

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la**  
**Producción**

"Diseño Mecánico de un Estacionamiento  
Vertical para 10 Vehículos Suv´s/Sedan con Sistema Rotatorio Ubicada  
en la Ciudad de Guayaquil"

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentado por:

Gabriel Moisés Armas Tobar

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios por brindarme un día más de vida y poder hacer realidad unas de mis principales metas en el ámbito profesional. En segundo lugar, a mi familia en general por todo su apoyo incondicional que me han concedido durante mi periodo estudiantil. En tercer lugar, a la mejor universidad del Ecuador, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), en especial a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) por formarme como profesional. En cuarto lugar, al Ing. Gonzalo Almeida Pazmiño por la excelente coordinación del presente proyecto. En quinto lugar, al Ing. Ernesto Martínez Lozano por su confianza y dirección para el desarrollo del presente proyecto de grado. En sexto lugar, a mis profesores por toda sus enseñanzas y consejos. En séptimo lugar a mis compañeros que siempre estuvieron en los momentos inmemorables.

# DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MI HIJO

A MIS HERMANOS

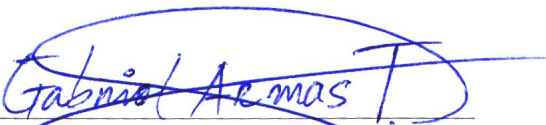
## DECLARACIÓN EXPRESA

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

Gabriel Moisés Armas Tobar

Ing. Martínez Lozano Ernesto Rolando

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



Gabriel Moisés Armas Tobar



Ing. Ernesto Rolando Martínez Lozano

## RESUMEN

Este proyecto de grado se realizó el diseño mecánico y el análisis a la implementación de un servicio de estacionamiento vertical rotatorio para vehículos de modelos Suv's/Sedan, para una carga máxima de tres toneladas en cada aparcamiento, ante la gran demanda de espacio para estacionar vehículos, debido a la falta de espacios en las zonas céntricas de las grandes ciudades. El prototipo se precisó después de varios análisis realizados a equipos con mecanismos similares existente en el mercado internacional y se finalizó bajo la validación del tutor de la misma. Mediante el software de diseño (SolidWorks, Autocad) se concibió y se inició con las simulaciones de los movimientos y la definición de toda la arquitectura del diseño. A continuación se detallan cada capítulo: El primer capítulo se detalla la introducción, definición del problema, Objetivos generales y específicos, el marco teórico menciona las propiedades mecánicas de los materiales a utilizar con las definiciones teóricas que respaldan a los cálculos. El segundo capítulo se realizara la metodología del diseño, necesidades del cliente, análisis de factibilidad, requerimientos del cliente, casa de la calidad, revisión de patentes, generación de conceptos, matriz morfológica, evaluación y selección de conceptos, parámetros del diseño y el cálculo detallado de las diferentes componentes del equipo, comenzando por la carga máxima del vehículo y cargas externas existentes en el entorno del funcionamiento del equipo. El tercer capítulo se basa en los resultados obtenidos del capítulo anteriormente mencionado como la descripción final de los componentes que conformaran el equipo y el cálculo del presupuesto de la obra comprendida por la obra mecánica, civil y electrónica, también se detalla el estudio financiero que me permite observar que tan factible es invertir en dicho proyecto de inversión. El último capítulo expresa las conclusiones y recomendaciones del equipo finalizado. El presente proyecto se realizará en el centro de la ciudad de Guayaquil, actualmente no existe en este país aparcamientos que ofrezcan este servicio puesto que es algo novedoso que se desea implementar.

**Palabras Claves:** Estacionamientos, Software, Diseño, Financiero.

## **ABSTRACT**

*This project grade mechanical design and analysis to the implementation of a revolving vertical parking for vehicles SUVs / Sedan models, for a maximum load of three tons in each parking lot, to the great demand for space was made for parking vehicles, due to the lack of space in downtown areas of major cities. The prototype is said after several analyzes teams with existing similar mechanisms in the international market and was completed under validation guardian of it. By design software (SolidWorks, Autocad) was conceived and started with simulations of the movements and the definition of the entire architecture of the design. Following each chapter are as follows: The first chapter introduction, problem definition, general and specific objectives, the theoretical framework mentioned mechanical properties of the materials to be used with theoretical definitions that support detailed calculations. The second chapter discusses the design methodology, customer needs, feasibility analysis, customer requirements, quality house, patent review, concept generation, morphological matrix, evaluation and selection of concepts, design parameters and calculation will be made detailed analysis of the different components of the team, starting with the maximum vehicle load and existing external loads in the environment of operation. The third chapter is based on the results obtained from the chapter above as the final description of the components that will make up the team and the calculation of the budget of the work comprised of mechanical, civil and electronic work, financial study also details that I It can observe how feasible is to invest in such investment project. The last chapter expresses the conclusions and recommendations of the completed equipment. This project will take place in the center of the city of Guayaquil, currently does not exist in this country parks that offer this service because it is something new that you want to implement.*

**Keywords:** *Parking, software, design, Financial.*

# ÍNDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	VII
SIMBOLOGÍA .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE PLANOS .....	XIV
CAPITULO 1 .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Análisis del Problema. ....	1
1.1.1. Diagrama de Causa y Efecto.....	1
1.1.2. Árbol de Problemas.....	4
1.1.3. Preguntas Directrices. ....	6
1.2. Planteamientos de las Alternativas de Solución.....	6
1.3. Objetivos .....	7
1.3.1. Objetivo General. ....	7
1.3.2. Objetivos Específicos. ....	7
1.4. Marco teórico.....	7
1.4.1. Sistemas Estructurales.....	8
1.4.2. Especificaciones del Acero.....	11
1.4.3. Perfiles de Acero. ....	13
1.4.4. Conexiones y juntas. ....	14
1.4.5. Conexiones Soldadas.....	15
1.4.6. Pernos de Alta Resistencia. ....	17
CAPÍTULO 2.....	5
2. METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	5
2.1. Descripción del Proceso de Diseño en Ingeniería. ....	5
2.1.1. Diseño Conceptual. ....	21
2.1.1.1. Identificación de las Necesidades del Cliente. ....	21

2.1.1.2. Análisis de Factibilidad.....	22
2.1.1.2.1. Diseño de la Encuesta.....	23
2.1.1.2.2. Evaluación de las Encuestas.....	23
2.1.1.2.3. Estudio Financiero.....	29
2.1.1.3. Requerimientos del Cliente.....	36
2.1.1.4. La Casa de la Calidad (QFD). ....	38
2.1.2. Recopilación de Información sobre los Productos Existentes. ....	39
2.1.2.1. Revisión de Patentes.....	39
2.1.3. Generación de Conceptos. ....	42
2.1.3.1. Análisis Funcional.....	42
2.1.3.2. Matriz Morfológica. ....	45
2.1.4. Evaluación y Selección de Conceptos.....	48
2.1.4.1. Selección de Alternativas. ....	48
2.1.4.2. Criterios de la Selección de Alternativas. ....	49
2.2. Desarrollo Detallado del Diseño. ....	50
2.2.1. Arquitectura del producto.....	50
2.2.1.1. Dimensionamientos del los Vehículos. ....	51
2.2.1.2. Capacidad Máxima de Elevación. ....	52
2.2.1.3. Normativas para el Diseño. ....	53
2.2.1.4. Consideración de Materiales. ....	53
2.2.2. Diseño Detallado. ....	53
2.2.2.1. Diseño Estructural. ....	53
2.2.2.1.1. Cargas Muertas.....	54
2.2.2.1.2. Cargas Vivas. ....	54
2.2.2.1.3. Determinación de las Cargas Vivas.....	55
2.2.2.1.4. Cargas de Viento.....	56
2.2.2.1.5. Cargas Sísmicas. ....	58
2.2.2.1.6. Cálculo de Cargas Combinadas con Expresiones ASD: ....	63
2.2.2.1.7. Cálculo de Viga Principal Plegada.....	65
2.2.2.1.8. Cálculo de Viga Conformada de Perfil I.....	68
2.2.2.1.9. Cálculo de Placa de Apoyo Tubo Estructural (Tensor).....	70
2.2.2.1.10. Cálculo de Pernos para la Sujeción de Placa (Tensor). ....	72
2.2.2.1.11. Cálculo de Tensor de Pallet. ....	73



2.2.2.1.12. Cálculo de Viga de Amarre 1. ....	77
2.2.2.1.13. Cálculo de Viga de Amarre 2. ....	79
2.2.2.1.14. Cálculo Eje Apoyo (chumaceras). ....	81
2.2.2.1.15. Cálculo del Eslabón Principal. ....	83
2.2.2.1.16. Cálculo del Bulón de la Cadena Principal. ....	88
2.2.2.1.17. Cálculo de la Rueda Torneada. ....	89
2.2.2.1.18. Cálculo de Eslabones Secundarios (Cadena Principal). ....	93
2.2.2.1.19. Cálculo de Riel Guía (Cadena Principal). ....	95
2.2.2.1.20. Cálculo de Riel Guía Superior (Cadena Principal). ....	97
2.2.2.1.21. Cálculo de Columnas. ....	100
2.2.2.1.22. Cálculo de Columna Tramo 1. ....	101
2.2.2.1.23. Sistema de Generación y Transmisión de Movimiento. ....	112
2.2.2.1.24. Cálculo de la Potencia Necesaria Requerida del Motor. ....	112
2.2.2.1.25. Cálculo de Engranajes de Dientes Rectos. ....	117
2.2.2.1.26. Cálculo del Piñón y Catarina, Selección de Cadena. ....	122
2.2.2.1.27. Cálculo y Diseño del Árbol de Transmisión. ....	128
2.2.2.1.28. Cálculo de la Chaveta y Chavetero para Árbol de Transmisión. .....	137
2.2.2.1.29. Selección de Rodamientos y Chumaceras. ....	139
2.2.2.1.30. Análisis y Selección de Brida para Acople Árbol de Transmisión. .....	146
2.2.2.1.31. Selección de Rueda Industrial Guía para el Contraladeo del Palet. ....	149
2.2.2.1.32. Cálculo de Recubrimiento (Pintura). ....	150
CAPÍTULO 3. ....	22
3. RESULTADOS. ....	22
3.1. Cálculo del Presupuesto de Obra. ....	155
3.1.1. Obra Mecánica. ....	155
3.1.1.1. Costos Directos. ....	155
3.1.1.1.1. Costeo de Materiales y Accesorios Normalizados. ....	155
3.1.1.1.2. Costeo de Mano de Obra. ....	160
3.1.1.1.3. Equipos o Maquinarias Utilizadas. ....	166
3.1.1.1.4. Transporte. ....	166

3.1.1.2. Costos Indirectos.....	167
3.1.1.2.1. Costo Ingenieriles.....	167
3.1.1.2.2. Costo Dirección Técnica.....	167
3.1.1.2.3. Costo Utilidad.....	168
3.1.1.2.4. Costo Imprevisto.....	168
3.1.2. Obra Electrónica.....	169
3.1.3. Obra Civil.....	170
3.1.4. Equipos Operacionales.....	171
3.2. Costo de Importación.....	171
3.2.1. Cálculo del CIF (costo + flete + seguro).....	171
3.2.2. Cálculos de los Tributos Aplicables a Pagar del Equipo Importado.....	171
3.2.2.1. AD-VALOREM (Arancel Cobrado a las Mercancías).....	172
3.2.2.2. FODINFA (Fondo de Desarrollo para la Infancia).....	172
3.2.2.3. ICE (Impuesto a los Consumos Especiales).....	172
3.3. Financiamiento del Proyecto.....	173
3.3.1. Inversión Inicial del Proyecto.....	173
3.3.2. Costos Pre-Operacionales.....	173
3.3.3. Costos de Equipos Operacionales.....	173
3.3.4. Costo de Administración.....	174
3.3.5. Costos de Activos Intangibles.....	174
3.3.6. Costo Depreciaciones de Activos Fijos.....	174
3.3.7. Capital de Trabajo.....	174
3.3.8. Estructura del Financiamiento.....	175
3.3.8.1. Flujo de Caja Proyectado.....	176
3.3.8.2. Valor Actual Neto (VAN).....	176
3.3.8.3. Tasa Interna de Retorno.....	176
3.3.8.4. Periodo de Recuperación.....	176
CAPÍTULO 4.....	174
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	174
4.1. Conclusiones.....	174
4.2. Recomendaciones.....	179
BIBLIOGRAFÍA.....	181
APÉNDICE.....	186

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
SUV'S	Camionetas Sport
SEDAN	Vehículos Livianos
ANSYS	Analysis System
AWS D 1.1	Código para Soldadura Estructural
AWS D 1.8	Código Para Soldadura Estructural - Soldadura Sísmica.
AGMA	American Gear Manufactures Association
SRCS	Sistemas Resistentes a Cargas Sísmicas
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
AISC	American Institute of Steel Construction
ASD	Método de Esfuerzos Permisibles
DTI,	Direct Tensión Indicator
NIC	Norma Internacionales Contable
CAPM	Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital
RI	Rentabilidad Exigida por el Inversionista
RF	Tasa Libre de Riesgo Sísmico
B	Beta de la Empresa
RM:	Rentabilidad del Mercado de Estacionamientos
RP ecu	Riesgo País del Ecuador
TMAR	Tasa Mínima Atractiva de Retorno
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
QFD	Quality Funtion Deployment
ASCE	American Society of Civil Engineers
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
SRPC	Soldadura de Ranura de Penetración Completa
ISO	International Organization for Standardization
DIN	Deutsches Institut für Normung
DTI	Indicador de Tensión Directa
QFD	Casa de la Calidad

## SIMBOLOGÍA

mils	Milésima de Pulgada
kg	Kilogramo
m	Metro
$CV_{eje}$	Carga Viva (ejes)
$\gamma_{Acero}$	Peso específico del acero
$V_v$	Velocidad del Viento
$V_b$	Velocidad Corregida del Viento
P	Presión del Viento
$\rho$	Densidad
$\sigma$	Coefficiente de Corrección
$V_b$	Velocidad Corregida del Viento
$C_e$	Coefficiente de Entorno/altura
$C_f$	Coefficiente de Forma
Fa	Factor de Ampliación de Aceleración
Fd	Factor de Ampliación de Desplazamiento
Fs	Factor de Ampliación Debido a un Comportamiento no Lineal
T	Periodo
$S_a$	Espectro Elástico Horizontal
$T_o$	Período Límite de Vibración en el Espectro Sísmico Elástico
Z	Zonificación Sísmica
I	Coefficiente de Importancia
$\phi_P$	Factor de Distribución de Planta
$\phi_E$	Factor de Distribución de Elevación
R	Factor de Reducción Sísmica
Vf	Factor de la Cortante Basal
U	Carga Factorizada o de Diseño
D	Carga Muerta
L	Carga viva Debida a la Ocupación
Lr	Carga Viva del Techo

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama de Causa y Efecto de la Problemática de Aparcamientos .....	2
Figura 1.2 Árbol de Problemas de Estacionamientos en la Ciudad de Guayaquil. ....	5
Figura 1.3 Estructuras Reticuladas: a) Marco Rígido, b) Emparrillado Plano, c) Espacial. ....	9
Figura 1.4 Tipo de Armadura o Cercha. ....	10
Figura 1.5 Tipos de Pórticos Rígidos. ....	10
Figura 1.6 Perfiles del Acero Estructural. ....	13
Figura 1.7 Tipos de Apoyo en Vigas. ....	15
Figura 1.8 Soldadura de Filete. ....	16
Figura 1.9 Nomenclatura de Cabeza de Pernos. ....	18
Figura 2.1 Actividades que Componen las Tres Primeras Fases de Diseño. ....	20
Figura 2.2 Maltrato de Vehículos. a) Rayones, b) Colisiones, c) Portazo y d) Robo. ....	22
Figura 2.3 Género. ....	23
Figura 2.4 Ingreso de Usuarios. ....	24
Figura 2.5 Frecuencia al Centro de Guayaquil. ....	24
Figura 2.6 Horario de Asistencia al Centro de Guayaquil. ....	25
Figura 2.7 Preferencia de Estacionamientos. ....	25
Figura 2.8 Tiempo Promedio de Permanencia. ....	26
Figura 2.9 Variables más Importantes. ....	26
Figura 2.10 Distancia desde su Lugar de Destino. ....	27
Figura 2.11 Aceptación del Proyecto. ....	27
Figura 2.12 Ubicación del Proyecto. ....	28
Figura 2.13 Precio por Fracción u Hora. ....	28
Figura 2.14 Sistemas de Parqueo Noria, Rotatorio Horizontal. ....	39
Figura 2.15 Sistemas de Parqueo Rotatorio Vertical. ....	40
Figura 2.16 Ascensor de Autos de Morioka. ....	40
Figura 2.17 Sistemas de Parqueo Mecanizado Ruso. ....	41
Figura 2.18 Sistemas de Parqueo Automatizado Vertical y Horizontal. ....	41
Figura 2.19 Modulo del Sistema General. ....	42
Figura 2.20 Modulo del Sistema de Control. ....	44

Figura 2.21 Modulo del Sistema de Potencia. ....	44
Figura 2.22 Modulo del Sistema Estructural. ....	44
Figura 2.23 Modulo del Sistema de Posicionamiento. ....	45
Figura 2.24 Modulo del Sistema de Seguridad. ....	45
Figura 2.25 Arquitectura del Aparcamiento Vertical Rotatorio. ....	50
Figura 2.26 Diagrama de Cuerpo Libre Longitudinal del Vehículo. ....	55
Figura 2.27 Diagrama de Cuerpo Libre Transversal del vehículo. ....	55
Figura 2.28 Diagrama de Cargas Gobernantes en Palet. ....	64
Figura 2.29 Diagrama de Cuerpo Libre Viga. ....	65
Figura 2.30 Diagrama de Fuerzas Resultantes, Cortantes, Momentos y Deformación. Viga Principal Plegada. ....	65
Figura 2.31 Diagrama de Cuerpo Libre Viga I. ....	68
Figura 2.32 Diagrama de Fuerzas Resultantes, Cortantes, Momentos y Deformación Viga Conformada I. ....	68
Figura 2.33 Diagrama de Cuerpo Libre para la Placa Apoyo – Tensor. ....	70
Figura 2.34 Modelo Placa Apoyo – Pernos. ....	72
Figura 2.35 Modelo Tensor. ....	73
Figura 2.36 Diagrama de Esfuerzos Principales. ....	74
Figura 2.37 Diagrama de Cuerpo Libre, Viga Amarre 1. ....	77
Figura 2.38 Diagrama de Momento Viga Tubular 1 (X - Z). ....	77
Figura 2.39 Diagrama de Cuerpo Libre, Viga Amarre 2. ....	79
Figura 2.40 Diagrama de Cuerpo Libre General palet. ....	80
Figura 2.41 Diagrama de Cuerpo Libre Eje Apoyo. ....	81
Figura 2.42 Diagrama de Momento Eje Apoyo. ....	81
Figura 2.43 Diagrama de Cuerpo Libre, Eslabón Principal. ....	83
Figura 2.44 Diagrama de Cuerpo Libre, Rueda Torneada. ....	89
Figura 2.45 Diagrama de Cuerpo Libre, Eslabón Secundario. ....	93
Figura 2.46 Diagrama de Cuerpo Libre, Riel Guía. ....	95
Figura 2.47 Diagrama de Fuerzas Resultantes, Cortantes, Momentos y Deformación Viga Riel Guía. ....	96
Figura 2.48 Diagrama de Cuerpo Libre, Riel Guía Superior. ....	97

Figura 2.49 Diagrama de Fuerzas Resultantes, Cortantes, Momentos y Deformación. Riel Guía Superior. ....	98
Figura 2.50 Esquema Estructural Columnas Tramo 1 y 2. ....	100
Figura 2.51 Diagrama columna tramo 1. ....	101
Figura 2.52 Diagrama Columna Tramo 2. ....	106
Figura 2.53 Diagrama Vigas Transversales. ....	106
Figura 2.54 Diagrama de Cuerpo Libre Armazón. ....	113
Figura 2.55 Sistema de Transmisión. ....	114
Figura 2.56 Engrane de Diente Recto. ....	117
Figura 2.57 Distribución de Cadena Piñón y Catarina. ....	122
Figura 2.58 Diagrama del Árbol de Trasmisión. ....	128
Figura 2.59 Diagrama de Fuerzas en el Plano X-Y. ....	130
Figura 2.60 Diagrama de Fuerzas en el Plano X-Z. ....	130
Figura 2.61 Diagrama de Fuerzas Cortantes X-Y. ....	131
Figura 2.62 Diagrama de Momento Flector X-Y. ....	131
Figura 2.63 Diagrama de Fuerzas Cortantes X-Z. ....	132
Figura 2.64 Diagrama de Momento Flector X-Z. ....	132
Figura 2.65 Fluctuación de los Esfuerzos. ....	134
Figura 2.66 Rueda Industrial de Poliamida. ....	149

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Resumen de las propiedades de los Aceros Evaluados .....	12
Tabla 1.2 Propiedades Mecánicas especificadas .....	13
Tabla 2.1 Inversiones del Proyecto .....	29
Tabla 2.2 Inversiones en Gastos Pre-Operacionales.....	29
Tabla 2.3 Inversiones en Equipos .....	30
Tabla 2.4 Inversiones Intangibles.....	31
Tabla 2.5 Depreciaciones .....	32
Tabla 2.6 Capital de Puesta en Marcha el Proyecto .....	32
Tabla 2.7 Amortización del Préstamo .....	33
Tabla 2.8 Matriz Morfológica .....	46
Tabla 2.9 Alternativas, diseños de formas .....	48
Tabla 2.10 Ponderación de alternativas .....	49
Tabla 2.11 Evaluación de Alternativas .....	49
Tabla 2.12 Dimensiones de Automóviles Suv's .....	51
Tabla 2.13 Dimensiones de Automóviles Sedan.....	52
Tabla 3.1 Resumen de los Componentes que Conforman el Estacionamiento Vertical Rotatorio Tipo Carrusel .....	154
Tabla 3.2 Costos de Materiales.....	156
Tabla 3.3 Costos de Accesorios Normalizados.....	158
Tabla 3.4 Costos de mano de obra, hora - hombre (H-H) fabricación.....	160
Tabla 3.5 Costos de Mano de Obra, Hora - Hombre (H-H) Montaje .....	162
Tabla 3.6 Estándares de Rendimientos de Fabricación y Montaje .....	164
Tabla 3.7 Estándares de Rendimientos para Pintura y Recubrimiento .....	164
Tabla 3.8 Costos Mano de Obra Fabricación.....	165
Tabla 3.9 Costos Mano de Obra Montaje .....	165
Tabla 3.10 Costos Unitarios Estructuras Metálicas.....	166
Tabla 3.11 Costos de Maquinarias y Soldadura.....	166
Tabla 3.12 Costos de Transporte.....	166
Tabla 3.13 Costos Directos .....	167
Tabla 3.14 Costos Indirectos .....	168



Tabla 3.15 Costo total obra mecánica .....	168
Tabla 3.16 Costo total obra electrónica .....	169
Tabla 3.17 Costo Total Obra Civil .....	170
Tabla 3.18 Costo total Equipos Operacionales .....	171
Tabla 3.19 Costo total del CIF .....	171
Tabla 3.20 Costo del estacionamiento al lugar de destino.....	172
Tabla 3.21 Inversiones del Proyecto.....	173
Tabla 3.21 Gastos Pre-Operacionales.....	173
Tabla 3.22 Equipos Operacionales .....	173
Tabla 3.23 Cotos de Activos Intangibles.....	174
Tabla 3.24 Cotos de Depreciaciones de activos fijos.....	174
Tabla 3.25 Capital de Puesta en Marcha el Proyecto .....	175
Tabla 3.26 Amortización del Préstamo .....	175

## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Perspectiva del Estacionamiento Vertical Rotatorio
- PLANO 2 Planos de Ensamblaje 1
- PLANO 3 Planos de Ensamblaje 2
- PLANO 4 Planos de Ensamblaje 3
- PLANO 5 Planos de Ensamblaje Cortes
- PLANO 6 Elementos del Palet
- PLANO 7 Plano de Palets 1
- PLANO 8 Plano de Palets 1
- PLANO 9 Plano de Columnas 1
- PLANO 10 Plano de Columnas 2
- PLANO 11 Placas de Anclajes
- PLANO 12 Árbol de Transmisión

# CAPITULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Análisis del Problema.

El vehículo es un elemento fundamental de la sociedad moderna en la que vivimos, para bien o para mal el automotor se ha transformado en una necesidad y dependemos de los vehículos personales para desplazarnos en nuestro día a día. El insuficiente espacio físico de aparcamiento en el centro de Guayaquil es debido a que la mayor parte de las actividades laborales y comerciales tienen lugar en esta zona. Además en las horas pico, la falta de estos, se hace más notorio; ya que normalmente las calles se inundan de carros; y es demasiado complejo encontrar un parqueo que se encuentre cerca del lugar de destino.

#### 1.1.1. Diagrama de Causa y Efecto.

Cuando se ha identificado el problema a resolver, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia. El diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa) conocido por su forma como el diagrama de Espina de Pescado, lleva este nombre en honor al doctor Kaoru Ishikawa.

Es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema su ventaja consiste en poder visualizar las diferentes cadenas Causas y Efecto, que pueden estar presente en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas. Esta técnica incluye en el los siguientes elementos: El problema principal que se desea analizar, el cual se coloca en el extremo derecho del diagrama y las causas que generan el problema.

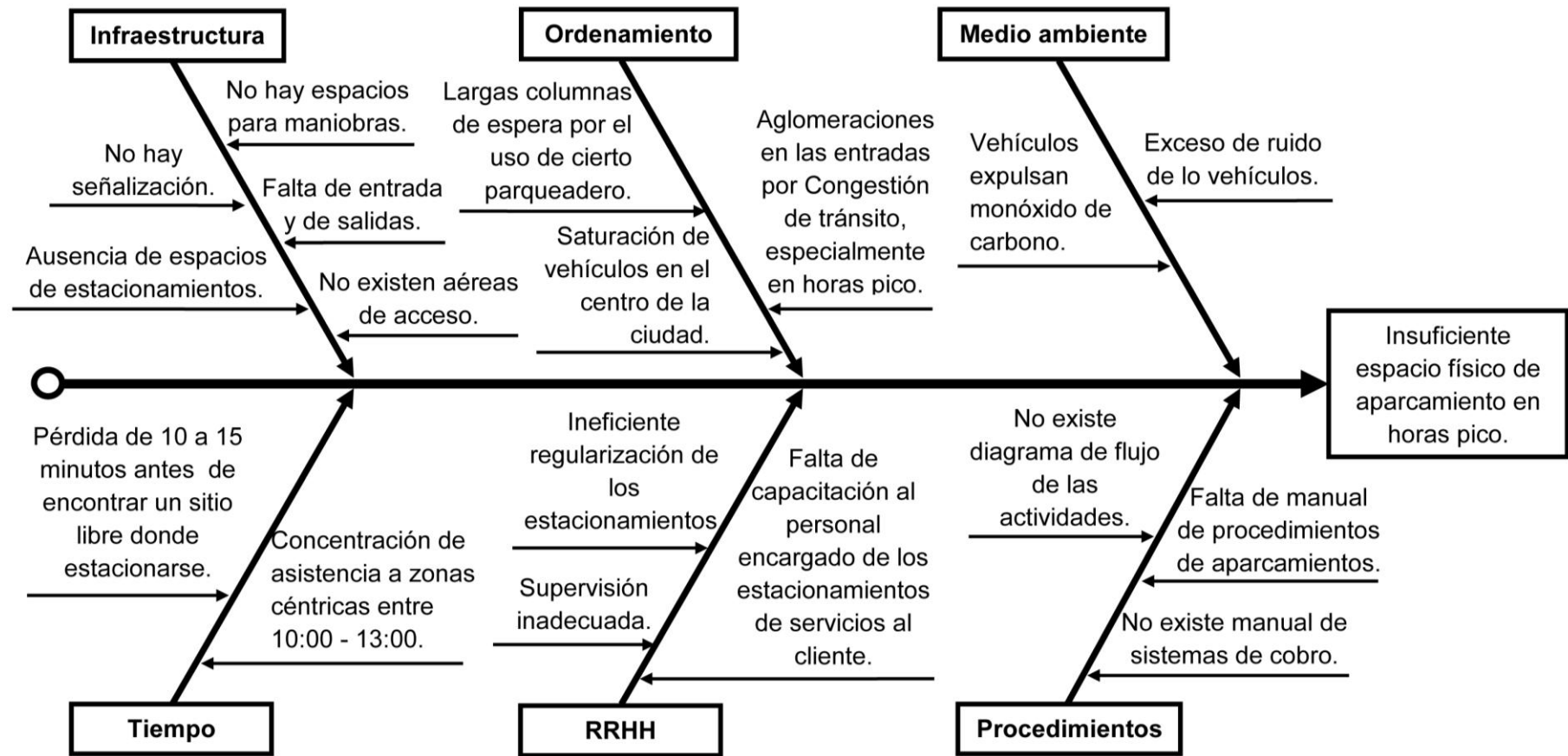


Figura 1.1 Diagrama de Causa y Efecto de la Problemática de Aparcamientos en la Ciudad de Guayaquil.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en la Figura 1.1, la potencial problemática que tiene la ciudad de Guayaquil es la falta de regularización de los estacionamientos, esto hace que la urbe no cuente con suficiente espacio físico de aparcamiento en horas pico.

### **Infraestructura.**

Los estacionamientos convencionales no cuentan con una excelente infraestructura para servicio a los clientes debido a la falta de señalización, ausencia de espacios de aparcamientos, no hay espacios para maniobrar, falta de entrada - salida de los vehículos y no existe aérea de acceso para los automotores.

### **Ordenamiento.**

La Tasa de crecimiento de los automóviles aumenta, a tal punto que han invadido la infraestructura vial existente es invadido frecuentemente en el centro de la ciudad, por los coches en horas pico de tal manera que se aglomeran por la congestión de tránsito, y se encuentran largas columnas de espera en la entrada por el uso de cierto parqueadero.

### **Medio Ambiente.**

La cantidad de vehículos existentes tardan en la búsqueda de un estacionamiento además luego de ubicarlo, el automotor está en constante movimiento para darle cavidad a otros coches que requieran el servicio, todo aquello hace que los automóviles emanen mayor monóxido de carbono, dióxido de carbono y ruido provocando lastimosamente la contaminación al medio ambiente y la salud.

### **Tiempo.**

En todas las ciudades del mundo es común ver a varias personas, buscando por más de 15 minutos antes de encontrar un sitio libre donde estacionarse, a su vez la concentración de asistencia de las personas con automotores en la zona céntrica está en un rango de 10:00 a 13:00, donde las persona realizan sus trámites y apertura de sus negocios.

### **Recursos Humanos.**

La ausencia de organización entre los directivos del Gobierno Municipal de la ciudad de Guayaquil, incita a la ineficiente regularización de los estacionamientos para que pueda abarcar la mayor parte de los coches en espacio reducidos. La inadecuada supervisión de los vehículos aparcados conlleva a los posibles maltratos y percances como: colisiones, rayones, robo y portazos en vista de que no se capacita al personal encargado, a la atención de los clientes.

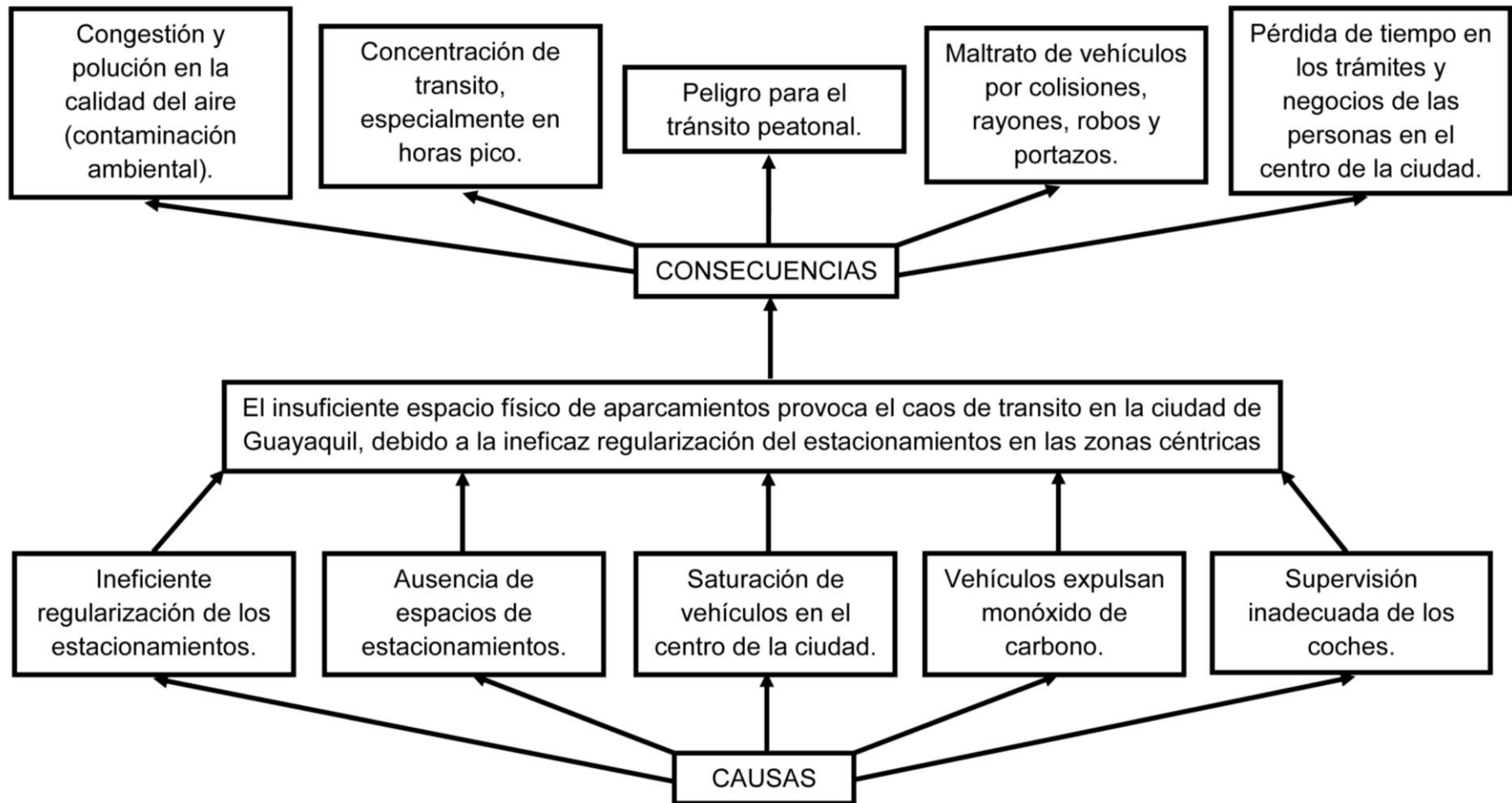
### **Procedimientos.**

La falta del manual para el procedimiento de aparcamientos, no brindan un buen servicio para los diferentes clientes en cuanto al ingreso como en la salida del automotor, dado que no existe manual del sistema de cobro, cada estacionamiento proporciona un precio que no es unificado. Los diagramas de flujos de las actividades en los aparcamientos no son realizados por los dueños de dichos establecimientos.

En fin, todas las causas mencionadas derivan en un grave problema; que es la ineficiente regularización de los parqueos, y el principal efecto es la congestión de tránsito especialmente en las horas pico.

#### **1.1.2. Árbol de Problemas.**

Mediante el diagrama del árbol de problemas se pueden detectar los problemas que tienen más relevancias mediante esta aplicación también, se identifican las posibles causas y Consecuencias en donde las principales causas son: la ineficiente regularización de los estacionamientos, ausencia de espacios para estacionarse, saturación de vehículos en el centro de la ciudad, vehículos expulsan monóxido de carbono y la supervisión inadecuada de los vehículos, generando las consecuencias de las mismas.



**Figura 1.2 Árbol de Problemas de Estacionamientos en la Ciudad de Guayaquil.**

Fuente: Elaboración Propia.

Luego de la elaboración del Árbol de Problemas (ver Figura 1.2) en el que está identificado el problema central relacionado directamente con la falta de parqueo y la congestión de tránsito en la ciudad de Guayaquil debido a la inadecuada regularización del estacionamiento en las vías públicas; llegando a la conclusión que la principal causa es la ineficiente regularización de los parqueos, y el principal efecto considerado es la congestión de tránsito especialmente en horas pico.

### **1.1.3. Preguntas Directrices.**

- ✓ ¿Ha sido evaluada la ordenanza que establece y regula el sistema municipal de estacionamientos en las vías públicas?
- ✓ ¿Ha disminuido el caos de tránsito en el centro de la ciudad de Guayaquil debido a la regularización Municipal de estacionamiento en las vías públicas?
- ✓ ¿La ordenanza municipal es suficiente para afrontar la situación actual del tránsito en el centro de la ciudad de Guayaquil?
- ✓ ¿Existen alternativas de solución al problema de parqueo?

### **1.2. Planteamientos de las Alternativas de Solución.**

Después de la definición del problema y del análisis de los datos de entrada, el proceso continúa con el análisis de las alternativas de solución. Por lo general, la solución de un problema puede alcanzarse por distintas vías. Es útil tratar de plantear la mayor cantidad de alternativas posibles de solución, pues de esta forma las probabilidades aumentan a favor de encontrar la vía correcta. Se debe destacar que no es conveniente extender demasiado el número de alternativas, pues si el número de éstas es demasiado alto, se presentará una mayor dificultad para elegir la mejor de todas, que es en definitiva el objetivo del proceso. Para esto se plantea tres alternativas de solución: estacionamiento tipo ascensor, aparcamiento tipo mezanine y parqueo vertical rotatorio tipo carrusel los cuales serán seleccionada la mejor alternativa en el capítulo 2.



### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General.**

- ✓ Realizar el diseño mecánico de un estacionamiento vertical rotatorio adecuado a modelos tipo Suv's/Sedan para una carga menor a 3 toneladas, con capacidad de 10 vehículos, que sea eficaz, seguro, sencillo de manejar y en tiempo real permita a los usuarios un aparcamiento para sus vehículos.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- ✓ Dimensionar la estructura para la capacidad de carga y condiciones requeridas.
- ✓ Seleccionar los materiales y partes adecuados para el óptimo funcionamiento del estacionamiento.
- ✓ Determinar la potencia requerida del motor.
- ✓ Dimensionar los elementos estructurales, conexiones y juntas.
- ✓ Modelar el sistema en el programa ANSYS para avalar los resultados.
- ✓ Modelar la estructura de acero en los programas de AUTODESK y SOLIDWORKS para presentar la estructura, planos constructivos y montaje.
- ✓ Analizar los resultados y el costeo del dispositivo.

### **1.4. Marco teórico.**

El sistema de estacionamiento vertical rotatorio es un sistema que funciona en una combinación de movimientos controlados, de plataformas denominadas (Palets), Se puede instalar en espacios reducidos, además es fácilmente reubicable, y no produce ruido elevado. Se puede cubrir con una fachada exterior de acuerdo a la necesidad del cliente. La implementación de los parqueos verticales rotatorio incrementa la capacidad de estacionamientos hasta 8 veces más que un estacionamiento convencional de piso y facilita la

entrega del vehículo, el cual para el caso del presente proyecto de grado se trata para los modelos Suv's / Sedan. Las ventajas del sistema de estacionamiento vertical rotatorio se enumeran:

- ✓ Ocupa espacio reducido menor al ancho de 2.5 vehículos.
- ✓ Capacidad de hasta 16 vehículos.
- ✓ Operación simple y amigable.
- ✓ Rápida instalación (de 4 a 7 días).
- ✓ Vida útil de 15 a 20 años.
- ✓ Diferentes opciones de cubiertas y fachadas acorde a las necesidades.
- ✓ Bajo nivel de ruido (60 ~ 75 decibeles).
- ✓ Bajo consumo de energía eléctrica.
- ✓ Mantenimiento mínimo requerido.
- ✓ Puede ser operado automáticamente.
- ✓ Ecológico, seguro y moderno.
- ✓ Sistema de rotación bidireccional.
- ✓ Recuperación del vehículo eficiente.

El movimiento es combinado de giratorio (tipo carrusel), con movimiento lineal, y no requiere operadores.

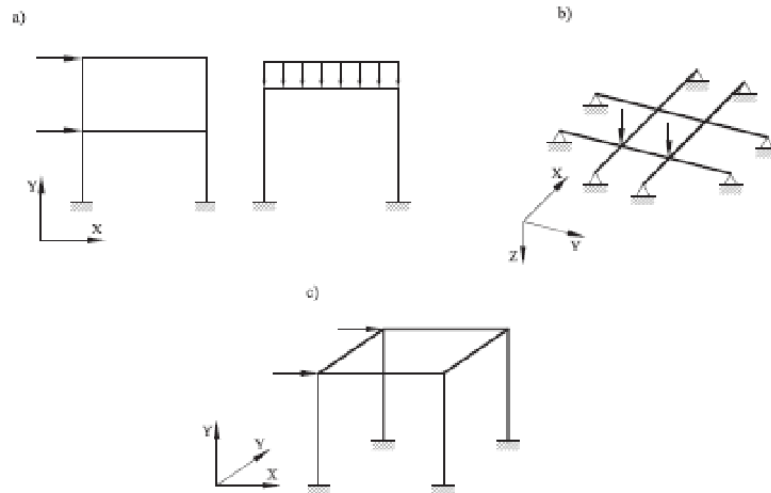
#### **1.4.1. Sistemas Estructurales.**

La estructura de ingeniería completa se denomina armazón o estructura reticular y es utilizado ampliamente en edificios, puentes, torres de transmisión, naves espaciales, aviación y en muchos otros medios, formado por un ensamblaje de miembros individuales, tales como vigas, columnas, vigas amarre, diagonales, etc.

El armazón puede concebirse como el esqueleto de la estructura. Es un sistema de elementos unidos que soporta las cargas impuestas por su propio peso. De acuerdo al sistema estructural se habla de estructuras reticulares, laminares, masivas y especiales. [2]

## Estructuras Reticulares.

Se llama estructura reticulada a una estructura formada por piezas prismáticas unidas entre sí mediante nudos rígido (ver Figura 1.3). Puesto que los nudos rígidos si transmiten los momentos de una barra a otra, las piezas de una estructura reticulada trabajan fundamentalmente a flexión y, en su caso, también a torsión. [Bibliográfica Libro 2]

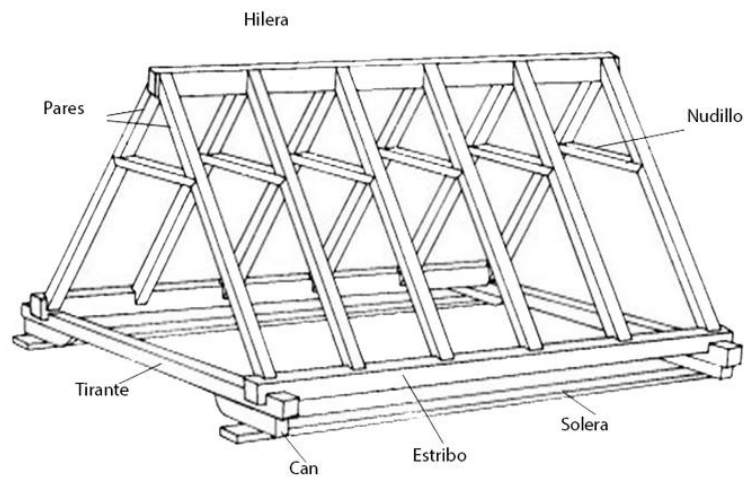


**Figura 1.3 Estructuras Reticuladas: a) Marco Rígido, b) Emparrillado Plano, c) Espacial.**

Referencia: Jack C. McCormac, Diseño de Estructuras de Acero Método ASD.

## Armaduras o Cerchas.

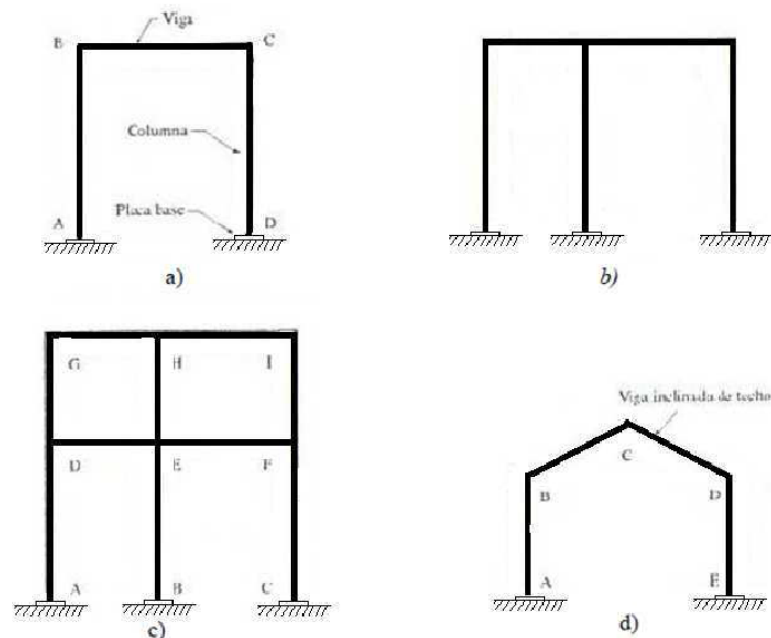
Están formadas por elementos, generalmente prismáticos, dispuestos de tal manera que el área encerrada dentro de la estructura queda subdividida en figuras geométricas, por lo general triángulos que se pueden considerar unidos mediante articulaciones sin fricción y con cargas aplicadas en dichas uniones o nudos. Por esta razón sus elementos se verán sometidos únicamente a fuerzas axiales de tensión o compresión. Claro está que aquellos elementos con cargas intermedias sufrirán además una flexión, que en muchos casos no puede ignorarse. El peso propio es una de tales cargas, pero como las armaduras se hacen generalmente de acero, los esfuerzos resultantes son muy pequeños comparados con las cargas aplicadas y el error cometido es aceptable. En nuestro medio se suele dar el nombre de cercha a una armadura empleada como estructura de cubierta (ver Figura 1.3). [2]



**Figura 1.3 Tipo de Armadura o Cercha.**  
Fuente: [vaporustedes.info/elementos-sustentados/](http://vaporustedes.info/elementos-sustentados/).

### Pórticos Rígidos.

Se acostumbra llamar pórtico o marco a una estructura reticular cuya estabilidad, y capacidad portante dependen en parte de la resistencia al momento de una o más de sus uniones. Sus elementos están sometidos generalmente a fuerzas axiales, cortantes, a momentos flectores y a veces torsión (ver Figura 1.4).



**Figura 1.4 Tipos de Pórticos Rígidos.**  
Referencia: Jack C. McCormac, Diseño de Estructuras de Acero Método ASD.

### 1.4.2. Especificaciones del Acero.

El acero es una aleación que está compuesta principalmente de hierro (más del 98%). Contiene también pequeñas cantidades de carbono, silicio, manganeso, azufre, fósforo y otros elementos. El carbono es el elemento que tiene la mayor influencia en las propiedades del acero. La dureza y la resistencia aumentan con el porcentaje de carbono pero desafortunadamente el acero resultante es más frágil y su soldabilidad se ve afectada. Una menor cantidad de carbono hará más suave y dúctil al acero pero también más débil. La adición de cromo, silicio y níquel dan como resultado aceros con resistencias muchos mayores.

Los aceros estructurales usados en Sistemas Resistentes a Cargas Sísmicas; Soldadura de Ranura de Penetración Completa (SRPC), deben cumplir con las siguientes especificaciones: Sociedad Americana para Pruebas de Materiales, (ASTM, con su siglas en inglés): A36/ A36 M, A53/A53 M (Grado B), A500 (Grado B o C), A501, A572/A572M [Grado 50 (345)], A588/A588M, A992/A992M. El acero estructural usado para placas base de columnas, debe seguir una de las Especificaciones ASTM anteriores o ASTM A283/A283M Grado D.

Los aceros estructurales que se permiten usar en aplicaciones sísmicas han sido seleccionados a base de sus propiedades inelásticas y de soldabilidad. En general, ellos cumplen las siguientes características:

- ✓ Meseta de fluencia bien pronunciada en el diagrama esfuerzo – deformación unitaria.
- ✓ Gran capacidad de deformación inelástica (por ejemplo, elongación del 20% o más en una longitud de 50 mm).
- ✓ Buena soldabilidad.

Las soldaduras usadas en miembros y conexiones de un SRCS deben realizarse con un metal de aporte que produzca soldaduras capaces de proporcionar como mínimo una tenacidad Charpy de muesca en V de 27 J (20 lb-pie) a -18°C (0°F).

Los valores de los esfuerzos de fluencia y de la resistencia a la tensión de los aceros típicamente exceden los valores mínimos estipulados en las especificaciones ASTM. Para calibrar el rango de variación entre los valores de esfuerzos de fluencia y de la resistencia a la tensión de los aceros utilizados en el diseño y los valores reales, Cassagne 2009 realizó un análisis estadístico de las propiedades mecánicas reales de los aceros (planchas) utilizados en la ciudad de Guayaquil para la construcción de edificios y puentes. El análisis se basó en los certificados de fábrica emitidos por las acereras y los esfuerzos mínimos dado por las especificaciones ASTM.

Los certificados de fábrica fueron proporcionados por seis de las principales distribuidoras de acero de la ciudad de Guayaquil. De un total de 2816 certificados, 2136 correspondían al material ASTM A36, 363 correspondían al material ASTM A572 Gr 50 y 317 correspondían al material ASTM A588 Gr 50. La Tabla 1.1 presenta un resumen de las propiedades a tensión de los aceros evaluados en el análisis estadístico realizado por Cassagne mientras que la Tabla 1.2 presenta las propiedades a tensión especificadas por la normativa ASTM. [Bibliográfica, Normativas y Catálogos 2]

**Tabla 1.1 Resumen de las Propiedades de los Aceros Evaluados.**

Especificación ASTM		Mínimo (MPa)	Media (MPa)	Máximo (MPa)
ASTM A36	Esfuerzo de Fluencia	248,21	324,88	434,37
	Resistencia a la Tensión	351,63	446,51	579,16
	$F_y/F_u$ (%)	386,11	503,32	675,69
ASTM A572 Gr 50	Esfuerzo de Fluencia	337,85	381,70	482,64
	Resistencia a la Tensión	461,95	567,17	648,11
	$F_y/F_u$ (%)	406,79	461,95	565,37
ASTM A588 Gr 50	Esfuerzo de Fluencia	344,74	409,41	503,32
	Resistencia a la Tensión	489,53	560,27	620,53
	$F_y/F_u$ (%)	427,48	496,43	599,85

Fuente: Cassagne, 2009.

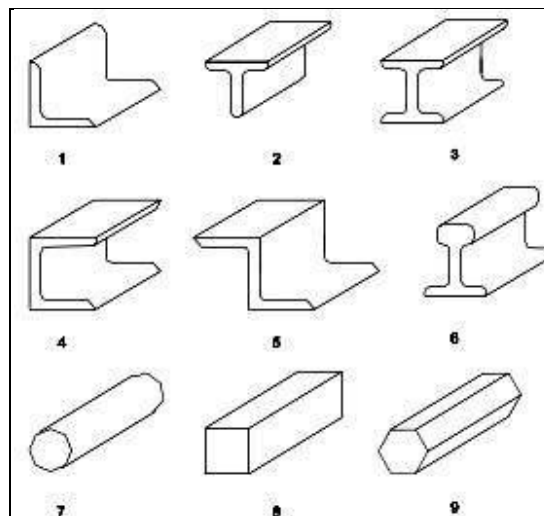
**Tabla 1.2 Propiedades Mecánicas Especificadas.**

Especificación	Esfuerzo Fluencia ( $F_y$ )	Resistencia Tensión ( $F_u$ )	Módulo cortante (G)	Módulo Elasticidad (E)	Peso Especifico ( $\sigma$ )
ASTM	(MPa)	(MPa)	(GPa)	(GPa)	(Kgf/m <sup>3</sup> )
ASTM A36	248,21	344,74-551,60	77	200	7850
ASTM A572 Gr 50	344,74	448,16	77	207	7850
ASTM A588 Gr 50	344,74	482,64	77	207	7850
AISI/SAE 4340	725,20	1029,00	77	200	7850
AISI/SAE 1018	235,00	440,00	77	200	7850

Fuente: Bibliográfica, Normativas y Catálogos 2.

### 1.4.3. Perfiles de Acero.

Al momento de diseñar una estructura es necesario tomar en cuenta los diferentes tipos de perfiles, laminados al caliente de acuerdo a las características del diseño. Es común encontrar miembros sujetos a tensión y compresión en las estructuras y sus sistemas de arriostramiento, la selección de un perfil para usarse como miembro depende realmente de los esfuerzos a los que estará sometido, así es sencillo el elegir perfiles sujetos a tensión pero en el caso que éstos pudieran encontrarse en un momento dado a compresión, ya que es necesario además proporcionar rigidez necesaria para que no sufran problemas de fallo. En la Figura 1.5 se muestran diferentes perfiles del acero.



**Figura 1.5 Perfiles del Acero Estructural.**

Fuente: Textos Científicos, 2015.

El acero estructural puede laminarse en forma económica en una gran variedad de formas y tamaños. Generalmente los miembros estructurales más convenientes son aquellos con grandes momentos de inercia en relación al área. Los perfiles I, T y U, como se muestran en la Figura 1.5, tienen esta propiedad. Las conexiones son generalmente dispuestas para permitir el apernado y montaje de componentes relativamente pequeños. Los perfiles I, T y U suelen ser perforados para pernos por máquinas como parte de la misma operación de construcción de una estructura, por tal motivo se considera la solución más recomendable en este caso de estructuras formadas principalmente por estos tres perfiles que además de ser livianos son resistentes y no poseen cavidades recurrentes a corrosión. [Bibliografía Textos Científicos, 2015].

#### **1.4.4. Conexiones y juntas.**

Las conexiones son el conjunto de elementos que unen cada miembro a la junta por ejemplo: placas o ángulos por alas o alma, soldaduras, tornillos. Las juntas son zonas de intersección de los miembros estructurales, tipos de conexiones para estructuras:

Por tipo de conectores:

- ✓ Remaches
- ✓ Soldadura
- ✓ Tornillos de alta resistencia

Por rigidez de la conexión:

- ✓ Flexible
- ✓ Semi-rígida
- ✓ Rígida

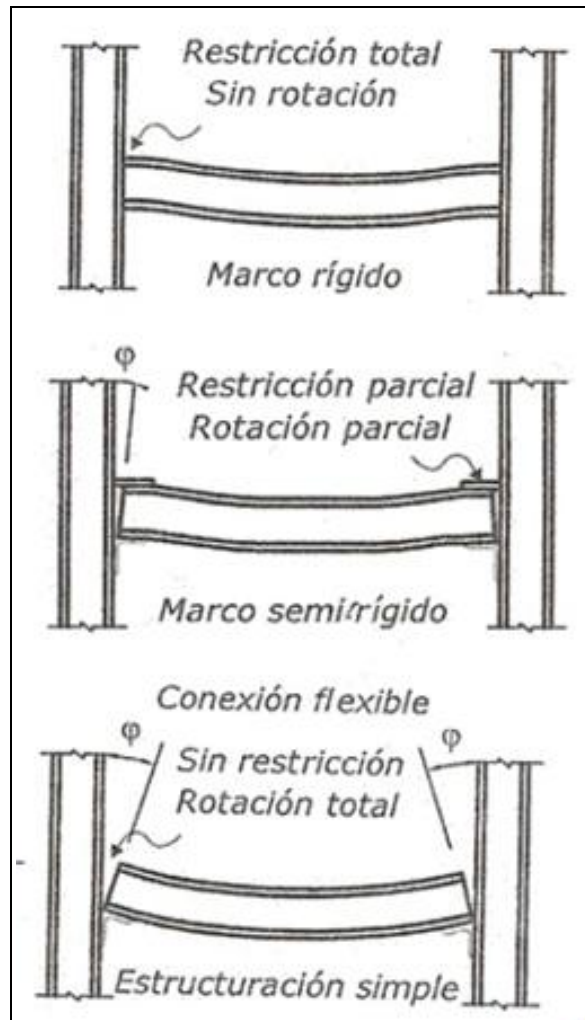
Por elementos de conexión:

- ✓ Ángulos
- ✓ Placas y ángulos
- ✓ Ángulos de asiento
- ✓ Perfiles Te



Por la fuerza que transmiten (ver Figura 1.6):

- ✓ Fuerza cortante (conexión flexible)
- ✓ Fuerza cortante y momento flector (conexión rígida o semi-rígida)
- ✓ Fuerzas internas de tensión y compresión (armaduras y contraventeos)



**Figura 2.6 Tipos de Apoyo en Vigas.**

Fuente: Slideshare, 2015.

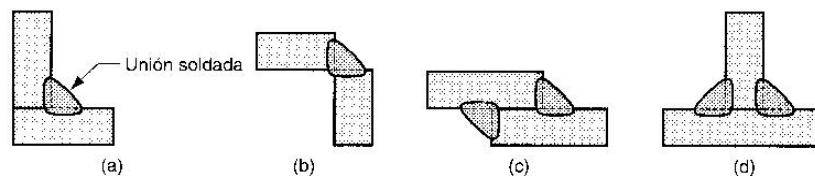
#### **1.4.5. Conexiones Soldadas.**

El Código para Soldadura Estructural (AWS D1.1) es la especificación de diseño tradicional para tensiones de soldadura en edificios y puentes, Asociación Americana de Carretera Estatal y Funcionarios de Transporte por su siglas en inglés, (AASHTO), AWS D1.5 también existe para las estructuras de carga dinámica y AASHTO / AWS D1.8 para estructura de cargas sísmicas.

Existen diferencias significativas entre los dos códigos y, en el caso de las estructuras de los edificios, AWS D1.1 se utiliza normalmente menos documentos contractuales establezcan lo contrario. Las soldaduras en estructuras de edificios están diseñadas predominantemente para la carga estática. La soldadura es un proceso donde se unen partes metálicas a través de calentamiento de los materiales permitiendo que estos fluyan y se unan con o sin la adición de otro material. [Bibliográfica, Normativas y Catálogos 2]

### **Soldadura de filete.**

Mediante pruebas se ha demostrado que la soldadura de filete es más resistente a la tensión y a la compresión que al corte, de modo que los esfuerzos a determinar en soldadura de filete son los esfuerzos de corte. Para ello cuando se utiliza soldadura de filete (ver Figura 1.7), es conveniente arreglar las conexiones de tal forma que solo se encuentren sujetas a esfuerzos cortantes, y no a esfuerzos combinados de cortante - tensión o cortante - compresión. [Bibliografía Textos Científicos, 2015].



**Figura 3.7 Soldadura de Filete.**

Fuente: Soldadura-Fundamentos, 2015.

### **Resistencia permisible de la soldadura.**

El método para determinar la resistencia de la soldadura no toma en cuenta la dirección de la carga. A través de pruebas se ha demostrado que los filetes transversales a la carga son un tercio más resistente que los filetes longitudinales a la carga. También se consideran que los filetes transversales son más resistentes porque el esfuerzo se encuentra uniformemente repartido en su longitud total y tiene mayor resistencia a la rotura ya que esta se produce a un ángulo diferente de  $45^\circ$  obteniendo un área de garganta efectiva mayor, por lo contrario en los filetes longitudinales el esfuerzo se reparte en forma

dispersa ya que se presentan deformaciones que varían a lo largo de la soldadura. Los tipos de electrodos para soldadura en las diferentes aéreas son:

- ✓ Fabricación de elementos:                   ASTM AWS E71T-1C/M
- ✓ Miembros principales montaje:           ASTM AWS E7018
- ✓ Miembros secundarios taller:            ASTM AWS E 6011

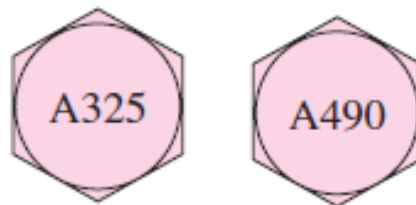
#### **1.4.6. Pernos de Alta Resistencia.**

La Norma Construcción de Instituto Americano de acero con sus siglas en inglés, (AISC) Sección A3.3, permite el uso de pernos de alta resistencia debe satisfacer las disposiciones de la ASTM A325 y A490. Pernos ASTM A325 están disponibles en diámetros de 1/2 pulg a 1 1/2 pulg en dos tipos: Tipo 1 pernos acero de medio carbono son para uso general y de uso en temperaturas elevadas; que puede ser galvanizado. Tipo 2 pernos ofrecen una mejor resistencia a la corrosión atmosférica y características a la intemperie similares a los de ASTM A242 o A588 aceros.

Pernos ASTM A490 están disponibles en diámetros de 1/2 pulg a 1 1/2 pulg en dos tipos. Tipo 1 pernos son pernos de aleación de acero. Tipo 3 son pernos de aleación de acero con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica y las características de meteorización similares a los de ASTM A242 o A588 aceros. Pernos ASTM A490 no deben ser galvanizados y se debe tener precaución si se utiliza en ambientes altamente corrosivos. Tipo 2 pernos (martensita), popular durante muchos años, se han suspendido. La información sobre este tipo se puede encontrar en las ediciones anteriores de la AISC.

Cuando se utiliza un perno ASTM A449 en tensión o rodamiento se aprieta en exceso de 50 por ciento de su resistencia a la tracción mínima especificada, AISC Sección J3.1 requiere que una arandela F436 ASTM instalarse debajo de la cabeza del perno. La tuerca debe estar en la lista aprobada en la memoria de Cruz Roja China Sección 2 (c). Desde tuercas y arandelas para su uso con tornillos de alta resistencia ASTM A325 están disponibles sólo hasta 1 1/2 pulg

de diámetro, se debe hacer referencia a la norma ASTM A563 para tuercas y ASTM F436. En la Figura 1.8 se muestra la nomenclatura para cabeza de pernos de alta resistencia normalizados. Se debe asegurar la instalación por cualquiera de los siguientes métodos: método de giro de la tuerca, un indicador de tensión directo, llave calibrada o diseño alternativo.



**Figura 1.8 Nomenclatura de Cabeza de Pernos.**

Fuente: Budynas, 2015.

Se permite que los pernos sean instalados en la condición de apriete ajustado cuando se usan en:

- ✓ Conexiones de tipo aplastamiento,
- ✓ Aplicaciones de tracción o combinación de corte y tracción, solamente para pernos ASTM A325, donde la pérdida o fatiga debido a vibración o fluctuaciones de la carga no se considera en el diseño.

Los Pernos de alta resistencia se colocan en perforaciones que tienen dimensión de 1/16" mayores que su diámetro y por lo general se aprietan a una tensión que es igual a la carga de prueba, lo que significa el 70% de la resistencia última a tensión. Las tuercas que tiene un trabajo muy importante por fricción, una vez que han sido apretadas no presentan casos de aflojamiento o pérdida de la tensión si han sido instaladas con toda propiedad.

Durante mucho tiempo los tornillos se instalaron con el sistema denominado como "una vuelta a la tuerca", que consistía en girar la tuerca una vuelta completa a partir de que ésta estaba apretada por un método manual hasta el 90% de la carga de prueba. En la actualidad este método está en desuso. Hoy se utiliza un método diferente llamado de la "llave calibrada" de impacto, que consiste en apretar los tornillos con una llave "Skidmore-Wilhelm"

colocando un dispositivo calibrado, Indicador de Tensión Directa (DTI), entre la tuerca y el perfil, dispositivo que mide la presión que se va aplicando en la medida en que la tuerca se va apretando. Se toma el ajuste manual como punto de partida para aplicar a partir de este momento la llave de impacto para girar de allí en adelante 1/2 a 2/3 de vuelta, dependiendo del diámetro y longitud del perno. También se utiliza el de la "El Torquimetro", en el cual la presión se mide en un calibrador que tiene la herramienta, donde la fuerza de giro del motor eléctrico interno es la presión alcanzada al apretar.

En todos los casos y por el método que se use debe existir un chequeo de preinstalación, consistente en tomar tres muestras de todos los elementos que intervienen en la unión, tornillo, tuerca, arandela plana, arandela de presión y el método DTI, si se usa y con este conjunto seguir todo el procedimiento de apriete hasta el final, chequeando la presión obtenida y recorriendo el mismo procedimiento en sentido inverso hasta desbaratar las tres uniones ensayadas.

Este chequeo es requerido como requisito indispensable sobre el conocimiento previo del sistema que se va utilizar y una vez que ha sido concluido se puede iniciar el proceso de apriete definitivo de las partes que se van a unir en la estructura. Se debe identificar claramente aquellos pernos que serán sujetos a apriete ajustado en los planos de proyecto y de montaje.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

### 2.1. Descripción del Proceso de Diseño en Ingeniería.

El proceso de diseño en ingeniería puede ser utilizado para lograr varios resultados diferentes. Uno de ellos es el diseño de los productos, ya sean bienes de consumo, o productos altamente complejos, mientras que otro es el diseño de un edificio o un puente. Sin embargo, el énfasis del proyecto de grado está en el diseño del producto, ya que es un área en la que muchos ingenieros aplicarán sus habilidades de diseño. Se extiende el proceso para la cuestión más amplia de desarrollo de productos mediante la introducción de casos más de negocios orientados como el posicionamiento de producto y marketing. Morris Asimow, fue uno de los primeros en dar una descripción detallada del proceso de diseño completo en lo que llamó la morfología de diseño. La Figura 2.1 muestra las distintas actividades que componen las tres primeras fases de diseño: diseño conceptual, realización del diseño, y el diseño de detalle. El propósito de este gráfico es para recordarle la secuencia lógica de actividades que va, desde la definición del problema; considerado anteriormente en el Capítulo 1, hasta el diseño de detalle. [Bibliográfica Libro 3]

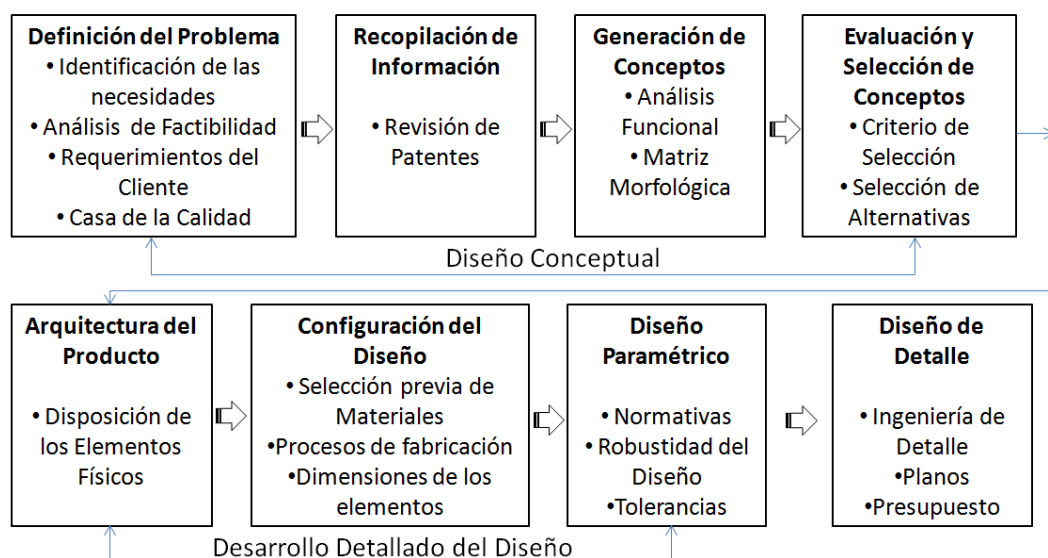


Figura 2.1 Actividades que Componen las Tres Primeras Fases de Diseño.

Fuente: Elaboración Propia.

### **2.1.1. Diseño Conceptual.**

Diseño conceptual es el proceso por el que se inicia el diseño, en lo que sigue llevar hasta el punto de crear una serie de posibles soluciones, y reducido a un mejor concepto. A veces se llama el estudio de viabilidad. El diseño conceptual es la fase que requiere la mayor creatividad, implica la más incertidumbre, y requiere la coordinación entre las muchas funciones en la organización empresarial. Los siguientes ítems son las actividades discretas que consideramos en fase de diseño conceptual: [Bibliográfica Libro 3]

- ✓ La identificación de las Necesidades del Cliente.
- ✓ Análisis de Factibilidad.
- ✓ Requerimientos del Cliente.
- ✓ Casa de la Calidad, por su siglas en inglés (QFD).

#### **2.1.1.1. Identificación de las Necesidades del Cliente.**

No cabe duda de que todas las grandes ciudades del mundo están buscando mejorar la calidad de vida de sus habitantes, que el ciudadano sienta que existe un sin fin de posibilidades cuando combinan las necesidades que se presentan, en el día a día y las posibilidades de solución a través de la tecnología. El crecimiento de los automóviles aumenta cada año, a tal punto que han invadido los centros urbanos superando la capacidad de la infraestructura vial existente y haciendo más difícil la circulación por el espacio de estacionamiento que cada vez es más limitado y caótico en la ciudad de Guayaquil, nos pasamos buscando por más de 10 a 15 minutos un estacionamiento. Al llegar al área de estacionamiento no se encuentra rápidamente un espacio porque existe mucha demanda de vehículos, que esto lo causa la congestión de tráfico, generalmente estos espacios se encuentran en los últimos pisos o sitios alejado sin supervisión adecuada dejando al azar el fruto de años de esfuerzo; lo cual es posible que a más de uno le ha sucedido estos percances como se puede mostrar en la Figura 2.2.



**Figura 2.2 Maltrato de Vehículos. a) Rayones, b) Colisiones, c) Portazo y d) Robo.**

Fuente: mex-parking.com/

### 2.1.1.2. Análisis de Factibilidad.

#### Investigación Preliminar Sobre las Necesidades de los Clientes.

Para analizar una de las factibilidades de este proyecto se realiza una encuesta por conveniencia, ya que se determina los criterios del grupo de personas idóneas y su selección se lo hace por las condiciones del entorno donde se encuentran. Los encuestados deben poseer un vehículo, elemento con el que muchos no cuentan y deben ser personas que asistan frecuentemente a la zona céntrica de la ciudad de Guayaquil. La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}; \quad \text{Ec. 2.1}$$

En donde,

N: tamaño de la población, 356000 [El Universo, 2014]

Z: nivel de confianza (tabla de distribución normal para el 90% de confiabilidad y un 10% error, 1.65 (ver Apéndice A)

P: probabilidad de éxito, o proporción esperada, 0.5

Q: probabilidad de fracaso, 0.5

D: precisión (error máximo aceptable en términos de proporción), en este caso se desea un 10%.



