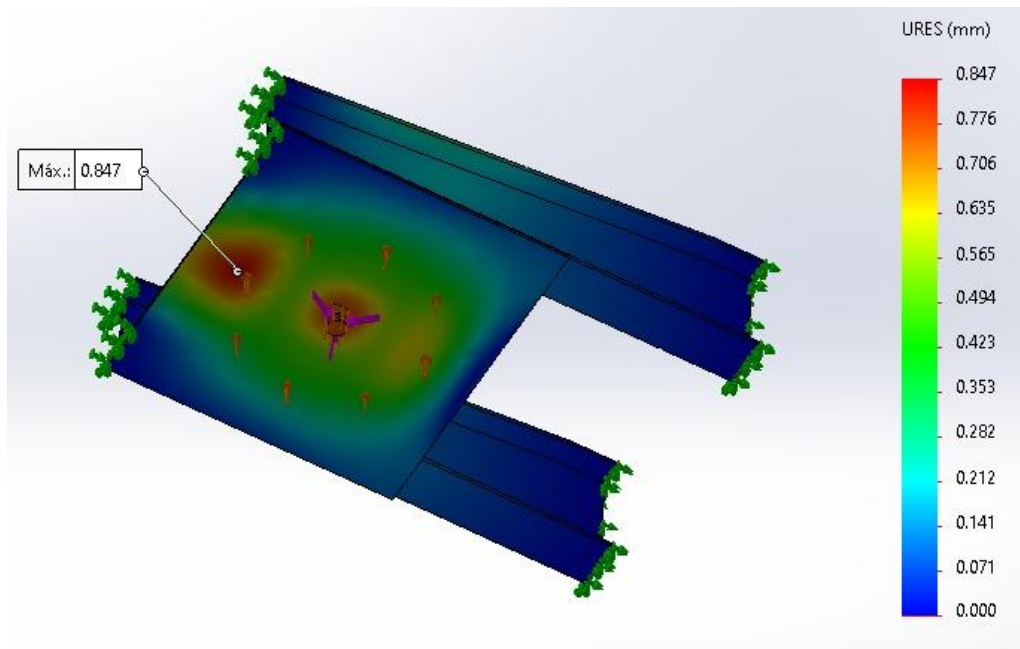


Figura 3.57 Desplazamiento Máximo en Plato de Giro

Fuente: Elaboración Propia

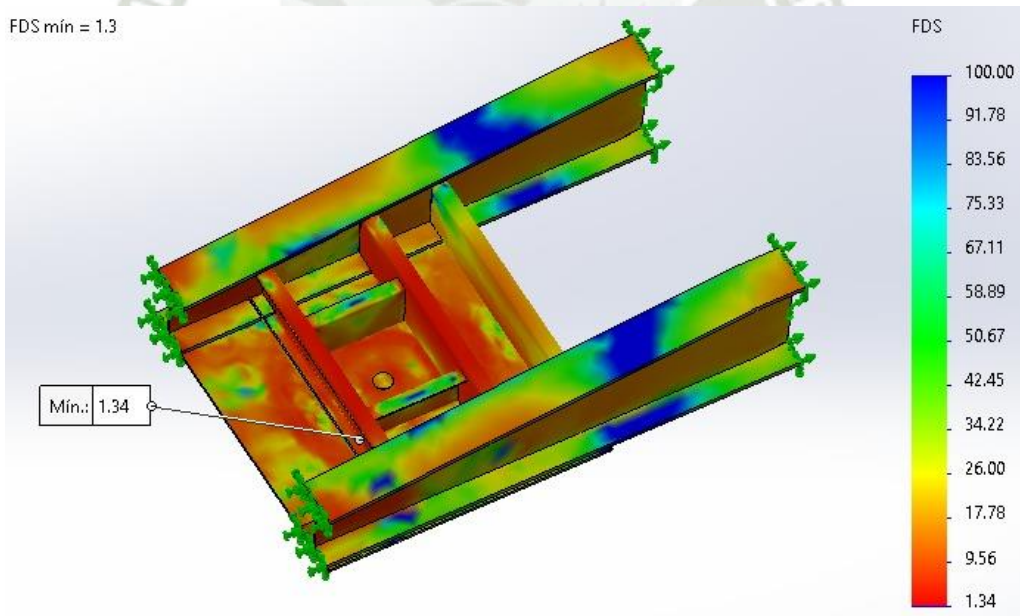


Figura 3.58 Factor de Seguridad del Plato de Giro

Fuente: Elaboración Propia

3.9. Análisis Global de Cama Baja mediante es uso de SolidWorks.

Las tensiones alcanzadas se detallan en las siguientes figuras, donde la tensión máxima es de 133.6 N/mm² dando un coeficiente de seguridad N= 1.871 y las deformaciones máximas encontradas son de 8.746 mm en la parte central del chasis.

Los resultados se aprecian en las siguientes imágenes:

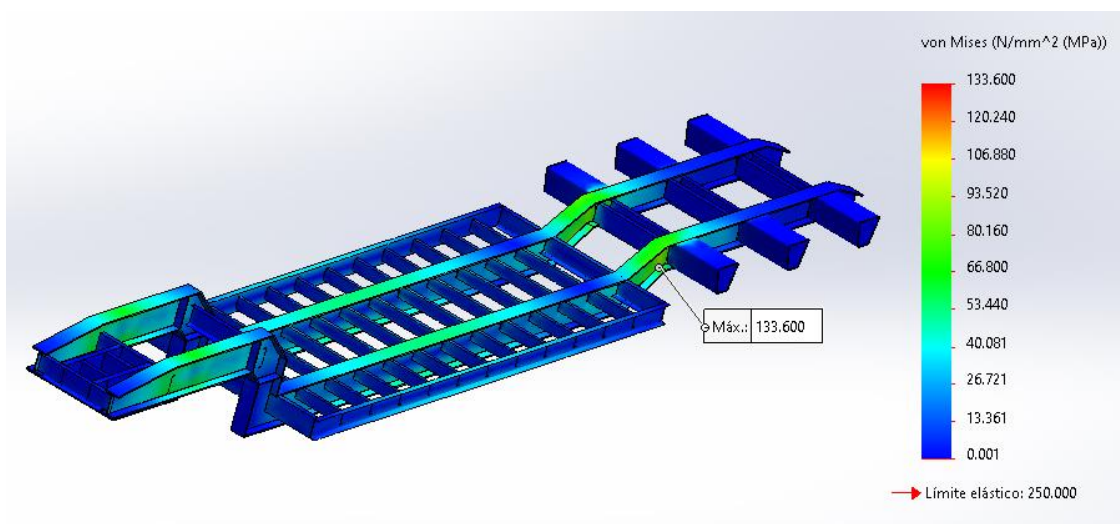


Figura 3.59 Tensiones Máximas en el Perfil.

Fuente: Elaboración Propia

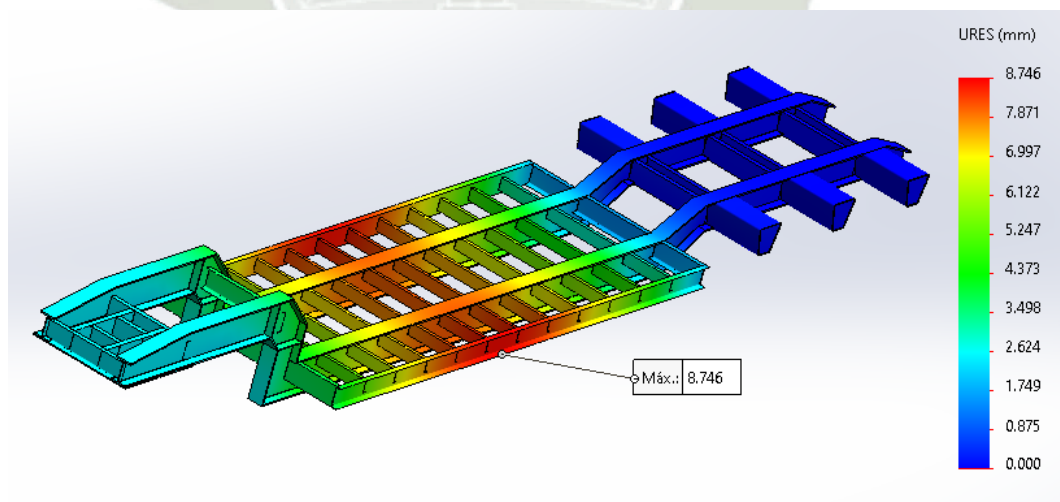


Figura 3.60 Deformación Máxima.

Fuente: Elaboración Propia

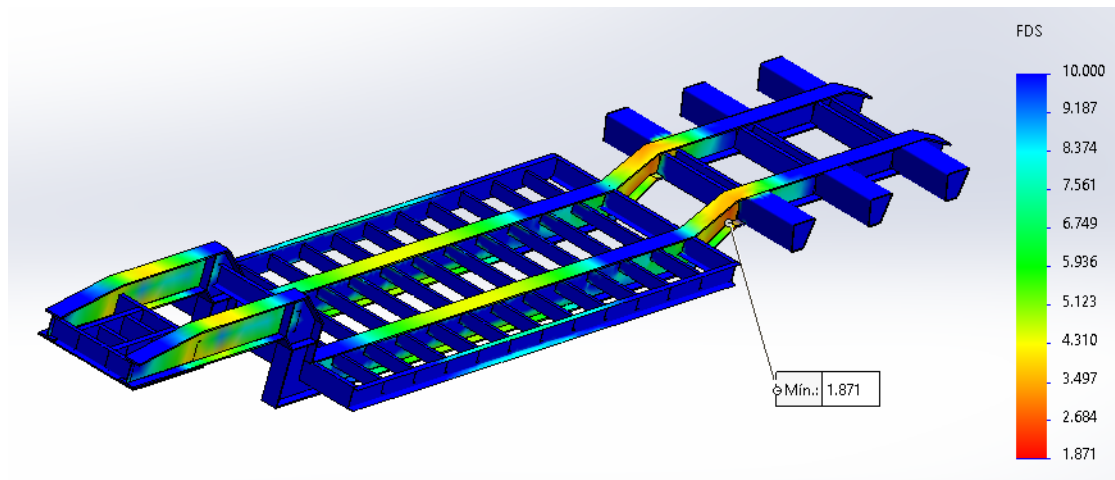


Figura 3.61 Factor de Seguridad

Fuente: Elaboración Propia

De la simulación de nuestra estructura se puede apreciar el comportamiento global al aplicar las cargas de diseño (CM y CV). Pudiendo así detectar las zonas más críticas y a la vez demostrar que nuestro diseño es el correcto, teniendo un factor de seguridad de 1.871.

3.10. Diseño de Soldadura.

El tipo de soldadura en su mayoría será de filete, los cordones de soldadura estarán ubicados en los laterales del alma de los travesaños. De preferencia la superficie del cordón de soldadura tiene que ser plana o ligeramente convexa para evitar posibles agrietamientos de la soldadura. Además, el análisis calculado se considera como un cordón de cara plana.

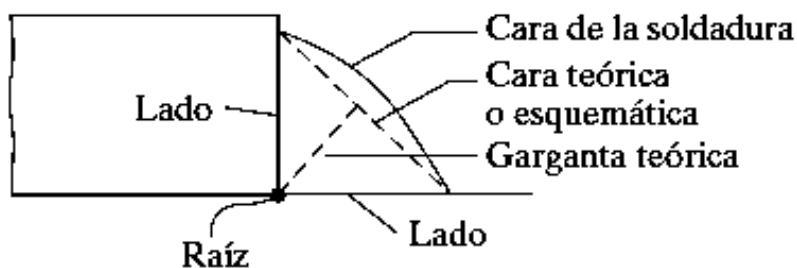


Figura 3.62 Soldadura Superficie Convexa de lados iguales

Fuente: (McCorman, 2012)

Para el filete de 45° o lados iguales, el grueso de la garganta es 0.707 veces el tamaño de la soldadura, que para nuestro análisis es lo que consideraremos. (McCorman, 2012)

Un punto importante a tener en cuenta es que se ha demostrado que las soldaduras de filetes cargadas transversalmente son apreciablemente más fuertes que las cargadas paralelamente al eje de soldadura.

Los tamaños de filete mínimos permisible de soldadura según la norma AISC se dan según la Tabla J2.4 de la Especificación de AISC, y son:

Tabla 3.10 Espesores mínimos para soldadura de filete

TAMAÑOS MÍNIMOS PARA LAS SOLDADURAS DE FILETE	
Espesor del material de la parte unida más delgada, pulg (mm)	Tamaño mínimo de las soldaduras de filete, pulg (mm)
Hasta $\frac{1}{4}$ (6)	$\frac{1}{8}$ (3)
Mayor de $\frac{1}{4}$ (6) hasta $\frac{1}{2}$ (13)	$\frac{3}{16}$ (5)
Mayor de $\frac{1}{2}$ (13) hasta $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{1}{4}$ (6)
Mayor de $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{5}{16}$ (8)

Fuente: (AISC, junio 22, 2010)

El lado o cateto Mínimo (t) será:

- Mayor o igual al necesario según al cálculo.
- Mayor o igual a los valores indicados en la Tabla 10 en función a al espesor del material de la parte más delgada.

El lado o cateto Máximo (t) será:

- Menor o igual al espesor del material para espesores menores a 6 mm.
- Menor o igual al espesor del material menos 2 mm para espesores mayores a 6 mm.

Longitud efectiva será:

- Mínima: Mayor o igual a 4 veces el lado nominal (t).
- Máxima: Calculada por diseño.

Cuando se hacen soldaduras, el material del electrodo deberá tener propiedades del metal base.

Para análisis de cálculo de la soldadura nos regiremos a las normas AISC y AWS D1.1. con guía del libro de McCorman de Diseño de Estructuras de Acero, Capítulo 14. (McCorman, 2012) (AWS, Julio 28, 2015)

3.10.1. Soldadura Unión Viga - Travesaño

El método de conectar los travesaños a la viga principal es mediante el corte de ambas vigas principales en forma de perfil C, de manera que nuestros travesaños sean pasantes atreves de ambas vigas y posteriormente ser soldados ambos elementos formando una estructura uniforme y rígida.

El análisis de soldadura parte del siguiente criterio:

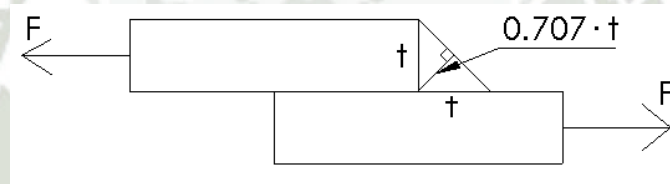


Figura 3.63 Soldadura de catetos iguales

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$$

Resistencia de Diseño:

$$\phi * R_w = \phi * F_w * A_c$$

$$\phi = 0.75 \quad (\text{TENSIÓN})$$

R_w = Resistencia de Diseño

F_w = Resistencia de Corte de Soldadura

A_c = Área de Corte

$$F_w = 0.6 * F_{Exx} \quad A_c = 0.707 * t * L$$

F_{Exx} = Resistencia del Electrodo

t = Espesor del Cordón

L = Longitud del Cordón

$$\phi * R_w = \phi * 0.6 * F_{Exx} * 0.707 * t * L$$

Diseño de la soldadura:

Supondremos que el espesor de soldadura (t'):

$$t' = 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

Dimensiones de los cordones de soldadura:

$$L1 = 140 \text{ mm} \quad L2 = 120 \text{ mm}$$

$$A1 = L1 * t = 14 \text{ cm}^2 \quad A2 = L2 * t = 12 \text{ cm}^2$$

$L1$ = longitud de Cordón 1

$L2$ = longitud Cordón 2

$A1$ = Área Cordón 1

$A2$ = Área Cordón 2

$$A_T = A1 + A2 = 26 \text{ cm}^2$$

$$X = \frac{A1 * \left(\frac{t'}{2}\right) + A2 * \left(\frac{t'}{2} + tw + t'\right)}{A_T} = 1.196 \text{ cm}$$

$$d = \frac{L1}{2} = 7 \text{ cm}$$

A_T = Área Total de ambos cordones

X = Distancia centro gravedad sentido horizontal

d = Distancia centro de gravedad sentido vertical

Momento Polar:

$$J_x = \frac{1}{12} * (t) * (L1)^3 + \frac{1}{12} * (t') * (L2)^3 = 372.667 \text{ cm}^4$$

Resistencia de Diseño:

$$\phi * R_w = \phi * 0.6 * F_{Exx} * 0.707 * t * L$$

Considerando un Electrodo a usar E7018:

$$E70 = 70 \text{ ksi} = 4925 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Reemplazando tenemos:

$$\emptyset * R_w = 0.75 * 0.6 * E70 * 0.707 * 1 = 1566.89 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Soldadura de Filete a Corte y Torsión:

$$f = \frac{T * d}{J}$$

f = Esfuerzo

T = Par de Torsión

d = Distancia al Centro de Gravedad de la soldadura al punto considerado

J = Momento Polar de Inercia de la Soldadura

$$f_h = \frac{T * v}{J} \quad f_v = \frac{T * h}{J}$$

f_h = Esfuerzo Componente Horizontal

f_v = Esfuerzo Componente Vertical

Conociendo nuestra longitud del travesaño en el tramo 1 (X1) e igualmente conociendo nuestra carga total (Qt), podremos realizar el estudio.

$$L = X1 = 0.684 \text{ cm}$$

$$Q_t = 16.207 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$$

$$P_u = \frac{Q_t}{2} * L = 554.295 \text{ kgf}$$

Calculando las Fuerza Resultante (f_s) obtendremos el espesor real (t_x) del cordón:

$$f_h = \frac{(P_u * L) * (d)}{J_x} = 712.155 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_v = \frac{(P_u * (L - X)) * (X)}{J_x} = 119.549 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_s = \frac{P_u}{A} = 21.319 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$fr = \sqrt{(fv + fs)^2 + fh^2} = 725.954 \frac{kgf}{cm^2}$$

El tamaño del cordón de soldadura será:

$$t_x = \frac{fr}{Rw} = 0.463$$

$$t = t_x * t' = 4.63 \text{ mm}$$

$$t \approx 5 \text{ mm}$$

Obteniendo así un lado del cateto mínimo del filete de 5 mm. E70, FCAW.

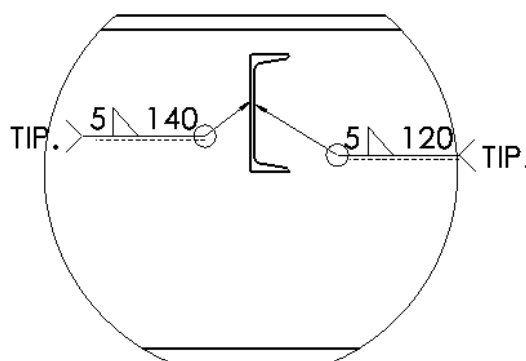


Figura 3.64 Longitud y Catetos de los cordones de soldadura

Fuente: Elaboración Propia

3.10.2. Soldadura Viga Principal

Para la viga principal el tipo de soldadura será de filete transversal a ambos lados, de manera continua a lo largo de toda nuestra viga.

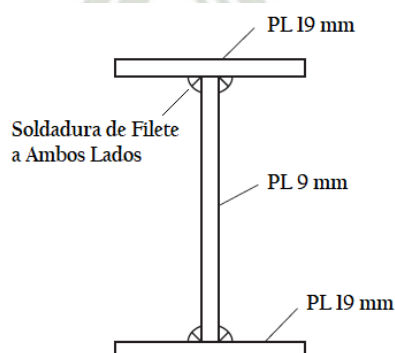
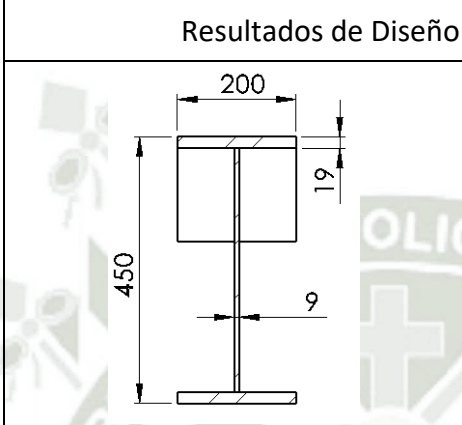


Figura 3.65 Representación de soldadura en Viga Principal

Fuente: Elaboración Propia

Para análisis de cálculo de la soldadura nos regiremos a las normas AISC y AWS D1.1.
con guía del libro de McCorman de Diseño de Estructuras de Acero, Capítulo 14.
(McCorman, 2012)

Tabla 3.11 Resultados de Diseño de Viga Principal.

Resultados de Diseño de Viga Principal		
	D	450 mm
	bf	200 mm
	tf	19 mm ~ 3/4 "
	tw	9 mm ~ 3/8 "
	h	412 mm
	Ix	974.5 in ³

Fuente: Elaboración Propia

$$A_f = b_f * t_f = 38 \text{ cm}^2$$

$A_f = \text{Área del Ala}$

$$A_w = h * t_w = 37.08 \text{ cm}^2$$

$A_w = \text{Área del Alma}$

$$h_o = D - t_f = 43.1 \text{ cm}$$

$h_o = \text{Distancia del Centroide de Alas al Centroide del Alma}$

Fuerza Total Aplicada:

$$P_u = 1.2 * CM + 1.6 * CV = 68400 \text{ kgf}$$

Calculando las Fuerza Resultante:

$$f_r = \frac{(P_u * A_f) * \left(\frac{h_o}{2}\right)}{I_x} = 1380.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$$

$$f_r = 7733 \frac{\text{lbf}}{\text{in}}$$

Resistencia de Diseño:

$$\phi * R_w = \phi * 0.6 * F_{Exx} * 0.707 * t * L$$

$$\phi = 0.90 \quad (\text{COMPRESIÓN})$$

Considerando un Electrodo a usar E7018:

$$E70 = 70 \text{ ksi} = 4925 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Considerando $t' = 1$ pulg. Reemplazando tenemos:

$$R_w = 0.90 * 0.6 * E70 * 0.707 * 1 = 2672 \frac{\text{lbf}}{\text{in}}$$

El tamaño del cordón de soldadura será:

$$t_x = \frac{f_r}{2 * R_w} = 0.145$$

$$t = t_x * t' = 0.145 \text{ in}$$

$$t \approx 3.68 \text{ mm}$$

Comparando con Tabla, tenemos que el espesor más grueso es de 19 mm, por lo tanto, el tamaño mínimo del filete será de 6 mm, con Electrodo E70XX.

$$6 \text{ mm} > 3.68 \text{ mm}$$

Cateto mínimo Recomendado > Demanda

3.10.3. Análisis de las Piezas Unidas Mediante Soldadura.

Las uniones soldadas de las diferentes piezas y elementos que componen la estructura de cama baja conforman una unión rígida permanente, capaces de soportar los esfuerzos que se transmiten entre las piezas.

El objetivo principal de las uniones soldadas es la de asegurar la continuidad de las piezas de la manera más óptima, siendo esta continuidad más perfecta en relación a la uniformidad de las soldaduras realizadas, mejorando la transmisión de dichos esfuerzos.

El tipo de soldadura a usar será FCAW-G con electrodo E71T-XX de 1.2 mm de diámetro con Gas de Protección de composición 100% CO₂.

a) Soldado de Viga Principal.

Tipo de soldadura: Filete.

Cordón de soldadura: 6 mm

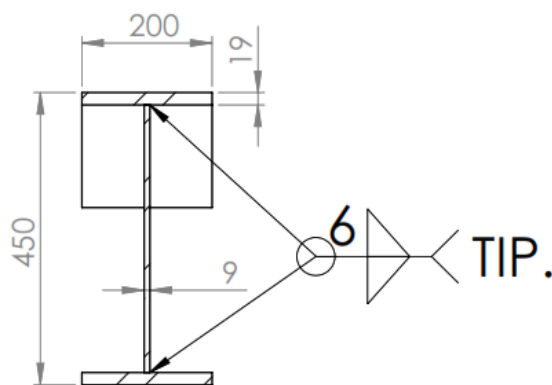


Figura 3.66 Detalle de soldadura Viga Principal

Fuente: Elaboración Propia

b) Unión a Tope de Viga Principal.

Tipo de soldadura: Tope

Cordón de soldadura: 13 mm

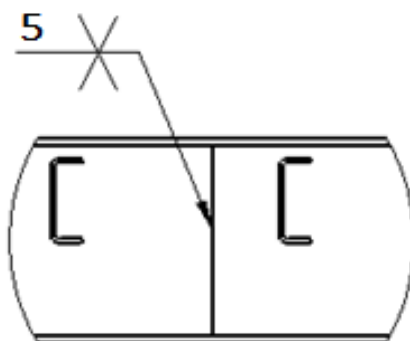


Figura 6.67 Soldadura a Tope Viga Principal

Fuente: Elaboración Propia

c) Unión Viga Principal y Travesaños.

Tipo de soldadura: Filete a ambos lados.

Cordón de soldadura: 5 mm

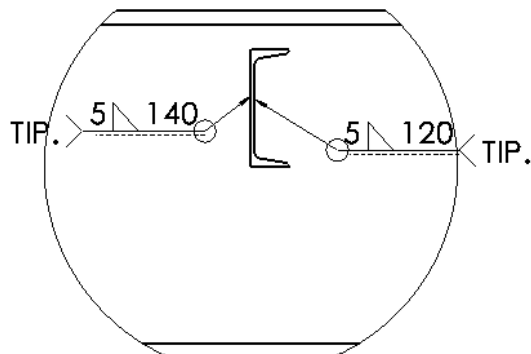


Figura 3.68 Soldadura de Viga Principal y Travesaños

Fuente: Elaboración Propia

d) Unión Travesaño y Vigas Laterales

Tipo de soldadura: Filete.

Cordón de soldadura: 5 mm

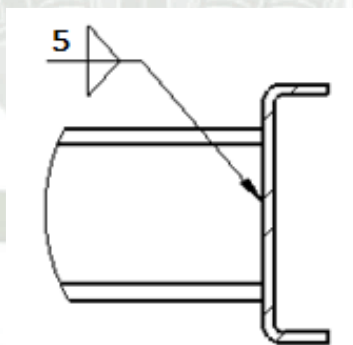


Figura 3.69 Soldadura Travesaño y Vigas Laterales.

Fuente: Elaboración Propia



4. PROCESO DE FABRICACIÓN DE VIGA PRINCIPAL Y SELECCIÓN DE ACCESORIOS.

4.1. Fabricación de Viga Principal.

Al ser nuestra Viga principal a dimensiones y espesores específicos determinados en el capítulo anterior; es por tal que esta viga no sea comercial y tenga que ser fabricada teniendo como material base plancha de acero comerciales según los espesores requeridos.

La metodología y proceso de fabricación seguirá una cadena de procesos, como son corte, armado, soldadura de planchas de acero.