Reemplazando los datos en la ecuación 2.1 se tiene el tamaño de la población, la cantidad de personas a encuestar:

**n = 68 Personas**

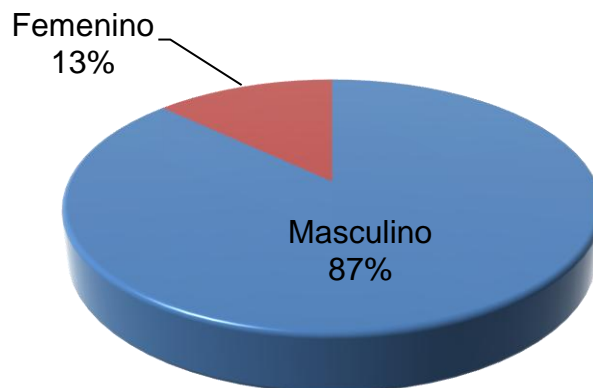
#### **2.1.1.2.1. Diseño de la Encuesta.**

Para la realización del cuestionario nos basamos en los objetivos planteados para este proyecto. La encuesta es de tipo personal y contiene preguntas cerradas, abiertas y de múltiples opciones. (Ver Apéndice B)

#### **2.1.1.2.2. Evaluación de las Encuestas.**

Se encuestó a personas dueños de vehículos en la zona céntrica de la ciudad de Guayaquil aleatoriamente los días sábado 05 de Diciembre del 2015 y domingo 06 de Diciembre del 2015, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **A. Genero.**

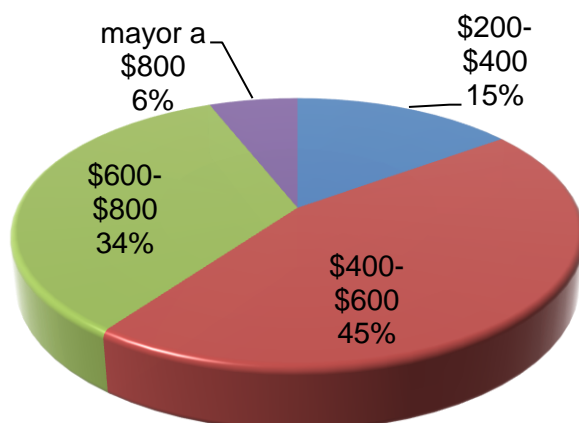


**Figura 2.3 Género.**

Fuente: Elaboración Propia.

De las 68 personas encuestadas hay 59 que son del género masculino y equivale un 87% de la población muestra, y 9 personas de género femenino que equivale al 13 % de la misma muestra, (ver Figura 2.3).

## B. Ingresos.

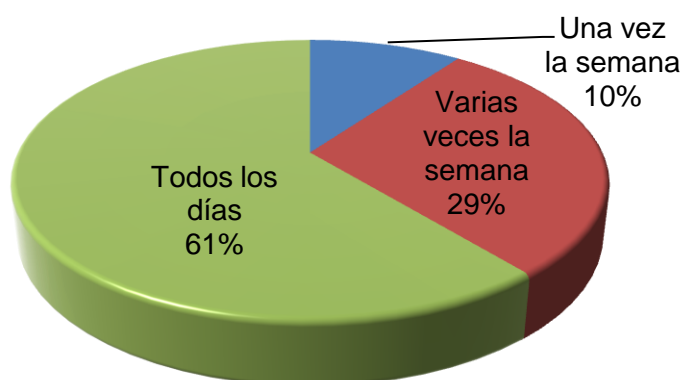


**Figura 2.4 Ingreso de Usuarios.**

Fuente: Elaboración Propia.

Con los datos mostrados podemos observar el nivel económico de nuestra población objetivo, la media está dentro del rango 400 a 800 dólares, (ver Figura 2.4).

### 1.- ¿Con qué frecuencia usted asiste a la zona céntrica de la ciudad de Guayaquil?

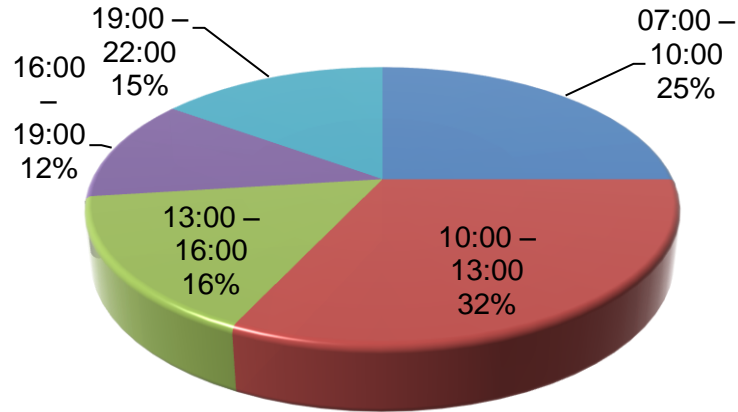


**Figura 2.5 Frecuencia al Centro de Guayaquil.**

Fuente: Elaboración Propia.

La frecuencia de los usuarios que adquieren el servicio de algún estacionamiento, es el 61%, es decir 41 personas asisten todos los días a la zona céntrica de la Ciudad de Guayaquil ya sea por ir al banco, hacer algún trámite, por trabajo o disponen de un negocio propio, (ver Figura 2.5).

**2.- ¿En qué horario usted asiste a este sector de la ciudad?**

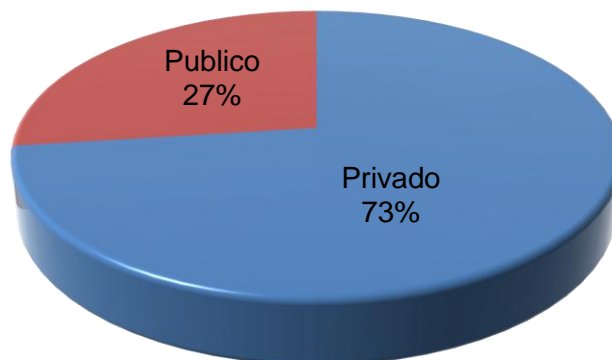


**Figura 2.6 Horario de Asistencia al Centro de Guayaquil.**

Fuente: Elaboración Propia.

Con los datos mostrados podemos analizar la distribución del tráfico en horas pico y así definir sobre el horario con mayor demanda por un estacionamiento. Como resultado tenemos un intervalo de 10:00 - 13:00 horas, (ver Figura 2.6).

**3.- ¿Qué tipo de estacionamientos usted le da preferencia?**



**Figura 2.7 Preferencia de Estacionamientos.**

Fuente: Elaboración Propia.

Con los datos mostrados podemos analizar las preferencias de los usuarios al ir a estacionar su vehículo. Nos sirve como referencia para determinar la demanda de este servicio, (ver Figura 2.7).

**4.- ¿Cuál es el tiempo promedio que se toma usted en una visita a la zona céntrica de la ciudad de Guayaquil?**

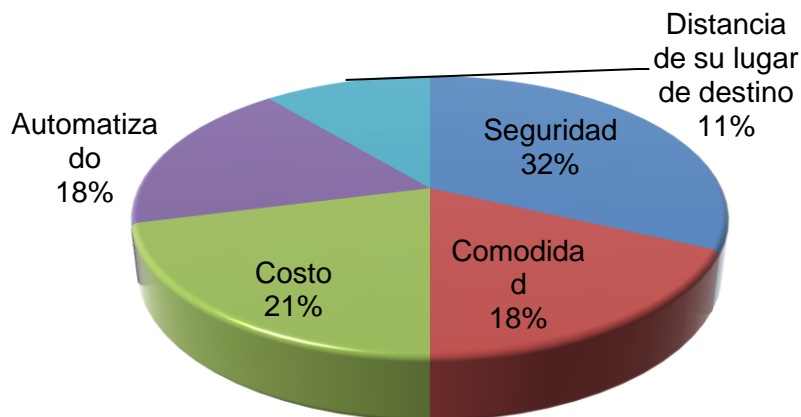


**Figura 2.8 Tiempo Promedio de Permanencia.**

Fuente: Elaboración Propia.

Por medio de esta consulta podemos analizar la traslación de un vehículo en un lugar de estacionamiento y así poder hacer una proyección de ingresos estimados, (ver Figura 2.8).

**5.- Escoja una de las variables que usted considera más importante al momento de dejar su vehículo en un estacionamiento. Puede elegir una o más opciones.**

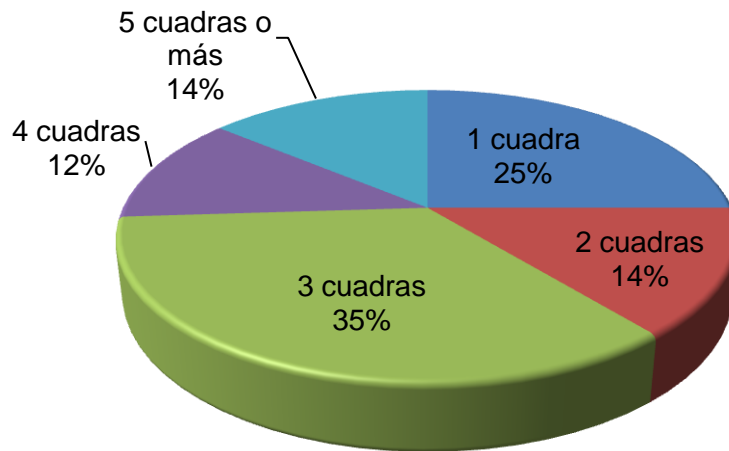


**Figura 2.9 Variables más Importantes.**

Fuente: Elaboración Propia.

Por medio de esta pregunta conoceremos los factores de preferencia de los usuarios y así poder enfocarnos en darles un mejor servicio, (ver Figura 2.9).

**6.- ¿Cuál es la distancia máxima que usted estacionaría su vehículo hasta su lugar de destino?**

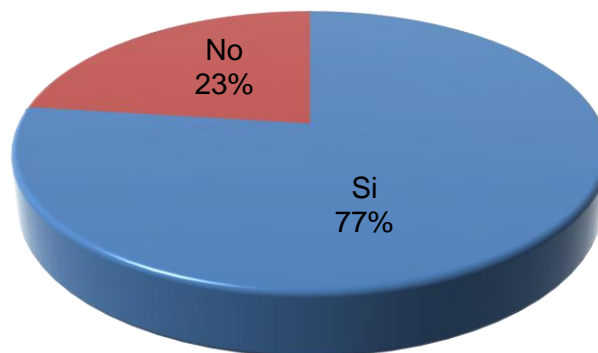


**Figura 2.10 Distancia desde su Lugar de Destino.**

Fuente: Elaboración Propia.

Otro factor importante de decisión de los usuarios, nos permite conocer una estimación de la cobertura que tendría el proyecto, (ver Figura 2.10).

**7.- Le gustaría a usted que existiese un nuevo sistema de estacionamiento vertical rotatorio tipo carrusel automatizado que sea Seguro, Ecológico, Económico y Moderno.**

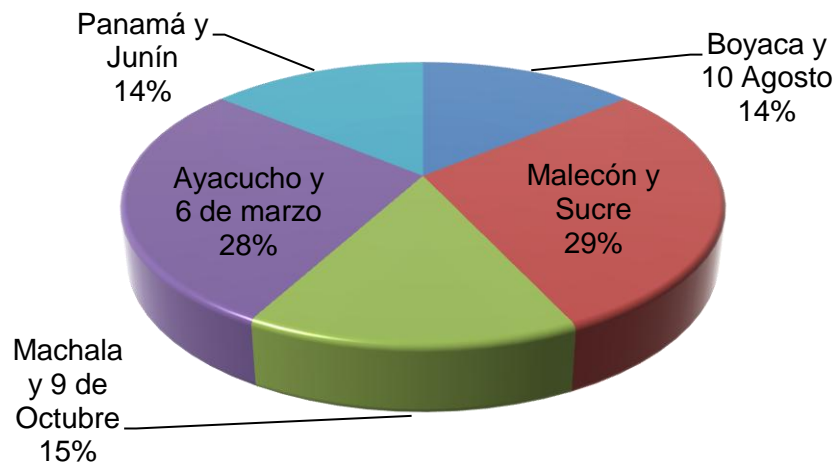


**Figura 2.11 Aceptación del Proyecto.**

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 2.11 nos permite conocer cuál es el nivel de aceptación del proyecto de grado.

**8.- Escoja en cuál de estos lugares quisiese que se ubicara este nuevo sistema de estacionamiento.**

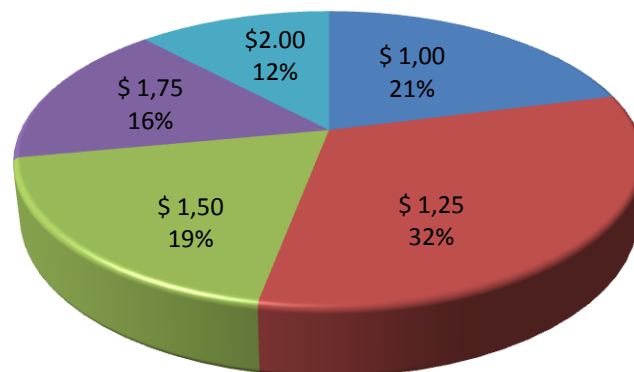


**Figura 2.12 Ubicación del Proyecto.**

Fuente: Elaboración Propia.

Este factor es importante de decisión de los usuarios, nos permite conocer una estimación de las zonas estratégicas que tendría el proyecto, (ver Figura 2.12).

**9.- ¿Cuánto estaría usted dispuesto a cancelar como máximo por una hora o fracción en este nuevo servicio de estacionamiento automatizado?**



**Figura 2.13 Precio por Fracción u Hora.**

Fuente: Elaboración Propia.

Este análisis de la Figura 2.13, podemos establecer previamente con los resultados de la encuesta nos sirve para estimar el precio de nuestro servicio por hora o fracción y así cuantificar el ingreso.

### 2.1.1.2.3. Estudio Financiero.

La factibilidad financiera de este proyecto con todos los recursos necesarios para su puesta en marcha se toma en cuenta los costos de Alquiler de Terreno, estudio de factibilidad, Diseño (Mecánico, civil, electrónico), Fabricación (Mecánico, civil, electrónico), Montaje (Mecánico, civil, electrónico), mantenimiento y administración que corresponden a los gastos Pre-Operacionales; el cual nos permitirá conocer si resulta Factible y rentable la implementación del sistema de estacionamientos (ver Tabla 2.1).

Entre los recursos y actividades necesarias para la puesta en marcha del proyecto tenemos:

- ✓ Gastos Pre-Operacionales
- ✓ Equipos Operacionales
- ✓ Capital de Trabajo

**Tabla 2.1 Inversiones del Proyecto.**

Inversión del Proyecto	
Gastos Pre-Operacionales	\$ 106.743,99
Equipos Operacionales	\$ 7.800,00
Capital de Trabajo	\$ 27.093,40
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>\$ 141.637,39</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### **Gastos Pre-Operacionales.**

Son los gastos que se producen en las empresas antes de comenzar a desarrollar operaciones que generan ingresos (ver Tabla 2.2).

**Tabla 2.2 Inversiones en Gastos Pre-Operacionales**

Gasto Pre-Operacionales	
Garantía de Alquiler	\$ 3.000,00
Obra Mecánica	\$ 89.243,99
Obra Civil	\$ 4.500,00
Obra Electrónica	\$ 10.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 106.743,99</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### **Equipos Operacionales.**

Son todas las maquinarias y equipos tecnológicos, que se encuentra involucrado con la puesta en marcha del proyecto, (ver Tabla 2.3).

**Tabla 2.3 Inversiones en Equipos**

Equipos			
Rubros	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Generador de Energía	\$ 6.000,00	1	\$ 6.000,00
Lámparas	\$ 50,00	6	\$ 300,00
Sistemas Contra Incendio	\$ 1.500,00	1	\$ 1.500,00
<b>Total</b>			<b>\$ 7.800,00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### **Estimación de Costos y Gastos.**

Los gastos operacionales para este proyecto comprenden en: Gastos de Administración, Gastos de Mantenimiento y Gastos Financieros. A continuación se explica en qué consiste cada rubro:

#### **Gastos de Administración.**

Los gastos administrativos son todos los recursos humanos, consumo energético, seguro y alquiler como se detalla a continuación:

- ✓ **Sueldos.-** Es el salario y beneficios sociales de la persona que permanecería en el estacionamiento.
- ✓ **Servicios Básicos.-** Dentro de este rubro se considera el consumo de energía eléctrica considerando un Motor de 7.5 Hp y asumiendo 2 minutos de un vehículo por hora y funcionando sin parar (No consume energía eléctrica cuando no está en movimiento), el consumo estimado al mes sería 672 Kwh por un costo de 1 Kwh en Guayaquil de \$ 0.2 para zona industrial mayor a 300Kwh.
- ✓ **Seguro.-** Constituye un único pago por año por dicho gasto.
- ✓ **Alquiler.-** Contrato a largo plazo por el uso del terreno.



Se ha considerado que los gastos administrativos están afectados por un aumento en los sueldos y los gastos de seguridad anualmente en un 10% (ver Apéndice C).

### **Activos Intangibles.**

Son los recursos económicos que no es de naturaleza física en este caso tenemos: Estudio del Proyecto, Patentes, e investigación (ver Tabla 2.4).

**Tabla 2.4 Inversiones Intangibles**

Activos Intangibles			
Concepto	Cantidad (u)	Precio Unitario	Costo Total
Costo del Estudio	1	-	500,00
Patente	1	-	880,00
Gastos de Investigación	1	-	1200,00
		Total	2580,00

Fuente: Elaboración Propia.

### **Gastos Financieros.**

Este gasto está conformado por el pago de intereses generados por el préstamo que financia al proyecto. El pago de interés es sobre el saldo.

### **Gastos de Mantenimiento.**

Este gasto se refiere al mantenimiento mínimo requerido para el estacionamiento en general, estimado en \$1.032,00 anuales.

### **Depreciaciones de Activos Fijos.**

Para el cálculo de la depreciación de activos fijos del proyecto lo haremos por el método de Línea recta en el cual detallaremos los activos fijos depreciables y la vida útil de cada activo, el porcentaje de depreciación como nos indica la Norma Internacionales Contable (NIC 18); para edificación de acero el 5% y para equipos es el 10% anual. (Ver Tabla 2.5)

**Tabla 2.5 Depreciaciones**

Activos Fijos	Costos	Vida Útil	Deprecio Anual	Años de Deprecio	Deprecio Acumulada	Valor de Libros
Edificación	\$ 89.000	20	\$ 4.450	10	\$ 44.500	\$ 44.500
Equipos	\$ 7.800	10	\$ 780	10	\$ 7.800	\$ 0
<b>Total</b>			<b>\$ 5.230</b>		<b>Valor Desecho</b>	<b>\$ 44.500</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Capital de Trabajo.**

El capital de trabajo es la diferencia entre el activo circulante y el pasivo circulante. Es la porción de los activos circulantes del proyecto financiado con fondos a largo plazo, es decir de la suma de la deuda a largo plazo y el capital contable (ver Tabla 2.6). La cantidad necesaria para empezar el proyecto es de \$ 27.093,40.

**Tabla 2.6 Capital de Puesta en Marcha del Proyecto**

Capital de Trabajo	
Concepto	Valor (6 meses)
<b>Costos Directos</b>	
Sueldo	6927,00
Alquiler	4500,00
Total	11427,00
<b>Costos indirectos</b>	
Seguros	500,00
Mantenimiento	7700,00
Servicios Básicos	806,40
Seguridad	5100,00
Publicidad	1560,00
Total	15666,40
<b>Capital de Trabajo</b>	<b>27093,40</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Estructura del Financiamiento.**

El estacionamiento vertical rotatorio se financia en 2 partes; el capital social con los aportes de sus 2 accionistas principales, aportando cada una de ellas

\$20.000,00 por lo cual tendremos un fondo de \$40.000,00 que corresponde al 30.89% de la Inversión Inicial. Además se establece un préstamo en el Banco por el valor de \$89.473,40 que corresponde al 69.11% del financiamiento total, el cual cobra una tasa activa referencial del 11.83% anual a cinco años plazo, reemplazando los valores en la Ecuación 2.2 se obtiene un valor de \$24.716,34 (ver Tabla 2.7).

$$PMT = \frac{PV \times J}{1 - (1 + J)^{-N}}; \quad \text{Ec. 2.2}$$

En donde,

PMT: Cuota Fija

PV: Valor del Prestamo

J: Tasa Activa Referencial

N: Años Plazo

$$PMT = \$ 24.716,34$$

**Tabla 2.7 Amortización del Préstamo.**

Préstamo				
N	Saldo de Deuda	Cuota	Interés	Amortización
1	89.473,40	24.716,35	10.584,70	14.131,64
2	75.341,76	24.716,35	8.912,93	15.803,42
3	59.538,34	24.716,35	7.043,39	17.672,96
4	41.865,38	24.716,35	4.952,67	19.763,67
5	22.101,71	24.716,35	2.614,63	22.101,71

Fuente: Elaboración Propia.

### Proyección de Ingresos.

Se detallan los ingresos anuales que el Estacionamiento alcanzaría; el ingresos será: Ingresos Variables se ha considerado destinar el 100% de nuestra capacidad y lo constituye el alquiler por hora o fracción de un lugar en el estacionamiento, el cual se fijó un precio de \$1,25 basado en la encuestas, tenemos una rotación de los coches considerables, contamos con una buena ubicación a plena capacidad y que un número considerable de personas visitan el centro de la ciudad por motivos de trabajos u otros factores, se puede analizar un rango entre 12 a 16 horas de aparcamiento (08:00 - 20:00) los 365 días del año. El incremento de los años lo hemos hecho en función de un 10%

de crecimiento del precio anual en estacionamientos convencionales ya que las encuestas nos arrojaron que el 77% de los encuestados o sea 52 personas están dispuestas a asistir a el Estacionamiento, por lo que nos hemos propuesto hacer fuertes publicidades cada año para conocer la acogida que tengamos en la mente de los consumidores por ser el único estacionamiento de este tipo existente en el sector. (Ver Apéndice D)

### **Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR).**

Esta tasa de descuento sirve para actualizar los flujos de caja de los próximos diez años una medida de rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto según su riesgo, Y dado que para la ejecución es necesario pedir un préstamo al banco se lo calcula por el método del Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital por su siglas en inglés (CAPM). La cual se lo cálcula con la siguiente ecuación.

$$R_i = r_f + b(r_m - r_f) + R_{Pecu}; \quad \text{Ec. 2.3}$$

En donde:

R<sub>i</sub>: Rentabilidad Exigida por el inversionista

r<sub>f</sub>: Tasa Libre de Riesgo, 1.98%.

b: Beta Corregido de la Empresa, 1.23.

r<sub>m</sub>: Rentabilidad del Mercado de Estacionamientos, 8.90%.

R<sub>P ecu</sub>: Riesgo País del Ecuador, 8.08%.

Al reemplazar los valores en la Ecuación 2.3 se obtiene el siguiente resultado:

$$R_i = 18.57\%$$

### **Flujo de Caja Proyectado.**

Es una de las herramientas más importantes en la toma de decisiones, este recoge información básica de los estudios técnico, de mercado y organizacional. El siguiente flujo de caja muestra los ingresos y gastos reales, es decir, los que representan entradas y salidas de dinero. El resultado final, flujo neto, constituye el efectivo que generará el proyecto y el cual se verá reflejado en el balance general. Para determinar el Flujo Neto se determinó

todos los ingresos y gastos más los Gastos de Depreciación y activos intangibles dado que no son desembolsos de efectivo, menos la amortización del Préstamo (ver Apéndice E).

### **Valor Actual Neto (VAN).**

El VAN es traer todos los flujos futuros al momento cero con una tasa de descuento. Esta tasa generalmente se la conoce como el costo de oportunidad del dinero es decir la rentabilidad mínima que el inversionista espera recibir por colocar su dinero en dicho proyecto. Para el cálculo del VAN se ha considerado el siguiente flujo de Caja y se obtiene mediante el comando en Excel [VNA(0,12;D26:M26)-C26]. Estos datos arrojo un Valor Actual Neto de \$ 220.357,06 (ver Apéndice E).

### **Tasa Interna de Retorno (TIR).**

La tasa interna de Retorno es por definición la tasa que hace que los desembolsos sean iguales a los flujos descontados. En otras palabras equivale a hacer cero el VAN. La regla de decisión es que se acepta el proyecto cuando su TIR sea igual o mayor que su TMAR. En el proyecto la TIR se cálculo mediante el comando en Excel [TIR(C26:M26)], el valor obtenido es de 4.64% que es mucho mayor que la tasa que el inversionista esperaría recibir, esto conlleva que es Factible financieramente este proyecto, (ver Apéndice E).

### **Periodo de Recuperación.**

Es el tiempo operacional que requiere el proyecto para recuperar el valor nominal del plan de inversiones iniciales que en este caso le constituyen los activos fijos, activos diferidos y el capital de trabajo. A pesar de ser un indicador poco técnico, es muy tomado en cuenta por los inversionistas debido a su simplicidad. Se determina contando el número de años que debe transcurrir para que la acumulación de los flujos de caja previstos iguale al monto de la inversión inicial. El problema de esta medida es que no toma en cuenta el valor de dinero en el tiempo; sin embargo, es una medida utilizada en la evaluación de proyectos. La recuperación de la inversión (\$ 40.000,00) es de 2 años con 6 meses y 20 días, (ver Apéndice E).

### **2.1.1.3. Requerimientos del Cliente.**

#### **Clientes.**

Al realizar las respectivas encuestas a los potenciales clientes compartieron sus respectivos criterios del presente proyecto lo cual se selecciona los diferentes requerimientos de diseño que deben cumplirse para lograr un dispositivo eficiente, confiable y competitivo. Estos se presentan a continuación:

- ✓ La plataforma donde se apoya el auto, debe subir a una altura suficiente para que se coloque debajo cómodamente la siguiente plataforma y pueda recibir otro automóvil que desee estacionarse.
- ✓ Que se logre adaptar a la mayoría de vehículos existentes en el país.
- ✓ La estructura de la plataforma sea estable.
- ✓ Evitar que la plataforma vibre de forma muy violenta.
- ✓ El proceso de estacionarse debe ser cómodo para el cliente.
- ✓ Para la salida del cliente del vehículo una vez estacionado en la plataforma, y antes de ser elevado, se debe abrir la puerta del conductor cómodamente.
- ✓ Soporte gran Capacidad.
- ✓ Velocidad baja de rotación.
- ✓ Las columnas y armazón no deben ser excesivamente altas, para ahorrar material y que el dispositivo completo no genere alto fobia a los clientes.
- ✓ El diseño completo no debe presentar deformaciones perceptibles al ojo humano, para inspirar seguridad y generar confianza al usuario.
- ✓ Obtener un sistema de potencia óptimo con el fin de evitar accidentes.
- ✓ No produzca daños a terceros.
- ✓ Que el sistema dure por mucho tiempo.
- ✓ No contamine el medio ambiente.
- ✓ Fácil de operar.
- ✓ El costo del diseño final debe ser competitivo para poder entrar en el mercado nacional.

## **Diseñador.**

Luego de establecer los requerimientos y deseos de los clientes, se procede a traducirlos a especificaciones o Requerimientos técnicos:

- ✓ Altura máxima de separación entre vehículos.
- ✓ Distancia máxima y mínima entre ejes.
- ✓ Distancia máxima y mínima entre ruedas.
- ✓ Ancho máximo y mínimo del vehículo.
- ✓ Alto máximo y mínimo del vehículo.
- ✓ Largo máximo y mínimo del vehículo.
- ✓ Capacidad máxima de elevación.
- ✓ Desplazamiento vertical y angular
- ✓ Resistencia a la flexión.
- ✓ Resistencia a la fluencia.
- ✓ Resistencia a carga de viento.
- ✓ Sismo resistente.
- ✓ Dimensiones de elementos estructurales.
- ✓ Diseño de esfuerzos.
- ✓ Diseño a Fatiga.
- ✓ Peso del Equipo.
- ✓ Tolerancias de fabricación.
- ✓ Fácil Mantenimiento.
- ✓ Fiabilidad en el sistema de elevación.
- ✓ Fiabilidad en el sistema eléctrico.
- ✓ Factor de seguridad igual o mayor a 2.5.
- ✓ Confiabilidad
- ✓ Tiempo de recuperación del vehículo.

Al tomar en cuenta que todos los dispositivos encontrados en Guayaquil son de fabricaciones extranjeras y escasas, se puede pensar que el proyecto posee factibilidad técnico económica: Diseñar un dispositivo eficiente, de bajo costo y de fabricación nacional, Con esto se podrá entrar a un mercado casi inexistente en Ecuador y hacerlo crecer siendo el precursor del mismo.

#### **2.1.1.4. La Casa de la Calidad (QFD).**

Las especificaciones técnicas de las maquinas son determinadas por medio de la casa de la calidad, que es una herramienta del QFD cuyo fin principal es el de plasmar los requerimientos y deseos del cliente en el producto. En el Apéndice F se proporciona información importante sobre los parámetros y características técnicas que debe cumplir el diseño para satisfacer los requerimientos del cliente. Para realizar el análisis de los parámetros de diseño se considera previamente factores en los que se encuentran basados:

- ✓ El peso que debe soportar, es decir el peso del vehículo.
- ✓ El tamaño del vehículo más grande que va a soportar.
- ✓ El tamaño del vehículo más pequeño que va a estacionarse.
- ✓ Capacidad máxima de elevación: Es el peso máximo de un vehículo que será elevado por la estructura del estacionamiento mecánico, además está en base a los esfuerzos que se produzcan en los elementos.
- ✓ Carrera: Está determinada por la altura necesaria para separación eficiente de los vehículos, produciendo que esta sea lo suficientemente ergonómica.
- ✓ Distancia entre eje del vehículo: Permite determinar la longitud necesaria para parte del diseño de la plataforma.
- ✓ Ancho máximo del vehículo: Toma en consideración la dimensión de la plataforma para ser ubicado eficientemente el vehículo.
- ✓ Distancia máxima y mínima entre las ruedas: Está dado para que el vehículo entre libremente en la plataforma, y no exista problemas de mal uso.
- ✓ Área Designada para la ubicación del estacionamiento, tiene las siguientes dimensiones: ancho 5.4m, profundidad 6.8m.

La matriz de la casa de la calidad se realiza en función de una serie de matrices que se agrupan sintetizando el desarrollo de su estructura, en base a la siguiente secuencia:



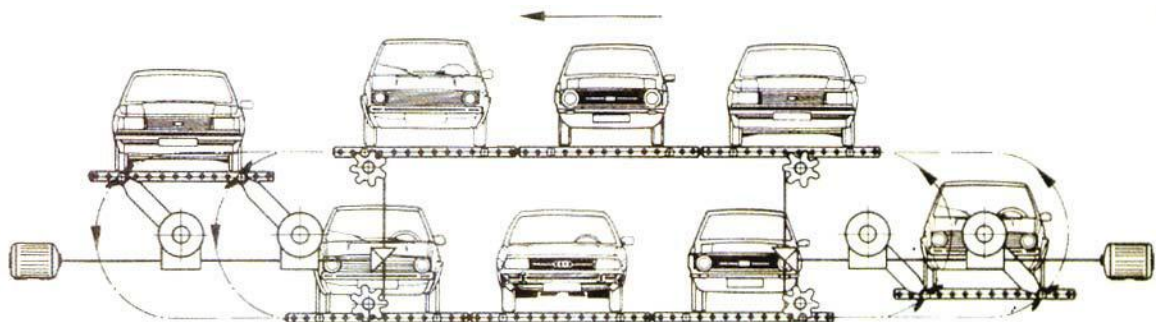
- ✓ Para empezar se ubican los requerimientos y deseos de los usuarios ya establecidos, así como también los requerimientos técnicos de ingeniería.
- ✓ Luego se analizan, comparan y evalúan las características del equipo a fabricarse con los equipos de la competencia.
- ✓ Se analiza la correlación presente entre los criterios del usuario y los criterios del ingeniero, con el objetivo de determinar las características técnicas a ser mejoradas en función del valor de la importancia que presentan cada una de estas.
- ✓ En el caso del techo de la casa de la calidad se establece los distintos compromisos existentes entre las características técnicas del equipo para de esta manera determinar su posición en el mercado.

### 2.1.2. Recopilación de Información sobre los Productos Existentes.

A continuación se presentan las patentes más relevantes sobre los dispositivos extranjeros para estacionar automóviles.

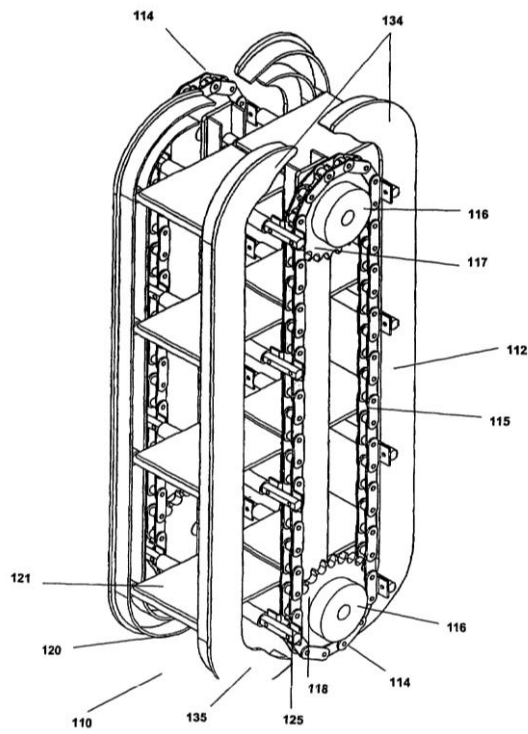
#### 2.1.2.1. Revisión de Patentes.

Se da gran atención a las patentes y la bibliografía, de patentes en esta sección debido a su importancia en la tecnología de hoy en día (ver Figura 2.14; 2.15; 2.16, 2.17 y 2.18).



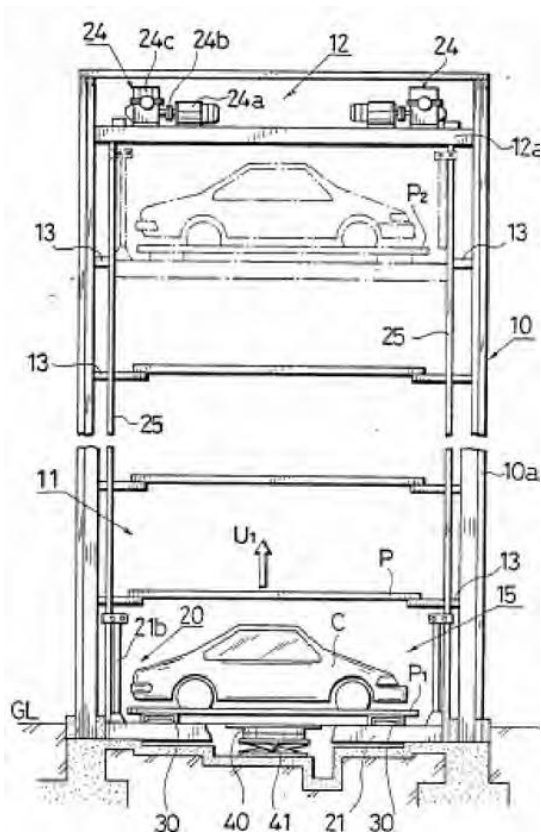
**Figura 2.14 Sistemas de Parqueo Noria, Rotatorio Horizontal.**

Fuente: Google.Ik/patents.



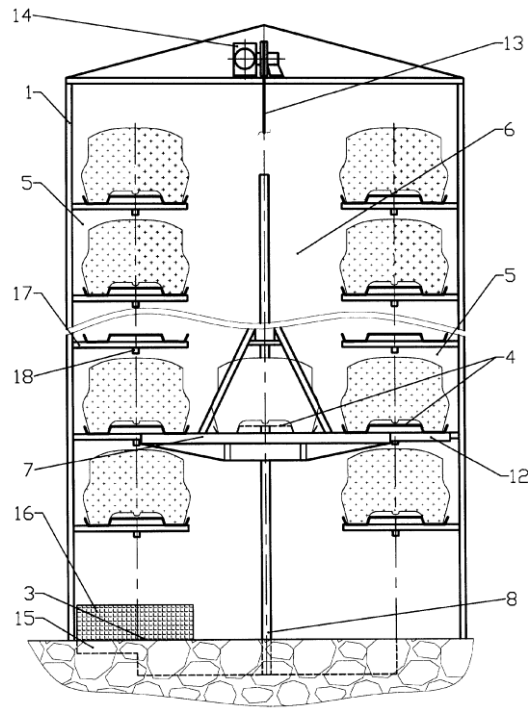
**Figura 2.15 Sistemas de Parqueo Rotatorio Vertical.**

Fuente: [Google.lk/patents](http://Google.lk/patents).



**Figura 2.16 Ascensor de Autos de Morioka.**

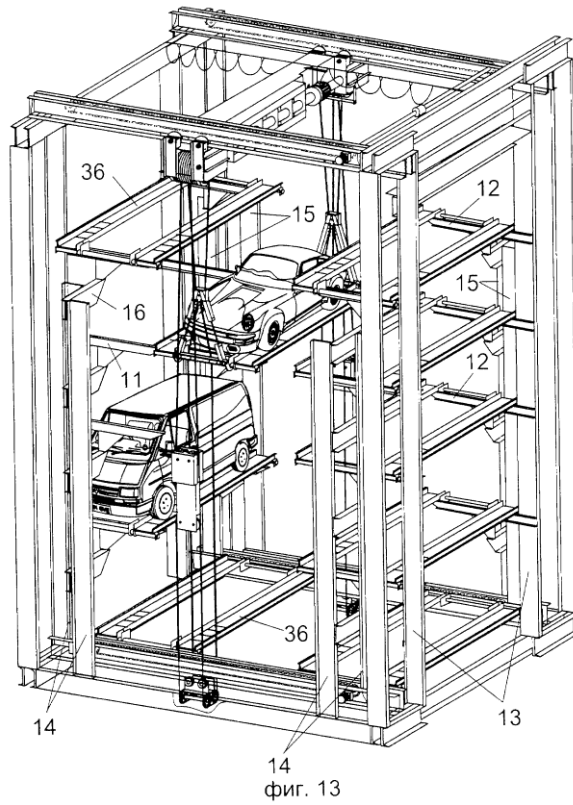
Fuente: [Google.lk/patents](http://Google.lk/patents).



Фиг. 2

**Figura 2.17 Sistemas de Parqueo Mecanizado Ruso.**

Fuente: Google.lk/patents.



Фиг. 13

**Figura 2.18 Sistemas de Parqueo Automatizado Vertical y Horizontal.**

Fuente: Google.lk/patents.

### 2.1.3. Generación de Conceptos.

Existen métodos sistemáticos para la generación de diseños de ingeniería. La tarea del diseñador es encontrar la mejor de todas las posibles soluciones candidatas a una tarea de diseño. El diseño generativo o análisis funcional es una construcción teórica de un proceso que crea muchas alternativas viables a una especificación de diseño determinado producto.

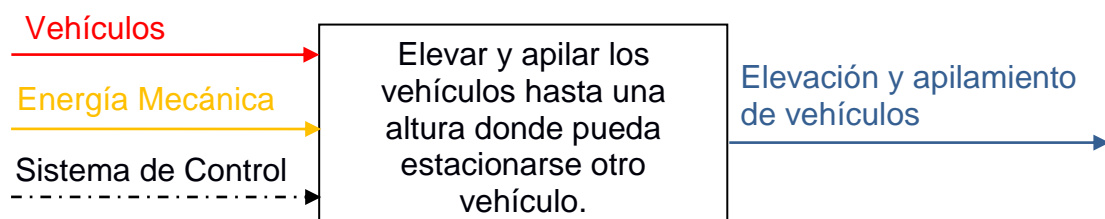
#### 2.1.3.1. Análisis Funcional.

El análisis funcional es una parte vital para el diseño, describe los módulos de una operación que se obtiene en el sistema, para esto se clasifica los módulos según las operaciones, tanto principales, ocasionales y accidentales.

#### Métodos de Operación Principales.

La función principal del estacionamiento de vehículos con una capacidad máxima de 3.0 toneladas, es elevar y apilar a los vehículos a una altura en la cual pueda acceder con facilidad algún otro vehículo que desee estacionarse, (Ver Figura 2.19), las operaciones principales son:

- ✓ Recibir un vehículo y que se pueda colocar sobre la plataforma del estacionamiento.
- ✓ Elevar y apilar los vehículos hasta una altura considerable donde le de paso a estacionarse a otros vehículos.



**Figura 2.19 Módulo del Sistema General.**

Fuente: Elaboración Propia.

### **Métodos de Operaciones Ocasionales.**

Se realiza para la correcta ejecución de las actividades principales, y para su correcto funcionamiento:

- ✓ Puesta en marcha del estacionamiento sin carga.
- ✓ Mantenimiento preventivo de los componentes del estacionamiento.

### **Métodos de Operaciones Accidentales.**

Se dan de manera fortuita y producen daños o accidentes laborales, esto son:

- ✓ Bloqueo del sistema principal de potencia.
- ✓ Caídas de carga y posibles impedimentos u objetos que traben el mecanismo de trasmisión.

### **Definición de Módulos.**

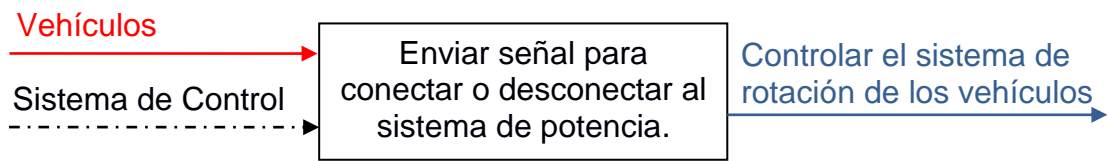
Para la definición de módulos se toma en cuenta las funciones principales que realiza el estacionamiento de vehículos, además se considera las actividades que estos conllevan. Las actividades que se realiza se representan en los siguientes módulos:

- ✓ Módulo de Control.
- ✓ Módulo de Potencia.
- ✓ Módulo Estructural.
- ✓ Módulo de posicionamiento.
- ✓ Módulo de seguridad.

### **Módulo de Control.**

Este módulo es el más importante, ya que envía señales para accionar todos los elementos que permiten un buen control de la plataforma (ver Figura 2.20).

- ✓ Controlar el sistema rotacional.
- ✓ Conectar y desconectar componente eléctrico.



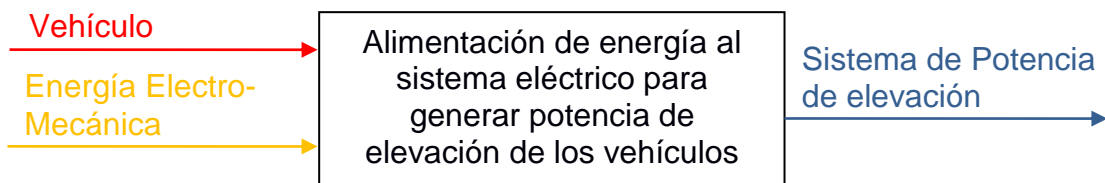
**Figura 2.20 Módulo del Sistema de Control.**

Fuente: Elaboración Propia.

### Módulo de Potencia.

Este módulo establece la potencia necesaria para poder vencer la inercia del conjunto (ver Figura 2.21).

- ✓ Potencia del Motor Eléctrico.



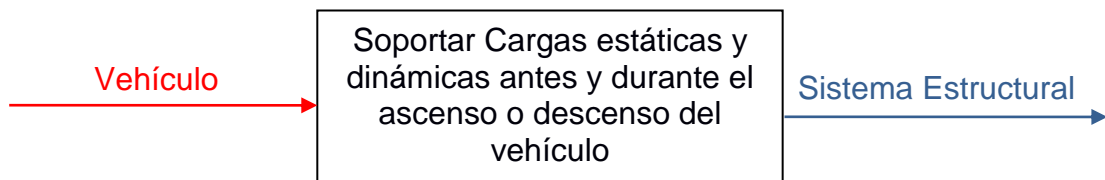
**Figura 2.21 Módulo del Sistema de Potencia.**

Fuente: Elaboración Propia.

### Módulo Estructural.

Para este módulo se toma en cuenta las especificaciones dadas por el cliente ya que no deben exceder las dimensiones (ver Figura 2.22).

- ✓ Soportar cargas estáticas y dinámicas.
- ✓ Dimensión de la plataforma.



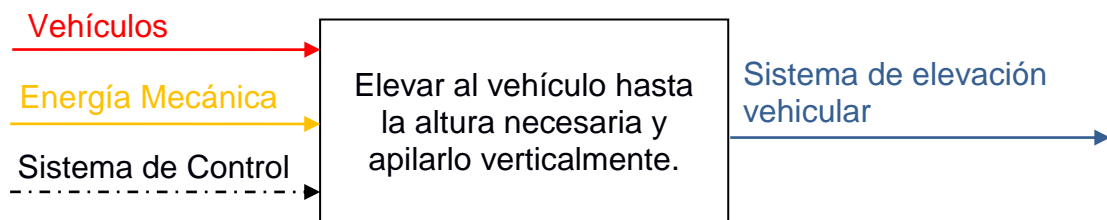
**Figura 2.22 Módulo del Sistema Estructural.**

Fuente: Elaboración Propia.

### Módulo de Posicionamiento.

Este módulo trata del sistema de posicionamiento de la plataforma, en donde abarca las siguientes funciones:

- ✓ Desplazarse y posicionar la plataforma horizontalmente en la parte más baja para que pueda entrar el vehículo a estacionarse (ver Figura 2.23).



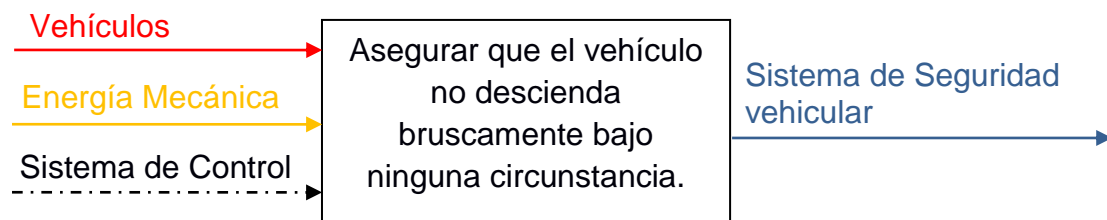
**Figura 2.23 Módulo del Sistema de Posicionamiento.**

Fuente: Elaboración Propia.

### Módulo de Seguridad.

En este módulo se analiza la seguridad del equipo y de los vehículos que están estacionados dentro de esta, (ver Figura2.24).

- ✓ Velocidad de la plataforma apropiada.



**Figura 2.24 Módulo del Sistema de Seguridad.**


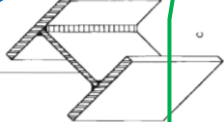
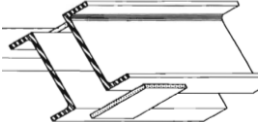
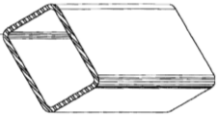

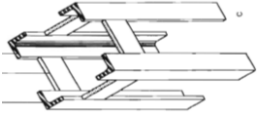
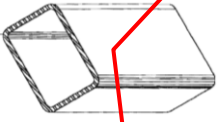
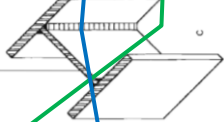
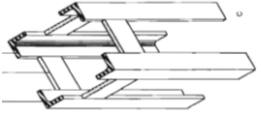
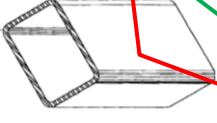
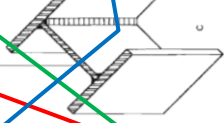
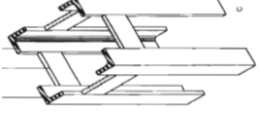

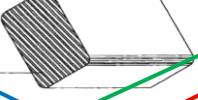
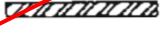
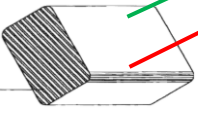

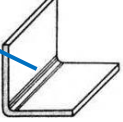
Fuente: Elaboración Propia.

#### 2.1.3.2. Matriz Morfológica.




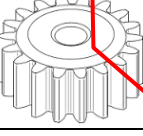
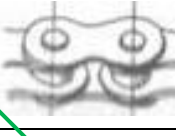

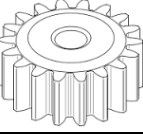
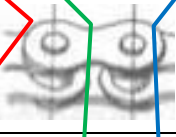


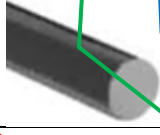

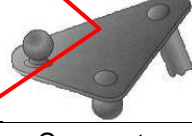
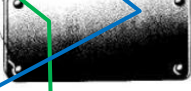
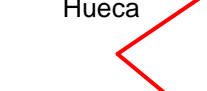

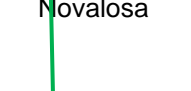
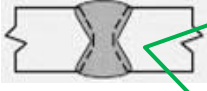


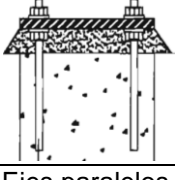
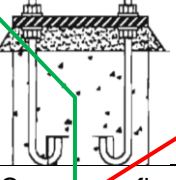
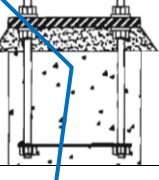
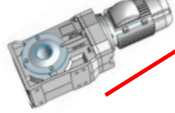
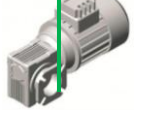

La Matriz Morfológica es un método analítico-combinatorio, su objetivo es la elección mediante el análisis de los elementos que lo componen. Se parte de una lista de atributos para generar nuevas posibilidades para cada alternativa. Por tanto consiste en analizar las combinaciones y ver sus posibilidades

creativas, se la puede realizar al azar, por enumeración ordenada o por criterios propios de construcción, (ver Tabla 2.8).

**Tabla 2.8 Matriz Morfológica.**

Funciones		Alternativas de Diseño		
1	Material de construcción	Hierro fundido	Acero estructural	Acero negro
2	Tipo de perfil para columnas	Tubular 	H 	celosía 
3	Tipo de perfil para vigas principales	Tubular 	H 	celosía 
4	Tipo de perfil para vigas secundarias	Tubular 	H 	celosía 
5	Tipo de perfil para vigas amarres	Tubular 	H 	celosía 
6	Tipo de Tensores	Cables 	Varilla sólida 	Platina 
7	Tipo de riel	Varilla cuadrada 	Vignole 	Angular 



8	Tipo de Rueda para riel	Ranura cuadrada 	Ranura curva 	Ranura triangular 
9	Tipo de transmisión principal	Engranes 	Cadenas 	Poleas 
10	Tipo de transmisión secundario	Engranes 	Cadenas 	Poleas 
11	Tipo de árbol transmisión	Hueco 	Macizo 	
12	Tipo de eslabón	Simple 	Triangular 	Rectangular 
13	Tipo de plataforma	Hueca 	Compacta 	Novalosa 
14	Montaje de elementos	Soldado 	Empernado 	Remachado 
15	Tipo Anclajes	Recto 	Bastón 	Doble perno 
16	Tipo de Motor reductor	Ejes paralelos 	Corona sin fin 	Coaxial 

 Alternativa 1

 Alternativa 2

 Alternativa 3

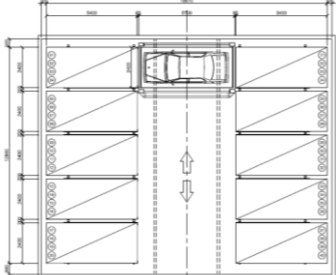
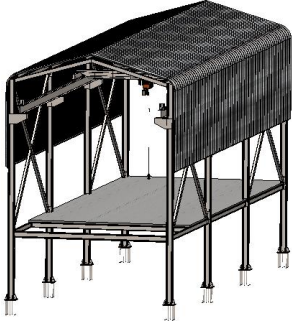

Fuente: Elaboración Propia.

## 2.1.4. Evaluación y Selección de Conceptos.

### 2.1.4.1. Selección de Alternativas.

La selección de alternativas es un proceso en el cual se escoge la mejor opción que cumpla con la mayoría de parámetros establecidos anteriormente para el dispositivo. Se procedió a realizar tres diseños preliminares de nuestro proyecto a través del software SolidWorks. Con esto, se puede tener más claro lo que se quiere realizar ya que se tiene un diseño en tres dimensiones que ayuda a analizar de la mejor manera las propuestas. Es importante considerar que únicamente se abarca en esta sección hasta el diseño de forma, (ver Tabla 2.9).

**Tabla 2.9 Alternativas, Diseños de Formas.**

Numero	Descripción	Diseño de Forma
1	Estacionamiento Tipo Ascensor	
2	Estacionamiento Tipo Mezanine	
3	Estacionamiento Vertical Rotatorio Tipo Carrusel	

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.1.4.2. Criterios de la Selección de Alternativas.

Los criterios a ser evaluados son capacidad máxima de carga, funcionabilidad, facilidad de construcción y montaje, costo, mantenimiento, factibilidad, ergonomía, seguridad (ver Tabla 2.10 y 2.11).

**Tabla 2.10 Ponderación de Alternativas.**

Parámetros a Medir	Puntaje	Rango porcentual
A: Capacidad máxima de carga	10%	Débil (0-3%); Medio (4-6%); Fuerte (7-10%)
B: Funcionabilidad	15%	Débil (0-5%); Medio (6-10%); Fuerte (11-15%)
C: Factibilidad de construcción y montaje	10%	Débil (0-3%); Medio (4-6%); Fuerte (7-10%)
D: Costo	15%	Débil (0-5%); Medio (6-10%); Fuerte (11-15%)
E: Mantenimiento	15%	Débil (0-5%); Medio (6-10%); Fuerte (11-15%)
F: Factibilidad	10%	Débil (0-3%); Medio (4-6%); Fuerte (7-10%)
G: Ergonomía	10%	Débil (0-3%); Medio (4-6%); Fuerte (7-10%)
H: Seguridad	15%	Débil (0-5%); Medio (6-10%); Fuerte (11-15%)
TOTAL	100%	

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 2.11 Evaluación de Alternativas.**

Alternativa Valorización	1	2	3
A 10%	9	9	10
B 15%	12	10	14
C 10%	6	9	7
D 15%	8	13	10
E 15%	9	12	14
F 10%	7	9	8
G 10%	6	7	9
H 15%	13	10	14
<b>TOTAL 100%</b>	70	79	<b>86</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## 2.2. Desarrollo Detallado del Diseño.

### 2.2.1. Arquitectura del producto.

Disposición de los elementos físicos del aparcamiento vertical rotatorio carrusel.



Figura 2.25 Arquitectura del Aparcamiento Vertical Rotatorio.

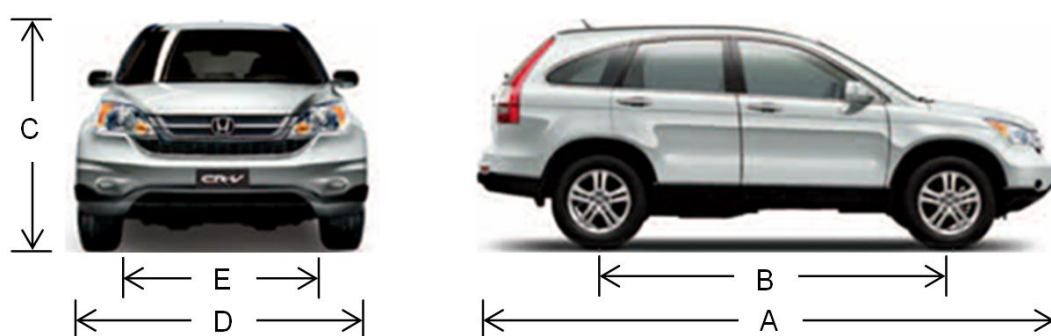
Fuente: Elaboración Propia.

## 2.2.1. Consideraciones y Parámetros del Diseño.

### 2.2.1.1. Dimensionamientos del los Vehículos.

Las dimensiones estandarizadas de los diferentes modelos de vehículos más comerciales y de gran mayoría en la ciudad de Guayaquil se clasifican en dos grupos:

**Tabla 2.12 Dimensiones de Automóviles Suv's**



Marca	Modelos	Largo (A) (mm)	Dist. / Eje (B) (mm)	Alto (C) (mm)	Ancho (D) (mm)	Trochas (E) (mm)	Peso (Kgf)
Chevrolet	TrailBlazer	4878	2845	1847	1902	1570	2105
Chevrolet	Traverse	5206	3019	1770	1991	1721	2240
Chevrolet	Grand Vitara	4470	2640	1695	1810	1545	1575
Chevrolet	Captiva	4635	2705	1755	1850	1562	1820
Toyota	Land Cruiser	4950	2850	1905	1970	1640	2630
Toyota	Rav4	4570	2660	1715	1845	1570	1630
Kia	Sportage	4350	2630	1730	1800	1540	1542
Kia	Sorento Trust	4780	2780	1690	1890	1628	1860
Hyundai	ix35 Tucson	4410	2640	1660	1820	1592	1611
Hyundai	SantaFe	4690	2700	1680	1880	1620	1820
Nissan	Murano	4860	2825	1720	1885	1610	1890
Nissan	Patrol	5045	2970	1855	1840	1555	2410
Nissan	X-Trail	4640	2705	1710	1820	1575	1652
Mazda	CX-5	4540	2700	1670	1840	1585	1600
Mazda	CX-9	5100	2875	1728	1936	1654	2064
Renault	Duster	4315	2673	1690	1822	1560	1360
Mitsubishi	Montero	4900	2780	1900	1875	1570	2240
Ford	Explorer	5037	2865	1778	2004	1701	2218
Audi	Q5	4620	2800	1650	2040	1617	1795
Bmw	X6	4909	2933	1702	2110	1640	2245
Honda	CR-V	4580	2620	1654	2030	1580	1599

**Tabla 2.13 Dimensiones de Automóviles Sedan**



Marca	Modelos	Largo (A) (mm)	Dist. / Eje (B) (mm)	Alto (C) (mm)	Ancho (D) (mm)	Trochas (E) (mm)	Peso (Kgf)
Chevrolet	Aveo	4400	2480	1500	1670	1550	1527
Chevrolet	Spark	3640	2375	1522	1600	1410	855
Chevrolet	Sail	4290	2465	1503	1690	1457	1070
Chevrolet	Optra	4500	2600	1455	1725	1480	1280
Chevrolet	Camaro	4840	2852	1380	1920	1618	1942
Toyota	Corolla	4540	2600	1465	2010	1525	1640
Toyota	Yaris	3785	2370	1530	1870	1630	1110
Kia	Rio	4365	2570	1455	1720	1521	1084
Kia	Picanto	3535	2385	1480	1595	1415	920
Kia	Cerato	4560	2700	1445	1780	1557	1241
Hyundai	Accent	4368	2570	1450	1699	1488	1035
Nissan	Sentra	4625	2700	1505	1761	1502	1295
Nissan	Versa	4465	2600	1514	1695	1480	1044
Mazda	3 Skyactiv	4585	2700	1475	1795	1555	1330
Mazda	6	4870	2830	1450	1840	1595	1445
Renault	Logan	4340	2634	1543	1742	1520	1147
Mitsubishi	Lancer	4570	2635	1505	1760	1530	1335
Ford	Fusión	4869	2850	1476	1852	1585	1599
Volkswagen	Jetta	4659	2651	1482	1778	1531	1420
Audi	A3	4290	2570	1420	1990	1564	1370
Bmw	Serie 3	4530	2760	1420	2010	1531	1535
Honda	Civic	4505	2620	1450	1980	1498	1259

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.1.2. Capacidad Máxima de Elevación.

La capacidad máxima que puede soportar el sistema total es para 10 vehículos, de acuerdo a las tablas establecidas el peso unitario de un vehículo, que se toma en consideración para el diseño tiene que ser menor o igual a 3 toneladas

cada uno respectivamente. Esto quiere decir que tendremos una capacidad total para 30 toneladas.

### **2.2.1.3. Normativas para el Diseño.**

Las normas utilizadas para el proceso de diseño son:

- ✓ Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero.
- ✓ AWS D1.1. Código Para Soldadura Estructural.
- ✓ AWS D.1.8. Código Para Soldadura Estructural Sísmica.
- ✓ Normas AGMA American Gear Manufactures Association.
- ✓ Normas ASTM A325 y ASTM 490 para pernos de alta resistencia.

### **2.2.1.4. Consideración de Materiales.**

Los materiales considerados en el desarrollo del proyecto son:

- ✓ ASTM A-572 Grado 50, Acero Estructural.
- ✓ ASTM A-36, Acero Estructural.
- ✓ AISI / SAE 4340, Acero de Transmisión 705.
- ✓ AISI / SAE 1018, Acero de Transmisión.
- ✓ ASTM A-325, Acero para Pernos.

## **2.2.2. Diseño Detallado.**

La Figura 2.1 muestra las tareas a realizar como consecuencia de las actividades en la fase de diseño de detalle. Estos pasos son la culminación de la decisión seleccionada, planificación de productos, para asignar fondos de capital para continuar con el programa de desarrollo del producto.

### **2.2.2.1. Diseño Estructural.**

Una estructura de una máquina se diseña para que no falle durante su vida útil. Se reconoce que una estructura falla cuando deja de cumplir su función de

manera adecuada. Las formas de falla pueden ser: falla de servicio o falla por rotura o inestabilidad. La falla de servicio es cuando la estructura sale de uso por deformaciones excesivas ya sean elásticas o permanentes. La falla por rotura (resistencia) o inestabilidad se da cuando hay movimiento o separación entre las partes de la estructura, ya sea por mal ensamblaje, malos apoyos o rompimiento del material. Un excelente diseño tiene que permanecer tres características fundamentales que son: seguridad, funcionalidad y economía.

#### **2.2.2.1.1. Cargas Muertas.**

Las cargas muertas son cargas de magnitud constante que permanecen fijas en un mismo lugar. Éstas son el peso propio de la estructura y otras cargas permanentemente unidas a ella. Para el caso de este diseño, son cargas muertas la estructura en sí, ya que esto forma parte del sistema de resistencia cuando se aplica la carga del vehículo. Para diseñar una estructura es necesario estimar los pesos o cargas muertas de las diversas partes que van a usarse en el análisis. Las dimensiones y pesos exactos de las partes no se conocen hasta que se hace el análisis estructural y se seleccionan los miembros de la estructura. Los pesos, determinados de acuerdo con el diseño real, deben compararse con los pesos estimados. Si se tienen grandes discrepancias, será necesario repetir el análisis y diseñar con una estimación más precisa de las cargas.

$$\gamma_{\text{Acero}} = 7850 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3}$$

#### **2.2.2.1.2. Cargas Vivas.**

Las cargas vivas son aquellas que pueden cambiar de lugar y magnitud. Son causadas cuando una estructura se ocupa, se usa y se mantiene. Las cargas que se mueven bajo su propio impulso como camiones, gente y grúas, se denominan cargas móviles. Aquellas cargas que pueden moverse son cargas móviles, tales como los muebles y los materiales en un almacén. En American Society of Civil Engineers (ASCE 7-10) se presenta una gran cantidad de información sobre la magnitud de estas diversas cargas, junto con los valores



mínimos especificados. Para unas de las carga viva en este diseño se consideró el peso máximo de un vehículo establecido en la Tabla 2.12, un valor aproximado de 2630 Kgf

### 2.2.2.1.3. Determinación de las Cargas Vivas.

Para determinar esta carga viva se requiere la disposición de la carga en cada rueda del vehículo; conociendo las dimensiones establecidas en la Tabla 2.12, y asumiendo que el centro de masa de un vehículo se encuentra en la centro de la distancia entre el eje delantero y posterior, Tenemos:

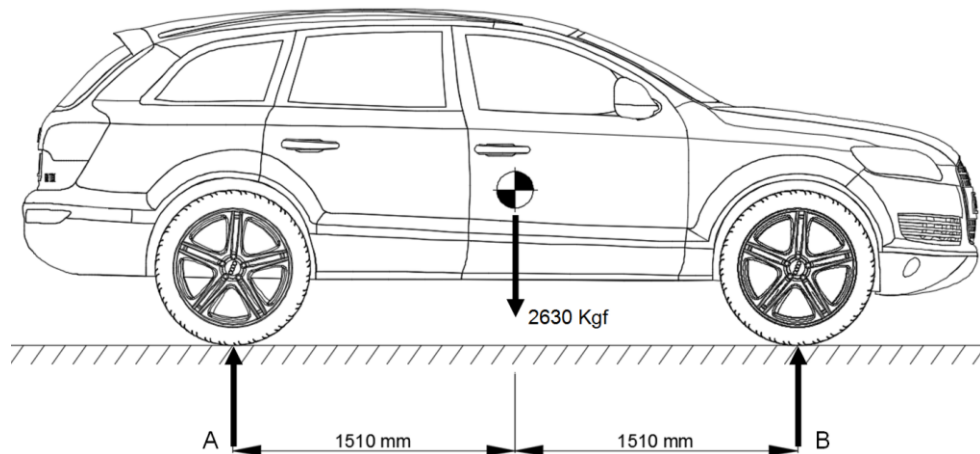


Figura 2.26 Diagrama de Cuerpo Libre Longitudinal del Vehículo.

Fuente: Elaboración Propia.

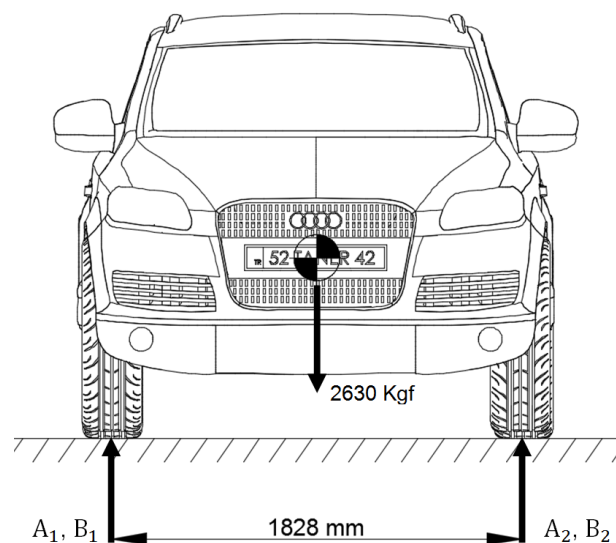


Figura 2.27 Diagrama de Cuerpo Libre Transversal del vehículo.

Fuente: Elaboración Propia.

Se realiza las sumatoria de fuerzas y momentos respecto a la Figura 2.26 y 2.27 respectivamente se obtiene:

$$B = 1315 \text{ Kgf}$$

$$A = 1315 \text{ Kgf}$$

La carga puntual en cada rueda del vehículo se la obtiene de la siguiente manera:

$$A_1, B_1 = \frac{CV_{\text{eje}}}{\# \text{ Ruedas}}; \quad \text{Ec. 2.4}$$

En donde:

$A_1, B_1$  : Carga puntual en cada rueda

$CV_{\text{eje}}$ : Carga viva (ejes)

Remplazando en la Ecuación 2.4 se obtiene:

$$A_1 = 657.5 \text{ [Kgf]}$$

$$A_2 = 657.5 \text{ [Kgf]}$$

$$B_1 = 657.5 \text{ [Kgf]}$$

$$B_2 = 657.5 \text{ [Kgf]}$$

La carga viva de sobrecarga de uso referente a los pesos de las personas se estima un total aproximado de 370 Kgf.

#### **2.2.2.1.4. Cargas de Viento.**

El requisito de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) en su sección 3.2.4.a. La velocidad de diseño para viento hasta 10 m de altura, es la adecuada velocidad máxima para la zona de ubicación de la edificación, pero no será menor a 75 Km/h o 21m/s como se muestra en el Apéndice G. Dado que la zona donde se podría instalar el presente proyecto se opta por un valor aproximado según (NEC, 2015):

$$V_v = 90 \left[ \frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = 25 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

### **Velocidad Corregida del Viento.**

La velocidad instantánea máxima del viento se multiplicará por un coeficiente de corrección  $\sigma$  que depende de la altura y de las características topográficas y/o de edificación del entorno (nivel de exposición al viento), de acuerdo con la tabla en el Apéndice H.

$$V_b = V_v * \sigma; \quad \text{Ec. 2.5}$$

En donde:

$V_b$ : Velocidad corregida del viento

$V_v$ : Velocidad del viento, 25 m/s

$\sigma$ : Coeficiente de corrección, 0.84

Para zonas edificadas se establece la (categoría c) con alturas entre 10 y 20 m del proyecto a construirse, reemplazando en la Ecuación 2.5 se obtiene:

$$V_b = 21 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

### **Cálculo de la Presión del Viento.**

Se considera que la acción del viento actúa como presión sobre los elementos de fachada. Para determinar la resistencia del elemento frente al empuje del viento, se establece una presión de cálculo P, cuyo valor se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * V_b^2 * C_e * C_f; \quad \text{Ec. 2.5}$$

En donde:

P: Presión de cálculo expresada en Pa (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$ : Densidad del aire expresada en Kg/m<sup>3</sup> (En general, se puede adoptar 1.25 Kg/m<sup>3</sup>)

$V_b$ : Velocidad corregida del viento (m/s)

$C_e$ : Coeficiente de entorno/altura (ver Apéndice I)

$C_f$ : Coeficiente de forma (ver Apéndice J)

Remplazando los valores en la Ecuación 2.5 se obtiene:

$$P = 331 \text{ [Pa]}$$

#### **2.2.2.1.5. Cargas Sísmicas.**

Para las consideraciones de carga sísmica se utiliza la norma NEC - SE-DS, la revisión aprobada del 2015. Se optó por esta norma ya que resume de manera efectiva el análisis de cálculo de la carga de cortante basal para el Ecuador y sus diferentes regiones, las cuales son únicas. De esta manera se tiene:

#### **Zonificación Sísmica (Z).**

Existe un estudio probabilístico de los últimos 50 años que nos permiten delimitar diferentes aceleraciones del suelo (aceleración máxima en roca) dependiendo de la zona, a este factor se lo conoce como "Factor Z". Adicionalmente, con este valor y el periodo fundamental de vibración se puede hallar el periodo de excedencia, esta consideración no representa nuestro caso de estudio y omitiremos. En función del Apéndice K, se hace referencia a la zona definida de los registros de factores de aceleración en roca, tal que se ha delimitado geográficamente de la siguiente manera: Provincia Guayas, Cantón Guayaquil, Sector céntrico; lo que nos da un valor de:

$$Z = 0.35 g; \quad \text{Ec. 2.6}$$

En donde:

g: Gravedad;  $9.8 \text{ m/s}^2$

Remplazando los valores en la Ecuación 2.6 se obtiene:

$$Z = 3.43 \text{ m/s}^2$$

#### **Tipos de Perfiles de Suelos para el Diseño Sísmico.**

Se definen seis tipos de perfil de suelo los cuales se presentan en el Apéndice L.