La viga principal será dividida en cuatro partes, tal como se muestra a continuación:



Figura 4.1 División por tramos de Viga Principal

Fuente: Elaboración propia

- **Corte:**

Para este proceso se requiere un método práctico que permita optimizar costos y tiempos. El método de corte seleccionado para nuestro caso es Corte por CNC en un equipo automatizado.

Para el uso de este método se requiere la implementación de programas computacionales como AutoCAD para el modelado 2D, FastCAM y FastNEST para generar archivos de texto que serán reconocidos por nuestro equipo automatizado de corte CNC. Dichos programas nos permiten obtener un corte preciso acorde a las medidas y espesores solicitados en nuestros planos.

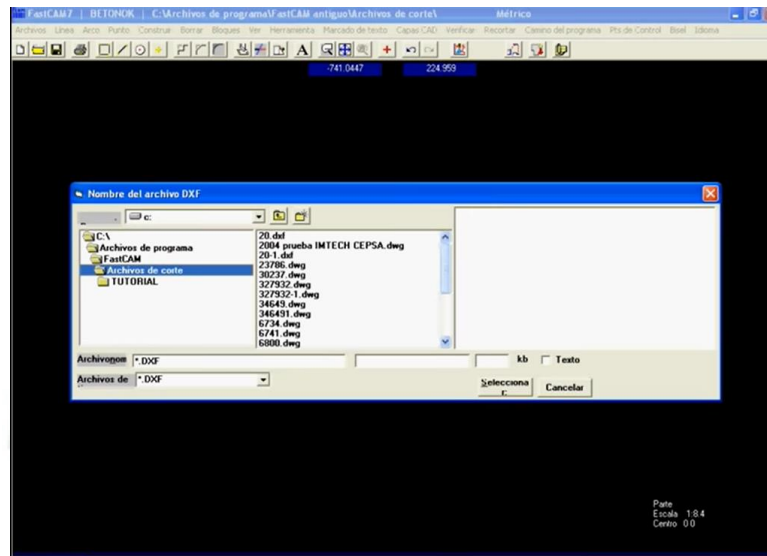


Figura 4.2 Programa FastCAM para corte por Plasma
Fuente: Elaboración propia

Se distribuye cada tramo sobre la dimensión de la plancha estructural a ser cortada. Para nuestro caso se utilizará una plancha de medidas comerciales de 9.00x1500x6000 metros, siendo nuestra distribución óptima la siguiente:

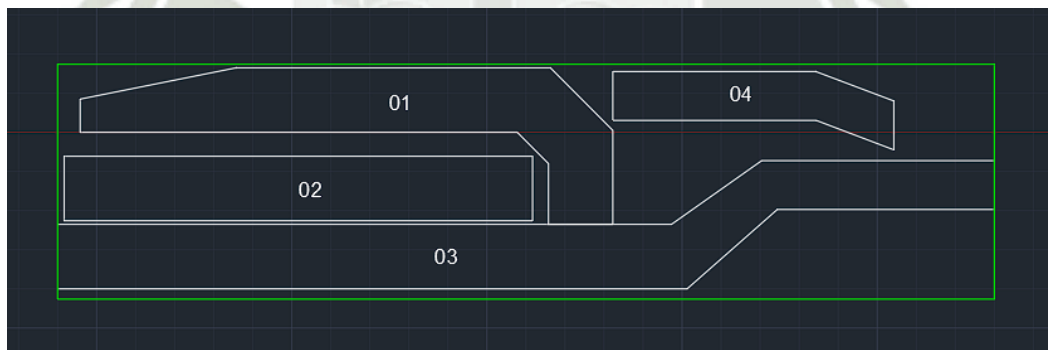


Figura 4.3 Cortes de Planchas para armado de Viga Principal
Fuente: Elaboración propia

- **Armado**

La viga principal al no ser laminados se les considera Perfiles Soldados o Perfiles Compuestos. La composición de las barras y diferentes elementos está generada por soldadura de las mismas.

Estos perfiles se adecúan perfectamente a los requerimientos de diseño de acuerdo al análisis estructural que se realiza.

Estos se forman por flejes de planchas de acero, unidas entre si mediante soldadura.

Características:

- Longitudes de 6000 mm.
- Son elementos ensamblados de estructuras generalmente de forma rectangular.

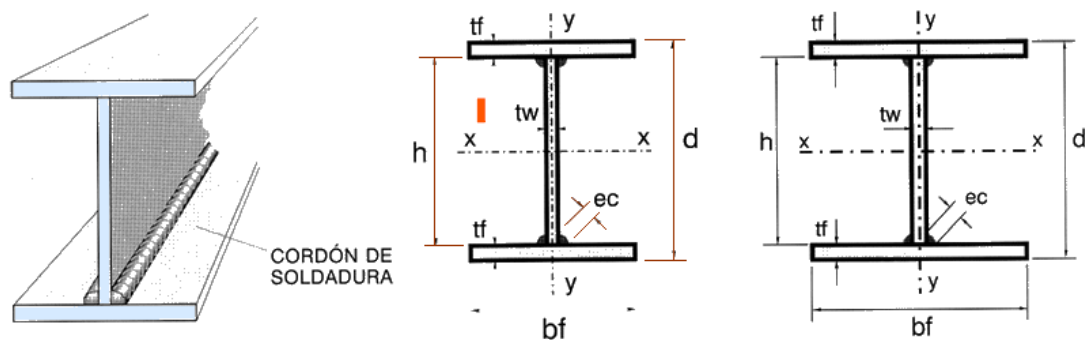


Figura 4.4 Perfiles soldados

Fuente: (Liriano, 2009)

- **Soldadura**

El tipo de soldadura aplicable en la construcción metálica es el arco eléctrico con electrodo metálico, aplicado manual, semiautomático o automáticamente. Los procesos aprobados en la norma del Reglamento del Distrito Federal son las soldaduras manuales con electrodo recubierto, la soldadura automática de arco sumergido, la protegida con gases y la soldadura con electrodo con corazón de fundente. Pueden utilizarse otros procesos si se califican adecuadamente para los casos en que se vayan a usar.

La soldadura de filete se obtiene depositando un cordón de metal de aportación en el ángulo diedro formado por las piezas. Su sección transversal es aproximadamente triangular.

Las soldaduras de penetración se obtienen depositando metal de aportación entre dos placas que pueden, o no, estar alineadas en su mismo plano. Pueden ser de penetración completa o parcial según que la fusión de la soldadura y el metal base abarque todo o parte del espesor de las placas, o de la más delgada de ellas.

Se procederá a seleccionar los diferentes componentes y accesorios necesarios para completar nuestra cama baja, basándonos en las cargas y reacciones obtenidas en los cálculos anteriores.

4.2. Cargas Totales para la Selección de Componentes.

Se toma en la cuenta la carga total de diseño para la plataforma cama baja.

$$Carga Muerta = 5000 \text{ kgf}$$

$$Carga Viva Total = 39000 \text{ kgf}$$

$$Wt = 44000 \text{ kgf}$$

Las reacciones se obtienen según la tabla 3.9, por lo que tenemos:

Tabla 4.1 Reacciones aplicando CM y CV.

Ubicación de Apoyos	Nomenclatura	Reacciones (kgf)
Plato de Giro	RA	18245
Suspensión	RB	25755
Total	RT	44000

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Selección del King Pin.

Para la selección del King Pin hay que tener en cuenta que este es un elemento estandarizado y fabricado con altos niveles de calidad, con alta resistencia al impacto, desgaste y fatiga. Ya que su función es de alta importancia.

La selección se realiza principalmente a dos factores, de acuerdo a la disponibilidad en el mercado local y al espesor del plato de giro, que para nuestro caso será de ½ pulgada (12.7 mm). Ver Anexo 4.



Figura 4.5 King Pin 3.5" C/Base Empenable 12mm

Fuente: Autopartes Ferrosos, 2022

Tabla 4.2 Caracterizas de King Pin

KING PIN	
MARCA	JOSTO
TIPO DE SUJECIÓN	Empernable
CAPACIDAD DE CARGA(Ton)	80
VALOR "D" (kN)	200
DIMENSIONES DEL CUELLO (mm)	89
GROSOR DE LA PLANCHA (mm)	12

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Selección de la Suspensión.

Para la selección de la suspensión es basada en el cálculo de las reacciones que se presentan en los puntos de apoyo (Tabla 5.1), en la condición cuando está sometida a la mayor carga de diseño.

$$RB = 25755 \text{ kgf} = 25.755 \text{ Ton}$$

La capacidad de la suspensión neumática es limitada 30,000 libras, por lo que se requiere para nuestra plataforma cama baja de 2 sistemas de suspensión neumática. Ver Anexo 5.

$$(2) * \text{Susp. Neuamtica} = (2) * 30000 \text{ lbf} \approx 26 \text{ Ton}$$



Figura 4.6 Suspensión Neumática con Brazos por debajo del Eje

Fuente: Watson & Clain, 2022

Tabla 4.3 Caracterizas de Suspensión

SUSPENSIÓN NEUMÁTICA	
MODELO	TA30U20
CAPACIDAD (Ton)	13
Carrera del Eje (Pulg)	9
Altura de manejo (Pulg)	6.5 - 17
Espacio del Eje (mm)	1310

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Selección de los Ejes.

Para a selección de los ejes se debe tener en consideración que ellos deben ser suficientemente robustos para que soporten la suspensión de la reacción máxima. Considerando 2 ejes, tenemos:

$$Reje = \frac{RB}{2} = 12.878 \text{ Ton}$$

La capacidad del eje viene limitada a 13 toneladas, para un eje utilizado comúnmente en este tipo de trabajos. Como se emplean dos ejes, tenemos una limitante final de 26 toneladas para los ejes. Ver Anexo 6.



Figura 4.7 Ejes para carretera y camión

Fuente: Autopartes Ferrosos, 2022

Tabla 4.4 Caracterizas de Ejes

EJE PARA REMOLQUE	
MARCA	
MEDIDA	77.5
MODELO	AMERICANO/EUROPEO/CAMA BAJA
CAPACIDAD (Ton)	13 por Eje
PARA ARO	22.5

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Selección de las Llantas.

Para el correcto funcionamiento de la cama baja es necesario considerar ciertos factores y condiciones para la selección de las llantas.

Se colocará 8 llantas que en el conjunto tendrá que transferir la reacción resultante hacia el piso, con lo que se necesita una llanta que soporte la carga de:

$$R_{llanta} = \frac{RB}{\#llantas} = 3.219 \text{ Ton}$$

Con la carga obtenida se selecciona un tipo de llanta con todas las especificaciones para que brinden el mejor funcionamiento y que sea fácil su adquisición en el mercado local. Ver Anexo 7.

Tabla 4.5 Caracterizas de Neumáticos

NEUMÁTICOS 12R22.5	
RIN	22.5
CAPACIDAD DE CARGA (Ton)	3.250
ESTÁNDAR	9
DIÁMETRO TOTAL (mm)	1085
ANCHO (mm)	300

Fuente: Elaboración Propia

4.7. Selección de Patines de Apoyo

Para nuestra cama baja consideramos el siguiente patín de apoyo.



Figura 4.8 Patines de Apoyo Cap. 80 Ton x 24

Fuente: Autopartes Ferrosos, 2022

Tabla 4.6 Caracterizas de Patines de Apoyo

PATINES DE APOYO	
CAPACIDAD DE CARGA ESTÁTICA (Ton)	80
CAPACIDAD DE ELEVACIÓN (Ton)	24
VIAJE MÁXIMO (pulg)	19
ALTURA DE MONTAJE (mm)	857
PESO ESTÁNDAR (kg)	112

Fuente: Elaboración Propia



5. CONTROL DE CALIDAD

Para garantizar un adecuado proceso de fabricación de la estructura debemos de ejecutar y seguir un control de los procesos a realiza, que nos permitirán llevar un seguimiento y control de todo el proceso de fabricación de la plataforma.

Podemos definir el control de calidad como la implementación de herramientas y mecanismo, que nos permitan mejorar la calidad de nuestros productos y servicios.

5.1. Introducción

Para el presente capítulo se elaborará un Plan de Calidad que garantice un control adecuado y calidad del proceso terminado. Se tiene como objetivo velar porque se cumplan los estándares internacionales y el sistema de gestión de calidad ISO 9001 Edición 2015.

5.2. Alcance

El presente capitulo tiene un alcance de todo el proceso de fabricación de nuestra estructura Plataforma Cama Baja, así mismo tiene un alcance mayor que permite poder aplicar este plan de calidad a otras fabricaciones metálicas como estructuras livianas y medianas, soportaría, tanques, cisternas y cualquier otro elemento que tenga q ser fabricado en taller.

Se abarca desde la recepción de materiales, habilitado, armado, soldado, pintura (preparación superficial y aplicación). Bajo normas que estarán indicadas en el Plan de Puntos de Inspección (PPI).

5.3. Objetivo

El objetivo del Plan de Calidad es hacer cumplir todas las especificaciones técnicas, normas y estándares de calidad acorde al mercado local e internacional.

El plan de calidad abarca todas las etapas de fabricación, como son:

- Recepción de materiales para fabricación, los que deberán contar con los certificados de calidad emitidos por los proveedores.
- Habilitado de material, trazo y corte de acuerdo a planos proporcionados para la fabricación y normativas vigentes para las tolerancias de fabricación.
- Armado de las estructuras, especificaciones de acuerdo al plano de fabricación, de la mano del Plan de Puntos de Inspección (PPI) y las normativas vigentes para las tolerancias de armado y montaje.
- Soldeo de estructuras, de acuerdo al Procedimiento asignado y a la normativa AWS D1.1 Ed, 2020.

5.4. Registros de Control.

Para mejorar los procesos de calidad durante la fabricación de la plataforma se tendrán los siguientes registros de control:

5.4.1. Registro de Control Dimensional.

Mediante el control dimensional se verificará que las dimensiones de nuestras piezas y componentes sean las correctas según a los planos de fabricación. Con esto nos aseguramos no tener problemas con el ensamblaje de la estructura.

Documentos de referencia:

- ISO 9001:2015 SISTEMAS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD-REQUISITOS
- AWS D1.1 Ed: 2020, Código de Soldadura de Estructural -Acero.
- Tolerancias aplicadas según AISC 303- 10, Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges.
- Plano de fabricación.

5.4.2. Registro de Inspección Visual de Soldaduras.

Una correcta aplicación y ejecución de la inspección visual de soldadura permitirá garantizar la calidad del proyecto de estructuras de acero. Nos regimos bajo la norma AWS

D1.1 2015 que posee estándares con mayor detalle y claridad sobre los requisitos de inspección visual.

Documentos de referencia:

- AWS D1.1-2020 Código de soldadura estructural-Acero.
- Especificaciones técnicas del cliente.
- Planos de fabricación.
- ASNT-TC-1A Práctica recomendada para la calificación y certificación del personal en END.
- AWS A3.0-2010 Definiciones y términos estándar de las soldaduras.
- AWS B1.11-2010 Guía para la inspección visual de soldadura.

5.4.3. Registro de Inspección Por Tintes Penetrantes.

Este tipo de inspección son un tipo de Ensayo No Destructivo por medio del cual nos permiten identificar defectos o discontinuidades en las juntas de los cordones de soldadura. Este ensayo se realiza mediante la utilización principalmente de tres elementos, un líquido Limpiador, un líquido Penetrante y un Debelador.

Al realizar un adecuado procedimiento de aplicación de tintes, podremos obtener detectar las discontinuidades en el área de aplicación de tintes.

Documentos de referencia:

- AWS D1.1_2020 Código de soldadura estructural-Acero
- ASTM E 165 Método de ensayo normalizado para Inspección por Líquidos Penetrantes.

5.4.4. Registro de Preparación Superficial y Pintado

Se controlarán principalmente la cantidad de capas, los tiempos de secado y espesores de pintura.

Tipo de Limpieza: Se seleccionará el método de limpieza a emplear, lo cual podemos revisar con mayor detalle en la Norma SSPC las diferentes categorías de preparación de superficie.

Documentos de referencia:

- ISO 9001:2015 SISTEMAS DE LA GESTIÓN DE CALIDAD- REQUISITOS
- Steel Structure Painting Council SSPC (Society for Protective Coatings)
- National American Corrosion Engineers NACE
- American Society for Testing and Materials ASTM
- Especificaciones contractuales
- Planos de fabricación aprobados

Del mismo modo debemos de tener protocolos o procedimientos control que nos permitan validar mediante pruebas y ensayos la calidad de la plataforma, y así poder tomar acciones correctivas en caso sea necesario.



5.5. Plan de Puntos de Inspección (PPI)

Tabla 5.1 Plan de Puntos de Inspección

CONTROL DE CALIDAD								CÓDIGO:		
PLAN								FECHA DE APROBACIÓN:		
PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI)								VERSIÓN:	01	
								PAGINA	1 de 1	
PROYECTO:	TESIS DISEÑO CAMA BAJA							LEYENDA		
ACTIVIDAD:								R: Revisión de Documentos	QC: Control de calidad	
CLIENTE:								M: Monitoreo(documentos)	SC: Supervisor de campo	
OC DE SERVICIO								V: Verificación y/o comprobación.	END: Evaluación de END certificado.	
FECHA DE PRESENTACIÓN:								E: Punto de Espera.		
No. REVISION:	0								QA/QC Aseguramiento de calidad y Control de calidad	
ACTIVIDADES A EJECUTAR										
MEDIDA DE CONTROL - RESPONSABLES - FRECUENCIA - INSTRUMENTOS - REGISTROS - OBSERVACIONES										
ITEM	ETAPA DE TRABAJO	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	¿QUÉ VERIFICAR?	MÉTODO DE INSPECCIÓN	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPOS DE CONTROL		
								SUPERVISION	REGISTROS RELACIONADOS	
1 Documentación Preliminar										
1.1	Revisión de Documentación Contractual	<ul style="list-style-type: none"> Propuesta técnica económica. Planos de Ingeniería básica. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Alcance Contractual. Normas Aplicables. Revisión de Plan de Calidad. Revisión del Plan de Inspección y Ensayos. 	Documental	100%	<ul style="list-style-type: none"> Propuesta técnica económica. Especificación técnica del cliente. 	R	R	Plan de Calidad.
1.2	Revisión de Planos de Ingeniería de Detalle	<ul style="list-style-type: none"> Planos de Fabricación aprobados. Documentación y/o transmittals del cliente. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Planos de Fabricación que estén aprobados. Dimensiones básicas y complementarias 	Documental	100%	<ul style="list-style-type: none"> Planos de Ingeniería de detalle del cliente aprobados. 	R	R	Lista de Planos de fabricación.
1.3	Equipos e Instrumentos de medición y control	<ul style="list-style-type: none"> Certificado de Calibración vigentes. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Verificación de de Calibración instrumentos. Trazabilidad de Calibración 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Documental 	Según tabla frecuencia de calibración equipos de medición y ensayo del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Incertidumbre de medición dentro del rango aceptable de instrumento. 	R	R	Control de equipos e Instrumentos para Pruebas de Ensayos

1.4	Documentación de personal END	<ul style="list-style-type: none"> Practica recomendada SNT-TC-1A Ed.2016 de la ASNT. Certificaciones y calificaciones del personal END vigentes. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Método o técnicas END aplicables. Vigencia de calificación del personal END. Verificar que sean Nivel II en END relacionados. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Documental 	Antes de ejecutar algún END	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a norma AWS D1.1 edición 2020, según aplique Cumplimiento de practica recomendada SNT-TC-1A 	R	R	<ul style="list-style-type: none"> Certificados de Personal NDT
1.5	Emisión de Plan de Calidad y PPI.	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Calidad. Plan de Puntos de Inspección (PPI). 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Calidad. Plan de Puntos de Inspección (PPI). 	<ul style="list-style-type: none"> Documental 	100%	<ul style="list-style-type: none"> Especificación Técnica del cliente. Propuesta Técnica Económica. 	R	R	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Calidad. Plan de Puntos de Inspección (PPI).
1.6	Revisión de procedimientos de fabricación.	<ul style="list-style-type: none"> Recepción de Materiales, Embalaje y Despacho. Control Dimensional en el armado. Inspección Visual de Soldadura. Preparación de Superficie y Aplicación de Pintura. Inspección por Líquidos Penetrantes. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Revisión del Plan de Procedimientos de Fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> Documental 	100%	<ul style="list-style-type: none"> Especificación Técnica del cliente. Propuesta Técnica Económica. 	R	R	<ul style="list-style-type: none"> Recepción de materiales, embalaje y despacho. Control dimensional en el armado. Inspección visual de soldadura. Inspección por Líquidos Penetrantes Preparación Superficial y Pintado.
2 Procedimiento de Soldadura y Calificación de Soldadores										
2.1	Emisión de procedimientos de soldadura (WPS)	<ul style="list-style-type: none"> AWS D1.1 Ed. 2020 Planos aprobados para fabricación 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Procesos de Soldadura aplicables aprobados por un CWI. Diseño de junta. VARIABLES ESENCIALES. Cumplimiento de especificaciones técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Documental 	Previo al inicio de la fabricación.	<ul style="list-style-type: none"> * Capítulo 4 - Diseño de conexiones soldadas. * Capítulo 5 - Calificación de procedimiento de soldadura (Precalificación de WPS) * Capítulo 10 - Para estructuras tubulares AWS D1.1 edición 2020, según aplique. 	V	R	<ul style="list-style-type: none"> Especificación de Procedimientos de Soldadura (WPS).
2.2	Calificación de procedimiento de soldadura.	<ul style="list-style-type: none"> AWS D1.1 Ed. 2020 Planos aprobados para fabricación Procedimientos de Soldadura (WPS). 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Procesos de Soldadura aplicables aprobados por un CWI. Cumplimiento de especificaciones técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Documental 	Previo al inicio del soldeo	<ul style="list-style-type: none"> * Capítulo 5 - Calificación de procedimiento de soldadura (Precalificación de WPS) * Capítulo 10 - Para estructuras tubulares AWS D1.1 edición 2020, según aplique. 	V	R	<ul style="list-style-type: none"> Especificación de Procedimientos de Soldadura (WPS).
2.3	Calificación de Soldadores.	<ul style="list-style-type: none"> AWS D1.1 Ed. 2020 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones de las probetas. Material base. Posición de soldadura. Parámetros de soldadores. Ejecución de soldadura. Inspección visual de probetas. Prueba de doblez. 	<ul style="list-style-type: none"> Documental 	<ul style="list-style-type: none"> Al ingreso de un nuevo soldador al proyecto. Previo al inicio del soldeo. 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de la parte C - Capítulo 6 - Calificación de soldadores y operadores - AWS D1.1 edición 2020. 	V	R	<ul style="list-style-type: none"> Registro de Calificación de Soldador (WPQR).

3 Recepción de Materiales										
3.1	Recepción de Materiales, Materia Prima.	<ul style="list-style-type: none"> Órdenes de Compra. Certificado de Calidad aprobado. Planos de ingeniería de detalle aprobados. 	QC	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de especificaciones técnicas del cliente. Cantidad. Dimensiones. Estado del Suministro. Trazabilidad del lote vs el certificado de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Medición directa. 	<ul style="list-style-type: none"> Cada vez que ingrese material. 	<ul style="list-style-type: none"> Según ASTM A36. / Table 1 Appurtenant Material Specifications / Table 2 Chemical Requirements / Table 3 Tensile Requirements 	R, V	R, V	Recepción de Materiales
3.2	Recepción de Pintura. (En caso aplique)	<ul style="list-style-type: none"> Órdenes de Compra. Certificado de Calidad aprobado. Especificación Técnica de la Fabricación de las estructuras. 	QC	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de especificaciones técnicas del cliente. Estado Físico del suministro. Trazabilidad del lote vs el certificado de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Documental 	<ul style="list-style-type: none"> Cada vez que ingrese material. 	<ul style="list-style-type: none"> Según Hojas técnicas del fabricante. 	R, V	R, V	Recepción de Materiales
4 Control de Proceso de Fabricación en Taller										
4.1	Habilitado, Corte, rolado y armado de Materiales	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para Fabricación. Especificación Técnica de la Fabricación de las estructuras. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Corte y Escuadra de perfiles. Corte y escuadra de planchas Plegado de planchas Longitudes principales. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición Directa. 	100%	<ul style="list-style-type: none"> * Norma AISC 303:10 – ÍTEM 6.4. - Menores a 9000 mm ± 2 mm - Más de 9000 mm ± 3 mm 	V, E	V	Control Dimensional en el Armado
4.2	Control Dimensional	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para Fabricación. Especificación Técnica de la Fabricación de las estructuras. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Control Dimensional de elementos acabados (Dimensiones principales, posición de agujeros, preparación de juntas, etc). Se realizará un control de 100% en elementos principales 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Documental. 	100%	<ul style="list-style-type: none"> * Norma AISC 303:10 – ÍTEM 6.4. - Menores a 9000 mm ± 2 mm - Más de 9000 mm ± 3 mm 	V, E	V	Control Dimensional en el Armado
4.3	Soldeo de elementos	<ul style="list-style-type: none"> Planos aprobados para Fabricación. Especificación Técnica de la Fabricación de las estructuras Procedimiento de Inspección Visual aprobado. 	QA/QC/SC	<ul style="list-style-type: none"> Acabados. Discontinuidades Cumplimiento de procedimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición Directa 	<ul style="list-style-type: none"> 100% Juntas soldadas. Antes, durante y después del soldeo. 	<ul style="list-style-type: none"> * Según tabla 8.1 AWS D1.1 edición 2020. 	V, E	R, V	Registro de Inspección Visual de Soldadura.

5 Pruebas y Ensayos No Destructivos										
5.1	Inspección Visual de Soldadura	<ul style="list-style-type: none"> AWS D1.1 - Ed 2020 Especificación Técnica de la Fabricación de las estructuras Procedimiento de Inspección Visual aprobado. 	END	<ul style="list-style-type: none"> Acabados. Discontinuidades 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Medición Directa 	<ul style="list-style-type: none"> 100% Juntas soldadas. Antes, durante y después del soldeo. 	* Según tabla 8.1 AWS D1.1 edición 2020.	V, E	R, V	Registro de Inspección Visual de Soldadura.
5.2	Inspección por líquidos penetrantes	<ul style="list-style-type: none"> Indicaciones Procedimiento de ensayo por líquidos penetrantes aprobado. 	END	<ul style="list-style-type: none"> Indicaciones Cumplimiento de procedimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Documental 	<ul style="list-style-type: none"> 10% en los cordones de soldadura según el alcance contractual 	* Según tabla 8.1-AWS D1.1 edición 2020	V, E	R, V	Registro de Inspección por Líquidos Penetrantes
6 Preparación Superficial										
6.1	Preparación Superficial	<ul style="list-style-type: none"> ASTM D4285: Calidad del Aire Comprimido. Standard SSPC-SP5: Limpieza grado comercial ASTM D447 - Medición de perfil de rugosidad Standard SSPC-PA 2: Medición de espesores de película seca. Certificado de trabajo de granallador. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza Superficial. Perfil de Rugosidad Condiciones Ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Documental Instrumental 	Según se requiera.	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de preparación de superficie, aplicación de pintura PTIND 137-022 (JOTUN - CODELPA). De acuerdo al párrafo 10 del PTN-CO-300000-04-CS-101_6 	V, M	M, R	Preparación superficial y pintado
6.2	Recubrimiento Superficial	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de Pintura P1 Especificación General de Pintura y Recubrimientos Certificado de homologación del pintor. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Espesor de Película seca. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Documental Instrumental 	<ul style="list-style-type: none"> Durante y después de la aplicación del recubrimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de preparación de superficie, aplicación de pintura De acuerdo al párrafo 12.1 del PTN-CO-300000-04-CS-101_6 	V, R, E	M, V, R	Preparación superficial y pintado.
6.3	Ensayo de adhesión por tracción	<ul style="list-style-type: none"> Indicaciones Norma ASTM D 4541 – 2 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Indicaciones Cumplimiento de procedimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Documental 	Según se requiera.	<ul style="list-style-type: none"> Norma ASTM D 4541 – 2 	V	R, V	Evaluación de adhesión
7 Cierre del Proyecto										
7.1	Entrega Final de Obra	<ul style="list-style-type: none"> Dossier de Calidad. 	QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento del plan de Puntos de inspección. Registro e inspecciones completas. Levantamiento de observaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Documental 	Al cierre del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Según alcance contractual del proyecto. 	V, R	R	<ul style="list-style-type: none"> Dossier de Calidad. Acta de entrega de dossier.
GERENTE DE OPERACIONES			JEFE DE CALIDAD				SUPERVISIÓN CLIENTE			
Nombre:			Nombre:				Nombre:			
Firma:			Firma:				Firma:			
Fecha:			Fecha:				Fecha:			

Fuente: Elaboración Propia

5.6. Control de Soldadura.

5.6.1. Calificación de soldadores.

El proceso de calificación de soldadura tiene una gran importancia y demanda en el campo de ingeniería, puesto que se requiere que las soldaduras ejecutadas cumplan con los requisitos de la norma AWS D1.1, alcanzando así los estándares de calidad óptimos. Debemos tener en cuenta que la norma será aplicada en base al tipo de soldadura que se requiera y al tipo de material a ser soldado.

La AWS nos proporciona unos formatos para dicha calificación de soldadura, así como un registro de datos para dicho procedimiento, realizándose en base al procedimiento escogido y elaborado.

5.6.1.1. Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS).

WPS es la abreviatura de Welding Procedure Specification, es un documento que indica de forma completa como realizar una exitosa unión soldada, este documento puede ser pre-calificado y calificado por ensayos, dependiendo de la forma de realizar el WPS y la norma a usar. Este documento debe ser revisado y controlado por los Inspectores de Soldadura y ejecutados por los Soldadores Calificados.

5.6.1.2. Registro de Calificación del Procedimiento (PQR).

PQR es la abreviatura de Procedure Qualification Record, este documento solo se utiliza cuando realizamos WPS que son Calificados por ensayos, es la etapa previa a antes de desarrollar el procedimiento final WPS.

Este documento se elabora en base a la norma AWS D1.1, una vez que se tiene una soldadura visualmente correcta, se extraen probetas para que sean ensayadas en un laboratorio, luego de que estos resultados sean satisfactorios, se proceden a plasmar en un documento escrito las

variables inicialmente propuestas, que ahora pasan a ser variables de soldadura calificada que es el PQR.

5.6.1.3. Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador (WPQR).

WPQR es la abreviatura de Welder Performance Qualification Record, es un documento escrito que muestra que un Soldador es Calificado u Homologado, este documento se obtiene cuando un soldador ha pasado satisfactoriamente la prueba de habilidad de una determinado WPS.

El material de aporte que cumple con nuestra demanda son E70XX / E71T-XX, ver ANEXO 8.



SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD					
Registro de Calificación de Soldador (WPQR)				HOJA	1 DE 1
Según AWS D1.1/D1.1M:2020				Revisión	0
				Emisión	15/08/2022
Nombre del Soldador: XXXX		N° de Estampa: W-001	WPQR N°: AG-001	DNI: XXXXXX	
WPS seguido por el soldador: WPS-01			Probeta	Soldadura en producción	
Especificación del metal base: ASTM A36		Espesor: 10.0 mm	Fecha:		
REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQR)					
Variables de soldadura			Valor usado en la calificación	Rango Calificado	
Proceso de soldadura			FCAW-G	FCAW-G	
			Semiautomático	Semiautomático	
Metal Base			ASTM A36	Todos del D1.1	
Respaldo (metal, soldadura, soldadura doble)			Con respaldo	Con respaldo	
(X) Plancha ()Tubería (Ingrese diámetro si es tubería)			10.0	De 3mm a 20 mm	
Especificación de metal de aporte (SFA):			A5.36	A5.XX	
Clasificación del metal de aporte			E71T-1C	_____	
Espesor depositado por cada proceso:			10.0 mm	De 3mm a 20 mm	
Posición calificada:			3G	A tope: F, V,H Filete: F, V,H	
Pase Múltiple o Simple			Simple	_____	
# de Electrodo			1	_____	
Progresión vertical (Ascendente / Descendente)			Ascendente	Ascendente	
Tipo de material de aporte:			Alambre Sólido	Alambre Sólido	
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW)			_____	_____	
Gas de protección (GMAW () FCAW (X))			CO2 100%	CO2 100%	
Corriente Tipo/Polaridad (SMAW)			CCEP	CCEP	
Resultado de la Inspección Visual: Aceptable					
Resultado de prueba de doblez guiado: Informe N° XXX					
(X) Lado		() Cara y Raíz Transversal		() Cara y Raíz Longitudinal	
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
DL-1	Conforme	_____	_____	_____	_____
DL-2	Conforme	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
Resultado de ensayo radiográfico alternativo					
Informe de Ensayo Radiográfico N° : _____			Informe N° : _____		
Nivel ASNT SNT-TC-1A	Nombre de Inspector: _____		Firma y Código _____		
Otras pruebas: _____					
Ensayo de doblez: _____		N° de Informe: _____			
Los abajo firmantes certificamos que los datos son correctos y que las probetas fueron soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código AWS D1.1/D1.1M:2020.					
Inspector de Soldadura		Gerente General		Inspector de Soldadura CWI	
(CWI)				(CWI)	

Figura 5.3 Documento WPQR

Fuente: Elaboración Propia

5.7. Acabado superficial.

5.7.1. Preparación de Superficies.

Previo a los procesos de pintado debemos eliminar la suciedad y rastros de maquinado de la superficie trabajada de nuestra estructura, para lo cual empleamos equipos y herramientas manuales, tales como amoladoras, escobillas, trapo industrial, entre otras.

5.7.2. Arenado y Pintura.

Cuando hablamos de estructuras metálicas, uno de los procesos más importantes que debemos considerar es la pintura y más aún cuando es una estructura en movimiento, las cuales están en contacto constante con ambientes corrosivos y a las diferentes condiciones del medio ambiente.

5.7.2.1. Arenado o Granallado.

Ya con la estructura formada en su totalidad y como medio para evitar el deterioro de la estructura con el ambiente, se solicitará el servicio de arenado, cuya función es extraer las partículas de oxidación de la estructura, además de eliminar posibles escorias que no hayan sido eliminadas por el soldador. Este procedimiento se hace mediante granalla impulsada por aire a presión.

Al momento de la construcción se debe establecer, por parte del encargado del proyecto, que el arenado debe ser a todo el conjunto en su totalidad y que el siguiente procedimiento (a explicar) debe desarrollarse durante el mismo día del arenado, de esta forma se evita que zonas comiencen a re-oxidarse, por la penetración que la zona poseía al momento de ser atacada con granalla y que el procedimiento no pudo extraer.

5.7.2.2. Pintura.

El siguiente procedimiento que debe ser realizado, es de la pintura con anticorrosivo Epóxico. Este químico cuenta con elementos tales que puede desarrollar una capa impenetrable

para el oxígeno (agente causante de la oxidación) además de evaporar casi en su totalidad la humedad presente en la zona.

El tercer paso es el de la pintura, la que no presenta inconvenientes. Se recomienda pintura con agentes Epóxicos, ya que la Cama Baja., llegará a estar expuesto zonas lluviosas y húmedas, además de lugares con exceso de barro, entre otras.

El cuarto paso para poder colocar en circulación el SR., es el de utilizar cinta anti-reflejo, la cual se debe colocar en todos los contornos visibles tanto laterales como traseros en el equipo. Esta cinta debe ser anti reflejo y NO cinta lux-reflex, ya que esta última pierde su cualidad de reflejo al presentarse agua en su superficie.

5.7.3. Pintura Seleccionada:

Para lo cual se ha seleccionado pintura Zincromato Automotriz Epoxica, con un espeso de $e = 3.0 \text{ mils}$. (Ver Anexo 9)

Este tipo de pintura tiene las siguientes características:

- Excelente Adherencia.
- Excelente Resistencia Química.
- Resistente a la Humedad.
- Excelente Resistencia al Desgaste.

A continuación, en la capa final o acabado superficial se usará pintura Esmalte Poliuretano, con un espesor de $e = 2.0 \text{ mils}$. (Ver Anexo 10)

5.7.4. Cálculo de Volumen de Pintura.

Cuando calculamos los costos unitarios de la partida de pintura, necesitamos conocer la cantidad de Volumen de Pintura requerida para la base y el acabado de pintura de nuestra estructura, anteriormente mencionadas.

En la industria metal mecánica para obtener el Volumen de Pintura requerido se utiliza la ficha técnica de la pintura y se aplican los siguientes cálculos:

$$\text{Rendimiento Teórico} = \frac{\text{Factor de Calculo} * \% \text{ de Sólido en Volumen}}{\text{Espesor de Pelicula Seca}}$$

$$\text{Rendimiento Practico} = \text{Rendimiento Teórico} * \text{Factor de Eficiencia}$$

$$\text{Volumen de Pintura} = \frac{\text{Área de Pintar}}{\text{Rendimiento Práctico}}$$

El volumen de pintura para la capa base se reflejan en la Tabla 5.2 (Ver Anexo 9) y el volumen de pintura para la capa de acabado se reflejan en la Tabla 5.3 (Ver Anexo 10).

Tabla 5.2 Volumen de Pintura Base

CALCULO DEL VOLUMEN DE PINTURA BASE			
DATOS DE ENTRADA			
1	Tipo de pintura	ZINCROMATO EPOXICA	
2	Nombre	ANYPSA	
3	% de sólidos en volumen (%)	66.00	Catálogo
6	Espesor de película seca (mils)	3.00	Solicitado
4	Factor de eficiencia (0.5 - 0.8)	0.80	Tipo de estruct.
5	Área a pintar (m2)	1.00	Metrado
7	Porcentaje de solvente (%)	50.00	Catálogo
8	Factor de calculo	1.4902	Factor Gener.
	RENDIMIENTO TEÓRICO	32.78	Gal. / m2
	RENDIMIENTO PRÁCTICO	26.23	Gal. / m2
	VOLUMEN DE PINTURA	0.038	Gal.
	VOLUMEN DE SOLVENTE	0.000	Gal.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.3 Volumen de Pintura de Acabado

CALCULO DEL VOLUMEN DE PINTURA ACABADO			
DATOS DE ENTRADA			
1	Tipo de pintura	ESMALTE POLIURETANO	
2	Nombre	ANYPSA	
3	% de sólidos en volumen (%)	48.00	Catálogo
6	Espesor de película seca (mils)	2.00	Solicitado
4	Factor de eficiencia (0.5 - 0.8)	0.70	Tipo de estruct.
5	Área a pintar (m2)	1.00	Metrado
7	Porcentaje de solvente (%)	25.00	Catálogo
8	Factor de calculo	1.4902	Factor Gener.
	RENDIMIENTO TEÓRICO	35.76	Gal. / m2
	RENDIMIENTO PRÁCTICO	28.61	Gal. / m2
	VOLUMEN DE PINTURA	0.035	Gal.
	VOLUMEN DE SOLVENTE	0.009	Gal.

Fuente: Elaboración Propia



5.8. Metodología de Aplicación de Registros

5.8.1. Lista de Registros

Tabla 5.4 Lista de Registros

REGISTRO Y REPORTE APLICABLES DE ACUERDO CON EL PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN Y PRUEBAS PPI		
ITEM	REGISTRO	NÚMERO
1	Registro de Control Dimensional en el Armado	CD001 @ CD001
2	Registro de Inspección Visual de Soldadura	VT001 @ VT001
3	Registro de Inspección por Líquidos Penetrantes	PT001 @ PT001
JEFE DE OPERACIONES		JEFE DE CALIDAD
Nombre:		Nombre:
(Firma)		(Firma)
Fecha:		Fecha:

Fuente: Elaboración Propia

5.8.4. Registro de Inspección Por Líquidos Penetrantes

Tabla 5.7 Inspección de Líquidos Penetrantes

		REGISTRO DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES				Pág. 01 de 01		Revisión:	
CLIENTE						LUGAR			
OC N°						FECHA			
PLANO DE REFERENCIA						N° REPORTE			
SOPORTE						PROCESO DE SOLDADURA			
ELEMENTO						ESTADO SUPERFICIAL			
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO									
PRODUCTO	PENETRANTE:			MÉTODO:					
				TIPO DE LIMPIEZA					
	REMOVEDOR:			PASE A INSPECCIONAR					
				TIEMPO DE PENETRACIÓN					
				REMOCIÓN DEL PENETRANTE					
	REVELADOR:			TIEMPO DE REMOCIÓN					
			TIEMPO DE REVELADO						
			REMOCIÓN DEL REVELADOR						
ESPECIFICACIÓN DE ENSAYO									
CRITERIO DE ACEPTACION:				CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO:					
INSPECCIONES:									
N°	CÓDIGO DE ELEMENTO	CODIGO JUNTA	ESTAMPA	ACEPTAR	RECHAZAR	REPARACIÓN		COMENTARIOS	
						ACEPTAR	RECHAZAR		
PANEL FOTOGRÁFICO									
JEFE OPERACIONES				JEFE DE CALIDAD			SUPERVISOR CLIENTE		
Nombre:				Nombre:			Nombre:		
Firma:				Firma:			Firma:		
Fecha:				Fecha:			Fecha:		

Fuente: Elaboración Propia

Para el llenado de la Tabla 5.7 se considerará el esquema mostrado en el Anexo 13.



6. COSTOS Y PRESUPUESTOS

El presupuesto, es el resultado aproximado del conjunto de precios de los que costará ejecutar una estructura, edificación, proyecto, servicio, etc. El cual se conforma de un análisis de costos, que se aplican posterior al metrado global.

Por ello para cumplir los objetivos de presupuesto de la estructura cama baja, se debe determinar el costo de las distintas actividades a realizar en el desarrollo de la estructura, que serán detalladas en el presente capítulo.

6.1. Metrado.

Los metrados nos permitirán conocer la cantidad exacta de material empleado en nuestra estructura, para con ello determinar los costos totales del proyecto.

Para la realización del metrado de estructura cama baja se tomó como elementos principales, travesaños, laterales, vigas, puentes, placas y conexiones.

A continuación, se presenta la Tablas de Resumen de los metrados:

Tabla 6.1 Metrado de Materiales

METRADO DE ESTRUCTURAS										
PROYECTO: CAMA BAJA 30 TON							0.0240	M2/KG		
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	LONG. (mm)	CANT.	PESO UNIT (kg)	PESO TOTAL (kg)	ÁREA UNIT (m2)	ÁREA TOTAL (m2)	METRO LINEAL (ml)	
1	VIGA PRINCIPAL - ALMA PL. 9M	P-1	13900	2	388.40	776.80	11.31	22.62	79.44	
2	VIGA PRINCIPAL - ALAS PL. 19 MM	P-1	13900	4	444.25	1,777.00	6.80	27.20	48.00	
3	PUNTES - C10X15.3	P-2	1091	11	23.60	259.60	0.78	8.58	-	
4	TRAVESAÑOS - C6x8.2	P-3	2468	11	30.02	330.22	1.16	12.76	-	
5	LATERAL - C10X15.3	P-4 / P-5	680	4	14.85	59.40	0.49	1.96	-	
6	LATERAL - C10X15.3	P-6	6519	2	148.20	296.40	4.79	9.58	-	
7	PLATO DE GIRO - C10X15.3	P-7	1067	2	24.24	48.48	0.79	1.58	-	
8	PLATO DE GIRO - C10X15.3	P-8	200	2	9.09	18.18	0.30	0.60	-	
9	BOBEDAS - PL. 9 MM	P-9	746	6	71.74	430.44	1.96	11.76	-	
10	PLATO DE GIRO - PL. 12MM	P-10	1200*1320	1	157.46	157.46	3.23	3.23	-	
						4,153.98		99.87		

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene un peso total de 4,153.98 kg de peso y un área total de 99.87 m2, que serán los datos base necesarios para generar las distintas partidas de actividades de la estructura.

6.2. Definiciones de Costos y Presupuestos.

6.2.1. Costos Directos.

Los Costos Directos son los gastos que están directamente relacionados con el proyecto, siendo esta la parte de mayor costo del total del presupuesto del proyecto.

Los precios de los componentes de la cama baja varían de acuerdo al mercado actual y según el tipo de cambio de dólares a soles.

6.2.1.1. Mano de Obra.

Los Costos Directos por Mano de Obra son los pagos que se hacen al personal que ejecuta el proyecto por sus servicios prestados. La jornada de trabajo es de ocho horas.

6.2.1.2. Materiales.

Los Costos Directos por Materiales es la inversión que se hace para comprar o producir los elementos necesarios para llevar a cabo la ejecución del proyecto. Los materiales deben cumplir con los estándares de calidad y especificaciones que se solicite.

6.2.1.3. Equipos o Maquinarias.

Los Costos Directos por Equipos o Maquinarias son todos aquellos gastos que se generan por el uso de equipos o maquinarias que se requieren para una correcta elaboración de los trabajos del proyecto, de acuerdo a lo establecido en las normas de calidad y especificaciones solicitadas.

6.2.1.4. Subpartidas

Tendremos tareas puntuales en donde se incluirán sus propios recursos de Mano de Obra, Materiales y Equipos con la finalidad de separar dichos recursos.

6.2.1.5. Subcontratos.

Los Costos Directos por Subcontratos son los gastos que se generan por tareas específicos del proyecto general, que suelen ser por servicios prestados de terceros.

En nuestro en particular, usaremos esta partida para incluir los componentes y accesorios del chasis de la cama baja.

6.2.2. Costos Indirectos.

Son los gastos necesarios para los trabajos no incluidos en los costos directos. Aquí encontramos los gastos administrativos, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, entre otros. Los Costos Directos comprenden generalmente los Gastos Generales, la Utilidad e Impuesto.

Los Gastos Generales se encuentran entre un 5% y 10%, máximo y mínimo respectivamente de los costos directos. La Utilidad varía de forma arbitraria dependiendo del bajo o alto riesgo que implique el proyecto y el porcentaje esta entre un 5% y 10%. EL Impuestos (IGV) es el 18% de los costos directos.

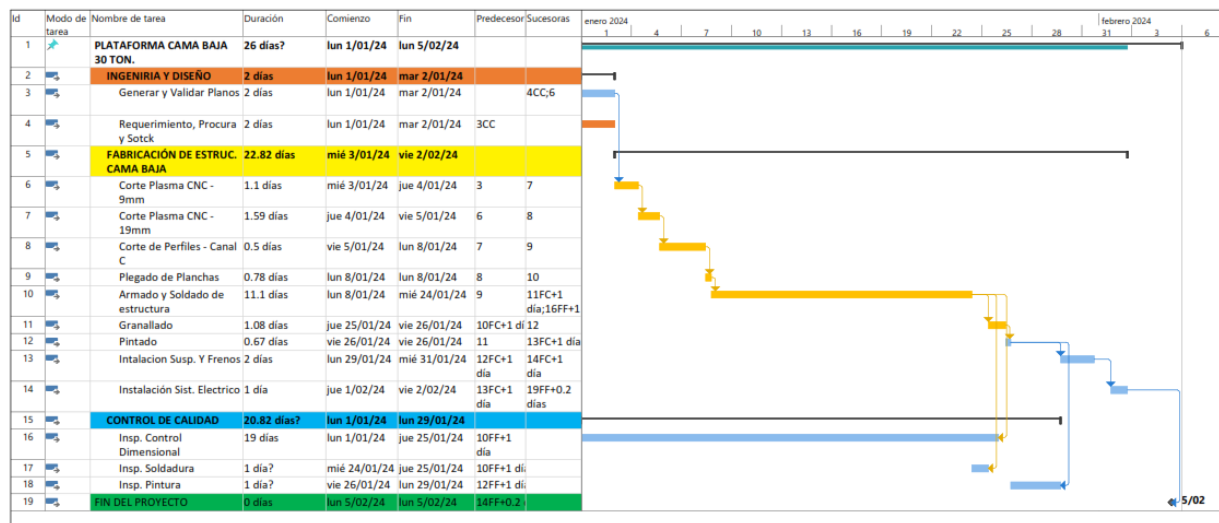
6.2.3. Presupuesto del Proyecto.

Se emplea una plantilla de Excel para la elaboración del presupuesto del proyecto donde se obtendrán los costos directos sumados a los costos indirectos para si tener el presupuesto total del proyecto. En base a un Análisis de Costos Unitarios (APU).

6.3. Cronograma de actividades.

Una medida de control de avance es mediante un cronograma de actividades que van de la mano con el control de costos y presupuestos. Donde se detallan las distintas actividades a realizar. Tal como se muestra en la tabla 6.2 realizada en Microsoft Project.

Tabla 6.2 Cronograma de ejecución Cama Baja



Fuente: Elaboración Propia

6.4. Análisis de costos unitarios

Se obtiene un cuadro de actividades que permitan separar los metrados (Tabla 6.1) según al tipo de actividad, como se muestra a continuación:

Tabla 6.3 Metrado según actividad.

ACTIVIDAD	PESO TOTAL (kg)	CANT.	METRO LINEAL (ml)
1.1. CORTE PLASMA CNC - 9MM	1207.24	-	79.44
1.2. CORTE PLASMA CNC - 19MM	1777.00	-	48.00
2. CORTE DE MATERIAL	1012.28	32	-
3. PLEGADO DE PLANCHAS	430.44	6	-
4. ARMADO Y SOLDADO	4153.98	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Para la estructura cama baja se tomaron como partidas cada actividad a realizar, la cual se observa en los cuadros siguientes:

Tabla 6.4 APU Corte Plasma CNC – 9mm.

CORTE PLASMA CNC - VIGA PRINCIPAL - 9 MM					
				COSTO DIRECTO	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$/ML	TOTAL US \$
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CARACTERISTICAS					
	PESO-TOTAL	79.44 ml			
	TIEMPO-DE-EJECUCION	1.10 días		0.0368 MESES	
	HORAS-X-DIA	8.00 Hr/dia			
	N°-DE-PERSONAS	1.50 Hombres			
	EFICIENCIA-TEORICA	8.00 ml/H-h		125.000 HH/km	
	EFICIENCIA-PRACTICA	6.00 ml/H-h		166.667 HH/km	
MATERIALES		Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Precio-Total
	Acero-Estructural	ml	79.44		-
	Kit de Boquillas de Plasma CNC	und	1.59	32.43	51.53
			SUB	TOTAL US \$:	51.53
MANO-DE-OBRA		Hombres	H-h	\$/H-m	Parcial(\$)
	#Operador de maquina de plasma	1	8.90	4.46	39.69
	#Peones	0.5	4.50	3.11	13.99
			13.40		
			SUB	TOTAL US \$:	53.68
EQUIPOS-Y-HERRAMIENTAS		Unidades	Dias	CostoAlquiler/Dia	Parcial(\$)
	Maquina de corte plasma	2	1.10	35.35	78.01
	Compresora de aire	1	1.10	1.08	1.19
	Montacarga	2	1.10	36.11	79.68
			SUB	TOTAL US \$:	158.88
COSTO-DIRECTO-TOTAL					\$ 264.09
	PRECIO-UNITARIO:		3.32	(US \$ / ML)	
	PRECIO-UNITARIO:		12.300	(S/. / ML)	
1.10	Corte Plasma CNC 9mm	ml	79.44	3.32	\$ 264.09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.5 APU Corte Plasma CNC – 19 mm.

CORTE PLASMA CNC - VIGA PRINCIPAL - 19 MM					
				COSTO DIRECTO	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$/ML	TOTAL US \$
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CARACTERÍSTICAS					
	PESO-TOTAL	48.00 ml			
	TIEMPO-DE-EJECUCION	1.59 días		0.0529 MESES	
	HORAS-X-DIA	8.00 Hr/dia			
	Nº-DE-PERSONAS	1.50 Hombres			
	EFICIENCIA-TEORICA	4.52 ml/H-h		221.239 HH/km	
	EFICIENCIA-PRACTICA	2.52 ml/H-h		396.825 HH/km	
MATERIALES					
		Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Precio-Total
	Acero-Estructural	ml	48.00		-
	Kit de Boquillas de Plasma CNC	und	1.92	32.43	62.27
			SUB	TOTAL US \$:	62.27
MANO-DE-OBRA					
		Hombres	H-h	\$/H-m	Parcial(\$)
	#Operador de maquina de plasma	1	12.70	4.46	56.64
	#Peones	0.5	6.40	3.11	19.89
			19.10		
			SUB	TOTAL US \$:	76.53
EQUIPOS-Y-HERRAMIENTAS					
		Unidades	Dias	CostoAlquiler/Dia	Parcial(\$)
	Maquina de corte plasma	2	1.59	35.35	112.23
	Compresora de aire	1	1.59	1.08	1.72
	Montacarga	2	1.59	36.11	114.63
			SUB	TOTAL US \$:	228.57
COSTO-DIRECTO-TOTAL					\$ 367.37
	PRECIO-UNITARIO:		7.65	(US \$ / ML)	
	PRECIO-UNITARIO:		28.318	(S/. / ML)	
1.20	Corte Plasma CNC 19mm	ml	48.00	7.65	\$ 367.37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.6 APU Corte de perfiles – Canal C.