Mediante la compresión del mismo, el tipo de suelo y relacionándolo con ayuda del Apéndice L; tal que:

Tipo de perfil = D

### **Coeficientes de Perfil de Suelo $F_a$ , $F_d$ y $F_s$ .**

Ya que los estudios de propagación de ondas son realizados en perfiles de roca de rigidez media, se deben considerar factores de ampliación para aplicaciones a suelos diferentes. Estos factores de ampliación son tres categorías: ampliación de aceleraciones ( $F_a$ ), ampliación de desplazamiento ( $F_d$ ) y el factor de ampliación debido a un comportamiento no lineal ( $F_s$ ) determinado en el Apéndice M respectivamente. De esta manera se obtuvo los diferentes parámetros:

$$F_a = 1.25$$

$$F_d = 1.28$$

$$F_s = 1.19$$

### **Cálculo del Periodo de Vibración (T).**

Para hallar el periodo de vibración se pueden utilizar métodos aproximados dados por la NEC en la sección 6.3.3. Mediante una ecuación simple y teniendo en cuenta que tenemos una estructura de acero arriostrada de altura máxima de trece metros el periodo de vibración (T) es:

$$T = 0.499 \text{ [s]}$$

### **Espectro Elástico Horizontal de Diseño en Aceleraciones ( $S_a$ ).**

Este parámetro es una fracción de la aceleración de la gravedad, el cual depende de la zona sísmica, el tipo de suelo y los factores de ampliación. El primer paso es calcular el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones " $T_o$ " y " $T_c$ ", tal que:

$$T_o = 0.1 * F_s * \frac{F_d}{F_a}; \quad \text{Ec. 2.7}$$

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}; \quad \text{Ec. 2.8}$$

Remplazando los valores en las Ecuaciones 2.7 y 2.8 se obtiene:

$$T_o = 0.12 [s] \qquad T_c = 0.67 [s]$$

Para nuestro caso de valores de periodo fundamental de vibración intermedios se utiliza la siguiente relación para hallar el espectro elástico horizontal de diseño:

$$S_a = \eta * Z * F_a; \qquad \text{Ec. 2.9}$$

En donde:

$S_a$ : Periodo Fundamental de Vibración

$\eta$ : Relación de Amplificación Espectral, 1.80 para la costa.

$Z$ : Zonificación Sísmica, 0.35

$F_a$ : Factor de Ampliación de Aceleraciones, 1.25.

Remplazando los valores en la Ecuación 2.9 se obtiene:

$$S_a = 0.79$$

### **Coefficiente de Importancia (I).**

El propósito del factor I es incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras, que por sus características de utilización o de importancia deben permanecer operativas o sufrir menores daños durante y después de la ocurrencia del sismo de diseño. Apéndice N, tal que:

$$I = 1.5$$

### **Factores de Distribución de Planta ( $\phi_P$ ) y de Elevación ( $\phi_E$ ).**

Ambos factores representan una intensificación de la fuerza sísmica debido a irregularidades en la forma geométrica de las edificaciones, ya sea debido a la forma de la planta o a la variación en altura de la edificación.

En este caso la estructura no presenta algún tipo de irregularidad tanto en planta como en elevación descrito en los Apéndices O y P.

$$\phi_P = 1.0$$

$$\phi_E = 1.0$$

### **Factor de Reducción Sísmica (R).**

El factor “R” permite una reducción de las fuerzas sísmicas de diseño, lo cual es permitido siempre que las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con adecuada ductilidad, donde el daño se concentre en secciones especialmente detalladas para funcionar como rótulas plásticas. Al sistema de acero con perfiles conformados en frío se los considera sistemas estructurales de ductilidad limitada (Apéndice Q) y su valor es:

$$R = 2.5$$

### **Factor de la Cortante Basal (Vf).**

Es una fuerza de reacción que se presenta en todos los marcos que compongan una estructura y se localiza en su base, al transmitir la fuerza del movimiento del suelo a la base de la columna a través de los cimientos. El factor de la cortante basal se define en base a la siguiente ecuación la cual nos da como resultado lo siguiente:

$$V_f = \frac{I * S_a}{R * \phi_P * \phi_E}; \quad \text{Ec. 2.10}$$

En donde:

$V_f$ : Factor de la Cortante Basal

I: Coeficiente de Importancia

$S_a$ : Periodo Fundamental de Vibración

R: Factor de Reducción Sísmica

$\phi_P$ : Factor de Distribución de Planta

$\phi_E$ : Factor de Elevación

Remplazando los valores en la Ecuación 2.10 se obtiene:

$$V_f = 0.47$$

### **Carga Sísmica Reactiva.**

La carga sísmica reactiva se define como el peso que influye en la carga lateral del sismo, con el factor de la cortante basal. Este factor depende de la importancia de la estructura, y para nuestro caso el total de la carga sísmica reactiva se considera que es la carga muerta total de la estructura. La carga muerta total proviene en nuestro caso de dos elementos: en primer lugar del peso muerto de la estructura que es calculada con el programa SolidWorks 2015, ya que se utilizan perfiles aproximados se ha optado por añadir un 10% más.

$$W_T = 27500 \text{ [Kgf]}$$

### **Fuerza de Sismo.**

La fuerza lateral total debido al efecto del sismo se lo calcula por la ecuación:

$$V = V_f * W_T; \quad \text{Ec. 2.11}$$

En donde:

V: Fuerza de Sismo

$V_f$ : Factor de la Cortante Basal

$W_T$ : Carga Sísmica Reactiva

Remplazando los valores en la Ecuación 2.11 se obtiene:

$$V = 12925 \text{ [Kgf]}$$

### **Combinaciones de Carga para el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD).**

Con el método ASD, las cargas de servicio generalmente no se multiplican por factores de carga o de seguridad. Más bien, se acumulan, tal como estén, para diversas combinaciones factibles, y los mayores valores obtenidos de esta



manera se usan para calcular las fuerzas en los miembros. Estas fuerzas totales no deben ser mayores que las resistencias nominales de los miembros, divididas por factores de seguridad apropiados. En forma de ecuación, la expresión puede escribirse como:

$$\frac{F_y}{\Omega} \geq R_a; \quad \text{Ec. 2.12}$$

En donde:

$F_y$ : Esfuerzo Máximo de Fluencia del Miembro

$\Omega$ : Factor de Seguridad

$R_a$ : Esfuerzo Máximo en el Miembro

#### **2.2.2.1.6. Cálculo de Cargas Combinadas con Expresiones ASD:**

1.  $U = D$  Ec. 2.13
2.  $U = D + L$  Ec. 2.14
3.  $U = D + (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$  Ec. 2.15
4.  $U = D + 0.75L + 0.75 (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$  Ec. 2.16
5.  $U = D + (0.6W \text{ o } 0.7E)$  Ec. 2.17
6. (a)  $U = D + 0.75L + 0.75 (0.6W) + 0.75 (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$  Ec. 2.18  
 (b)  $U = D + 0.75L + 0.75 (0.7E) + 0.75 (S)$  Ec. 2.19
7.  $U = 0.6D + 0.6W$  Ec. 2.20
8.  $U = 0.6D + 0.7E$  Ec. 2.21

En donde:

U: Carga Gobernante o de diseño

D: Carga Muerta

L: Carga Viva Debida a la Ocupación

$L_r$ : Carga Viva del Techo

S: Carga de Nieve

R: Carga Nominal debida a la Precipitación Pluvial o el hielo iniciales independientemente de la Contribución por Encharcamiento

W: Carga de Viento

E: Carga de Sismo

El factor de carga para L en las combinaciones (3), (4) y (5) debe tomarse como 1.0 para pisos en los lugares de reuniones públicas, para cargas vivas que sobrepasen a 4788 [Pa] y para la carga viva de los garajes de estacionamiento. Se permite que el factor de carga sea igual a 0.5 para otras cargas vivas. Reemplazando los valores en las Ecuaciones se obtiene las cargas U gobernante en cada caso.

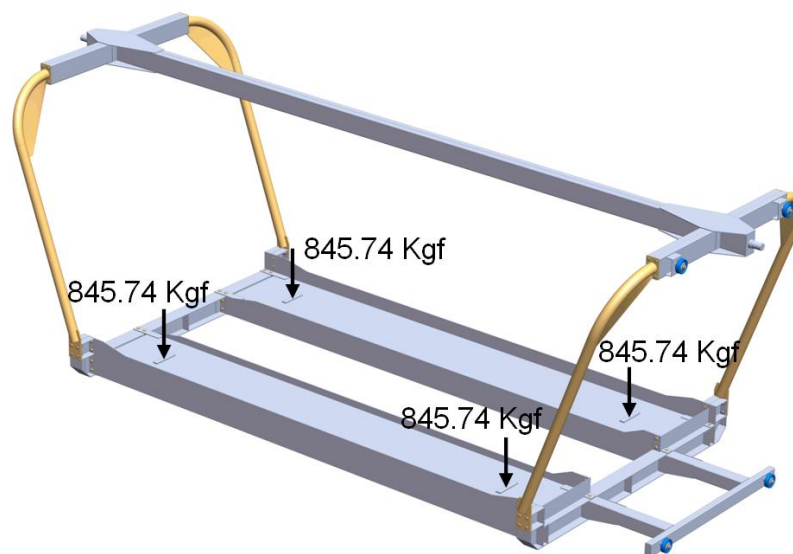
1.  $U = 191.48 \text{ Kgf}$
2.  $U = 1691.48 \text{ Kgf}$
3.  $U = 191.48 \text{ Kgf}$
4.  $U = 1316.48 \text{ Kgf}$
5.  $U = 203.64 \text{ Kgf/m}$
6. (a)  $U = 1325.60 \text{ Kgf}$   
(b)  $U = 1328.28 \text{ Kgf}$
7.  $U = 127.05 \text{ Kgf}$
8.  $U = 130.63 \text{ Kgf}$

Para el cálculo de vigas en el Palet, la carga que rige entre las ecuaciones es:

$$U = 1691.48 \text{ [Kgf]}$$

Teniendo una distribución de carga para las 4 Llanta del vehículo tenemos:

$$U = 845.74 \text{ [Kgf]}$$



**Figura 2.28 Diagrama de Cargas Gobernantes en Palet.**

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.2.1.7. Cálculo de Viga Principal Plegada.

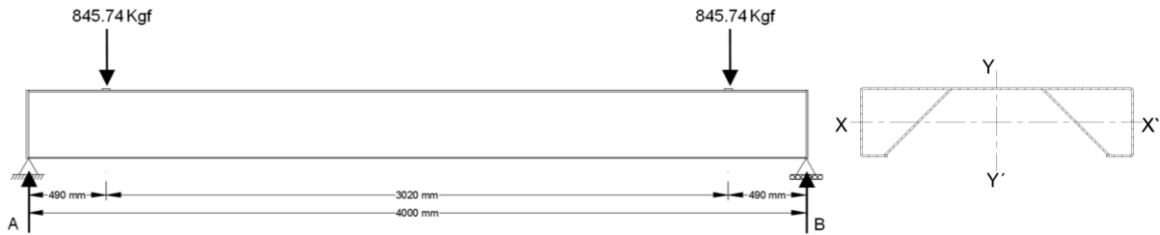


Figura 2.29 Diagrama de Cuerpo Libre Viga.

Fuente: Elaboración Propia.

#### Datos:

$F_y = 344.74 \text{ MPa}$ ; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)

Se procede a plegar la mitad de un planchón 1800x6000x4 mm, ver Apéndice R; formando un perfil tipo correa especial, obteniendo las siguientes propiedades:

$$I = 1637675.23 \text{ mm}^4 = 1.64 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$C = 50 \text{ mm} = 0.05 \text{ m}$$

Se utiliza el programa WinBeam 5.10, para calcular las reacciones en sus apoyos, cortante máximo, momento máximo y deformación. Las fuerzas se expresan en KN, momento en KN m, deformación en mm.

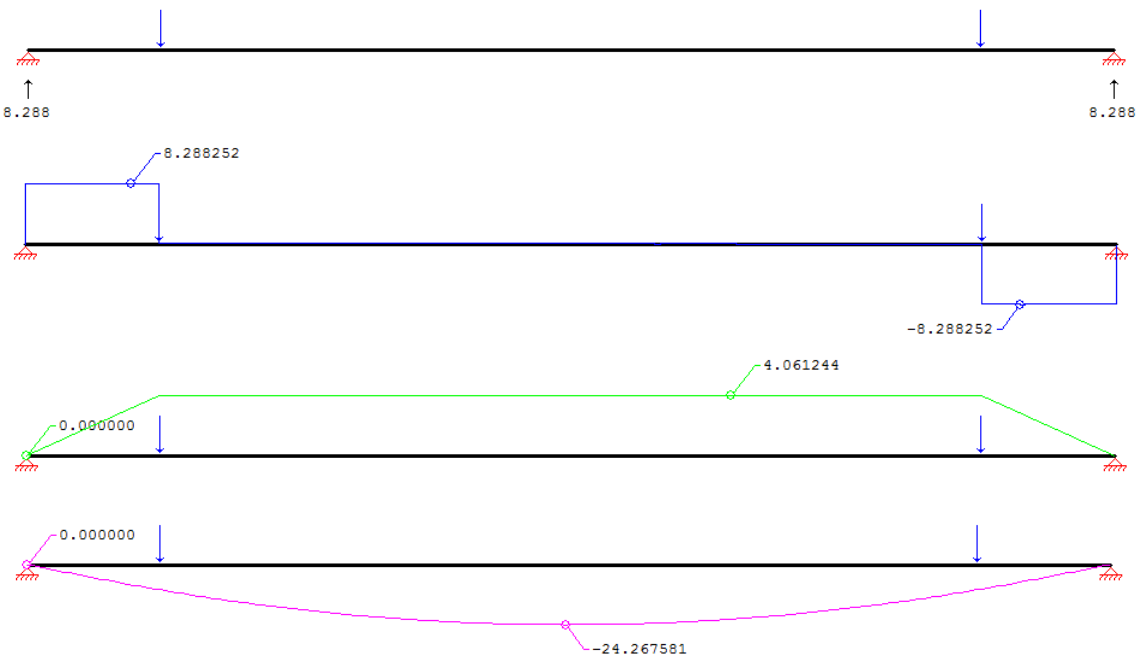


Figura 2.30 Diagrama de Fuerzas Resultantes, Cortantes, Momentos y Deformación. Viga Principal Plegada.

Fuente: Elaboración Propia.

Luego se procede al cálculo del esfuerzo máximo, donde se utiliza la siguiente ecuación:

$$\sigma_x = \frac{M_{\max} * C}{I}; \quad \text{Ec. 2.22}$$

En donde:

$\sigma_x$ : Esfuerzo Normal

I: Inercia de la Sección

C: Distancia Desde el Eje Neutro a la Ubicación de la Última Fibra

$M_{\max}$ : Momento Máximo

Remplazando los datos en la Ecuación 2.22 se obtiene:

$$\sigma_x = 123.82 \text{ MPa}$$

Por consiguiente se realiza el cálculo del esfuerzo cortante, donde se utiliza la siguiente ecuación:

$$\tau_{xy} = \frac{V * Q}{I * b}; \quad \text{Ec. 2.23}$$

En donde:

$\tau_{xy}$ : Esfuerzo Cortante Transversal

V: Fuerza Cortante Máxima

Q:  $A' \times y'$ , Donde

$A'$ : Área Superior o Inferior de la Capa (o plano),  $3.28 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$y'$ : Distancia del Eje Neutro al Centro de Gravedad del Área,  $33.8 \times 10^{-3} \text{ m}$

I: Inercia de la Sección

b: Anchura o Espesor de la Sección Transversal,  $19.38 \times 10^{-3} \text{ m}$

Remplazando los datos en la Ecuación 2.23 se obtiene:

$$\tau_{xy} = 28.91 \text{ MPa}$$

Aplicando la teoría de energía de la distorsión por Vont - Mises, se tiene:

$$\sigma_{\text{Total}} = R_a = (\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)^{1/2}; \quad \text{Ec. 2.24}$$

En donde:

$R_a$ : Esfuerzo Máximo en el Miembro

$\sigma_x$ : Esfuerzo Normal

$\tau_{xy}$ : Esfuerzo Cortante Transversal

Remplazando los valores en la Ecuación 2.24 se obtiene:

$$\sigma_{\text{Total}} = R_a = 133.56 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A572 Gr.50 se tiene:

$$206.43 \text{ MPa} \geq 133.56 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para el miembro seleccionado se lo obtiene con la siguiente ecuación:

$$\Omega' = \frac{F_y}{R_a}; \quad \text{Ec. 2.25}$$

En donde:

$\Omega'$ : Factor de Seguridad del Miembro

$F_y$ : Esfuerzo Máximo de Fluencia del Miembro

$R_a$ : Esfuerzo Máximo en el Miembro

Remplazando los valores en la Ecuación 2.25, se obtiene:

$$\Omega = 2.58$$

### 2.2.2.1.8. Cálculo de Viga Conformada de Perfil I.

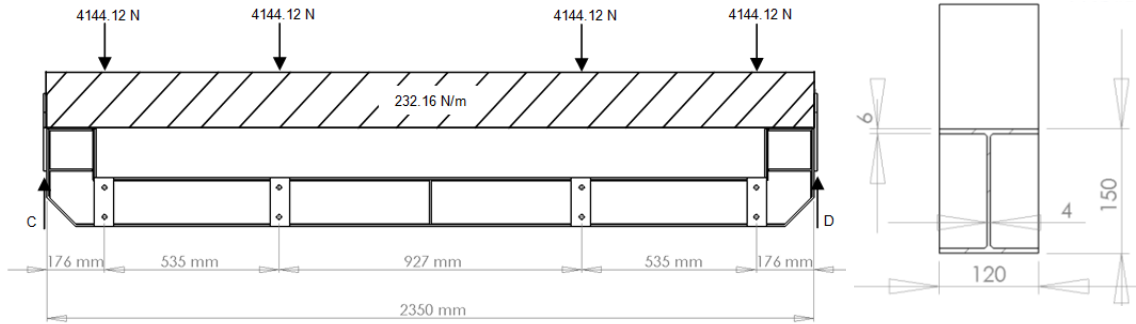


Figura 2.31 Diagrama de Cuerpo Libre Viga I.

Fuente: Elaboración Propia.

#### Datos:

$F_y = 248 \text{ MPa}$ ; Tabla 2 (ASTM A36)

Se conforma una viga soldada de perfil I a partir de flejes ver Apéndice R, Obteniendo las siguientes propiedades:

$$I = 8428545 \text{ mm}^4 = 8.43 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$C = 75 \text{ mm} = 0.075 \text{ m}$$

$$\Omega = 1.67$$

Del mismo modo se utiliza el programa WinBeam 5.10, para calcular las reacciones en sus apoyos, cortante máximo, momento máximo y deformación.

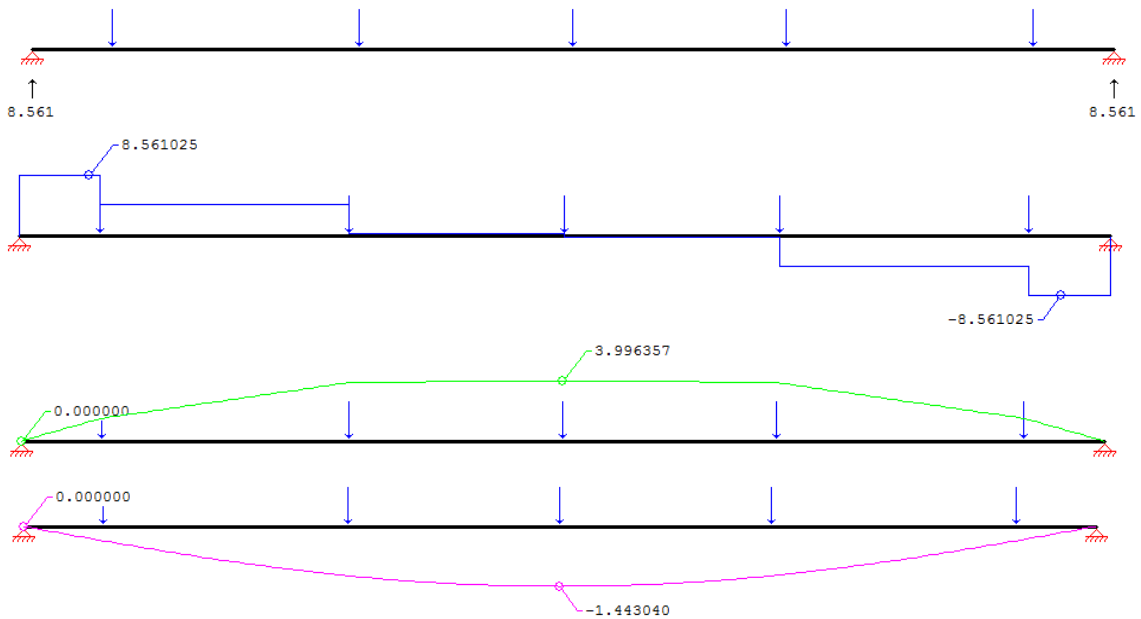


Figura 2.32 Diagrama de Fuerzas Resultantes, Cortantes, Momentos y Deformación. Viga Conformada I.

Fuente: Elaboración Propia.

En contraste con lo anterior se procede al cálculo del esfuerzo máximo normal en el miembro, donde se utiliza la ecuación 2.22; reemplazando los datos se obtiene:

$$\sigma_x = 35.55 \text{ MPa}$$

Por consiguiente se realiza el cálculo del esfuerzo cortante transversal en el miembro, donde se utiliza la ecuación 2.23, los datos son los siguientes:

$$A' = 2.01 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$y' = 61.67 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$b = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Reemplazando los valores en la Ecuación 2.23, se obtiene:

$$\tau_{xy} = 31.47 \text{ MPa}$$

Aplicando la teoría de energía de la distorsión por Vont - Mises, se utiliza la Ecuación 2.24; reemplazando los valores antes calculados se obtiene:

$$\sigma_{\text{Total}} = R_a = 65.08 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A-36 se tiene:

$$148.50 \text{ MPa} \geq 65.08 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para el miembro conformado de perfil I se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, reemplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 2.28$$

### 2.2.2.1.9. Cálculo de Placa de Apoyo Tubo Estructural (Tensor).

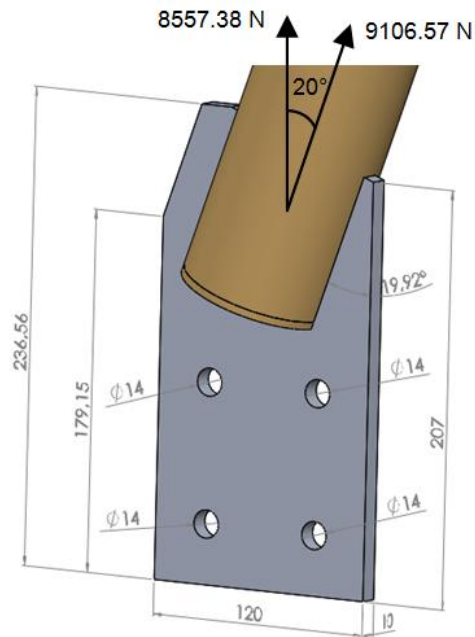


Figura 2.33 Diagrama de Cuerpo Libre para la Placa Apoyo – Tensor.

Fuente: Elaboración Propia.

#### Datos:

$$T = 9106.57 \text{ N}$$

$$F_y = 248 \text{ MPa; Tabla 2 (ASTM A36)}$$

$$F_u = 344 \text{ MPa; Tabla 2 (ASTM A36)}$$

Se procede a calcular la tensión máxima permisible para la placa, donde se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$T'_1 = 0.45 F_y A_g ; \quad \text{Ec. 2.26}$$

$$T'_2 = 0.50 F_u A_e ; \quad \text{Ec. 2.27}$$

En donde:

$A_g$ : Área Neta,  $0.0012 \text{ m}^2$

$A_e$ : Área Efectiva,  $0.00064 \text{ m}^2$

$T'_{1,2}$ : Tensión Permisible



$F_y$ : Esfuerzo de Fluencia

$F_u$ : Esfuerzo a la Tension

Remplazando los valores en las Ecuaciones 2.26 y 2.27, se obtiene:

$$T'_1 = 133920 \text{ N}$$

$$T'_2 = 110080 \text{ N}$$

En consecuencia se selecciona el mínimo valor obtenido; donde dicho valor tiene que ser mayor o igual al valor de tensión inicialmente planteado, donde se obtiene lo siguiente:

$$133920 \text{ N} \geq 9106.57 \text{ N} \quad \therefore \quad \text{Si Cumple}$$

Por lo cual el factor de seguridad para la placa, se lo calcula de la siguiente manera:

$$\Omega' = \frac{T}{T'}; \quad \text{Ec. 2.28}$$

En donde:

$\Omega'$ : Factor de Seguridad del Miembro

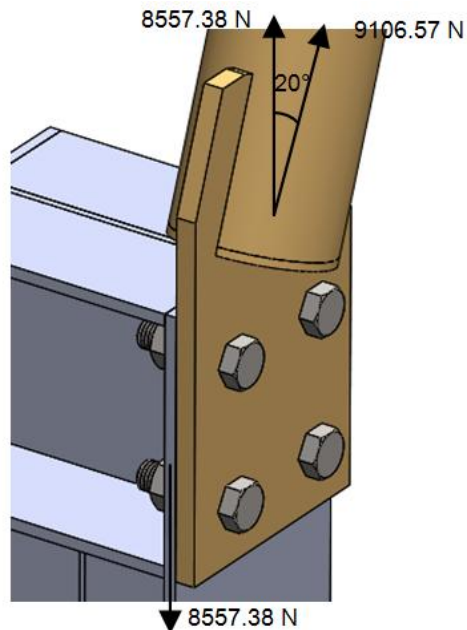
T: Tensión de Fluencia

$T'$ : Tensión del Miembro

Remplazando los valores en la Ecuación 2.28, se obtiene:

$$\Omega' = 14.70$$

### 2.2.2.1.10. Cálculo de Pernos para la Sujeción de Placa (Tensor).



**Figura 2.34 Modelo Placa Apoyo – Pernos.**

Fuente: Elaboración Propia.

#### **Datos:**

Se selecciona 4 pernos  $\phi = 1/2''$ ; (ASTM A325) ver Apéndice S.

$$T = 9106.57 \text{ N}$$

$$F_y = 510.24 \text{ MPa; (ASTM A325)}$$

$$F_u = 723.98 \text{ MPa; (ASTM A325)}$$

En contraste con lo anterior se procede a calcular la tensión máxima permisible para los pernos, donde se utiliza las ecuaciones 2.26 y 2.27, teniendo en cuenta que  $A_g = A_e$  ( $0.000126 \text{ m}^2$ ). Remplazando los valores se obtiene:

$$T'_1 = 29086.02 \text{ N}$$

$$T'_2 = 45610.74 \text{ N}$$

En consecuencia se selecciona el mínimo valor obtenido; donde dicho valor tiene que ser mayor o igual al valor de tensión inicialmente planteado, por consiguiente se obtiene lo siguiente:

$$29086.02 \text{ N} \geq 9106.57 \text{ N} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por lo cual el factor de seguridad para los pernos A325, se lo calcula con la Ecuación 2.28, remplazando los valores resulta lo siguiente:

$$\Omega' = 3.20$$

#### 2.2.2.1.11. Cálculo de Tensor de Pallet.



**Figura 2.35 Modelo Tensor.**

Fuente: Elaboración Propia.

#### Datos:

Se selecciona a partir del catálogo en el Apéndice T un tubo estructural de  $\varnothing = 3''$  e = 4 mm (ASTM A572 GRADO 50)

$$P = 8557.38 \text{ N}$$

$$F_y = 344.74 \text{ MPa; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)}$$

$$F_u = 448.16 \text{ MPa; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)}$$

Con la ayuda del programa SolidWorks, se obtienen las siguientes propiedades:

$$A = 9.07 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$I = 5.93 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$I_p = 1.18 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$Q = 1.04 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V = P = 8041.30 \text{ N}$$

Se calcula el momento en el punto E, con la siguiente fórmula:

$$M = F \times d ; \quad \text{Ec. 2.29}$$

En donde:

M: Momento

F: Fuerza Aplicada

d: Distancia Perpendicular de la Fuerza desde el Eje de Rotación

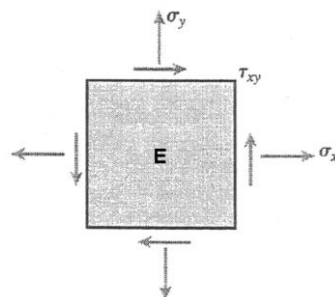
Remplazando los valores en la Ecuación 2.29, se obtiene:

$$M=3393.42 \text{ N m}$$

De manera semejante se procede al cálculo de la torsión mecánica con la ayuda de la Ecuación 2.29, remplazando los valores se obtiene

$$T = 5663.35 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Se realiza el diagrama de los esfuerzos principales combinados como se puede mostrar en la figura 2.34.



**Figura 2.36 Diagrama de Esfuerzos Principales.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

$$\sigma_x = 0$$

$$\sigma_y = \frac{M r_2}{I}; \quad \text{Ec. 2.30}$$

En donde:

$\sigma_y$ : Esfuerzo Normal

M: Momento

$r_2$ : Radio Exterior

I: Inercia Trasversal

Remplazando los valores en la Ecuación 2.30, se obtiene:

$$\sigma_y = 218.02 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = \frac{T r_2}{I_p} + \frac{V Q}{I 2e}; \quad \text{Ec. 2.31}$$

En donde:

$\tau_{xy}$ : Esfuerzo Cortante

T: Torsión Mecánica

$r_2$ : Radio Exterior

$I_p$ : Inercia Polar

V: Fuerza cortante

Q: Momento Estático

I: Inercia

e: Espesor

Ahora sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.31, se obtiene:

$$\tau_{xy} = 108.67 \text{ MPa}$$

Los esfuerzos principales se pueden combinar en una sola ecuación, donde se calcula con la siguiente expresión:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}; \quad \text{Ec. 2.32}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.32, se obtiene:

$$\sigma_1 = 262.93 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = -44.92 \text{ MPa}$$

A continuación se elige el valor numérico mayor de los esfuerzos principales obtenidos anteriormente.

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 = 262.93 \text{ MPa}$$

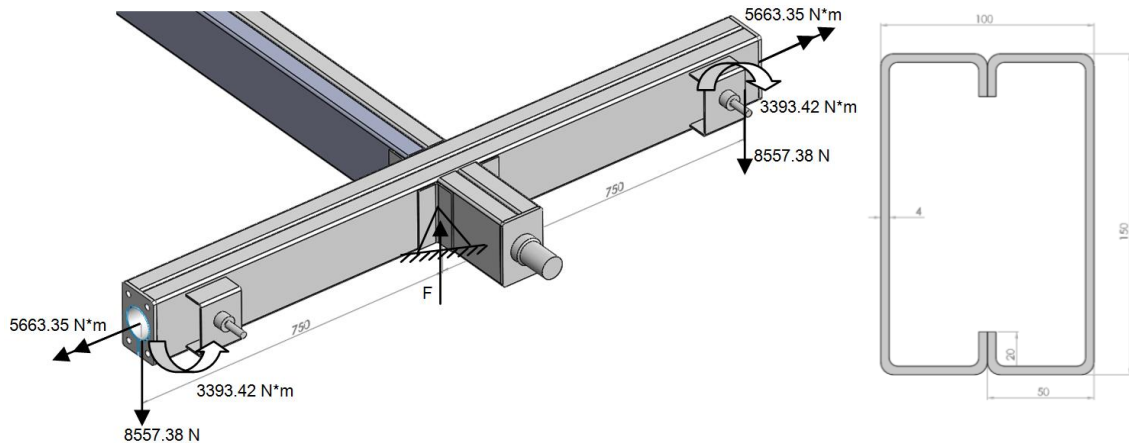
Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A572 Gr. 50 y  $\Omega = 1.3$  (ASD) se tiene:

$$265.93 \text{ MPa} \geq 262.93 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para el tubo estructural seleccionado se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, reemplazando los valores numéricos se obtiene:

$$\Omega' = 1.32$$

### 2.2.2.1.12. Cálculo de Viga de Amarre 1.

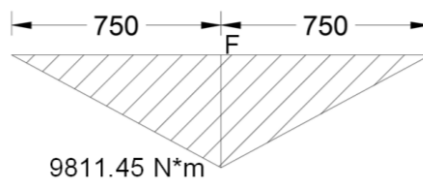


**Figura 2.37 Diagrama de Cuerpo Libre, Viga Amarre 1.**

Fuente: Elaboración Propia.

Se realiza sumatoria de fuerzas y se obtiene la reacción en F:

$$F = 17114.76 \text{ N}$$



**Figura 2.38 Diagrama de Momento Viga Tubular 1 (X - Z).**

Fuente: Elaboración Propia.

$$M_{\max} = 9811.45 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = 5663.35 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$V = F = 17114.76 \text{ N}$$

#### Datos:

$F_y = 344.74 \text{ MPa}$ ; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)

Se selecciona un perfil plegado en frío G 150x50x20x4 mm, ver Apéndice U con las siguientes características:

$$I_x = 2 (337 \text{ cm}^4) = 6.74 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$C = 75 \text{ mm} = 0.075 \text{ m}$$

$$I_p = 2 I \quad I_p = 1.35 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$Q = 4.49 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\sigma_x = 0$$

De igual manera se utiliza la Ecuación 2.30, para calcular el esfuerzo normal del miembro, reemplazando los valores numéricos se obtiene:

$$\sigma_y = 109.17 \text{ MPa}$$

A continuación se utiliza la Ecuación 2.31, para calcular el esfuerzo cortante del miembro, reemplazando los valores numéricos se obtiene:

$$\tau_{xy} = 45.71 \text{ MPa}$$

Los esfuerzos principales del miembro se calculan mediante la Ecuación 2.32, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$\sigma_1 = 125.78 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = -16.61 \text{ MPa}$$

A continuación se elige el valor numérico mayor de los esfuerzos principales obtenidos anteriormente.

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 = 125.78 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A572 Gr. 50 y  $\Omega = 1.67$  (ASD) se tiene:

$$206.43 \text{ MPa} \geq 125.78 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para la correa seleccionada se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, reemplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 2.74$$



### 2.2.2.1.13. Cálculo de Viga de Amarre 2.

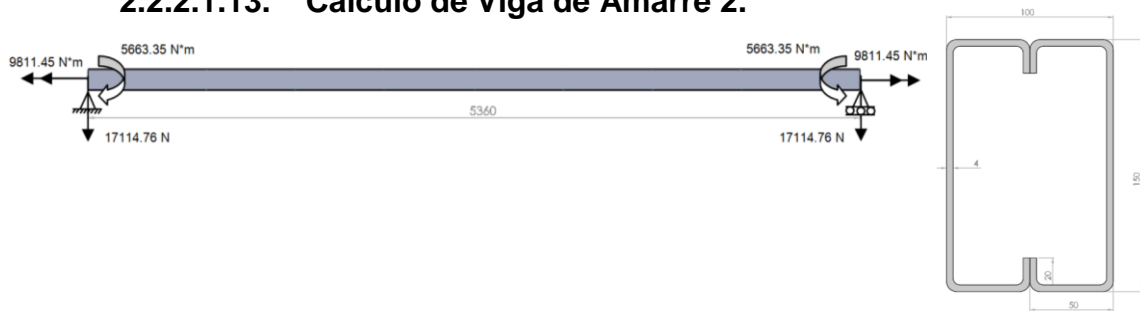


Figura 2.39 Diagrama de Cuerpo Libre, Viga Amarre 2.

Fuente: Elaboración Propia.

#### Datos:

$F_y = 344.74 \text{ MPa}$ ; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)

Seleccionamos un perfil plegado en frío G 150x50x20x4 mm ver Apéndice U con las siguientes propiedades:

$$I_x = 2 (337 \text{ cm}^4) = 6.74 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$C = 75 \text{ mm} = 0.075 \text{ m}$$

$$I_p = 2 I \quad I_p = 1.35 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$Q = 4.49 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\sigma_x = 0$$

De igual manera se utiliza la Ecuación 2.30, para calcular el esfuerzo normal del miembro, reemplazando los valores numéricos se obtiene:

$$\sigma_y = 109.17 \text{ MPa}$$

A continuación se utiliza la Ecuación 2.31, para calcular el esfuerzo cortante del miembro, reemplazando los valores numéricos se obtiene:

$$\tau_{xy} = 45.71 \text{ MPa}$$

Los esfuerzos principales del miembro se calculan mediante la Ecuación 2.32, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$\sigma_1 = 125.78 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = -16.61 \text{ MPa}$$

A continuación se elige el valor numérico mayor de los esfuerzos principales obtenidos anteriormente.

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 = 125.78 \text{ MPa}$$

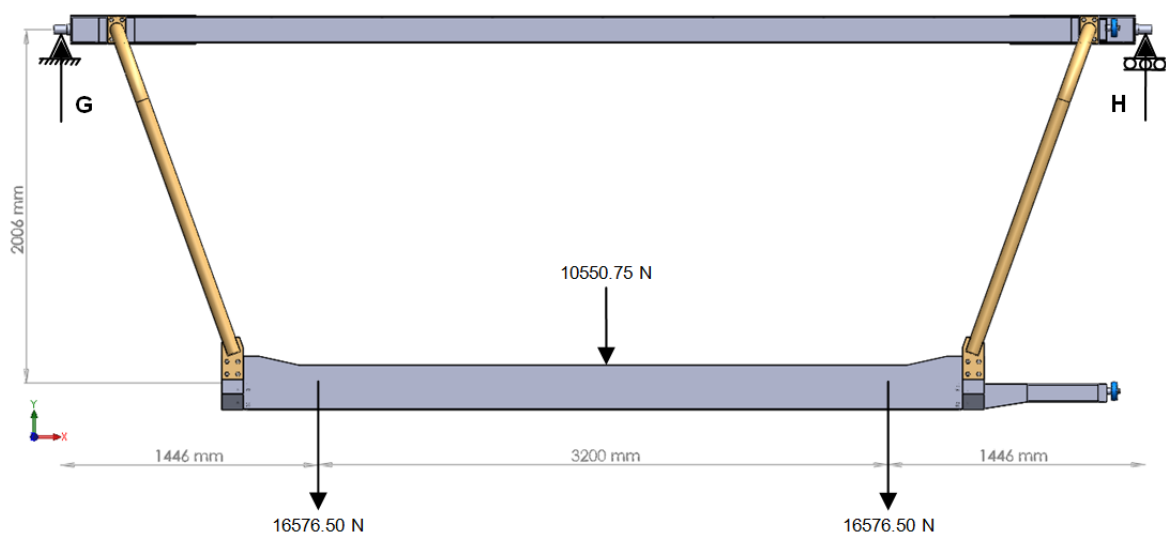
Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A572 Gr. 50 y  $\Omega = 1.67$  (ASD) se tiene:

$$206.43 \text{ MPa} \geq 125.78 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para la correa seleccionada se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, reemplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 2.74$$

### Cálculo Reacciones en Ejes Apoyo (chumaceras).



**Figura 2.40 Diagrama de Cuerpo Libre General palet.**

Fuente: Elaboración Propia.

Realizando sumatoria de Fuerzas y momento en el diagrama de cuerpo libre ver Figura 2.38, se obtiene:

$$H = 22390.14 \text{ N}$$

$$G = 22390.14 \text{ N}$$

#### 2.2.2.1.14. Cálculo Eje Apoyo (chumaceras).

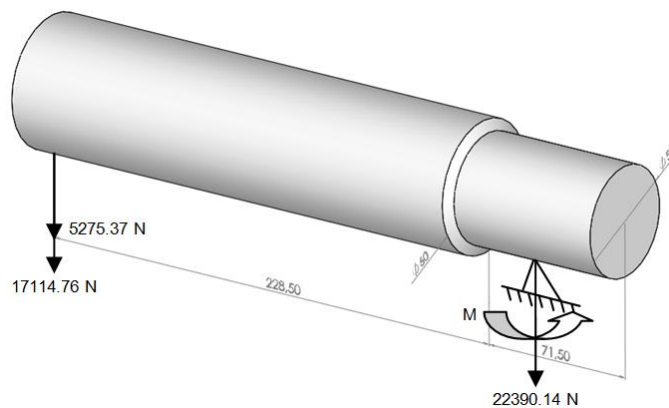


Figura 2.41 Diagrama de Cuerpo Libre Eje Apoyo.

Fuente: Elaboración Propia.

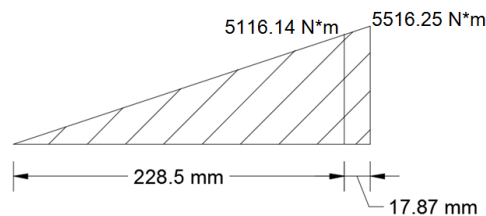


Figura 2.42 Diagrama de Momento Eje Apoyo.

Fuente: Elaboración Propia.

#### Datos:

Se selecciona un eje macizo de  $\phi_1 = 50\text{mm}$  ;  $\phi_2 = 60\text{mm}$  Acero de transmisión AISI / SAE 4340 ver Apéndice V.

$$F_y = 725.20 \text{ MPa; Tabla 2 (AISI / SAE 4340)}$$

$$F_u = 1029,00 \text{ MPa; Tabla 2 (AISI / SAE 4340)}$$

Con la ayuda del programa SolidWorks, se obtienen las siguientes propiedades:

$$A = 1.96 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I = 3.06 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$Q = 2.08 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Se calcula la fuerza cortante, momento flexionante del miembro a partir de la Figura 2.39, y se obtiene:

$$V = P = 22390.13 \text{ N}$$

$$M_{\max} = 5516.25 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_x = 0$$

De igual manera se utiliza la Ecuación 2.30, para calcular el esfuerzo normal del miembro, reemplazando los valores numéricos se obtiene:

$$\sigma_y = 450.67 \text{ MPa}$$

A continuación se utiliza la Ecuación 2.31, para calcular el esfuerzo cortante del miembro, reemplazando los valores numéricos se obtiene:

$$\tau_{xy} = 30.43 \text{ MPa}$$

Los esfuerzos principales del miembro se calculan mediante la Ecuación 2.32, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$\sigma_1 = 452.72 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = -2.05 \text{ MPa}$$

A continuación se elige el valor numérico mayor de los esfuerzos principales obtenidos anteriormente.

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 = 125.78 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro AISI / SAE 4340 y  $\Omega = 1.60$  (ASD) se tiene:

$$453.25 \text{ MPa} \geq 452.72 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para la correa seleccionada se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, remplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 1.61$$

### 2.2.2.1.15. Cálculo del Eslabón Principal.

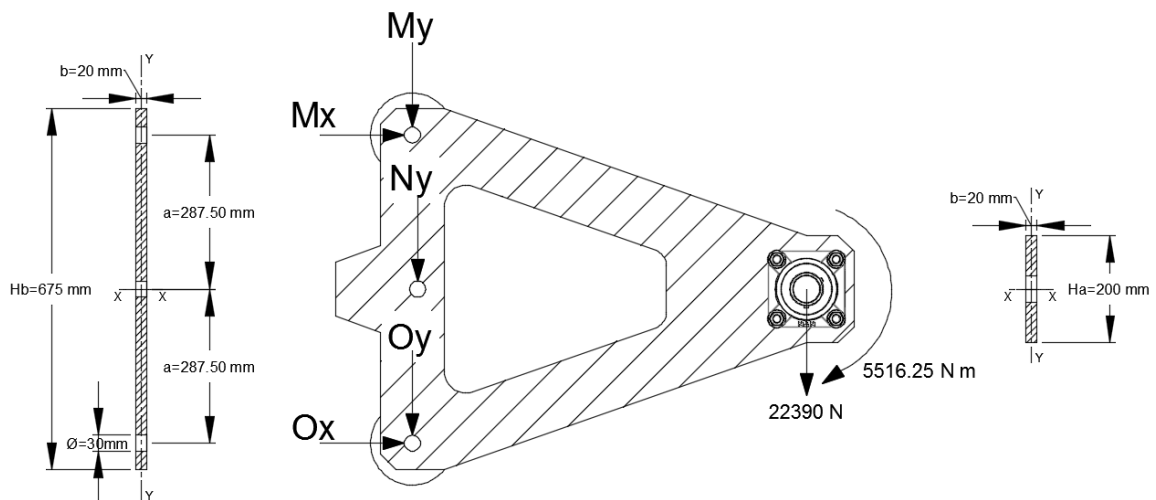


Figura 2.43 Diagrama de Cuerpo Libre, Eslabón Principal.

Fuente: Elaboración Propia.

#### Datos:

$F_y = 344.74 \text{ MPa}$ ; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)

Del diagrama de cuerpo libre de la Figura 2.41 encontramos las reacciones vertical (positiva cuando sea hacia arriba) y la reacción de momento (positiva cuando vaya en sentido de las manecillas del reloj), donde se obtiene:

$$O_x = 38453.79 \text{ N}$$

$$M_x = 38453.79 \text{ N}$$

$$M_y = N_y = O_y = 7620.67 \text{ N}$$

El módulo de sección en cualquier sección transversal de la viga se puede expresar como una función de la distancia  $x$  medida a lo largo del eje de la viga. Como el módulo de sección depende de la altura, primero debemos expresar la altura en términos de  $x$ , como se muestra:

$$Y_{(x)} = h_A \left( 1 + \frac{X}{2L} \right); \quad \text{Ec. 2.33}$$

En donde:

$Y_{(x)}$ : Altura en Funcion de  $X$

$h_A$ : Altura Menor

$L$ : Longitud de la Viga

El momento flexionante en para una viga en volado se obtiene mediante la ecuación:

$$M_o = \frac{4}{5} PL; \quad \text{Ec. 2.34}$$

En donde:

$M_o$ : Momento Flexionante

$P$ : Fuerza Aplicada

$L$ : Longitud de la Vig

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.34 se obtiene:

$$M_o = 13183.23 \text{ N} \times \text{m}$$

El momento flexionante y el módulo de sección a una distancia  $x$  desde el extremo libre de la viga se obtiene mediante la ecuación:

$$M_{(x)} = P * X + M_o; \quad \text{Ec. 2.35}$$

En donde:

$M_{(x)}$ : Momento Flexionante a una Distancia  $X$

$P$ : Fuerza Aplicada

$M_o$ : Momento Flexionante

Inercia de sección rectangular a una distancia x, se expresa con la siguiente ecuación:

$$I_{(x)} = \frac{b \times Y_{(x)}^3}{12}; \quad \text{Ec. 2.36}$$

En donde:

$I_{(x)}$ : Inercia en función de X

b: Espesor Placa

$Y_{(x)}$ : Altura en Función de X

Módulo de sección rectangular a una distancia x, se expresa con la siguiente ecuación:

$$S_{(x)} = \frac{b \times Y_{(x)}^2}{6}; \quad \text{Ec. 2.37}$$

En donde:

$S_{(x)}$ : Módulo en función de X

b: Espesor Placa

$Y_{(x)}$ : Altura en Funcion de X

Sustituyendo el valor de  $Y_{(x)}$  en la ecuación 2.37 se obtiene:

$$S_{(x)} = \frac{b \left[ h_A \left( 1 + \frac{X}{2L} \right) \right]^2}{6}$$

El esfuerzo normal máximo en cualquier sección transversal está dado por la ecuación:

$$\sigma_{(x)} = \frac{M_{(x)}}{S_{(x)}}; \quad \text{Ec. 2.38}$$

En donde:

$\sigma_{(x)}$ : Esfuerzo Normal Máximo

$M_{(x)}$ : Momento Flexionante a una Distancia X

$S_{(x)}$ : Módulo en función de X

Remplazando las expresiones en la Ecuación 2.38 se obtiene:

$$\sigma_{(x)} = \frac{P * X + M_o}{\frac{b \left[ h_A \left( 1 + \frac{X}{2L} \right) \right]^2}{6}}$$

Simplificando:

$$\sigma_{(x)} = \frac{24(P * X + M_o) L^2}{b h_A^2 (2L + X)^2} ; \quad \text{Ec. 2.39}$$

$$\frac{d}{dx} \sigma_{(x)} = 0; \quad \Rightarrow \quad \text{Cuando } X_{\max}$$

$$\frac{d}{dx} \left[ 24(P * X + M_o) \frac{L^2}{b h_A^2 (2L + X)^2} \right] = 0$$

$$24 P \frac{L^2}{b h_A^2 (2L + X)^2} - 2(24 P * X + 24 M_o) \frac{L^2}{b h_A^2 (2L + X)^3} = 0$$

Simplificando tenemos:

$$(-24 L^2) \frac{-2PL + P * X + 2M_o}{b h_A^2 (2L + X)^3} = 0$$

$$(-24 L^2)(-2PL + P * X + 2M_o) = 0$$

Despejando X de la expresión anterior se obtiene la siguiente ecuación:

$$X_{\max} = \frac{-2M_o + 2PL}{P} ; \quad \text{Ec. 2.40}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la ecuación 2.40, se obtiene:

$$X_{\max} = 0.2946 \text{ m} \approx 295 \text{ mm}$$



Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.39 se obtiene:

$$\sigma_{(\max)} = R_a = 102.98 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A572 Gr. 50 y  $\Omega = 1.67$  (ASD) se tiene:

$$206.43 \text{ MPa} \geq 102.98 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para el eslabón seleccionado se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, remplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 3.35$$

#### **Esfuerzo de dobles del eslabón.**

Se adquiere la inercia efectiva trasversal del eslabón mediante la ecuación:

$$I = \frac{b h^3}{12} - \frac{b \phi^3}{12} - 2 \left( \frac{b \phi^3}{12} + a^2 b \phi \right); \quad \text{Ec. 2.41}$$

En donde:

I: Inercia Efectiva

b: Espesor Eslabón

h: Altura Mayor Eslabón

$\phi$ : Diámetro del agujero

a: Distancia entre Centro de Agujeros

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.41, se obtiene:

$$I = 4.14 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

En contraste con lo anterior se utiliza la Ecuación 2.22 y resulta:

$$\sigma = 17.93 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A572 Gr. 50 y  $\Omega = 1.67$  (ASD) se tiene:

$$206.43 \text{ MPa} \geq 17.93 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad por dobles del eslabón seleccionada se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, remplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 11.51$$

#### **2.2.2.1.16. Cálculo del Bulón de la Cadena Principal.**

Se selecciona del catálogo en el Apéndice W un bulón  $\phi = 30 \text{ mm}$ ; (AISI/SAE 1018) que tiene las siguientes propiedades:

$$F_y = 235 \text{ MPa}; \text{ (AISI/SAE 1018)}$$

$$F_u = 440 \text{ MPa}; \text{ (AISI/SAE 1018)}$$

$$T = 38453.79 \text{ N}$$

En contraste con lo anterior se procede a calcular la tensión máxima permisible para el bulón, donde se utiliza las ecuaciones 2.26 y 2.27, teniendo en cuenta que  $A_g = A_e$  ( $7.07 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ). Remplazando los valores se obtiene:

$$T'_1 = 74765.25 \text{ N}$$

$$T'_2 = 155540 \text{ N}$$

En consecuencia se selecciona el mínimo valor obtenido; donde dicho valor tiene que ser mayor o igual al valor de tensión inicialmente planteado, por consiguiente se obtiene lo siguiente:

$$74765.25 \text{ N} \geq 38453.79 \text{ N} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por lo cual el factor de seguridad para el bulón, se lo calcula con la Ecuación 2.28, remplazando los valores resulta:

$$\Omega' = 3.20$$

### 2.2.2.1.17. Cálculo de la Rueda Torneada.

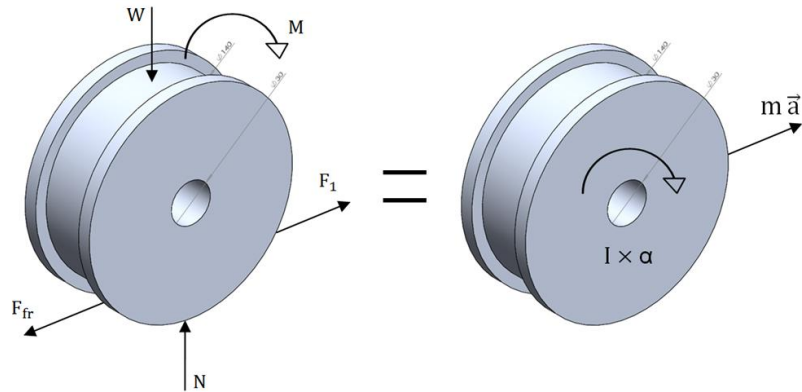


Figura 2.44 Diagrama de Cuerpo Libre, Rueda Torneada.

Fuente: Elaboración Propia.

Datos:

$$V_f = 4.8 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0.08 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 144 \text{ s}$$

$$\phi_1 = 30 \text{ mm} = 0.03 \text{ m}$$

$$\phi_2 = 120 \text{ mm} = 0.12 \text{ m}$$

$$\mu_s = 0.74$$

$$\omega_f = \frac{V_f}{r}; \quad \text{Ec. 2.42}$$

En donde:

$\omega_f$ : Velocidad Angular

$V_f$ : Velocidad Lineal

$r$ : Radio

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.42, se obtiene:

$$\omega_f = 1.33 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_f = \omega_o + \alpha t; \quad \text{Ec. 2.43}$$

En donde:

$\omega_f$ : Velocidad Angular Final

$\omega_o$ : Velocidad Angular Inicial, 0

$\alpha$ : Aceleración Angular

t: tiempo

Sustituyendo los valores numéricos en la ecuación 2.43, y despejando  $\alpha$  se obtiene:

$$\alpha = 9.26 \times 10^{-3} \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

Entonces la aceleración tangencial se calcula con la siguiente ecuación:

$$\vec{a} = \alpha \times r; \quad \text{Ec. 2.44}$$

En donde:

$\vec{a}$ : Aceleración Tangencial

$\alpha$ : Aceleración Angular

r: Radio

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.44, se obtiene:

$$\vec{a} = 6.48 \times 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Realizando sumatoria de fuerza en el sentido del movimiento, como indica el diagrama de cuerpo libre de la Figura 2.42, se obtiene:

$$F_1 = 28455.80 \text{ N}$$

$$T = F_1 \times r; \quad \text{Ec. 2.45}$$

En donde:

T: Torque

$F_1$ : Fuerza Resultante

r: Radio

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.45, se obtiene:

$$T = 1707.35 \text{ N} \cdot \text{m}$$

La rueda torneada se construye con un acero AISI / SAE 1018, Ver Apéndice W con las siguientes propiedades:

$$F_y = 235 \text{ MPa; (AISI/SAE 1018)}$$

$$F_u = 440 \text{ MPa; (AISI/SAE 1018)}$$

El momento de inercia de un cilindro hueco es:

$$I = \frac{1}{2}m(r_2^2 + r_1^2); \quad \text{Ec. 2.46}$$

En donde:

I: Inercia

m: Masa

$r_1$ : Radio Interno

$r_2$ : Radio Externo

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.46, se obtiene:

$$I = 1.84 \times 10^{-3} \text{ Kg m}^2$$

Se realiza la sumatoria de momento con respecto a su eje de rotación, se obtiene:

$$M = 1707.34 \text{ N m}$$

En contraste con lo anterior se utiliza la Ecuación 2.22 y resulta:

$$\sigma = 10.10 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro AISI / SAE 1018 y  $\Omega = 1.67$  (ASD) se tiene:

$$140.72 \text{ MPa} \geq 10.10 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad por dobles del eslabón seleccionada se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, reemplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 23.26$$

### **Cálculo por aplastamiento.**

Datos:

$$A_b = 3.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_b} ; \quad \text{Ec. 2.47}$$

En donde:

$\sigma$ : Esfuerzo Normal

F: Fuerza Aplicada

$A_b$ : Área Trasversal

Reemplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.47, se obtiene:

$$\sigma = 10.68 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro AISI / SAE 1018 y  $\Omega = 1.67$  (ASD) se tiene:

$$140.72 \text{ MPa} \geq 10.68 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad por dobles del eslabón seleccionada se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, reemplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 22$$

### 2.2.2.1.18. Cálculo de Eslabones Secundarios (Cadena Principal).

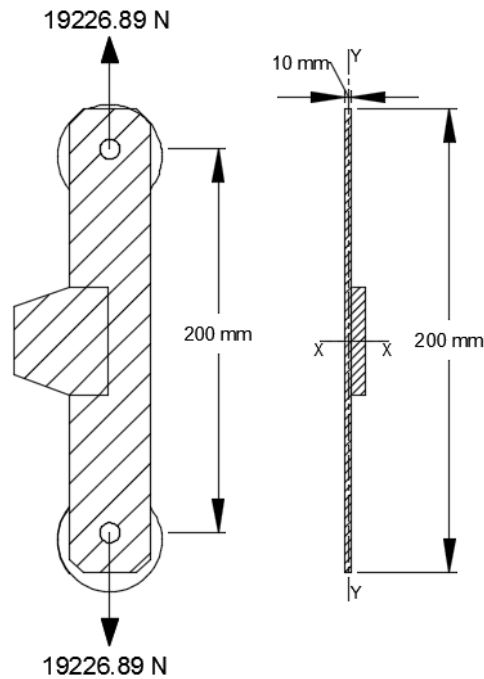


Figura 2.45 Diagrama de Cuerpo Libre, Eslabón Secundario.

Fuente: Elaboración Propia.

Datos:

$F_y = 344.74 \text{ MPa}$ ; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)

$A_t = 1.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$C = 0.3475 \text{ m}$

En contraste con lo anterior se procede a calcular el esfuerzo máximo permisible para el eslabón 2, donde se utiliza las ecuaciones 2.47, se asume que la fuerza establecida es 5 veces más debido a la posición superior crítica cuando están 5 vehículos suspendidos, reemplazando los valores se obtiene:

$$\sigma = 80.11 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A572 Gr. 50 y  $\Omega = 1.67$  (ASD) se tiene:

$$206.43 \text{ MPa} \geq 80.11 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para el eslabón 2 se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, reemplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 2.58$$

### **Esfuerzo de dobles del eslabón 2.**

Se adquiere la inercia efectiva transversal del eslabón mediante la ecuación:

$$I = \frac{b h^3}{12} - 2 \left( \frac{b \phi^3}{12} + a^2 b \phi \right); \quad \text{Ec. 2.48}$$

En donde:

I: Inercia Efectiva

b: Espesor Eslabón

h: Altura Mayor Eslabón

$\phi$ : Diámetro del agujero

a: Distancia entre Centro de Agujeros

Reemplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.48, se obtiene:

$$I = 2.29 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

En contraste con lo anterior se utiliza la Ecuación 2.22 y resulta:

$$\sigma = 145.88 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A572 Gr. 50 y  $\Omega = 1.67$  (ASD) se tiene:

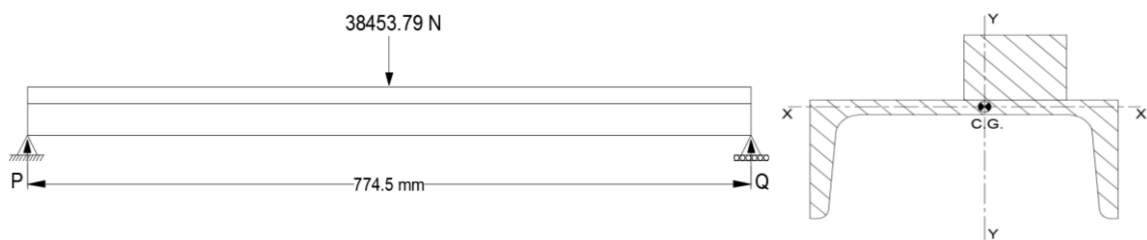
$$206.43 \text{ MPa} \geq 145.88 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$



Por tanto el factor de seguridad por dobles del eslabón 2, se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, remplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 2.36$$

### 2.2.2.1.19. Cálculo de Riel Guía (Cadena Principal).



**Figura 2.46 Diagrama de Cuerpo Libre, Riel Guía.**

Fuente: Elaboración Propia.

Datos:

$F_y = 344.74 \text{ MPa}$ ; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)

Se conforma una viga soldada con 2 perfiles, UPN120 y varilla rectangular de 40x30 formando el perfil como se muestra en la figura 2.44 ver Apéndice X, los 2 perfiles son del mismo material ASTM A572, de igual modo del software SolidWorks se obtienen las siguientes propiedades:

$$I = 1.13 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

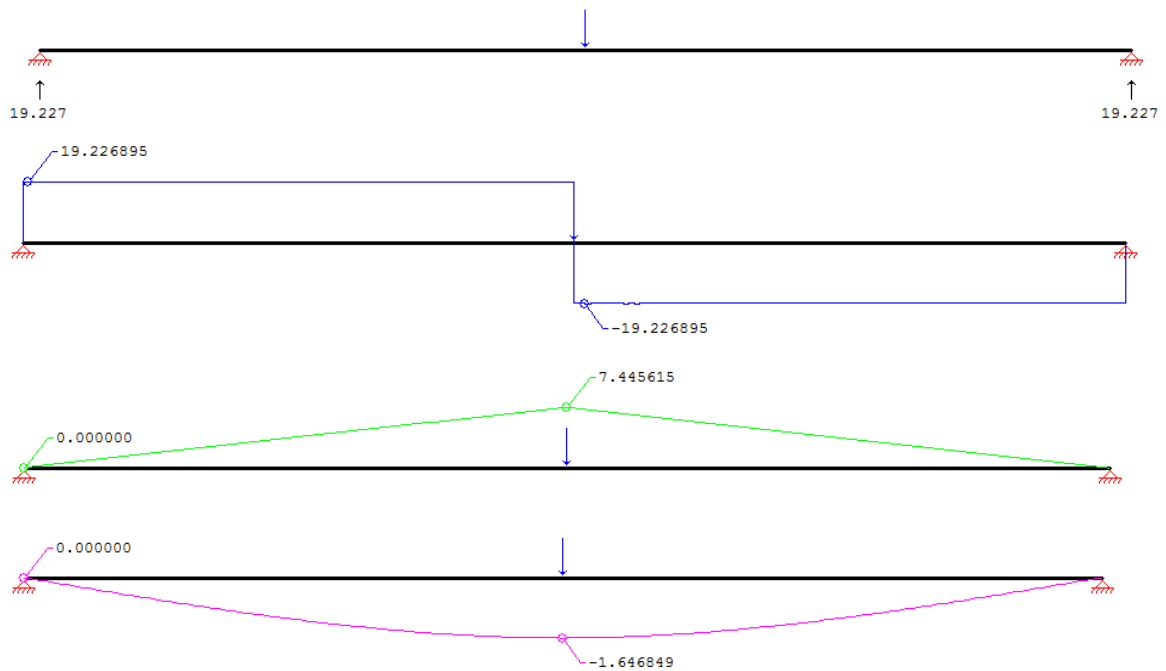
$$C = 0.0518 \text{ m}$$

$$A' = 1.32 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Y' = 17.08 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$b = 9.58 \text{ mm} = 9.58 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Del mismo modo se utiliza el programa WinBeam 5.10, para calcular las reacciones en sus apoyos, cortante máximo, momento máximo y deformación. Las fuerzas se expresan en KN, momento en KN m, deformación en mm como se muestra en la Figura 2.45.



**Figura 2.47 Diagrama de Fuerzas Resultantes, Cortantes, Momentos y Deformación. Viga Riel Guía.**

Fuente: Elaboración Propia.

En contraste con lo anterior se procede al cálculo del esfuerzo máximo normal en el miembro, donde se utiliza la ecuación 2.22; reemplazando los datos se obtiene:

$$\sigma_x = 170.65 \text{ MPa}$$

Por consiguiente se realiza el cálculo del esfuerzo cortante transversal en el miembro, donde se utiliza la ecuación 2.23; reemplazando los valores numéricos, se obtiene:

$$\tau_{xy} = 20.02 \text{ MPa}$$

Aplicando la teoría de energía de la distorsión por Vont - Mises, se utiliza la Ecuación 2.24; reemplazando los valores antes calculados se obtiene:

$$\sigma_{\text{Total}} = R_a = 174.14 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A-36 se tiene:

$$206.43 \text{ MPa} \geq 174.14 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para el miembro conformado por la viga carrilera se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, reemplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 1.98$$

### 2.2.2.1.20. Cálculo de Riel Guía Superior (Cadena Principal).

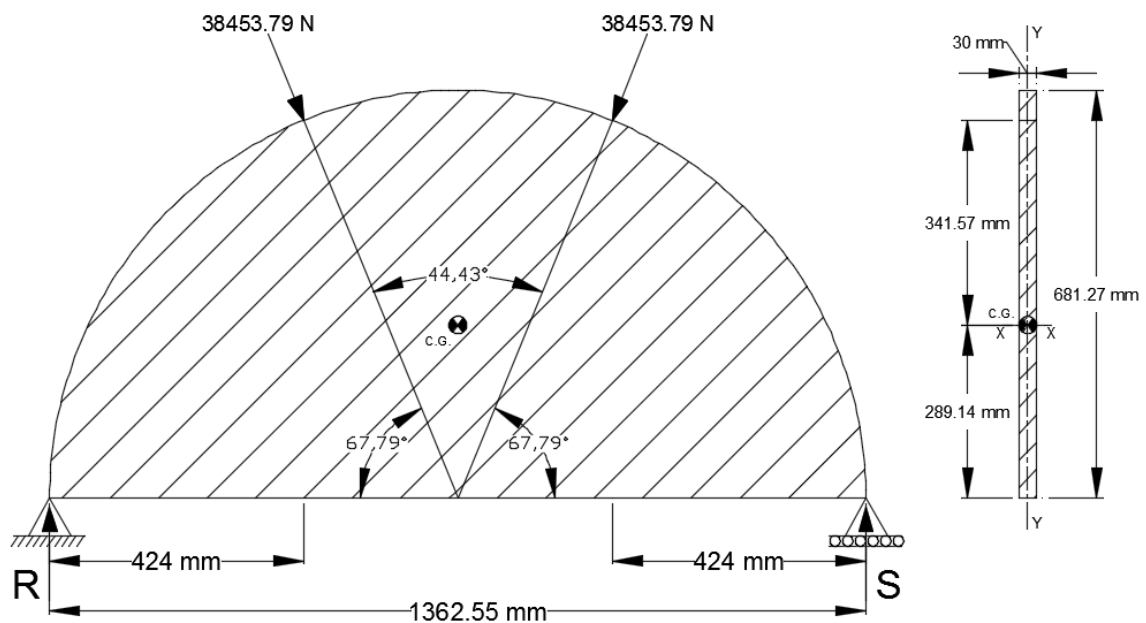


Figura 2.48 Diagrama de Cuerpo Libre, Riel Guía Superior.

Fuente: Elaboración Propia.

Datos:

$$F_y = 344.74 \text{ MPa}; \text{ Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)}$$

Se corta con un pantógrafo medio círculo, formando el perfil como se muestra en la figura 2.46, de igual modo del software SolidWorks se obtienen las siguientes propiedades:

$$I = 7.91 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

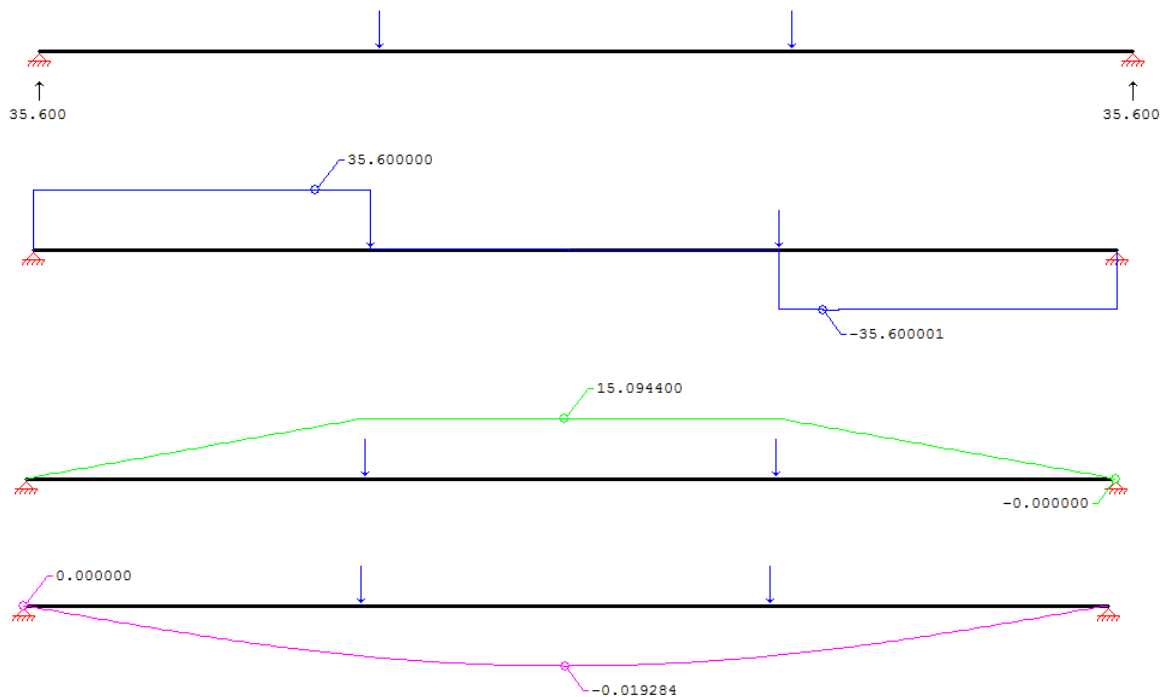
$$C = 39.20 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$A' = 11.76 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Y' = 39.21 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$b = 30 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Del mismo modo se utiliza el programa WinBeam 5.10, para calcular las reacciones en sus apoyos, cortante máximo, momento máximo y deformación. Las fuerzas se expresan en KN, momento en KN m, deformación en mm como se muestra en la Figura 2.47.



**Figura 2.49 Diagrama de Fuerzas Resultantes, Cortantes, Momentos y Deformación. Riel Guía Superior.**

Fuente: Elaboración Propia.