CORTE DE PERFILES - CANAL C					
					COSTO DIRECTO
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$/UND	TOTAL US \$
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CARACTERISTICAS					
	PESO-TOTAL	32.00	und		
	TIEMPO-DE-EJECUCION	0.50	dias	0.0167	MESES
	HORAS-X-DIA	8.00	Hr/dia		
	N°-DE-PERSONAS	2.00	Hombres		
	EFICIENCIA-TEORICA	5.00	und/H-h		
	EFICIENCIA-PRACTICA	4.00	und/H-h		
MATERIALES		Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Precio-Total
	Acero-Estructural	und	32.00		-
	Disco de Corte 7"	und	3.20	1.89	6.05
	Disco de Desbaste 7"	und	3.20	1.51	4.82
				SUB	TOTAL US \$:
					10.86
MANO-DE-OBRA		Hombres	H-h	\$/H-m	Parcial(\$)
	#Capataz	0.2	0.80	5.41	4.32
	#Operarios	1	4.00	4.46	17.84
	#Oficiales	1	4.00	3.65	14.59
			8.00		
				SUB	TOTAL US \$:
					36.76
EQUIPOS-Y-HERRAMIENTAS		Unidades	Dias	CostoAlquiler/Dia	Parcial(\$)
	Esmeril-Manual	2	0.50	7.98	7.98
	Herramientas-Menores	1	0.50	9.19	4.59
				SUB	TOTAL US \$:
					12.57
COSTO-DIRECTO-TOTAL					\$ 60.19
PRECIO-UNITARIO:			1.88	(US \$ / UND)	
PRECIO-UNITARIO:			6.960	(S/. / UND)	
2.00	Corte de Perfiles - Canal C	UND	32.00	1.88	\$ 60.19

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.7 APU Plegado de planchas.

PLEGADO DE PLANCHAS					
				COSTO DIRECTO	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$/KG	TOTAL US \$
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CARACTERISTICAS					
	PESO-TOTAL	430.44 kg			
	TIEMPO-DE-EJECUCION	0.78 días		0.0260 MESES	
	HORAS-X-DIA	8.00 Hr/dia			
	N°-DE-PERSONAS	3.00 Hombres			
	EFICIENCIA-TEORICA	28.00 kg/H-h		35.714 HH/TON	
	EFICIENCIA-PRACTICA	23.00 kg/H-h		43.478 HH/TON	
MATERIALES		Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Precio-Total
	Acero-Estructural	Kg	430.44		-
					-
			SUB	TOTAL US \$:	-
MANO-DE-OBRA		Hombres	H-h	\$/H-m	Parcial(\$)
	#Capataz	0.2	1.30	5.41	7.03
	#Operarios	1	6.30	4.46	28.09
	#Oficiales	1	6.30	3.65	22.99
	#Peones	1	6.30	3.11	19.58
			18.90		
			SUB	TOTAL US \$:	77.69
EQUIPOS-Y-HERRAMIENTAS		Unidades	Dias	CostoAlquiler/Dia	Parcial(\$)
	Maquina Plegadora	1	0.78	27.03	21.08
	Herramientas-Menores	2	0.78	1.43	2.22
			SUB	TOTAL US \$:	23.30
COSTO-DIRECTO-TOTAL					\$ 100.99
	PRECIO-UNITARIO:		0.23	(US \$ / KG)	
	PRECIO-UNITARIO:		0.868	(S/. / KG)	
3.00	Plegado de Planchas	kg	430.44	0.23	\$ 100.99

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.8 APU Armado y soldado de estructura.

ARMADO Y SOLDADO					
				COSTO DIRECTO	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$/KG	TOTAL US \$
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CARACTERÍSTICAS					
	PESO-TOTAL	4,662.76 kg			
	TIEMPO-DE-EJECUCION	11.10 dias		0.3701 MESES	
	HORAS-X-DIA	8.00 Hr/día			
	N°-DE-PERSONAS	5.00 Hombres			
	EFICIENCIA-TEORICA	15.50 kg/H-h		64.516 HH/TON	
	EFICIENCIA-PRACTICA	10.50 kg/H-h		95.238 HH/TON	
MATERIALES					
		Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Precio-Total
	Acero-Estructural	Kg	4,662.76		-
	Soldadura(1%)	Kg	69.94	6.49	453.67
	Aga Mix 20	Bal	3.73	137.03	511.14
	Disco de Corte 7"	und	15.00	1.89	28.34
	Disco de Desbaste 7"	und	15.00	1.51	22.58
	Tintes Penetrantes	kit	23.00	25.68	590.54
			SUB	TOTAL US \$:	1,606.27
MANO-DE-OBRA					
		Hombres	H-h	\$/H-m	Parcial(\$)
	#Capataz	0.2	17.80	5.41	96.22
	#Operarios	1	88.90	4.46	396.45
	#Soldadores	2	177.70	4.73	840.47
	#Oficiales	1	88.90	3.65	324.36
	#Peones	1	88.90	3.11	276.31
			444.40		
			SUB	TOTAL US \$:	1,933.81
EQUIPOS-Y-HERRAMIENTAS					
		Unidades	Dias	CostoAlquiler/Dia	Parcial(\$)
	Maquina-de-Soldar	3	11.10	23.48	782.05
	Esmeril-Manual	2	11.10	7.98	177.15
	Herramientas-Menores	2.5	11.10	3.32	92.01
			SUB	TOTAL US \$:	1,051.21
COSTO-DIRECTO-TOTAL					
					\$ 4,591.29
	PRECIO-UNITARIO:		0.98	(US \$ / KG)	
	PRECIO-UNITARIO:		3.643	(\$./ / KG)	
4.00	Armado y Soldado de Estructuras	kg	4,662.76	0.98	\$ 4,591.29

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.9 APU Granallado.

LIMPIEZA MECANICA DE ESTRUCTURAS - GRANALLADO					
				COSTO DIRECTO	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$/M2	TOTAL US \$
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CARACTERISTICAS					
AREA:		99.87	m2		
N° COMPRESORAS 375		1.00	und		
N° EQUIPOS DE ARENADO		1.00	unidades		
n° BOQUILLAS		1.00	unidades		
CONSUMO DE COMBUSTIBLE		50.00	Glns/dia		
TIEMPO-DE-EJECUCION		1.08	dias	0.0360	MESES
HORAS-X-DIA		8.00	Hr/dia		
N°-DE-PERSONAS		4.00	Hombres		
EFICIENCIA-TEORICA		150.00	m2 / dia x boquilla	18.750	m2/hr
Rendimiento de arena		0.0410	m3 arena / m2 area		
MATERIALES		Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Precio-Total
Acero-Estructural		m2	99.87		-
Diesel		Glns	54.07	3.38	182.65
Granalla		m3	4.09	1.08	4.43
Otros (Trapos, Refrigerantes)		5%	1.00	2.30	9.35
			SUB	TOTAL US \$:	196.43
MANO-DE-OBRA		Hombres	H-h	\$/H-m	Parcial(\$)
#Operarios		1	8.70	4.32	37.62
#Oficiales		1	8.70	3.51	30.57
#Peones		2	17.40	2.84	49.38
			34.80		
			SUB	TOTAL US \$:	117.57
EQUIPOS-Y-HERRAMIENTAS		Unidades	Dias	CostoAlquiler/Dia	Parcial(\$)
Compresora		1	1.08	68.41	73.97
Equipo de Granallado		1	1.08	20.20	21.85
Montacarga		0.5	1.08	118.92	64.29
			SUB	TOTAL US \$:	160.11
COSTO-DIRECTO-TOTAL					\$ 474.12
PRECIO-UNITARIO:			4.75	(US \$ / M2)	
PRECIO-UNITARIO:			17.565	(S/. / M2)	
5.00	Limpieza Mecanica de Estructuras - Granallado	m2	99.87	4.75	\$ 474.12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.10 APU Pintura de estructura.

APLICACIÓN DE PINTURA DE ESTRUCTURAS					
				COSTO DIRECTO	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$/M2	TOTAL US \$
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CARACTERÍSTICAS					
	AREA:	99.87	m2		
	ESP. SECO PINTURA	4.00	mils		1 MANO
	ESP. SECO PINTURA TOTAL	4.00	mils		
	AREA A PINTAR	99.87	m2		
	TIEMPO-DE-EJECUCION	0.67	días	0.0222	MESES
	HORAS-X-DIA	10.00	Hr/día		
	N°-DE-PERSONAS	4.00	Hombres		
	EFICIENCIA (EFC)	15.00	m2 / hr. x equipo	1.500	m2/hr
	EFC. TEORICA PINTURA (1 MILS)	104.31	m2/gal		
	EFC. TEORICA (4 MILS)	26.08	m2/gal	4.00	gal
	MERMA DE PINTURA	50.00%			
	EFC. PRACTICA PINTURA (3 MILS)	13.0388	m2/gal		
MATERIALES		Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Precio-Total
	Trapo industrial	kg	2.00	2.30	4.59
	Thinner Acrilico (10%)	Glns	0.77	4.32	3.31
	Pintura Epoxica	Glns	7.66	39.19	300.17
	Diluyente (20%)	Glns	1.53	11.62	17.80
			SUB	TOTAL US \$:	325.87
MANO-DE-OBRA		Hombres	H-h	\$/H-m	Parcial(\$)
	#Operarios	2	13.40	4.32	57.95
	#Oficiales	1	6.70	3.51	23.54
	#Peones	1	6.70	2.84	19.01
			26.80		
			SUB	TOTAL US \$:	100.50
EQUIPOS-Y-HERRAMIENTAS		Unidades	Dias	CostoAlquiler,	Parcial(\$)
	Compresora	1	0.67	34.21	22.77
			SUB	TOTAL US \$:	22.77
COSTO-DIRECTO-TOTAL					\$ 449.15
PRECIO-UNITARIO:			4.50	(US \$ / M2)	
PRECIO-UNITARIO:			16.64	(S/. / M2)	
6.00	Aplicación de Pintura a Estructuras	m2	99.87	4.50	\$ 449.15

Fuente: Elaboración Propia

6.5. Presupuesto

En el siguiente presupuesto se puede apreciar el presupuesto de la estructura cama baja que se compone de cuatro partes; Análisis de Mano de Obra Directa (MOD), Análisis de metrados de Materiales, Análisis de Costos Indirectos (CI) y Análisis de Financiamiento del Proyecto. Estos se muestran en la tabla 6.11.

Tabla 6.11 Costos Directos

PRESUPUESTO					
DESCRIPCION ESPECIFICA	PRESUPUESTO PARA LA FABRICACION DE PLATAFORMA CAMA BAJA 30 TON.				PESO DE ESTRUCTURA (KG)
TIPO DE CAMBIO					4153.98
3.70					
ANALISIS DE MANO DE OBRA DIRECTA					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	P.U. (S/.)
CP-1	PLANOS DE INGENIERIA	und	1.0000	600.00	600.00
1.10	CORTE PLASMA CNC - VIGA PRINCIPAL - 9 MM	ml	79.44	12.30	977.13
1.20	CORTE PLASMA CNC - VIGA PRINCIPAL - 19 MM	ml	48.00	28.32	1,359.26
2.00	CORTE DE PERFILES - CANAL C	und	32.00	6.96	222.71
3.00	PLEGADO DE PLANCHAS	kg	430.44	0.87	373.66
4.00	FABRICACIÓN Y ARMADO	kg	4,662.76	3.64	16,987.79
5.00	PREPARACION DE SUPERFICIE (GRANALLADO)	m2	99.87	17.57	1,754.23
6.00	PINTADO DE ESTRUCTURA	m2	99.87	16.64	1,661.84
VALORACION TOTAL DE TRABAJO U OPERACIÓN				Total S/.	S/ 23,936.63
				Total USD	USD 6,469.36
ANALISIS DE METRADO DE MATERIALES					
MARCA DE ELEMENTO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	P.U. (S/.)	
P-1	Viga Hechizo (PL. 1500x6000x9mm)	2.00	2,270.46	4,540.92	
P-1	Viga Hechizo (PL. 1500x6000x19mm)	0.80	4,793.20	3,834.56	
P-2 / P-4 / P-5 / P-6 / P-7 / P-8	C10x15.3	6.00	660.25	3,961.47	
P-3	C6x8.2	6.00	353.46	2,120.74	
P-9	PL. 1500x6000x9mm	0.75	2,270.46	1,702.85	
P-10	PL. 1200x2400x12mm	0.50	967.33	483.66	
	King Pin	1.00	262.24	262.24	
	Sistema de Suspensión y Frenos	1.00	2,050.00	2,050.00	
	Soporte de Suspension Neumatica de 30,000 lbs.	2.00	6,260.29	12,520.58	
	Ejes de 30,000 lbs.	2.00	3,050.85	6,101.70	
	Llantas 1222.5	8.00	700.00	5,600.00	
	Aros 8.50x20.	8.00	450.00	3,600.00	
	Patines de apoyo	1.00	810.71	810.71	
	Sistema de luces	1.00	1,000.00	1,000.00	
VALORIZACION TOTAL				Total S/.	S/ 48,589.43
				Total USD	USD 13,132.28

Fuente: Elaboración Propia

Los valores en la tabla 6.11 se obtiene de cotización de los materiales y componentes en el mercado local. En el anexo 14 se adjunta una cotización de los componentes para una plataforma cama baja de dos ejes.

Tabla 6.12 Costos Indirectos y Utilidad.

ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS				
CODIGO	DESCRIPCION	PORCENTAJE	COSTO UNITARIO	P.U. (S/.)
MOI	GASTOS GENERALES	10.00%	72,526.06	7,252.61
MOI	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (Control de Calidad)	0.50%	72,526.06	362.63
MOI	SUPERVISIÓN (CALIDAD E INGENIERÍA)	6.00%	72,526.06	4,351.56
VALORACION TOTAL DE TRABAJO U OPERACIÓN			Total S/.	S/ 11,966.80
ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO				
CODIGO	DESCRIPCION	PORCENTAJE	PRECIO MINIMO DE FABRICACION	P.U. (S/.)
MOI	UTILIDAD DEL PROYECTO	10.00%	84,492.86	S/ 8,449.29
			Total USD	USD 2,283.59
			MONTO FINAL DE COTIZACION	S/ 92,942.15
			Total USD	USD 25,119.50

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 6.12 se obtendrá que los costos directos serán de S/. 72,526.06 mientras que nuestros costos Indirectos serán S/. 11,966.80, con una utilidad de S/. 8,449.29 dando un Presupuesto Total de S/. 92,942.15, sin IGV.

En el Anexo 15 se tiene un cotización de plataforma cama baja de 30 toneladas, con características similares al presente modelo de estudio, que nos permite comparar y concluir que nuestro precio es competitivo con el mercado local.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se utilizó las normas de diseño AISC y LRFD para el cálculo estructural, el dimensionamiento y cargas a soportar por parte de la cama baja se rige bajo la Ley N° 27181 (Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre) y el Reglamento Nacional de Administración del Transporte y el Reglamento Técnico Andino sobre las dimensiones y pesos permitidos para la movilización sobre carreteras del país.
- Se diseñaron los principales elementos de nuestra cama baja teniendo como material base acero ASTM A36. Se determinó que las vigas principales (1) tengan las siguientes dimensiones; altura de 450 mm, ancho de las alas de 200 mm, espesor de alas de 19 mm y un espesor del Alma de 9 mm. Se seleccionó para los travesaños (2) un canal comercial C6x8.2. Se seleccionó para los Marcos Laterales (3) un canal comercial C10x15.3. Se obtuvo para nuestro Plato de Giro (4), una plancha de acople con la quinta rueda de un espesor (e) de ½ pulg, con un ancho de 132 mm y largo de 120 mm. Estas dimensiones aseguran que nuestras vigas no van a fallar y soportarán la carga útil de 30 toneladas.
- Se seleccionaron de accesorios para la cama baja se realizó en base a los costos y a su accesibilidad en el mercado nacional. Se seleccionó un King Pin de 3.5 pulgadas de diámetro, Marca Josto. Se seleccionó un sistema de Suspensión Neumática Modelo T30U20, capacidad 13 Ton. Se seleccionó Ejes de medida 77.5 para Aro de 22.5 y capacidad de 13 toneladas. Se seleccionó Neumáticos, modelo CR926, de 12" x 22.5" y con una capacidad de carga a presión mínima de 3,250 kg.
- Se obtuvo que los costos directos serán de S/. 72,526.06 mientras que nuestros costos Indirectos serán S/. 11,966.80 y una utilidad de S/. 8,449.29 dando un Total Presupuesto de S/. 92,942.15, sin IGV.

RECOMENDACIONES

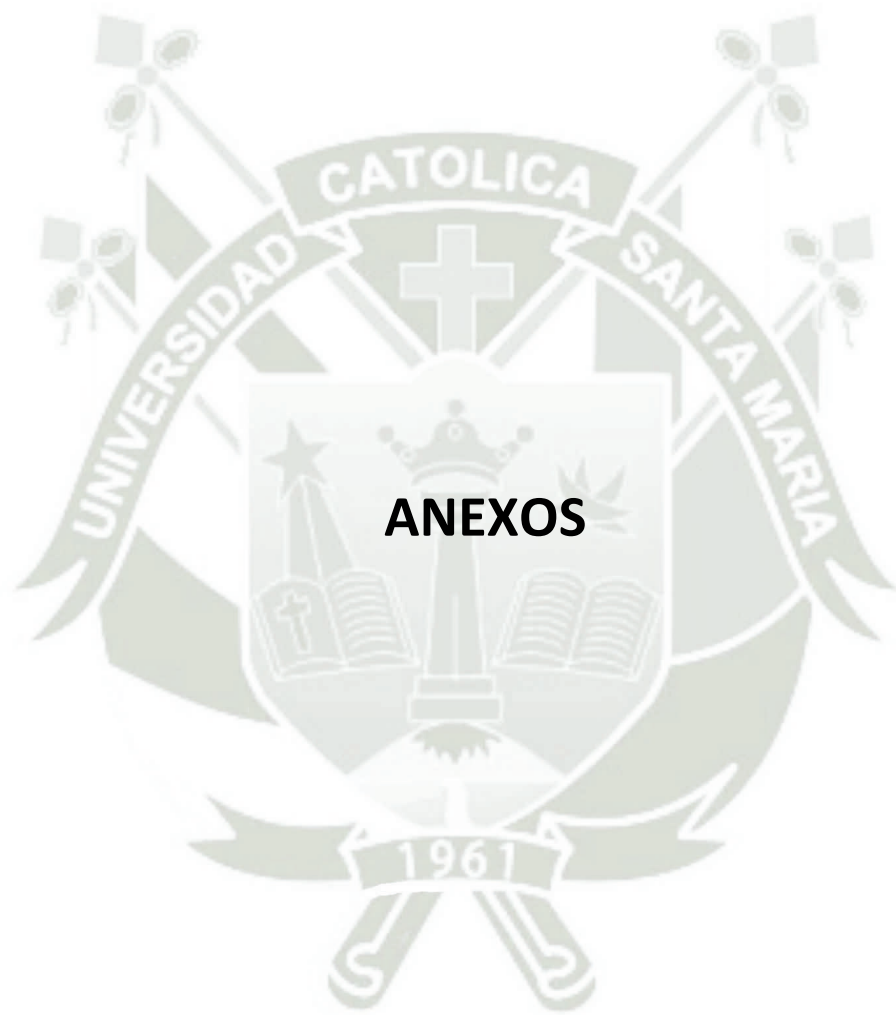
- Se recomienda para el proceso de habilitado de material y fabricación seguir los planes acotados en la presente Tesis.
- Los costos de mano de obra, materiales y equipos pueden variar respecto al tiempo, por los que se recomienda actualizar dichos valores al momento de realizar la estructura.
- Para la ejecución de nuestra estructura se deben seguir todas las normas de seguridad industrial.



REFERENCIA

- AASHTO. (2018). *Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (Vol. 7th Edition). EEUU.
- AISC. (2016). *Especificación para Construcciones de Acero*. Latinoamerica: alacero.
- AISC, E. d. (junio 22, 2010). *Capitulo J, Diseño de Coneiones, Soldadura*.
- Andrade Vargas, J. M., & Sanchez Acosta, H. P. (2007). *Diseño de una plataforma cama alta acople a cabezales de transporte pesado para el traslado de contenedores*. Quito.
- Anstertrailer. (2022). *ANSTER*. Retrieved from <https://anstertrailer.com/wp-content/uploads/2017/08/Low-Bed-Trailer-Ultimate-Guide.pdf>
- AWS, D. (Julio 28, 2015). *Codigo de Soldadura estructural - acero* (23° ed.).
- Carrocerias Chama. (2022, Agosto 1). *Low-boy Cama Baja*. Retrieved from <https://carroceriaschama.com.ve/producto/low-boy-cama-baja/>
- Costamagna, A. N. (2018). *Bitrain 75 Tn*. Argentina.
- INEI, I. N. (2022). *Producción Nacional Junio 2022*. Informe Técnico, Lima. Retrieved Setiembre 21, 2022
- Información Basica de Ingeniería Civil. (2022, Agosto 5). *Clase de diseño de vigas de acero modulo plástico*. Retrieved from https://infobasicingcivil.blogspot.com/2018/03/calculo-del-modulo-plastico-para-diseno.html#google_vignette
- Liriano, L. (2009, Octubre 10). *SOY INGENIERO CIVIL , ¿Y TU?* Retrieved from <http://soyingeniero1.blogspot.com/2009/10/secciones-de-perfiles-de-acero.html>
- McCorman, J. C. (2012). *Diseño de Estructuras de Acero* (Vol. 5ta Edición). Mexico: Alfaomega Grupo Editorial.

- MTC, M. d. (2015). *Reglamento Nacional de Vehículos y las Inspecciones Técnicas Vehiculares*. Retrieved from <https://www.yumpu.com/es/document/read/36606061/el-reglamento-nacional-de-vehiculos-y-las-inspecciones-tecnicas>
- Producción, M. d. (2015). *Estudio de la situación actual de la Innovación en la Industria Manufacturera*. Lima. Retrieved from <https://ogeiee.produce.gob.pe/images/oee/Doc/innovacion.pdf>
- PRODUCE, M. d. (2022). *Resultados del Indicador de Producción industrial Junio 2022*. PRODUCE. Lima: Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos. Retrieved Setiembre 20, 2022
- RNE, R. N. (2006). *E.090 Estructuras Metálicas*. Instituto de la construcción y Gerencia.
- Shigley, N. R. (2012). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley* (Vol. 9na Edición).
- Sotomayor Venegas, G. X., & Padilla Nieto, M. A. (2013). *Diseño asistido por computadora de una plataforma cama baja de cuello desmontable con capacidad de 45 toneladas usando SAP200 y ANSYS*. Guayaquil.
- SUTRAN, S. d. (2005). *DECISION 491- Reglamento Técnico Andino sobre Limites de Pesos y Dimensiones de los vehículos destinados al transporte internacional de pasajeros y mercancías por carreteras*. Lima. Retrieved from <https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2020/06/DECISION-491-Reglamento-T%C3%A9cnico-Andino-sobre-L%C3%ADmites-de-Pesos-y-Dimensiones-de-los-Veh%C3%ADculos-destinados-al-Transporte-Internaciona.pdf>



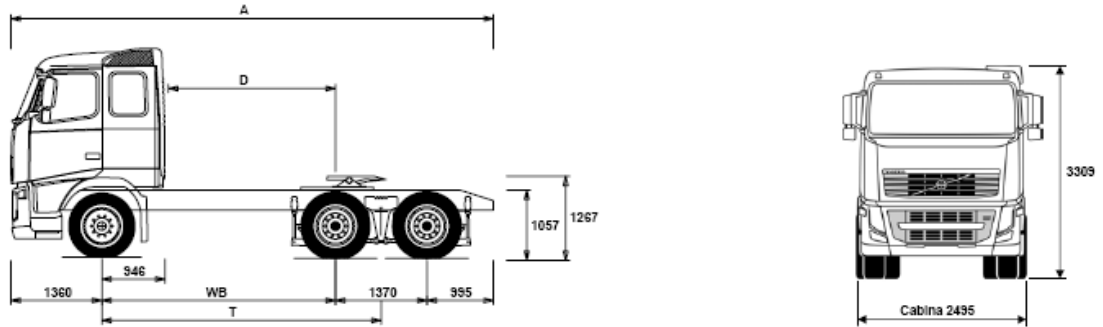
ANEXOS

Anexo 1. Dimensiones del Tracto

GAMA DE MODELOS



FH 64T B3HP.ALTO.A8.NEUM.TRASERA FH 64T B3HP1



Dimensiones del Chasis [mm]

WB Dist. entre ejes	3000	3200	3600
A Longitud total del chasis	6725	6925	7325
D Centro del eje trasero a trasera de cabina	2004	2204	2604
T Dist. e.e. teórica	3685	3885	4285

Pesos del chasis [kg]

Eje delantero	5170	5190	5225
Bogie trasero	4125	4150	4185
Peso en orden de marcha	9295	9340	9390

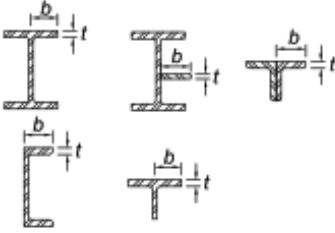
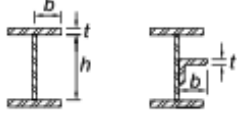
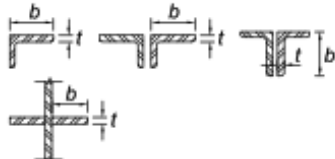

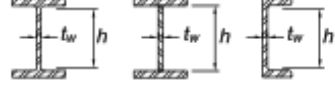

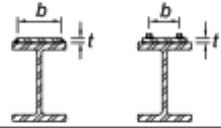

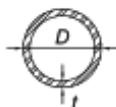
Diametro de giro [mm]

Diametro de giro entre bordillos	13000	13600	14900
Diametro de giro entre paredes	14700	15300	16600

Pesos legales [kg]

	Tecnico
Peso total del vehículo	29000
Peso total en combinación	56000
Eje delantero	8000
Bogie trasero	21000

Anexo 2. Tablas B4.1b AISC 360

<p style="text-align: center;">TABLA B4.1b Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión. Miembros sometidos a Flexión</p>				
Casos	Descripción del Elemento	Razón Ancho Espesor	Razón Ancho-Espesor Límite λ (compacta / no compacta (esbelto / no esbelto))	Ejemplo
Elementos No-Atiesados	1 Alas de perfiles laminados, planchas conectadas a perfiles laminados, alas de pares de ángulos conectados continuamente, alas de canales y alas de secciones T.	b/t	$0.56 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	2 Alas de perfiles I soldados y planchas o ángulos conectados a secciones soldadas.	b/t	$0.64 \sqrt{\frac{k_c E}{F_y}}$ ^[a]	
	3 Alas de perfiles ángulo laminados; alas de pares de ángulos con separadores y todo tipo de elementos no atiesados.	b/t	$0.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	4 Alma de Secciones T.	d/t	$0.75 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Elementos Atiesados	5 Almas de secciones I con doble simetría y secciones canal.	h/t_w	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	6 Paredes de secciones HSS rectangulares y cajones de espesor uniforme	b/t	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	7 Alas de sobreplanchas y planchas diafragma entre líneas de conectores o soldadura	b/t	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	8 Todo elemento atiesador.	b/t	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	9 Tubos circulares.	D/t	$0.11 \frac{E}{F_y}$	

^[a] $k_c = 4\sqrt{h/t_w}$, no menor que 0,35, ni mayor que 0,76 para propósitos de cálculo.

TABLA B4.1b
Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión.
Miembros sometidos a Flexión

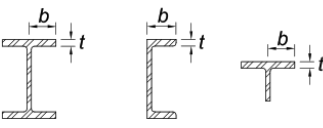
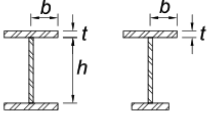
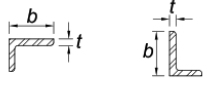
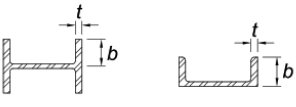

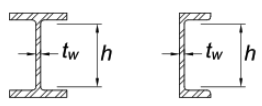
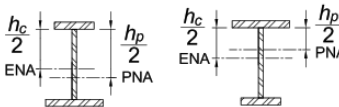
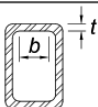
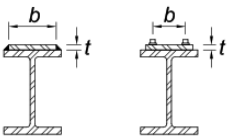
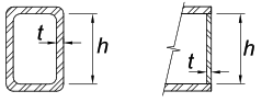
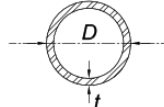
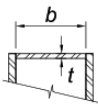
Caso	Descripción del Elemento	Razón Ancho Espesor	Razón Ancho - Espesor Límite		Ejemplo	
			λ (compacta / no compacta)	λ (esbelto / no esbelto)		
Elementos No-Atiesados	10	Flexión en alas de perfiles I laminados, canales y tes.	b/t	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	11	Alas de secciones I soldadas con doble y simple simetría.	b/t	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.95 \sqrt{\frac{k_c E}{F_L}}$ [a] [b]	
	12	Alas de ángulos simples.	b/t	$0.54 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.91 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	13	Alas de toda doble t y canal en torno a su eje más débil.	b/t	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	14	Alas de tes.	d/t	$0.84 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.52 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	



TABLA B4.1b (continuación)
Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión.
Miembros sometidos a Flexión

Casos	Descripción del Elemento	Razón Ancho Espesor	Razón Ancho - Espesor Límite		Ejemplo	
			λ (compacta / no compacta)	λ (esbelto / no esbelto)		
Elementos Atiesados	15	Almas de doble T simétricas y canales.	h/t_w	$3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	16	Almas de secciones doble T con un solo eje de simetría.	h_c/t_w	$\frac{h_c}{h_p} \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ [c] $\left(0.54 \frac{M_p}{M_y} - 0.09\right)^2$ $\leq \lambda_r$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	17	Alas de secciones tubulares y secciones cajón de espesor uniforme.	b/t	$1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	18	Alas de sobreplanchas y planchas diafragma entre líneas de conectores y soldadura.	b/t	$1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	19	Almas de tubos rectangulares y secciones cajón.	h/t	$2.42 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	20	Tubos circulares.	D/t	$0.07 \frac{E}{F_y}$	$0.31 \frac{E}{F_y}$	
	21	Alas de sección cajón.	b/t	$1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

(a) $kc = 4\sqrt{h/t_w}$, no menor que 0,35, ni mayor que 0,76 para propósitos de cálculo.

(b) $FL = 0.7F_y$ para secciones doble te esbeltas de alma, y para secciones fabricadas de alma compacta y no compacta con flexión en el eje fuerte con $S_{xt}/S_{xc} \geq 0.7$; $FL = F_y S_{xt}/S_{xc} \geq 0.5F_y$ para miembros fabricados de sección doble te de alma compacta y no compacta con $S_{xt}/S_{xc} < 0.7$, donde S_{xc} , S_{xt} = modulo elástico de la sección referido a las alas en compresión y en tracción, respectivamente, mm^3 (in^3).

(c) M_y es el momento en fluencia de la fibra extrema, $M_p = F_y Z_x$, momento en flexión plástica, N-mm (kip-in), donde Z_x = modulo plástico de la sección tomado sobre el eje x, mm^3 (in^3).

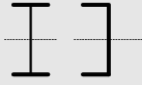

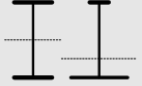
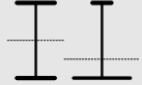



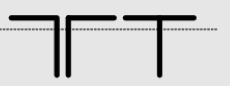
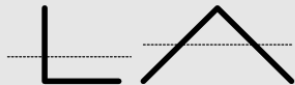

E = módulo elástico del acero = (200000 MPa (29000 ksi))

ENA = eje neutro elástico

F_y = tensión mínima de fluencia especificada, MPa (ksi)

PNA = eje neutro plástico

Anexo 3. Tablas F1.1 AISC 360

<p style="text-align: center;">TABLA Notas F1.1 Tabla de Selección para la Aplicación de las Secciones del Capítulo F</p>				
Sección en Capítulo F	Sección	Esbeltez Alta	Esbeltez Alma	Estados límites
F2		C	C	Y, LTB
F3		NC, S	C	LTB, FLB
F4		C, NC, S	C, NC	CFY, LTB, FLB, TFY
F5		C, NC, S	S	CFY, LTB, FLB, TFY
F6		C, NC, S	N/A	Y, FLB
F7		C, NC, S	C, NC, S	Y, FLB, WLB, LTB
F8		N/A	N/A	Y, LB
F9		C, NC, S	N/A	Y, LTB, FLB, WLB
F10		N/A	N/A	Y, LTB, LLB
F11		N/A	N/A	Y, LTB
F12	Perfiles asimétricos diferentes en ángulos simples	N/A	N/A	All limit states

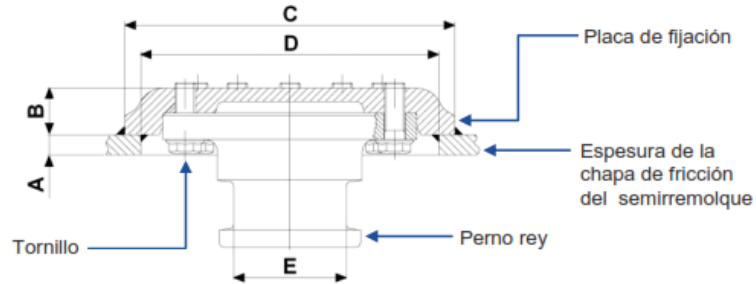
Y = fluencia, CFY = fluencia en compresión ala, LTB = pandeo lateral-torsional, FLB = pandeo local ala, WLB = pandeo local alma,, TFY = fluencia ala tracción, LLB = pandeo local ala, LB = pandeo local, C = compacto, NC = no-compacto, S = esbelto, N/A = no aplicable.

Anexo 4. Ficha Técnica King Pin

Perno rey 2" y 3.1/2" JOST

www.JOST.com.br

Conjunto perno rey, tornillos y placa de fijación



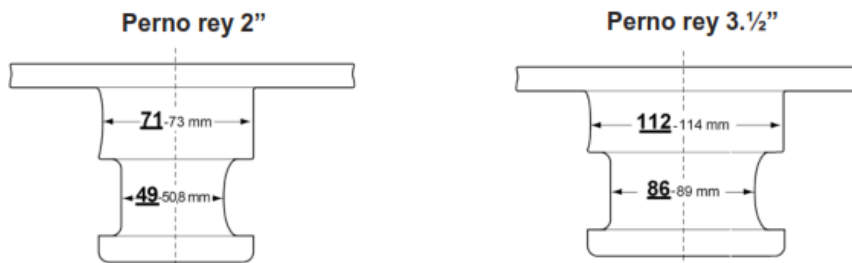
Dimensional

Código conjunto perno rey, tornillo y placa	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E	Valor D (kN)
260000085 (2" - 8 tornillos)	8	37	Ø260	Ø235	Ø2"	162
260000086 (2" - 8 tornillos)	10	34	Ø260	Ø235	Ø2"	162
260000192 (2" - 8 tornillos)	12	33	Ø260	Ø235	Ø2"	162
260000101 (3.1/2" - 8 tornillos)	10	34	Ø260	Ø235	Ø3.1/2"	162
260000196 (3.1/2" - 8 tornillos)	12	34	Ø260	Ø235	Ø3.1/2"	162
260000161 (3.1/2" - 12 tornillos)	16	37	Ø260	Ø235	Ø3.1/2"	200
PR00006J00 (3.1/2" - 12 tornillos - agujero central)	16	37	Ø260	Ø235	Ø3.1/2"	200

Componentes

Conjunto perno rey, tornillos y placa	Perno rey		Tornillo		Placa de fijación
260000085	260000080	2"	260000084	M14 x 35	260000082
260000086	260000080	2"	260000084	M14 x 35	260000083
260000192	260000080	2"	260000084	M14 x 35	PR00019J00
260000101	260000081	3.1/2"	260000084	M14 x 35	260000083
260000196	260000081	3.1/2"	260000084	M14 x 35	PR00019J00
260000161	PR00023J00	3.1/2"	AD00568J70	M16 x 45	260000194
PR00006J00	PR00005J00	3.1/2"	AD00568J70	M16 x 45	PR00004J00

Límites de desgastes



JOST

Anexo 5. Ficha Técnica Suspensión

TA

TA30

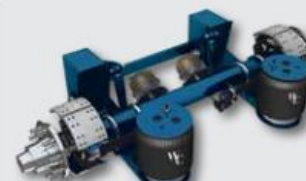
TA30 Specifications



TOP MOUNT



LOW MOUNT



UNDER MOUNT

Capacity:	30,000 pounds	30,000 pounds	30,000 pounds
Travel:	8 inches	9 inches	9 inches
Lift:	3 to 4 inches	5.11 to 5.31 inches	2 to 5 inches
Ride Heights:	15 to 24 inches	14 to 24 inches	6.5 to 17 inches
Weight:	355 pounds	403 pounds	396 pounds

Weight includes suspension kit only – axles not included

TA - Trailer Air North America	Dry Van & Reefer	Drop Frame Van	Auto Hauler	Container Chassis	Chip Van & Logging*	Flat or Platform	Lowboy & Drop Deck	Dump (Rear & Side)*	Dump (Bottom)*	Tanker*	Grain Hopper	Livestock
TA30T20					P			P	P	P	P	P
TA30U20					O		O		P			
TA30L20					O	O						

P - Preferred O - Optional
 * Use of P spindle is preferred for heavy-duty and wheel outset applications.
 Note: Specific applications that are not typical must be approved by Waston & Chalfin on a case by case basis.

Value Added Options

- Lift Axle Kits
- Air Control Kits
- Air Disc Brakes
- Tire Inflation Systems
- ALIGN-TRAC™ – Quick, easy alignment system

* Contact your local W&C representative for complete warranty terms, conditions and limitations.

Actual product performance may vary depending upon vehicle configuration, operation, service and other factors.
 All applications must comply with applicable specifications from W&C and the respective vehicle manufacturer.
 Contact W&C for additional details regarding specifications, applications, capacities, and operation, service and maintenance instructions.

Anexo 6. Ficha Técnica Ejes



**AUTOPARTES
FERROSOS S.R.L.**

EJES PARA CARRETA Y CAMIÓN (FRENO TAMBOR/FRENO DISCO)



Medida	Capacidad	Modelo	Para Aro
66	10,000 Lbs 18,000 Lbs	Fuso 6 huecos	16 / 17.5
71.5	25,000 Lbs 30,000 Lbs	Americano, Europeo, Japonés Americano, Europeo	19.5 / 20 / 22.5
77.5	25,000 Lbs 30,000 Lbs	Americano / Europeo Americano / Europeo / Camabaja	15 / 17.5 / 20 / 22.5
83	30,000 Lbs	Americano / Europeo / Camabaja	15 / 17.5 / 20 / 22.5
93	30,000 Lbs	Americano / Europeo / Camabaja	15 / 17.5 / 20 / 22.5

EJE DE DISCO



EJE CURVO DE TR

Medida	Capacidad
71.5	25,000 Lbs



**CÁMARA DE AIRE SIMPLE
T-20**



**CÁMARA DE AIRE SIMPLE
T-24 / T-30**



**CÁMARA DE AIRE DOBLE
T-30/30**



**EJE DE LEVA DE 10" 28" Y 37"
DIENTES DERECHOS E IZQUIERDOS**



**DIAFRAGMA DE FRENO
TIPO - 30 8"**



16








Anexo 7. Ficha Técnica Neumáticos

**AUTOPARTES
FERROSOS S.R.L.**

CR926



- Posee 3 ranuras circunferenciales que aseguran una buena estabilidad direccional, mejorando el desgaste y garantizando un desplazamiento suave.
- Tiene en su construcción laminillas pesadas para ofrecerle una buena estabilidad de frenado y de alta tracción lateral sobre una superficie mojada y seca.
- Tiene un compuesto de caucho mejorado que ayuda a resistir los cortes y asegurar un buen kilometraje dentro y fuera de carretera.
- Posee refuerzo en la pared lateral que la protege contra impactos y el rayado.



MEDIDA	LR/PR	ÍNDICE DE SERVICIO	PROFUNDIDAD DE LA BANDA (mm)	ESTÁNDAR	DIÁMETRO TOTAL (mm)	ANCHO DE SECCIÓN (mm)	MÁXIMA CAPACIDAD DE CARGA EN LA PRESIÓN DE INFLADO EN FRÍO			
							SINGLE		DUAL	
							(kg)	(kPa)	(kg)	(kPa)
12R22.5	J/18	152/149L	16	9	1085	300	3550	930	3250	930

CR926D



- Posee 3 ranuras circunferenciales que aseguran una buena estabilidad direccional, mejorando el desgaste y garantizando un desplazamiento suave.
- Tiene en su construcción laminillas pesadas para ofrecerle una buena estabilidad de frenado y de alta tracción lateral sobre una superficie mojada y seca.
- Tiene un compuesto de caucho mejorado que ayuda a resistir los cortes y asegurar un buen kilometraje dentro y fuera de carretera.
- Posee refuerzo en la pared lateral que la protege contra impactos y el rasgado.



MEDIDA	LR/PR	ÍNDICE DE SERVICIO	PROFUNDIDAD DE LA BANDA (mm)	ESTÁNDAR	DIÁMETRO TOTAL (mm)	ANCHO DE SECCIÓN (mm)	MÁXIMA CAPACIDAD DE CARGA EN LA PRESIÓN DE INFLADO EN FRÍO			
							SINGLE		DUAL	
							(kg)	(kPa)	(kg)	(kPa)
11R22.5	H16	148/145M	16.8	8.25	1054	279	3150	850	2900	850

ACCESORIOS Y LLANTAS

90

GOODRIDE
Performance Tires

Anexo 8. Ficha Técnica Material de Aporte

CHT711

Flux Cored Wire for High Tensile Steels

AWS A5.36 E71T1 - C1A0 CS1
BS EN ISO 17632 T42 2 P C 1 H10
JIS Z3313 YFW-C50DR
CSA W48-01 E491T-1-H8
GB/T 10045 E501T-1

Type of Flux: Rutile
Welding Position: F, H, HF, OH, V, VD
Type of Current: DCEP

Features & Applications

CHT711 shows excellent welding performance and higher efficiency in welding. Vertical down welding could be applied. It is widely used in structures fabricated by equivalent mild steels and 490MPa grade high tensile strength steels, such as ships, pressure vessels, machineries, petrochemical industry equipments, bridges and so on.

Chemical Composition of Deposited Metal (%)

	C	Mn	Si	S	P
Standard	≤0.18	≤1.75	≤0.90	≤0.03	≤0.03
Typical	0.055	1.35	0.40	0.009	0.018

Mechanical Properties of Deposited Metal (AW)

	Yield Strength ReH (MPa)	Tensile Strength Rm (MPa)	Elongation A4 (%)	Impact Value (J)	Shield Gas
				-20 C	CO ₂
Standard	≥400	≥480	≥22	≥27	purity≥99.98%
Typical	440	535	32	110	

The standard of mechanical properties conforms to shipping institutions and the certificate of inspection would follow it unless the purchaser has special requirement.

X-ray radiographic inspection: Grade I

Diffusible hydrogen in deposited metal: ≤10ml/100g (mercury process)

Recommended Current (DC⁺)

Diameter(mm)		1.0	1.2	1.4	1.6
Current (A)	F	90-220	120-300	150-380	180-430
	HF	90-200	120-280	150-320	180-380
	V, OH	90-180	120-260	150-270	180-280
	H	90-200	120-280	150-320	180-330
	VD	90-200	200-280	220-300	250-300

Approvals

Institute	CCS	LR	ABS	GL	BV	DNV	NK	BKI	KR	CWB
Grade	3YSMH10	3YS, H10 3YM, H10	3YSAH10	3YH10S	SA3YMH10	III YMS(H10)	KSW53G(C)H10 KAW53MG(C)H10	3YH10S	3YSMG(C)H10	E491T-9-H8

- Notice:**
- 1) The flow rate of shield gas should within 20L-25L/min in welding.
 - 2) The wire extension should be 15mm-25mm.
 - 3) The surfaces to be welded must be cleaned away impurities of oil contamination, rust, moisture and so on.
 - 4) The welding conditions mentioned above for reference only and it is better to do a welding procedure qualification according to project before put it into formal welding.

Anexo 9. Ficha Técnica Pintura Base

ANYPSA

Código: F - 39
Ver. 03 / Rev. 03
Fecha: 02/11/2016

BASE ZINCROMATO AUTOMOTRIZ X10

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

PRODUCTO

Producto formulado con resina alquídica y pigmentos anticorrosivos libre de plomo.

TIPO

Alquídico.

USOS Y RECOMENDACIONES

Se emplea como protección anticorrosiva para estructuras metálicas de uso automotriz.

COLOR

Verde.

ACABADO

Mate.

2. PARÁMETROS DE MEDICIÓN

SÓLIDOS POR PESO %

66 - 71

DENSIDAD (Kg/Gl)

4.89 - 5.07

VISCOSIDAD

110 - 130 KU a 25 °C, al momento de envasado.

3. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

GENERAL

La Base Zincromato Automotriz X10 brinda buena acción anticorrosiva para la protección de metales, buen poder de relleno y excelente adherencia.

4. DATOS DE APLICACIÓN

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

La superficie por pintar debe estar seca, libre de polvo, grasa, óxido, pintura mal adherida y todo tipo de contaminantes.

Desaparecer cualquier rastro de óxido mediante el uso de Acondicionador para Metales X1, y un eficiente lijado.

Para Superficies Metálicas (nuevas) es conveniente arenar según norma SSPC - SP6.

Para Superficies Metálicas (antiguas) es conveniente un arenado comercial SSPC - SP2 o SSPC - SP3.



Para Superficies Galvanizadas y de Aluminio se recomienda utilizar Wash Primer previo a la aplicación de la Base Zincromato Automotriz X10.

MÉTODO DE APLICACIÓN

Equipo de aplicación: Soplete convencional.

Diluyente: Maestro Thinner Acrílico Automotriz Reforzado AC-350.

Preparación de mezcla

1 volumen de Base Zincromato Automotriz X10.
1 volumen de Diluyente.

Nota: Homogenizar completamente la mezcla del producto y solvente antes de aplicar.

PRECAUCIONES AL APLICAR

No aplique en condiciones de alta humedad o de lluvia inminente en exteriores.

No mezcle este producto con pinturas de otro tipo o marca.

TIEMPO DE SECADO

Secado tacto (minutos) : 20 - 30

Secado duro (horas) : 24

Número de manos : 2 - 3 manos.

Espesor recomendado de película húmeda por capa

3 - 4 mils

Espesor recomendado de película seca por capa

1.5 - 2 mils

RENDIMIENTO TEÓRICO

40 m²/GL

Los cálculos de rendimiento no incluyen pérdidas por variación del espesor, mezclados inadecuados, aplicación inadecuada, irregularidades de la superficie o porosidad.

LIMPIEZA DEL EQUIPO

Utilice Maestro Thinner Acrílico Automotriz Reforzado AC-350.

5. MANEJO DEL PRODUCTO

INFLAMABILIDAD

Material inflamable a 34 °C.

ALMACENAMIENTO

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento por 12 meses, si se almacenan bajo techo en lugares frescos y secos, después de su uso manténgase bien cerrado y fuera del alcance de los niños.

Anexo 10. Ficha Técnica Pintura Acabado

ANYPSA

Código: F - 30
Ver. 03 / Rev. 03
Fecha: 02/11/2018



Z4 7500 POLIURETANO AUTOMOTRIZ

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

PRODUCTO

Producto elaborado con resina poliuretano y pigmentos seleccionados debidamente balanceados, que al ser aplicados hacen de este producto ideal para la línea automotriz, proporcionando una película de alta calidad y excelente resistencia a la luz e intemperie.

TIPO

Poliuretano.

USOS

Se emplea para el acabado final del repintado automotriz, para el repintado de artefactos electrodomésticos, sobre madera. En todos los casos el acabado es de brillo directo.

COLORES

Según abanico de colores.

ACABADO

Brillante.

2. PARÁMETROS DE MEDICIÓN

SÓLIDOS POR PESO %

62 - 68 : color blanco.
48 - 64 : colores y colores tóner.

DENSIDAD (Kg/Gl)

4.60 - 4.80 : color blanco.
3.60 - 4.64 : colores y colores tóner.

VISCOSIDAD

76 - 86 : color blanco.
72 - 80 : colores y colores tóner.

KU a 25 °C al momento de envasado.

3. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

GENERAL

Z4 7500 Poliuretano Automotriz se caracteriza por las siguientes propiedades:

- Secado rápido.
- Excelente retención de brillo.
- Excelente resistencia a la intemperie.
- Excelente resistencia a la abrasión y al desgaste.
- Excelente resistencia a agentes químicos y disolventes.

4. DATOS DE APLICACIÓN

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

La superficie por pintar debe estar seca, libre de polvo, grasa, óxido, pintura mal adherida y todo tipo de contaminantes.

Desaparecer cualquier rastro de óxido mediante el uso de Acondicionador para Metales X1, y un eficiente lijado.

La superficie a recubrir debe tener ya aplicado el

Para Superficies Metálicas (nuevas) es conveniente arenar según norma SSPC - SP6 aplicar previamente Z5 Base Primer Poliéster PHS98, pasar un paño seco para eliminar el polvo y contaminantes que puedan quedar en la superficie.

Para Superficies Metálicas (antiguas) es conveniente un arenado comercial SSPC - SP2 o SSPC - SP3 aplicar previamente Z5 Base Primer Poliéster PHS98, pasar un paño seco para eliminar el polvo y contaminantes que puedan quedar en la superficie.

Para Superficies de Madera se debe efectuar un buen lijado y limpieza.

Recomendación: Los colores tóner se utilizan para matizados.

Nota: En cualquier caso, se deberá usar de acuerdo a las instrucciones dadas para cada caso.

MÉTODO DE APLICACIÓN

Equipo de aplicación: Soplete convencional a presión de 45 - 55 psi (Lb/in²).

Tipo de sustrato: Hierro acerado, madera.

Diluyente: Z5 Disolvente Uretano / Thinner Finishes DUH654.

Preparación de mezcla

2 partes de Z4 7500 Poliuretano Automotriz.

1 parte de Z5 Endurecedor / Hardeners Alto Sólido UH5674.

1 parte de Z5 Disolvente Uretano / Thinner Finishes DUH654.

Tiempo de inducción: No aplicable.

Vida útil de la mezcla: 6 - 8 horas máximo a 25 °C.

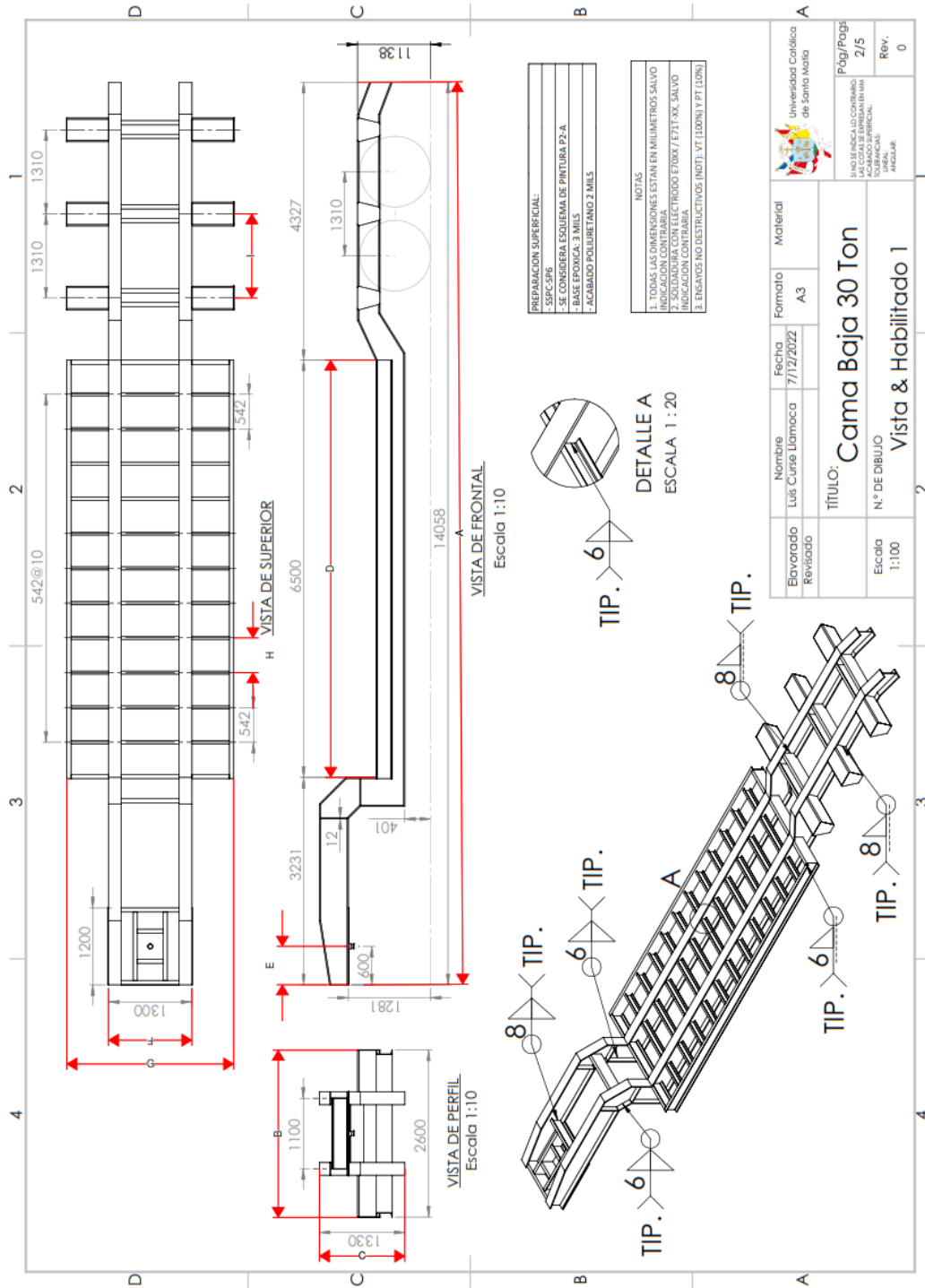
Nº de manos: 2 - 3 manos dejando arear de 10 - 15 minutos.