En contraste con lo anterior se procede al cálculo del esfuerzo máximo normal en el miembro, donde se utiliza la ecuación 2.22; reemplazando los datos se obtiene:

$$\sigma_x = 8.74 \text{ MPa}$$

Por consiguiente se realiza el cálculo del esfuerzo cortante transversal en el miembro, donde se utiliza la ecuación 2.23; reemplazando los valores numéricos, se obtiene:

$$\tau_{xy} = 7.45 \text{ MPa}$$

Aplicando la teoría de energía de la distorsión por Vont - Mises, se utiliza la Ecuación 2.24; reemplazando los valores antes calculados se obtiene:

$$\sigma_{\text{Total}} = R_a = 15.59 \text{ MPa}$$

Aplicando la Ecuación 2.12 el Método de Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD), para el miembro ASTM A-572 Gr. 50, se tiene:

$$206.43 \text{ MPa} \geq 15.59 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

Por tanto el factor de seguridad para el miembro conformado por el riel guía superior, se calcula con la Ecuación 2.25 anteriormente establecida, reemplazando los valores se obtiene:

$$\Omega' = 22$$

### 2.2.2.1.21. Cálculo de Columnas.

La columna esta conforma por 2 tramos donde se unen mediante pernos, y sujeto a la cimentación mediante placa de anclaje, ver Figura 2.48

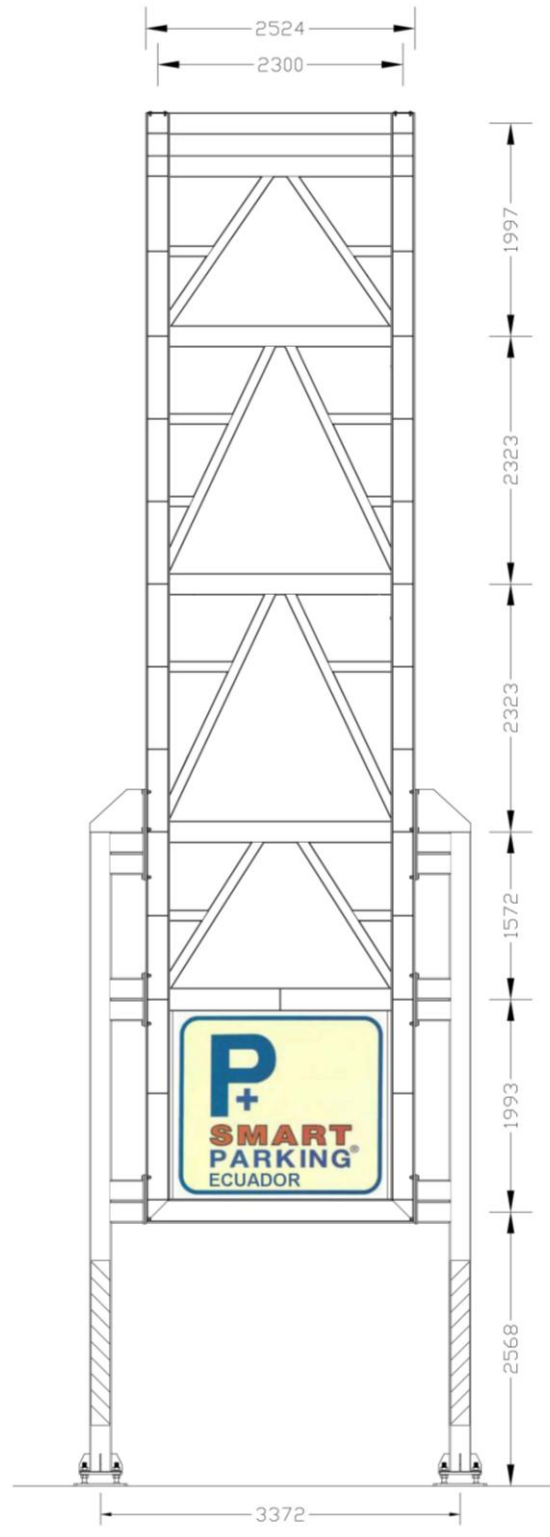


Figura 2.50 Esquema Estructural Columnas Tramo 1 y 2.

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.2.1.22. Cálculo de Columna Tramo 1.

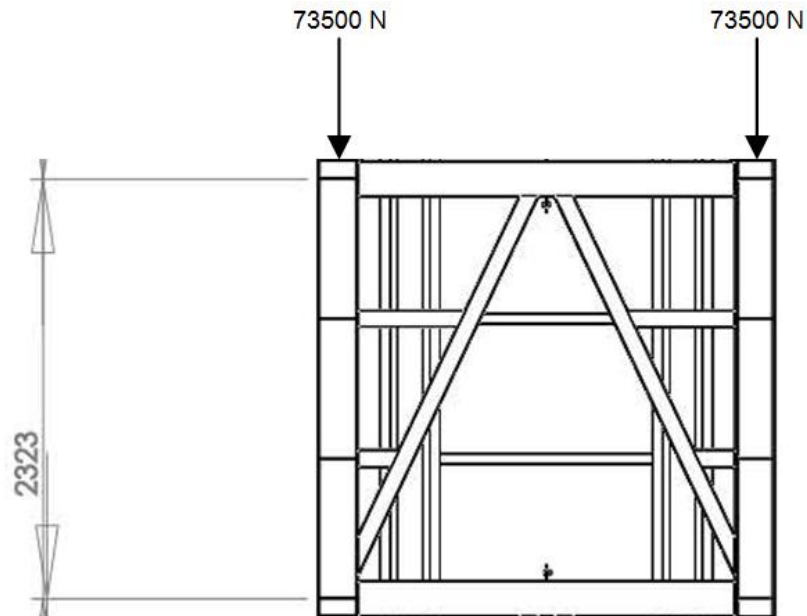


Figura 2.51 Diagrama columna tramo 1.

Fuente: Elaboración Propia.

Se propone utilizar un perfil de columna HSS8: Perfil tubular 8" x 8" x 1/4" en acero estructural ASTM A572 Grado 50 donde se obtiene las siguientes propiedades:

$$F_y = 344.74 \text{ MPa; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)}$$

$$F_u = 448.16 \text{ MPa; Tabla 2 (ASTM A572 GRADO 50)}$$

$$A_g = 4.58 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I = 2.94 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$R = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$t = 0.233$$

$$K = 1$$

$$L = 2.32 \text{ m}$$

Longitud efectiva de la columna se la obtiene mediante la ecuación que se muestra en el Apéndice Y, para una columna articulada - articulada:

$$L_e = L; \quad \text{Ec. 2.49}$$

$$L_e = 2.32 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{L_e}{R} ; \quad \text{Ec. 2.50}$$

En donde:

$\lambda$ : Relación de Esbeltez

$L_e$ : Longitud Efectiva

R: radio de Giro

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.50, se obtiene:

$$\lambda = 29$$

$$c_c = 471 \sqrt{\frac{E}{F_y}} ; \quad \text{Ec. 2.51}$$

En donde:

$c_c$ : Relación Límite Ancho – Espesor

E: Modulo de Elasticidad

$F_y$ : Esfuerzo de Fluencia

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.51, se obtiene:

$$c_c = 11344.62$$

$$29 < 11344.62 \rightarrow \text{Columna no esbelta}$$

El esfuerzo de pandeo crítico elástico que se aplica para el caso de la columna con sus extremos articulada - articulada, es la siguiente ecuación:

$$F_R = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} ; \quad \text{Ec. 2.52}$$

En donde:

E: Modulo de Elasticidad



K: Factor de Longitud efectiva

r: Radio de Giro

L: Longitud

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.52, se obtiene:

$$F_R = 2429.26 \text{ MPa}$$

El esfuerzo de pandeo por flexión de una columna, para miembros sin elementos esbeltos se calcula a partir de la Ecuación 2.54; siempre y cuando cumpla con la siguiente expresión:

$$\frac{F_y}{F_R} \leq 2.25; \quad \text{Ec. 2.53}$$

En donde:

$F_y$ : Esfuerzo de Fluencia

$F_R$ : Esfuerzo de Pandeo Crítico Elástico

Sustituyendo los valores en la Ecuación 2.53, se obtiene la desigualdad:

$$0.14 \leq 2.25$$

Por ende se utiliza la siguiente ecuación:

$$F_{CR'} = \left( 0.658 \frac{F_y}{F_R} \right) F_y; \quad \text{Ec. 2.54}$$

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.54 se obtiene:

$$F_{CR'} = 324.85 \text{ MPa}$$

$$P_n = F_{cr} \times A_g; \quad \text{Ec. 2.55}$$

En donde:

$P_n$ : Resistencia Permisible

$F_{cr}$ : Esfuerzo de Pandeo por Flexión

$A_g$ : Area Efectiva Trasversal

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.55 se obtiene:

$$P_n = 1.4878 \text{ MPa}$$

$$P_n = 1487857.42 \text{ N}$$

Utilizando el método ASD se obtiene la siguiente ecuación:

$$\frac{P_n}{\Omega_c} \geq F ; \quad \text{Ec. 2.56}$$

En donde:

$P_n$ : Resistencia Permisible

F: Fuerza Aplicable

$\Omega_c$ : Factor de Seguridad Compresión ASD; ( $\Omega_c = 1.67$ )

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.56, se obtiene:

$$890932.58 \text{ N} \geq 73500 \text{ N} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

### **Cálculo de columna con amarre.**

Columna: Perfil Tubular 8" x 8" x 1/4"; cada 3.465 m:

Longitud efectiva de la columna se la obtiene mediante la Ecuación 2.49, para una columna articulada - articulada; sustituyendo los valores se obtiene:

$$L_e = 3.465 \text{ m}$$

Utilizando la Ecuación 2.50, donde se calcula la relación de esbeltez, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$\lambda = 43.32$$

A continuación se usa la Ecuación 2.51, donde se calcula la relación límite ancho - espesor, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$c_c = 11344.62$$

$$43.31 < 11344.62 \rightarrow \text{Columna no esbelta}$$

El esfuerzo de pandeo crítico elástico que se aplica para el caso de la columna con sus extremos articulada - articulada, se calcula con la ecuación 2.52 sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$F_R = 1088.66 \text{ MPa}$$

El esfuerzo de pandeo por flexión de una columna, para miembros sin elementos esbeltos se calcula a partir de la Ecuación 2.54; siempre y cuando cumpla con la Inecuación 2.53, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$0.32 \leq 2.25$$

$$F_{CR'} = 301.95 \text{ MPa}$$

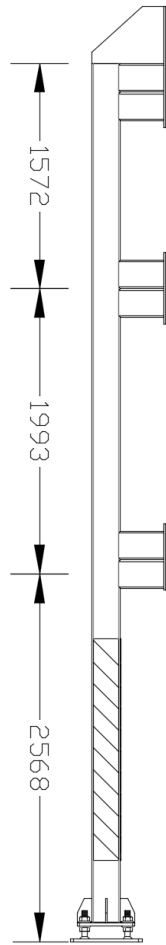
La resistencia permisible se calcula a partir de la Ecuación 2.55, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$P_n = 1.383 \text{ MPa}$$

$$P_n = 1382915.82 \text{ N}$$

Utilizando el método ASD se obtiene mediante la Ecuación 2.56, sustituyendo los valores numéricos se consigue lo siguiente:

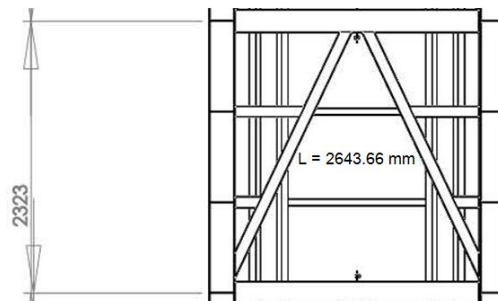
$$828093.31 \text{ N} \geq 68600 \text{ N} \quad \therefore \text{ No se admite, por tanto se colocan amarres.}$$



**Figura 2.52 Diagrama Columna Tramo 2.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

Se propone instalar 3 amarres cada 1893 mm, con lo que se consigue bajar la esbeltez y soportar la carga máxima de 7.5 Ton.



**Figura 2.53 Diagrama Vigas Transversales.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

Según el esquema se utiliza una viga rectangular de 100 x 200. (4"x 8"x1/4") en acero estructural ASTM A572 grado 50. De acuerdo al manual AISC:

$$A = 3.49 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I = 1.87 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$\frac{r_x}{r_y} = 1.72$$

$$r_y = 1.65$$

Cargas Muertas: 490 lb/ft<sup>3</sup> → Tabla ASCE 7-10

Cargas vivas: 40 lb/ft<sup>2</sup> ≡ 3 Ton

Cargas ambientales: Viento = + -12 lb/ft<sup>2</sup>

Carga Sísmica: 12925 Kgf

Se asume que la carga máxima es 30 Toneladas.

Análisis ASD para la Carga Muerta:

$$D = 490 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} \times \frac{1 \text{ft}^3}{12^3}$$

$$D = 0.283 \frac{\text{lb}}{\text{in}^3}$$

$$D = 0.283 \frac{\text{lb}}{\text{in}^3} \times A; \quad \text{Ec. 2.57}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.57 se obtiene:

$$D = 1.60 \frac{\text{lb}}{\text{in}}$$

$$D = 280.19 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Realizando sumatoria de momento de la Figura 2.51 se obtiene:

$$M_a = 150.95 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Deflexión máxima.

$$\Delta_{\max} = \frac{L}{360}; \quad \text{Ec. 2.58}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.58, se obtiene:

$$\Delta_{\max} = 5.76 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Momento de inercia requerido.

$$I_{\text{req}} = \frac{5 w_0 L^4}{384 E \Delta_{\max}}; \quad \text{Ec. 2.59}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.59, se obtiene:

$$I_{\text{req}} = 3.06 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$1.87 \times 10^{-5} \text{ m}^4 > 3.06 \times 10^{-8} \text{ m}^4 \rightarrow \text{Selección viga rectangular 8"x4"x 1/4"}$$

$$\frac{581.67 \text{ N}}{\text{sen } 57.03} = \frac{R_A}{\text{sen } 151.49}$$

$$R_A = 330.93 \text{ N}$$

Selección de viga 200 x 100 x 4 mm.

Espesor de placa de piso: Columna cuadrada 8" x 8" x 1/4" en acero estructural ASTM A572 grado 50:

Se asume que soporta una carga 7.5 Toneladas

Análisis de Diseño del Acero (ASD)

$$\Omega = 2.31$$

$$\text{Asume} = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$$

$F_c$  = resistencia de compresión del concreto = 20.68 MPa

$$P = 7.5 T_n = 73500 \text{ N}$$

$$A_1 = \frac{P_a \Omega}{0.85 F_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}}; \quad \text{Ec. 2.60}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.60, se obtiene:

$$A_1 = 4.83 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\Delta = \frac{0.95 d - 0.8 bf}{2}; \quad \text{Ec. 2.61}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.61, se obtiene:

$$\Delta = 15.24 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$N = \sqrt{A_1} + \Delta; \quad \text{Ec. 2.62}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.62, se obtiene:

$$N = 84.73 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$B = \frac{A_1}{N}; \quad \text{Ec. 2.63}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.63, se obtiene:

$$B = 5.7 \times 10^{-2} \text{ m}$$

Placa 12" x 12" en acero estructural ASTM A572 grado 50:

$$M = \frac{N - 0.95d}{2} ; \quad \text{Ec. 2.64}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.64, se obtiene:

$$M = 2.2 \text{ in}$$

$$\eta = \frac{B - 0.8bf}{2} ; \quad \text{Ec. 2.65}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.65, se obtiene:

$$\eta = 71.12 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\eta' = \frac{\sqrt{d \text{ bf}}}{4} ; \quad \text{Ec. 2.66}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.65, se obtiene:

$$\eta' = 2 \text{ in}$$

$$t_{\text{req}} = l \sqrt{\frac{3.32 P_a}{B N S_y}} ; \quad \text{Ec. 2.67}$$

Remplazando los valores numericos en la Ecuacion 2.65, se obtiene:

$$t_{\text{req}} = 0.02722 \text{ m} \rightarrow 27 \text{ mm}$$

Cuatro placas => 300 x 300 x 25 mm



Columna cuadrada 8" x 8" x 1/4" en acero estructural ASTM A572 grado 50:

$$A = 1.99 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_x = 2.68 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$K = 1$$

$$\frac{R_x}{R_y} = 1.20$$

$$R_y = 1.15$$

$$R_x = 36.83 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Longitud efectiva de la columna se la obtiene mediante la Ecuación 2.49, para una columna articulada - articulada; sustituyendo los valores se obtiene:

$$L_e = 2.644 \text{ m}$$

Utilizando la Ecuación 2.50, donde se calcula la relación de esbeltez, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$\lambda = 71.79$$

A continuación se usa la Ecuación 2.51, donde se calcula la relación límite ancho - espesor, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$c_c = 115.42$$

$$71.79 < 115.42 \rightarrow \text{Columna no esbelta}$$

El esfuerzo de pandeo crítico elástico que se aplica para el caso de la columna con sus extremos articulada - articulada, se calcula con la ecuación 2.52 sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$F_R = 395.83 \text{ MPa}$$

El esfuerzo de pandeo por flexión de una columna, para miembros sin elementos esbeltos se calcula a partir de la Ecuación 2.54; siempre y cuando cumpla con la Inecuación 2.53, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$0.87 \leq 2.25$$

$$F_{CR'} = 239.43 \text{ MPa}$$

La resistencia permisible se calcula a partir de la Ecuación 2.55, sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$P_n = 787701.70 \text{ N}$$

Utilizando el método ASD se obtiene mediante la Ecuación 2.56, sustituyendo los valores numéricos se consigue lo siguiente:

$$471677.66 \text{ N} \geq 73500 \text{ N} \quad \therefore \text{ No se admite, por tanto se colocan amarres.}$$

#### **2.2.2.1.23. Sistema de Generación y Transmisión de Movimiento.**

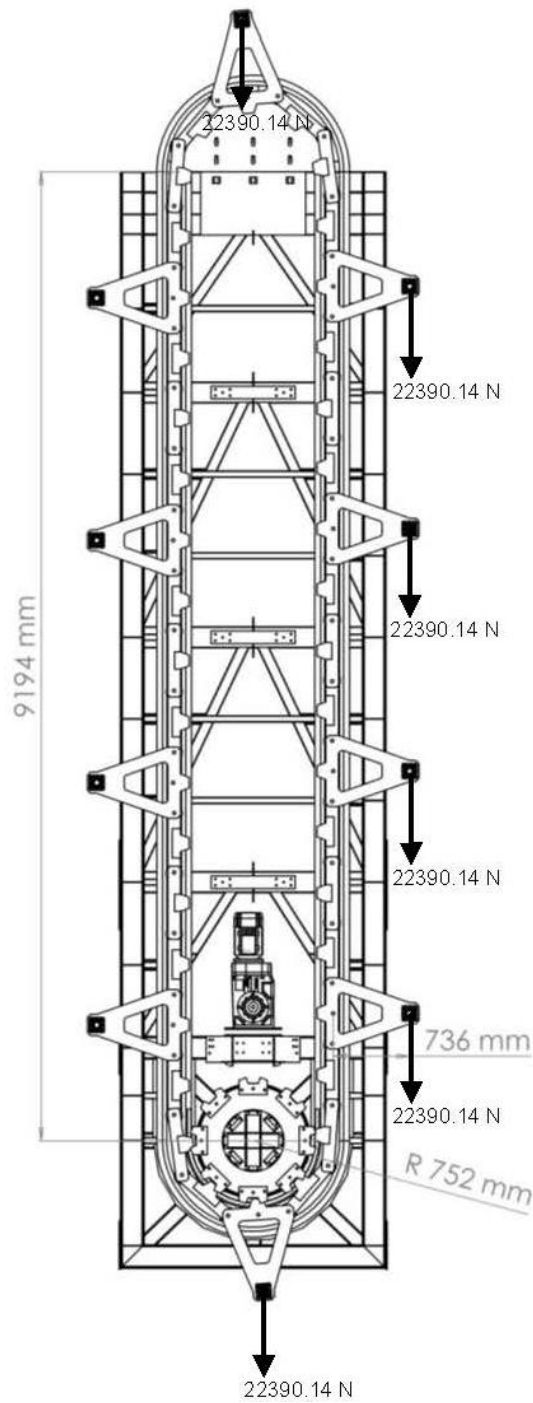
El sistema de generación del movimiento para este proyecto se conforma por un motor reductor de ejes ortogonales en cuyo eje de salida va acoplado el sistema de transmisión de cadenas y engranajes, para tener una velocidad final en cada pallet con un rango de 4.5 - 6.2 m/min; donde este rango de velocidad establece que el vehículo no tiende a ladearse en ningún sentido, donde se pudo consultar en diferentes sitios dicho valores.

#### **2.2.2.1.24. Cálculo de la Potencia Necesaria Requerida del Motor.**

La potencia que se necesita para el funcionamiento del sistema rotatorio vertical depende de varios factores tales como:

- ✓ Carga aplicada
- ✓ Velocidad de operación
- ✓ Resistencia del mecanismo con el rozamiento entre sus partes

En la Figura 2.52 se muestra la cantidad de vehículos en la que el motor tiene que transmitir la potencia máxima, para sacar del equilibrio el sistema mostrado.



**Figura 2.54 Diagrama de Cuerpo Libre Armazón.**

Fuente: Elaboración Propia.

$$L_{\text{total}} = 9.194 \text{ m} + (\pi \times r); \quad \text{Ec. 2.68}$$

Remplazando los valores numéricos de la figura 2.52, en la ecuación 2.68 se obtiene:

$$L_{\text{total}} = 11.56 \text{ m}$$

$$t = \frac{d}{V}; \quad \text{Ec. 2.69}$$

En donde:

t: Tiempo

d: Distancia, 11.56m

V: Velocidad Lineal, 4.8 m/min

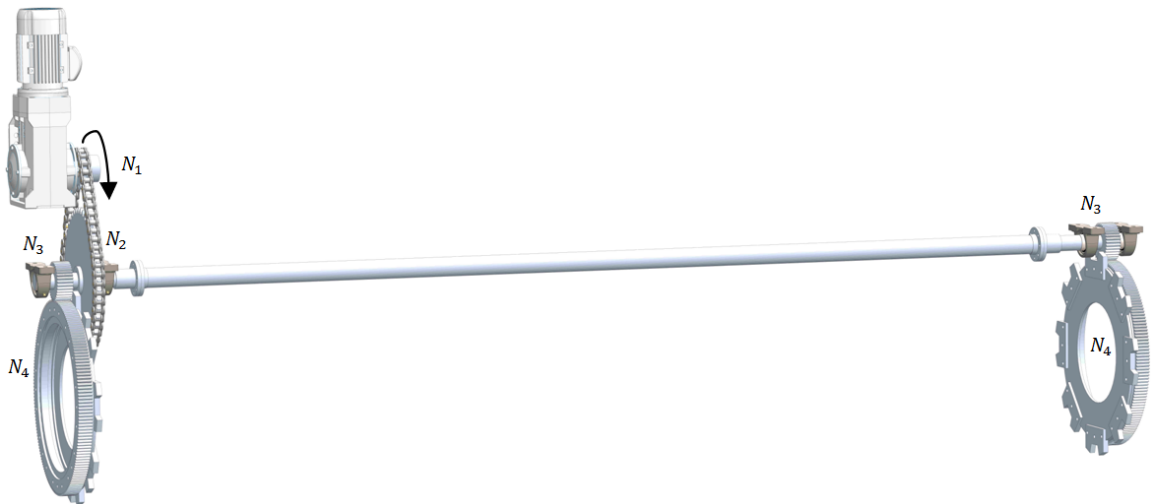
Remplazando los valores numéricos en la ecuación 2.69, se obtiene:

$$t = 2.4 \text{ min}$$

$$\omega = \frac{V}{r}; \quad \text{Ec. 2.70}$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 2.70, se obtiene:

$$\omega = 1.01 \text{ rpm} \rightarrow 0.10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$



**Figura 2.55 Sistema de Transmisión.**

Fuente: Elaboración Propia.

$$N_3 = 35 ; N_4 = 175$$

$$\frac{175}{35} = 5 \rightarrow 1.01 \text{ rpm (5)} = 5.05 \text{ rpm} \rightarrow 0.52 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$N_1 = 12 ; N_2 = 48$$

$$\frac{48}{12} = 4 \rightarrow 5.05 \text{ rpm (4)} = 20.2 \text{ rpm} \rightarrow 2.11 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

### **Motor reductor:**

$$\omega_{\text{motor}} = 1500 \text{ rpm} \rightarrow 9424.8 \text{ rad/min}$$

$$\omega_{\text{reductor}} = 20.2 \text{ rpm} \rightarrow 126.92 \text{ rad/min}$$

$$\frac{\omega_{\text{ent}}}{\omega_{\text{sal}}} = \frac{1500 \text{ rpm}}{20.2 \text{ rpm}} \approx 74$$

### **Potencia Requerida del Motor:**

De igual modo se utiliza la ecuación 2.45 para calcular el torque, sustituyendo los valores se obtiene:

$$T = 82395.71 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$P = T \times \omega ; \quad \text{Ec. 2.71}$$

En donde:

P: Potencia

T: Torque

$\omega$ : Velocidad angular

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 2.71, se obtiene:

$$P = 8.2 \text{ Kw} \times \frac{1.34 \text{ HP}}{\text{Kw}}$$

$$P = 10.98 \text{ HP}$$

Como ya se dijo anteriormente. Para reducir la velocidad del motor de 1500 rpm a 0.94 rpm, se utiliza tres reducciones por Motor reductor, cadena y por engranajes rectos. Con una eficiencia de transmisión del 96%, 94% y un 98% respectivamente, la potencia requerida en el eje del motor será:

$$P_{\text{requerida}} = \frac{P_{\text{util}}}{\eta_{\text{mr}} \times \eta_{\text{c}} \times \eta_{\text{er}}} ; \quad \text{Ec. 2.72}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la ecuación 2.72, se obtiene:

$$P_{\text{motor}} = 12.43 \text{ HP} = 9 \text{ KW}$$

### **Cálculo del diámetro mínimo necesario en el eje motriz.**

Acero AISI / SAE 4340

$F_y = 725.20 \text{ MPa}$ ; Tabla 2 (AISI / SAE 4340)

$T = 82395.71 \text{ N} \cdot \text{m}$

$$D_{\text{min}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times T}{\pi \times F_y}} ; \quad \text{Ec. 2.73}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la ecuación 2.73, se obtiene:

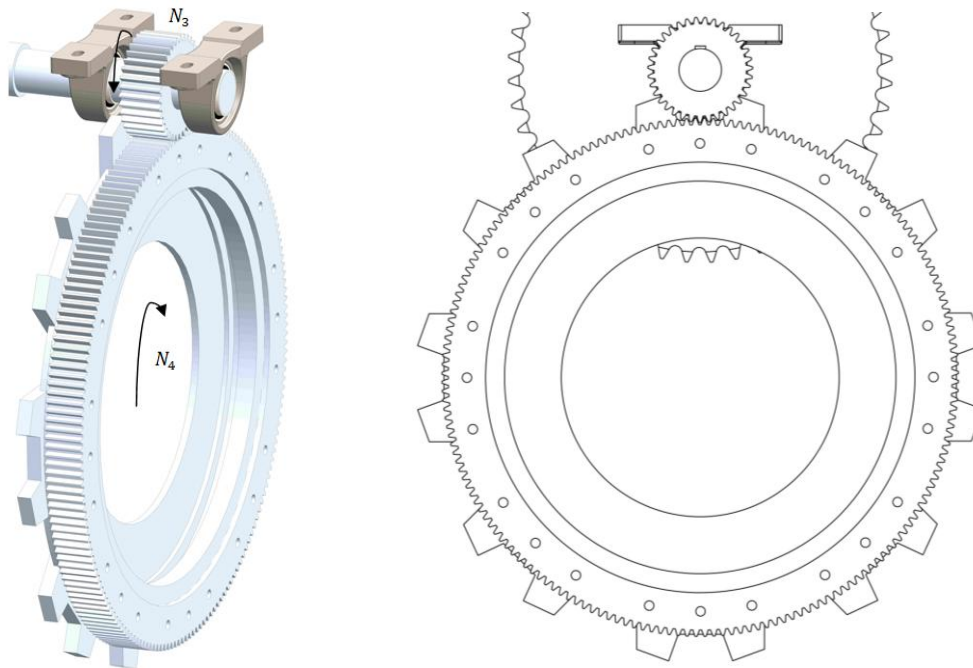
$$D_{\text{min}} = 10.49 \times 10^{-2} \text{ m} \approx 105 \text{ mm}$$

Se selecciona un motor reductor cónico helicoidal ver Apéndice Z, con las siguientes características:

- ✓ Hora de servicio = 8 h/día (intervalos).
- ✓  $P_{\text{entrada}} = 12 \text{ HP}$ .
- ✓  $V_{\text{salida}} = 20.20 \text{ rpm}$ .
- ✓ 380 V / 60 Hz (Trifásico).
- ✓ 4 Polos & freno DC (par frenante 82395.71 N\*m).
- ✓ Regulado con un variador de frecuencia compatible con este motor.

Para este caso se utiliza un motor reductor cónico helicoidal SIEMENS MOTOX K.148-LA160MB4.

### 2.2.2.1.25. Cálculo de Engranajes de Dientes Rectos.



**Figura 2.56 Engrane de Diente Recto.**

Fuente: Elaboración Propia.

Función: 9 Kw, 5.05 rpm = 0.52 rad/s, R = 0.95, N = 109 ciclos, Ko = 1.

Factor de diseño para exigencias no cuantificables: nd = 2

Sistema de dientes;  $\phi_n = 20^\circ$ .

Número de dientes:  $N_3 = 35$  ;  $N_4 = 175$  (sin interferencia).

Número de calidad: Qv = 6, material grado 1.

Se supone  $m_B \geq 1.2$ ,  $K_B = 1$

Se selecciona un Modulo de prueba: M = 6; p = 4.23 pulg = 0.1 m

$D_P = m \times N_3 = 6 \text{ mm} \times 35 = 210 \text{ mm}$  (Piñón).

$D_G = m \times N_4 = 6 \text{ mm} \times 175 = 1050 \text{ mm}$  (Engrane).

Del Apéndice A1 tenemos:  $Y_P = 0.374$  ;  $Y_G = 0.25$  (interpolando).

Del Apéndice A1 tenemos:  $J_P(Y_{JP}) = 0.617$  ;  $J_G(Y_{JG}) = 0.575$

$$V = \frac{p \times N_3 \times \omega_3}{60}; \quad \text{Ec. 2.74}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la ecuación 2.74, se obtiene:

$$V = 0.29 \text{ m/s}$$

$$W^t = \frac{H}{V}; \quad \text{Ec. 2.75}$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 2.75, se obtiene:

$$W^t = 32 \text{ kN}$$

$$B = 0.25 (12 - Q_v)^{\frac{2}{3}}; \quad \text{Ec. 2.76}$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 2.76, se obtiene:

$$B = 0.8255$$

$$A = 50 + 56 (1 - B); \quad \text{Ec. 2.77}$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 2.77, se obtiene:

$$A = 59.77$$

$$K_v = \left( \frac{A + \sqrt{200V}}{A} \right)^B; \quad \text{Ec. 2.78}$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 2.78, se obtiene:

$$K_v = 1.05$$

Se asume una confiabilidad a la falla por fatiga del 95%.

$$K_R = K_B = 0.658 - 0.0759 \ln(1 - R); \quad \text{Ec. 2.79}$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 2.79, se obtiene:

$$K_R = K_B = 0.885$$

Del Apéndice B1, se obtiene:

$$(Y_N)_P = 1.3558 (N)^{-0.0178} = 1.3558 (10^9)^{-0.0178} = 0.938$$



$$(Y_N)_G = 1.3558 \left(\frac{N}{4}\right)^{-0.0178} = 1.3558 \left(\frac{10^9}{4}\right)^{-0.0178} = 0.961$$

Del Apéndice B1, se obtiene:

$$(Z_N)_P = 0.90$$

$$(Z_N)_G = 0.929$$

De acuerdo a la regla general proporcionada por la norma ANSI/AGMA 2001 D04, los engranes rectos deben tener el ancho de la cara  $F$  de tres a cinco veces el paso circular  $p$ .

$$3p \leq F \leq 5p_N$$

Se asume:

$$F = \frac{5\pi}{p} ; \quad \text{Ec. 2.80}$$

En donde:

$p$ : Paso Diametral

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.80, se obtiene:

$$F = 94.31 \text{ mm}$$

$$K_s = 1.192 \left(\frac{F \sqrt{Y}}{P}\right)^{0.0535} ; \quad \text{Ec. 2.81}$$

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.81, se obtiene:

$$K_s = 1.143$$

Del Apéndice C1, tenemos:  $C_{mc} = C_{pm} = C_e = 1$

$$C_{Pf} = \frac{F}{10d_p} - 0.0375 + 0.0125 F ; \quad \text{Ec. 2.82}$$

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.82, se obtiene:

$$C_{Pf} = 0.0538$$

Del Apéndice C1, tenemos:  $C_{ma} = 0.039$

$$K_m(K_H) = 1 + C_{mc}(C_{Pf} C_{pm} + C_{ma} C_e); \quad \text{Ec. 2.83}$$

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.83, se obtiene:

$$K_m(K_H) = 1.083$$

Del Apéndice C1, para engranes de acero tenemos:  $C_p = 191\sqrt{\text{MPa}}$

$$m_G = \frac{N_4}{N_3}; \quad \text{Ec. 2.84}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.84, obtiene:

$$m_G = 5$$

Para engranes rectos tenemos:  $m_N = 1$

$$I(Z_I) = \frac{\cos \phi_t \sin \phi_t}{2 m_N} \frac{m_G}{m_G + 1}; \quad \text{Ec. 2.85}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.85, se obtiene:

$$I = (Z_I) = 0.134$$

**Flexión del Diente del Piñón:** Con las estimaciones anteriores de  $K_s$  y  $K_m$  a partir del paso diametral de ensayo, se verifica para ver si el ancho de acoplamiento  $b$  se controla debido a consideraciones de flexión y de desgaste.

$$\sigma_{perm} = \frac{S_t}{S_F} \frac{Y_N}{Y_\theta Y_Z}; \quad \text{Ec. 2.86}$$

$$\sigma = W^t K_o K_v K_s \frac{1}{b m_t} \frac{K_H K_B}{Y_j}; \quad \text{Ec. 2.87}$$

Se iguala las Ecuaciones 2.86 y 2.87, se sustituye  $ndWt$  por  $Wt$  y se despeja el ancho de la cara  $(b)_{Flexion}$  necesario para resistir la fatiga por flexión, se obtiene:

$$(b)_{Flexion} = n_d W^t K_o K_v K_s \frac{K_H K_B}{Y_{JP} m_t} \frac{Y_\theta Y_t}{F_y Y_N}; \quad \text{Ec. 2.88}$$

Se utiliza un acero ASTM A572 GRADO 50 con las siguientes características:

$F_y = 345 \text{ MPa}$ ;  $F_u = 448 \text{ MPa}$ ; Tabla 2

Para temperaturas del aceite o del disco del engrane hasta  $250^\circ\text{F}$  ( $120^\circ\text{C}$ ), se emplea  $K_t = Y_\theta = 1$ .

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.88, se obtiene:

$$(b)_{\text{Flexion}} = 62 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,\text{perm}} = \frac{S_c}{S_H} \frac{Z_N Z_W}{Y_\theta Y_Z}; \quad \text{Ec. 2.89}$$

$$\sigma_c = Z_E \sqrt{W^t K_o K_v K_s \frac{K_H}{b d_{w1}} \frac{Z_R}{Z_I}}; \quad \text{Ec. 2.90}$$

Se iguala las Ecuaciones 2.89 y 2.90, se sustituye  $ndWt$  por  $Wt$  y despejando el ancho de la cara  $(b)_{\text{desgaste}}$  necesario para resistir la fatiga por desgaste, se obtiene:

$$(b)_{\text{desgaste}} = \left( \frac{C_p Z_N}{S_c K_T K_R} \right)^2 n_d W^t K_o K_v K_s \frac{K_m C_f}{d_p I}; \quad \text{Ec. 2.91}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.91, se obtiene:

$$(b)_{\text{desgaste}} = 98 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

El esfuerzo de flexión inducido por  $Wt$  en flexión, resulta:

$$\sigma = W^t K_o K_v K_s \frac{1}{b m_t} \frac{K_H K_B}{Y_J}; \quad \text{Ec. 2.92}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.92, se obtiene:

$$\sigma = 100 \text{ N/mm}^2$$

El factor de seguridad AGMA en flexión del piñón, corresponde:

$$S_F = \frac{S_t Y_N / (K_T K_R)}{\sigma}; \quad \text{Ec. 2.93}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.93, se obtiene:

$$S_F = 3.65$$

### 2.2.2.1.26. Cálculo del Piñón y Catarina, Selección de Cadena.

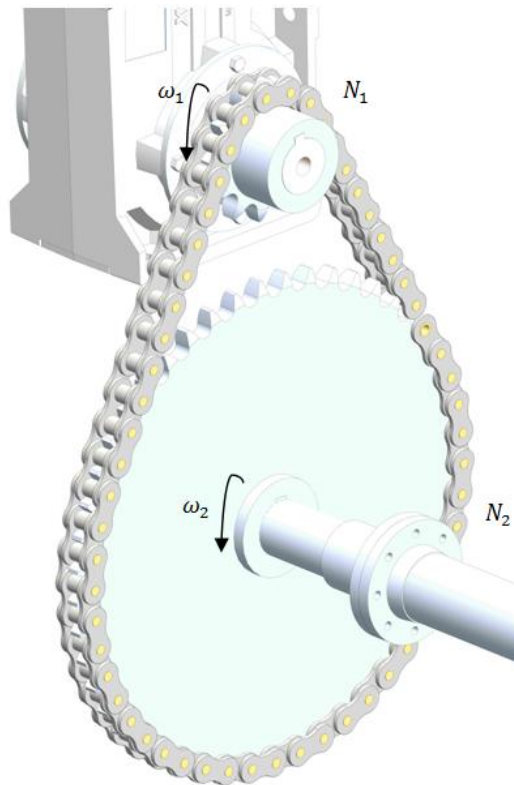


Figura 2.57 Distribución de Cadena Piñón y Catarina.

Fuente: Elaboración Propia.

La selección de la cadena se basa en los siguientes datos requeridos previos al cálculo y selección de la misma:

- ✓ Motor reductor =  $\omega_1 = 20.2 \text{ rpm} \rightarrow 2.11 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- ✓ Catarina impulsada =  $\omega_2 = 5.05 \text{ rpm} \rightarrow 0.52 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- ✓ Potencia motor eléctrico = 8 KW.
- ✓  $N_1 = 12$  (Piñón).
- ✓  $N_2 = 48$  (Catarina).
- ✓ Relación de transmisión = 4.
- ✓ Duración de vida útil estimada = 15000 horas.
- ✓ Factor de servicio, FS = 1.3 (Apéndice D1).

Potencia de diseño corregida

$$P_d = FS \times P ;$$

Ec. 2.94

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.94, se obtiene:

$$P_d = 14.75 \text{ HP}$$

Con el dato de la potencia de diseño corregida, se busca en la tabla de selección de cadenas de potencias (ver Apéndice E1) en base a las RPM del eje motriz resultando:

Cadena de rodillo tipo americana ISO 32A-1 / ASA 160-1; según DIN 8188, Paso 50.80 con lubricación tipo I (aportación periódica de aceite con brocha o aceitera de mano).

Mediante la siguiente ecuación se calcula el diámetro primitivo tanto para el piñón y la Catarina respectivamente:

$$D_p = \frac{P}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_{1,2}}\right)} ; \quad \text{Ec. 2.95}$$

Sustituyendo los valores numéricos para N1 y N2 en la Ecuación 2.95, se obtiene:

$$D_{p1} = 196.27 \text{ mm}$$

$$D_{p2} = 776.72 \text{ mm}$$

En consecuencia la velocidad de la cadena será:

$$V = \pi D_p \omega ; \quad \text{Ec. 2.96}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.96, se obtiene:

$$V = 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 47.09 \text{ pie/min}$$

Por consiguiente, la longitud de la cadena tiene que ser:

$$L = 2C + \frac{P}{2} (N_1 + N_2) + \frac{P^2 (N_2 - N_1)^2}{4 \pi^2 C}; \quad \text{Ec. 2.97}$$

En donde:

L: Longitud de de la cadena.

P: Paso de la cadena.

C: Distancia entre centros. (Limitada por 620 mm).

N1: Número de dientes del Piñón.

N2: Número de dientes de la Catarina.

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.97, se obtiene:

$$L = 2900.64 \text{ mm}$$

$$\text{Pasos} = \frac{L}{P}; \quad \text{Ec. 2.98}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.98, se obtiene:

$$\text{Pasos} = 57.09$$

Se utiliza 57 pasos, despejando la longitud de cadena L en la Ecuación 2.98, se obtiene:

$$L = 2895.60 \text{ mm}$$

Se calcula la distancia central C, teórica real, con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{P}{4} \left[ -A + \sqrt{A^2 - 8 \left( \frac{N_2 - N_1}{2\pi} \right)^2} \right]; \quad \text{Ec. 2.99}$$

En donde:

$$A : \frac{N_1 + N_2}{2} - \frac{L}{P}; \quad \text{Ec. 2.100}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.100, se obtiene:

$$A = -27$$

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.99, se obtiene:

$$C = 617.17 \text{ mm}$$

Por consiguiente, la fuerza útil a la que está sometida la cadena en base a una potencia transmitida de 9 KW debe ser:

$$F_u = \frac{33000 P_d}{V} ; \quad \text{Ec. 2.101}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.101, se obtiene:

$$F_u = 10336.58 \text{ Lbf} = 45977 \text{ N}$$

La otra fuerza es la centrífuga de la cadena.

$$F_c = MV^2 ; \quad \text{Ec. 2.102}$$

En donde:

M: Masa unitaria (Kg/m) de la cadena seleccionada, 10 Kgf/m (Apéndice C1)

V: Velocidad de la Cadena

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.102, se obtiene:

$$F_c = 22.5 \text{ N}$$

$$F_T = F_u + F_c ; \quad \text{Ec. 2.103}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.103, se obtiene:

$$F_T = 46000 \text{ N}$$

Calculo de las componentes de la fuerza de tensión en la cadena:

$$F_Y = F_T \sin \alpha ; \quad \text{Ec. 2.104}$$

$$F_Z = F_T \cos \alpha ; \quad \text{Ec. 2.105}$$

Donde:

$$\alpha : \frac{180}{\pi} \times \left( \frac{D_{P2} - D_{P1}}{2 C} \right) ; \quad \text{Ec. 2.106}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.106, se obtiene:

$$\alpha = 26.95^\circ$$

Sustituyendo los valores numéricos para  $\alpha$  en la Ecuación 2.104 y 2.105, se obtiene:

$$F_Y = 20847.78 \text{ N}$$

$$F_Z = 41004.50 \text{ N}$$

La resistencia mínima a la tensión para una cadena ISO 32A-1 / ASA 160-1 se calculo y es 226800 N, entonces el factor de seguridad basado en esta característica es:

$$FS = \frac{\text{Carga de rotura teorica de la cadena}}{\text{Carga de rotura calculada de la cadena}} ; \quad \text{Ec. 2.107}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.107, se obtiene:

$$FS = 4.93$$

### **Comprobación de la Presión Máxima de la Cadena.**

Cuando se ponen en contacto dos cilindros (rodillo y Catarina), el área de contacto es un rectángulo angosto de ancho  $d$  y longitud  $l$ , siendo  $l$  la longitud de los cilindros, en este caso la distribución de presión que ejerce la cadena sobre el flanco del diente de la rueda es una curva elíptica cuyo valor máximo es:

$$P_{\max} = \frac{F_T}{d \times l} ; \quad \text{Ec. 2.108}$$

En donde:

$F_T$ : Fuerza Útil total

$d$ : Diámetro del Rodillo, 28.58 mm (Apéndice F1)

$l$ : Longitud, 31.55 mm (Apéndice F1)



Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.108, se obtiene:

$$P_{\max} = 51.34 \text{ Mpa}$$

De acuerdo con la teoría de Hertz el esfuerzo cortante máximo es:

$$P_{\max} = 0.3 P_{\max} ; \quad \text{Ec. 2.109}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.109, se obtiene:

$$P_{\max} = 15.40 \text{ MPa}$$

El valor de  $P_{\max}$  se lo encuentra en el Apéndice G1 de presiones máximas admisibles, con los valores de velocidad angular y paso de la cadena extrapolando, se obtiene:

$$P_{\max} (\text{teorico}) = 55 \text{ Mpa}$$

Por tanto la cadena seleccionada cumple con los requerimientos debido a:

$$51.34 \text{ MPa} \leq 55 \text{ Mpa}$$

### **Resumen de Datos del Impulsor de Cadena Simple de Rodillos:**

- ✓ Tipo de cadena = ISO 32A-1 / ASA 160-1.
- ✓ Paso = 50.8 mm.
- ✓ Longitud cadena = 2895.60 mm.
- ✓ Distancia central = 617.17 mm.
- ✓ Ruedas dentadas: tramo único, numero ASA 160-1, paso 50.8 mm.
- ✓ Piñón = 12 dientes,  $D_{P1} = 196.27 \text{ mm}$ .
- ✓ Catarina = 48 dientes,  $D_{P2} = 776.72 \text{ mm}$ .
- ✓ Relación de transmisión para cadena = 4.
- ✓ Se requiere lubricación tipo I (Lubricación manual).

### 2.2.2.1.27. Cálculo y Diseño del Árbol de Transmisión.

El árbol de transmisión será el encargado de transmitir la potencia al otro extremo sobre la rueda dentada (piñón) para poder elevar las cargas de los vehículos. La potencia llega a la flecha a través de una transmisión por cadena de rodillos y rueda dentada la cual transmite la potencia del motor.

Las cargas a las que está sometido el árbol son altas por lo que se utiliza un acero de aleación AISI / SAE 4340 para los apoyos en las chumaceras (rodamientos), en la parte del centro se selecciona un tubería sin costura (Line Pipe ASTM A 106 GRADO B), estos se unen a través de unas bridas soldadas al eje macizo, Tubería sin costura y empernadas entre ellas.

Las dimensiones de la flecha se muestran en la Figura 2.56. Se procederá a determinar los factores de seguridad asumiendo los diámetros en los puntos de interés. Los radios de chaflán para los rodamientos se seleccionan con un valor de 3 mm.

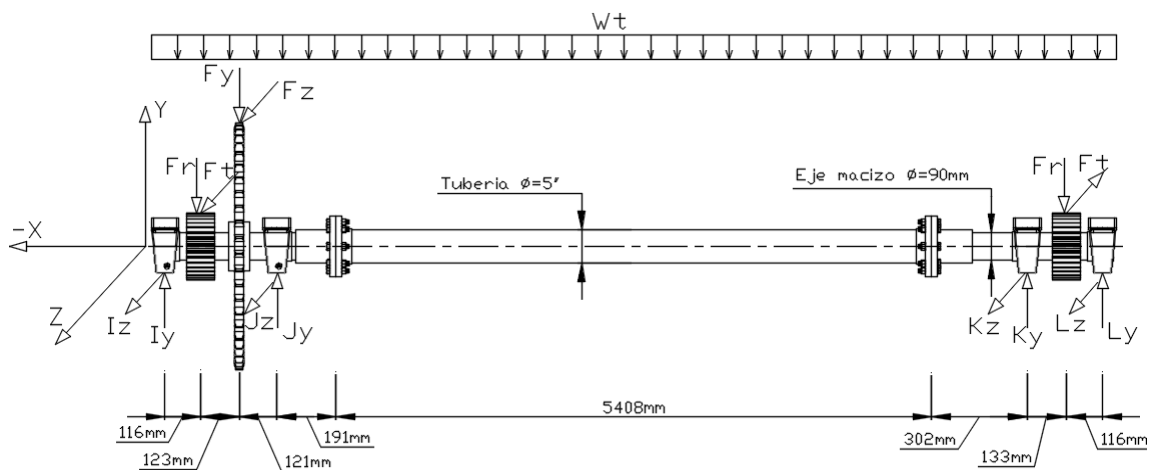


Figura 2.58 Diagrama del Árbol de Trasmisión.

Fuente: Elaboración Propia.

Se selecciona un eje macizo de  $\phi = 90\text{mm}$  (Apéndice V), Acero AISI / SAE 4340 con las siguientes propiedades:

$$F_{1y} = 725.20 \text{ MPa; Tabla 1.2 (AISI / SAE 4340)}$$

$$F_{1u} = 1029,00 \text{ MPa; Tabla 1.2 (AISI / SAE 4340)}$$

$$A_1 = 6.36 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_1 = 3.22 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_{p1} = 6.44 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$Q_1 = 1.22 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Se selecciona una tubería sin costura ASTM A 106 grado B,  $\phi = 5''$ , cedula 40. (Apéndice I1); con las siguientes propiedades:

$$F_{2y} = 245 \text{ MPa; Tabla 1.2}$$

$$F_{2u} = 415 \text{ MPa; Tabla 1.2}$$

$$A_2 = 2.77 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_2 = 6.31 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_{p2} = 1.26 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$Q_2 = 5.95 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Las cargas que se presenta en el árbol de transmisión son: propio peso del conjunto árbol de transmisión y la carga que transmite la cadena. Cabe recalcar que se utiliza el programa Solidworks para facilitar el cálculo de cargas muertas.

$$F_t = W_t = 32000 \text{ N}$$

$$F_r = F^t \tan 20^\circ ; \quad \text{Ec. 2.110}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.110, se obtiene:

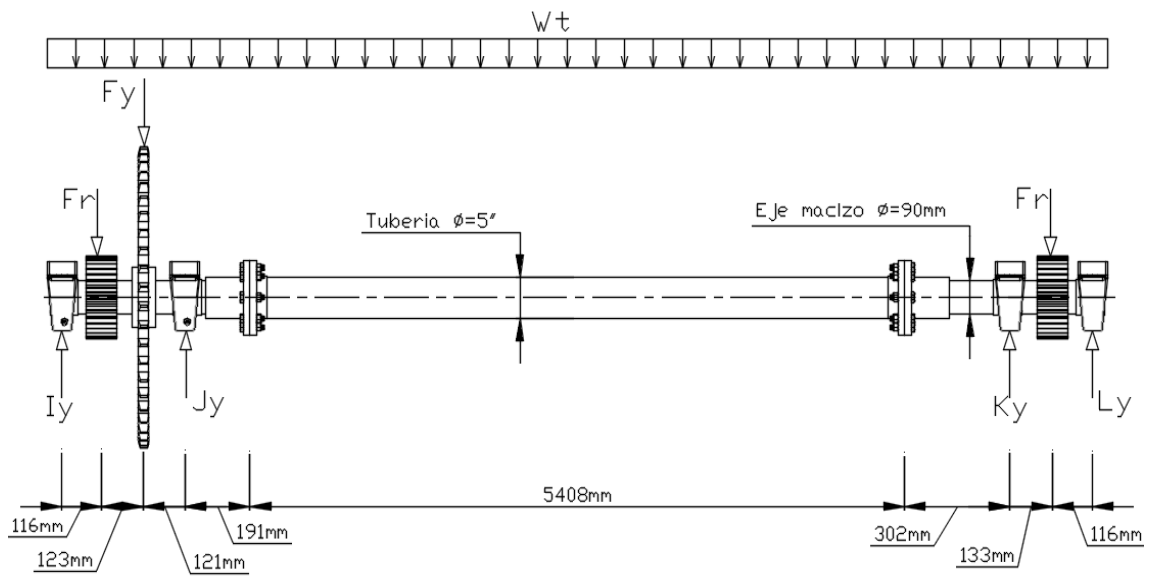
$$F_r = 11647.05 \text{ N}$$

$$F_T = \frac{F^t}{\cos 20^\circ} ; \quad \text{Ec. 2.111}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.110, se obtiene:

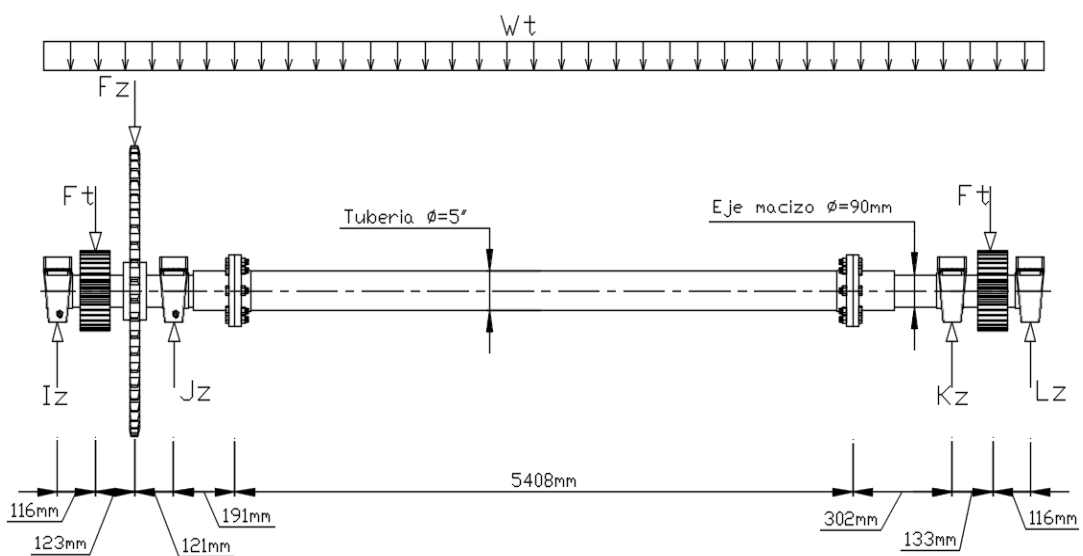
$$F_T = 34053.68 \text{ N}$$

Dado que los cojinetes tendrán una capacidad de desalineación aceptable, se admite que el eje es una viga simplemente apoyada, que las reacciones en los cojinetes son fuerzas concentradas. En la Figura 2.57 y 2.58 se realiza los diagramas de fuerzas en los diferentes planos. La carga distribuida por el propio peso del conjunto árbol de transmisión es  $W_T = 301.77 \text{ N/m}$ .



**Figura 2.59 Diagrama de Fuerzas en el Plano X-Y.**

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 2.60 Diagrama de Fuerzas en el Plano X-Z.**

Fuente: Elaboración Propia.

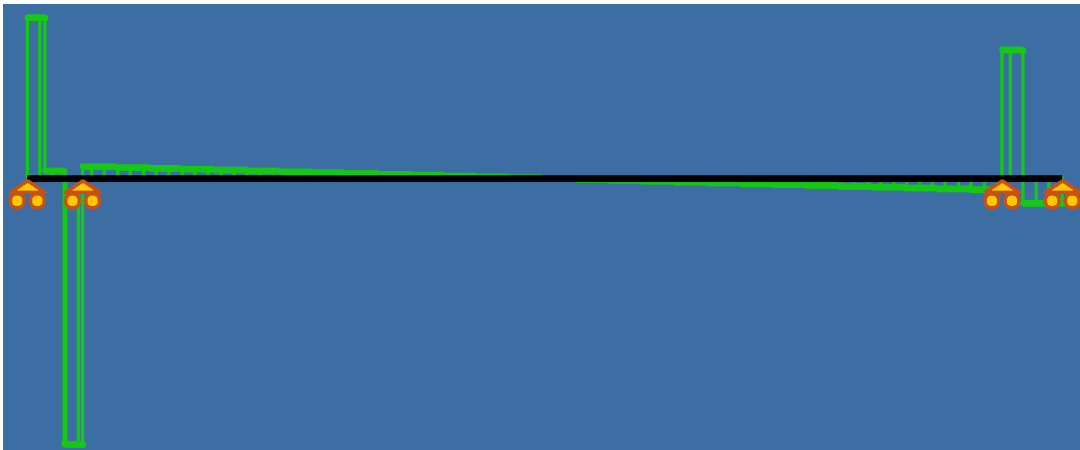
De las condiciones de equilibrio de la Figura 57 se obtienen las reacciones en las chumaceras respectivamente con la ayuda del software xvigas v0.02f, Donde se obtiene:

$$I_Y = 12288.06 \text{ N}$$

$$J_Y = 21227.25 \text{ N}$$

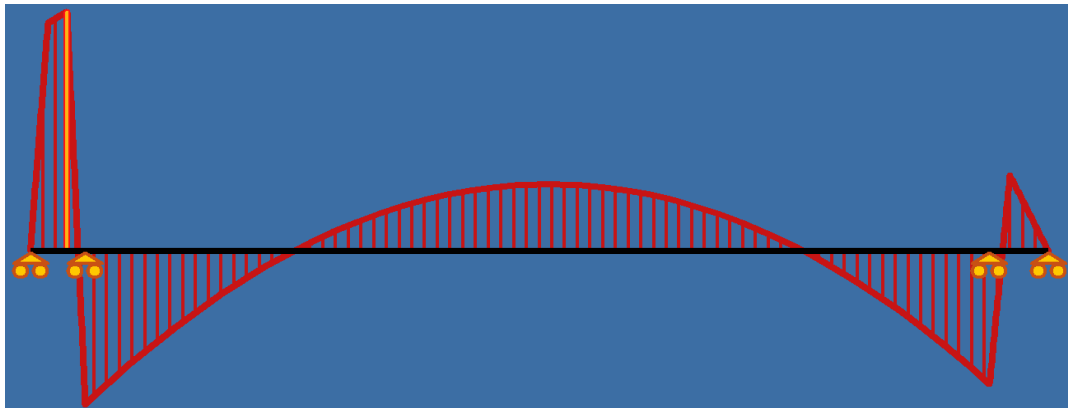
$$K_Y = 10701.18 \text{ N}$$

$$L_Y = 1930.10 \text{ N}$$



**Figura 2.61 Diagrama de Fuerzas Cortantes X-Y.**

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 2.62 Diagrama de Momento Flector X-Y.**

Fuente: Elaboración Propia.

De los diagramas en el plano X-Y, ver Figura 2.59. 2.60; se obtiene el valor mayor de los cortantes y momentos respectivamente:

$$V_{XY} = 20320 \text{ N}; \quad X = 0.360 \text{ m}$$

$$M_{XY} = 1495 \text{ N} \times \text{m}; \quad X = 0.239 \text{ m}$$

De las condiciones de equilibrio de la Figura 58 se obtienen las reacciones en las chumaceras respectivamente con la ayuda del software xvigas v0.02f, Donde se obtiene:

$$I_z = 32513.43 \text{ N}$$

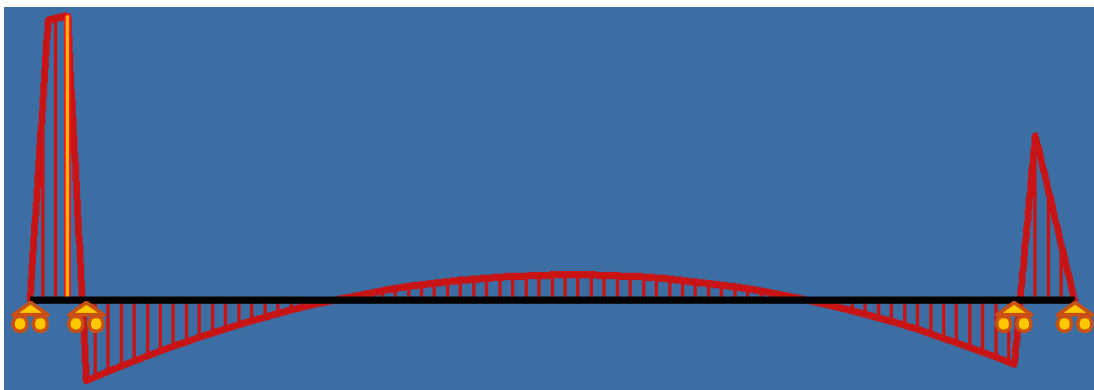
$$J_z = 41527.40 \text{ N}$$

$$K_z = 24031.65 \text{ N}$$

$$L_z = 8936.73 \text{ N}$$



**Figura 2.63** Diagrama de Fuerzas Cortantes X-Z.  
Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 2.64** Diagrama de Momento Flector X-Z.  
Fuente: Elaboración Propia.

De los diagramas en el plano X-Y, ver Figura 2.61. 2.62; se obtiene el valor mayor de los cortantes y momentos respectivamente:

$$V_{XZ} = 40600 \text{ N}; \quad X = 0.360 \text{ m}$$

$$M_{XZ} = 3826 \text{ N} \times \text{m}; \quad X = 0.239 \text{ m}$$

De los diagramas de momentos en el plano X-Y y en el plano X-Z se obtiene el valor mayor de los momentos el cual está en el punto 0.239m, donde estos se tienen que sumar vectorialmente.

$$M_T = \sqrt{M_{XY}^2 + M_{XZ}^2}; \quad \text{Ec. 2.112}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.112, se obtiene:

$$M_T = 4107.72 \text{ N} \times \text{m}$$

Para el tramo de la fecha solida el esfuerzo de flexión es:

$$\sigma_f = \frac{M r}{I_1}; \quad \text{Ec. 2.113}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.113, se obtiene:

$$\sigma_f = 57.40 \text{ MPa}$$

Para el esfuerzo por torsión tenemos:

$$\tau_f = \frac{T \times r}{I_{p1}}; \quad \text{Ec. 2.114}$$

En donde:

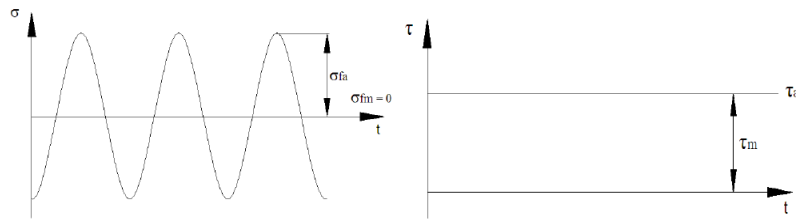
$$T: F_t \times D_{P2}; \quad \text{Ec. 2.115}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.115, se obtiene:

$$T = 35420 \text{ N} \times \text{m}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.114, se obtiene:

$$\tau_f = 247.5 \text{ MPa}$$



**Figura 2.65 Fluctuación de los Esfuerzos.**

Fuente: Elaboración Propia.

$$\sigma_{fa} = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}; \quad \text{Ec. 2.116}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.116, se obtiene:

$$\sigma_{fa} = 57.40 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{fm} = 0$$

#### **Esfuerzos Combinados por Von Mises H:**

$$\sigma_{eqa} = \sqrt{(\sigma_{fa} + \sigma_{aa})^2 + 3(\tau_{fa} + \tau_{ca})^2}; \quad \text{Ec. 2.117}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.117, se obtiene:

$$\sigma_{eqa} = 57.40 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqm} = \sqrt{(\sigma_{fm} + \sigma_{am})^2 + 3(\tau_{fm} + \tau_{cm})^2}; \quad \text{Ec. 2.118}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.118, se obtiene:

$$\sigma_{eqm} = 428.68 \text{ MPa}$$

Límite a la fatiga:

$$S_e = k_a \times k_b \times k_c \times k_d \times k_e \times k_f \times S_e'; \quad \text{Ec. 2.119}$$



En donde:

$$k_a: aS_{ut}^b ; \quad \text{Ec. 2.120}$$

Para una superficie laminado en caliente, Apéndice J1, Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.120, se obtiene:

$$k_a = 0.51$$

$$k_b = 1.51 d^{-0.157} ; \quad \text{Ec. 2.121}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.121, se obtiene:

$$k_b = 0.745$$

$$k_c = 0.59; \quad (\text{Torsión})$$

$$k_d = 1; \quad (\text{Temperatura ambiente})$$

$$k_e = 0.897; \quad (\text{confiabilidad del 90\%})$$

$$k_f = q(Kt - 1) + 1 ; \quad \text{Ec. 2.122}$$

En donde:

Con radio de filete de 3 mm, se conecta a un hombro de 110mm.

$$Kt: 1.27; \quad (\text{Apéndice J1})$$

$$q: 0.94; \quad (\text{Apéndice J1})$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.122, se obtiene:

$$k_f = 1.26$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.119, se obtiene:

$$S_e = 260.71 \text{ MPa}$$

Para la aplicación del criterio lineal de Goodman se tiene:

$$\frac{\sigma_{eq a}}{S_e} + \frac{\sigma_{eq m}}{S_y} = \frac{1}{n}; \quad \text{Ec. 2.123}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.123, y despejando el factor de seguridad  $n$  se obtiene:

$$n = 1.57$$

Para el caso del tramo central donde se acopla un árbol de transmisión hueco mediante bridas, se considera lo siguiente:

$$M_T = 4107.72 \text{ N} \times \text{m}$$

Para el tramo de la fecha hueca el esfuerzo de flexión se calcula mediante la Ecuación 2.113, sustituyendo los valores numéricos, se obtiene:

$$\sigma_f = 46.22 \text{ MPa}$$

Para el esfuerzo por torsión se calcula mediante la Ecuación 2.114, sustituyendo los valores numéricos, se obtiene:

$$\tau_f = 199.60 \text{ MPa}$$

Para el cálculo del esfuerzo a la fatiga finita se calcula mediante la Ecuación 2.116, sustituyendo los valores numéricos, se obtiene:

$$\sigma_{fa} = 46.22 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{fm} = 0$$

Esfuerzos Combinados por Von Mises  $H$  se calcula mediante la Ecuación 2.117 y 2.118, sustituyendo los valores numéricos, se obtiene:

$$\sigma_{eqa} = 46.22 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqm} = 345.72 \text{ MPa}$$

Para el cálculo del límite a la fatiga se utiliza la Ecuación 2.119, donde se considera los factores relacionados en el Apéndice J1 donde se obtiene:

$$k_a = 0.76$$

$$k_b = 1 \quad (\text{Flecha hueca})$$

$$k_c = 0.59; \quad (\text{Torsión})$$

$$k_d = 1; \quad (\text{Temperatura ambiente})$$

$$k_e = 0.897; \quad (\text{confiabilidad del 90\%})$$

$$k_f = 1.28$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.119, se obtiene:

$$S_e = 214 \text{ MPa}$$

Para la aplicación del criterio lineal de Goodman se utiliza la Ecuación 2.123, sustituyendo los valores numéricos, se obtiene:

$$n = 1.44$$

#### **2.2.2.1.28. Cálculo de la Chaveta y Chavetero para Árbol de Transmisión.**

Se seleccionara chaveteros longitudinales DIN 6885 tipo A utilizadas para la unión de arboles de transmisión sometidos a torsión, ver Apéndice K1.

Datos:

$$P = 8 \text{ Kw}$$

$$\omega_3 = 5.05 \text{ rpm} = 0.52 \text{ rad/s}$$

$$r_{arbol1} = 0.045 \text{ m}$$

$$P = F \times r_{eje} \times \omega ;$$

Ec. 2.124

Se despeja la fuerza de corte F, de la Ecuación 2.124 y se obtiene:

$$F = \frac{P}{r_{\text{arbol1}} \times \omega} ; \quad \text{Ec. 2.125}$$

En donde:

P: Potencia

$r_{\text{arbol1}}$ : Radio

$\omega$ : velocidad Angular

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.125, se obtiene:

$$F = 341000 \text{ N}$$

Análisis de la chaveta en corte:

$$\tau = \frac{P}{A_c} ; \quad \text{Ec. 2.126}$$

En donde:

Material para la chaveta, A36;  $F_u = 248 \text{ MPa}$

$$\tau_{\text{adm}} = 0.5 F_u ; \quad \text{Ec. 2.127}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.127, se obtiene:

$$\tau_{\text{adm}} = 124 \text{ MPa}$$

$L_1 = 70 \text{ mm}$ , con una longitud de chaveta de 70 mm será suficiente.

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.126, se obtiene:

$$\tau = 110.72 \text{ MPa}$$

$$124 \text{ MPa} \geq 110.72 \text{ MPa} \quad \therefore \quad \text{Si Cumple}$$

Análisis del chavetero en aplastamiento:

$$\sigma_{\text{aplas}} = \frac{F}{b_1 \times L_2} ; \quad \text{Ec. 2.128}$$

En donde:

Material Chavetero AISI 4340 del árbol de transmisión solido:  $F_u = 725.20 \text{ MPa}$ .

$$[\sigma_{\text{aplas}}]_{\text{adm}} = 0.9F_u ; \quad \text{Ec. 2.129}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.129, se obtiene:

$$[\sigma_{\text{aplas}}]_{\text{adm}} = 652.68 \text{ MPa}$$

$L_2 = 70 \text{ mm}$ , con una longitud de chaveta de 70 mm será suficiente.

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.128, se obtiene:

$$\sigma_{\text{aplas}} = 221.43 \text{ MPa}$$

$$652.68 \text{ MPa} \geq 221.43 \text{ MPa} \quad \therefore \text{ Si Cumple}$$

#### **2.2.2.1.29. Selección de Rodamientos y Chumaceras.**

##### **Árbol de Transmisión.**

La selección de rodamientos consiste en determinar básicamente el tipo, tamaño y horas de funcionamiento, para una determinada aplicación. Se procede a utilizar para la selección de rodamientos el CATÁLOGO GENERAL NTN. Detectando cada una de las características para los diferentes tipos de rodamientos, así como el aspecto económico y disposición de cargas que son exclusivamente radiales se determina como más adecuado el Rodamiento rígido de bolas ver Apendice L1. Partiendo de las cargas que actúan en los

apoyos del arbol de transmision, se concluye que el rodamiento en la posicion J es el más crítico.

Datos:

$$\phi_1 = 90 \text{ mm}$$

$$\omega_3 = 5.05 \text{ rpm} = 0.52 \text{ rad/s}$$

$$J_Y = 21227.25 \text{ N}; \quad J_Z = 41527.40 \text{ N}$$

$$J = \sqrt{J_Y^2 + J_Z^2}; \quad \text{Ec. 2.130}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.130, se obtiene:

$$J = 46638.20 \text{ N}$$

$$R_J = J \times \mu; \quad \text{Ec. 2.131}$$

En donde

$\mu$ : 0.1; Para acero – acero lubricado

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.130, se obtiene:

$$R_J = 4663.82 \text{ N}$$

$$F_r = \sqrt{J^2 + R_J^2}; \quad \text{Ec. 2.132}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.132, se obtiene:

$$F_r = 46870.81 \text{ N}$$

Carga radial equivalente:

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a; \quad \text{Ec. 2.133}$$

En donde:

$F_a: 0$

$X_o: 1,$  (Factor radial)

$Y_o: 1,$  (Factor de empuje)

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.133, se obtiene:

$$P_o = 46870.81 \text{ N}$$

Capacidad básica de carga dinámica requerida:

$$C_R = \frac{f_L}{f_n} F_r ; \quad \text{Ec. 2.133}$$

En donde:

$L_h: 10000 \text{ h,}$  como vida suficiente.

Factor de velocidad ver Apéndice M1:

$$f_n = (0.03 \omega)^{-3/10} ; \quad \text{Ec. 2.134}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.134, se obtiene:

$$f_n = 1.76$$

Factor de esfuerzo dinámico:

$$f_L = \sqrt[\text{P}]{\frac{L_h}{500}} ; \quad \text{Ec. 2.135}$$

En donde:

$P: 3;$  (Para rodamientos de bolas)

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.135, se obtiene:

$$f_L = 2.71$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.133, se obtiene:

$$C_r = 72170.39 \text{ N}$$

Capacidad básica de carga estática requerida:

$$C_o = f_w P_o ; \quad \text{Ec. 2.136}$$

En donde:

Factor de carga estática ver Apéndice N1:

$f_w = 1.2$ ; (Funcionamiento normal tipo elevacion de carga)

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.136, se obtiene:

$$C_o = 56245 \text{ N}$$

Con los valores de  $C_R$  y  $C_o$ , se selecciona en el catálogo NTN ver Apéndice O1 un rodamiento que cumpla con dichos requerimientos; **Rodamiento de bolas serie WPSH - 315 - RRC, collarín numero CH - 307** cuyas características son:

$$d = 90 \text{ mm}$$

$$C_r = 113420 \text{ N}$$

$$C_o = 76960 \text{ N}$$

Vida real del rodamiento seleccionado se calcula con la ecuación 2.135 y despejando  $L_h$ , se tiene:

$$L_h = 500 \times f_L^P ; \quad \text{Ec. 2.137}$$



Posteriormente al paso anterior se tiene que encontrar el factor de esfuerzo dinámico  $f_L$ , en donde:

$$f_L = \frac{f_n C_r}{F_r} ; \quad \text{Ec. 2.138}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.137, se obtiene:

$$f_L = 4.25$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.137, se obtiene:

$$L_h = 38382.81 \text{ Horas}$$

- ✓ Se tiene que cambiar los rodamientos aproximadamente cada 4 años con 4 meses.

Con el rodamiento seleccionado se procede a seleccionar el soporte o chumacera, con el diámetro interno de los rodamientos se procede a seleccionar en el catalogo Apéndice P1 una **chumacera tipo silleta NTN PWRH - 3 15/16 - RS**. EL rodamiento equivalente que se dispone y el tipo de soporte o chumacera es:  $C_r = 142610 \text{ N}$ ;  $C_o = 107230 \text{ N}$  Soporte que trabaja a Servicio Normal de funcionamiento.

### **Selección de Rodamiento para Plataforma.**

Partiendo de las cargas que actúan en los 2 apoyos G, H del palet elevador, se concluye que el rodamiento G, H ambos son los más crítico considerando la maxima carga del vehiculo y ubicado en el centro.

Datos:

$$\phi_1 = 50 \text{ mm}$$

$$G = H = 22390.14 \text{ N}$$

$$R_G = G \times \mu ; \quad \text{Ec. 2.139}$$

En donde

$\mu$ : 0.1; Para acero – acero lubricado

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.139, se obtiene:

$$R_G = 2239 \text{ N}$$

$$F_r = \sqrt{G^2 + R_G^2} ; \quad \text{Ec. 2.140}$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.140, se obtiene:

$$F_r = 22501.80 \text{ N}$$

Carga radial equivalente se calcula con la ecuación 2.133 ya antes plantea, y considerando los factores radiales y de empuje. Sustituyendo los valores numéricos, se obtiene:

$$F_a = 0$$

$$X_o = 1, \quad (\text{Factor radial})$$

$$Y_o = 1, \quad (\text{Factor de empuje})$$

$$P_o = 22501.80 \text{ N}$$

Capacidad básica de carga dinámica requerida se calcula con la ecuación 2.133 y el factor de velocidad se lo obtiene con la ecuación 2.134. Remplazando los valores numéricos se obtiene:

$L_h = 10000 \text{ h}$ , como vida suficiente.

$$f_n = 1.76$$

Factor de esfuerzo dinámico se calcula con la ayuda de la ecuación 2.135, reemplazando los valores numéricos, se obtiene:

$P = 3$ ; (Para rodamientos de bolas)

$$f_L = 2.71$$

Sustituyendo los valores numéricos en la Ecuación 2.133, se obtiene:

$$C_r = 34648 \text{ N}$$

Capacidad básica de carga estática requerida se calcula utilizando la ecuación 2.136, considerando el factor de carga estática  $f_w = 1.2$  ver Apéndice N1. Reemplazando los valores numéricos, se obtiene:

$$C_o = 27002 \text{ N}$$

Con los valores de  $C_r$  y  $C_o$ , se selecciona en el catálogo NTN ver Apéndice Q1 un rodamiento que cumpla con dichos requerimientos; **Rodamiento de bolas código NPS - 115 - RR2C, alojamiento numero F - 90 - R, collarín numero C - 115 - 2** cuyas características son:

$$d = 50 \text{ mm}$$

$$C_r = 39520 \text{ N}$$

$$C_o = 33470 \text{ N}$$

$$f_o = 13.2$$

Vida real del rodamiento seleccionado se calcula con la ecuación 2.137, Posteriormente al paso anterior se tiene que encontrar el factor de esfuerzo dinámico  $f_L$  con la ecuación 2.138, reemplazando los valores numéricos, se obtiene:

$$f_L = 3.09$$

$$L_h = 14752 \text{ Horas}$$

- ✓ Se tiene que cambiar los rodamientos aproximadamente cada 1 año con 8 meses.

Con el rodamiento seleccionado se procede a seleccionar el soporte o chumacera, con el diámetro interno de los rodamientos se procede a seleccionar en el catalogo, ver Apéndice R1 una **chumacera tipo brida cuadrada NTN FNR - 2 - 2R**. EL rodamiento equivalente que se dispone y el tipo de soporte o chumacera es:  $C_r = 35070 \text{ N}$ ;  $C_o = 28180 \text{ N}$  Soporte que trabaja a Servicio Normal de funcionamiento.

#### 2.2.2.1.30. Análisis y Selección de Brida para Acople Árbol de Transmisión.

Se calcula el par nominal a transmitir en función de la potencia nominal a transmitir y de la velocidad de rotación. Este es el factor principal de dimensionamiento.

Datos:

$$P = 12.43 \text{ HP} = 9 \text{ KW}$$

$$\omega_3 = 5.05 \text{ rpm} = 0.52 \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{746 \times P}{\omega_3} ; \quad \text{Ec. 2.141}$$

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.141, se obtiene:

$$T = 17832.27 \text{ N m}$$

El factor de carga se determina mediante la siguiente ecuación, donde los coeficientes de seguridad se seleccionan según la tabla del Apéndice S1.

La elección de un acoplamiento con el tamaño correcto es muy importante, para hacerlo es necesario conocer no sólo la potencia y velocidades requeridas, sino

también la severidad del servicio que debe absorber, es decir, es necesario aplicar un factor de corrección o de servicio.

En la determinación del par nominal del acoplamiento, hay que tener en cuenta:

- ✓ Las irregularidades del par debidas a los diferentes tipos de máquinas motrices y receptoras ( $K_1 = 1.7$ ), ver Apéndice S1
- ✓ Las frecuencias de arranque ( $K_2 = 1.05$ ). [máximo 10 arranques por hora].
- ✓ El número de horas de funcionamiento por día ( $K_3 = 1$ ). [de 2 a 8 horas de funcionamiento diario].

Coefficiente de seguridad o factor de carga.

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 ; \quad \text{Ec. 2.142}$$

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.142, se obtiene:

$$K = 1.785$$

Par nominal corregido del acoplamiento.

$$T_o = T \times K ; \quad \text{Ec. 2.143}$$

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.143, se obtiene:

$$T_o = 31830.60 \text{ N} \times \text{m}$$

Se selecciona un acoplamiento del catálogo para bridas del Apéndice T1, es una **brida forjada ASTM A105  $\varnothing = 5$  pulg clase 300 con asiento para soldar y cara resaltada**, la cual se la utiliza para casos con temperaturas elevadas.

### Comprobación del Diámetro de los Pernos de la Brida.

Se necesita que los dos tramos del árbol de transmisión (sólido y tubería) sea lo más posible fijas entre ellas, se asigna un acople rígido tipo brida empernada ya que estos son diseñados para unir en forma apretada, de manera que no sea posible que se genere movimiento relativo entre ellos, se unen mediante una serie de pernos. La brida seleccionada en el catalogo tiene por asignación agujeros de  $\phi_B = 22.2$  mm; donde se utiliza 8 pernos estructurales  $\phi_P = 20$  mm estos pernos están ubicados a un diámetro nominal  $\phi_{BP} = 235$  mm.

El par torsional  $\tau_f = 247.5$  MPa del árbol de transmisión somete a los pernos al corte. Este tiene mayor par torsional, para fuerzas fluctuantes y axiales. La fuerza cortante total sobre los pernos depende del radio del círculo de pernos, y el par torsional T. esto es:

$$F = \frac{T}{\phi_{BP}/2} = \frac{2 T}{\phi_{BP}} ; \quad \text{Ec. 2.144}$$

$$\tau = \frac{F}{A_s} = \frac{F}{N(\pi \phi_P^2/4)} = \frac{2 T_o}{\phi_{BP} \times N(\pi \phi_P^2/4)} ; \quad \text{Ec. 2.145}$$

Despejando  $\phi_P$  de la Ecuación 2.145, se obtiene:

$$\phi_P = \sqrt{\frac{8 T_o}{\phi_{BP} \times N \times \pi \times \tau_f}} ; \quad \text{Ec. 2.146}$$

En donde:

$\tau_f$ : 247.5 MPa

N: 8 pernos

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.146, se obtiene:

$$\phi_P = 0.0132 \text{ m} \approx 14 \text{ mm}$$

Por condiciones geométricas del agujero en la brida se tiene que utilizar **perno estructural  $\phi_P = 3/4"$  ASTM A325.**

### 2.2.2.1.31. Selección de Rueda Industrial Guía para el Contraladeo del Palet.

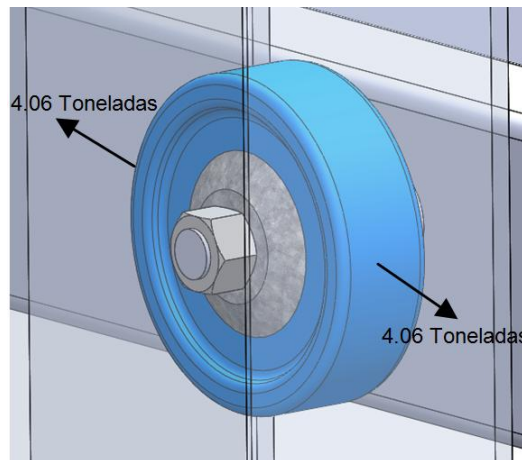


Figura 2.66 Rueda Industrial de Poliamida.

Fuente: Elaboración Propia.

La rueda industrial tiene la función de estabilizar el palet lateralmente, cabe recalcar que se utiliza el software SolidWorks para calcular el peso total del palet, las cargas involucradas para la selección se establece de la siguiente manera:

$$F_{\text{Total}} = \text{carga del vehículo} + \text{peso propio del palet}; \quad \text{Ec. 2.147}$$

En donde:

carga del vehiculo: 3000 Kgf

peso propio del palet: 1060.84 Kgf

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.147, se obtiene:

$$F_{\text{Total}} = 4.05 \text{ Toneladas}$$

Teniendo la carga total para la rueda industrial se procede a seleccionar mediante el catálogo de Gayner; Catalogo de Ruedas y Rodantes Industriales en el Apéndice U1, los cual establece ruedas para los diferentes servicios que está presente. La rueda seleccionada es de material **Poliamida extrusionada con el código de referencia 14 - 66 (200POB8)**.

### **2.2.2.1.32. Cálculo de Recubrimiento (Pintura).**

La unión de los diversos materiales mediante el proceso de soldadura, forman los componentes estructurales como (Vigas, columnas, placa base, etc.), se requiere que los elementos sean recubiertos con algún componente que impida la corrosión del material, ya que el acero estructural ASTM A-572 grado 50 es vulnerable a presentar oxidación si se encuentra expuesto al aire libre y por ende presentar algún tipo de corrosión, por ello es recomendable usar algún recubrimiento de pintura anticorrosiva.

#### **Preparación de la Superficie.**

La preparación adecuada de la superficie es esencial para el éxito de cualquier sistema de revestimiento protector (pintura), es la eliminación de la cascarilla de laminación, la herrumbre en el acero, suciedad, grasa, aceite y la materia extraña. El rendimiento de cualquier revestimiento de pintura depende directamente de la preparación correcta y completa de la superficie antes del revestimiento. El sistema de revestimiento más caro y tecnológicamente avanzado fallará si la preparación de la superficie es incorrecta o incompleta.

#### **Selección del Sistema de Pintura.**

El sistema de pintura que se utiliza se lo realiza de acuerdo a la especificación y recomendaciones del Steel Structures paint Council (SSPC) bajo ciertas condiciones de exposición de la estructura metálica. La selección del sistema de pintura se lo realiza de acuerdo a la tabla de la SSPC, de la cual se elige un número de sistema de pintura SSPC-PS 1.05 (Sistema de pintura de base de aceite con aceite de resina y alkyd primer para Tiempos Expuestos, cepillo metálico o grata) para la cual no hay condensación, humos químicos, goteos de salmuera y demás condiciones en extremo corrosivas, para este caso se requiere los 3 tipos de limpieza de la superficie estos son: manual, química y mecánica con un espesor de capa de pintura de 3 milésimas de pulgada que equivale a 76.2 micras.



### **Limpieza Manual (SSPC-SP-2).**

Este método utiliza herramientas manuales para eliminar impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes que puedan ser removidos con el solo esfuerzo humano.

### **Limpieza con Solventes (SSPC-SP-1).**

Está basado en la utilización de productos tales como: vapor de agua soluciones alcalinas, emulsiones jabonosas, detergentes y solventes orgánicos. Mediante este método son removidos la mayoría de los contaminantes como: grasa, aceite, polvo y sales solubles en el agente limpiador. La solución limpiadora es aplicada suavemente, seguida de un lavado con agua natural y secado con equipo de vacío o simplemente utilizando aire seco.

### **Limpieza Mecánica (SSPC-SP-3).**

La limpieza mecánica, es un método que utiliza herramienta eléctrica o neumática, para eliminar impurezas tales como: residuos de soldadura oxidación, pintura envejecida y otros incrustantes que pueden ser removidos con estas herramientas. A través de este método, generalmente no es posible desprender completamente todas las incrustaciones.

### **Cantidad Requerida de Pintura.**

Generalmente cuando necesitamos pintar una estructura metálica, debemos comprar 3 tipos de productos, un convertidor de óxido, un anticorrosivo y una pintura de terminación. En el Apéndice V1 tenemos la ficha técnica de una pintura Triple Acción Metal de Sherwin Williams, para interior y exterior, la cual reúne estos 3 productos en uno sólo, ahorrando tiempo y dinero.

Teóricamente el rendimiento de esta pintura es de 40 m<sup>2</sup>/gl de superficie con una película de 25.4 milésimas de milímetro de espesor, estando húmeda.

El espesor seco se determina por el contenido sólido (no volátil) de la pintura, el cual nos indican la ficha técnica de la pintura. Si se usa dicho recubrimiento

tiene un porcentaje de sólidos del 48%, es decir que el régimen de extendido de la pintura será de  $40 \times 0.48 = 19.20 \text{ m}^2/\text{gl}$  con el mismo espesor de capa de pintura. El área total de la superficie a recubrir con pintura se lo obtiene mediante el programa SolidWorks 2016 o calculando las aéreas del listado de materiales y esta nos da un valor de  $950.66 \text{ m}^2$  y con 3 capas de pintura se necesita un total de:

$$\text{Pintura} = \frac{950.66 \text{ m}^2}{19.20 \text{ m}^2/\text{gl}}$$

$$\text{Pintura} = 49.52 \text{ gl (25.4 micras)}$$

$$\text{Pintura} = 49.52 \text{ gl} \times 3 \text{ capas}$$

$$\text{Pintura Total} = 148.56 \text{ gl} \approx 30 \text{ Canecas}$$

Para tener una referencia de la cantidad de la pintura seleccionada por kg de acero tenemos:

$$\text{gl/kg} = \frac{148.56 \text{ gl}}{26735.91 \text{ Kg}}$$

$$\mathbf{0.0055 \text{ gl/kg}}$$

El diluyente para la pintura se selecciona gasolina, en la especificación de la ficha técnica de la pintura se considera un 10% de diluyente, y un 5% para la limpieza de la superficie con lo que tenemos:

$$\text{Gasolina Total} = 148.56 \text{ gl} \times 0.15\% ;$$

Ec. 2.148

$$\text{Gasolina Total} \approx 23 \text{ gl}$$

## CAPÍTULO 3

### 3. RESULTADOS.

El estacionamiento vertical rotatorio tipo carrusel es un sistema único de estacionamiento mecánico automatizado, está diseñado para permitir hasta un máximo de 10 coches (Sedan) o 10 camionetas (Suv's) para ser aparcado con facilidad y seguridad, en el área física necesaria para aparcar 2 coches.

Es fácil de operar con el aparcamiento del conductor y dejando el vehículo en el sistema a nivel del suelo. Una vez que el conductor abandona la zona de seguridad incorporado el vehículo está se estaciona automáticamente por el sistema de rotación para levantar el coche aparcado fuera de la posición central inferior. Esto deja un espacio de estacionamiento vacío disponible a nivel del suelo, para el próximo coche que necesite ser estacionado.

El coche aparcado es fácilmente recuperado pulsando el botón correspondiente al número de la posición relevante del coche que está estacionado en cada palet. Esto hace que el vehículo requerido para girar hacia abajo al nivel del suelo listo para que el conductor pueda entrar en la zona de seguridad y revertir el coche fuera del sistema.

Se ha elaborado una tabla donde se resumen la mayoría de los componentes finales que conforman el dispositivo, teniendo en consideración los parámetros establecidos inicialmente y la selección de la materia prima existente en el mercado nacional.

**Tabla 3.1 Resumen de los Componentes que Conforman el Estacionamiento Vertical Rotatorio tipo Carrusel.**

Capacidad por unidad	10 Vehículos con un espacio físico de 35,88 m <sup>2</sup>			
Tipo y Método de Aparcamiento	Rotación vertical tipo carrusel			
Tipo de Estructura	Tubular, I, plegados en frío			
Tipo de Anclajes	Varillas lisas con Tuercas			
Tipo de Eslabones	Binarios y Ternarios			
Dimensiones del Equipo	6.42x5.18x14.40 m			
Dimensiones del Pallet	6.16x2.44x2.04 m			
Dimensiones del automóvil que puede alojarse	Largo	Ancho	Altura	Peso
	5,2 m	2,10 m	1,6 m / 1,9 m	hasta 3000 Kgf
Capacidad Total de Elevación	30 Toneladas			
Sistema de transmisión	Motor a conducir	9 Kw x 4 polos & Freno DC		
	Velocidad de rotación	4,8 m/min		
	Tipo de transmisión de movimiento	Rotación vertical por cadena y piñón, engranes		
Obra electrónica	Tipo de control	PLC (básico)		
	Método de control	Pulsador (básico) y la tarjeta de IC		
	Fuente de alimentación	380V / 60Hz 3 Fase 5 Cables (personalizado de acuerdo a la demanda del usuario)		
Obra civil	Tipo de cimentación	Re plantillo, Plinto, dado, riostras y placa de anclaje fija		
Dispositivos de seguridad	Sistema de emergencia			
	Dispositivo limitador			
	Dispositivo de alarma para evitar que las personas o vehículos entren cuando la máquina esté en funcionamiento			
	Sistema de auto bloqueo			
	Anti caída del sistema			
	Valla			
Tipo de garantía	10 años para la estructura y 12 meses para las piezas claves eléctricas			

**Fuente: Elaboración Propia.**

### **3.1. Cálculo del Presupuesto de Obra.**

El análisis de costos que se presenta se deberán adaptarse, al momento de su utilización, a los diferentes tipos de obra y a las características de cada una de ellas teniendo en consideración aspectos tales como: Costos de materiales, mano de obra, herramientas y equipos a utilizar, transporte, lugar y tiempo de ejecución entre otros. Para satisfacer el objetivo anteriormente mencionado y llegar al costo total, se divide en 4 fases principales:

- ✓ Obra Mecánica
- ✓ Obra Civil
- ✓ Obra Electrónica
- ✓ Equipos Operacionales

#### **3.1.1. Obra Mecánica.**

Los principales costos que intervienen en una obra mecánica son los siguientes:

- ✓ Costos Directos
- ✓ Costos indirectos

##### **3.1.1.1. Costos Directos.**

En el análisis de costos directos se toman en cuenta los gastos de los recursos como materiales, mano de obra, equipos o maquinarias utilizadas y transporte, los mismos que se detallan en los literales siguientes:

###### **3.1.1.1.1. Costeo de Materiales y Accesorios Normalizados.**

Al concluir el análisis y diseño mecánico de las partes que constituirán la máquina se tiene como fin elaborar un listado de materiales y accesorios necesarios para su construcción, en las tablas 15, 16 se detallan las cantidades y su costo referenciado por las empresas Ipac, Ferro torre, Dipac e Ivan Bohman c.a. Los valores que se indican son precios referenciales a la fecha de término del presente proyecto, esta cotización no se recomienda considerarse como un costo definitivo de los materiales y accesorios.

**Tabla 3.2 Costos de Materiales:**

Ítem	Descripción	Cantidad (u)	Peso Unitario (Kg)	Peso Total (Kg)	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
1	Flejes 120x6000x6 mm Gr.50	18,00	33,92	610,56	34,94	628,88
2	Flejes 138x6000x4 mm Gr.50	18,00	25,99	467,82	26,77	481,85
3	Ang. Dob. 50x50x4 mm	4,00	17,64	70,56	15,88	63,50
4	PL. 1800x6000x4 mm Gr.50	7,00	339,12	2.373,84	400,16	2.801,13
5	Flejes 200x6000x4 mm Gr.50	27,00	37,68	1.017,36	38,81	1.047,88
6	Flejes 100x6000x4 mm Gr.50	7,00	18,84	131,88	19,41	135,84
7	Flejes 300x6000x6 mm Gr.50	28,00	84,78	2.373,84	87,32	2.445,06
8	Flejes 120x6000x4 mm Gr.50	3,00	22,61	67,83	23,29	69,86
9	Platinas 60x6000x6 mm	7,00	16,96	118,72	21,20	148,40
10	Tub. Cuad. 100x100x3 mm	3,00	55,02	165,06	57,77	173,31
11	Tub.Rect.100x50x6000x3 mm	3,00	40,26	120,78	46,70	140,10
12	Flejes 130x6000x3 mm Gr.50	2,00	18,37	36,74	18,92	37,84
13	Flejes 120x6000x8 mm Gr.50	2,00	45,22	90,44	46,58	93,15
14	Flejes 100x6000x8 mm Gr.50	16,00	37,68	602,88	38,81	620,97
15	G 150x50x20x4x6000 mm	30,00	49,68	1.490,40	48,19	1.445,69
16	Platinas 40x4mm.x6000	13,00	7,54	98,02	9,43	122,53
17	Flejes 300x6000x6 mm Gr.50	5,00	84,78	423,90	87,32	436,62
18	Tub. Red. Ø 3".x6000 e=4	15,00	44,09	661,35	51,14	767,17
19	Ejes Sol. Ø 1-1/4".x6000mm AISI 1018	1,00	37,29	37,29	186,45	186,45
20	Ejes Sol. Ø 60.x6000mm AISI 4340	1,00	133,17	133,17	665,85	665,85
21	U 200x100x8mmx6000 Gr.50	11,00	143,46	1.578,06	129,11	1.420,25
22	Platinas 50x6000x6 mm	8,00	14,13	113,04	17,66	141,30
23	Flejes 400x6000x20 mm Gr.50	1,00	376,80	376,80	388,10	388,10
24	Flejes 220x6000x12 mm Gr.50	20,00	124,35	2.487,00	128,08	2.561,61
25	Flejes 500x6000x20 mm Gr.50	1,00	471,00	471,00	485,13	485,13
26	Ejes Sol. Ø 38.x6000mm AISI 4340	2,00	53,41	106,82	80,12	160,23

27	Flejes 200x6000x8 mm Gr.50	8,00	75,36	602,88	77,62	620,97	
28	Tub.Rect.200x100x6000 x4 mm	4,00	110,46	441,84	128,13	512,53	
29	Flejes 220x6000x8 mm Gr.50	2,00	82,89	165,78	85,38	170,75	
30	Flejes 200x6000x6 mm Gr.50	1,00	56,52	56,52	58,22	58,22	
31	Tub. Cuad. 100x100x4 mm	15,00	72,78	1.091,70	76,42	1.146,29	
32	Flejes 250x6000x20 mm Gr.50	1,00	235,50	235,50	242,57	242,57	
33	PL. 2500x6000x30mm Gr.50	1,00	3.532,50	3.532,50	4.168,3 5	4.168,35	
34	UPN 120x6000 Gr.50	21,00	80,40	1.688,40	100,50	2.110,50	
35	Tub. Cuad. 75x75x4 mm	4,00	54,64	218,56	57,37	229,49	
36	Flejes 400x6000x6 mm Gr.50	2,00	75,36	150,72	77,62	155,24	
37	U 150x80x6mmx6000	3,00	83,64	250,92	75,28	225,83	
38	Flejes 120x6000x12 mm Gr.50	7,00	67,82	474,74	69,85	488,98	
39	Ejes Sol. Ø 32.x6000mm AISI 4340	3,00	37,88	113,64	189,40	568,20	
40	Tub. Red. Ø 6".x6000 e=5	1,00	109,08	109,08	126,53	126,53	
41	Tub. Red. Ø 5".x6000 e=4	4,00	72,78	291,12	84,42	337,70	
42	Flejes 380x6000x8 mm Gr.50	1,00	143,18	143,18	147,48	147,48	
43	Tubería. Ø5".x6000 cedula 40	1,00	130,68	130,68	151,59	151,59	
44	Ejes Sol. Ø 90.x1200mm AISI 4340	1,00	59,93	59,93	299,65	299,65	
45	Ejes Sol. Ø 120.x1000mm AISI 4340	1,00	88,78	88,78	443,90	443,90	
46	G 125x50x15x2x6000 mm	9,00	22,80	205,20	22,12	199,04	
47	Varilla corrugada Ø12 x 12000 mm	4,00	10,66	42,64	13,33	53,30	
48	Angulo Laminado; AL 60x8	1,00	42,54	42,54	53,18	53,18	
49	PL. 1220x2440x8mm Gr.50	2,00	186,95	373,90	220,60	441,20	
				<b>Total Kg.</b>	<b>26.735,91</b>	<b>Neto</b>	<b>30.620,18</b>

Fuente: Ipac, Ferrotorre, Dipac, Ivan Bohman c.a.

**Tabla 3.3 Costos de Accesorios Normalizados:**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (u)</b>	<b>Precio Unitario (\$)</b>	<b>Precio Total (\$)</b>
1	Chumacera tipo silleta NTN PWRH - 3 15/16" - RS; Rodamiento de bolas NTN serie WPSH - 315 - RRC, collarín numero CH - 307	4,00	85,20	340,80
2	Perno+tuerca+2 anillos planos + anillo de presión M22x80 mm (ASTM A325)	8,00	5,98	47,84
3	Chumacera tipo brida cuadrada NTN FNR - 2" - 2R; Rodamiento de bolas código NPS - 115 - RR2C, alojamiento numero F - 90 - R, collarín numero C - 115 - 2	20,00	63,50	1.270,00
4	Pernos avellanados +Tuerca abridada M16x70 mm	80,00	2,14	171,20
5	Bridas Forjadas con asiento para soldar SW Serie 300, Ø 5" ; Cedula 40	4,00	168,00	672,00
6	Pernos + Tuerca + 2 anillos planos + anillo presión M14x80mm (ASTM A325)	16,00	6,88	110,08
7	Motor Reductor cónico helicoidal SIEMENS MOTOX 12HP, K.148-LA160MB4	1,00	2.480,00	2.480,00
8	Cadena ISO 32A-1 / ASA 160-1; Paso 2"; Longitud 3000 mm	1,00	145,00	145,00
9	Piñón, N=12 dientes; Paso 2"; Di=90mm	1,00	73,50	73,50
10	Catarina, N=48 dientes; Paso 2"; Di=90mm	1,00	295,78	295,78
11	Rueda Dentada (Piñón); Dp=210mm, N=35, b=100mm, Di=90mm	2,00	280,00	560,00
12	Rueda Dentada (Engrane); Dp=1050mm, N=175, b=100mm, Di=900mm	2,00	480,00	960,00
13	Chaveteros AISI / SAE 4340; 28x44x70mm	4,00	4,68	18,72
14	Pernos + Tuerca + 2 anillos planos + anillo presión M14x40mm (ASTM A325)	360,00	1,99	716,40
15	Pernos + Tuerca + 2 anillos planos + anillo presión M12x30mm (ASTM A325)	140,00	1,63	228,20
16	Pernos + Tuerca + 2 anillos planos + anillo presión M14x50mm (ASTM A325)	460,00	2,20	1.012,00



17	Rueda Industrial de Poliamida Fundida grandes cargas; diámetro externo 120mm, diámetro interno 3/4"	40,00	28,00	1.120,00
18	Tensores Green Pin® Horquilla - Horquilla con bulón y tuerca de seguridad	16,00	47,97	767,52
19	Tuerca + anillo planos + anillo presión. M16	56,00	0,50	28,00
20	Tuerca abridada + anillo plano. M38 (ASTM A325)	32,00	7,28	232,96
21	Pernos + Tuerca + 2 anillos planos + anillo presión M20x80mm (ASTM A325)	56,00	4,64	259,84
22	Pernos + Tuerca abridada + 2 anillos planos + anillo presión M30x120mm (ASTM A325)	12,00	16,84	202,08
23	Pernos + Tuerca larga M32x150mm (ASTM A325)	6,00	19,88	119,28
24	Pernos + Tuerca + 2 anillos planos + anillo presión M16x40mm (ASTM A325)	18,00	2,41	43,38
25	Pernos + Tuerca + 2 anillos planos + anillo presión M12x50mm (ASTM A325)	16,00	1,87	29,92
26	Perno M10x50mm	16,00	0,65	10,40
27	Pernos + Tuerca + 2 anillos planos + anillo presión M24x80mm (ASTM A325)	4,00	7,18	28,72
28	Pernos + Tuerca + 2 anillos planos + anillo presión M24x140mm (ASTM A325)	4,00	8,92	35,68
29	Pintura Triple Acción Metal de Sherwin Williams	30 canecas	98,00	2940,00
30	Gasolina	23 galones	2,02	46,46
31	waipe	40 libras	1,00	40,00
32	Compresor 3 hp	1	480,00	480,00
33	Pistola para pintar	4	80,90	323,60
			<b>Neto</b>	<b>15.809,36</b>

Fuente: Casa del perno, Abinsa, aceros industriales hgb, Ruedas y garruchas industriales, Taller Industrial Piguave, Hivimar S.A, Ivan Bohman c.a.

### 3.1.1.1.2. Costeo de Mano de Obra.

La remuneración de los trabajadores de construcción mecánica en el 2016 se ha elaborado en base al reajuste de precios de la contraloría general del estado (auditoría de proyectos), en la tabla 3.4, 3.5 se detallan el costo hora - hombre (H-H) para fabricación y montaje respectivamente:

**Tabla 3.4 Costos de Mano de Obra, Hora - Hombre (H-H) Fabricación:**

<b>Categoría ocupacionales</b>	<b>Ayudante</b>	<b>Soldador</b>	<b>Armador</b>	<b>Esmerilador</b>	<b>Pintor</b>
<b>Gastos Administrativos</b>					
Sueldo unificado	376,07	980,00	550,00	376,07	380,97
<b>Beneficios laborales</b>					
Decimo tercero	376,07	980,00	550,00	376,07	380,97
Decimo cuarto	366,00	366,00	367,00	366,00	366,00
Aporte patronal	548,31	1428,84	801,90	548,31	555,45
Fondo reserva	376,07	980,00	550,00	376,07	380,97
<b>Beneficios personales</b>					
Alimentación	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Botellones para Agua	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
<b>EPP</b>					
Ropa de trabajo	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Botas punta Acero	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Guantes cortos	2,50	-	2,50	2,50	2,50
Guantes largos	-	4,75	-	-	-
Guantes Latex/algodon	-	-	-	-	-
Mangas	2,50	-	-	2,50	-
Delantal	-	3,80	-	3,80	-
Mascarillas 3M	1,90	-	1,90	1,90	-
Mascarillas 3M, 2 filtros	-	12,70	-	-	12,70
Filtro 3M	-	10,40	-	-	10,40
Gafas oscuras	3,20	-	3,20	-	-
Gafas claras	2,95	-	2,95	2,95	2,95
Pantalla Facial	19,50	-	-	19,50	0,00
Tapones	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Orejas	-	-	-	-	-
Mascaras para soldar	-	40,00	-	-	-
Campera	-	8,50	-	-	-
Cascos	11,45	11,45	11,45	11,45	11,45

<b>Categoría ocupacionales</b>	<b>Ayudante</b>	<b>Soldador</b>	<b>Armador</b>	<b>Esmerilador</b>	<b>Pintor</b>
<b>ETP</b>					
Flexo metro (8 metros)	-	-	25,00	-	-
Calibrador vernier	-	-	25,00	-	-
Regla industrial	-	-	9,50	-	-
Escuadra industrial	-	-	22,00	-	-
Nivelador industrial	-	-	18,00	-	-
Combo	-	-	23,00	-	-
Tiza industrial (caja 100 u)	-	-	19,00	-	-
Marcador de pintura líquida	-	-	-	-	9,00
Piola industrial	-	-	13,16	-	-
Carbonato de calcio (tiza en polvo)	-	-	11,90	-	-
Barreta	-	-	10,65	-	-
Brocha	-	-	-	-	5,50
Cinta papel grande	-	-	-	-	3,50
Alicate	-	-	-	-	4,40
Espátula	-	-	-	-	2,80
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>7056,97</b>	<b>16879,22</b>	<b>9961,07</b>	<b>7069,57</b>	<b>7575,91</b>
<b>COSTO DÍA HOMBRE (D-H)</b>	<b>29,78</b>	<b>71,22</b>	<b>42,03</b>	<b>29,83</b>	<b>31,97</b>
<b>COSTO HORA HOMBRE (H-H)</b>	<b>3,72</b>	<b>8,90</b>	<b>5,25</b>	<b>3,73</b>	<b>4,00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 3.5 Costos de Mano de Obra, Hora - Hombre (H-H) Montaje:**

<b>Categoría ocupacionales</b>	<b>Ayudante</b>	<b>Soldador</b>	<b>Montador</b>	<b>Pintor</b>	<b>Dirección Técnica</b>
<b>Gastos Administrativos</b>					
Sueldo unificado	376,07	980,00	550,00	380,97	1.400,00
<b>Beneficios laborales</b>					
Decimo tercero	376,07	980,00	550,00	380,97	1.400,00
Decimo cuarto	366,00	366,00	367,00	366,00	366,00
Aporte patronal	548,31	1.428,84	801,90	555,45	2.041,20
Fondo reserva	376,07	980,00	550,00	380,97	1.400,00
<b>Beneficios personales</b>					
Alimentación	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Botellones para Agua	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
<b>Equipo de protección personal (EPP)</b>					
Ropa de trabajo	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Botas punta Acero	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Guantes cortos	2,50	-	2,50	2,50	2,50
Guantes largos	-	4,75	-	-	-
Guantes Latex/algodon	-	-	-	-	5,20
Mangas	2,50	-	-	-	-
Delantal	-	3,80	-	-	-
Mascarillas 3M	1,90	-	1,90	-	1,90
Mascarillas 3M, 2 filtros	-	12,70	-	12,70	-
Filtro 3M	-	10,40	-	10,40	-
Gafas oscuras	3,20	-	3,20	-	3,20
Gafas claras	2,95	-	2,95	2,95	2,95
Pantalla Facial	19,50	-	-	-	-
Tapones	1,62	1,62	1,62	1,62	-
Orejeras	-	-	-	-	34,00
Mascaras para soldar	-	40,00	-	-	-
Campera	-	8,50	-	-	-
Cascos	11,45	11,45	11,45	11,45	11,45
Arneses y cinturones	-	-	105,00	-	-

<b>Categoría ocupacionales</b>	<b>Ayudante</b>	<b>Soldador</b>	<b>Montador</b>	<b>Pintor</b>	<b>Dirección Técnica</b>
<b>Equipo de trabajo personal (ETP)</b>					
Flexo metro (8 metros)	-	-	25,00	-	25,00
Calibrador vernier	-	-	25,00	-	25,00
Regla industrial	-	-	9,50	-	-
Escuadra industrial	-	-	22,00	-	-
Nivelador industrial	-	-	18,00	-	-
Combo	-	-	23,00	-	-
Tiza industrial (caja 100 u)	-	-	19,00	-	19,00
Marcador de pintura líquida	-	-	-	9,00	9,00
Piola industrial	-	-	13,16	-	-
Carbonato de calcio (tiza en polvo)	-	-	11,90	-	-
Barreta	-	-	10,65	-	-
Brocha	-	-	-	5,50	-
Cinta papel grande	-	-	-	3,50	-
Alicate	-	-	-	4,40	-
Espátula	-	-	-	2,80	-
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>7.056,97</b>	<b>16.879,22</b>	<b>9.961,07</b>	<b>7.575,91</b>	<b>23.131,60</b>
<b>COSTO DÍA HOMBRE (D-H)</b>	<b>29,78</b>	<b>71,22</b>	<b>42,03</b>	<b>31,97</b>	<b>97,60</b>
<b>COSTO HORA HOMBRE (H-H)</b>	<b>3,72</b>	<b>8,90</b>	<b>5,25</b>	<b>4,00</b>	<b>12,20</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### **Rendimientos de Mano de Obra.**

Es la eficacia con la que se ejecuta el proyecto, se establecen parámetros de estándares de Fabricación y de Montaje son basados en datos teóricos algunos, y la mayoría de estos ha sido recopilada como información de rendimientos en proyectos similares realizados por autor.

Lo cual nos da un estándar general muy confiable para la aplicación de una determinada actividad en una Fabricación y Montaje Mecánico.

**Tabla 3.6 Estándares de Rendimientos de Fabricación y Montaje:**

Descripción	Fabricación (H-H/Tn)		Montaje (H-H/Tn)	
	Teórico	Practico	Teórico	Practico
Estructuras Metálicas	110	140	25	55
Tuberías Soldadas	90	100	110	120
Soparterias	250	300	220	300
Elementos Bridados	35	40	40	45
Equipos Estáticos	-	-	25	30
Equipos Dinámicos				
Hasta (0,5 Ton)	-	-	135	150
0,5 - 1,0 Ton	-	-	110	125
1,0 - 5,0 Ton	-	-	65	80
Mayor a (5,0 Ton)	-	-	60	75

Fuente: Petroecuador Poliducto Pascuales - Cuenca.

**Tabla 1.7 Estándares de Rendimientos para Pintura y Recubrimiento:**

Descripción	Pintura H-H/m <sup>2</sup>	Aislamiento H-H/m <sup>2</sup>	Recubrimiento o encintado (H-H/ml)
Estructuras Metálicas	1,5	45	-
Tuberías y Equipos	2,02	7,68	1,3
Soparterias	2	-	-
Equipos de Tanque	1,1	5,32	-
Tanque (Exterior)	1,2	-	-

Fuente: Petroecuador Poliducto Pascuales - Cuenca.

### **Costeo de Mano de Obra (Fabricación y Montaje).**

En la Tabla 3.6 y 3.7 se detalla los costos de mano de obra por fabricación y montaje de los componentes respectivamente:

**Tabla 3.8 Costos Mano de Obra Fabricación:**

<b>Categorías</b>	<b>Soldador</b>	<b>Armador</b>	<b>Pulidor</b>	<b>Ayudante</b>	<b>Pintor</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA (\$)</b>
Cantidad (u)	2	2	2	5	1	
Peso Total (Ton)	26,74					
Costo Hora (H-H)	8,90	5,25	3,73	3,72	4,00	
Rendimiento (H-H/Ton)	140					
Horas Hombre (H-H)	3743,60					
Horas x Día (H/día)	8					
Días x Semanas (días/semana)	5					
Horas (H)	311,97					
Días	39,00					
Semanas	7,80					
Meses	1,77					
Costo fabricación (\$)	5553,01	3275,65	2327,27	5802,58	1247,87	

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 2.9 Costos Mano de Obra Montaje:**

<b>Categorías</b>	<b>Montador</b>	<b>Soldador</b>	<b>Ayudantes</b>	<b>Pintor</b>	<b>TOTAL MANO DE OBRA (\$)</b>	
Cantidad (u)	2	1	7	1		
Peso Total (Ton)	26,74					
Costo Hora (H-H)	5,25	8,90	3,72	4,00		
Rendimiento (H-H/Ton)	20					
Horas - Hombre (H-H)	534,80					
Horas x Día (H/día)	8					
Días x Semanas (días/semana)	5					
Horas (H)	48,62					
Días	6,08					
Semanas	1,22					
Meses	0,28					
Costo Montaje (\$)	510,49	432,70	1266,02	194,47		<b>2403,68</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### **Análisis de Costos Unitarios.**

Estos costos se los realiza para cada uno de los rubros establecido anteriormente para ello se detalla en la tabla 3.9, los costos unitarios por kilogramo de acero establecido por la empresa Klaere Estructuras dedicada a la construcción de estructuras metálicas.

**Tabla 3.10 Costos Unitarios Estructuras Metálicas:**

Detalle	Costo/kg
Insumos	\$ 0,02
Soldadura	\$ 0,13
Maquinarias CCK	\$ 0,06
Inspección de soldadura	\$ 0,02

Fuente: Klaere Estructuras.

### 3.1.1.1.3. Equipos o Maquinarias Utilizadas.

En este caso se utiliza los costos unitarios establecidos por la compañía Klaere Estructuras utilizando en la tabla 3.10 los siguientes rubros:

**Tabla 3.11 Costos de Maquinarias y Soldadura:**

Detalle	Costo/kg	Cantidad (kg)	TOTAL
Insumos	\$ 0,02	\$ 26.740,00	534,80
Maquinarias CCK	\$ 0,06	\$ 26.740,00	1604,40
Soldadura y cortes	\$ 0,12	\$ 26.740,00	3208,80
Inspección de soldadura	\$ 0,02	\$ 26.740,00	534,80
<b>Sub - total</b>	<b>\$ 0,22</b>		<b>5882,80</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.1.1.4. Transporte.

En el caso del transporte se considera que la fabricación de los elementos se realiza en el terreno donde va a operar el dispositivo, el transporte de la entrega de los materiales al sitio, donde los proveedores involucran el precio del transporte en los materiales cotizados, las horas de camión grúa es para poder bajar los materiales entregados por los diferentes proveedores.

**Tabla 3.12 Costos de Transporte:**

Transporte	Cantidad (Horas)	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Camión grúa (5 Toneladas)	26	25,00	650,00
Grúa terex (60 Toneladas)	16	55,00	880,00
Transporte menor	36	12,00	432,00
<b>TOTAL</b>			<b>1962,00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## Costo Directo Total.

En la Tabla 3.13 se presenta el valor global de los costos directos.



**Tabla 3.13 Costos Directos:**

<b>Rubros</b>	<b>Costo (\$)</b>
Costo materiales	30620,18
Costo accesorios normalizados	15809,36
Costo mano de obra Fabricación	18206,37
Costo mano de obra Montaje	2403,68
Costo equipos o maquinarias	5882,80
Costo transporte	1962,00
<b>TOTAL</b>	<b>74884,39</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.1.1.2. Costos Indirectos.**

Estos costos representan los gastos que no intervienen directamente en la fabricación y montaje de este proyecto tales como: Ingenieriles, Dirección técnica, la Utilidad y los Imprevistos presentes en este tipo de proyecto.

#### **3.1.1.2.1. Costo Ingenieriles.**

Es el costo debido al tiempo dedicado a la ingeniería del presente proyecto en este caso representa el costo de la realización del diseño mecánico y los planos para su construcción. Este valor se lo representa de la siguiente manera:

$$CI = \text{Tiempo} \times \text{costo hora Hombre} ; \quad \text{Ec. 2.149}$$

En donde:

Tiempo: 264 Horas

Costo hora Hombre: \$ 12.20

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.149, se obtiene:

$$CI = \$ 3220.80$$

#### **3.1.1.2.2. Costo Dirección Técnica.**

Es el costo que representa el tiempo dedicado a la ejecución de la construcción hasta la puesta en marcha del proyecto. Este valor se lo puede representar de la siguiente manera:

$$DT = \text{Tiempo} \times \text{costo hora Hombre} ; \quad \text{Ec. 2.150}$$

En donde:

Tiempo: 360.59 Horas

Costo hora Hombre: \$ 12.20

Remplazando los valores numéricos en la Ecuación 2.150, se obtiene:

$$CI = \$ 4399.20$$

### 3.1.1.2.3. Costo Utilidad.

La utilidad representa al costo que cada constructor considere necesario para cada proyecto, existe un rango empírico que es del 3% al 8% del costo directo para este caso se toma en consideración un 6%, con esto se tiene un costo de \$4493.06 de rentabilidad neta.

### 3.1.1.2.4. Costo Imprevisto.

Son los costos de 3% del costo directo que se relaciona a la movilización de las personas, para del personal por algún fenómeno natural, transporte de materiales que se presentan como un imprevisto, etc. El valor es de \$ 2246.54.

### Costos Indirecto Total.

En la tabla 3.14 se indica la cantidad total del costo indirecto.

**Tabla 3.14 Costos Indirectos:**

Rubros	Costos (\$)
Costo ingenieriles	3220,80
Costo de dirección técnica	4399,20
Costo de utilidad	4493,06
Costo de imprevisto	2246,54
<b>TOTAL</b>	<b>14359,60</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### Costo Total Obra Mecánica.

Resulta de la suma tanto de los costos directos e indirectos, los valores se indica en la tabla 3.15.

**Tabla 3.15 Costo Total Obra Mecánica:**

Rubros	Costos (\$)
Costos directos	74884,39
Costos indirectos	14359,60
<b>TOTAL</b>	<b>89243,99</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.2. Obra Electrónica.

En esta obra se pudo contar con la empresa ControlView S.A, para que pueda realizar el diseño y Presupuesto de automatización, eléctrica del estacionamiento vertical rotatorio para vehículos con lo que se obtiene:

**Tabla 3.16 Costo Total Obra Electrónica:**

Ítems	Materiales	Cantidad	P. Unitario	P. Final
1	Variador Siemens Micro Máster MM440/12 HP	1	\$ 1.345,00	\$ 1.345,00
2	Panel Operador BOP para MM440	1	\$ 203,00	\$ 203,00
3	Kit de Programación por medio de PC para MM440	1	\$ 46,00	\$ 46,00
4	Kit para montaje de MM440	1	\$ 142,00	\$ 142,00
5	Módulo de comunicación profiBUS para MM440	1	\$ 181,00	\$ 181,00
6	Reactancias de entrada (MM440 / 10HP)	1	\$ 367,00	\$ 367,00
7	Módulo encoder para MM440	1	\$ 220,00	\$ 220,00
8	Resistencia de frenado para MM440	1	\$ 402,00	\$ 402,00
9	Contactador SIRIUS Innovations	3	\$ 82,10	\$ 246,30
10	Pulsador de Emergencia	1	\$ 33,62	\$ 33,62
11	Pulsador de Marcha	1	\$ 26,80	\$ 26,80
12	Pulsador de Paro	1	\$ 26,80	\$ 26,80
13	Luz Piloto	3	\$ 12,48	\$ 37,44
14	Panel Eléctrico (Breaker, contactores, pulsadores, cableado)	1	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
15	Sensor de Proximidad tipo relé	10	\$ 178,00	\$ 1.780,00
16	Accesorios para LOGO	1	\$ 200,00	\$ 200,00
17	Módulo Lógico Programable	1	\$ 358,00	\$ 358,00
18	Fuente de poder para LOGO	1	\$ 498,00	\$ 498,00
19	Mano de Obra	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 9.912,96</b>

Fuente: ControlView S.A.

### 3.1.3. Obra Civil.

Tabla 3.17 Costo Total Obra Civil:

Proyecto: Estacionamiento Vertical Rotatorio para 10 Vehículos					
Fecha	5 de Febrero del 2016				
Presupuesto					
Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio U.	Total
<b>Obra:</b>	<b>Cimentación 28 m2</b>				
<b>2</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
206	Copias de Planos y Documentos	28	m2	1,10	30,80
214	Consumo de teléfono	0,23	mes	60,00	13,80
215	Consumo de energía eléctrica	0,23	mes	250,00	57,50
<b>2</b>	<b>Total de PRELIMINARES</b>	<b>1,00</b>		<b>102,10</b>	<b>102,10</b>
<b>3</b>	<b>INICIACIÓN DE FAENAS</b>				
303	Limpieza de Terreno	28	m2	0,09	2,52
309	Trazado y Replanteo	28	m2	0,45	12,60
<b>331</b>	Trabajos Topográficos	0,07	mes	2840,70	198,85
<b>3</b>	<b>Total de INICIACIÓN DE FAENAS</b>	<b>1,00</b>		<b>213,97</b>	<b>213,97</b>
<b>5</b>	<b>MEJORAS AL TERRENO</b>				
503	Excavación a Mano	5	m3	5,64	28,20
519	Excavación a maquina	5	m3	2,73	13,65
507	Relleno y Compactación (material importado)	5	m3	17,63	88,15
522	Relleno y compactación con material del sitio	5	m3	5,11	25,55
506	Re plantillo Horizontal 5 cm.	5	m2	8,66	43,30
520	Base Clase 1	5	m3	23,85	119,25
514	Desalojo Material de Excavación en sitio	5	m3	3,2	16,00
512	Reconformación de terreno	28	m2	0,78	21,84
<b>5</b>	<b>Total de MEJORAS AL TERRENO</b>	<b>1,00</b>		<b>355,94</b>	<b>355,94</b>
<b>6</b>	<b>ESTRUCTURAS EN GENERAL</b>				
648	Hormigón de Cimientos	2	m3	213,65	491,40
660	Hormigón de Dados	2	m3	412,32	948,34
617	Hormigón de Riostras	2	m3	228,11	524,65
620	Acero de refuerzo	357	Kg	1,57	560,35
<b>6</b>	<b>Total de ESTRUCTURAS EN GENERAL</b>	<b>1,00</b>		<b>2.524,73</b>	<b>2.524,73</b>
<b>7</b>	<b>CONTRAPISOS</b>				
701	Contrapisos e = 16 cm. Hormigón f'c 350 kg./cm2	28,0	m2	\$ 31,05	869,40
<b>7</b>	<b>Total de CONTRAPISOS</b>	<b>1,00</b>		<b>869,40</b>	<b>869,40</b>
<b>Obra:</b>	<b>Total de Cimentación 28 m2</b>	<b>1,00</b>			<b>4.066,14</b>
				<b>Subtotal de Presupuesto</b>	<b>4.066,14</b>
<b>Nota:</b>				<b>Imprevistos 2%</b>	<b>81,32</b>
					<b>4.147,46</b>
				<b>Honorarios 8,5%</b>	<b>352,53</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>4.500,00</b>

Fuente: Conbaquerizo Cía. Ltda.

### 3.1.4. Equipos Operacionales.

En la Tabla 3.18 se presenta la inversión de los equipos operacionales:

**Tabla 3.18 Costo Total Equipos Operacionales:**

Equipos Operacionales			
Rubros	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Generador de Energía	\$ 5.000,00	1	\$ 5.000,00
Lámparas	\$ 50,00	6	\$ 300,00
Sistemas Contra Incendio	\$ 1.350,00	1	\$ 1.350,00
<b>Total</b>			<b>\$ 6.650,00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.2. Costo de Importación.

El precio de un aparcamiento similar al diseñado esta alrededor de \$64.910,00 incluyendo la obra mecánica y la obra electrónica con un peso aproximado de 26740 Kg, este valor de la misma se procese al cálculo del costo total del equipo al llegar a Guayaquil - Ecuador.

#### 3.2.1. Cálculo del CIF (costo + flete + seguro).

El CIF es la base para el cálculo de los tributos. Éste se lo obtiene sumando el valor de la mercancía soportada en la factura, adicionando el valor del flete más el costo del seguro, ver Tabla 3.19.

**Tabla 3.19 Costo Total del CIF:**

Rubro	Costo
Precio FOB	\$ 68.910,00
Flete (\$ 1,50 x 26740Kg)	\$ 40.110,00
seguro (2% del FOB + Flete = \$109,020,00)	\$ 2.180,40
<b>TOTAL CIF</b>	<b>\$ 111.200,40</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.2.2. Cálculos de los Tributos Aplicables a Pagar del Equipo Importado.

Para determinar el valor a pagar de tributos al comercio exterior es necesario conocer la clasificación arancelaria específica del producto importado, en el Apéndice X1 se encuentra la sub partida específica en Arancel Nacional del

equipo a importar con el No. 8429520000. Los tributos al comercio exterior son derechos arancelarios, impuestos establecidos en leyes orgánicas y ordinarias, tasas por servicios aduaneros.

### 3.2.2.1. AD-VALOREM (Arancel Cobrado a las Mercancías).

Son los establecidos por la autoridad competente, consistentes en porcentajes según el tipo de mercancía y se aplica sobre la suma del Costo, Seguro y Flete (base imponible de la importación) en un 20%.

### 3.2.2.2. FODINFA (Fondo de Desarrollo para la Infancia).

Impuesto que administra el INFA. 0.5% se aplica sobre la base imponible de la Importación.

### 3.2.2.3. ICE (Impuesto a los Consumos Especiales).

Porcentaje variable según los bienes y servicios que se importen. En el Apéndice Y1 se puede observar que el impuesto a los consumos especiales no aplica para este tipo de importaciones, ver Tabla 3.20.

**Tabla 3.20 Costo del Estacionamiento al Lugar de Destino:**

Rubro	Costo
Total CIF.	\$ 111.200,40
AD-VALOREM (20% del CIF).	\$ 22.240,08
FODINFA (0,5% Del CIF).	\$ 556,01
I.C.E.	\$ 0.00
Transportación lugar de destino Guayaquil.	\$ 300,00
<b>Sub Total</b>	<b>\$ 134.296,48</b>

Fuente: Elaboración Propia.

El costo Total del estacionamiento incluyendo la obra civil de la misma, se tiene un valor de **\$ 138.796,48** con lo que se puede hacer un comparativo con el costo si se lo fabricara en Ecuador teniendo **\$ 103.656,95**.

$$\mathbf{\$ 103.656,95 < \$ 138.796,48 \rightarrow 25.32\%}$$

### 3.3. Financiamiento del Proyecto.

#### 3.3.1. Inversión Inicial del Proyecto.

En la Tabla 3.21 se presenta la inversión inicial del proyecto:

**Tabla 3.21 Inversiones del Proyecto:**

<b>Inversión del Proyecto</b>	
Gastos Pre-Operacionales	\$ 106.656,95
Equipos Operacionales	\$ 6.500,00
Capital de Trabajo	\$ 27.093,40
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 140.250,35</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.3.2. Costos Pre-Operacionales.

En la Tabla 3.22 se presenta todo los gastos pre-operacionales del proyecto:

**Tabla 3.22 Gastos Pre-Operacionales:**

<b>Gasto Pre-Operacionales</b>	
Garantía de Alquiler	\$ 3.000,00
Obra Mecánica	\$ 89.243,99
Obra Civil	\$ 4.500,00
Obra Electrónica	\$ 9.912,96
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 106.656,95</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.3.3. Costos de Equipos Operacionales.

En la Tabla 3.23 se presenta los gastos de los equipos operacionales del proyecto:

**Tabla 3.23 Equipos Operacionales:**

<b>Equipos Operacionales</b>			
Rubros	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Generador de Energía	\$ 5.000,00	1	\$ 5.000,00
Lámparas	\$ 50,00	6	\$ 300,00
Sistemas Contra Incendio	\$ 1.200,00	1	\$ 1.200,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6.500,00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.4. Costo de Administración.

Se ha considerado que los gastos administrativos están afectados por un aumento en los sueldos y los gastos de seguridad anualmente en un 10% como se detalla en el Anexo No 3.

### 3.3.5. Costos de Activos Intangibles.

En la Tabla 3.23 se presenta los gastos de los activos intangibles del proyecto:

**Tabla 3.23 Cotos de Activos Intangibles:**

<b>Activos Intangibles</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad (u)</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Costo del Estudio	1	-	500,00
Patente	1	-	880,00
Gastos de Investigación	1	-	1200,00
<b>TOTAL</b>			<b>2580,00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.6. Costo Depreciaciones de Activos Fijos.

En la Tabla 3.24 se presenta la depreciación de la edificación y equipos del proyecto:

**Tabla 3.24 Cotos de Depreciaciones de Activos Fijos:**

Activos Fijos	Costos	Vida Útil	Depreciación Anual	Años de Depreciación	Depreciación Acumulada	Valor de Libros
Edificación	106.657	20	5.333	10	53.328	53.328
Equipos	6.500	10	650	10	6.500	0.00
Total			\$ 5.983		Valor Desecho	53.328

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.7. Capital de Trabajo.

El capital de trabajo es la diferencia entre el activo circulante y el pasivo circulante. Es la porción de los activos circulantes del proyecto financiado con fondos a largo plazo, es decir de la suma de la deuda a largo plazo y el capital contable, ver Tabla 3.25. La cantidad necesaria para empezar el proyecto es de \$ 27.093,40.



**Tabla 3.25 Capital de Puesta en Marcha el Proyecto.**

Capital de Trabajo	
Concepto	Valor (6 meses)
Costos Directos	
Sueldo	6927,00
Alquiler	4500,00
Sub Total	11427,00
Costos indirectos	
Seguros	500,00
Mantenimiento	7700,00
Servicios Básicos	806,40
Seguridad	5100,00
Publicidad	1560,00
Sub Total	15666,40
TOTAL	27093,40

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.8. Estructura del Financiamiento.

El estacionamiento se financia en 2 partes, el capital social con los aportes de sus 2 accionistas principales, aportando cada una de ellas \$20.000,00 por lo cual tendremos un fondo de \$40.000,00 que corresponde al 28.52% de la Inversión Inicial. Además se establece un préstamo en el Banco por el valor de \$ 100.250,35 que corresponde al 71.48% del financiamiento total, el banco cobra por el préstamo una tasa activa referencial del 11.83% anual a seis años plazo, aplicando la Ecuación 2.2 y reemplazando los valores, se obtiene.

$$\text{PMT} = \$ 24.266,17$$

**Tabla 3.26 Amortización del Préstamo:**

Préstamo				
N	Saldo de Deuda	Cuota	Interés	Amortización
1	100.250,35	24.266,17	11.859,62	12.406,55
2	87.843,80	24.266,17	10.391,92	13.874,25
3	73.969,55	24.266,17	8.750,60	15.515,57
4	58.453,97	24.266,17	6.915,11	17.351,06
5	41.102,91	24.266,17	4.862,47	19.403,70
6	21.699,21	24.266,17	2.567,02	21.699,15

Fuente: Elaboración Propia.

#### **3.3.8.1. Flujo de Caja Proyectado.**

Para determinar el Flujo Neto se determinó todos los ingresos y gastos más los Gastos de Depreciación y activos intangibles dado que no son desembolsos de efectivo, menos la amortización del Préstamo. El sueldo se considera solo por un año para capacitar al cliente, ya que el estacionamiento no requiere de operadores más que el propio cliente, ver Apéndice Z1.

#### **3.3.8.2. Valor Actual Neto (VAN).**

El VAN se calcula mediante la función VNA del software Excel, se ha considerado el siguiente flujo de Caja con estos datos se obtuvo un Valor Actual Neto de \$ 234.973,70; ver Apéndice Z1.

#### **3.3.8.3. Tasa Interna de Retorno.**

La regla de decisión es que se acepta el proyecto cuando su TIR sea igual o mayor que su TMAR. En nuestro proyecto la TIR se cálculo mediante la función TIR del Software Excel donde resulto un 25.47% y el TMAR es de 18.57%, es mucho mayor la TIR con respecto a la tasa que el inversionista esperaría recibir por lo que es Factible financieramente este proyecto. Ver Apéndice Z1.

#### **3.3.8.4. Periodo de Recuperación.**

Se determina contando el número de años que debe transcurrir para que la suma de los flujos de caja previstos iguale al monto de la inversión inicial. El problema de esta medida es que no se toma en cuenta el valor de dinero en el tiempo; sin embargo, es una medida utilizada en la evaluación de proyectos. La recuperación de la inversión (\$ 40.000,00) es de 2 años con 5 meses y 9 días, ver Apéndice Z1.

# CAPÍTULO 4

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

### 4.1. Conclusiones.

El sistema de estacionamiento vertical rotatorio para vehículos de modelos Suv's/Sedan no se tiene registro alguno que se haya fabricado este sistema en nuestro país, los estacionamientos similares a esta tienen un costo elevado debido a su importación, a pesar de realizar el mismo trabajo principal de estacionar vehículos que la de este proyecto de grado.

El estacionamiento vertical rotatorio diseñado en este proyecto de grado puede competir en el mercado nacional con parqueaderos del mismo tipo que haya sido importado, con la factibilidad de que su costo sea menor, casi en un 25.32%, y que permita una mayor adquisición a personas naturales que requieran de este equipo para negocio o brindar servicios a industrias, centro comerciales, condominios, zona residencial de clase alta, etc.

En la perspectiva social, Guayaquil estaría siendo muy beneficiado ya que se está resolviendo un acto problemático de la ciudad ante el constante crecimiento y desarrollo de esta, creando más espacios ante la falta de estacionamiento en la zona céntrica.

Se estima que los beneficiarios principales serían, las personas que acudan a la zona céntrica de la ciudad por un determinado periodo de tiempo debido a que los usuarios podrán hacer uso de este servicio que hoy en día es un poco complicado tener acceso a las horas pico.

Realizando el flujo de caja proyectado pertinente a diez años para este proyecto se pudo determinar claramente que tanto el VAN, como la TIR nos arroja un resultado factible financieramente en el desarrollo del proyecto debido a la poca

inversión que esta representa y el periodo de recuperación del valor nominal del plan de inversiones iniciales es de dos años con cinco meses y nueve días.

Se realizó un análisis de los elementos estructurales para que cumplan estándares nacionales e internacionales: Norma ecuatoriana de la construcción (NEC) el manual de diseño con acero American Institute Steel Construction (AISC) según el método de esfuerzos permisibles, estos esfuerzos permisibles son usados en estructuras de acero tanto laminados en caliente como en frío, la cual garantiza índices de seguridad altos que avala su fiabilidad.

Debido a que se tiene vigas con sus dos extremos soldados formando una viga hiperestática (viga con doble empotramiento) se considera el momento remanente, el mismo que permite tratar a una viga con sus dos extremos empotrados, como una viga simplemente apoyada en donde los momentos calculados serán mayores.

Tratándose de un equipo netamente de fabricación nacional, se puede decir que la materia prima seleccionada para su construcción éstos se los puede encontrar fácilmente en el mercado nacional, utilizando materiales accesibles y facilitando la compra de componentes, con los proveedores en nuestro país tales como Ipac, Ferrotorre, Dipac, Ivan Bohman y parte de los accesorios importados los encontramos en Casa del perno, Abinsa, aceros industriales hgb, Ruedas y garruchas industriales, Taller Industrial Piguave, Hivimar s.a, Ivan Bohman c.a.

Mediante el software ANSYS se determinó los esfuerzos generados en las vigas y columnas, verificando que estos elementos tienen un factor de seguridad global de 3.5 a 3.8 respectivamente acorde a los requerimientos, necesidades y recomendaciones que satisface el diseño del equipo.

El diseño ofrece ergonomía al operario para realizar cualquier tipo de mantenimiento sin ningún problema, bajo costo ya que lo único a mantener

sería la lubricación de los rodamientos y resane de pintura del equipo, ya que se ha considerado los parámetros funcionales y estéticos en el diseño del equipo.

La versatilidad del diseño hace que el equipo se traslade de un sitio a otro sin ningún problema ya que se puede desmontar en grupos como los pales, columnas, armazón, vigas de amarres, cadenas, sistema de transmisión, árbol de transmisión, y el motor eléctrico. No existe ningún problema en cuanto a transporte y movilización.

A nivel académico al realizar proyectos de grado de esta magnitud que incluyen diseño y construcción de prototipo entre sus objetivos se tiene como beneficio el vivir este proceso, refinando el diseño a medida de que transcurre el tiempo y se van dando cuenta de las mejoras que se le puede realizar al diseño. De esta manera se va adquiriendo la experiencia necesaria para diseñar algún otro prospecto mecánico tanto como en el ámbito laboral o personal y tratar de resolver las necesidades del ser humano, gracias a la experiencia adquirida después de pasar varias veces por este tipo de proceso.

#### **4.2. Recomendaciones.**

El sistema de estacionamiento vertical rotatorio para vehículos de modelos Suv's/Sedan debe ser manipulado inicialmente por un operador capacitado y este a su vez pueda enseñar a los futuros clientes el manejo de este equipo.

Se debe realizar un mantenimiento preventivo periódico del dispositivo cada 6 meses, revisando esencialmente el ajuste de los pernos, lubricación de los rodamientos, cadenas de transmisión y todos los componentes móviles, para que el equipo tenga la vida útil esperada, se recomienda grasa multiplex como lubricación en todo el mecanismo. El circuito eléctrico se encuentra dentro de la caja de control para evitar daños por lluvia o manipulación y la automatización dentro de un panel de fácil manejo.

Es necesario controlar la carga establecida en el diseño del equipo de tres toneladas para cada vehículo de esta forma se evita daños a la estructura o peor aún que esta pueda colapsar.

En la posible construcción de los diferentes elementos que constituyen el equipo se tiene que verificar las dimensiones, que estén dentro del rango de tolerancias expuestas en los planos constructivos, de tal manera, que en el proceso de reponer alguna pieza no exista ninguna dificultad en fabricarla.

El estacionamiento debe ser instalado únicamente por personal que posea el conocimiento suficiente del proyecto para entender el montaje y puesta en marcha de la misma, con la utilización de los equipos adecuados.

# BIBLIOGRAFÍA

## LIBROS

1. Jack C. McCormac, Diseño de estructuras de acero, Quinta Edición, Editorial Alfa Omega. México, 2012.
2. Jack C. McCormac, Diseño de Estructuras de Acero Método ASD, Segunda Edición, Editorial Alfa omega. México, 2002.
3. George E. Dieter Linda C. Schmidt, Diseño de Ingeniería, Quinta Edición, Editorial The McGraw-Hill Companies. Estados Unidos, 2013
4. Shigley, J., Uicker J. Diseño en ingeniería mecánica, Octava Edición, Editorial The McGraw-Hill. México; 2008.
5. Hibbeler, Russell C., Mecánica de Materiales, Octava Edición, editorial Pearson Educación. México, 2011.
6. Shigley, J., Edward. & Uicker, J., John, Teoría de máquinas y mecanismos, Primera Edición, Editorial McGraw-Hill. México, 2001.
7. NORTON Robert, Diseño de máquinas, Cuarta Edición, Editorial Pearson Educación. México, 2011.
8. Mott Robert, Diseño de elementos de máquinas, Cuarta Edición, Editorial Pearson Educación. México, 2006.
9. Eugene A. Avallone; Marks manual del ingeniero mecánico, Tercera edición, Mc. Graw Hill. México, 2002.

10. Beer, Ferdinand P., Mecánica de Materiales, Sexta Edición, Editorial McGraw-Hill. México, 2013.
11. Gere, James M, Timoshenko, Resistencia de Materiales, Quinta Edición, Editorial Thomson. España, 2002 (1972).
12. Hibbeler, Russell C., Mecánica de Materiales, Octava Edición, editorial Pearson Educación. México, 2011.
13. Ing: Gustavo Guerrero Macías, Proyecto de Inversión; Editorial Centro de difusión y publicaciones Espol. Ecuador, 2007.
14. Ing. Gaudencio Zurita Herrera. Msc, Probabilidad y Estadística, Fundamentos y Aplicaciones, Segunda Edición. Ecuador, 2009.
15. Inen; Código de Dibujo Técnico Mecánico, Primera Edición, Ecuador, 1989.

## **NORMAS Y CATÁLOGOS**

16. American Institute of Steel Construction, Inc. (AISC); Load & Resistance Factor Design, second Edition, United States; 1994.
17. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Estructuras de Acero. Ecuador, 2016.
18. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de estructuras. Ecuador, 2016.
19. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente. Ecuador 2016.



20. Aws D1.1, Código de soldadura en estructuras de acero, Editorial Sociedad americana de soldadura. México 2002.
21. Aws D1.8, Código de soldadura en estructuras de acero suplemento sísmico, Editorial Sociedad americana de soldadura. México 2009.
22. SSPC.Org, Norma del Consejo de Pintura para Estructuras de Acero, Versión Ocho. EE.UU., 2014.
23. Dipac Manta S.A; Catálogo Productos de Acero. Ecuador, 2016.
24. Ipac Duferco Group; Catálogo Productos de Acero. Ecuador, 2016.
25. Ferro Torre S.A; Catálogo de Productos de Acero. Ecuador, 2016.
26. NIC 18, Ingresos de Actividades Ordinarias, Normas Internacionales Contables, Emitida por el Comité de Normas Internacionales de Contabilidad. 1993.
27. Iván Bohman, Catálogo General de productos (IBCA). Tercera edición, Ecuador, 2016.
28. NTN, Catálogo General de Selección de Rodamientos y Chumaceras. Editorial corporación rodamiento de América. Estados Unidos, 1999
29. SIEMENS; Catálogos de Motor reductores Motox. D 87.1 - 2008. Argentina 2009.
30. Graupe S.A, Catálogo de Cadenas de Rodillos Joresa. España, 2010.
31. Aceros boheler; Manual de Aceros especiales, Ecuador. 1995
32. Francovich S.A, Catálogo General de Bridas Forjadas. Argentina, 2007.

33. Gayner; Catálogo de Ruedas y Rodantes Industriales. España, 2008.
34. Intermec S.A, Estándares de Cuñas y Cuñeros. Colombia, 2013.
35. Van beest B.V, Catálogo General de Tensores de Alta Resistencia (LR) Green Pin. Países Bajos, 2012
36. Sherwin Williams Company, Ficha Técnica de Pintura para Acero. Canadá, 2013.

## **MATERIALES ELECTRÓNICOS**

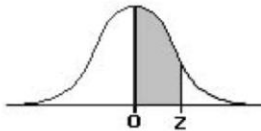
37. [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/Publicaciones/Anuario\\_de\\_Estad\\_de\\_Transporte\\_2013.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/Publicaciones/Anuario_de_Estad_de_Transporte_2013.pdf).
38. <http://www.google.lk/patents/US7278532>.
39. [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/Publicaciones/Anuario\\_de\\_Estad\\_de\\_Transporte\\_2013.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/Publicaciones/Anuario_de_Estad_de_Transporte_2013.pdf).
40. Diario Hoy. Tránsito en Guayaquil, un caos. Diario Hoy (Guayaquil). 17 de Junio de 2011. <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/transito-en-guayaquil-un-caos-481587.html> (último acceso: 17 de Marzo de 2012).
41. <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/kilovatio-hora-sube-en-1-centavo-de-dolar-para-el-sector-residencial-y-en-2-para-el-comercial-segun-conelec.html>.

42. <http://www.granabike.com/foro/25-bicicletas-reclinadas/67325-transmisiones-mas-eficientes.html>.
43. [http://campus.fi.uba.ar/pluginfile.php/115077/mod\\_resource/content/1/PERDIDAS%20-%20RENDIMIENTOS%20Y%20FACTOR%20SERVICIO%20EN%20TRANSMISIONES%20MECANICAS%20-%20rev-2014.pdf](http://campus.fi.uba.ar/pluginfile.php/115077/mod_resource/content/1/PERDIDAS%20-%20RENDIMIENTOS%20Y%20FACTOR%20SERVICIO%20EN%20TRANSMISIONES%20MECANICAS%20-%20rev-2014.pdf).
44. [http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/drive\\_tech/Documents/Catalogo%20Motorreductores.pdf](http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/drive_tech/Documents/Catalogo%20Motorreductores.pdf).
45. <http://www.spanish.phione.co.uk/products/general-structure-and-welding-steel/astm-structural-steel/astm-a-588>.
46. [http://www.contraloria.gob.ec/informativo.asp?id\\_SubSeccion=33](http://www.contraloria.gob.ec/informativo.asp?id_SubSeccion=33).
47. [http://www.aduana.gob.ec/pro/to\\_import.action](http://www.aduana.gob.ec/pro/to_import.action).
48. <http://blog.todocomercioexterior.com.ec/2010/01/como-calcula-impuestos-tributos.html>.
49. [http://www.eluniverso.com/sites/default/files/archivos/2015/03/productos\\_que\\_tendran\\_incremento\\_de\\_precio.pdf](http://www.eluniverso.com/sites/default/files/archivos/2015/03/productos_que_tendran_incremento_de_precio.pdf).
50. [http://www.alibaba.com/product-detail/smart-parking-system-for-10-cars\\_1636025315.html?spm=a2700.7724838.32.10.ZpTtMa](http://www.alibaba.com/product-detail/smart-parking-system-for-10-cars_1636025315.html?spm=a2700.7724838.32.10.ZpTtMa)

# APÉNDICES

# APÉNDICE A

## Tabla de Distribución Normal.



**DISTRIBUCIÓN NORMAL TIPIFICADA  $N(0, 1)$**

La tabla proporciona el área que queda comprendida entre  $0$  y  $z$ .

<i>z</i>	0'00	0'01	0'02	0'03	0'04	0'05	0'06	0'07	0'08	0'09
<b>0'0</b>	0'00000	0'00399	0'00798	0'01197	0'01595	0'01994	0'02392	0'02790	0'03188	0'03586
<b>0'1</b>	0'03983	0'04380	0'04766	0'05172	0'05567	0'05962	0'06356	0'06749	0'07142	0'07535
<b>0'2</b>	0'07926	0'08317	0'08706	0'09095	0'09483	0'09871	0'10257	0'10642	0'11026	0'11409
<b>0'3</b>	0'11791	0'12172	0'12552	0'12930	0'13307	0'13683	0'14058	0'14431	0'14803	0'15173
<b>0'4</b>	0'15554	0'15910	0'16276	0'16640	0'17003	0'17364	0'17724	0'18082	0'18439	0'18793
<b>0'5</b>	0'19146	0'19497	0'19847	0'20194	0'20540	0'20884	0'21226	0'21566	0'21904	0'22240
<b>0'6</b>	0'22575	0'22907	0'23237	0'23565	0'23891	0'24215	0'24537	0'24857	0'25175	0'25490
<b>0'7</b>	0'25804	0'26115	0'26424	0'26730	0'27035	0'27337	0'27637	0'27935	0'28230	0'28524
<b>0'8</b>	0'28814	0'29103	0'29389	0'29673	0'29955	0'30234	0'30511	0'30785	0'31075	0'31327
<b>0'9</b>	0'31594	0'31859	0'32121	0'32381	0'32639	0'32894	0'33147	0'33398	0'33646	0'33891
<b>1'0</b>	0'34134	0'34375	0'34614	0'34850	0'35083	0'35313	0'35543	0'35769	0'35993	0'36214
<b>1'1</b>	0'36433	0'36650	0'36864	0'37076	0'37286	0'37493	0'37698	0'37900	0'38100	0'38298
<b>1'2</b>	0'38493	0'38686	0'38877	0'39065	0'39251	0'39435	0'39617	0'39796	0'39973	0'40147
<b>1'3</b>	0'40320	0'40490	0'40658	0'40824	0'40988	0'41149	0'41308	0'41466	0'41621	0'41774
<b>1'4</b>	0'41924	0'42073	0'42220	0'42364	0'42507	0'42647	0'42786	0'42922	0'43056	0'43189
<b>1'5</b>	0'43319	0'43448	0'43574	0'43699	0'43822	0'43943	0'44062	0'44179	0'44295	0'44408
<b>1'6</b>	0'44520	0'44630	0'44738	0'44845	0'44950	0'45053	0'45154	0'45254	0'45352	0'45449
<b>1'7</b>	0'45543	0'45637	0'45728	0'45818	0'45907	0'45994	0'46080	0'46164	0'46246	0'46327
<b>1'8</b>	0'46407	0'46485	0'46562	0'46638	0'46712	0'46784	0'46856	0'46926	0'46995	0'47062
<b>1'9</b>	0'47128	0'47193	0'47257	0'47320	0'47381	0'47441	0'47500	0'47558	0'47615	0'47670
<b>2'0</b>	0'47725	0'47778	0'47831	0'47882	0'47932	0'47982	0'48030	0'48077	0'48124	0'48169
<b>2'1</b>	0'48214	0'48257	0'48300	0'48341	0'48382	0'48422	0'48461	0'48500	0'48537	0'48574
<b>2'2</b>	0'48610	0'48645	0'48679	0'48713	0'48745	0'48778	0'48809	0'48840	0'48870	0'48899
<b>2'3</b>	0'48928	0'48956	0'48983	0'49010	0'49036	0'49061	0'49086	0'49111	0'49134	0'49158
<b>2'4</b>	0'49180	0'49202	0'49224	0'49245	0'49266	0'49286	0'49305	0'49324	0'49343	0'49361
<b>2'5</b>	0'49379	0'49396	0'49413	0'49430	0'49446	0'49461	0'49477	0'49492	0'49506	0'49520
<b>2'6</b>	0'49534	0'49547	0'49560	0'49573	0'49585	0'49598	0'49609	0'49621	0'49632	0'49643
<b>2'7</b>	0'49653	0'49664	0'49674	0'49683	0'49693	0'49702	0'49711	0'49720	0'49728	0'49736
<b>2'8</b>	0'49744	0'49752	0'49760	0'49767	0'49774	0'49781	0'49788	0'49795	0'49801	0'49807
<b>2'9</b>	0'49813	0'49819	0'49825	0'49831	0'49836	0'49841	0'49846	0'49851	0'49856	0'49861
<b>3'0</b>	0'49865	0'49869	0'49873	0'49877	0'49881	0'49885	0'49889	0'49893	0'49896	0'49899
<b>3'1</b>	0'49903	0'49906	0'49909	0'49912	0'49915	0'49918	0'49921	0'49923	0'49926	0'49929
<b>3'2</b>	0'49931	0'49933	0'49936	0'49938	0'49940	0'49942	0'49944	0'49946	0'49948	0'49950
<b>3'3</b>	0'49951	0'49953	0'49955	0'49956	0'49958	0'49959	0'49961	0'49962	0'49964	0'49965
<b>3'4</b>	0'49966	0'49967	0'49968	0'49970	0'49971	0'49972	0'49973	0'49974	0'49975	0'49976
<b>3'5</b>	0'49977	0'49977	0'49978	0'49979	0'49980	0'49981	0'49981	0'49982	0'49983	0'49983
<b>3'6</b>	0'49984	0'49985	0'49985	0'49986	0'49986	0'49987	0'49987	0'49988	0'49988	0'49989
<b>3'7</b>	0'49989	0'49990	0'49990	0'49990	0'49991	0'49991	0'49991	0'49992	0'49992	0'49992
<b>3'8</b>	0'49993	0'49993	0'49993	0'49994	0'49994	0'49994	0'49994	0'49995	0'49995	0'49995
<b>3'9</b>	0'49995	0'49995	0'49996	0'49996	0'49996	0'49996	0'49996	0'49996	0'49997	0'49997
<b>4'0</b>	0'49997	0'49997	0'49997	0'49997	0'49997	0'49997	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998
<b>4'1</b>	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49999	0'49999
<b>4'2</b>	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999
<b>4'3</b>	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999
<b>4'4</b>	0'49999	0'49999	0'49999	0'50000	0'50000	0'50000	0'50000	0'50000	0'50000	0'50000

## APÉNDICE B

### Encuesta.

Esta encuesta se realiza con el único fin de obtener información para determinar si el diseño podría tener un buen nivel de aceptación de cada persona con respecto al servicio de estacionamientos verticales para vehículos Suv's/Sedan con sistema Rotatorio en los lugares estratégicos donde se lo pueda requerir.

#### A. Sexo

Masculino\_\_\_\_\_

Femenino\_\_\_\_\_

#### B. Ingresos

\$100-\$200\_\_\_\_\_

\$200-\$400\_\_\_\_\_

\$400-\$600\_\_\_\_\_

\$600-\$800\_\_\_\_\_

mayor a \$800\_\_\_\_\_

#### C. Edad

\_\_\_\_\_

#### 1.- ¿Con que frecuencia usted asiste a la zona céntrica de la ciudad de Guayaquil?

Una vez la semana\_\_\_\_\_

Varias veces la semana\_\_\_\_\_

Todos los días\_\_\_\_\_

#### 2.- En que horario usted asiste a este sector de la ciudad.

07:00 – 10:00\_\_\_\_\_

10:00 – 13:00\_\_\_\_\_

13:00 – 16:00\_\_\_\_\_

16:00 – 19:00\_\_\_\_\_

19:00 – 22:00\_\_\_\_\_

#### 3.- ¿Qué tipo de estacionamientos usted le da preferencia?

Estacionamiento Privado\_\_\_\_\_

Estacionamiento Público\_\_\_\_\_

#### 4.- ¿Cual es el tiempo promedio que se toma usted en una visita a la zona céntrica de la ciudad de Guayaquil?

Entre 5 - 15 min\_\_\_\_\_

Entre 15 - 45 min\_\_\_\_\_

Entre 1 - 2 horas\_\_\_\_\_

Entre 2 - 3 horas\_\_\_\_\_ De 3 horas en adelante\_\_\_\_\_

**5.- Escoja una de las variables que usted considera más importante al momento de dejar su vehículo en un estacionamiento. Puede elegir una o más opciones.**

Seguridad\_\_\_\_\_ Comodidad\_\_\_\_\_ Costo\_\_\_\_\_  
Automatizado\_\_\_\_\_ Distancia de su lugar de destino\_\_\_\_\_

**6.- ¿Cual es la distancia máxima que usted estacionaria su vehículo hasta su lugar de destino?**

1 cuadra\_\_\_\_\_ 2 cuadras\_\_\_\_\_ 3 cuadras\_\_\_\_\_  
4 cuadras\_\_\_\_\_ 5 cuadras o más\_\_\_\_\_

**7.- Le gustaría a usted que existiese un nuevo sistema de estacionamiento vertical rotatorio tipo carrusel automatizado que sea Seguro, Ecológico, Económico y Moderno.**

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

**8.- Escoja en cuál de estos lugares quisiese que se ubicara este nuevo sistema de estacionamiento.**

Boyacá y 10 Agosto\_\_\_\_\_ Malecón y Sucre\_\_\_\_\_ Machala y 9 de Octubre\_\_\_\_\_  
Ayacucho y 6 de marzo\_\_\_\_\_ Panamá y Junín\_\_\_\_\_

**9.- ¿Cuanto estaría usted dispuesto a cancelar como máximo por una hora o fracción en este nuevo servicio de estacionamiento automatizado?**

\$1,00\_\_\_\_\_ \$1,25\_\_\_\_\_ \$1,50\_\_\_\_\_  
\$1,75\_\_\_\_\_ \$2.00\_\_\_\_\_

**10.- Si los lugares establecidos en la pregunta anterior no corresponden a su criterio, cuál sería su recomendación.**

\_\_\_\_\_

## APÉNDICE C

### Tabla de Gastos Administrativos.

Gastos de Administración										
Rubros	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Sueldo	\$ 7.200	\$ 7.920	\$ 8.712	\$ 9.583	\$ 10.542	\$ 11.596	\$ 12.755	\$ 14.031	\$ 15.434	\$ 16.977
Servicio Básico	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613
Seguro	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000
Alquiler Terreno	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000
Publicidad	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 2.400
Total	\$ 21.213	\$ 21.933	\$ 22.725	\$ 23.596	\$ 24.554	\$ 25.608	\$ 26.768	\$ 28.044	\$ 29.447	\$ 30.990

Fuente: Elaboración Propia.



## APÉNDICE D

### Tabla de Ingresos Anuales

Ingreso Estimados	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Alquiler por Hora o Fracción	54750,00	54804,75	54859,55	54914,41	54969,33	55024,30	55079,32	55134,40	55189,54	55244,73
Total	54750,00	54804,75	54859,55	54914,41	54969,33	55024,30	55079,32	55134,40	55189,54	55244,73

Fuente: Elaboración Propia.

## APÉNDICE E

### Flujo de Caja Proyectado a 10 años

<b>FLUJO DE CAJA</b>											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos		\$ 54.750	\$ 54.805	\$ 54.860	\$ 54.914	\$ 54.969	\$ 55.024	\$ 55.079	\$ 55.134	\$ 55.190	\$ 55.245
<b>Costos Directos</b>											
Sueldo		\$ 7.200	\$ 7.920	\$ 8.712	\$ 9.583	\$ 10.542	\$ 11.596	\$ 12.755	\$ 14.031	\$ 15.434	\$ 16.977
Alquiler		\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000
<b>Costos Indirectos</b>											
Seguros		\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000
Mantenimiento		\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032
Servicios Básicos		\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613
Publicidad		\$ 2.400	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120
Depreciación		\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230
Interés Préstamo		\$ 10.585	\$ 8.913	\$ 7.043	\$ 4.953	\$ 2.615					
Activos Intangible		\$ 516	\$ 516	\$ 516	\$ 516	\$ 516					
Utilidad antes Impuesto		\$ 16.175	\$ 16.461	\$ 17.593	\$ 18.868	\$ 20.302	\$ 22.434	\$ 21.329	\$ 20.109	\$ 18.761	\$ 17.273
IMPUESTO (15%)		\$ 2.426	\$ 2.469	\$ 2.639	\$ 2.830	\$ 3.045	\$ 3.365	\$ 3.199	\$ 3.016	\$ 2.814	\$ 2.591
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>\$ 18.601</b>	<b>\$ 18.930</b>	<b>\$ 20.232</b>	<b>\$ 21.698</b>	<b>\$ 23.348</b>	<b>\$ 25.799</b>	<b>\$ 24.529</b>	<b>\$ 23.125</b>	<b>\$ 21.575</b>	<b>\$ 19.864</b>
Depreciación		\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230	\$ 5.230
Activos Intangible		\$ 516	\$ 516	\$ 516	\$ 516	\$ 516					
INVERSIÓN INICIAL	-130473,40										
Préstamo	90473,40										
Amortización Préstamo		\$ 10.585	\$ 8.913	\$ 7.043	\$ 4.953	\$ 2.615					
Inversión Capital de Trabajo	-40000,00										
Valor Desecho											\$ 44.500
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	<b>-80000,00</b>	<b>\$ 13.762</b>	<b>\$ 15.763</b>	<b>\$ 18.935</b>	<b>\$ 22.491</b>	<b>\$ 26.479</b>	<b>\$ 31.029</b>	<b>\$ 29.759</b>	<b>\$ 28.355</b>	<b>\$ 26.805</b>	<b>\$ 69.594</b>
<b>VAN</b>	<b>\$ 220.357,06</b>										
<b>TIR</b>	<b>24,64%</b>										

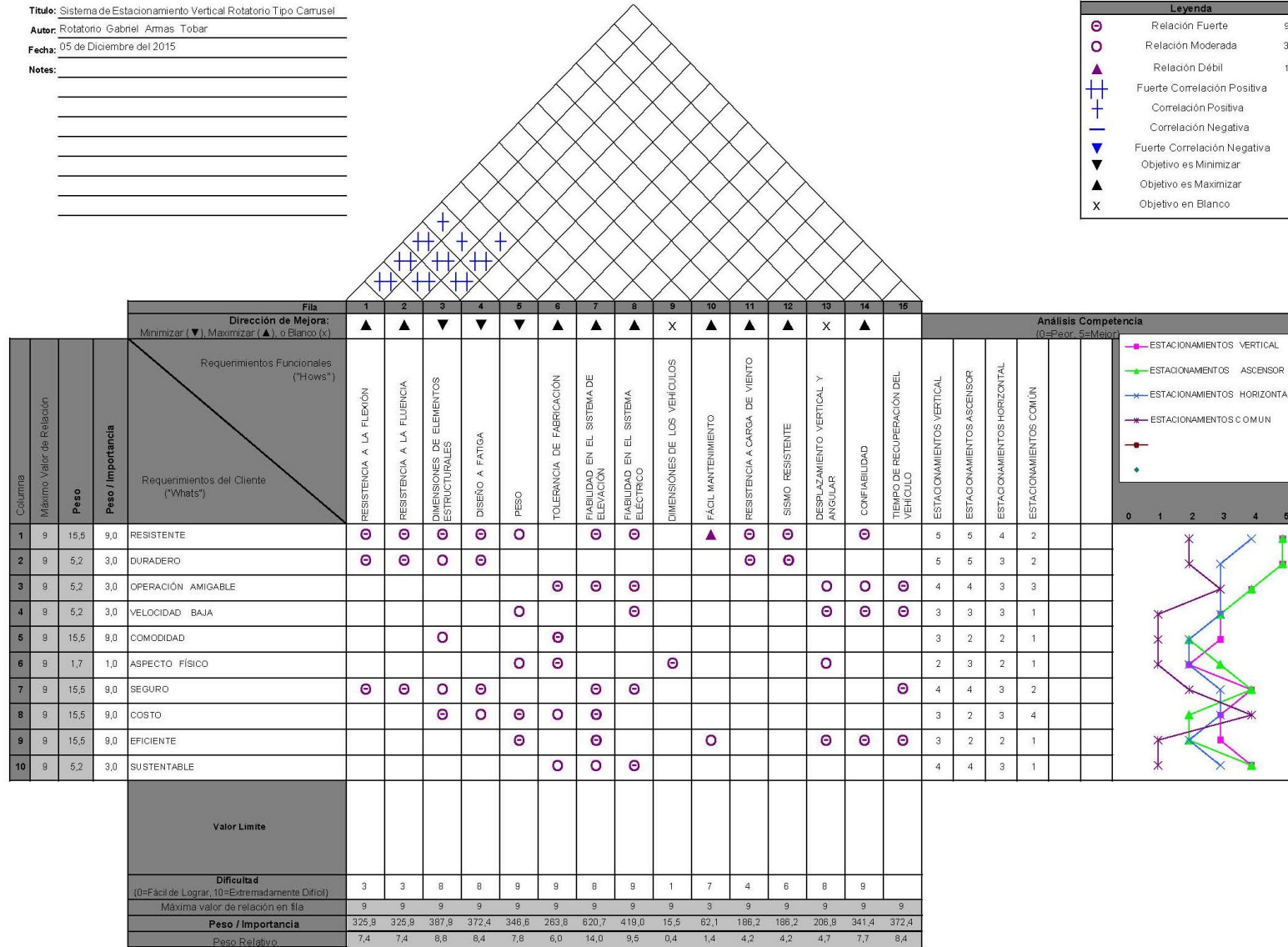
Fuente: Elaboración Propia.

# APÉNDICE F

## Casa de la Calidad del Proyecto (QFD)

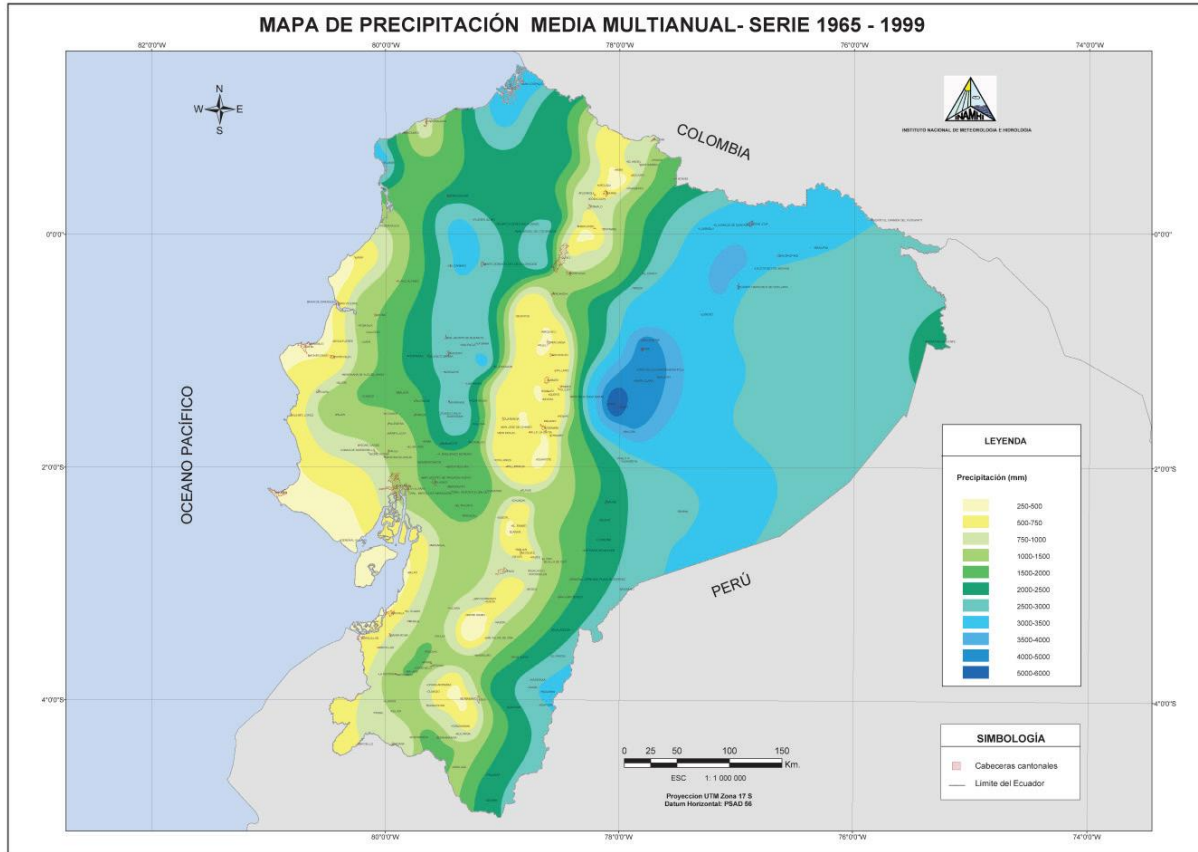
**Título:** Sistema de Estacionamiento Vertical Rotatorio Tipo Carrusel  
**Autor:** Rotatorio Gabriel Amas Tobar  
**Fecha:** 05 de Diciembre del 2015  
**Notes:**  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Leyenda		
⊗	Relación Fuerte	9
○	Relación Moderada	3
△	Relación Débil	1
+	Fuerte Correlación Positiva	
+	Correlación Positiva	
-	Correlación Negativa	
▼	Fuerte Correlación Negativa	
▼	Objetivo es Minimizar	
▲	Objetivo es Maximizar	
X	Objetivo en Blanco	



## APÉNDICE G

### Mapa de Velocidades de Viento en Ecuador



Fuente: NEC, 2015.

**Zona 1:** precipitación anual menor o igual de 2000 mm

**Zona 2:** precipitación anual mayor de 2000 mm y menor o igual de 4000 mm

**Zona 3:** precipitación anual mayor de 4000 mm y menor o igual de 6000 mm

**Zona 4:** precipitación anual mayor de 6000 mm

Las clasificaciones exigibles, en función de la Zona Pluviométrica, grado de exposición y clasificación al viento exigible, se establecen en la siguiente Tabla:

Zona Pluviométrica	Grado de exposición	Velocidad de Viento Considerada			
		75 Km/h	90 Km/h	105 Km/h	120 Km/h
Zona 1	Protegida	ECEB1	ECEB1	ECEB2	ECEB3
	Expuesta	ECEA1	ECEA1	ECEA2	ECEA3
Zona 2	Protegida	ECEB1	ECEB1	ECEB3	ECEB3
	Expuesta	ECEA1	ECEA1	ECEA3	ECEA3
Zona 3	Protegida	ECEB1	ECEB2	ECEB3	ECEB4
	Expuesta	ECEA1	ECEA2	ECEA3	ECEA4
Zona 4	Protegida	ECEB2	ECEB2	ECEB4	ECEB4
	Expuesta	ECEA2	ECEA2	ECEA4	ECEA4

Fuente: NEC, 2015.

## APÉNDICE H

### Coeficiente de Corrección $\sigma$

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

Fuente: NEC, 2015.

Las características topográficas se dividen en 3 categorías:

- ✓ **Categoría A (sin obstrucción):** edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos.
- ✓ **Categoría B (obstrucción baja):** edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, promedio hasta 10m.
- ✓ **Categoría C (zona edificada):** zonas urbanas con edificios de altura.

## APÉNDICE I

### Coeficiente de entorno/altura $C_e$

Descripción	Valor
Elementos situados en patios interiores, cuyo ancho es inferior a la altura del edificio y sin conexión con el espacio exterior por su parte inferior, así como ventanas interiores (en el caso de que se dispongan dobles ventanas)	0.3
Elementos en fachadas protegidas en edificios alineados en calles rectas, a una distancia de la esquina, mayor que la altura de la edificación, en bloques exentos en la parte central de una fachada, de longitud mayor que el doble de la altura o en patios abiertos a fachadas o patios de manzana	0.8
Elementos en fachadas expuestas en edificaciones aisladas o fachadas de longitud menor que el doble de la altura	1.3
Elementos en fachadas muy expuestas, situados al borde de la orilla de lagos o del mar, próximos a escarpaduras, laderas de fuerte inclinación, desfiladeros, y otros	1.5

Fuente: NEC, 2015.

## APÉNDICE J

### Coeficiente de Forma $C_f$

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 a 0	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
Estructuras prismáticas alargadas	+1.5	
Superficies cilíndricas	+0.7	

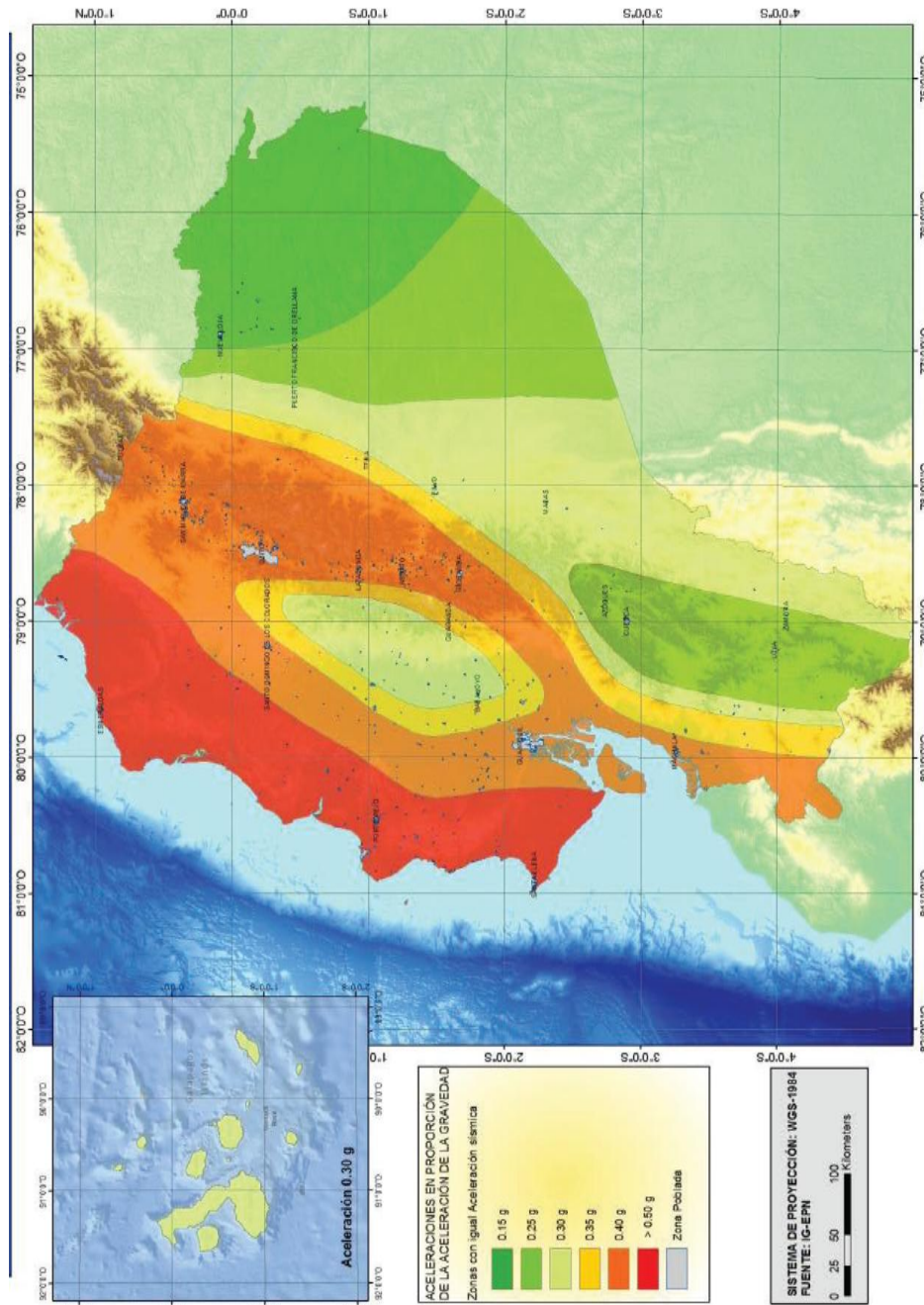
Fuente: NEC, 2015.

Nota:

- ✓ El signo positivo (+) indica presión.
- ✓ El signo negativo (-) indica succión.

# APÉNDICE K

## Mapa de zonas sísmicas y factor Z



Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: NEC, 2015.



## APÉNDICE L

### Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760$ m/s $> V_s \geq 360$ m/s

	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360$ m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100$ kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad $IP > 75$ )	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia $\alpha$ ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con	
F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.		

Fuente: NEC, 2015.

## APÉNDICE M

### Factor de Ampliación de Aceleraciones ( $F_a$ )

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Fuente: NEC, 2015.

### Factor de Desplazamiento ( $F_d$ )

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Fuente: NEC, 2015.

### Factor no Lineal ( $F_s$ )

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Fuente: NEC, 2015.

## APÉNDICE N

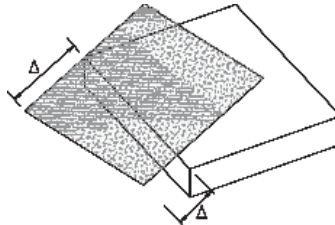
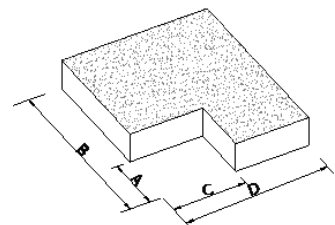
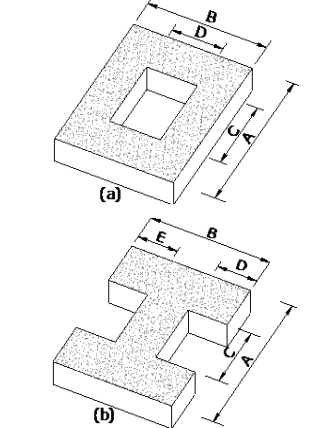
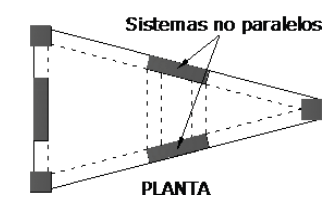
### Factor de Importancia (I)

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Fuente: NEC, 2015.

# APÉNDICE O

## Coeficiente de Irregularidad en Planta

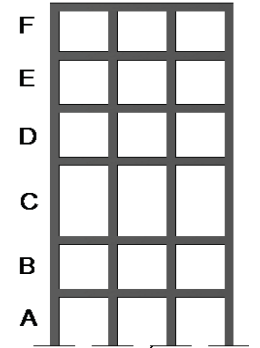
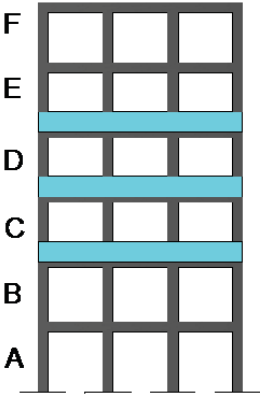
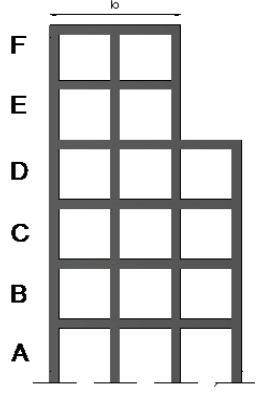
<p><b>Tipo 1 - Irregularidad torsional</b>  <math>P_i=0.9</math>  <math>A &gt; 1.2 \left( \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)</math>          Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la je de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p>	
<p><b>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas</b> <math>\square P_i=0.9</math> <math>A &gt; 0.15B</math> y <math>C &gt; 0.15D</math>          La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la disensito de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
<p><b>Tipo 3 -Discontinuidades en el sistema de piso</b>  <math>\square P_i=0.9</math>  <math>CxD &gt; 0.5AxB</math>  <math>[Cx D + CxE] &gt; 0.5Ax B</math>          La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p>	
<p><b>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos</b>  <math>\square P_i=0.9</math>          La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Fuente: NEC, 2015.

Cuando una estructura no contempla ninguno de los tipos de irregularidades descritas en la Tabla, en ninguno de sus pisos,  $\varnothing P$  tomará el valor de 1 y se le considerará como regular en planta.

## APÉNDICE P

### Coeficiente de Irregularidad en Elevación

<p><b>Tipo 1</b> - Piso flexible  <math>E_i=0.9</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p><b>Tipo 2</b> - Distribución de masa  <math>E_i=0.9</math>  <math>m_D &gt; 1.50 m_E</math>          ó <math>m_D &gt; 1.50 m_C</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p><b>Tipo 3</b> - Irregularidad geométrica  <math>E_i=0.9</math></p> <p><math>a &gt; 1.3 b</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Fuente: NEC, 2015.

Cuando una estructura no contempla ninguno de los tipos de irregularidades descritos en las Tabla 13 y Tabla 14 en ninguno de sus niveles,  $\phi_e = 1$  y se le considerará como regular en elevación.

## APÉNDICE Q

### Factor de Reducción Sísmica

<b>Sistemas Estructurales Dúctiles</b>	<b>R</b>
<b>Sistemas Duales</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales Rigidizadores (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales Rigidizadores (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales Rigidizadores (excéntricas o concéntricas).	8
<b>Sistemas Estructurales Dúctiles</b>	<b>R</b>
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
<b>Pórticos resistentes a momentos</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
<b>Otros sistemas estructurales para edificaciones</b>	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5
<b>Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada</b>	<b>R</b>
<b>Pórticos resistentes a momento</b>	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM, limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electro soldada de alta resistencia	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	2.5
<b>Muros estructurales portantes</b>	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Fuente: NEC, 2015.

## APÉNDICE R

### Catalogo de Planchas y Flejes

#### PLANCHAS (PLLC)

FORMATOS (mm)	ESPESOR (mm)
1220 X 2440	1.5 - 12.0
1220 X 6000	2.0 - 12.0
1500 X 6000	3.0 - 12.0
1800 X 6000	4.0 - 12.0
2000 X 6000	10.0 - 15.0
2000 X 12000	6.0 - 25.0
2440 X 6100	8.0 - 100.0
2440 X 12200	6.0 - 50.0
<b>OTROS FORMATOS, BAJO CONSULTA</b>	

#### ESPECIFICACIONES Y NOTAS

##### MATERIALES:

Calidad del Acero ASTM A36 - A572 GR50

##### NOTAS:

- Dimensiones en milímetros
- Longitud Estándar de Fabricación 6.0 m
- Otros largos, **bajo consulta**



Fuente: Ferro Torre S.A, 2016.

#### FLEJES (FLLC)

FORMATO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (KG)
A	e	D
90	6.00	25.43
100	4.00	18.84
	6.00	28.26
120	4.00	22.61
	6.00	33.91
150	4.00	28.26
	6.00	42.39
200	4.00	37.68
	6.00	56.52
<b>OTROS FORMATOS, BAJO CONSULTA</b>		

#### ESPECIFICACIONES Y NOTAS

##### MATERIALES:

Calidad del Acero ASTM A36 - A572 GR50

##### NOTAS:

- Dimensiones en milímetros
- Longitud Estándar de Fabricación 6.0 m
- Otros largos, **bajo consulta**



Fuente: Ferro Torre S.A, 2016.

# APÉNDICE S

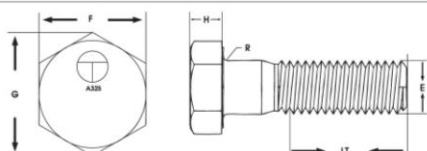
## Catálogo de Pernos Estructurales.

PERNOS, TUERCAS Y ABRAZADERAS

Línea estructural

### ► Pernos cabeza hexagonal estructural

#### Información general



Diámetro	E		F			G		H			R		LT
	Diám. cuerpo	Máx	Básico	Máx	Min	Máx	Min	Básico	Máx	Min	Máx	Min	
1/2	0.500	0.515	7/8	0.875	0.850	1.010	0.969	5/16	0.323	0.302	0.031	0.009	1.00
5/8	0.625	0.642	1 1/16	1.062	1.031	1.227	1.175	25/64	0.403	0.378	0.062	0.021	1.25
3/4	0.750	0.768	1 1/4	1.250	1.212	1.443	1.383	15/32	0.483	0.455	0.062	0.021	1.38
7/8	0.875	0.895	1 7/16	1.438	1.394	1.660	1.589	35/64	0.563	0.531	0.062	0.031	1.50
1	1.000	1.022	1 5/8	1.625	1.575	1.876	1.796	39/64	0.627	0.591	0.093	0.062	1.75
1 1/8	1.125	1.149	1 13/16	1.812	1.756	2.093	2.002	11/16	0.718	0.658	0.093	0.062	2.00
1 1/4	1.250	1.277	2	2.000	1.938	2.309	2.209	25/32	0.813	0.794	0.093	0.062	2.00
1 3/8	1.375	1.404	2 3/16	2.188	2.119	2.526	2.416	27/32	0.878	0.810	0.093	0.062	2.25
1 1/2	1.500	1.531	2 3/8	2.375	2.300	2.742	2.622	15/16	0.974	0.902	0.093	0.062	2.25

### ► Pernos cabeza hexagonal estructural ASTM A-325 - Tipo 1

#### Tabla de Especificaciones

Tipo	Diámetro	Material	Dureza Rockwell		Resistencia a la tensión
			Mín.	Máx	
A - 325	1/2" a 1"	Acero medio carbono tratado Termicamente	25	34	120 000 PSI min
	1 1/8" a 1 1/2"		19	30	105 000 PSI min

Tamaño del perno	Hilo por pulgada	Área de Esf. Pulg <sup>2</sup>	Resistencia a la tensión Min.	
1/2	13 UNC	0.142	17.050	
5/8	11 UNC	0.226	27.100	
3/4	10 UNC	0.334	40.100	
7/8	9 UNC	0.462	55.450	
1	8 UNC	0.606	72.700	
1 1/8	8 UNC	0.79	82.950	
1 1/4	8 UNC	1	105.000	
1 3/8	8 UNC	1.233	129.500	
1 1/2	8 UNC	1.492	156.700	



**DIMENSIONES**  
Normas ANSI B18.2.6 pernos estructurales

### ► Pernos cabeza hexagonal estructural ASTM A-490 - Tipo 1

#### Tabla de Especificaciones

Tipo	Diámetro	Material	Dureza Rockwell		Resistencia a la tensión
			Mín.	Máx	
A490	1/2" a 1"	Acero medio carbono aleado tratado Termicamente	33	39	150 000 a 173 000 PSI min
	1 1/8" a 1 1/2"				

Tamaño del perno	Hilo por pulgada	Área de Esf. Pulg <sup>2</sup>	Resistencia a la tensión	
			Mín	Máx
1/2	13 UNC	0.142	21.300	24.600
5/8	11 UNC	0.226	33.900	39.200
3/4	10 UNC	0.334	50.100	57.800
7/8	9 UNC	0.462	69.300	79.950
1	8 UNC	0.606	90.900	104.850
1 1/8	8 UNC	0.79	118.500	136.700
1 1/4	8 UNC	1	150.000	173.000
1 3/8	8 UNC	1.233	185.000	213.300
1 1/2	8 UNC	1.492	223.800	258.000



**DIMENSIONES**  
Normas ANSI B18.2.6 pernos estructurales



## APÉNDICE T

### Catalogo de Tubos Estructurales Redondo.

Denominación	Diámetro exterior	Espesor e	Peso	
			kg/m	kg/6m
Pulgadas	mm	mm		
5/8	15,88	1.50	0.55	3.28
3/4	19,05	1.50	0.67	3.99
7/8	22,22	1.50	0.79	4.73
1	25,40	1.50	0.90	5.37
		2.00	1.17	7.02
1 1/4	31,75	1.50	1.13	6.78
		2.00	1.48	8.90
1 1/2	38,10	1.50	1.37	8.20
		2.00	1.80	10.79
1 3/4	44,45	1.50	1.60	9.57
		2.00	2.13	12.76
1 7/8	47,63	1.50	1.72	10.32
		2.00	2.27	13.62
2	50,80	1.50	1.84	11.02
		2.00	2.43	14.55
		3.00	3.45	20.69
2 1/4	57,15	1.50	2.08	12.47
		2.00	2.79	16.72
2 3/4	60,33	1.50	2.97	13.42
		2.00	2.83	17.80
		3.00	4.38	26.28
2 1/2	63,50	1.50	2.34	14.04
		2.00	3.13	18.75
		3.00	4.62	27.69
3	76,20	2.00	3.68	22.42
		3.00	5.26	33.35
		4.00	7.35	44.09
3 1/2	88,90	2.00	4.37	26.19
		3.00	6.50	39.00
		4.00	8.60	51.62
4	101,60	2.00	4.99	29.96
		3.00	7.42	44.51
		4.00	9.83	58.97
4 1/2	114,30	2.00	5.59	33.53
		3.00	8.36	50.16
		4.00	11.09	66.51
5	127,00	2.00	6.22	37.30
		3.00	9.26	55.53
		4.00	12.28	73.66



Fuente: Ipac Duferco Group, 2016

# APÉNDICE U

## Tabla de Perfiles Estructural Correa G.



**DIPAC**<sup>®</sup>  
PRODUCTOS DE ACERO



### PERFILES ESTRUCTURALES CORREAS "G"

#### Especificaciones Generales

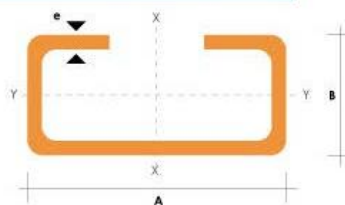
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1.50mm hasta 12.00mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



CORREAS "G"

DIMENSIONES				PESOS			PROPIEDADES					
A	B	C	e	6metros	1metro	SECCION	EJE X-X			EJE Y-Y		
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm <sup>2</sup>	I	W	I	I	W	I
							cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12
60	30	10	2.0	11.94	1.99	2.54	13.98	4.66	2.35	3.01	2.85	1.09
60	30	10	3.0	16.98	2.83	3.61	18.90	6.30	2.29	3.87	3.69	1.04
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.39	2.53	1.51
80	40	15	2.0	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51
80	40	15	3.0	24.06	4.01	5.11	49.00	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46
100	50	15	2.0	20.40	3.40	4.34	69.20	13.80	4.00	15.00	4.57	1.86
100	50	15	3.0	29.70	4.95	6.31	97.80	19.60	3.94	20.50	6.25	1.80
100	50	20	4.0	40.26	6.71	8.55	126.70	25.34	3.85	28.50	9.05	1.83
100	50	25	5.0	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83
125	50	15	2.0	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83
125	50	15	3.0	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77
125	50	20	4.0	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80
125	50	25	5.0	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82
125	50	30	6.0	70.78	11.78	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.81	1.81
150	50	15	2.0	25.14	4.14	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79
150	50	15	3.0	36.78	6.13	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73
150	50	20	4.0	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.65	32.90	9.52	1.77
150	75	25	5.0	74.70	12.45	15.86	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72
150	75	30	6.0	93.42	15.57	19.23	641.40	85.52	5.77	114.47	30.57	2.74
175	50	15	2.0	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.90	4.85	1.75
175	50	15	3.0	40.32	6.72	8.56	369.00	42.20	6.57	24.60	6.66	1.70
175	75	25	4.0	65.40	10.9	13.90	653.00	74.60	6.84	105.00	20.90	2.75
175	75	25	5.0	80.58	13.43	17.11	785.95	89.82	6.78	123.88	24.63	2.69
175	75	30	6.0	100.74	16.79	20.73	929.39	106.22	6.70	152.84	31.19	2.72
200	50	15	2.0	29.94	4.99	6.36	356.00	35.60	7.56	18.60	4.85	1.72
200	50	15	3.0	43.86	7.31	9.31	507.00	50.70	7.45	25.10	6.57	1.65
200	75	25	4.0	70.20	11.70	14.90	895.00	89.50	7.64	110.00	21.30	2.71
200	75	25	5.0	86.52	14.42	18.37	1080.00	108.00	7.67	129.62	25.02	2.66
200	75	30	6.0	108.00	18.00	22.23	1282.17	128.21	7.59	160.15	31.73	2.68
250	75	25	4.0	79.80	13.30	16.90	1520.00	122.00	9.48	118.00	21.70	2.64
250	100	25	5.0	109.98	18.33	23.36	2219.24	177.54	9.75	285.26	39.24	3.49
250	100	30	6.0	135.48	22.58	28.23	2647.38	219.79	9.68	383.54	55.58	3.69
300	100	30	4.0	100.80	16.80	21.30	2860.00	191.00	11.60	274.00	38.30	3.58
300	100	35	5.0	126.60	21.10	26.90	3560.00	237.00	11.50	351.00	49.90	3.62
300	100	35	6.0	154.74	25.79	31.80	4170.00	278.00	11.40	404.00	57.40	3.56

También en galvanizado e inoxidable



www.dipacmanta.com

1

Fuente: Dipac Manta S.A, 2016

# APÉNDICE V

## Tabla de Acero de Trasmisión AISI / SAE 4340

Aceros bonificados para maquinaria

ACEROS

► Cód. IBCA: 705 ≅ 34 CrNiMo6 ≅ AISI 4340 ≅ AISI 4337



Propiedades	Tratamiento térmico														
<p style="text-align: center;"><b>Revenido</b></p> <p>(500 - 700 °C): El tiempo de mantenimiento a la temperatura de revenido podría ser de 1 - 2 horas o una hora por pulgada de grueso. Partes de máquinas que requieran una resistencia alta, como por ej. engranajes, deberán ser revenidas a temperaturas más bajas, es decir de 200 a 250 °C, lo que dará dureza de aproximadamente 500 HB.</p> <table border="1"> <caption>Data for Revenido Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura del revenido (°C)</th> <th>HRC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100</td><td>50</td></tr> <tr><td>200</td><td>50</td></tr> <tr><td>300</td><td>48</td></tr> <tr><td>400</td><td>45</td></tr> <tr><td>500</td><td>42</td></tr> <tr><td>600</td><td>35</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura del revenido (°C)	HRC	100	50	200	50	300	48	400	45	500	42	600	35	<p style="text-align: center;"><b>Nituración</b></p> <p>Se pueden lograr durezas de alrededor de 53 - 55 HRC. El proceso durará entre 48 y 72 horas, por lo cual la planeación del tratamiento debe hacerse con el tiempo necesario.</p>
Temperatura del revenido (°C)	HRC														
100	50														
200	50														
300	48														
400	45														
500	42														
600	35														

Medidas en stock			
Redondo			
Diámetro (mm)	Peso (kg/m)	Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
20	2,5	90	51,0
22	3,0	105	69,5
25	3,9	110	76,2
28	4,9	115	83,3
30	5,7	120	90,7
32	6,5	125	98,4
35	7,7	130	106,5
38	9,1	135	114,8
40	10,1	140	123,5
45	12,8	150	141,8
50	15,8	160	161,3
55	19,1	170	182,1
60	22,7	180	204,1
65	26,6	200	252,0
70	30,9	230	333,3
75	35,4	250	393,8
80	40,3	300	567,0
85	45,5	350	771,8

\* Medidas y pesos son teóricos IVAN BOHMAN C.A. facturará al peso del material una vez efectuado el corte

## APÉNDICE W

### Tabla de Acero de Trasmisión AISI / SAE 1018



#### EJES ACERO DE TRANSMISION

##### Especificaciones Generales

Material	AISI 1018
Dureza HRC	60
Límite de Influencia	235 N/mm <sup>2</sup>
Aplicaciones	LEVAS, UNIONES, BUJES, PINES, PIVOTES, PERNOS GRADO 3



EJES

#### EJES DE TRANSMISION DE BAJA RESISTENCIA AL TORQUE

##### DIMENSIONES

DIAMETRO	LONGITUD
3/8"	6m.
1/2"	6m.
5/8"	6m.
3/4"	6m.
7/8"	6m.
1"	6m.
1-1/4"	6m.
1-1/2"	6m.
2"	6m.
2-1/2"	6m.
3"	6m.
4"	6m.
5"	6m.
6"	6m.

##### PROPIEDADES QUÍMICAS

%C	%Si	%Mn	%P	%S
0 - 0,20	0 - 0,25	0 - 0,70	0 - 0,04	0 - 05

# APÉNDICE X

## Tabla de Acero de Trasmisión AISI / SAE 1018



### PERFILES LAMINADOS UPN

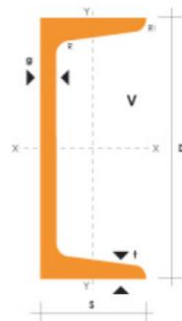
#### Especificaciones Generales

<b>Calidad</b>	ASTM A36
<b>Otras calidades</b>	Previa Consulta
<b>Largo normal</b>	6.00m y 12.00m
<b>Otros largos</b>	Previa Consulta
<b>Acabado</b>	Natural
<b>Otro acabado</b>	Previa Consulta













UPN

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



## APÉNDICE Y

### Tabla de Cargas críticas, Longitudes Efectivas y Factores de Longitud Efectiva para Columnas Ideales.

Tabla 5.1      Valores aproximados del factor de longitud efectiva, $K$ .						
Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
						
Valor $K$ teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Símbolos para las condiciones de extremo	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <i>Rotación y traslación impedidas</i></div> <div style="text-align: center;"> <i>Rotación libre y traslación impedida</i></div> <div style="text-align: center;"> <i>Rotación impedida y traslación libre</i></div> <div style="text-align: center;"> <i>Rotación y traslación libres</i></div> </div>					

Fuente: AISC, Apéndice 7 - Tabla C-A-7.1.p. 16.1-511, Junio 22, 210.

# APÉNDICE Z

## Catálogo de Motor Reductores Cónicos Helicoidales Motox.

### Motorreductores

#### Motorreductores cónicos helicoidales

##### Motorreductores de hasta 200 kW

Datos para selección y pedidos (continuación)

Potencia $P_{\text{motor}}$ kW	Velocidad de salida		Par de salida $T_2$ Nm	Factor de servicio $f_s$	Índice de reducción $i_{\text{tot}}$	Referencia	Código (n.º polos)	Peso <sup>*)</sup> kg
	$n_2$ (50 Hz) min <sup>-1</sup>	$n_2$ (60 Hz) min <sup>-1</sup>						
7,5 (50 Hz)	<b>K.108-LA132M4</b>							
9,0 (60 Hz)	24	29	3 014	1,0	61,22	★ 2KJ1506 - ■HH13 - ■■R1		171
	28	34	2 564	1,2	52,08	2KJ1506 - ■HH13 - ■■Q1		171
	33	40	2 188	1,4	44,44	★ 2KJ1506 - ■HH13 - ■■P1		171
	40	48	1 794	1,6	36,44	★ 2KJ1506 - ■HH13 - ■■N1		171
	43	52	1 667	1,8	33,87	★ 2KJ1506 - ■HH13 - ■■M1		171
	47	56	1 538	2,0	31,25	2KJ1506 - ■HH13 - ■■L1		171
	55	66	1 304	2,2	26,48	2KJ1506 - ■HH13 - ■■K1		171
	63	76	1 136	2,4	23,08	★ 2KJ1506 - ■HH13 - ■■J1		171
	74	89	966	2,7	19,63	2KJ1506 - ■HH13 - ■■G1		171
	87	104	825	3,0	16,75	★ 2KJ1506 - ■HH13 - ■■F1		171
	106	127	676	3,5	13,74	★ 2KJ1506 - ■HH13 - ■■E1		171
	113	136	635	3,1	12,90	★ 2KJ1506 - ■HH13 - ■■D1		171
	133	160	540	3,4	10,97	2KJ1506 - ■HH13 - ■■C1		171
	155	186	461	3,8	9,36	★ 2KJ1506 - ■HH13 - ■■B1		171
	<b>K.88-LA132M4</b>							
	35	42	2 043	0,81	41,50	2KJ1505 - ■HH13 - ■■Q1		117
	42	50	1 693	0,97	34,40	★ 2KJ1505 - ■HH13 - ■■P1		117
	47	56	1 520	1,1	30,87	★ 2KJ1505 - ■HH13 - ■■N1		117
	51	61	1 403	1,2	28,50	2KJ1505 - ■HH13 - ■■M1		117
	57	68	1 257	1,3	25,53	★ 2KJ1505 - ■HH13 - ■■L1		117
	62	74	1 159	1,4	23,54	2KJ1505 - ■HH13 - ■■K1		117
	74	89	972	1,6	19,75	2KJ1505 - ■HH13 - ■■J1		117
	86	103	829	1,8	16,85	★ 2KJ1505 - ■HH13 - ■■H1		117
	104	125	691	2,1	14,04	2KJ1505 - ■HH13 - ■■G1		117
	125	150	573	2,3	11,64	★ 2KJ1505 - ■HH13 - ■■F1		117
	130	156	552	1,5	11,21	2KJ1505 - ■HH13 - ■■E1		117
	155	186	463	1,6	9,41	2KJ1505 - ■HH13 - ■■D1		117
	181	217	395	1,8	8,03	★ 2KJ1505 - ■HH13 - ■■C1		117
	217	260	329	2,1	6,69	2KJ1505 - ■HH13 - ■■B1		117
	263	316	273	2,4	5,54	★ 2KJ1505 - ■HH13 - ■■A1		117
	<b>K.68-LA132M4</b>							
	77	92	932	0,88	18,93	★ 2KJ1504 - ■HH13 - ■■L1		87
	86	103	831	0,99	16,89	2KJ1504 - ■HH13 - ■■K1		87
	101	121	706	1,1	14,35	2KJ1504 - ■HH13 - ■■J1		87
	122	146	588	1,3	11,94	★ 2KJ1504 - ■HH13 - ■■H1		87
	140	168	512	0,82	10,40	★ 2KJ1504 - ■HH13 - ■■F1		87
	153	184	469	0,88	9,52	2KJ1504 - ■HH13 - ■■E1		87
	171	205	418	0,95	8,50	★ 2KJ1504 - ■HH13 - ■■D1		87
	192	230	373	1	7,58	2KJ1504 - ■HH13 - ■■C1		87
	226	271	317	1,2	6,44	★ 2KJ1504 - ■HH13 - ■■B1		87

★ Reducción preferente

Para versiones de eje, ver la página 4/89

Para frecuencias y tensiones, ver la página 8/18

Para formas de carcasa, ver la página 4/86

\*) para forma constructiva B3

1, 2, 3, 5, 6 ó 9

1 a 9

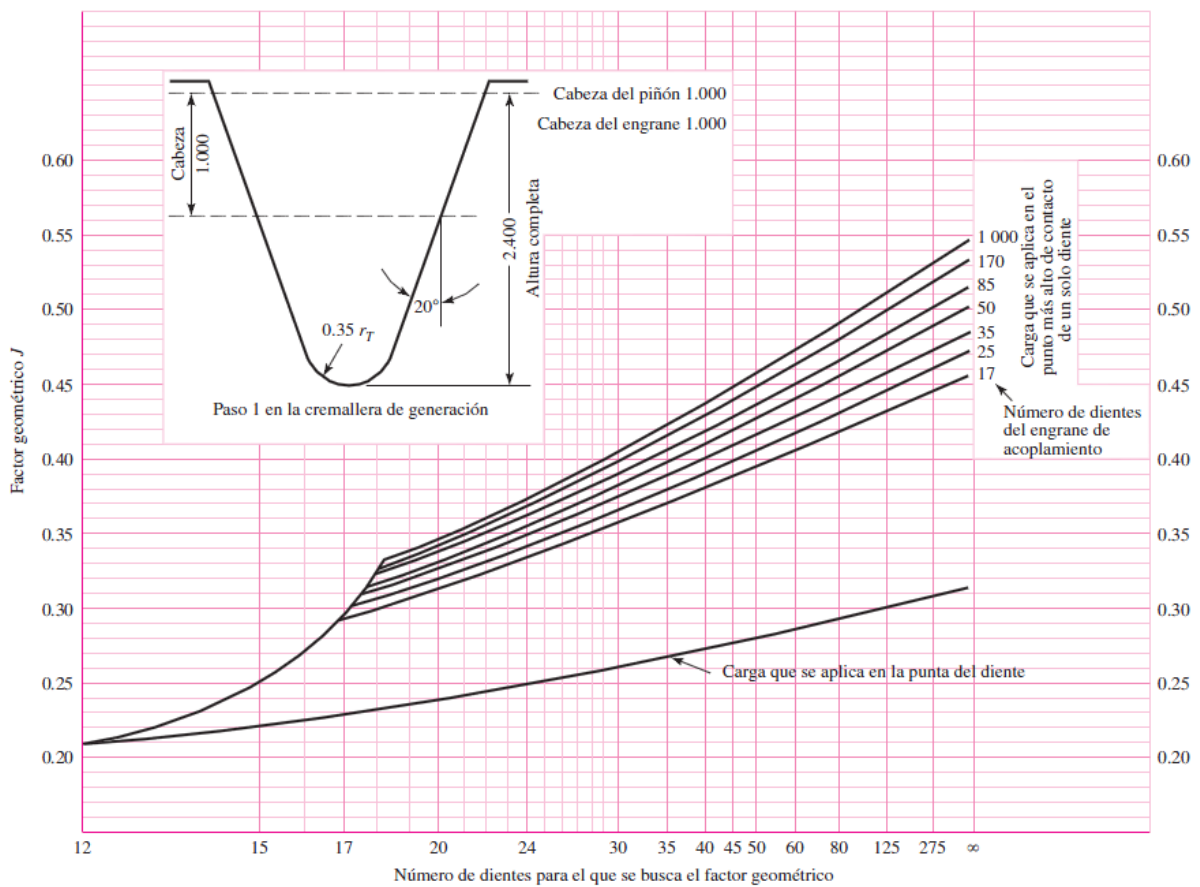
A, D, E, F, H ó M

# APÉNDICE A1

## Factor de Forma de Lewis Y

Número de dientes	Y	Número de dientes	Y
12	0.245	28	0.353
13	0.261	30	0.359
14	0.277	34	0.371
15	0.290	38	0.384
16	0.296	43	0.397
17	0.303	50	0.409
18	0.309	60	0.422
19	0.314	75	0.435
20	0.322	100	0.447
21	0.328	150	0.460
22	0.331	300	0.472
24	0.337	400	0.480
26	0.346	Cremallera	0.485

## Factores Geométricos J de engranes rectos



Fuente: Shigley, J., Edward. & Uicker, J., John, Teoría de máquinas y mecanismos, 2001.

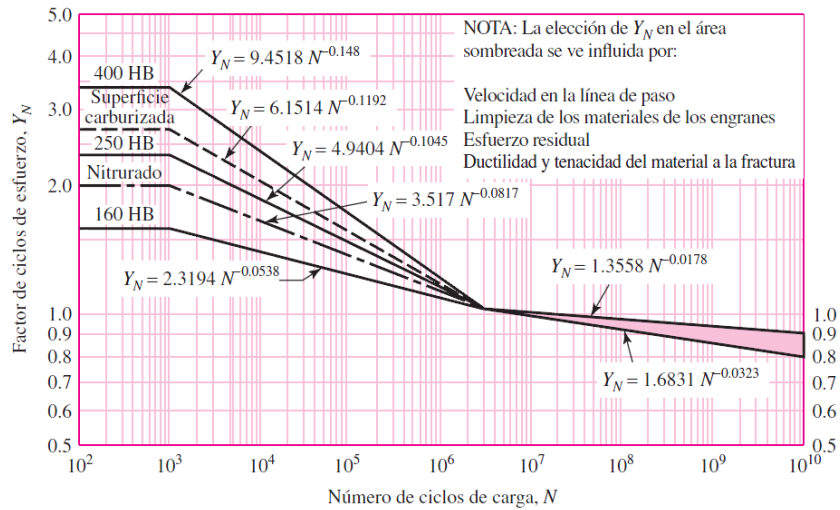


# APÉNDICE B1

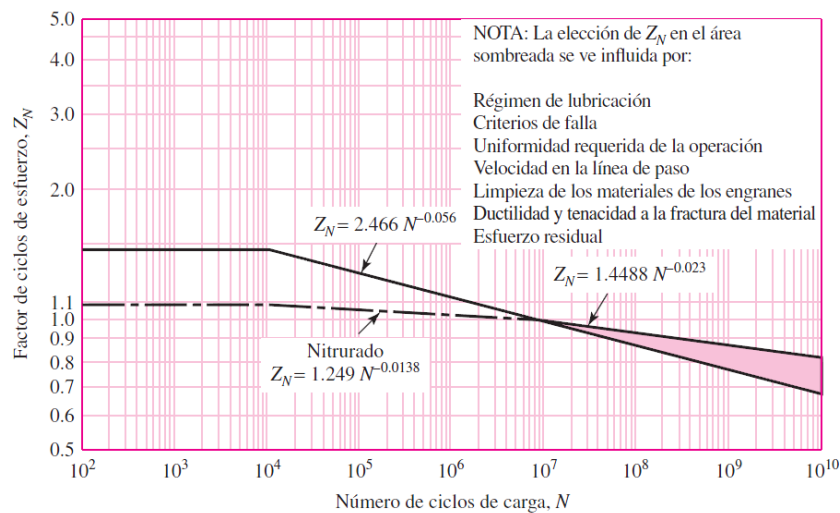
## Factores de confiabilidad KR (YZ)

Confiabilidad	$K_R (Y_Z)$
0.9999	1.50
0.999	1.25
0.99	1.00
0.90	0.85
0.50	0.70

### Factor de Ciclos de Esfuerzo Repetidamente Aplicados de Resistencia a la Flexion $Y_N$ .



### Factor de Ciclos de Esfuerzos de Resistencia a la Picadura $Z_N$ .



Fuente: Shigley, J., Edward. & Uicker, J., John, Teoría de máquinas y mecanismos, 2001.

## APÉNDICE C1

### Factor de Distribución de la Carga en la Cara $C_{mf}$

$$C_{mc} = \begin{cases} 1 & \text{para dientes sin coronar} \\ 0.8 & \text{para dientes coronados} \end{cases}$$

$$C_{pf} = \begin{cases} \frac{F}{10d} - 0.025 & F \leq 1 \text{ pulg} \\ \frac{F}{10d} - 0.0375 + 0.0125F & 1 < F \leq 17 \text{ pulg} \\ \frac{F}{10d} - 0.1109 + 0.0207F - 0.000228F^2 & 17 < F \leq 40 \text{ pulg} \end{cases}$$

Observe que para valores de  $F/(10d) < 0.05$ , se usa  $F/(10d) = 0.05$ .

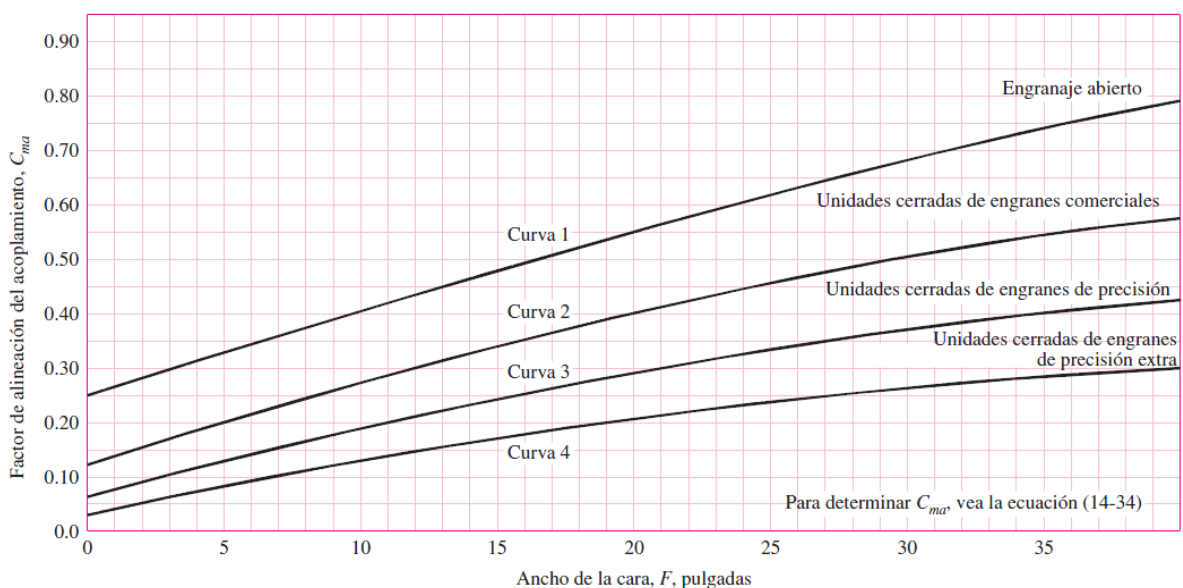
$$C_{pm} = \begin{cases} 1 & \text{para piñón montado separado con } S_1/S < 0.175 \\ 1.1 & \text{para piñón montado separado con } S_1/S \geq 0.175 \end{cases}$$

$$C_{ma} = A + BF + CF^2 \quad (\text{vea la tabla 14-9 de los valores de } A, B \text{ y } C)$$

$$C_e = \begin{cases} 0.8 & \text{para engranajes ajustados durante el ensamble o si la} \\ & \text{compatibilidad se mejora mediante lapeado, o ambos} \\ 1 & \text{para todas las otras condiciones} \end{cases}$$

Vea la figura 14-10 para las definiciones de  $S$  y  $S_1$  para su uso con la ecuación (14-34) como la figura 14-11 de la gráfica de  $C_{ma}$ .

### Factor de Alineación del Acoplamiento $C_{ma}$



Fuente: Shigley, J., Edward. & Uicker, J., John, Teoría de máquinas y mecanismos, 2001.

## APÉNDICE D1

### Factor de Servicio Según Tipo de Carga

SERVICE CLASSIFICATION	TYPE OF INPUT POWER		
	Internal Combustion Engine with Hydraulic Drive	Electric Motor or Turbine	Internal Combustion Engine with Mechanical Drive
Uniform Load	1.0	1.0	1.2
Moderate Shock Load	1.2	1.3	1.4
Heavy Shock Load	1.4	1.5	1.7

**Unfavorable Operating Conditions** which may be present should be compensated for by adding .2 to the Service Factor for each unfavorable condition. Some of these conditions are listed below:

1. Multiple Shafts — add .2 for each additional shaft.
2. Excessive speed ratios — exceeding 7 to 1.
3. Heavy starting loads with frequent starts and stops.
4. Conditions of high temperatures, unusually abrasive conditions, or circumstances decreasing lubrication effectiveness or not allowing the use of recommended lubrication procedures.

Fuente: Graupe S.A, Catálogo de Cadenas de Rodillos Joresa, 2010.

# APÉNDICE E1

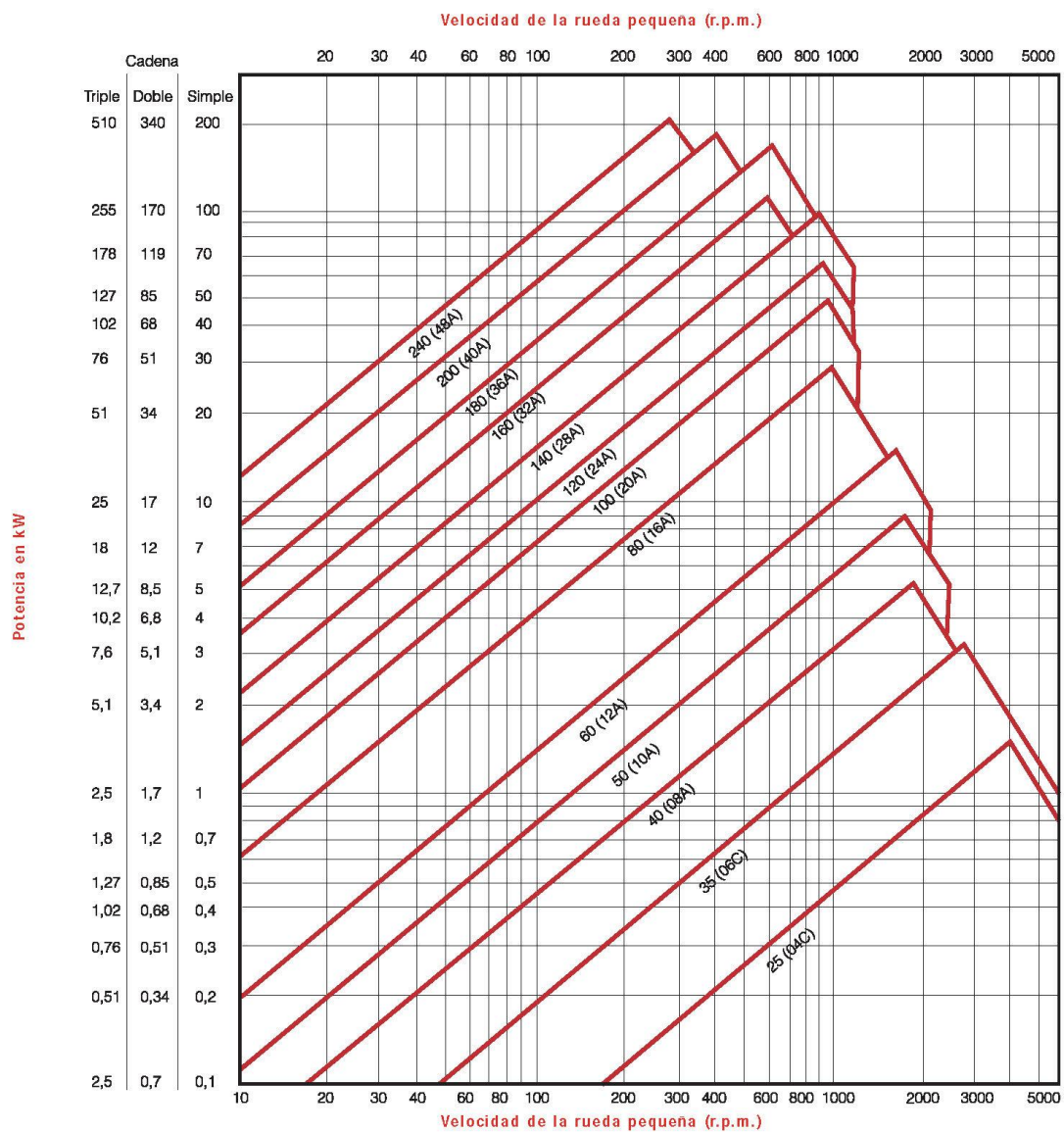
## Catálogo para Selección de Cadenas Norma Americana



### Cálculo de una transmisión por cadena

#### Gráfico para la selección de cadenas Norma ISO 606 (Serie americana)

Tabla N° VI



Fuente: Graupe S.A, Catálogo de Cadenas de Rodillos Joresa, 2010.

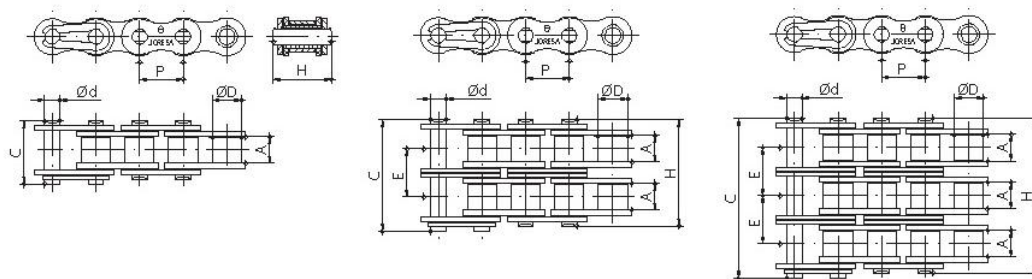
# APÉNDICE F1

## Catálogo de Cadenas Norma Americana



**Cadenas de rodillos serie ISO-606**  
Norma americana B 29.1 y DIN8188

**Roller chains ISO-606 series**  
American standard ANSI B 29.1 & DIN8188



Cadenas simples norma americana <i>Simple chains american standard</i>	Cadenas dobles norma americana <i>Duplex chains american standard</i>	Cadenas triples norma americana <i>Triplex chains american standard</i>
---	--	--

	CÓDIGO - CODE		PASO - PITCH		ANCHO INTERIOR INNER WIDTH A min. mm.	DIÁMETRO RODILLO ROLLER DIAMETER Ø D max. mm.	DIÁMETRO DEL EJE PIN DIAMETER Ø d max. mm.	LONGITUD DEL EJE PIN LENGTH H max. mm.	LONG. EJE UNIÓN CONN. LINK PIN LENGTH C max. mm.	SUPERFICIE ARTICULACIÓN PROJECTED BEARING AREA S² cm²	CARGA DE ROTURA AVG. TENSILE STRENGTH A.T.S. daN-Kg	PASOS POR METRO PITCHES PER METER P-Mtr. Aprox.	PESO POR METRO WEIGHT PER METER q Kg/m.
	JORESA	ISO	P Pulg.-Inch	P mm.									
Cadenas simples Simple roller chains	25*	04C-1	1/4	6,35	3,18	3,30	2,31	7,80	10,90	0,11	375	157	0,14
	35*	06C-1	3/8	9,525	4,68	5,08	3,59	12,18	15,48	0,27	1.050	106	0,33
	40	08A-1	1/2	12,70	7,85	7,95	3,96	17,80	21,70	0,45	1.850	79	0,64
	50	10A-1	5/8	15,875	9,40	10,16	5,08	21,80	25,90	0,71	3.050	63	1,06
	60	12A-1	3/4	19,05	12,57	11,91	5,94	26,90	31,50	0,97	4.150	52	1,68
	80	16A-1	1	25,40	15,75	15,88	7,92	33,50	38,90	1,76	7.250	39	2,61
	100	20A-1	1 1/4	31,75	18,90	19,05	9,53	41,10	47,20	2,58	11.000	31	3,85
	120	24A-1	1 1/2	38,10	25,22	22,23	11,10	50,80	57,40	3,90	14.550	25	5,55
	140	28A-1	1 3/4	44,45	25,22	25,40	12,70	54,90	62,30	4,67	19.150	22	7,70
	160	32A-1	2	50,80	31,55	28,58	14,27	65,50	73,40	6,40	25.500	20	10,00
	200	40A-1	2 1/2	63,50	37,85	39,68	19,84	80,30	90,50	10,85	38.800	16	16,69
240	48A-1	3	76,20	47,35	47,63	23,80	95,50	106,00	16,11	52.600	13	25,17	

	CÓDIGO - CODE		P		A min. mm.	Ø D max. mm.	Ø d max. mm.	H max. mm.	C max. mm.	E mm.	S² cm²	A.T.S. daN-Kg	q Kg/m.
	JORESA	ISO	P Pulg.-Inch	P mm.									
Cadenas dobles Duplex roller chains	2035*	06C-2	3/8	9,525	4,68	5,08	3,59	24,20	27,50	10,13	0,54	2.100	0,65
	2040	08A-2	1/2	12,70	7,85	7,95	3,96	32,30	36,20	14,38	0,90	3.700	1,28
	2050	10A-2	5/8	15,875	9,40	10,16	5,08	39,90	44,00	18,11	1,42	5.800	2,10
	2060	12A-2	3/4	19,05	12,57	11,91	5,94	49,80	54,40	22,78	1,94	8.150	3,15
	2080	16A-2	1	25,40	15,75	15,88	7,92	62,70	68,10	29,29	3,60	13.950	5,19
	2100	20A-2	1 1/4	31,75	18,90	19,05	9,53	77,00	83,10	35,76	5,16	22.100	7,70
	2120	24A-2	1 1/2	38,10	25,22	22,23	11,10	96,30	102,90	45,44	7,80	29.800	11,10
	2140	28A-2	1 3/4	44,45	25,22	25,40	12,70	103,60	111,00	48,87	9,34	38.150	15,30
	2160	32A-2	2	50,80	31,55	28,58	14,27	124,20	132,10	58,55	12,80	50.700	19,70

	CÓDIGO - CODE		P		A min. mm.	Ø D max. mm.	Ø d max. mm.	H max. mm.	C max. mm.	E mm.	S² cm²	A.T.S. daN-Kg	q Kg/m.
	JORESA	ISO	P Pulg.-Inch	P mm.									
Cadenas triples Triplex roller chains	3035*	06C-3	3/8	9,525	4,68	5,08	3,59	34,30	37,60	10,13	0,81	3.150	0,95
	3040	08A-3	1/2	12,70	7,85	7,95	3,96	46,70	50,60	14,38	1,35	5.550	1,90
	3050	10A-3	5/8	15,875	9,40	10,16	5,08	57,90	62,00	18,11	2,13	8.300	3,14
	3060	12A-3	3/4	19,05	12,57	11,91	5,94	72,60	77,20	22,78	2,91	11.700	4,71
	3080	16A-3	1	25,40	15,75	15,88	7,92	91,90	97,30	29,29	5,28	20.100	7,76
	3100	20A-3	1 1/4	31,75	18,90	19,05	9,53	113,00	119,10	35,76	7,74	31.400	11,50
	3120	24A-3	1 1/2	38,10	25,22	22,23	11,10	141,70	148,30	45,44	11,70	43.400	16,60
	3140	28A-3	1 3/4	44,45	25,22	25,40	12,70	162,40	169,80	48,87	18,00	58.400	23,00
	3160	32A-3	2	50,80	31,55	28,58	14,27	184,50	192,40	58,55	19,20	76.000	29,55

\* Cadena a casquillos, sin rodillo. *Bush chain, without roller.*

1 daN = 1 Kg.

Fuente: Graupe S.A, Catálogo de Cadenas de Rodillos Joresa, 2010.

## APÉNDICE G1

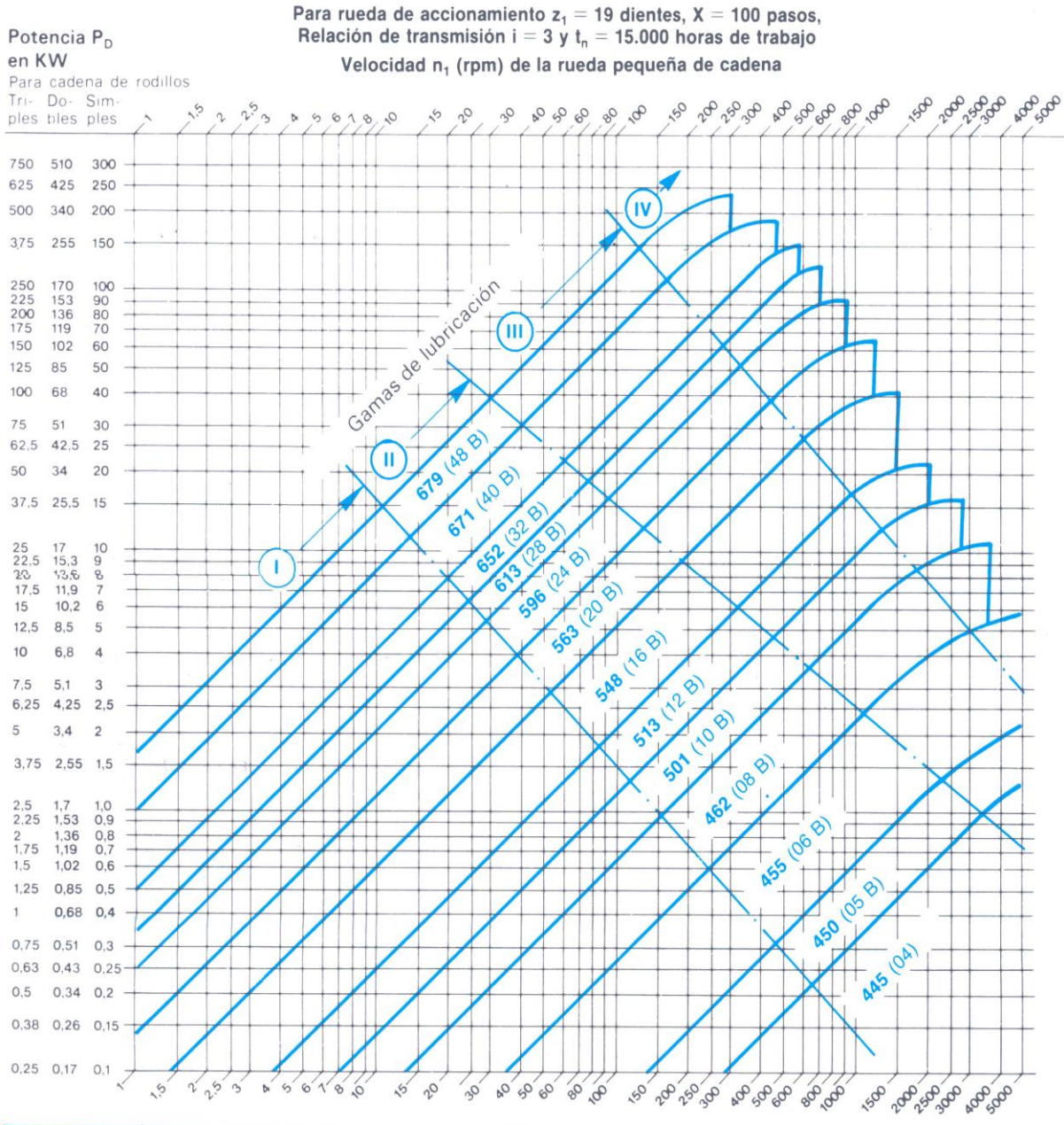
Tabla de Presión Máxima de Cadenas Tipo Americanas

<i>Pression conventionnelle maximale dans les articulations (en MPa).</i>				
<i>p (mm)</i>				
<i>N (tr/min) (1)</i>	9,525-12,7	15,875 19,05-25,4	31,75-38,1 44,45-50,8	63,5-76,2
10	64	51	45	38
25	57	45	39	33
50	48	39	34	29
75	44	35	30	26
100	39	31	27	23
150	35	28	24	21
200	33	26	23	19
250	31	25	22	18
300	30	24	21	17
400	28	22	19	16
500	27	21	18	
750	24	19	17	
1 000	22	18	15	
1 500	20	16		
2 000	17	14		
2 500	15	12		
3 000	14	11		
4 000	10			
5 000	7			

Fuente: Graupe S.A, Catálogo de Cadenas de Rodillos Joresa, 2010.

# APÉNDICE H1

## Diagrama de Rendimiento de Gamas de Lubricación



Los números de cadena indicados corresponden a designaciones de cadenas de rodillos simples. En el caso de cadenas de rodillos dobles, se antepone al número una letra «D», y en el caso de cadenas de rodillos triples, se antepone una «T». Dimensiones de las cadenas de rodillos según DIN 8187, ver páginas 10-12.

Ruedas de cadena con cubo lateral, para cadenas de rodillos simples y múltiples, ver catálogo aparte.

Discos de rueda de cadena, para cadena de rodillos simples, ver catálogo aparte.

Lubricación ver páginas 68-69.

En el caso de accionamientos difíciles o condiciones de trabajo excepcionales, rogamos nos consulten para asesorarles.

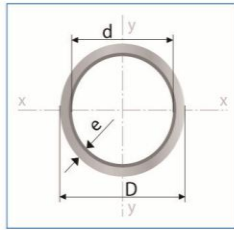
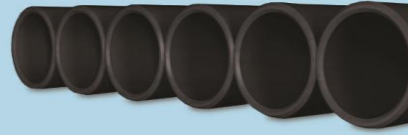
Fuente: Graupe S.A, Catálogo de Cadenas de Rodillos Joresa, 2010.

# APÉNDICE I1

## Catalogo de Tubería sin Costura.

### Tubería sin Costura

Line Pipe ASTM A 106 Gr. B / A53 / API 5L



Largo Normal:  
6 ó 12 metros  
Recubrimiento:  
Negro (Barniz)  
Espesores:  
Desde 2,77 a 17,48 mm  
Extremos:  
Biselados  
Observaciones:  
Otras dimensiones y  
largos previa consulta

#### Aplicaciones

- Tubos para alta presión.
- Conducción de fluidos a alta presión.
- Escapes de automóviles.
- Andamios.
- Instalaciones Oleohidráulicos.
- Industria de pesca, minería e industria en general.
- Fluidos a altas temperaturas.



Descripción Comercial	Designaciones				Propiedades Estáticas			Prueba Presión	
	Diámetro		Espesor	Peso	Flexión				
	Exterior	Interior			Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro		
	D	d	e	P	I	W	i	B	
	pulg. - sch	mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	kg/m <sup>2</sup>
1/2" Ced. 40	21,30	15,76	2,77	1,27	0,71	0,66	0,66	49,30	
1/2" Ced. 80	21,30	13,84	3,73	1,62	0,83	0,78	0,64	59,90	
3/4" Ced. 40	26,70	20,96	2,87	1,69	1,55	1,16	0,85	49,30	
3/4" Ced. 80	26,70	18,88	3,91	2,20	1,87	1,40	0,82	59,90	
1" Ced. 40	33,40	26,64	3,38	2,50	3,64	2,18	1,07	49,30	
1" Ced. 80	33,40	24,30	4,55	3,24	4,40	2,63	1,03	59,90	
1 1/4" Ced. 40	42,20	35,08	3,56	3,39	8,13	3,85	1,37	91,50	
1 1/4" Ced. 80	42,20	32,50	4,85	4,47	10,09	4,78	1,33	133,80	
1 1/2" Ced. 40	48,43	41,07	3,68	4,06	12,93	5,35	1,58	91,50	
1 1/2" Ced. 80	48,43	38,27	5,08	5,43	16,33	6,76	1,54	133,80	
2" Ced. 40	60,30	52,48	3,91	5,44	27,66	9,18	2,00	176,10	
2" Ced. 80	60,30	49,22	5,54	7,48	36,09	12,00	1,95	176,10	
2 1/2" Ced. 40	73,00	62,68	5,16	8,63	63,63	17,40	2,41	176,10	
2 1/2" Ced. 80	73,00	58,98	7,01	11,41	80,00	21,90	2,35	176,10	
3" Ced. 40	88,90	77,92	5,49	11,29	125,70	28,30	2,96	176,10	
3" Ced. 80	88,90	73,66	7,62	15,27	162,10	36,50	2,89	176,10	
3 1/2" Ced. 40	101,60	90,12	5,74	13,57	199,30	39,20	3,40	166,90	
4" Ced. 20	114,30	103,18	5,56	14,91	281,50	49,30	3,85	143,70	
4" Ced. 40	114,30	102,26	6,02	16,08	301,10	52,70	3,83	155,60	
4" Ced. 80	114,30	97,18	8,56	22,32	400,00	70,00	3,75	197,20	
5" Ced. 20	141,30	130,18	5,56	18,61	547,00	77,40	4,80	116,20	
5" Ced. 40	141,30	128,20	6,55	21,77	630,80	89,30	4,77	137,30	
5" Ced. 80	141,30	122,26	9,52	30,94	860,00	122,00	4,67	197,20	
6" Ced. 20	168,30	157,18	5,56	22,31	942,20	112,00	5,76	97,90	
6" Ced. 40	168,30	154,08	7,11	28,26	1.171,60	139,00	5,70	125,40	
6" Ced. 80	168,30	146,36	10,97	42,56	1.685,80	200,00	5,58	193,00	
8" Ced. 20	219,10	206,40	6,35	33,32	2.403,40	219,00	7,53	85,90	
8" Ced. 40	219,10	202,74	8,18	42,55	3.018,70	276,00	7,46	110,60	
8" Ced. 80	219,10	193,70	12,70	64,64	4.401,80	402,00	7,31	171,10	
10" Ced. 20	273,00	260,30	6,35	41,76	4.730,50	347,00	9,43	69,00	
10" Ced. 40	273,00	254,46	9,27	60,29	6.685,80	490,00	9,33	100,70	
10" Ced. 80	273,00	242,82	15,09	95,98	10.200,90	747,00	9,13	163,40	
12" Ced. 20	323,80	311,10	6,35	49,71	7.980,60	493,00	11,23	57,70	
12" Ced. 40	323,80	303,18	10,31	79,71	12.487,00	771,00	11,09	94,40	
12" Ced. 80	323,80	288,84	17,48	132,05	19.794,30	1.223,00	10,85	159,90	
14" Ced.20	355,60	339,76	7,92	67,91	13.078,20	736,00	12,30	60,20	
14" Ced.40	355,60	333,34	11,13	94,55	17.883,90	1.006,00	12,19	92,32	
14" Ced. XS	355,60	330,20	12,70	107,40	20.135,50	1.132,00	12,13	105,60	
16" Ced. 20	406,40	390,56	7,92	77,83	19.686,80	969,00	14,09	57,70	
16" Ced. 40	406,40	381,00	12,70	123,31	30.465,70	1.499,00	13,93	92,30	
18" Ced. 20	457,00	441,16	7,92	87,71	28.214,40	1.234,00	15,89	51,40	
18" Ced. 40	457,00	428,46	14,27	155,81	48.746,10	2.132,00	15,67	92,30	
20" Ced. 20	508,00	488,96	9,52	117,03	46.323,20	1.824,00	17,63	55,60	
20" Ced. 40	508,00	477,82	15,09	183,43	71.032,80	2.797,00	17,44	88,00	
24" Ced. 20	610,00	590,96	9,52	140,88	80.804,10	2.651,00	21,22	46,50	
24" Ced. 40	610,00	575,04	17,48	255,43	142.629,30	4.679,00	20,94	84,50	



# APÉNDICE J1

## Parámetros en el Factor de la Condición Superficial ka

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S <sub>uv</sub> kpsi	S <sub>uv</sub> MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C. J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3. núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horger (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

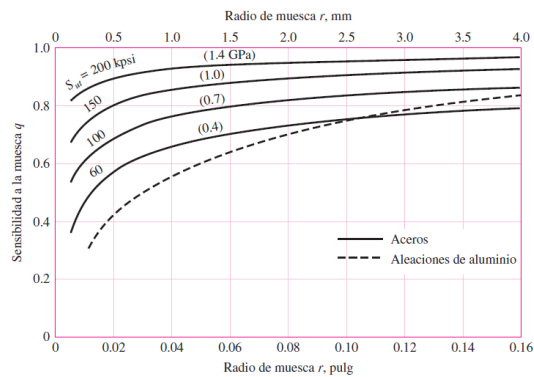
## Parámetros en el Factor de Tamaño kb

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

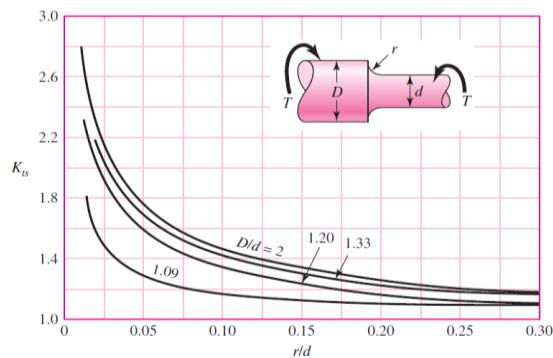
## Parámetros en el Factor de Confiabilidad ke

Confiabilidad, %	Variación de transformación z <sub>a</sub>	Factor de confiabilidad k <sub>a</sub>
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

## Parámetros en el Factor de Concentración de Esfuerzo kf



## Factores Teóricos de Concentración del Esfuerzo Kts



Fuente: Shigley, *Diseño en ingeniería mecánica*, México; 2008.

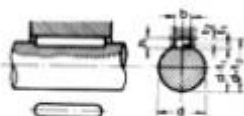
# APÉNDICE K1

## Catálogo de Chavetas y Chaveteros DIN 6885



### DIMENSIONES CHAVETEROS Y CHAVETAS

Según DIN – 6885/1 – 6886 – 6887



Chaveta paralela  
S/DIN-6885/1



Chaveta de cuña  
S/DIN-6886



Chaveta de cuña con cabeza  
S/DIN-6887

Ø Eje d (mm) desde- hasta	Medidas chaveta  b x h mm	Medidas del chavetero en el cubo				Medidas del chavetero en el eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el cubo de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886 y 6887		t <sub>1</sub> m/m	Tol. admisible (en altura) m/m	Ø m/m desde- hasta	Tol. H-7 m/m
		d + t <sub>2</sub> m/m	Tol. Admisible (en altura) m/m	d + t <sub>2</sub> m/m	Tol. admisible (en altura) m/m				
17-22	6x6	d+2,6	+0,1	d+2,1	+0,1	3,5	+0,2	10-18	+0,018 0
22-30	8x7	d+3,0		d+2,4		4,1			
30-38	10x8	d+3,4	d+2,8	4,7	30-50	+0,025 0			
38-44	12x8	d+3,2	d+2,6	4,9					
44-50	14x9	d+3,6	d+2,9	5,5	50-80	+0,030 0			
50-58	16x10	d+3,9	d+3,2	6,2					
58-65	18x11	d+4,3	d+3,5	6,8	80-120	+0,035 0			
65-75	20x12	d+4,7	d+3,9	7,4					
75-85	22x14	d+5,6	d+4,8	8,5	120-180	+0,040 0			
85-95	25x14	d+5,4	d+4,6	8,7					
95-110	28x16	d+6,2	d+5,4	9,9	180-250	+0,046 0			
110-130	32x18	d+7,1	d+6,1	11,1					
130-150	36x20	d+7,9	d+6,9	12,3	250-315	+0,052 0			
150-170	40x22	d+8,7	d+7,7	13,5					
170-200	45x25	d+9,9	d+8,9	15,3	315-400	+0,057 0			
200-230	51x28	d+11,2	d+10,1	17					
230-260	56x32	d+12,9	d+11,8	19,3	400-500	+0,063 0			
260-290	63x32	d+12,6	+0,3	d+11,5			+0,3	19,6	

Zonas de tolerancia en el ancho de los chaveteros

TIPO DE AJUSTE	Chavetero Eje	Chavetero Rueda
A Presión	P9	P9
Ligero	N9	J9
Deslizante	H8	D10

La chaveta deberá dimensionarse de manera que pueda transmitir el mismo par de torsión que el eje correspondiente. Por ello, la longitud de la chaveta deberá ser como mínimo igual a 1,5 veces el diámetro del eje.

Los chaveteros de eje y rueda deberán tener los bordes redondeados para evitar grietas y posteriores roturas.

Fuente: Intermec S.A, Estándares de Cuñas y Cuñeros, 2013.

# APÉNDICE L1

## Criterio de Selección del Tipo de Rodamiento

The matrix can only provide a rough guide so that in each individual case it is necessary to make a more qualified selection referring to the information given on the preceding pages or the detailed information in the text preceding each table section. If several designs of the bearing type are shown adjacent to each other, the relevant information is indicated by the same small letter used to identify the individual design.

**Symbols:**  
 +++ excellent      - poor  
 ++ good            -- unsuitable  
 + fair                ← single direction  
                          ↔ double direction

Bearing type	Bearing types – design and characteristics					Characteristics Suitability of bearings for														
	tapered bore	shields or seals	self-aligning	non-separable	separable	purely radial load	purely axial load	combined load	moment load	high speed	high running accuracy	high stiffness	quiet running	low friction	compensation for misalignment in operation	compensation for errors of alignment (initial)	locating bearing arrangements	non-locating bearing arrangements	axial displacement possible in bearing	
Deep groove ball bearings 		a				+	↔	↔	-	+++	+++	+	+++	+++	-	-	↔	+	--	
Angular contact ball bearings, single row 						+	↑	↑↑	-	++	+++	+	++	++	-	-	↑	--	--	
matched single row, double row 		b		a, b	c	++	↔	↔	+	+	++	++	+	+	--	--	↔	+	--	
four-point contact 						-	↑↑	↑↑	+	++	+	+	+	+	--	--	↑↑	-	--	
Self-aligning ball bearings 						+	-	-	-	+++	++	-	++	+++	+++	+++	↔	+	--	
Cylindrical roller bearings, with cage 						++	--	--	--	++	++	++	++	++	-	-	--	+++	+++	
full complement, single row 				a	b	++	a↑ b↔	a↑ b↔	--	++	++	+	++	++	-	-	b↑ a↔	a↑	a↑	
full complement, double row 		a				+++	-	a↑ b↔	+	-	+	+++	-	-	--	--	a↑ b↔	c↑	b↑ c↔	
Needle roller bearings, with steel rings 		a	c			++	--	--	--	+	a++	a+++ b+++	+	-	--	c++	--	+++	+++	
assemblies/drawn cups 		b, c				++	--	--	--	+	+	++	+	-	--	--	--	+++	+++	
combined bearings 		b, c				+	c↑↑	↑	-	+	+	++	+	-	--	--	↑	--	--	
Taper roller bearings, single row 						++	↑	↑↑	-	+	+	++	+	+	-	-	↑↑	--	--	
matched single row 						+++	↔	↔	+	+	+	+++	+	+	-	--	↔	-	--	
Spherical roller bearings 						+++	↔	↔	--	+	+	++	+	+	+++	+++	↔	+	--	
CARB toroidal roller bearings, with cage 						+++	--	--	--	+	+	++	+	+	+++	+++	--	+++	+++	
full complement 						+++	--	--	--	-	+	+++	+	+	+++	+++	--	+++	+++	
Thrust ball bearings 						--	a↑ b↔	--	--	-	++	a↑	-	+	-	--	b↑ a↔	--	--	
with sphered housing washer 						--	a↑ b↔	--	--	-	+	+	-	+	-	++	b↑ a↔	--	--	
Needle roller thrust bearings 						--	↑	--	--	-	a+	++	-	-	--	--	↑	--	--	
Cylindrical roller thrust bearings 						--	↑	--	--	-	a+	++	-	-	--	--	↑	--	--	
Spherical roller thrust bearings 						--	↑↑	↑	--	-	+	++	-	+	+++	+++	↑↑	--	--	

Fuente: NTN, Catálogo General de Selección de Rodamientos y Chumaceras, 1999

# APÉNDICE M1

## Factor de Velocidad Angular

### SELECCIÓN DEL TAMAÑO DEL RODAMIENTO

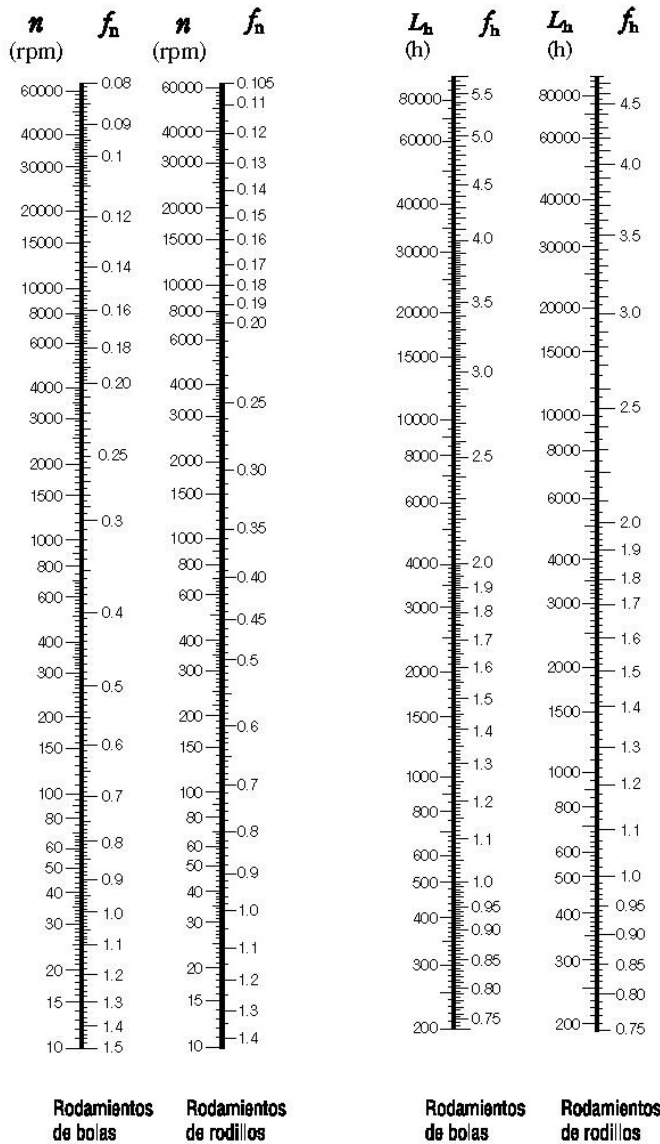


Fig. 5.3 Velocidad del rodamiento y factor de velocidad

Fig. 5.4 Factor de vida de fatiga y vida de fatiga

Si conoce la carga del rodamiento  $P$  y la velocidad  $n$ , determine un factor de vida de fatiga  $f_h$  adecuado para la proyección de vida de la máquina y a continuación calcule el índice básico de carga  $C$  mediante la siguiente ecuación.

$$C = \frac{f_h \cdot P}{f_n} \dots \dots \dots (5.3)$$

A continuación, debería seleccionar un rodamiento que satisfaga este valor de  $C$  en las tablas de rodamientos.

#### 5.2.4 Ajuste de temperatura para el índice básico de carga

Si utiliza rodamientos a altas temperaturas, disminuye la dureza del acero del rodamiento. En consecuencia también disminuye el índice básico de carga, ya que depende de las propiedades físicas del material. Por lo tanto, debería ajustar el índice básico de carga para una temperatura superior utilizando la siguiente ecuación:

$$C_t = f_t \cdot C \dots \dots \dots (5.4)$$

donde  $C_t$ : Índice básico de carga después de la corrección de temperatura (N), {kgf}

$f_t$ : Factor de temperatura (Consulte la Tabla 5.3.)

$C$ : Índice básico de carga antes del ajuste de temperatura (N), {kgf}

Si se utilizan rodamientos de gran tamaño a una temperatura superior a 120°C, deben someterse a un tratamiento térmico especial de estabilidad dimensional para evitar cambios dimensionales excesivos. El índice básico de carga de los rodamientos sometidos a dicho tratamiento térmico especial de estabilidad dimensional puede ser inferior al índice mostrado en las tablas de rodamientos.

# APÉNDICE N1

## Factor de Carga Fw

### SELECCIÓN DEL TAMAÑO DEL RODAMIENTO

#### 5.3 Cálculo de las cargas del rodamiento

Las cargas aplicadas sobre los rodamientos generalmente incluyen el peso de la estructura que éstos deben soportar, el peso de los elementos giratorios en sí, la potencia de transmisión de los engranajes y las correas, la carga ocasionada por el funcionamiento de la máquina donde se utilizan los rodamientos, etc. Estas cargas pueden calcularse teóricamente, pero algunas de ellas resultan difíciles de estimar. Así pues, se hace necesario corregir las estimaciones utilizando datos obtenidos empíricamente.

##### 5.3.1 Factor de carga

Cuando se ha calculado matemáticamente una carga radial o axial, la carga real sobre el rodamiento puede ser superior a la carga calculada debido a la vibración y a los impactos producidos durante el funcionamiento de la máquina. La carga real puede calcularse utilizando la siguiente ecuación:

$$\left. \begin{aligned} F_r &= f_w \cdot F_{rc} \\ F_a &= f_w \cdot F_{ac} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5.8)$$

donde  $F_r, F_a$ : Cargas aplicadas sobre el rodamiento (N), {kgf}  
 $F_{rc}, F_{ac}$ : Carga calculada teóricamente (N), {kgf}  
 $f_w$ : Factor de carga

Los valores mostrados en la Tabla 5.5 se utilizan normalmente para el factor de carga  $f_w$ .

Tabla 5.5 Valores del factor de carga  $f_w$

Condiciones de funcionamiento	Aplicaciones típicas	$f_w$
Funcionamiento suave libre de impactos	Motores eléctricos, máquinas herramienta, acondicionadores de aire	1.0-1.2
Funcionamiento normal	Ventiladores, compresores, ascensores, grúas, máquinas para fabricación de papel	1.2-1.5
Funcionamiento acompañado de impactos y vibraciones	Maquinaria para la construcción, trituradoras, cribas, Trenes de laminación	1.5-3

#### 5.3.2 Cargas del rodamiento en aplicaciones de transmisión por correas o cadenas

La fuerza actúa sobre la polea o la rueda dentada o bien cuando la potencia se transmite por medio de una correa o cadena se calcula utilizando las siguientes ecuaciones.

$$\left. \begin{aligned} M &= 9\,550\,000H / n \dots (N \cdot mm) \\ &= 974\,000H / n \dots (kgf \cdot mm) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5.9)$$

$$P_k = M/r \dots\dots\dots (5.10)$$

- donde  $M$ : Par sobre la polea o la rueda dentada (kgf·mm), {kgf·mm}  
 $P_k$ : Fuerza efectiva transmitida por la correa o la cadena (N), {kgf}  
 $H$ : Potencia transmitida (kW)  
 $n$ : Velocidad (rpm)  
 $r$ : Radio efectivo de la polea o de la rueda dentada (mm)

Cuando calcule la carga sobre un eje de la polea, debe incluir la tensión de la correa. Así, para calcular la carga real  $K_b$  en el caso de una transmisión por correa, la potencia de transmisión efectiva se multiplica por el factor de la correa  $f_b$ , que representa la tensión de la correa. Los valores del factor de la correa  $f_b$  para tipos diferentes de correas se muestran en la Tabla 5.6.

$$K_b = f_b \cdot P_k \dots\dots\dots (5.11)$$

En caso de una transmisión por cadena, los valores correspondientes a  $f_b$  deberían ser de 1,25 a 1,5.

Tabla 5.6 Factor de la correa  $f_b$

Tipo de correa	$f_b$
Correas dentadas	1.3 ~ 2.0
Correas en V	2.0 ~ 2.5
Correas planas con polea de tensión	2.5 ~ 3.0
Correas planas	4.0 ~ 5.0

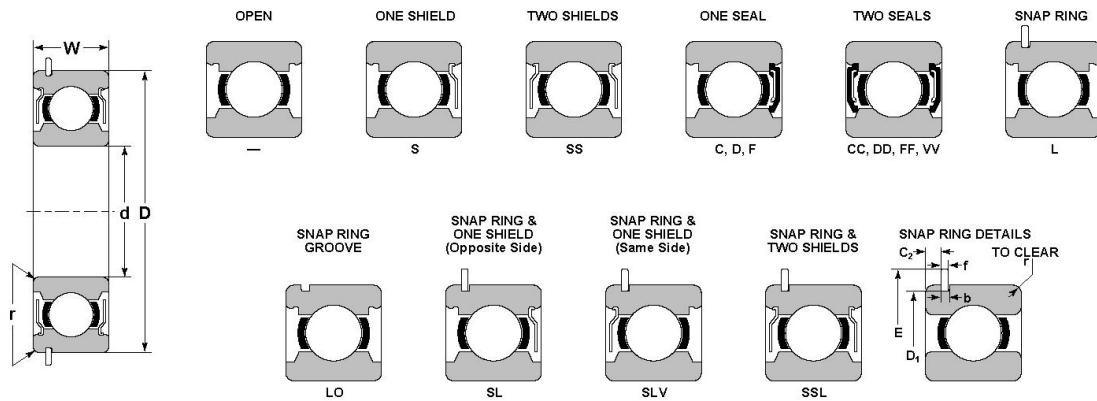
Fuente: NTN, Catálogo General de Selección de Rodamientos y Chumaceras, 1999

# APÉNDICE O1

## Catalogo NTN - BCA, Rodamiento de Bolas Serie 300

**NTN-BCA®** R A D I A L B E A R I N G S

### Medium — 300 Series



Bearing Number	Bore		Width W	Fillet Radius r <sup>⊖</sup>	Basic Load Ratings		Snap Ring Groove Dimensions			Snap Ring Dimensions		Limiting Speed	
	d	Outside Diameter D			C	C <sub>0</sub>	D <sub>1</sub> (max)	C <sub>2</sub> (max)	b (min)	E	f	Grease	Oil
	Inch/mm				lbs/N		Inch/mm			RPM			
304	.7874 20	2.0472 52	.5906 15	.040	3580 15940	1770 7880	1.958	.081	.053	2 17/64	.042	11,000	13,200
305	.9843 25	2.4409 62	.6693 17	.040	4610 20510	2500 11120	2.347	.082	.075	2 21/32	.065	8,800	10,600
306	1.1811 30	2.8346 72	.7480 19	.040	5980 26590	3350 14890	2.709	—	.075	3 5/64	.065	7,300	8,800
307	1.3780 35	3.1496 80	.8268 21	.060	7480 33290	4290 19090	3.024	.098	.075	3 13/32	.065	6,200	7,600
308	1.5748 40	3.5433 90	.9055 23	.060	9150 40720	5380 23950	3.417	.113	.106	3 51/64	.095	5,500	6,600
309	1.7717 45	3.9370 100	.9843 25	.060	11860 52770	7120 31670	3.811	.113	.106	4 3/16	.095	4,900	5,900
310	1.9685 50	4.3307 110	1.0630 27	.080	13900 61810	8510 37850	4.205	.113	.106	4 37/64	.095	4,400	5,300
311	2.1654 55	4.7244 120	1.1417 29	.080	16070 71470	10020 44570	4.536	—	.122	5 3/32	.109	4,000	4,800
312	2.3622 60	5.1181 130	1.2205 31	.080	18380 81750	11660 51850	4.930	.113	.122	5 1/2	.109	3,700	4,400
313	2.5591 65	5.5118 140	1.2992 33	.080	20830 92640	13410 59670	5.324	.146	.122	5 57/64	.109	3,300	4,000
314	2.7559 70	5.9055 150	1.3780 35	.080	23410 104130	15300 68040	5.718	.146	.122	6 9/32	.109	3,200	3,800
315	2.9528 75	6.2992 160	1.4567 37	.080	25500 113420	17300 76960	6.111	.146	.122	6 40/64	.109	2,900	3,500
§ 316	3.1496 80	6.6929 170	1.5354 39	.080	27640 12940	19450 86500	6.443	.146	.138	7 3/16	.120	2,700	3,300
§ 317	3.3465 85	7.0866 180	1.6142 41	.100	29830 132670	21720 96600	6.837	.146	.138	7 19/32	.120	2,600	3,100
§ 318	3.5433 90	7.4803 190	1.6929 43	.100	32060 142610	24110 107230	7.230	—	.138	7 63/64	.120	2,500	3,000
§ 319	3.7402 95	7.8740 200	1.7717 45	.100	34340 152750	26620 118430	7.624	.224	.138	—	—	2,300	2,800

⊖ BEARING CORNER RADII WILL CLEAR MAXIMUM FILLET RADIUS SHOWN.  
 § NOT NECESSARILY A STOCK ITEM – CHECK FOR AVAILABILITY.

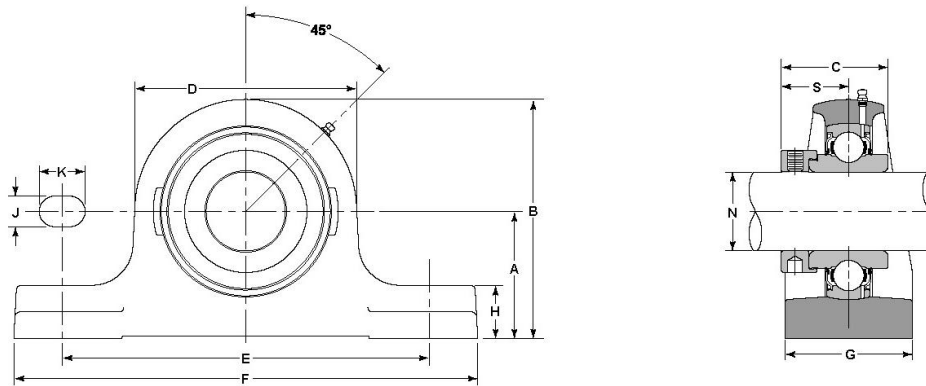
Fuente: NTN, Catálogo General de Selección de Rodamientos y Chumaceras, 1999.

# APÉNDICE P1

## Catalogo NTN - BCA, Chumaceras Tipo Sileta

**NTN-BCA® POWER TRANSMISSION SERIES**

### PWRH-RS—Heavy Series High Base-To-Center Pillow Block Units

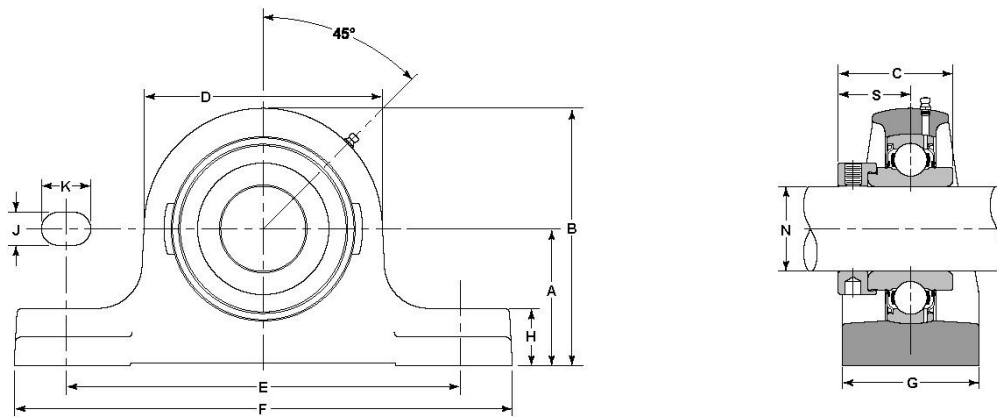


Unit Number	Shaft Diameter	Basic Outer Ring	A	B	C	D	E	F	G	H	J
Inch											
PWRH-1 $1\frac{15}{16}$ -RS	$1\frac{15}{16}$	310	$3\frac{1}{8}$	$5\frac{27}{32}$	$2\frac{5}{8}$	$5\frac{7}{16}$	9	$11\frac{3}{8}$	$3\frac{1}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{3}{4}$
PWRH-2-RS	2	311	$3\frac{3}{4}$	$6\frac{23}{32}$	$2\frac{7}{8}$	$5\frac{15}{16}$	$10\frac{1}{4}$	$12\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{7}{16}$	$\frac{7}{8}$
PWRH-2 $2\frac{3}{16}$ -RS	$2\frac{3}{16}$	311	$3\frac{3}{4}$	$6\frac{23}{32}$	$2\frac{7}{8}$	$5\frac{15}{16}$	$10\frac{1}{4}$	$12\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{7}{16}$	$\frac{7}{8}$
PWRH-2 $2\frac{7}{16}$ -RS	$2\frac{7}{16}$	312	$4\frac{1}{8}$	$7\frac{11}{32}$	$3\frac{1}{8}$	$6\frac{7}{16}$	$11\frac{1}{4}$	$13\frac{3}{4}$	4	$1\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$
PWRH-2 $2\frac{11}{16}$ -RS	$2\frac{11}{16}$	314	$4\frac{9}{16}$	$8\frac{9}{32}$	$3\frac{1}{2}$	$7\frac{7}{16}$	12	$15\frac{3}{8}$	$4\frac{3}{8}$	$1\frac{3}{4}$	1
PWRH-2 $2\frac{15}{16}$ -RS	$2\frac{15}{16}$	315	$4\frac{9}{16}$	$8\frac{9}{16}$	$3\frac{15}{16}$	8	$12\frac{3}{8}$	$15\frac{3}{8}$	$4\frac{3}{8}$	$1\frac{7}{8}$	1
PWRH-3 $3\frac{3}{16}$ -RS	$3\frac{3}{16}$	316	$4\frac{9}{16}$	$8\frac{25}{32}$	$4\frac{3}{16}$	$8\frac{7}{16}$	$12\frac{3}{8}$	$15\frac{3}{8}$	$4\frac{3}{8}$	$1\frac{15}{16}$	1
PWRH-3 $3\frac{7}{16}$ -RS	$3\frac{7}{16}$	318	$5\frac{1}{8}$	$9\frac{7}{8}$	$4\frac{9}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$13\frac{3}{8}$	$16\frac{1}{8}$	$4\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$
PWRH-3 $3\frac{15}{16}$ -RS	$3\frac{15}{16}$	320	$5\frac{11}{16}$	$11\frac{1}{16}$	$5\frac{1}{16}$	$10\frac{3}{4}$	$14\frac{3}{4}$	$17\frac{5}{16}$	$5\frac{1}{8}$	$2\frac{9}{16}$	$1\frac{1}{8}$

§ NOT NECESSARILY A STOCK ITEM – CHECK FOR AVAILABILITY.

# CONTINUACIÓN APÉNDICE P1

## PWRH-RS—Heavy Series High Base-To-Center Pillow Block Units



K	N	S	Bolt Size	Basic Load Ratings		Bearing Number Ø	§ Collar Number
				Dynamic C	Static C <sub>0</sub>		
Inch				lbs/N			
1 1/8	3	1 21/32	5/8	13900 61810	8510 37850	WPSH-115-RRC	CH-115
1 3/8	3 1/4	1 25/32	3/4	16070 71470	10020 44570	WPSH-200-RRC	CH-200
1 3/8	3 1/4	1 25/32	3/4	16070 71470	10020 44570	WPSH-203-RRC	CH-203
1 3/8	3 1/2	1 29/32	3/4	18380 81750	11660 51850	WPSH-207-RRC	CH-207
1 3/8	4	2 5/32	7/8	23410 104130	15300 68040	WPSH-211-RRC	CH-211
1 3/8	4 7/16	2 15/32	7/8	25500 113420	17300 76960	WPSH-215-RRC	CH-215
1 3/4	4 11/16	2 19/32	7/8	27640 122940	19450 86500	WPSH-303-RRC	CH-303
2 1/8	5 1/4	2 27/32	1	32060 142610	24110 107230	WPSH-307-RRC	CH-307
1 3/4	5 3/4	3 3/32	1	38890 173000	31560 140400	WPSH-315-RRC	CH-315

§ NOT NECESSARILY A STOCK ITEM – CHECK FOR AVAILABILITY.

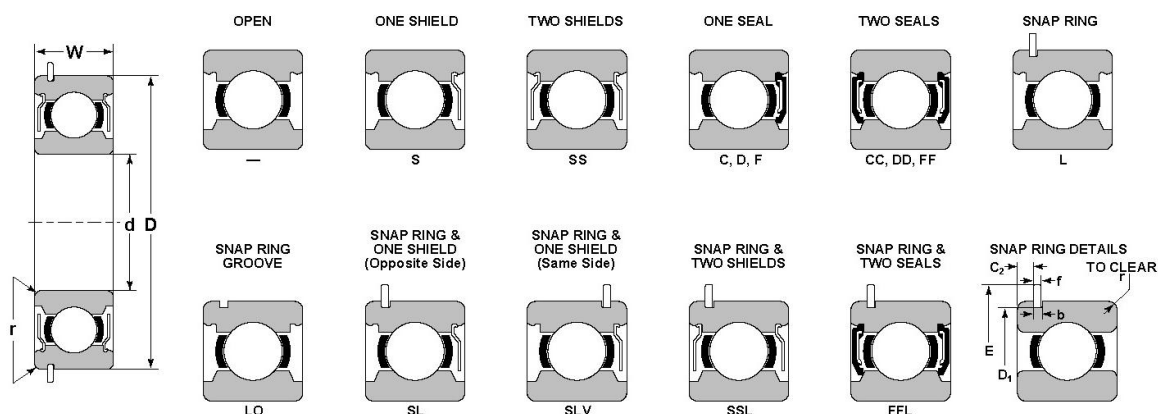
Fuente: NTN, Catálogo General de Selección de Rodamientos y Chumaceras, 1999.



# APÉNDICE Q1

## Catalogo NTN - BCA, Rodamiento de Bolas Serie 100

### Extra Light — 100 Series



Bearing Number	Bore	Outside Diameter	Width	Fillet Radius	Basic Load Ratings		Snap Ring Groove Dimensions			Snap Ring Dimensions		Limiting Speed	
	d	D	W	r <sup>⊕</sup>	Dynamic C	Static C <sub>0</sub>	D <sub>1</sub> (max)	C <sub>2</sub> (max)	b (min)	E	f	Grease	Oil
	Inch/mm				lbs/N		Inch/mm					RPM	
107	1.3780 35	2.4409 62	.5512 14	.040	3590 15970	2310 10280	2.347	.082	.075	2 21/32	.065	7,700	9,300
108	1.5748 40	2.6772 68	.5906 15	.040	3980 17700	2810 12500	2.552	.098	.075	2 59/64	.065	6,800	8,100
109	1.7717 45	2.9528 75	.6299 16	.040	4720 20990	3410 15150	2.828	.098	.075	3 13/64	.065	6,000	7,200
110	1.9685 50	3.1496 80	.6299 16	.040	4910 21820	3720 16560	3.024	.098	.075	3 13/32	.065	5,400	6,500
111	2.1654 55	3.5433 90	.7087 18	.040	6360 28270	4780 21250	3.417	.113	.106	3 51/64	.095	4,900	6,000
112	2.3622 60	3.7402 95	.7087 18	.040	6620 29440	5210 23160	3.615	.113	.106	3 63/64	.095	4,500	5,400
113	2.5591 65	3.9370 100	.7087 18	.040	7570 33690	6030 26810	3.811	.113	.106	4 3/16	.095	4,100	5,000
114	2.7559 70	4.3307 110	.7874 20	.040	8550 38050	6940 30870	4.205	.113	.106	4 37/64	.095	3,900	4,600
115	2.9528 75	4.5276 115	.7874 20	.040	8890 39520	7530 33470	4.402	.113	.106	4 25/32	.095	3,600	4,300
116	3.1496 80	4.9213 125	.8661 22	.040	10710 47630	8920 39690	4.733	.113	.122	5 19/64	.109	3,300	4,100
§ 117	3.3465 85	5.1181 130	.8661 22	.040	11130 49520	9660 42980	4.930	.113	.122	5 1/2	.109	3,100	3,800
118	3.5433 90	5.5118 140	.9449 24	.060	13080 58160	11150 49600	5.324	.146	.122	5 57/64	.109	3,000	3,700
119	3.7402 95	5.7087 145	.9449 24	.060	13600 60520	12060 53660	5.521	.146	.122	6 5/64	.109	2,800	3,500
122	4.3307 110	6.6929 170	1.1024 28	.080	18430 81970	16360 72750	6.443	.146	.138	7 3/16	.120	2,500	2,900
124	4.7244 120	7.0866 180	1.1024 28	.040	18970 84380	17940 79800	6.837	.146	.138	7 19/32	.120		

⊕ BEARING CORNER RADII WILL CLEAR MAXIMUM FILLET RADIUS SHOWN.

§ NOT NECESSARILY A STOCK ITEM - CHECK FOR AVAILABILITY.

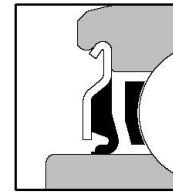
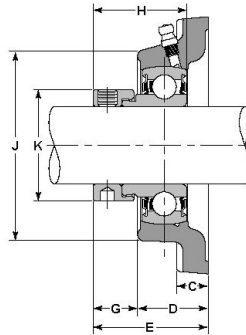
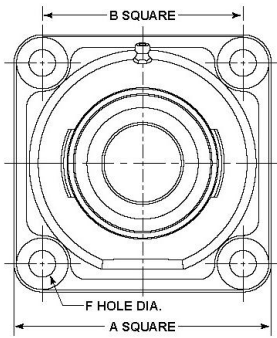
Fuente: NTN, Catálogo General de Selección de Rodamientos y Chumaceras, 1999.

# APÉNDICE R1

## Catalogo NTN - BCA, Chumaceras Tipo Brida Cuadrada

**NTN-BCA® POWER TRANSMISSION SERIES**

### FNR—4-Bolt Cast Iron Flange Units Extended Inner Ring Bearings VANGUARD® Narrow Single Lip Seals



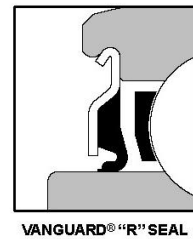
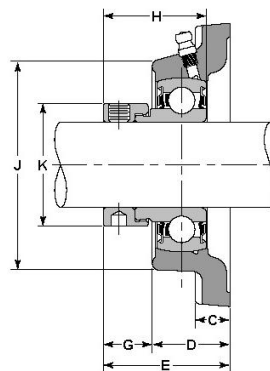
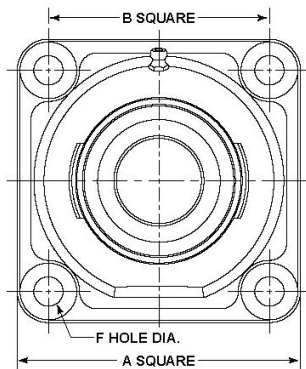
VANGUARD® "R" SEAL

Unit Number	Shaft Diameter	Basic Outer Ring	A	B	C	D	E	F	G	H	J
§ FNR-1 5/8-R	1 5/8	209	5 3/8	4 1/8	11/16	1 17/32	2 7/32	19/32	1 21/32	1 23/32	4 1/8
§ FNR-1 11/16-R	1 11/16	209	5 3/8	4 1/8	11/16	1 17/32	2 7/32	19/32	1 21/32	1 23/32	4 1/8
§ FNR-1 3/4-R	1 3/4	209	5 3/8	4 1/8	11/16	1 17/32	2 7/32	19/32	1 21/32	1 23/32	4 1/8
§ FNR-1 13/16-R	1 13/16	210	5 5/8	4 3/8	23/32	1 7/8	2 3/8	19/32	1 21/32	1 23/32	4 7/16
§ FNR-1 7/8-R	1 7/8	210	5 5/8	4 3/8	23/32	1 7/8	2 3/8	19/32	1 21/32	1 23/32	4 7/16
§ FNR-1 15/16-R	1 15/16	210	5 5/8	4 3/8	23/32	1 7/8	2 3/8	19/32	1 21/32	1 23/32	4 7/16
§ FNR-2-2R	2	210	5 5/8	4 3/8	23/32	1 7/8	2 3/8	19/32	1 21/32	1 23/32	4 7/16

§ NOT NECESSARILY A STOCK ITEM – CHECK FOR AVAILABILITY.

# CONTINUACIÓN APÉNDICE R1

## FNR—4-Bolt Cast Iron Flange Units Extended Inner Ring Bearings VANGUARD® Narrow Single Lip Seals



Bolt Inch	Basic Load Ratings		Bearing Number <sup>§</sup>	Housing Number	Collar Number
	Dynamic C	Static C <sub>0</sub>			
	lbs/N				
2 1/2	7020	4570	NPS-110-RRC	F-85-R	C-110
	31240	20320			
2 1/2	7020	4570	NPS-111-RRC	F-85-R	C-111
	31240	20320			
2 1/2	7020	4570	NPS-112-RRC	F-85-R	C-112
	31240	20320			
2 3/4	7890	5210	NPS-113-RRC	F-90-R	C-113
	35070	23180			
2 3/4	7890	5210	NPS-114-RRC	F-90-R	C-114
	35070	23180			
2 3/4	7890	5210	NPS-115-RRC	F-90-R	C-115
	35070	23180			
2 3/4	7890	5210	NPS-115-RR2C	F-90-R	C-115-2
	35070	23180			

§ NOT NECESSARILY A STOCK ITEM – CHECK FOR AVAILABILITY.

Fuente: NTN, Catálogo General de Selección de Rodamientos y Chumaceras, 1999.

## APÉNDICE S1

### Factores de Seguridad para Selección de Acoplamientos

Máquina motriz			Máquina receptora	Ejemplos de máquinas receptoras
Motor electr. y turbina	Máq. de piston			
	4 a 6 cilind.	1 a 3 cilind.		
1	1,2	1,4	➊ Marcha regular Inercia muy pequeña	•Eje de reenvío •Generador de alumbrado •Línea de ejes •Bombas centrifugas •Ventilador centrifugo ...
1,2	1,4	1,7	➋ Marcha irregular Inercia pequeña	•Agitador de líquidos •Cinta transportadora •Ascensor •Máquinas herramientas rotativas para madera y metales •Máquinas textiles ligeras •Plegadoras •Bombas de engranajes •Bombas de paletas •Ventiladores ...
1,4	1,7	2	➌ Marcha irregular Inercia media	•Agitador de líquidos cargados •Compresor rotativo •Transportadora de rodillos •Desmenuzadoras •Hornos rotativos •Máquinas para maderas (desbastadora, sierra de cinta ...) •Máquinas para imprimir •Mezclador •Montacargas •Punzonadora •Bomba centrifuga para líquidos cargados ...
1,7	2	2,4	➍ Marcha irregular Inercia media De golpes medios	•Hormigonera •Molino de percusión •Molino de bolas •Compresor de pistón con volante de inercia •Transportador de cadena •Crúa •Laminador de metales ligeros •Máquinas de molino harinero •Martillo pilón •Telar •Bomba de pistón con volante de inercia •Cepilladora de metales •Tornos elevadores •Ventiladores de mina ...
2	2,4	2,8	➎ Marcha irregular Inercia importante De golpes importantes	•Molino de martillos •Calandra (de caucho, textil ...) •Compresor de pistón con pequeño volante de inercia •Desfibadora de madera •Excavadora •Laminador •Bomba de pistón con pequeño volante de inercia •Prensa forjadora •Prensa para fabricación de papel •Tamiz vibrante ...
2,4	2,8	3,3	➏ Marcha irregular Inercia muy importante De golpes muy importantes	•Compresor de pistón sin volante de inercia •Triturador •Generador de soldadura •Laminador pesado •Prensa de mam-postería •Bomba de pistón sin volante de inercia ...

**Tabla K<sub>1</sub>** coeficiente de irregularidades del par

Según máquina motriz - máquina receptora	NUMERO DE ARRANQUES POR HORA				
	1	10	30	60	120
Ver cuadro K <sub>1</sub>					
➊	1	1,2	1,3	1,5	1,6
➋ ➌	1	1,1	1,2	1,3	1,4
➍ ➎ ➏	1	1,05	1,1	1,2	1,2

**Tabla. K<sub>2</sub>** coeficiente de frecuencias de arranques

Número de horas de funcionamiento diario	0 - 2	2 - 8	8 - 16	16 - 24
Coeficiente K <sub>3</sub>	0,9	1	1,1	1,2

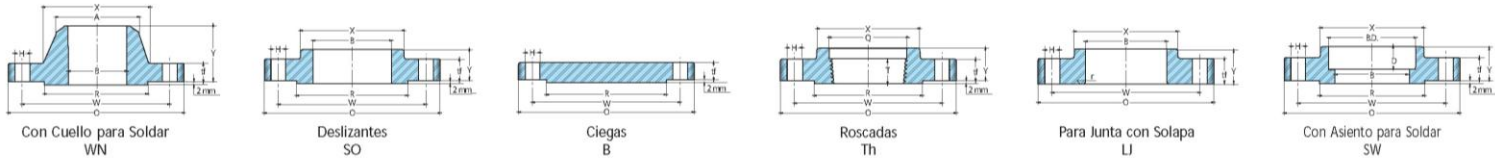
**Tabla K<sub>3</sub>** coeficiente de numero de horas de funcionamiento

Fuente: Francovich S.A, Catalogo General de Bridas Forjadas, 2007.

# APÉNDICE T1

## Catálogo de Bridas Forjadas Clase 300 (AISI B - 16.47)

### BRIDAS FORJADAS SERIE 300



Diámetro Nominal del Tubo	Diámetro Exterior O	Espesor Mínimo tf*	Espesor Mínimo Lj	Diámetro del Resalto R	Diámetro en la Base del Cubo X	Altura a Tráves del Cubo			Longitud Roscada Mínima T*	Diámetro Interior			Radio U	Diámetro del Asiento Q	Profundidad del Asiento D	Plantilla de Perforar			Peso Aproximado por Brida					Diámetro Nominal del Tubo
						SO SW Th Y*	Lj Y	WN Y*		SO SW B BD B	Lj B	WN SW B				Dim. Circulo de Agujeros W	Dim. de Agujeros H	Cantidad	WN Kg.	SO Th Kg.	Lj Kg.	B Kg.	SW Kg.	
1/2	95	12.7	14.3	34.9	38	21.3	21	22	51	16	22.2	22.9	3	23.6	10	66.7	15.9	4	0.9	0.7	0.7	0.8	0.7	1/2
3/4	115	14.3	15.9	42.9	48	26.7	24	25	56	16	27.7	28.2	3	29.0	11	82.6	19.1	4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	3/4
1	125	15.9	17.5	50.8	54	33.4	25	27	60	18	34.5	34.9	3	35.8	13	88.9	19.1	4	1.8	1.5	1.5	1.7	1.5	1
1 1/4	135	17.5	19.1	63.5	64	42.2	25	27	64	21	43.2	43.7	5	44.4	14	98.4	19.1	4	2.7	1.9	1.9	2.1	1.9	1 1/4
1 1/2	155	19.1	20.7	73.0	70	48.3	29	30	67	23	49.5	50.0	6	50.3	16	114.3	22.2	4	3.3	2.6	2.6	3.2	2.6	1 1/2
2	165	20.7	22.3	92.1	84	60.3	32	33	68	29	61.9	62.5	8	63.5	17	127.0	19.1	8	3.9	3.0	3.0	3.6	3.0	2
2 1/2	190	23.9	25.4	104.8	100	73.0	37	38	75	32	74.6	75.4	8	76.2	19	149.2	22.2	8	5.7	4.6	4.6	5.5	4.6	2 1/2
3	210	27.0	28.6	127.0	117	88.9	41	43	78	32	90.7	91.4	10	92.2	21	168.3	22.2	8	7.2	6.2	6.2	7.1	6.2	3
3 1/2	230	28.6	30.2	139.7	133	101.6	43	44	79	37	103.4	104.1	10	104.9		184.2	22.2	8	8.3	7.7	7.7	9.5		3 1/2
4	255	30.2	31.8	157.2	146	114.3	46	48	84	37	116.1	116.8	11	117.6		200.0	22.2	8	11.5	9.8	9.8	11.7		4
5	280	33.4	35.0	185.7	178	141.3	49	51	97	43	143.8	144.4	11	144.4		235.0	22.2	8	15.2	13.0	13.0	16.4		5
6	320	35.0	36.6	215.9	206	168.3	51	52	97	47	170.7	171.4	13	171.4		269.9	22.2	12	20.1	16.2	16.2	22.2		6
8	380	39.7	41.3	269.9	260	219.1	60	62	110	51	221.5	222.2	13	222.2		330.2	25.4	12	30.5	24.7	24.7	35		8
10	445	46.1	47.7	323.8	321	273.0	65	95	116	56	276.2	277.4	13	276.2		387.4	28.6	16	45.3	36	41	56		10
12	520	49.3	50.8	381.0	375	323.8	71	102	129	61	327.0	328.2	13	328.6		450.8	31.8	16	62.5	51	57	83		12
14	585	52.4	54.0	412.8	425	355.6	75	111	141	64	359.2	360.2	13	360.4		514.4	31.8	20	86	73	85	109		14
16	650	55.6	57.2	469.9	483	406.4	81	121	144	69	410.5	411.2	13	411.2		571.5	34.9	20	112	95	110	141		16
18	710	58.8	60.4	533.4	533	457.0	87	130	157	70	461.8	462.3	13	462.0		628.6	34.9	24	138	125	138	183		18
20	775	62.0	63.5	584.2	587	508.0	94	140	160	74	513.1	514.4	13	512.8		685.8	34.9	24	172	140	159	226		20
24	915	68.3	69.9	692.2	702	610.0	105	152	167	83	616.0	616.0	13	614.4		812.8	41.3	24	247	221	242	352		24

\*Los 2 mm del resalto no están incluidos en el espesor mínimo, en la altura a través del cuello o cubo y en la longitud roscada mínima.  
 Esta tabla corresponde a bridas de cara con resalto RF.  
 Para caras con junta de anillo complementar con tablas 07 y 08.  
 Caras de contacto normalizadas, véase tabla 05.  
 Detalles del bisel, pag. 10.

Detalles del rayado de la cara de contacto, pag. 11.  
 Calibres para control y normas de roscado, pag. 21.  
 Materiales para bridas, pag. 6 y 7.  
 Indicaciones para bridas de reducción, pag. 20.  
 Tolerancias dimensionales, tabla 04, pag. 12.  
 Referencias extraídas de ASME B 16.5.  
 ASME B 16.5 normaliza el uso del tipo SW solo para 3" y menores.

Fuente: Francovich S.A, Catálogo General de Bridas Forjadas, 2007.

# APÉNDICE U1

## Catalogo de Ruedas Industriales (Gayner)

**CATEGORÍA**  
**8**  
2.750 a  
9.000 Kg.

**PO** Monobloque de **poliamida** (extrusionada)  
color blanco-crema

Ø  
**150 a**  
**400 mm.**

Ejemplo de rueda:



14-66  
200 POB8

**PARTICULARIDADES:**

→ Se obtienen por un proceso de extrusión -vertido sin presión en moldes (de poliamida fundida)- y enfriamiento controlado, consiguiendo un material mucho más resistente que la poliamida inyectada, al evitar las tensiones internas en el material que provoca el proceso de inyección.

→ Banda de rodadura dura (85°SHORE D).

**APLICACIONES:**

→ Industriales de cualquier tipo.

**PROPIEDADES:**

→ Ruedas de muy alta capacidad de carga.

→ Baja resistencia a la tracción.

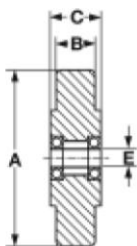
→ Las correspondientes a las ruedas de poliamida inyectada (ver página 27).

**PRECAUCIONES:**

→ No se aconseja su contacto permanente con ácidos concentrados (+20%), agentes oxidantes, tinte de yodo, permanganato potásico, fenol, mercurio, peróxido de hidrógeno y derivados del cloro, consultar página 10.

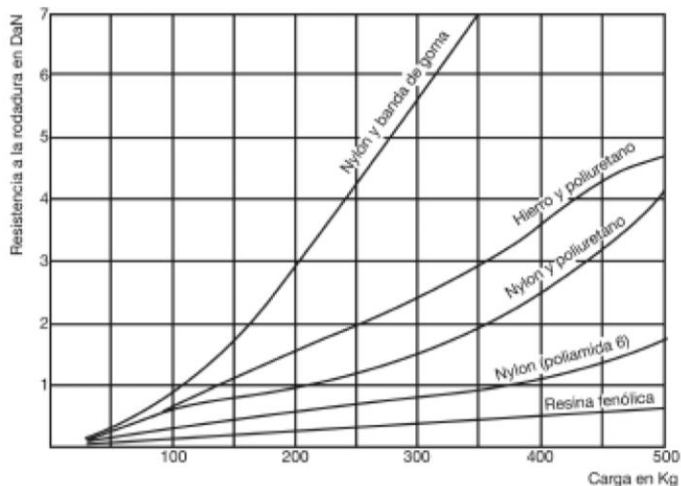
→ Soportan temperaturas de -30°C a +80°C, su mejor campo de utilización se sitúa entre +5°C a +40°C.

→ Velocidad máxima recomendada 4 Km/h.



**GRANDES CARGAS**

Código	Referencia	A	B	C	E	Tipo de cojinete	Kg	Montar en soporte categoría
14-60	150 POB8	150	80	85	35,0	III	2.750	8
14-66	200 POB8	200	80	85	45,0	III	4.500	8
14-72	250 POB8	250	80	85	50,0	III	6.000	8
14-78	300 POB8	300	80	85	50,0	III	7.000	8
14-84	400 POB8	400	80	85	70,0	III	9.000	8



Rueda ensayada: Diámetro 200 mm. con rodamiento rígido de bolas: 6204 Z.

Gráfico obtenido mediante un aparato de pruebas que consta de un cilindro giratorio de acero de ø600 mm., sobre el cual giran las ruedas a la velocidad de 6 Km/h.

Los valores obtenidos son comparables entre si, pero difieren en la práctica por los muchos factores variables que intervienen y que hemos descrito anteriormente.

1  
2  
3  
4  
5

# APÉNDICE V1

## Ficha Técnica de Pintura Triple Acción Metal (Sherwin Williams)



### TRIPLE ACCION METAL

EXTERIOR - INTERIOR

CODIGO: A04500...

#### INFORMACION DEL PRODUCTO

##### DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Triple Acción Metal es un innovador producto en base solvente que actúa como 3 productos en 1:

- 1) Convertidor de óxido**, generando una reacción química que neutraliza el óxido, estabilizándolo y eliminando su acción corrosiva.
- 2) Anticorrosivo**, inhibiendo la formación de nuevo óxido.
- 3) Esmalte de terminación**, protegiendo y decorando las superficies de metal, con una atractiva terminación satinada en seis modernos y elegantes colores además de 20 colores especiales según cartilla para ser preparados en los sistemas tintométricos de Sherwin Williams.

Es un producto con excelente resistencia a la intemperie y a las aguas lluvia y de alta duración. Forma una eficiente barrera contra la humedad. Este producto está formulado libre de Plomo, Cromo, Mercurio y metales pesados.

##### USOS RECOMENDADOS

Se recomienda para proteger techos y superficies de metal en general ubicadas en ambientes de mediana agresividad climática: estructuras metálicas, puertas, portones, ventanas, marcos, rejas, etc.

Puede aplicarse directamente sobre superficies que ya poseen algún grado de oxidación, previa eliminación del óxido y pintura sueltas.

##### CARACTERISTICAS

<b>Tipo</b>	Resina Sintética
<b>Terminación</b>	Satinado
<b>Color</b>	Negro, Acero, Grafito Verde Petróleo, Blanco Crudo, Marrón y 20 colores según tintometría.
<b>Viscosidad de entrega</b>	120 ± 10 seg. CF-4
<b>Sólidos en volumen</b>	43 ± 5%
<b>Peso específico</b>	1.20 ± 0.05 kg/lt.
<b>Rendimiento teórico</b>	35-40 m <sup>2</sup> /gl según porosidad de la superficie.
<b>Tiempo de secado @ 60% HR y @ 25°C:</b>	
Al tacto	6 - 8 horas
Repintado	18 - 24 horas
Dureza final	7 días
<b>Almacenamiento</b>	Almacenar en envase cerrado, en recinto seco y ventilado con temperatura entre 20° C y 60% HR.
<b>Diluyente</b>	Aguarrás Mineral hasta 10% Diluyente Sintético hasta 20%
<b>Envase de suministro</b>	¼ y 1 galón
<b>Estabilidad en el envase</b>	12 meses, envases sin abrir.
<b>Aplicación</b>	Brocha, rodillo y pistola.

##### PREPARACION DE SUPERFICIES

Para lograr un buen resultado, la superficie debe estar libre de polvo, grasa, aceite y totalmente seca.

Si la superficie estaba pintada, se debe lijar, eliminando el material mal adherido y el brillo, para obtener una buena adherencia.

**Fierros Nuevos:** Eliminar el aceite de protección con aguarrás o diluyente sintético.

**Fierros Oxidados:** Eliminar el óxido suelto existente mediante escobilla de acero y posterior lijado. Limpiar las superficies con un paño humedecido en aguarrás mineral antes de pintar.

**Fierros Pintados:** Eliminar la pintura suelta o mal adherida mediante método manual mecánico. La pintura que se encuentre firmemente adherida y sin resquebrajamiento se debe lijar superficialmente y luego limpiar con un paño humedecido en aguarrás para eliminar el polvo remanente.

**IMPORTANTE:** Los componentes de este producto son inflamables y su inhalación prolongada produce daños irreparables a la salud. Por ello úselo en ambientes ventilados y manténgalo fuera del alcance de los niños.

##### NOTAS

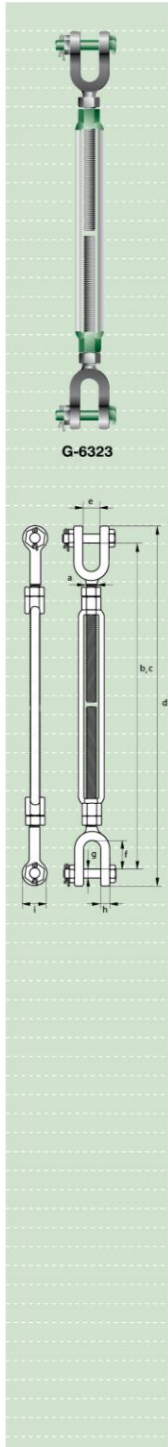
Esta información técnica reemplaza todas las publicaciones anteriores. Consulte siempre a su representante SHERWIN WILLIAMS CHILE por la última información. Dado que no tenemos control sobre las condiciones de aplicación o servicio de los productos, no aceptamos responsabilidad alguna por los resultados que pueden obtenerse en cada caso particular. En ningún caso el fabricante podrá ser responsabilizado por daños incidentales o consecuenciales, que puedan derivarse del uso inadecuado del producto. Recomendamos consultar folleto sobre Normas de Seguridad personal e industrial en el trabajo con pinturas.



# APÉNDICE W1

## Catálogo General de Tensores de Alta Resistencia (LR)

### Green Pin. (Van beest B.V.)



#### Tensores Green Pin® Horquilla - Horquilla con bulón y tuerca de seguridad

Generalmente según ASTM F1145-92

- **Material** : acero de alta resistencia forjado SAE 1035 o 1045
- **Factor de Seguridad** : CMR = 5 x CMT
- **Norma** : Generalmente según ASTM F1145-92  
Antes U.S. Fed. Spec. FF-T-791b
- **Acabado** : galvanizado en caliente
- **Certificación** : bajo petición, se puede suministrar con certificado de fábrica, certificado de prueba y/o Declaración de Conformidad de la U.E.

carga máxima de trabajo	diámetro roscas	capacidad de abertura	longitud posición cerrada	longitud posición abierta	longitud posición cerrada	abertura horquilla	longitud interior	diámetro bulón	espesor ojo horquilla	diámetro ojo horquilla	peso unidad
tons.	a pulgada	b pulgada	c mm	d mm	e mm	f mm	g mm	h mm	i mm	kg	
0.54	3/8	6	273	409	305	12	21	8	9	21	0.57
1	1/2	6	305	435	344	16	26	10	11	26	0.96
1	1/2	9	380	587	418	16	26	10	11	26	1.18
1	1/2	12	455	739	494	16	26	10	11	26	1.50
1.59	5/8	6	346	469	406	18	32	13	14	33	1.84
1.59	5/8	9	421	622	481	18	32	13	14	33	2.12
1.59	5/8	12	496	773	556	18	32	13	14	33	2.56
2.36	3/4	6	368	487	438	24	38	16	16	41	2.68
2.36	3/4	9	442	639	512	24	38	16	16	41	3.03
2.36	3/4	12	518	791	588	24	38	16	16	41	3.29
2.36	3/4	18	671	1095	740	24	38	16	16	41	3.65
3.27	7/8	12	559	825	636	27	42	19	19	48	4.90
3.27	7/8	18	712	1131	789	27	42	19	19	48	5.95
4.54	1	6	447	555	532	30	50	22	20	55	5.21
4.54	1	12	598	859	683	30	50	22	20	55	6.96
4.54	1	18	750	1164	835	30	50	22	20	55	8.4
4.54	1	24	902	1469	987	30	50	22	20	55	8.9
6.9	1 1/4	12	641	916	748	44	71	28	26	68	11.9
6.9	1 1/4	18	793	1218	900	44	71	28	26	68	13.6
6.9	1 1/4	24	961	1538	1069	44	71	28	26	68	14.2
9.71	1 1/2	12	675	941	806	52	71	35	28	80	16.9
9.71	1 1/2	18	825	1244	956	52	71	35	28	80	19.3
9.71	1 1/2	24	980	1550	1111	52	71	35	28	80	20.7
12.7	1 3/4	18	933	1310	1095	59	86	42	33	90	25
12.7	1 3/4	24	1084	1614	1246	59	86	42	33	90	28.7
16.8	2	24	1153	1672	1338	63	93	50	41	108	45.4
27.2	2 1/2	24	1254	1830	1479	75	114	57	41	143	88
34	2 3/4	24	1305	1878	1561	90	110	70	41	158	98

Tensores

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16



## APÉNDICE X1

### Sub Partidas Específicas del Arancel Nacional (Resolución No. 011-2015 Comité de Comercio Exterior)

SUBPARTIDA	DESCRIPCIÓN ARANCELARIA	SOBRETASA ARANCELARIA	OBSERVACIONES A LA SOBRETASA ARANCELARIA
8428310000	-- Especialmente concebidos para el interior de minas u otros trabajos subterráneos	5%	0% solamente para Winches con motor y componentes para manejo de cargas superior a 2Kw y capacidad superior a 2 ton.
8428320000	-- Los demás, de cangilones	5%	
8428330000	-- Los demás, de banda o correa	5%	
8428390000	-- Los demás	5%	
8428400000	- Escaleras mecánicas y pasillos móviles	5%	
8428909000	-- Las demás	5%	
8429110000	-- De orugas	45%	
8429190000	-- Las demás	45%	
8429200000	- Niveladoras	45%	
8429300000	- Traíllas («scrapers»)	45%	
8429400000	- Compactadoras y apisonadoras (aplanadoras)	45%	
8429510000	-- Cargadoras y palas cargadoras de carga frontal	45%	
8429520000	-- Máquinas cuya superestructura pueda girar 360°	45%	
8429590000	-- Las demás	45%	
8430100000	- Martinetes y máquinas para arrancar pilotes, estacas o similares	45%	
8430310000	-- Autopropulsadas	45%	
8430390000	-- Las demás	45%	
8430410000	-- Autopropulsadas	45%	
8430490000	-- Las demás	45%	
8430500000	- Las demás máquinas y aparatos, autopropulsados	45%	
8430611000	--- Rodillos apisonadores	45%	
8430619000	--- Los demás	45%	
8430691000	--- Traíllas («scrapers»)	45%	
8430699000	--- Los demás	45%	
8431101000	-- De polipastos, tornos y cabrestantes	15%	
8431109000	-- Las demás	15%	
8431390000	-- Las demás	5%	
8431410000	-- Cangilones, cucharas, cucharas de almeja, palas y garras o pinzas	5%	
8431420000	-- Hojas de topadoras frontales («bulldozers») o de topadoras angulares («angledozers»)	5%	
8431439000	--- Las demás	5%	
8431490000	-- Las demás	5%	
8433901000	-- De cortadoras de césped	15%	
8437109000	-- Las demás	5%	
8438400000	- Máquinas y aparatos para la industria cervecera	15%	0% excepto para tanques y recipientes de almacenamiento y fermentación, estructuras y bases de sustentación y tolvas
8440100000	- Máquinas y aparatos	5%	
8442501000	-- Caracteres (tipos) de imprenta	15%	
8442509000	-- Los demás	15%	

2

M.C

## APÉNDICE Y1

### Impuesto a los Consumos Especiales ICE. (Artículo 82 de la Ley de Régimen Tributario Interno.)

GRUPO I	TARIFA AD-VALOREM
Productos del tabaco y sucedáneos del tabaco (abarcan los productos preparados totalmente o en parte utilizando como materia prima hojas de tabaco y destinados a ser fumados, chupados, inhalados, mascados o utilizados como rapé).	150,00%
Bebidas gaseosas	10,00%
Perfumes y aguas de tocador	20,00%
Videojuegos	35,00%
Armas de fuego, armas deportivas y municiones excepto aquellas adquiridas por la fuerza pública	300,00%
Focos incandescentes excepto aquellos utilizados como insumos Automotrices. Cocinas, cocinetas, calefones y sistemas de calentamiento de agua, de uso domestico, que funcionen total o parcialmente mediante la combustión de gas.	100,00%
GRUPO II	TARIFA AD-VALOREM
1. Vehículos motorizados de transporte terrestre de hasta 3.5 toneladas de carga, conforme el siguiente detalle:	
Vehículos motorizados cuyo precio de venta al público sea de hasta USD 20.000	5,00%
Camionetas, furgonetas, camiones, y vehículos de rescate cuyo precio de venta al público sea de hasta USD 30.000	5,00%
Vehículos motorizados, excepto camionetas, furgonetas, camiones y vehículos de rescate, cuyo precio de venta al público sea superior a USD 20.000 y de hasta USD 30.000	10,00%
Vehículos motorizados, cuyo precio de venta al público sea superior a USD 30.000 y de hasta USD 40.000	15,00%
Vehículos motorizados, cuyo precio de venta al público sea superior a USD 40.000 y de hasta USD 50.000	20,00%
Vehículos motorizados cuyo precio de venta al público sea superior a USD 50.000 y de hasta USD 60.000	25,00%
Vehículos motorizados cuyo precio de venta al público sea superior a USD 60.000 y de hasta USD 70.000	30,00%

Vehículos motorizados cuyo precio de venta al público sea superior a USD 70.000	35,00%	
2. Vehículos motorizados híbridos o eléctricos de transporte terrestre de hasta 3.5 toneladas de carga, conforme el siguiente detalle:		
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea de hasta USD 35.000	2,00%	
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 35.000 y de hasta USD 40.000	8,00%	
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 40.000 y de hasta USD 50.000	14,00%	
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 50.000 y de hasta USD 60.000	20,00%	
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 60.000 y de hasta USD 70.000	26,00%	
Vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea superior a USD 70.000	32,00%	
3. Aviones, avionetas y helicópteros excepto aquellas destinadas al transporte comercial de pasajeros, carga y servicios; motos acuáticas, tricases, cuadrones, yates y barcos de recreo:		
	15,00%	
<b>GRUPO III</b>		<b>TARIFA AD-VALOREM</b>
Servicios de televisión pagada	15,00%	
Servicios de casinos, salas de juego (bingo - mecánicos) y otros juegos de azar	35,00%	
<b>GRUPO IV</b>		<b>TARIFA AD-VALOREM</b>
Las cuotas, membrecías, afiliaciones, acciones y similares que cobren a sus miembros y usuarios los Clubes Sociales, para prestar sus servicios, cuyo monto en su conjunto supere los US \$ 1.500 anuales	35,00%	
<b>GRUPO V</b>		<b>TARIFA ESPECÍFICA</b>
Cigarrillos	0.1310 USD POR UNIDAD	N/A
Bebidas alcohólicas, incluida la cerveza	6.20 USD POR LITRO DE ALCOHOL PURO	75,00%

## APÉNDICE Z1

### Flujo de Caja Real Proyectado a 10 años.

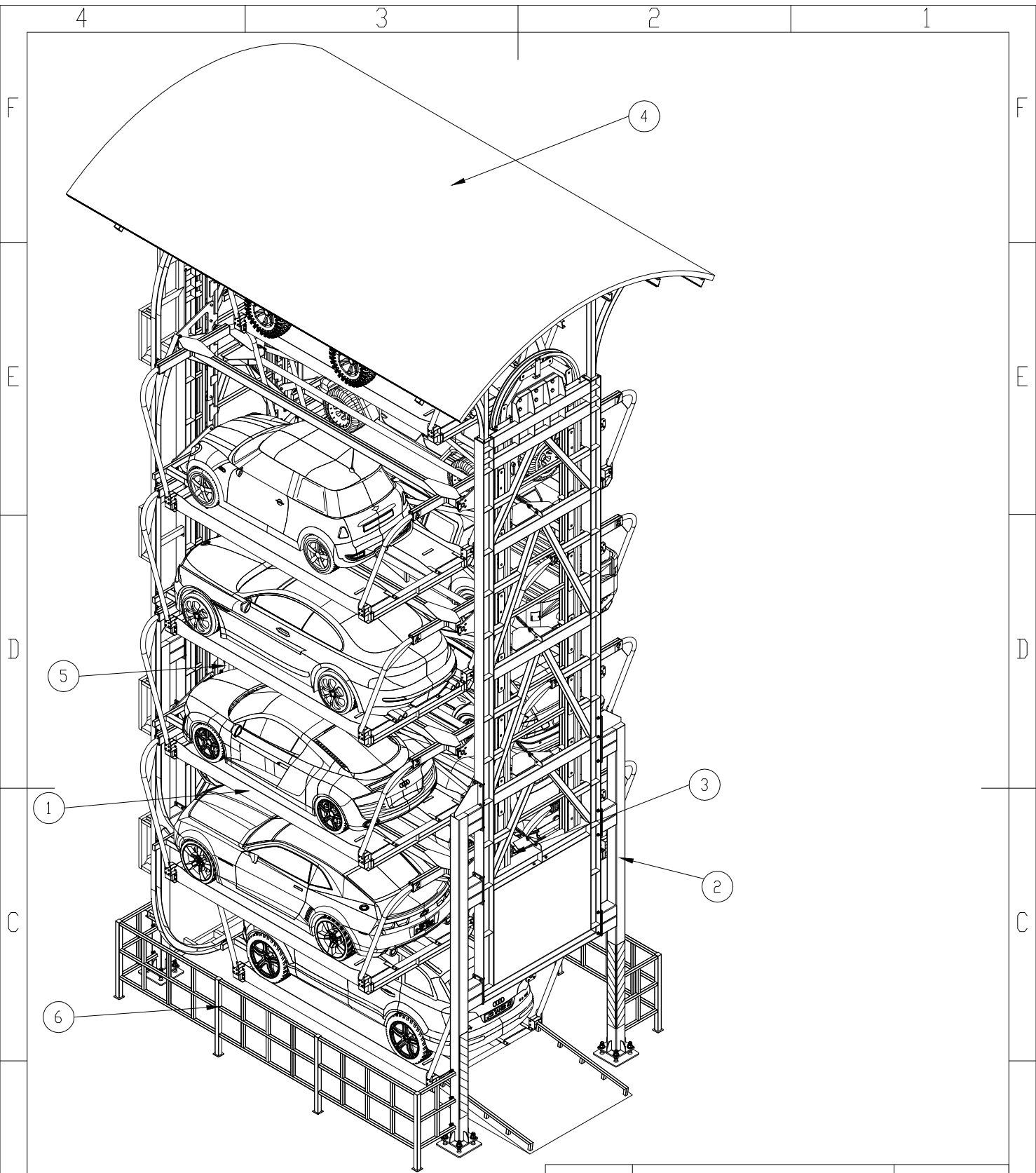
FLUJO DE CAJA											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos		\$ 54.750	\$ 54.805	\$ 54.860	\$ 54.914	\$ 54.969	\$ 55.024	\$ 55.079	\$ 55.134	\$ 55.190	\$ 55.245
<b>Costos Directos</b>											
Sueldo		\$ 7.200									
Alquiler		\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000
<b>Costos Indirectos</b>											
Seguros		\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000
Mantenimiento		\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032	\$ 1.032
Servicios Básicos		\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613	\$ 1.613
Publicidad		\$ 2.400	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120	\$ 3.120
Depreciación		\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983
Interés Préstamo		\$ 11.860	\$ 10.392	\$ 8.751	\$ 6.915	\$ 4.862	\$ 2.567				
Activos Intangible		\$ 430	\$ 430	\$ 430	\$ 430	\$ 430	\$ 430				
<b>UTILIDADES ANTES IMPUESTO</b>		\$ 14.233	\$ 22.235	\$ 23.931	\$ 25.822	\$ 27.929	\$ 30.279	\$ 33.332	\$ 33.387	\$ 33.442	\$ 33.497
IMPUESTO (15%)		\$ 2.135	\$ 3.335	\$ 3.590	\$ 3.873	\$ 4.189	\$ 4.542	\$ 5.000	\$ 5.008	\$ 5.016	\$ 5.025
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>\$ 16.367</b>	<b>\$ 25.570</b>	<b>\$ 27.521</b>	<b>\$ 29.695</b>	<b>\$ 32.118</b>	<b>\$ 34.821</b>	<b>\$ 38.331</b>	<b>\$ 38.395</b>	<b>\$ 38.458</b>	<b>\$ 38.521</b>
Depreciación		\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 5.983
Activos Intangible		\$ 430	\$ 430	\$ 430	\$ 430	\$ 430	\$ 430				
INVERSIÓN INICIAL	-140250,35										
Préstamo	100250,35										
Amortización Préstamo		\$ 12.407	\$ 13.874	\$ 15.516	\$ 17.351	\$ 19.404	\$ 21.699				
Inversión Capital de Trabajo	-40000,00										
Valor Desecho											\$ 53.328
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	<b>-80000,00</b>	<b>\$ 10.374</b>	<b>\$ 18.109</b>	<b>\$ 18.418</b>	<b>\$ 18.757</b>	<b>\$ 19.128</b>	<b>\$ 19.535</b>	<b>\$ 44.314</b>	<b>\$ 44.378</b>	<b>\$ 44.441</b>	<b>\$ 97.832</b>
<b>VAN</b>	<b>\$ 234.973,72</b>										
<b>TIR</b>	<b>25,47%</b>										

Fuente: Elaboración Propia.

## **APÉNDICE A2**

### **Planos de Construcción y Ensamblaje.**

En las siguientes páginas se muestran 10 planos significativos para la construcción y montaje del Estacionamiento Vertical Rotatorio tipo Carrusel, Considerando la gran cantidad de piezas y sub ensamblajes resulta claro que se necesitan mucho más planos para detallar el proceso completo de fabricación. Sin embargo se presentan algunos planos esquemáticos que muestran las diversas partes existentes en el Diseño Mecánico y sus características más relevantes.



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	PALLET	10
2	COLUMNAS	4
3	ARBOL DE TRANSMISIÓN	1
4	CUBIERTA (OPCIONAL)	1
5	MOTOR REDUCTOR 9KW SIEMENS	1
6	CERCA	1

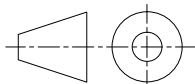
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

# ESTACIONAMIENTO VERTICAL ROTATORIO (CARRUSEL)

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTINEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

TITULO:	DESPIECE GENERAL	A3
---------	------------------	----



MATERIAL: ASTM A-572 GR-50

PESD: 27000 KGF

ESCALA: 1:200

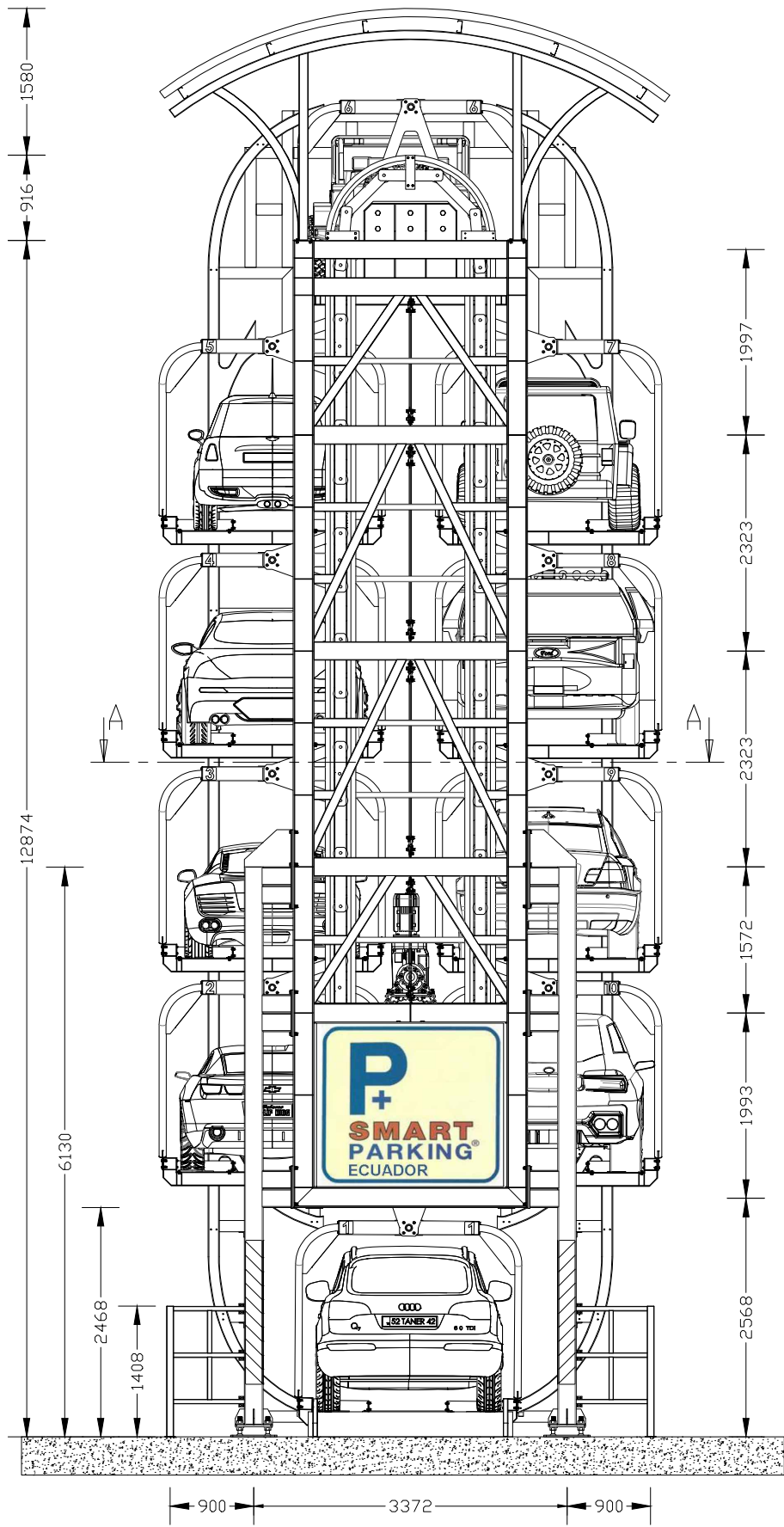
HOJA 1 DE 1

4

3

2

1



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

ESTACIONAMIENTO VERTICAL  
ROTATORIO (CARRUSEL)

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTÍNEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

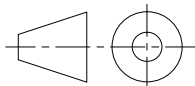
MATERIAL:

ASTM A-572 GR-50

TÍTULO:

POSICIÓN FRONTAL

A4



PESD:

ESCALA: 1:200

HOJA 1 DE 1

4

3

2

1

F

E

D

C

B

F

E

D

C

B

A

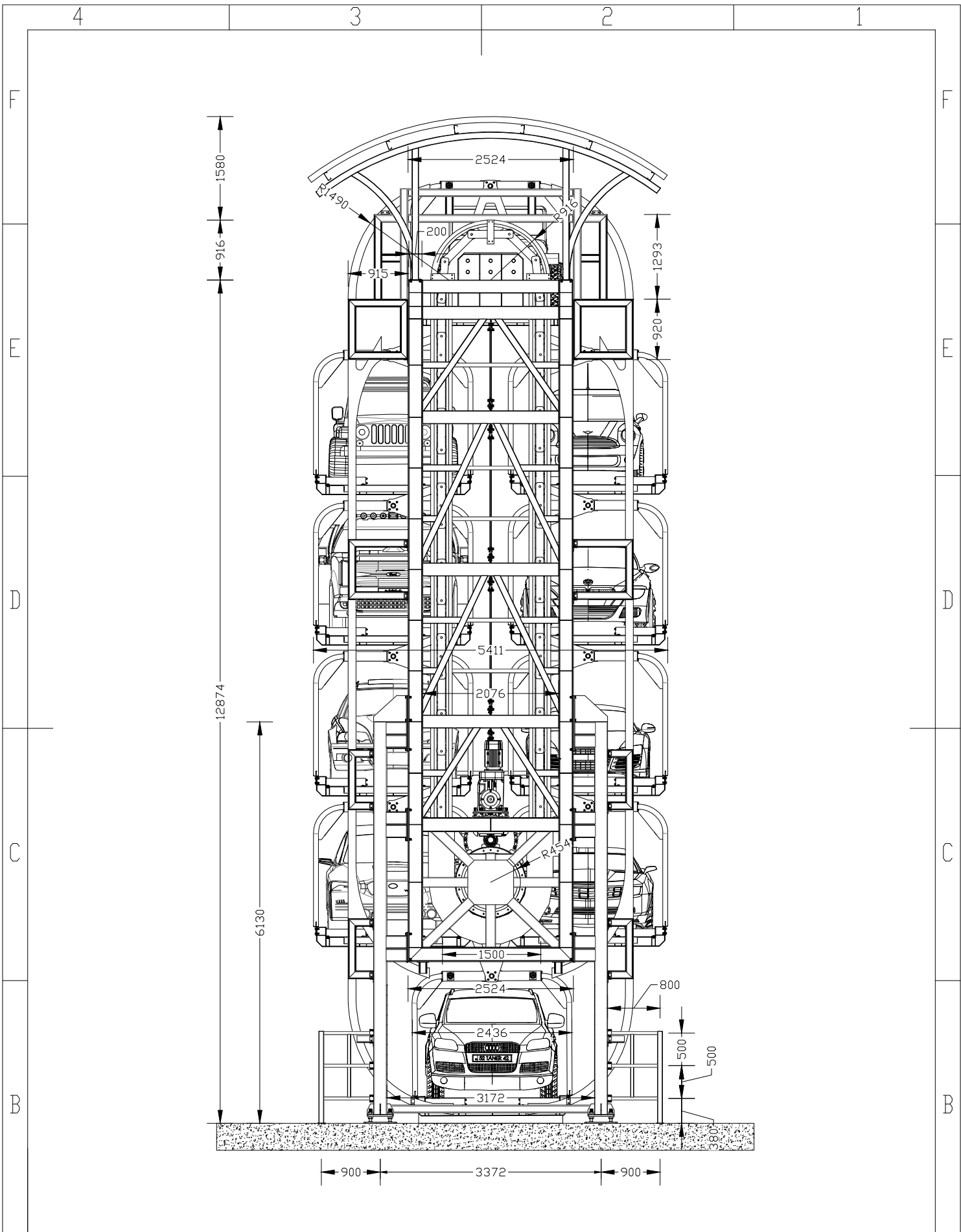
A

4

3

2

1



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

ESTACIONAMIENTO VERTICAL  
ROTATORIO (CARRUSEL)

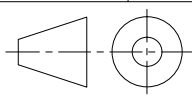
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTINEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

MATERIAL:  
ASTM A-572 GR-50

TITULO:

POSICIÓN POSTERIOR

A4



PESD:

ESCALA: 1:200

HOJA 1 DE 1

4

3

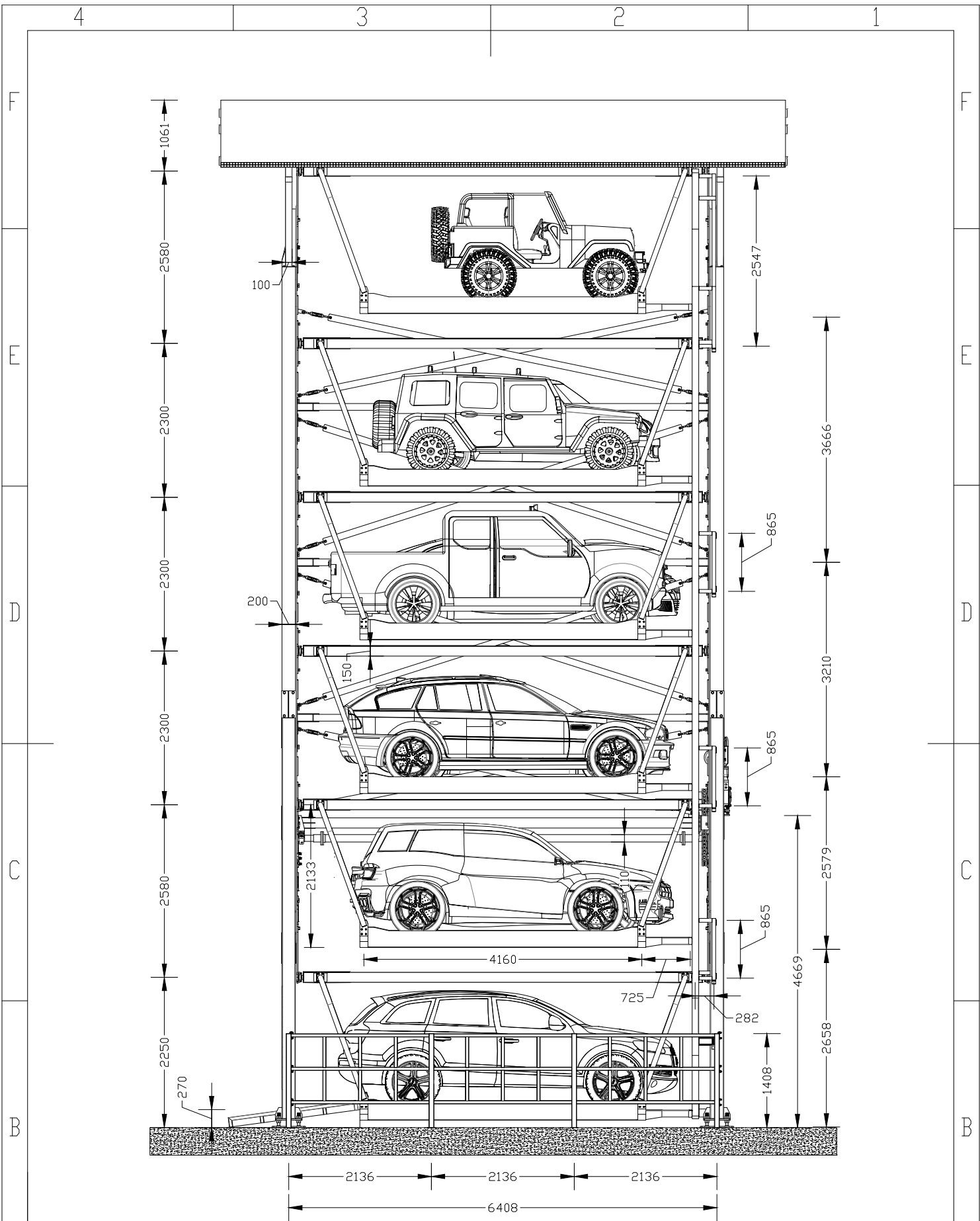
2

1

A

A





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

ESTACIONAMIENTO VERTICAL  
ROTATORIO (CARRUSEL)

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTINEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

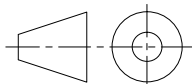
MATERIAL:

ASTM A-572 GR-50

TITULO:

POSICIÓN LATERAL

A4



PESD:

ESCALA: 1:200

HOJA 1 DE 1

4

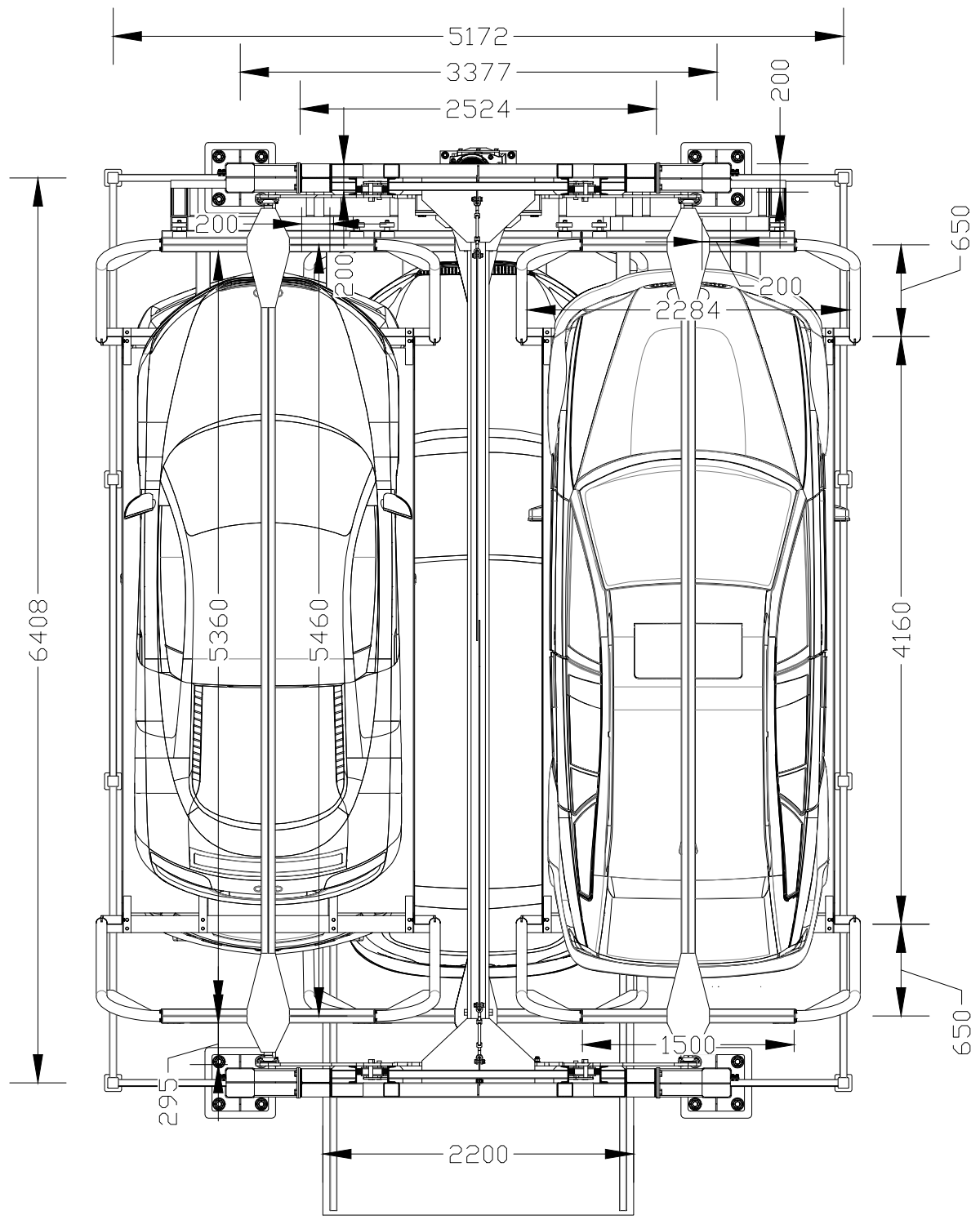
3

2

1

A

A



CORTE A-A

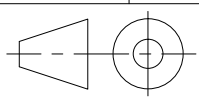
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

ESTACIONAMIENTO VERTICAL  
ROTATORIO (CARRUSEL)

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTINEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

TITULO:	SECCION A-A	A4
---------	-------------	----

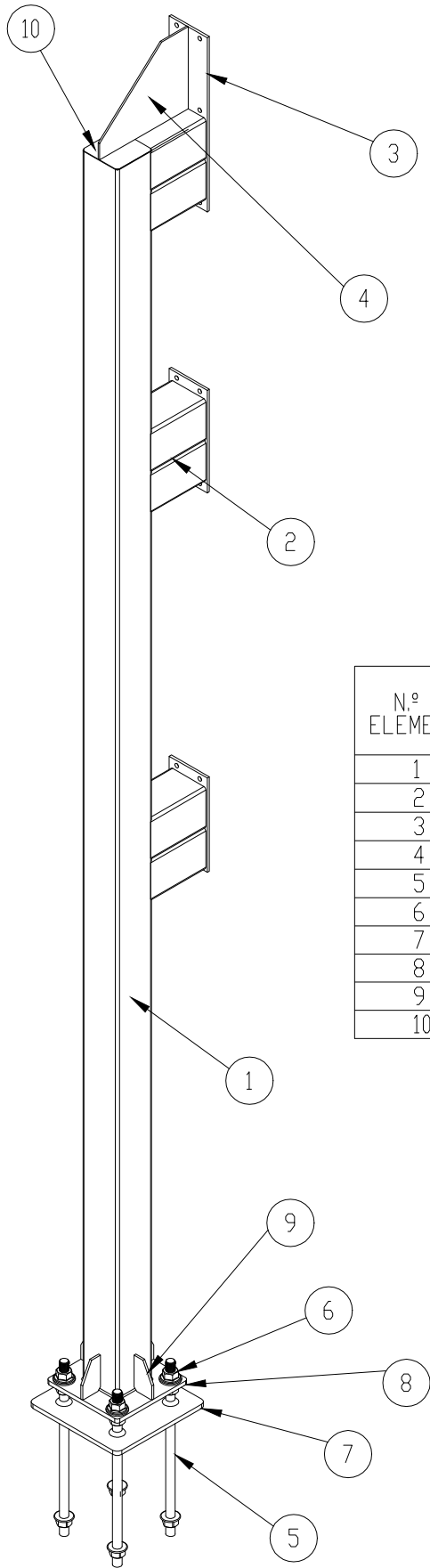


MATERIAL:  
ASTM A-572 GR-50

PESD:

ESCALA:1:200

HOJA 1 DE 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	PARED COLUMNA 1	1
2	PARED COLUMNA 2	3
3	PLACA CONEXION TRAMO 2	3
4	RIGIZADOR SUPERIOR	1
5	ANCLAJES $\varnothing 38\text{mm}$	4
6	TUERCA ABRIDADA $\varnothing 38\text{mm}$	12
7	PLACA DE ANCLAJE FIJA	1
8	PLACA DE ANCLAJE MOVIL	1
9	RIGIZADOR BASE	4
10	TAPA DE COLUMNA	1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

PALET PARA VEHÍCULOS

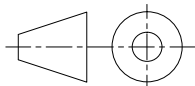
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTINEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

MATERIAL:  
ASTM A-572 GR-50

TITULO:

COMPONENTES PALET

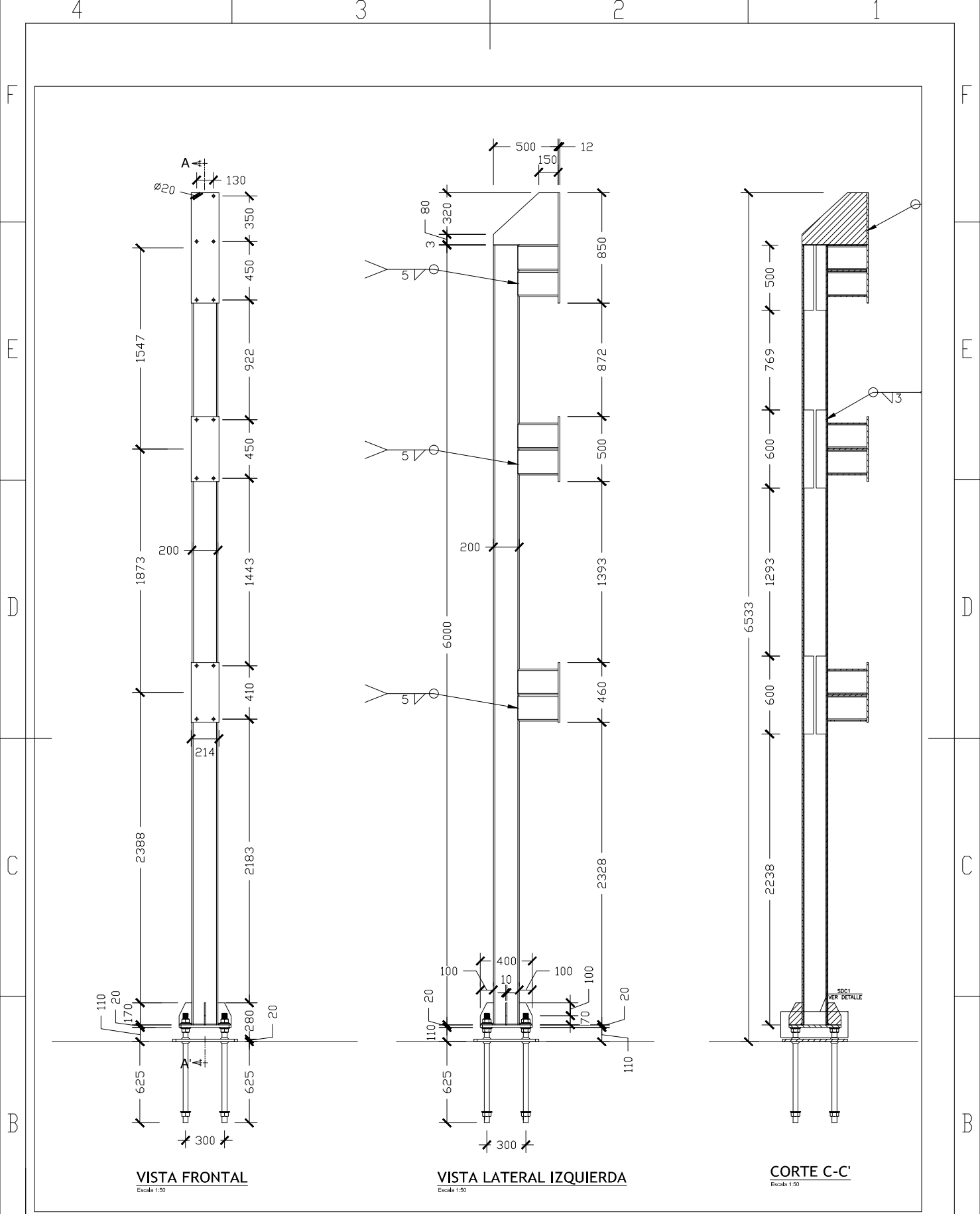
A3



PESD: 1076.60 KGF

ESCALA: 1:200

HOJA 1 DE 3



VISTA FRONTAL  
Escala 1:50

VISTA LATERAL IZQUIERDA  
Escala 1:50

CORTE C-C  
Escala 1:50

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

COLUMNAS

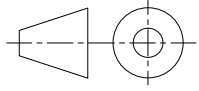
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTINEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

MATERIAL:  
ASTM A-572 GR-50

TITULO:

DETALLES 1

A3



PESD: 1187.41 KGF

ESCALA: 1:200

HOJA 2 DE 3

4

3

2

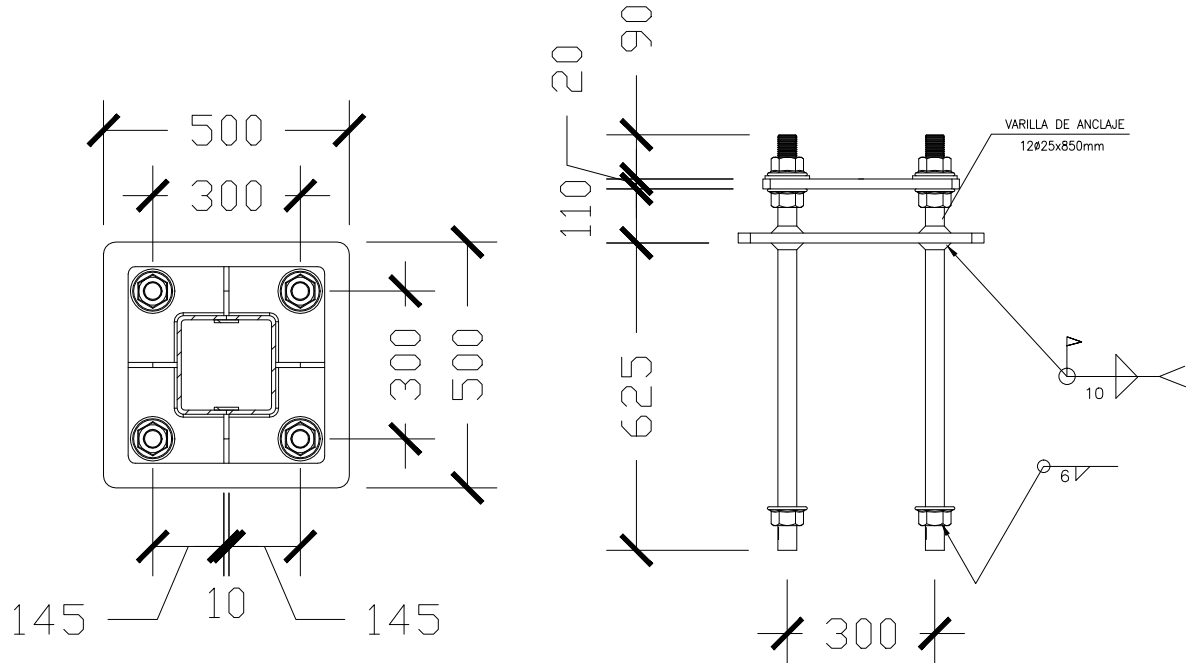
1

A

A

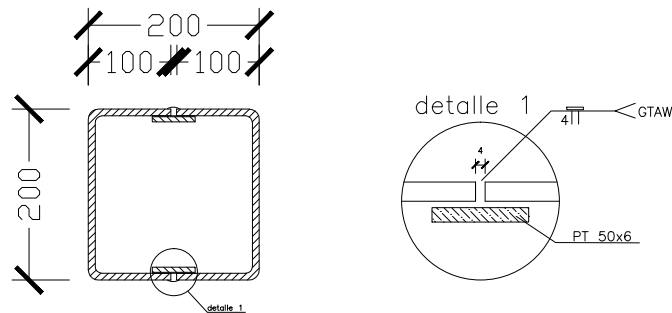
## PLACA DE ANCLAJE

400X400X20mm



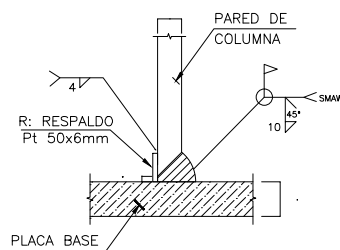
## COLUMNA

2U 200x100x8mm



## SDC 1: CONEXIÓN SÍSMICA

Escala 1:5  
Dimensiones en mm COLUMNA-PLACA BASE



PROCESO: SMAW  
JUNTA: TC-U4a  
FIGURA: 3.4 p.113  
AWS D1.1/2010  
R= 6mm  
 $\alpha = 45^\circ$

ELECTRODO:  
ESPECIFICACIÓN: AWS A5.5  
CLASIFICACIÓN: E7018-A1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTÍNEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

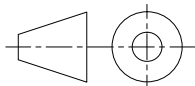
COLUMNAS

MATERIAL:  
ASTM A-572 GR-50

TÍTULO:

DETALLES

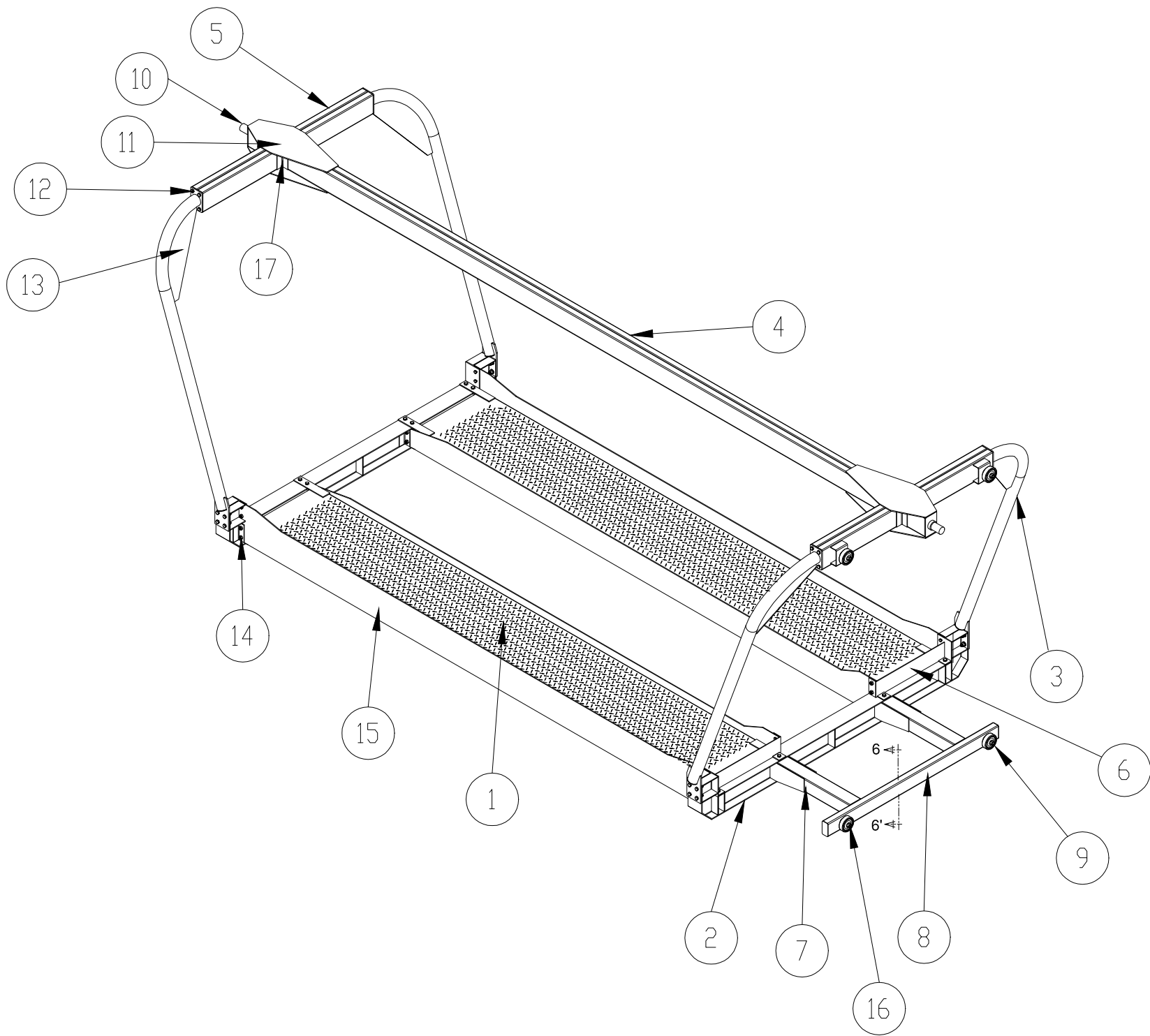
A4



PESD: 1187.41 KGF

ESCALA: 1:200

HOJA 3 DE 3



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	VIGA PRINCIPAL PLEGADA	2
2	VIGA DE PERFIL I	2
3	TUBO ESTRUCTURAL TENSOR	4
4	VIGA DE AMARRE 2	1
5	VIGA DE AMARRE 1	2
6	TOPES PARA LLANTAS	2
7	SOPORTE VIGA AMARRE 3	2
8	VIGA PARA RUEDAS	1
9	RUEDA INDUSTRIAL	4
10	SOPORTE CHUMACERA	2
11	PLACA RIGIZADORA	4
12	PERNO TENSOR $\phi 1/2''$ - A325	32
13	RIGIZADOR TENSOR	4
14	PERNO VIGA PLEGADA $\phi 1/2''$ - A325	60
15	BORDE CONTRA CAIDAS	4
16	EJE PARA RUEDA INDUSTRIAL	4
17	ANGULO CONECTOR	8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

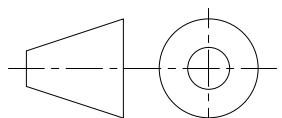
PALET PARA VEHÍCULOS

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTINEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

TITULO:

COMPONENTES PALET

A3

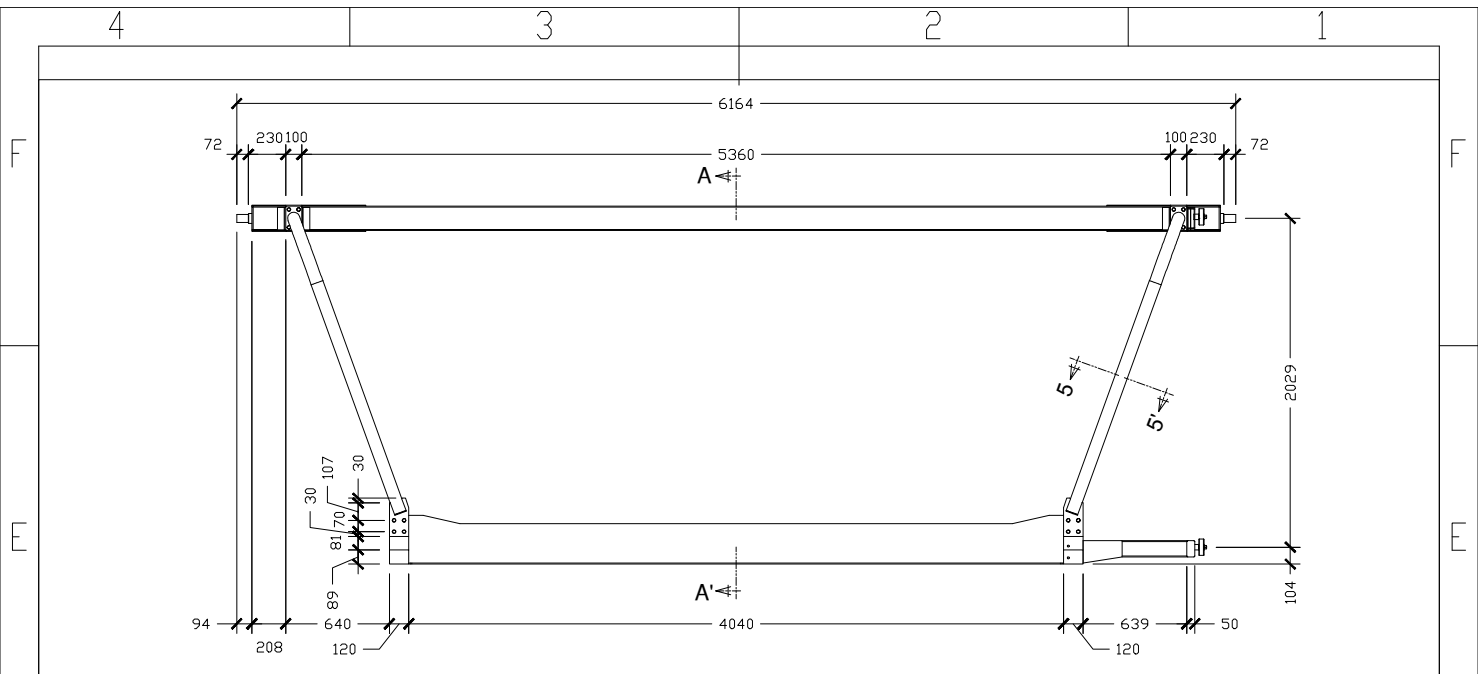


MATERIAL: ASTM A-572 GR-50

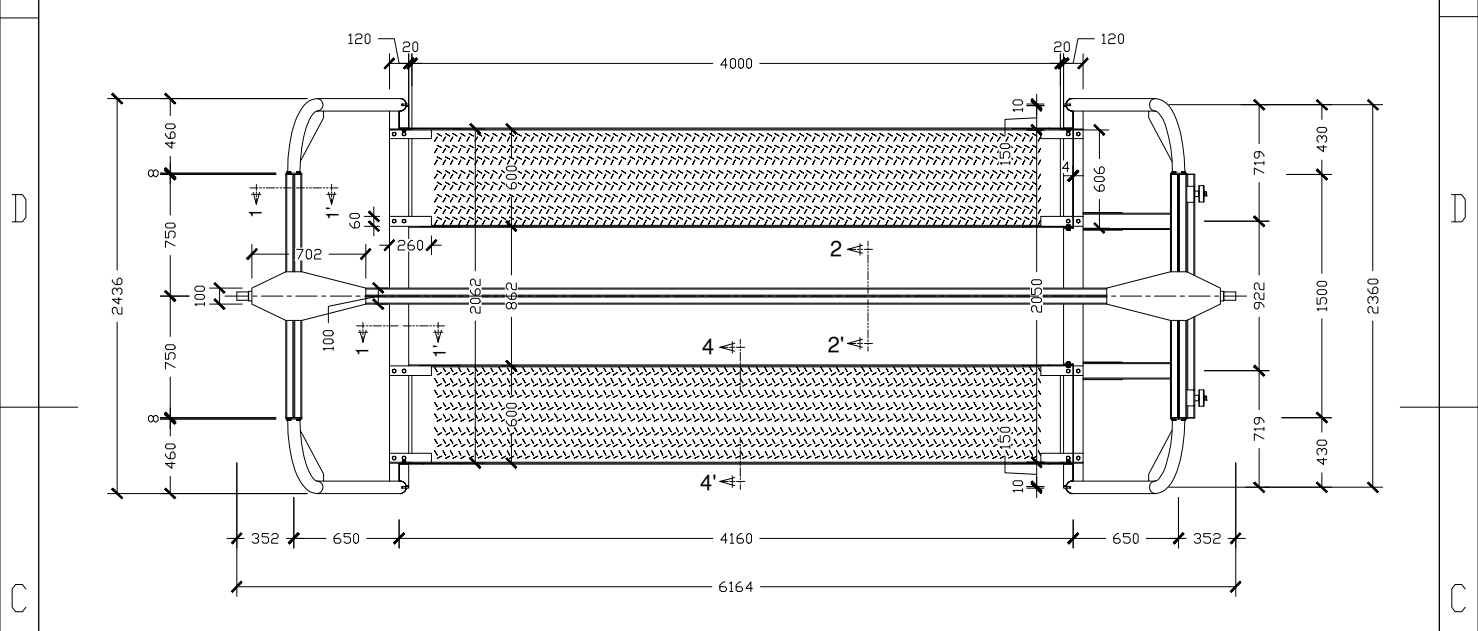
PESO: 1076.60 KGF

ESCALA: 1:200

HOJA 1 DE 3

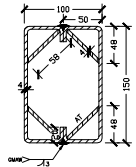


VISTA FRONTAL  
Escala 1:20



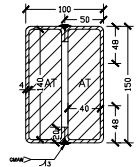
VISTA SUPERIOR  
Escala 1:20

CORTE 1-1'  
2G 150x50x20x4mm



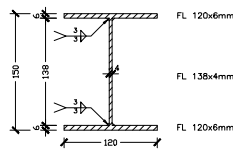
AT: FL 58x4x600mm.

CORTE 2-2'  
2G 150x50x20x4mm



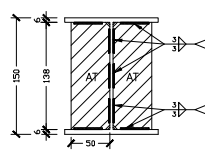
AT: FL 40x4x140mm.c/1000mm

CORTE 2-2'  
I120x6x138x6mm



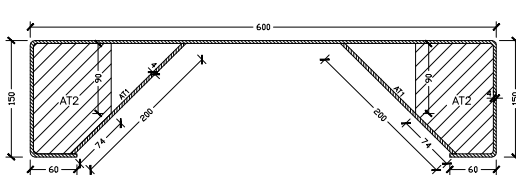
FL 120x6mm  
FL 138x4mm  
FL 120x6mm

CORTE 3-3'  
I120x6x138x6mm



AT: 50x4x138mm  
Fy= 36 Kgf

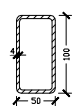
CORTE 4-4'  
G 600x150x60x4mm



CORTE 5-5'  
Tubo Estructural Ø 3"



CORTE 6-6'  
Ø100x50x4mm



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

PALET PARA VEHÍCULOS

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTÍNEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

TÍTULO:

DETALLES 1

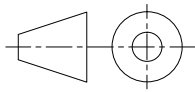
A3

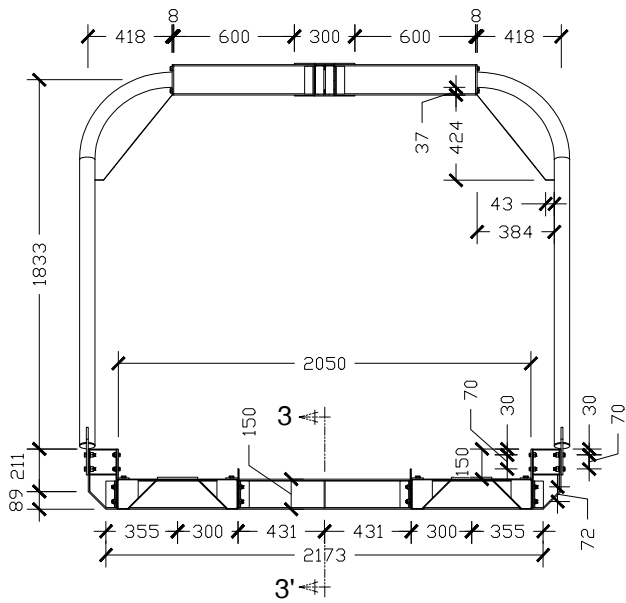
MATERIAL:  
ASTM A-572 GR-50

PESD: 1076.60 KGF

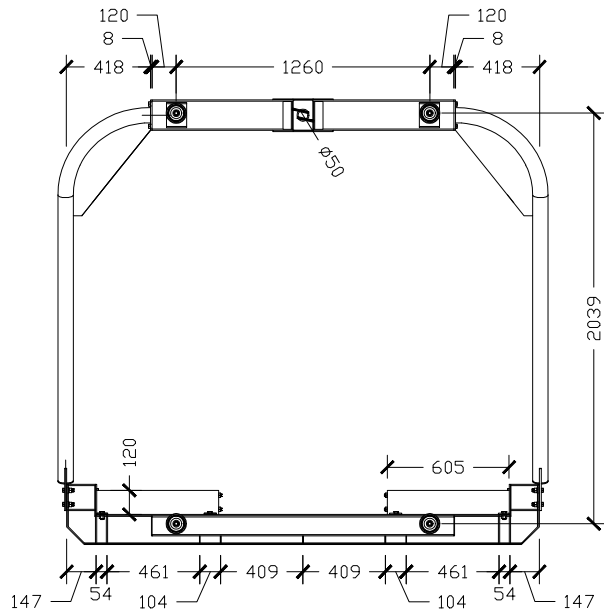
ESCALA: 1:200

HOJA 2 DE 3

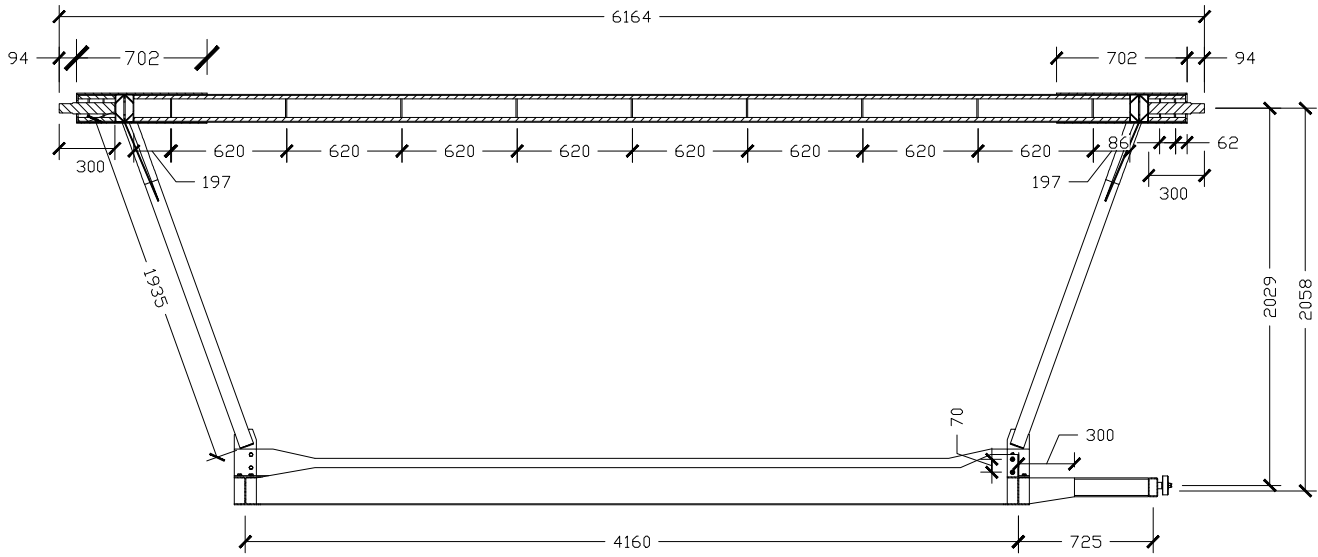




**CORTE A-A'**  
Escala 1:20



**VISTA LATERAL IZQUIERDA**  
Escala 1:20



**CORTE B-B'**  
Escala 1:20

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

PALET PARA VEHÍCULOS

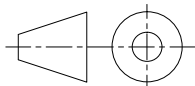
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTÍNEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

MATERIAL:  
ASTM A-572 GR-50

TITULO:

DETALLES 2

A3



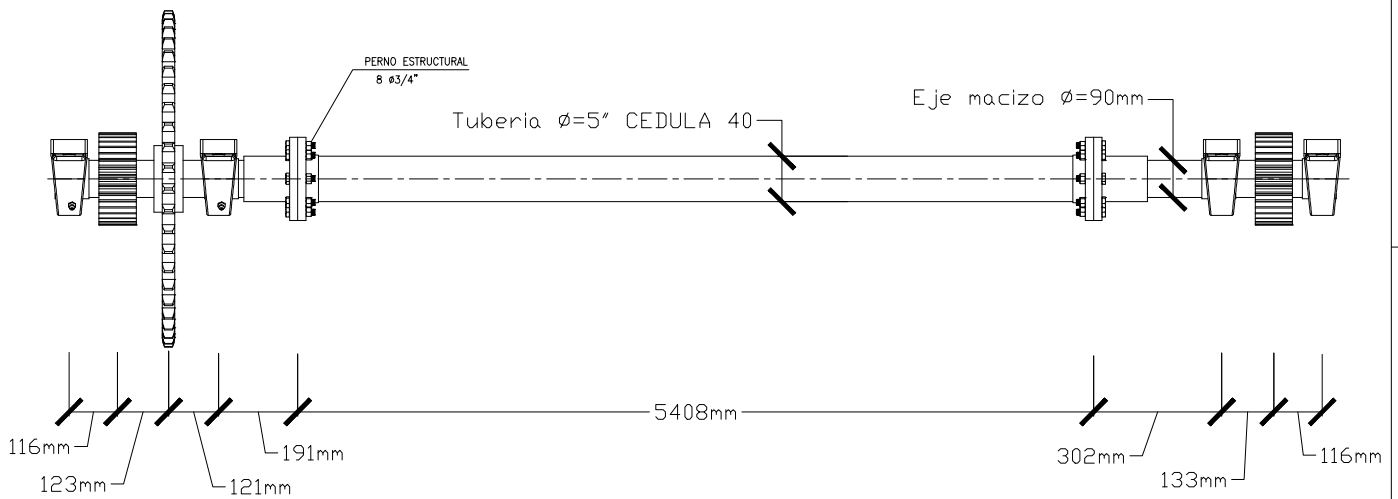
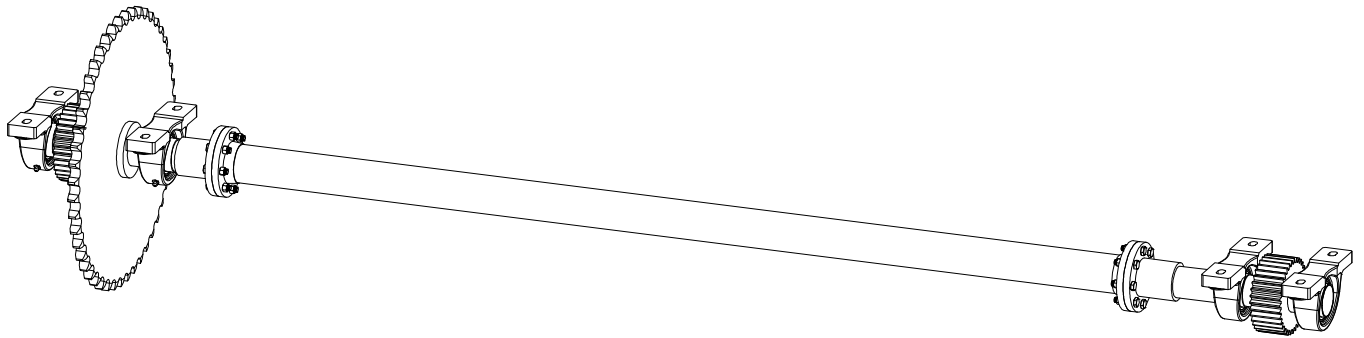
PESD: 1076.60 KGF

ESCALA: 1:200

HOJA 3 DE 3



# ARBOL DE TRANSMISION

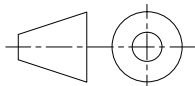


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (FIMCP)

PROYECTO DE GRADO:

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	GABRIEL ARMAS		03/02/2016
VERIF.	Ing. ERNESTO MARTINEZ		03/02/2016
APROB.	Ing. GONZALO ALMEIDA		03/02/2016

COLUMNAS



MATERIAL:  
ASTM A-572 GR-50

TITULO:

DETALLES

A4

PESD: 1187.41 KGF

ESCALA: 1:200

HOJA 3 DE 3