PRECAUCIONES AL APLICAR

No aplique en condiciones de alta humedad o de lluvia inminente en exteriores.

No mezcle este producto con pinturas de otro tipo o marca.

Anexo 11. Esquema para Registro de Control Dimensional



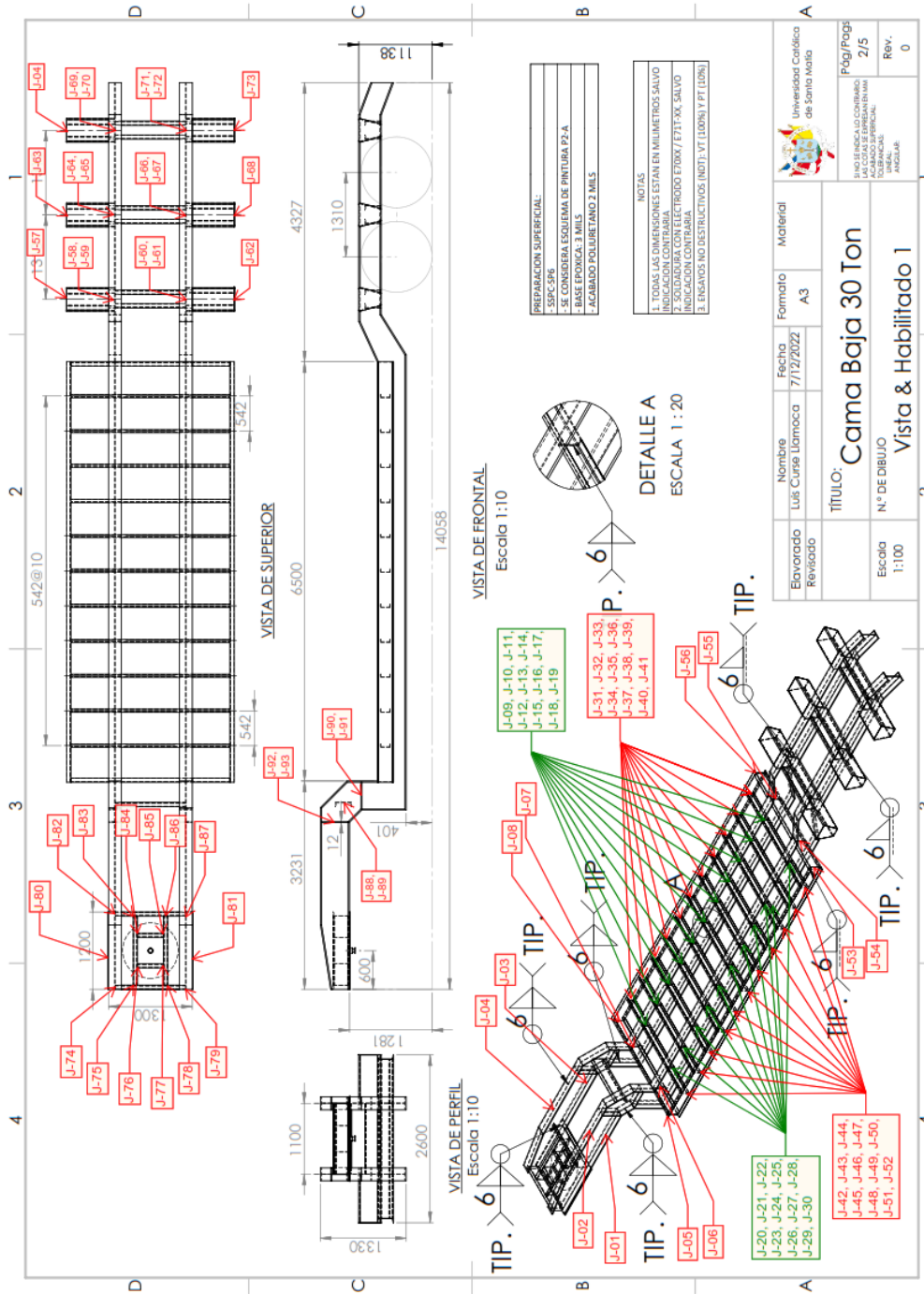
PREPARACION SUPERFICIAL:
 - SSPC-SP6
 - SE CONSIDERA ESQUEMA DE PINTURA P2-A
 - BASE EPONICA 3 MILS
 - ACABADO POLIURETANO 2 MILS

NOTAS
 1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS SALVO INDICACION CONTRARIA
 2. TOLERANCIAS: ELECTRODO E70XX / E71XX, SALVO INDICACION CONTRARIA
 3. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT): VT (100%) Y PT (10%)


Elaborado	Nombre	Fecha	Formato	Material
Revisado	Luis Curse Llamaca	7/12/2022	A3	
TÍTULO: Cama Baja 30 Ton				
Escala	N° DE DIBUJO	Vista & Habilitado 1		
1:100	2			

Pág/Págs 2/5	REV. 0

Anexo 12. Esquema para Registro de Inspección Visual



Anexo 14. Cotización de componentes



Repuestos, Insumos y Accesorios para el Transporte Camiones / Buses / Remolques

implementos

IMPLEMENTOS PERU S.A.C. RUC: 20510673710 **COTIZACION N° 529072**

- Av. Argentina 4000 Callao -

martes, 26 de noviembre de 2024

Señor (a) :	RUC :
Dirección :	Retira en : Tienda Arequipa
Email :	Call-center : -
Telefonos :	Celular :
Atención a :	Vendedor : @GERENCIA CALL CENTER .
Observación : ---	

N°	SKU	Referencia cliente	Descripción	Q	Precio Unitario Neto	IGV	Precio Unitario Total	Sub Total
1	WATSUS0015		SUSPENSION NEUMATICA 9" FIJACION REMACHES W&C	2	1,659.41	300.40	1,959.90	3,338.81
2	PCMEJE0014		EJE 77.5" CAMABAJA_ARO 17.5" SUNTECH	2	813.56	146.44	960.00	1,627.12

Vigencia de la Cotización : 24 horas	Valor Venta Neto : US\$ 4,965.93
Valor expresado en : Dolares Americanos	I.G.V. : US\$ 895.87
Forma de pago : TRANSFERENCIA BANCARIA	Importe Total : US\$ 5,819.80

1. Crédito sujeto a evaluación, en caso de requerirlo, por favor solicitar formulario de crédito, a su ejecutivo de ventas.
2. Una vez depositado, enviar mail dirigido a atencionalcliente@implementos.com.pe
3. Recaudación:
BCP - Debe consignar el Número de RUC / BEVA - Debe consignar RUC , Razón Social
Moneda Nacional - Código 4185 / Moneda Extranjera - Código 4186
4. Importante! Los precios y el stock cotizado, son válidos únicamente en Tienda Arequipa

BANCO CONTINENTAL
 CTA CTE SOLES
 0011-0910-0100115295
 CTA CTE DÓLARES
 0011-0910-0100109414
IMPLEMENTOS PERU
 S.A.C.
 RUC: 20510673710

BANCO DE CREDITO
 CTA CTE SOLES
 191-1856794-0-93
 CTA CTE DÓLARES
 191-1843920-1-85
IMPLEMENTOS
 PERU S.A.C.
 RUC: 20510673710


BANCO INTERBANK
 CTA CTE SOLES
 003-041-005001467220
 -13
 CTA CTE DÓLARES
 003-041-005001467258
 -17
IMPLEMENTOS PERU
 S.A.C.
 RUC: 20510673710

Debitos válidos en Tienda / Crédito por transferencias de depósitos.

Anexo 15. Cotización Cama baja



Empresa dedicada al rubro de elaboración, fabricación y diseño de estructuras metal mecánicas tipo carrocerías para el transporte de carga seca, congelado y residuos sólidos (liviana y pesada) y demás productos afines.

		Cotización N°: CS962 Fecha: RUC: 20602929559	
Señor/es: Domicilio: Atención: RUC:		Cel.: 958 343 206 Cel.: 978 210 914	
RESUMEN Marca: MEGA TRAILER Modelo : SEMIRREMOLQUE CAMA BAJA DE 30 TON CON 03 EJES, CON SUSP. MECANICA Tracto: VOLVO 6X4 (AMERICANO) Plazo de entrega: +/- 38 días Útiles. Validez de oferta: 04 días calendario. Forma de pago: 50% ADELANTO + ORDEN DE COMPRA Y EL SALDO CONTRA ENTREGA Y/O CONTADO LEASING.			
Cantidad	Descripción	Valor venta unitario	Total venta
01	SEMIRREMOLQUE CAMABAJA DE 30 TON, EN (ACERO ASTM A-572 /ASTM A-36) CON LAS SIGUIENTES MEDIDAS: LARGO TOTAL: 13.660mm ANCHO CAMA UTIL: 2.600mm ANCHO CON ALERONES: 3.10mm LARGO CAMA UTIL: 5.500mm ALTURA CAMA: 1.100mm CON 03 EJES (77.5") EN SUSPENSION MECANICA. PISO FORRADO CON MADERA HUAYRURO DE 2" (50mm calidad dura) INCLUYE: - TRAMITE PARA TARJETA Y PLACA. NOTA: NO INCLUYE AROS NI LLANTAS		26,047.46
Contacto: Cristian Saez Artola Email: ventas@megatrailer.com.pe		Sub total:	26,047.46
SON: Treinta Mil Setecientos Treinta y Seis con 00/100 dólar americano.		IGV 18%:	4,688.54
		Total US\$:	30,736.00

Deposito en cuenta: MEGA TRAILER S.A.C.
 BCP DOLARES: SOLES:
 CCI DOLARES: SOLES:

PLAZOS DE ENTREGA:

•A partir de la recepción de la Orden de Compra y cumplimiento de las condiciones acordadas de pago se darán los plazos de Fabricación y/o servicios convenidos. El plazo de entrega no incluye domingos, feriados ni feriados largos.

GARANTIA UNIDADES

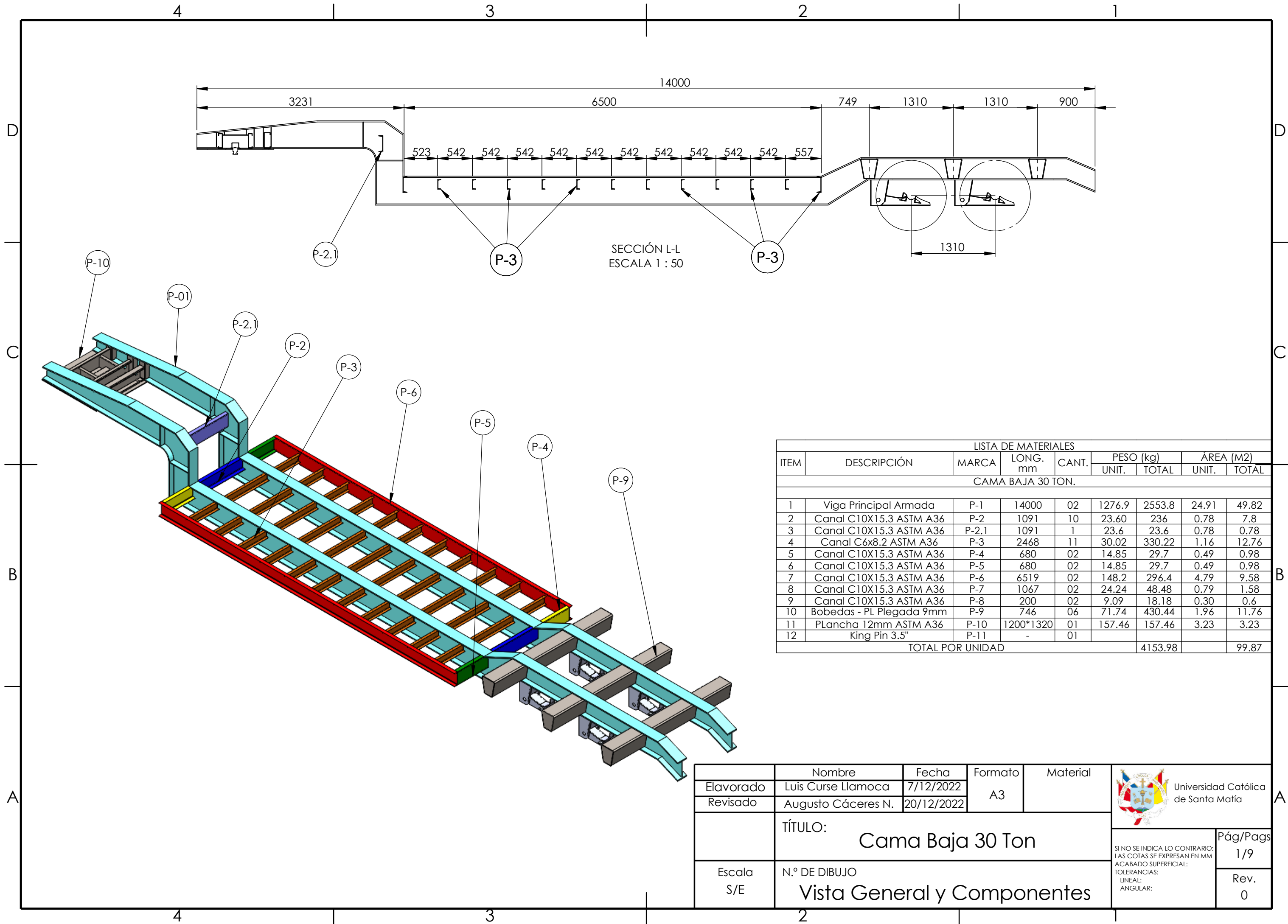
- Se ofrece 01 (Uno) año de garantía para la estructura metálica que cubre únicamente defectos de fabricación.
- Se ofrece 06 (seis) meses de garantía para, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos, sistemas eléctricos y accesorios.
- La garantía no cubre defectos o fallas producidas por el uso intensivo o producto del desgaste natural. Tampoco cubre maniobras inadecuadas, acciones temerarias o cualquier uso no apropiado para la cual fue diseñada la unidad.



OFICINA:
 CARAPONGO MZ H LT3 SUBLT B, ASOCIACION
 LOS TULIPANES - LURIGANCHO- CHOSICA



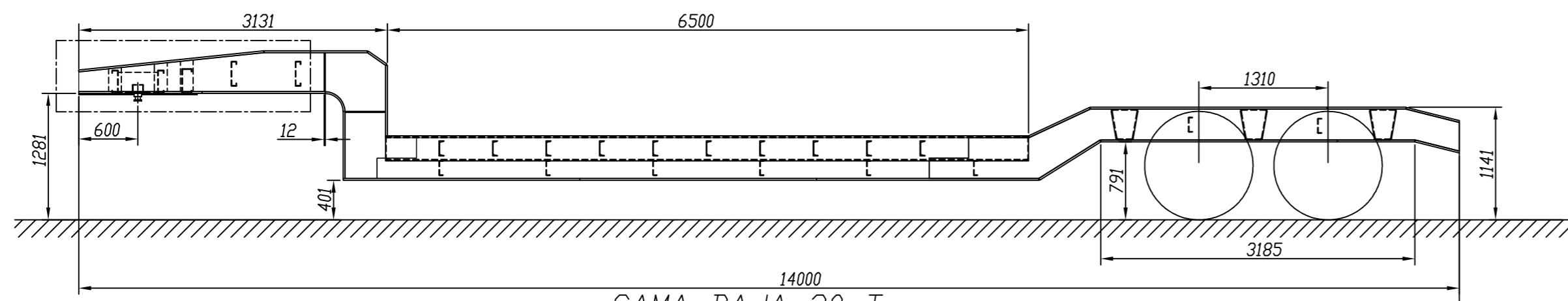
PLANOS



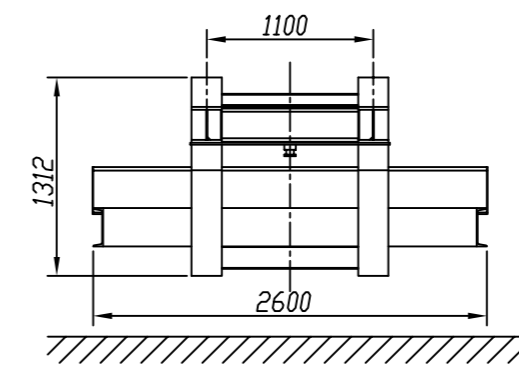
SECCIÓN L-L
ESCALA 1 : 50

LISTA DE MATERIALES								
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	LONG. mm	CANT.	PESO (kg)		ÁREA (M2)	
					UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL
CAMA BAJA 30 TON.								
1	Viga Principal Armada	P-1	14000	02	1276.9	2553.8	24.91	49.82
2	Canal C10X15.3 ASTM A36	P-2	1091	10	23.60	236	0.78	7.8
3	Canal C10X15.3 ASTM A36	P-2.1	1091	1	23.6	23.6	0.78	0.78
4	Canal C6x8.2 ASTM A36	P-3	2468	11	30.02	330.22	1.16	12.76
5	Canal C10X15.3 ASTM A36	P-4	680	02	14.85	29.7	0.49	0.98
6	Canal C10X15.3 ASTM A36	P-5	680	02	14.85	29.7	0.49	0.98
7	Canal C10X15.3 ASTM A36	P-6	6519	02	148.2	296.4	4.79	9.58
8	Canal C10X15.3 ASTM A36	P-7	1067	02	24.24	48.48	0.79	1.58
9	Canal C10X15.3 ASTM A36	P-8	200	02	9.09	18.18	0.30	0.6
10	Bobedas - PL Plegada 9mm	P-9	746	06	71.74	430.44	1.96	11.76
11	Plancha 12mm ASTM A36	P-10	1200*1320	01	157.46	157.46	3.23	3.23
12	King Pin 3.5"	P-11	-	01				
TOTAL POR UNIDAD						4153.98		99.87

	Nombre	Fecha	Formato	Material	 Universidad Católica de Santa María
Elaborado	Luis Curse Llamoca	7/12/2022	A3		
Revisado	Augusto Cáceres N.	20/12/2022			
TÍTULO:					Pág/Pags
Cama Baja 30 Ton					1/9
Escala	N.º DE DIBUJO	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: LINEAL: ANGULAR:			Rev.
S/E	Vista General y Componentes				0



CAMA BAJA 30 Ton
VISTA FRONTAL
Escala: 1:50

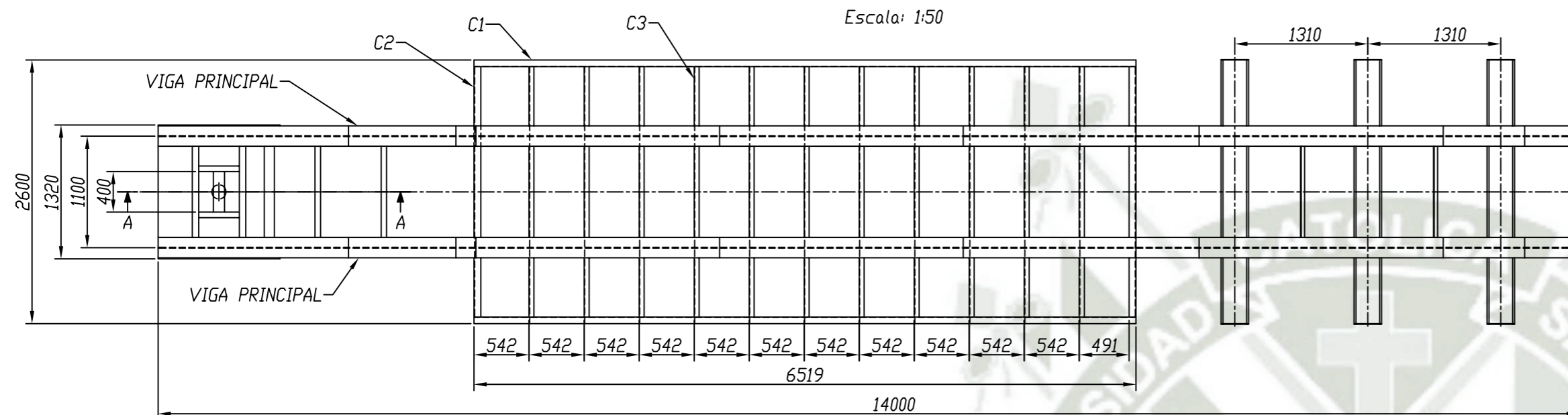


CAMA BAJA 30 Ton
VISTA PLANTA
Escala: 1:50

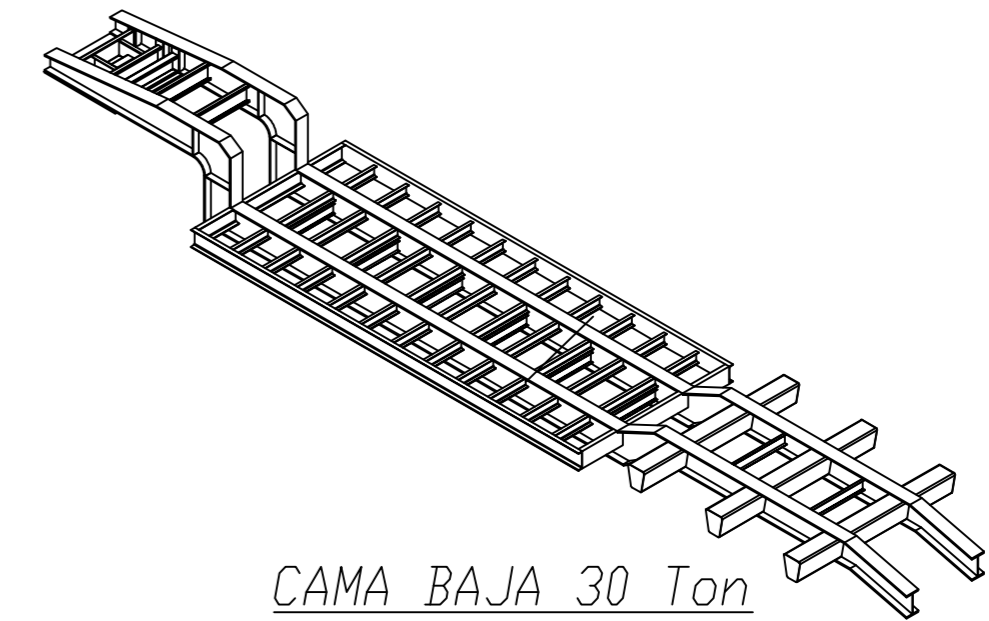
LISTA DE CORTES		
ITEM	DIMENSIONES	CANT.
1	1887 x 200 x 3/4"	2
2	1050 x 200 x 3/4"	2
3	226 x 200 x 3/4"	2
4	732 x 200 x 3/4"	2
5	2400 x 200 x 3/4"	2
6	2400 x 200 x 3/4"	2
7	1700 x 200 x 3/4"	2
8	683 x 200 x 3/4"	2
9	2400 x 200 x 3/4"	2
10	800 x 200 x 3/4"	2
11	1074 x 200 x 3/4"	2
12	976 x 200 x 3/4"	2
13	785 x 200 x 3/4"	2
14	2400 x 200 x 3/4"	2
15	730 x 200 x 3/4"	2
16	2254 x 200 x 3/4"	2
17	2400 x 200 x 3/4"	2
18	2400 x 200 x 3/4"	2
19	680 x 200 x 3/4"	2
20	299 x 200 x 3/4"	2
21	1250 x 200 x 3/4"	2
22	1250 x 200 x 3/4"	2

ITEM	DIMENSIONES	CANT.
C1	C10 x 15.3	2
C2	C10 x 15.3	2
C3	C6 x 8.2	11

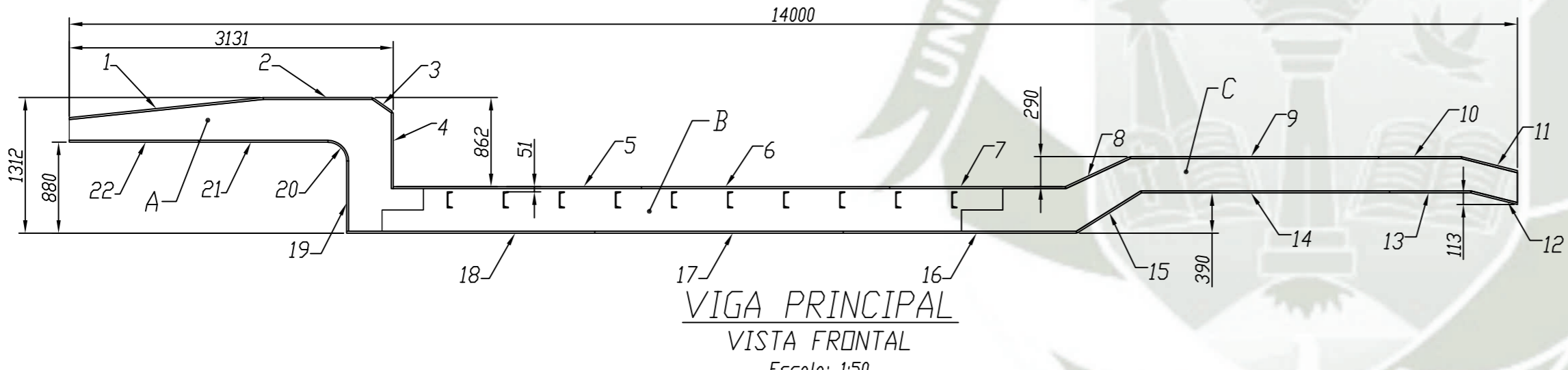
CANALES TIPO C		
ITEM	DIMENSIONES	CANT.
C1	C10 x 15.3	2
C2	C10 x 15.3	2
C3	C6 x 8.2	11



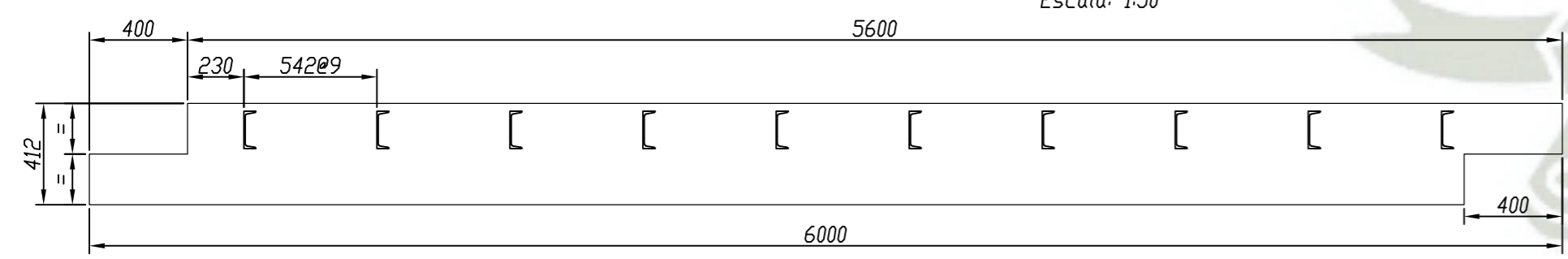
CAMA BAJA 30 Ton
VISTA PLANTA
Escala: 1:50



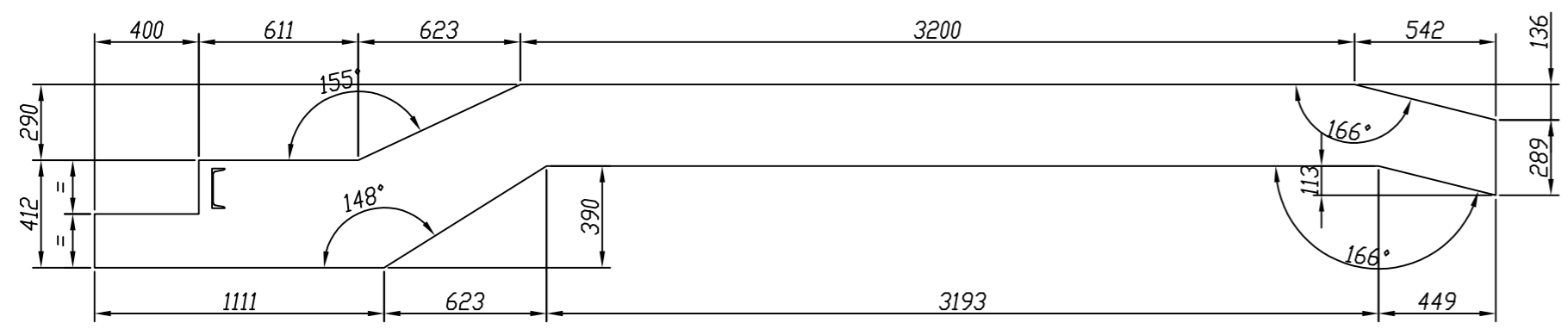
CAMA BAJA 30 Ton
VISTA ISOMETRICA
Escala: 3/4E



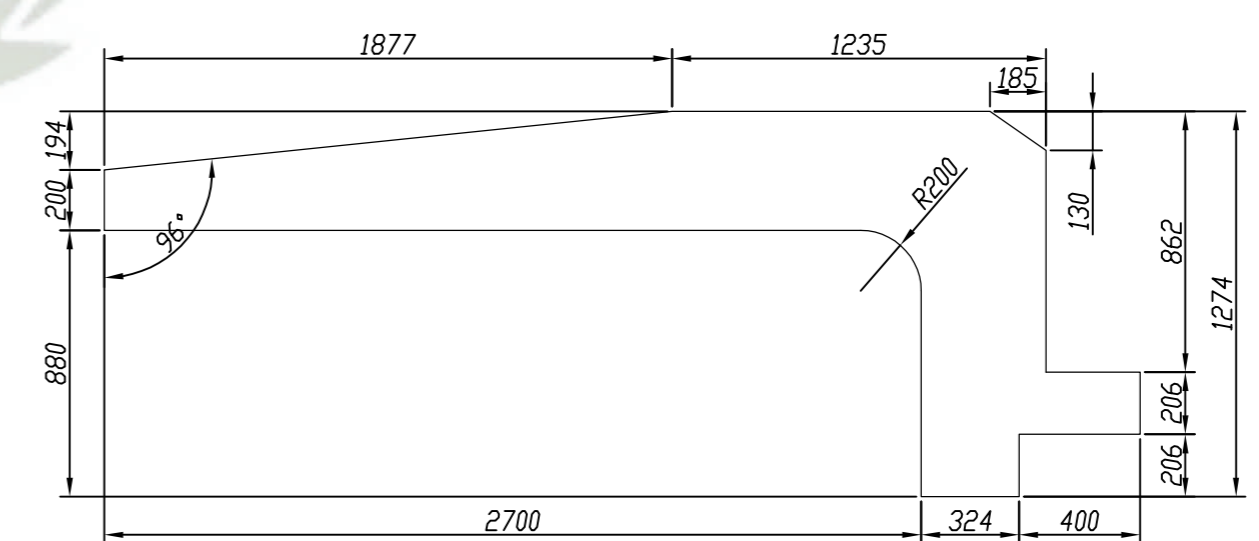
VIGA PRINCIPAL
VISTA FRONTAL
Escala: 1:50



ELEMENTO ~ B
VISTA FRONTAL
Cant: 02 und.
Escala: 1:20



ELEMENTO ~ C
VISTA FRONTAL
Cant: 02 und.
Escala: 1:20



ELEMENTO ~ A
VISTA FRONTAL
Cant: 02 und.
Escala: 1:20

DESVIACIONES ADMISIBLES PARA MEDIDAD SEGUN DIN 7168 (MEDIDAS EN MILIMETROS)										
MEIDAS NOMINALES	0.5 A 3	3 A 6	6 A 30	30 A 120	120 A 315	315 A 1000	1000 A 2000	2000 A 4000	4000 A 8000	8000 A 12000
MONTAJE	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 0.5	± 0.8	± 2.0	± 4.0	± 0.1	± 0.1
CALDERERIA		± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 3.0	± 4.0	± 6.0	± 0.1	± 0.1

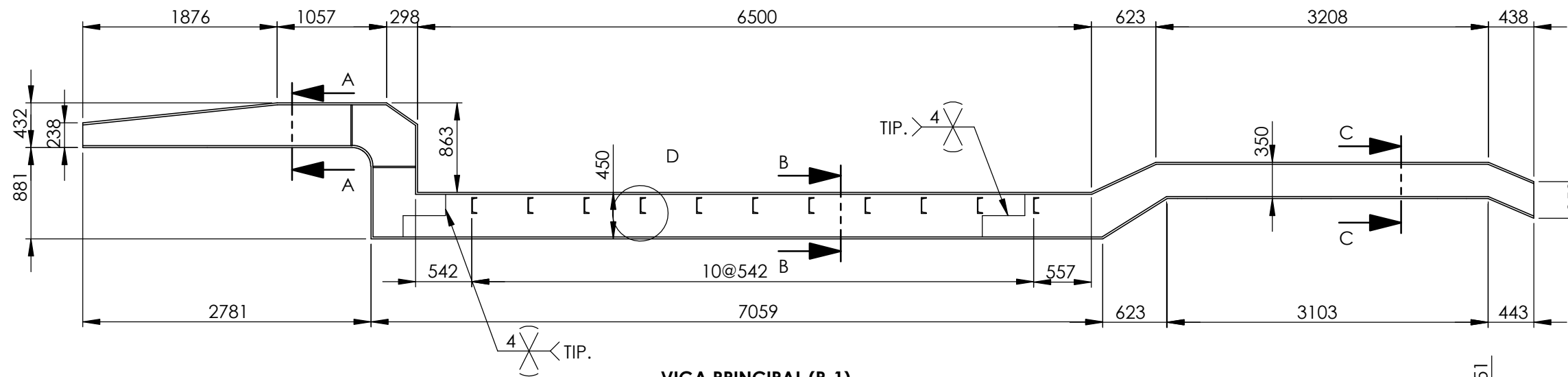
Elaborador:	Nombre	Fecha	Formato	Material
Elaborador:	Luis Curse Llamoca	07/12/23	A2	
Revisador:	Augusto Cáceres N.	20/12/23		
Titulo: Cama Baja 30 Ton				
Escala:	N.º de dibujo: Vista General y Componentes			
1/50				


Universidad Católica de Santa María
 SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS LINEAL: ANGULAR:

Pág/Pags: 2/9
 Rev: 0

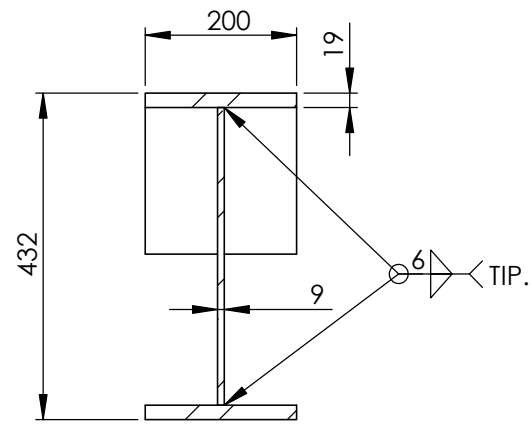
DESVIACIONES ADMISIBLES PARA MEDIDAS SEGÚN DIN 7162 (Medidas en Milímetros)										
MEDIDAS NOMINALES	0.5 A 3	3 A 6	6 A 30	30 A 120	120 A 315	315 A 1000	1000 A 2000	2000 A 4000	4000 A 8000	8000 A 12000
MONTAJE	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0
CALDEDRERIA		± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0	± 5.0	± 6.0

LISTA DE MATERIALES									
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	LONG. mm	CANT.	PESO (kg)		ÁREA (M2)		OBSERV.
					UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	
DETALLE VIGA PRINCIPAL									
1	PLANCHA DE 9mm ASTM A36	P-01	13900	01	388.40	388.4	11.31	11.31	--
2	PLANCHA DE 19mm ASTM A36	P-02	VARIABLE	02	444.25	888.5	6.8	13.6	--
TOTAL POR UNIDAD							1276.9	24.91	
TOTAL POR PAQUETE (2 UND)							2553.8	49.82	

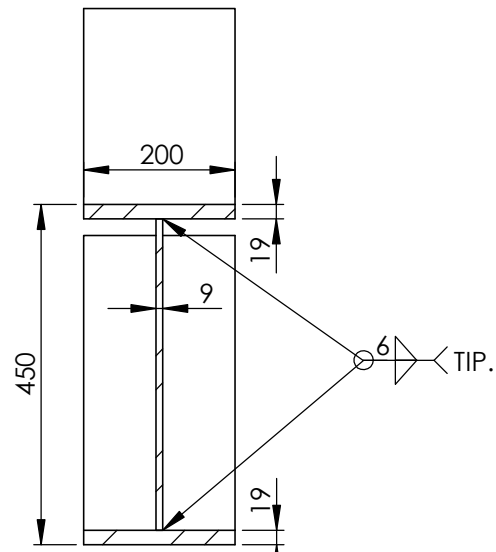


VIGA PRINCIPAL (P-1)

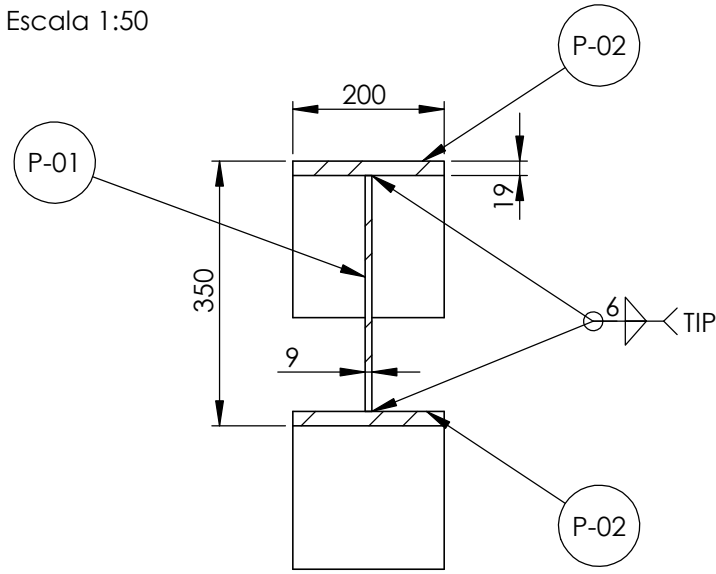
Cant.: 02 und.
Escala 1:50



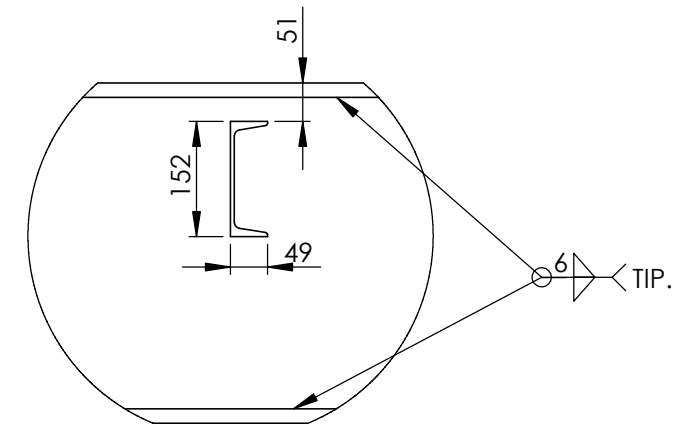
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 10




SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 10

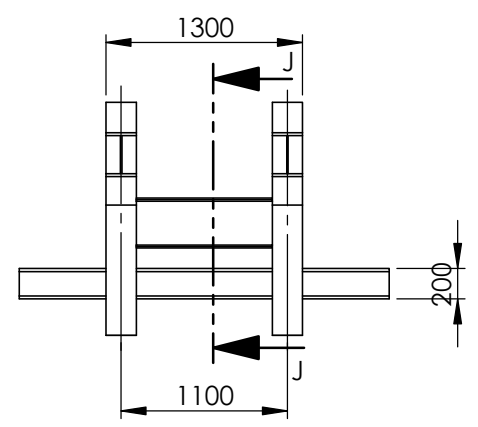


DETALLE D
ESCALA 1 : 10

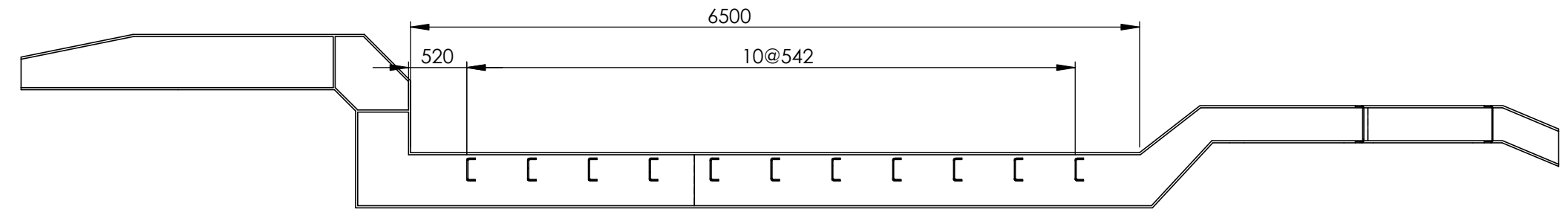
NOTAS	
1.	TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS SALVO INDICACION CONTRARIA
2.	SOLDADURA CON ELECTRODO E70XX / E71T-XX, SALVO INDICACION CONTRARIA
3.	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT): VT (100%) Y PT (10%)

	Nombre	Fecha	Formato	Material	 Universidad Católica de Santa María
Elaborado	Luis Curse Llamoca	7/12/2022	A3		
Revisado	Augusto Cáceres N.	20/12/2022			
TÍTULO:					SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:
Cama Baja 30 Ton					
Escala S/E	N.º DE DIBUJO				
Viga Principal					

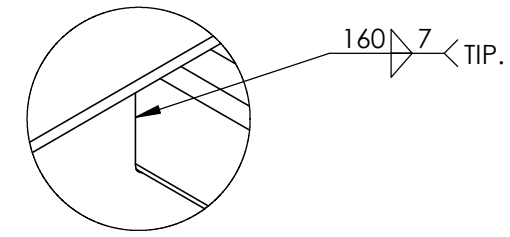
DESVIACIONES ADMISIBLES PARA MEDIDAS SEGÚN DIN 7162 (Medidas en Milímetros)										
MEDIDAS NOMINALES	0,5 A 3	3 A 6	6 A 30	30 A 120	120 A 315	315 A 1000	1000 A 2000	2000 A 4000	4000 A 8000	8000 A 12000
MONTAJE	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0
CALDEDRERIA		± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0	± 5.0	± 6.0



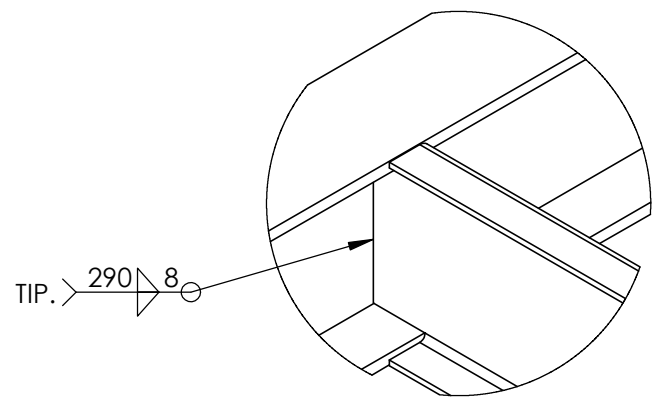
Vista Anterior
Escala 1: 50



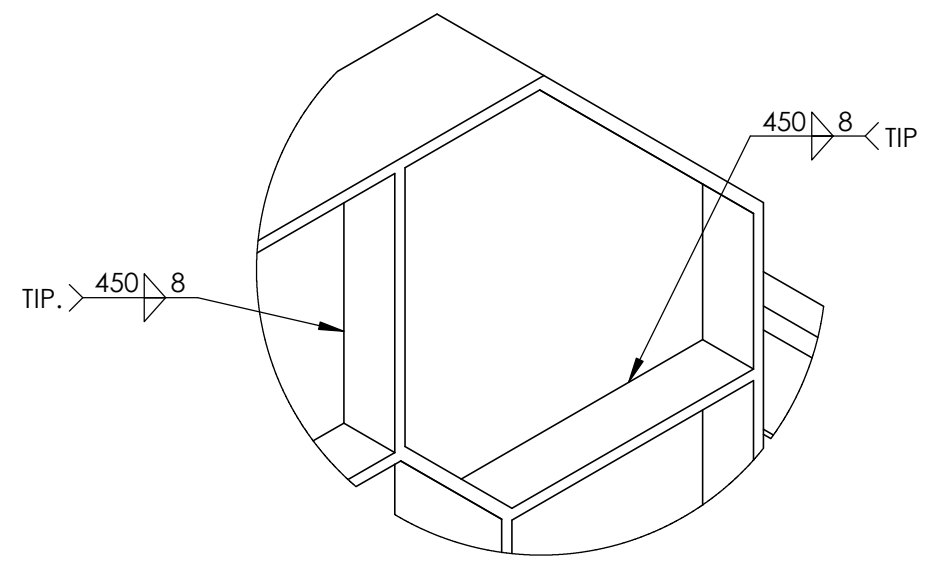
SECCIÓN J-J
ESCALA 1 : 50



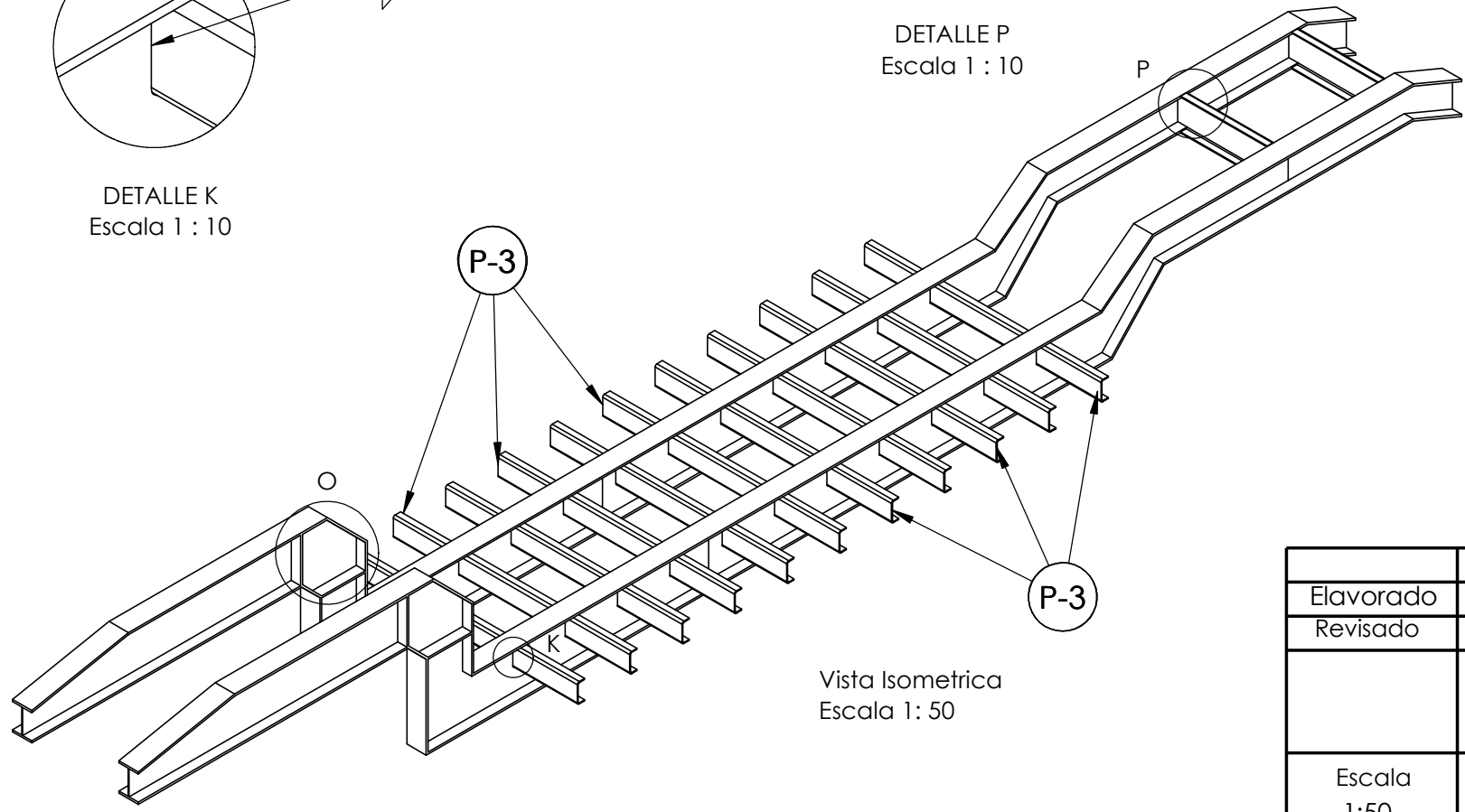
DETALLE K
Escala 1 : 10




DETALLE P
Escala 1 : 10



DETALLE O
Escala 1 : 10

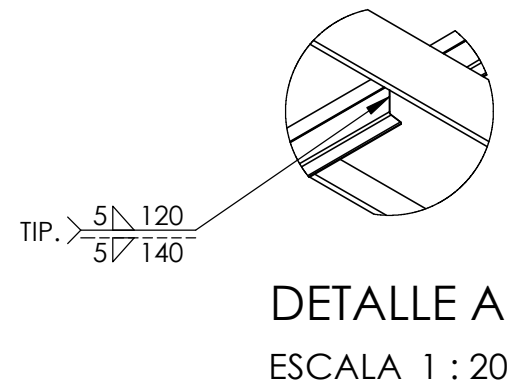
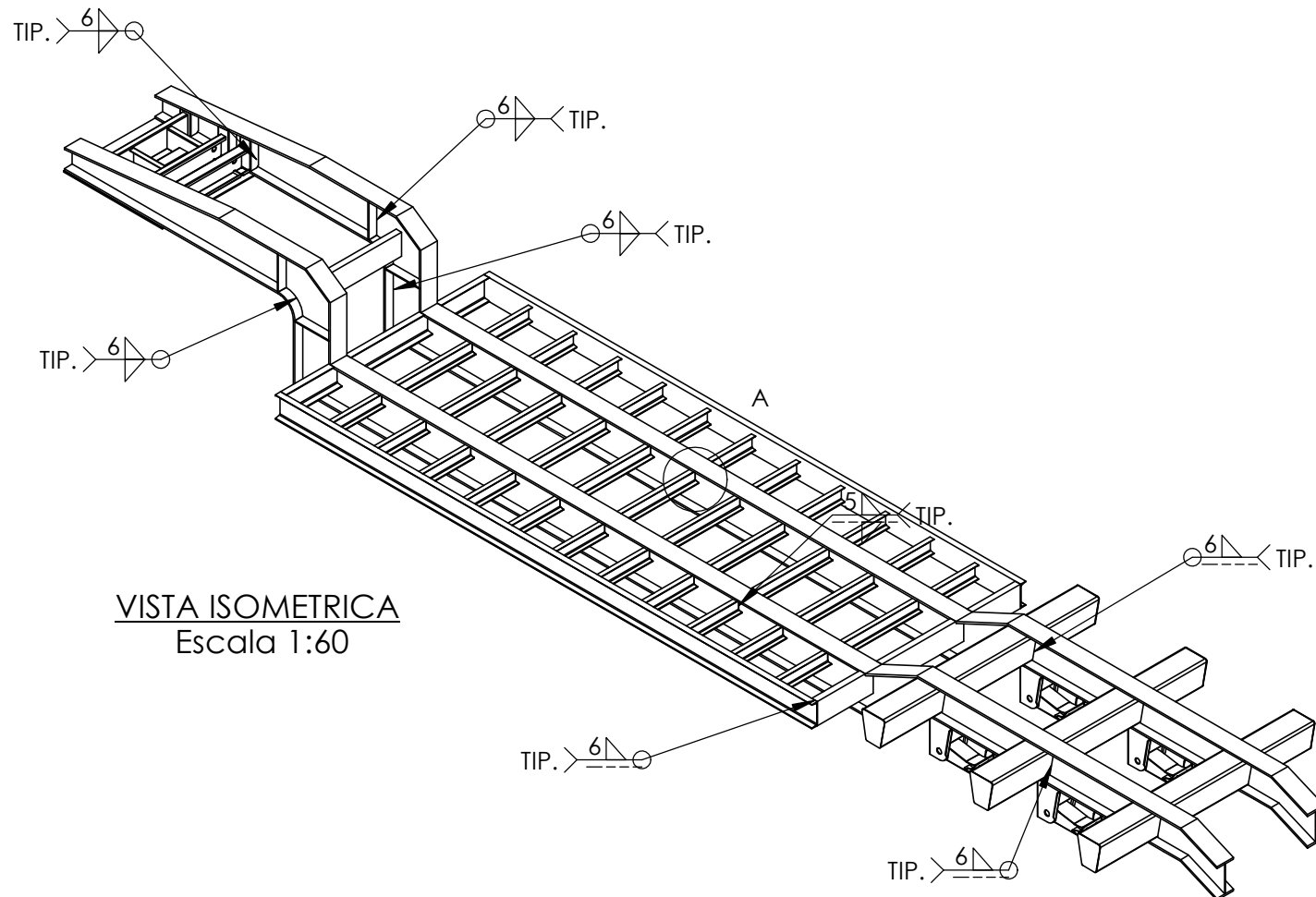
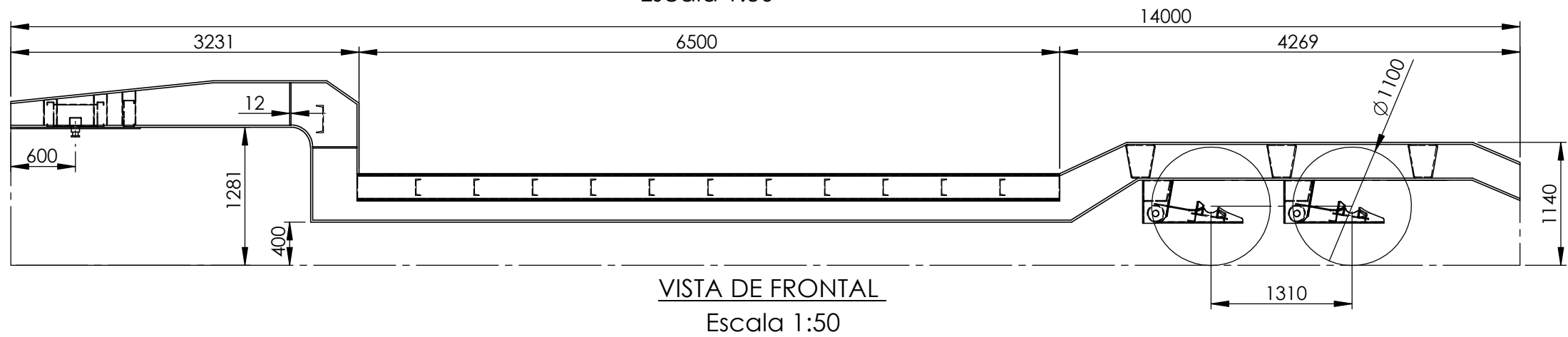
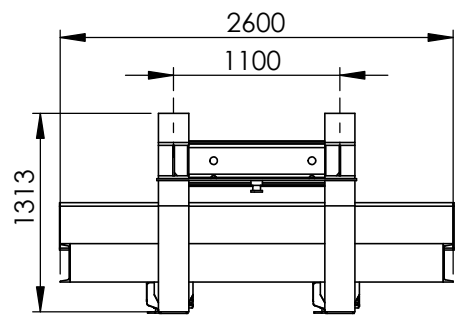
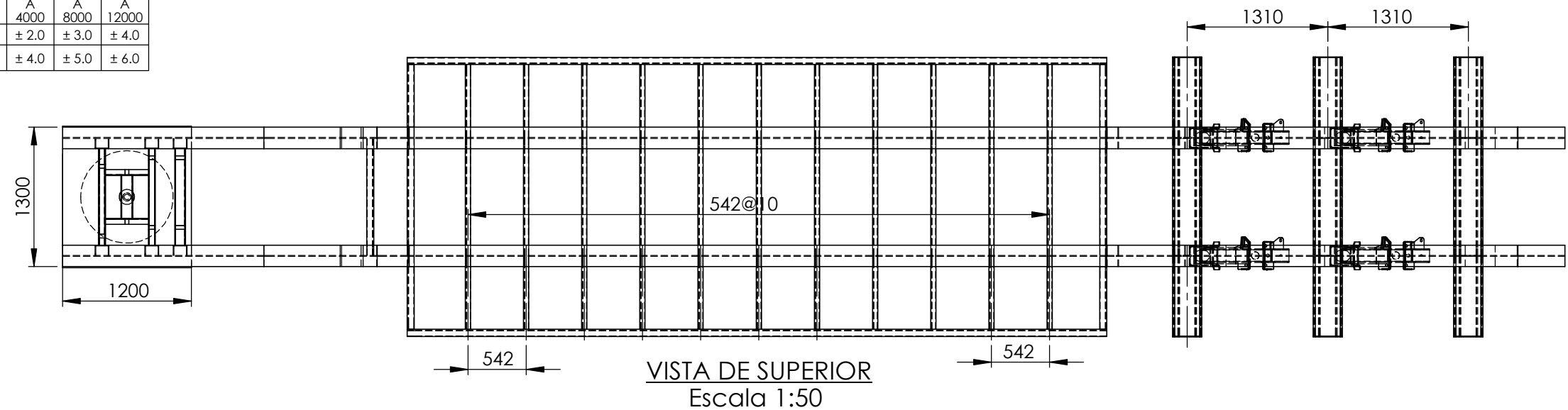


Vista Isometrica
Escala 1: 50

Elaborado	Nombre	Fecha	Formato	Material	 Universidad Católica de Santa María
Revisado		11/01/2025	A3		
TÍTULO: <h3 style="text-align: center;">Cama Baja 30 Ton</h3>					Pág/Pags 4/9
Escala 1:50	NOMBRE DE DIBUJO <h3 style="text-align: center;">Unión Vigas Principales y Travesaños</h3>				Rev. 0


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

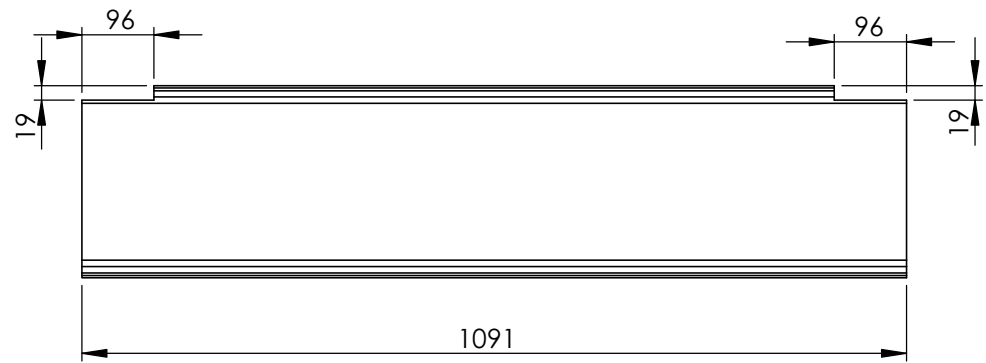
DESVIACIONES ADMISIBLES PARA MEDIDAS SEGÚN DIN 7162 (Medidas en Milímetros)										
MEDIDAS NOMINALES	0.5 A 3	3 A 6	6 A 30	30 A 120	120 A 315	315 A 1000	1000 A 2000	2000 A 4000	4000 A 8000	8000 A 12000
MONTAJE	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0
CALDEDRERIA		± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0	± 5.0	± 6.0



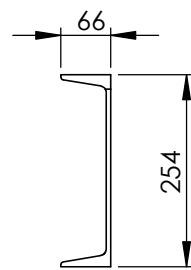
PREPARACION SUPERFICIAL:
- SSPC-SP6
- SE CONSIDERA ESQUEMA DE PINTURA P2-A
- BASE EPOXICA: 3 MILS
- ACABADO POLIURETANO 2 MILS

NOTAS
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS SALVO INDICACION CONTRARIA
2. SOLDADURA CON ELECTRODO E70XX / E71T-XX, SALVO INDICACION CONTRARIA
3. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT): VT (100%) Y PT (10%)

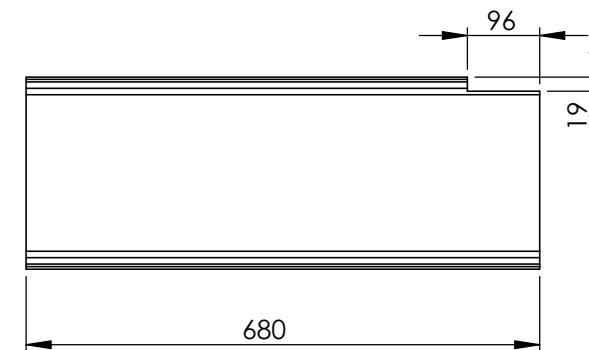
	Nombre	Fecha	Formato	Material	 Universidad Católica de Santa Matía	
Elaborado	Luis Curse Llamoca	7/12/2022	A3			Pág/Pags 5/9
Revisado	Augusto Cáceres N.	20/12/2022				
TÍTULO: Cama Baja 30 Ton					SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	Rev. 0
Escala S/E	N.º DE DIBUJO Vista & Habilitado 1					



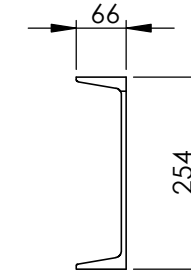
P-2
CANT. 10
Escala 1:10



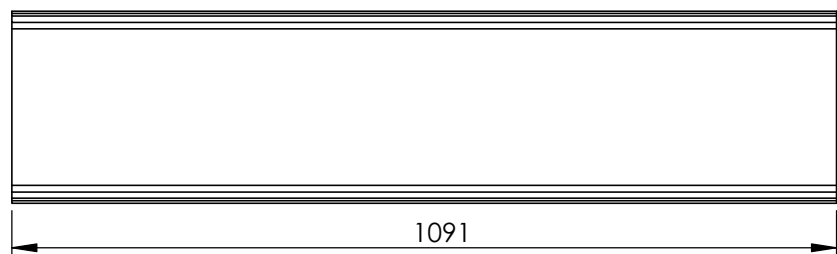
P-2
C10x15.3



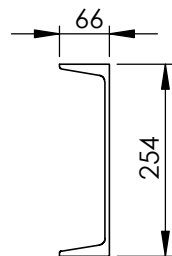
P-4
Cant.: 02 und.
Escala 1:10



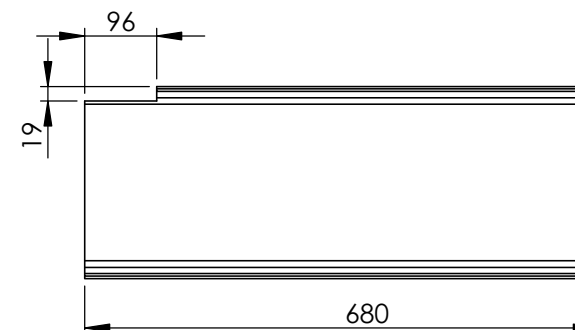
P-4
C10x15.3



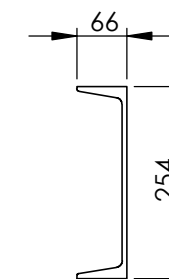
P-2.1
Cant. 01 und.
Escala 1:10



P-2.1
C10x15.3




P-5
Cant.: 02 und.
Escala 1:10

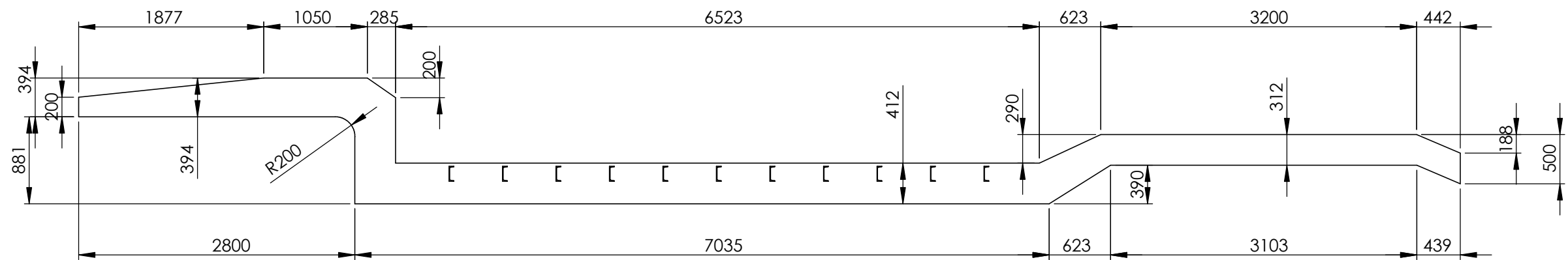


P-5
C10x15.3

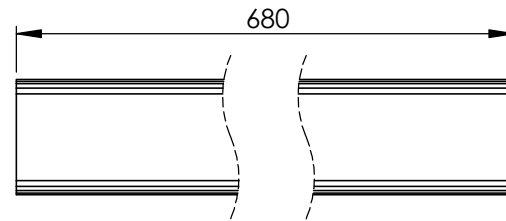
DESVIACIONES ADMISIBLES PARA MEDIDAS SEGÚN DIN 7162 (Medidas en Milímetros)										
MEDIDAS NOMINALES	0.5 A 3	3 A 6	6 A 30	30 A 120	120 A 315	315 A 1000	1000 A 2000	2000 A 4000	4000 A 8000	8000 A 12000
MONTAJE	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0
CALDEDRERIA		± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0	± 5.0	± 6.0

	Nombre	Fecha	Formato	Material	 Universidad Católica de Santa María
Elaborado	Luis Curse Llamoca	7/12/2022	A3		
Revisado	Augusto Cáceres N.	20/12/2022			
	TÍTULO:				Pág/Pags
	Cama Baja 30 Ton				6/9
Escala 1:10	N.º DE DIBUJO				Rev.
	Vistas & Habilitado				0

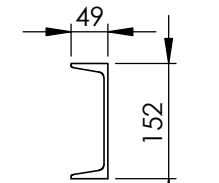
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:



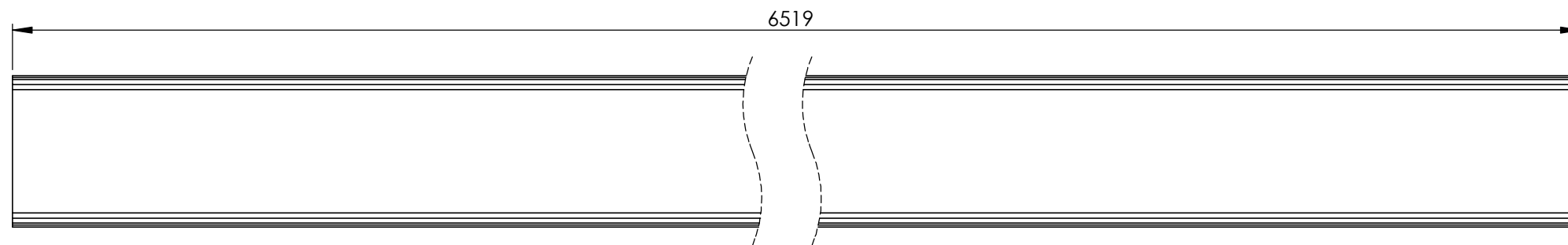
P-1
DIMENSIONES DEL ALMA DE VIGA
Escala 1:50



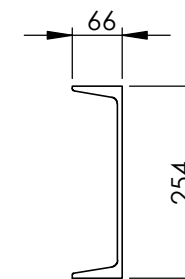
P-3
Cant.: 11 und.
Escala 1:10



P-3
C6x8.2



P-6
Cant.: 02 und.
Escala 1:10



P-3
C10x15.3

DESVIACIONES ADMISIBLES PARA MEDIDAS SEGÚN DIN 7162 (Medidas en Milímetros)										
MEDIDAS NOMINALES	0.5 A 3	3 A 6	6 A 30	30 A 120	120 A 315	315 A 1000	1000 A 2000	2000 A 4000	4000 A 8000	8000 A 12000
MONTAJE	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0
CALDEDRERIA		± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0	± 5.0	± 6.0

	Nombre	Fecha	Formato	Material
Elaborado	Luis Curse Llamoca	7/12/2022	A3	
Revisado	Augusto Cáceres N.	20/12/2022		
TÍTULO: Cama Baja 30 Ton				
Escala S/E	N.º DE DIBUJO Vista & Habilitado			 Universidad Católica de Santa Matía
				Pág/Pags 7/9
				Rev. 0

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
LINEAL:
ANGULAR:

4

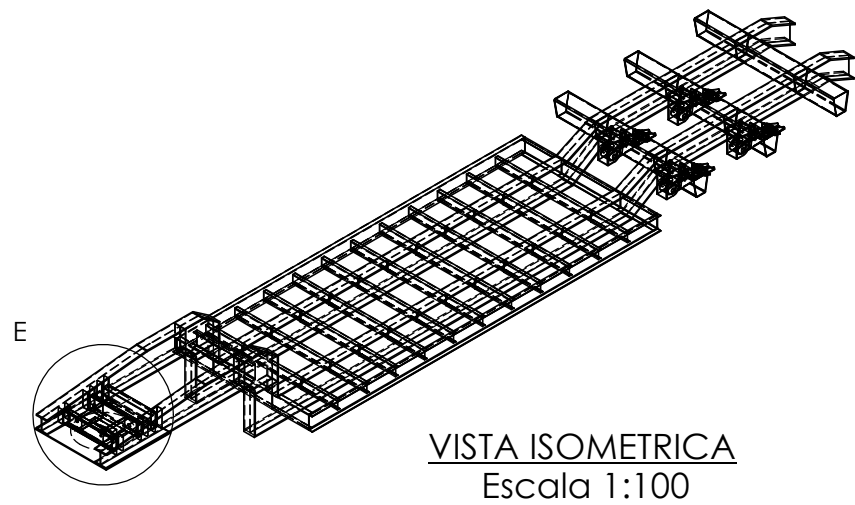
3

2

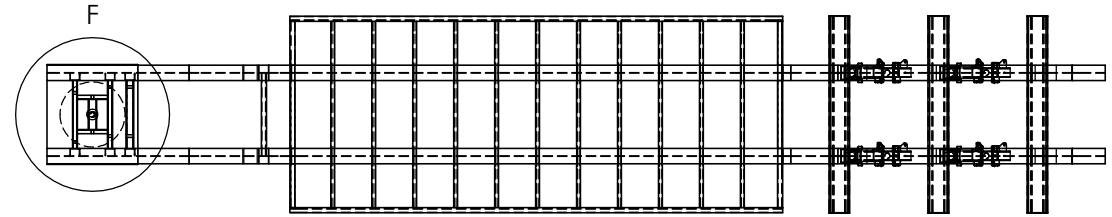
1

D

D



VISTA ISOMETRICA
Escala 1:100



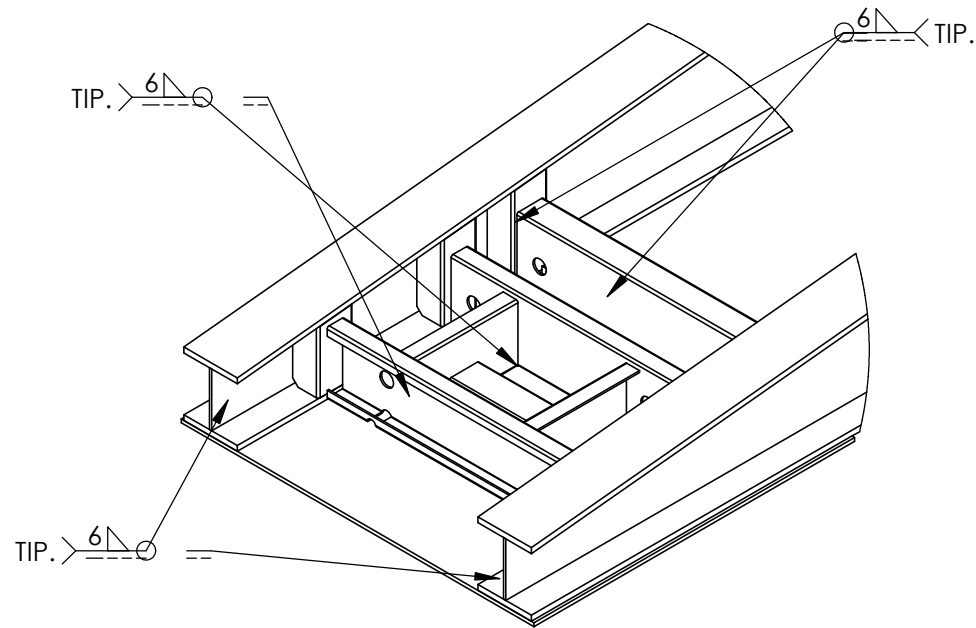
VISTA DE SUPERIOR
Escala 1:100



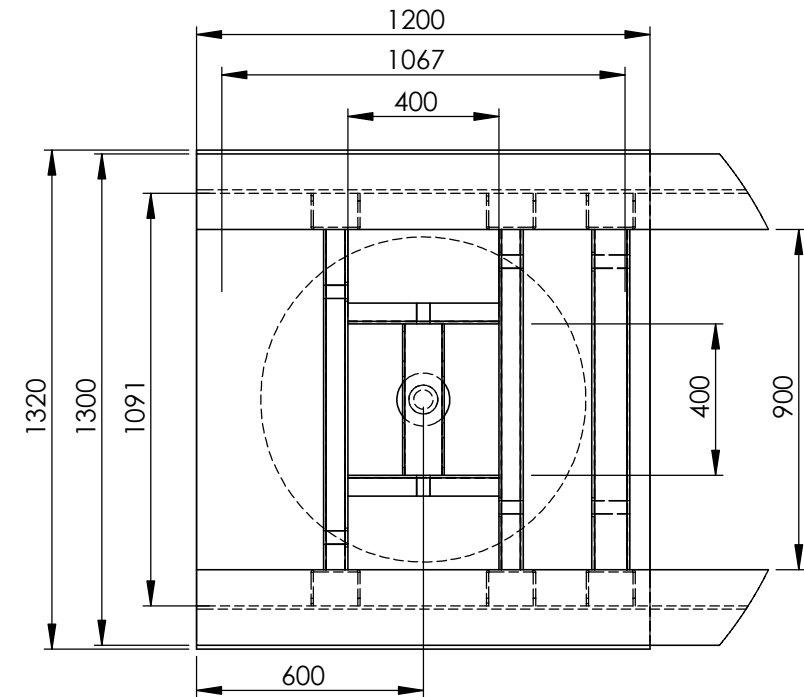
VISTA FRONTAL
Escala 1:100

C

C



DETALLE E
Escala 1 : 20



DETALLE F
Escala 1 : 20

B

B

A

A

DESVIACIONES ADMISIBLES PARA MEDIDAS SEGÚN DIN 7162 (Medidas en Milímetros)										
MEDIDAS NOMINALES	0.5 A 3	3 A 6	6 A 30	30 A 120	120 A 315	315 A 1000	1000 A 2000	2000 A 4000	4000 A 8000	8000 A 12000
MONTAJE	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0
CALDEDRERIA		± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0	± 5.0	± 6.0

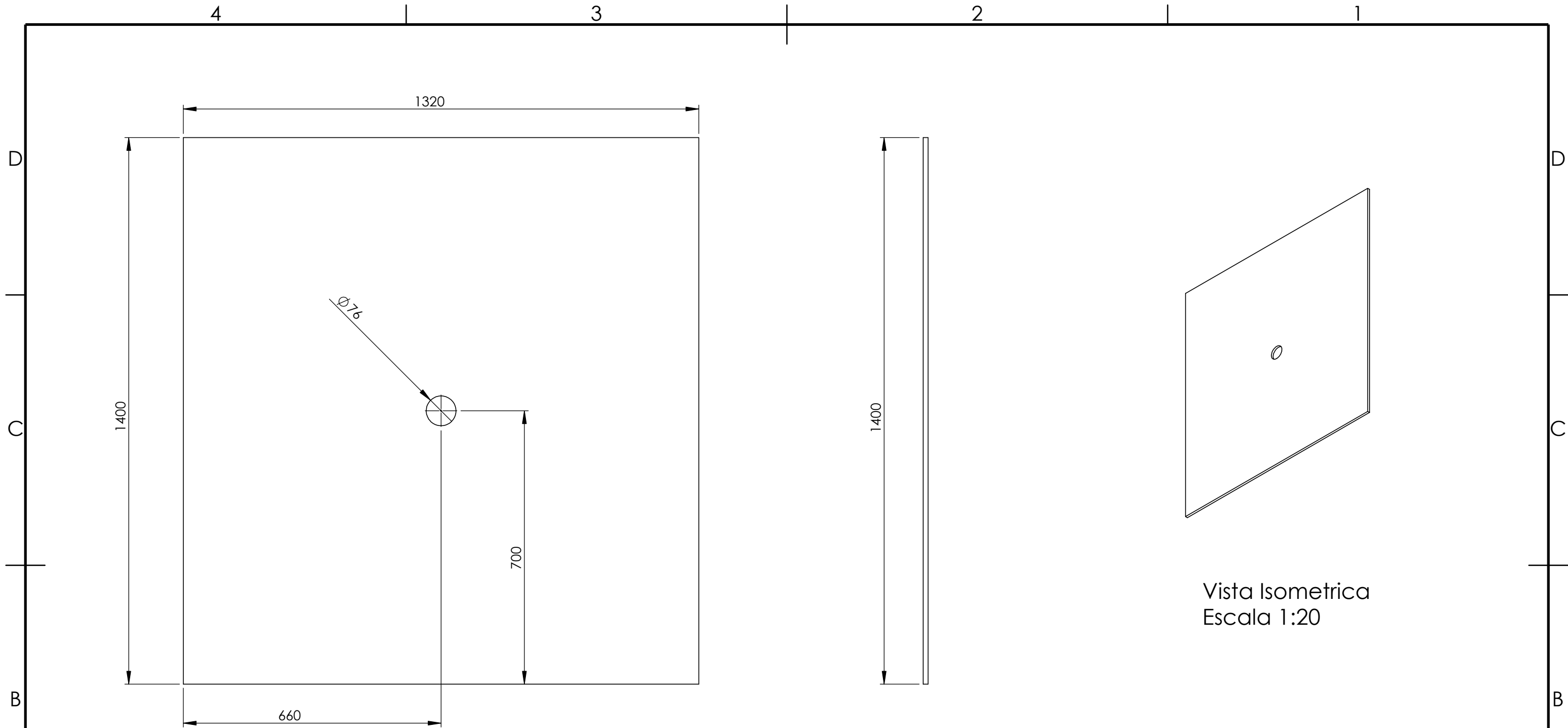
	Nombre	Fecha	Formato	Material	 Universidad Católica de Santa Matía
Elaborado	Luis Curse Llamoca	7/12/2022	A3		
Revisado	Augusto Cáceres N.	20/12/2022			
	TÍTULO:				Pág/Pags
	Cama Baja 30 Ton				8/9
Escala S/E	N.º DE DIBUJO				Rev.
	Detalle Plato de Giro				0

4

3

2

1




PLATO DE GIRO
 PL 12 mm.
 Cant.: 01 und.
 Escala 1:10

Vista Lateral

Vista Isometrica
 Escala 1:20

DESVIACIONES ADMISIBLES PARA MEDIDAS SEGÚN DIN 7162 (Medidas en Milímetros)										
MEDIDAS NOMINALES	0.5 A 3	3 A 6	6 A 30	30 A 120	120 A 315	315 A 1000	1000 A 2000	2000 A 4000	4000 A 8000	8000 A 12000
MONTAJE	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0
CALDEDRERIA		± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0	± 5.0	± 6.0

	Nombre	Fecha	Formato	Material	 Universidad Católica de Santa Matía
Elaborado	Luis Curse Llamoca	7/12/2022	A3		
Revisado	Augusto Cáceres N.	20/12/2022			
	TÍTULO:				Pág/Pags
	Cama Baja 30 Ton				9/9
Escala 1:10	N.º DE DIBUJO				Rev.
	Plancha de Plato de Giro				0

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 LINEAL:
 ANGULAR: