

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**FACULTAD DE INGENIERIAS
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

Tesis previa a la obtención del Título de:

Ingeniero Mecánico

TEMA:

**"DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN PARQUEADERO VERTICAL
AUTOMATIZADO CON CAPACIDAD PARA OCHO VEHÍCULOS"**

AUTORES:

**Santiago Mauricio Alvarez Ruilova
Nerio Patricio Loaiza Cano**

DIRECTOR:

Ing. José Olger Pérez Silva. Msc.

Quito, diciembre 2013

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido realizado en su totalidad por los señores: Santiago Mauricio Alvarez Ruilova y Nerio Patricio Loaiza Cano.

Los conceptos desarrollados, análisis, cálculos realizados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Ing. José Olger Perez Silva. Msc.

DIRECTOR DE TESIS

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros Santiago Mauricio Alvarez Ruilova y Nerio Patricio Loaiza Cano, declaramos que la investigación realizada es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentada y que se han consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente documento.

Autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial del presente trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Quito, 02 de diciembre del 2013.

Santiago Mauricio Alvarez Ruilova

CC: 1720877255

Nerio Patricio Loaiza Cano

CC: 1722635321

Dedicamos este proyecto de tesis...

A Dios, por haber encendido en nuestros corazones la pasión, el amor y la fuerza para conseguir cada meta propuesta en la vida.

A nuestros padres, por ser el ejemplo perfecto de superación, valor, lucha y éxito, por enseñarnos a caminar en todos los aspectos de la vida y por ese incansable apoyo que nos ha permitido llegar cada vez más lejos.

Santiago y Nerio

Agradezco...

A mis padres Lucia y Mario, mi hermano Mario y a mi familia cercana, por desbordar mi vida con amor y llenarla de consejos que he aplicado a diario.

Gracias por borrar de mi mente la palabra imposible y por darme alas para conseguir cada sueño, cada meta y cada ilusión.

A todos los implicados en este proyecto por ser parte fundamental para mejorar y para aprender a ser un verdadero profesional y ser siempre un aporte a la sociedad.

Santiago Mauricio

Agradezco...

A Dios, a mis padres por haberme guiado por el camino del bien quienes me han sabido aconsejar en cada instancia de mi vida; a los miembros de mi familia, mis hermanos y todos los que han estado presentes en mi camino universitario.

Nerio Patricio

RESUMEN

Desde de la invención del automóvil en 1885, aparece la necesidad de disponer, entre otras cosas, de un espacio en varios lugares para poder dejarlo temporalmente. Con el pasar de los años, la demanda de estacionamientos se ha incrementado significativamente en las ciudades y es allí donde surge la propuesta de satisfacer con plazas de parqueo en espacios reducidos a un creciente parque automotor.

El edificio de estacionamientos dispone de mecanismos y partes móviles necesarias para realizar las maniobras de parqueo. Todo el diseño mecánico y movimientos requeridos, son pensados en el usuario, éste debe operar fácilmente el sistema sin necesidad de una compleja guía.

ABSTRACT.

Since the invention of the automobile in 1885, it has appeared the necessity to find an area in several places in order to leave temporarily the car. Over the years, the demand for parking has increased significantly in the cities where it has arisen the proffer to satisfy with parking in tight spaces a growing fleet space arises.

The parking building has mechanisms and moving parts necessary to make parking maneuvers. All mechanical design and required movements are thought for the user, it should easily operate the system without a complex guide.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En las ciudades se ha incrementado el número de vehículos, a tal punto que han invadido los centros urbanos, superando la capacidad de la infraestructura vial existente y haciendo más difícil la circulación, generando grandes demandas de espacios para estacionarse y creando así la necesidad de reglamentar el estacionamiento en las calles, acondicionar lotes o construir nuevos edificios para satisfacer estas demandas. Los parqueos de zona azul pasan copados en la mayor parte de la ciudad y esto detiene el tráfico ya que hay muchos conductores que circulan por las calles muy despacio tratando de encontrar un lugar libre para dejar su vehículo que esté lo más cercano a su destino; principalmente, las zonas financieras y de comercio son las que tienen más demanda de parqueo por su gran afluencia vehicular.

JUSTIFICACIÓN.

Con el presente proyecto se optimizará el uso de un espacio reducido para estacionar más vehículos, es así que se busca alojar ocho autos en un sitio aproximado donde entrarían tres, en el esquema tradicional. Con esto se dará una solución efectiva a la demanda de estacionamientos en puntos estratégicos de gran afluencia vehicular utilizando menos espacio. Este sistema podrá ser utilizado en terrenos cerca de edificios o lugares destinados a este propósito, lo cual contribuiría a despejar las vías, pues se dispondría de este servicio que abastecería la demanda de parqueo.

ALCANCE.

- Determinar la forma de la estructura.
- Seleccionar los cables, ruedas móviles que sean adecuados para el óptimo funcionamiento del ascensor.
- Demostrar el funcionamiento de la parte electromecánica para el funcionamiento del parqueadero, también se diseñará la fuerza del motor requerido para el ascensor.
- Dimensionar los miembros estructurales, conexiones y empalmes.
- Diseñar la estructura metálica en los programas de AUTODESK 2010 para dar a conocer el esquema estructural, además de planos de ensamblaje.
- Simular el diseño de la estructura metálica en el programa SAP 2000 v15.0 para determinar la estabilidad y el factor de seguridad de la misma bajo los parámetros de carga y esfuerzo analizados.

Se utilizará los paquetes informáticos:

- SAP 2000 V15.0 (Computers and Structures, Ing.)
- AUTO CAD 2010 e INVENTOR 2010 (Autodesk).

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar un parqueadero vertical automatizado con capacidad para ocho vehículos y simular su funcionamiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Investigar y analizar las normativas y los parámetros de diseño de estructuras para el soporte de carga.
- Realizar el diseño de parqueadero bajo la optimización de material con los parámetros requeridos y adecuados.
- Realizar el diseño de un elevador con capacidad para un vehículo, el cual ubicará en el lugar de parqueo disponible.

HIPÓTESIS.

Con la construcción del parqueadero vertical automatizado con capacidad para ocho vehículos, se podrá disminuir aproximadamente un 62.5% de área física sobre una superficie plana que necesita un parqueadero horizontal.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	i
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	ii
JUSTIFICACIÓN.....	ii
ALCANCE.....	iii
OBJETIVOS.....	iv
OBJETIVO GENERAL.....	iv
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	iv
HIPÓTESIS.....	iv
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	1
1.2 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.....	1
1.3 CARACTERÍSTICAS DEL PARQUEADERO AUTOMATIZADO.....	2
1.4 MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL.....	3
1.4.1 Diseño con esfuerzos admisibles (ASD).....	3
1.4.2 Diseño con factores de carga y resistencia (Irfd).....	3
1.5 CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS DEL ACERO.....	6
1.5.1 Propiedades del acero estructural.....	6
1.5.2 Consideraciones de esfuerzo-deformación del acero estructural.....	7
1.5.3 Diferentes aceros estructurales.....	10
1.6 CONSIDERACIÓN DE TIPOS DE PERFILES EN ANÁLISIS.....	10
1.7 TIPOS DE CONEXIONES VIGA-COLUMNA.....	11
1.7.1 Conexiones simples.....	13
1.7.2 Conexiones rígidas (fr).....	14
1.7.3 Conexiones semi-rígidas (pr).....	15
1.8 TIPOS DE CONEXIONES APERNADAS.....	16
1.8.1 Conexiones tipo aplastamiento.....	17
1.8.2 Conexiones de deslizamiento crítico.....	17
1.9 PERNOS DE ALTA RESISTENCIA.....	18
1.9.1 Generalidades.....	18

1.9.2	Espaciamiento mínimo entre centros.	19
1.9.3	Uniones atornilladas.	19
1.10	CONEXIONES SOLDADAS.	26
1.10.1	Soldaduras de filete.	26
1.10.2	Resistencia permisible de la soldadura.	27
1.10.3	Cortante y torsión.	27
1.11	SISTEMAS DE ELEVACIÓN.	29
1.11.1	Elevadores de carga.	29
1.11.2	Sistemas elevadores.	29
1.11.3	Grupo tractor.	32
1.11.4	Sala de máquinas.	33
1.11.5	Tambor de enrollamiento.	33
1.11.6	Polea de tracción.	35
1.11.7	Cables de tracción.	36
1.11.8	Poleas de polipasto.	37
1.11.9	Cabina.	38
1.11.10	Rieles guía.	39
1.11.11	Control eléctrico.	40
1.11.12	Dispositivos de protección y seguridad.	41
1.12	MOTORES.	42
1.13	POTENCIA NECESARIA PARA UN MOTOR.	42
	CAPITULO II ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.	45
2.1	MÉTODO DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA Y EL MECANISMO.	45
2.2	SELECCIÓN DE PERFILES ESTRUCTURALES.	45
2.3	SELECCIÓN DEL SISTEMA ELEVADOR.	47
2.4	SISTEMA DE TRASLACIÓN DEL VEHÍCULO DESDE LA CABINA HACIA LA ESTRUCTURA Y VICEVERSA.	48
2.4.1	Sistema con plataformas.	48
2.4.2	Rodillos deslizantes.	49
2.5	SELECCIÓN DEL CABLE DE TRACCIÓN DEL ELEVADOR.	52
	CAPÍTULO III DISEÑO DEL MECANISMO Y DE LA ESTRUCTURA.	53
3.1	PARÁMETROS DE DISEÑO DEL ELEVADOR.	53

3.1.1	Dimensionamiento de la cabina.	53
3.1.2	Determinación de la carga elevadora.	53
3.1.3	Recorrido del elevador.	54
3.2	DISEÑO DEL ELEVADOR.....	54
3.2.1	Diseño de las plataformas de movimiento lateral.	55
3.2.2	Cálculo de la cabina.	59
3.2.3	Diseño del cable elevador de la cabina.	70
3.2.4	Diseño de las poleas y el tambor de enrollamiento.....	71
3.2.5	Diseño del grupo tractor.....	73
3.2.6	Cálculo de los ejes de las poleas.	75
3.2.7	Diseño del mecanismo de traslación lateral.	77
3.2.8	Cálculo de la estructura.....	84
3.2.9	Cálculo de las vigas superiores de la estructura.....	88
3.2.10	Cálculo de las columnas.....	101
3.2.11	Diseño de la placa base.	103
3.2.12	Diseño de los pernos de anclaje.	105
3.2.13	Cálculo de la carga de tensión admisible en el perno	106
3.2.14	Cálculo de la longitud del perno	106
3.2.15	Cálculo de uniones empernadas	107
3.2.16	Cálculo de soldadura	115
3.2.17	Diseño sísmico	117
3.2.18	Comprobación de resultados con el programa Sap-2000 v15.0.....	120
3.2.19	Automatización.	131
	CAPÍTULO IV COSTOS.....	139
4.1	COSTOS DEL PARQUEADERO.....	139
4.2	PARÁMETROS DE LOS COSTOS DE FABRICACIÓN.	139
4.3	COSTOS DIRECTOS.....	140
4.4	MATERIALES DIRECTOS DE PRODUCCIÓN.....	140
4.5	MANO DE OBRA DIRECTA DE PRODUCCIÓN.	143
4.6	MANO DE OBRA DIRECTA DE MONTAJE.....	143
4.7	COSTO DIRECTO DE EQUIPOS O MAQUINARIA.	143
4.8	COSTOS INDIRECTOS.....	144

4.8.1	Costos de materiales indirectos.....	144
4.8.2	Costos del diseño.	145
4.9	COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	145
	CONCLUSIONES.....	146
	RECOMENDACIONES.....	148
	BIBLIOGRAFÍA.....	149
	GLOSARIO.....	151
	ANEXOS.....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. No. 1.1 Parqueadero Modelo de 3 Plantas.....	2
Fig. No. 1.2 Probeta para esfuerzo - deformación	8
Fig. No. 1.3 Diagrama esfuerzo deformación característico de un acero.	9
Fig. No. 1.4 Curvas esfuerzo-deformación de los aceros.	9
Fig. No. 1.5 Perfiles de acero.....	10
Fig. No. 1.6 Clasificación de las conexiones	11
Fig. No. 1.7 Conexión simple o de corte.....	13
Fig. No. 1.8 Comportamiento de la conexión simple o de corte.....	13
Fig. No. 1.9 Conexión de momento completamente restringida (FR).....	14
Fig. No. 1.10 Comportamiento de la conexión de momento FR	15
Fig. No. 1.11 Conexión de momento parcialmente restringida (PR).....	15
Fig. No. 1.12 Comportamiento de la conexión de momento PR	16
Fig. No. 1.13 Conexión tipo aplastamiento.....	17
Fig. No. 1.14 Conexión tipo deslizamiento crítico	18
Fig. No. 1.15 Nomenclatura de la cabeza de los pernos según el tipo.....	18
Fig. No. 1.16 Espaciamiento mínimo	19
Fig. No. 1.17 Distancia entre tornillos	21
Fig. No. 1.18 Tornillo cargado excéntricamente.....	25
Fig. No. 1.19 Soldadura de filete	26
Fig. No. 1.20 Esquema del sistema por contrapeso	30
Fig. No. 1.21 Esquema de partes del sistema por enrollamiento de cable.....	30
Fig. No. 1.22 Esquema de partes del sistema hidráulico	32
Fig. No. 1.23 Grupo tractor de un elevador por contrapeso.....	33
Fig. No. 1.24 Tambor de enrollamiento de cable.....	34
Fig. No. 1.25 Cable de acero.....	36
Fig. No. 1.26 Perfiles para rieles guía de los elevadores	39
Fig. No. 2.1 Esquema de ubicación de plataformas.....	49
Fig. No. 2.2 Esquema de funcionamiento con el sistema de plataformas.....	50
Fig. No. 2.3 Esquema de disposición de rodillos.....	50
Fig. No. 2.4 Comparación de cables preformados y no preformados.....	52
Fig. No. 3.1 Cabina del elevador.....	54

Fig. No. 3.2 Medidas externas de las plataformas.	55
Fig. No. 3.3 Medidas externas del piso de la cabina.....	59
Fig. No. 3.4 Disposición esquemática del cable de elevación	70
Fig. No. 3.5 Tambor de enrollamiento.....	73
Fig. No. 3.6 Medidas externas del piso de la cabina.....	84
Fig. No. 3.7 Poleas.....	89
Fig. No. 3.8 Diagrama de fuerzas para pernos de anclaje.....	105
Fig. No. 3.9 Perno de Anclaje.....	106
Fig. No. 3.10 Uniones o juntas empernadas	108
Fig. No. 3.11 Detalle de junta de viga	110
Fig. No. 3.12 Uniones o juntas empernadas	111
Fig. No. 3.13 Uniones o juntas empernadas	114
Fig. No. 3.14 Juntas de Columna	115

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 Parámetros de comparación para perfiles estructurales.	46
TABLA 2.2 Comparación de perfiles estructurales.	47
TABLA 2.3 Parámetros de comparación de los sistemas de elevación.	48
TABLA 2.4 Comparación de los sistemas de elevación.	48
TABLA 2.5 Parámetros de comparación del mecanismo de desplazamiento.	51
TABLA 2.6 Comparación del mecanismo de desplazamiento.	51
TABLA 3.1 Peso general de la cabina.	70
TABLA 3.2 Project Information.	121
TABLA 3.3 Program Control.	122
TABLA 3.4 Active Degrees of Freedom.	122
TABLA 3.5 Material Properties 01 - General.	122
TABLA 3.6 Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties.	123
TABLA 3.7 Material Properties 03a - Steel Data.	123
TABLA 3.8 Material List 2 - By Section Property.	123
TABLA 3.9 Load Pattern Definitions.	124
TABLA 3.10 Auto Seismic - User Coefficient.	124
TABLA 3.11 Load Case Definitions.	125
TABLA 3.12 Case - Static 1 - Load Assignments.	125
TABLA 3.13 Combination Definitions.	126
TABLA 3.14 Frame Loads - Point.	126
TABLA 3.15 Frame Loads - Distributed.	127
TABLA 3.16 Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD99.	130
TABLA 3.17 Base Reactions.	130
TABLA 3.18 Joint Reactions.	131
TABLA 3.19 Resumen cálculos en el capítulo.	138
TABLA 4.1 Materiales Directos.	142
TABLA 4.2 Costos Directos Totales.	144
TABLA 4.3 Costos indirectos totales.	145
TABLA 4.4 Costo total.	145

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO.

1.1 RESEÑA HISTÓRICA.

En la década de 1920, precursores de los sistemas de parqueadero automático aparecieron en ciudades estadounidenses como Los Ángeles, Chicago, Nueva York y Cincinnati. Un sistema similar que ahora se encuentra por todo Japón fue creado por la Corporación Westinghouse en 1923 y, posteriormente, construido en 1932 en Monroe Street de Chicago.

La Torre Nash fue una construcción destinada a aparcamiento y se mostró en la Feria de Chicago de 1933. Diseñada por la Nash Motor Company para la exhibición de sus vehículos, era una torre acristalada con estructura de acero de 25 m de alto. Dentro de ella se mostraban 16 autos, uno por planta. Esta estructura fue la precursora de una versión más reciente, las torres de coches inteligentes en Europa.

En los 90 entra en el mercado el Automatic Parker, un sistema totalmente automático, donde se optimizan espacios y no se desperdicia ningún área de maniobra. Permanentemente estos sistemas se perfeccionan mediante la incorporación de la más moderna tecnología aplicada a optimizar el espacio de estacionamiento.

1.2 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.

Lo más importante es encontrar y analizar una solución de un inconveniente o problema que afecta a muchas personas, poniendo en práctica los conocimientos

impartidos por parte del personal docente de ésta prestigiosa universidad y a través de la solución planteada, encontrar la oportunidad de generar cierta cantidad de ganancia ofreciendo plazas de trabajo y desarrollando un sistema que brinde facilidades a los conductores al momento de estacionar sus automóviles.

Es una idea innovadora y novedosa que puede atraer la curiosidad de muchas personas ya que en el país no se encuentra algo parecido, es un adelanto en tecnología e innovación en la ciudad.

1.3 CARACTERÍSTICAS DEL PARQUEADERO AUTOMATIZADO.

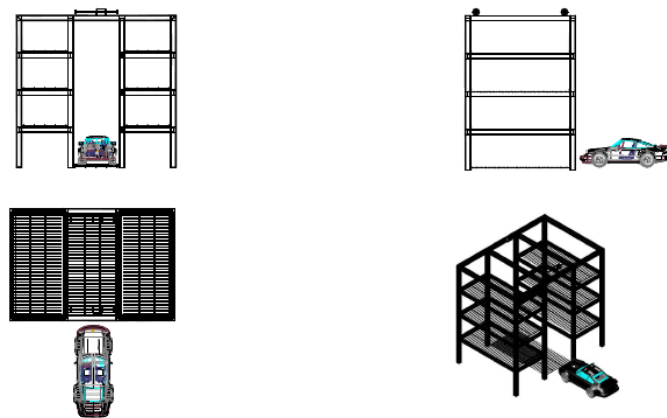


Fig. No. 1.1 Parqueadero Modelo de 3 Plantas

Fuente: Los Autores

El parqueadero automatizado es un sistema que funciona en una combinación de movimientos vertical de una cabina y de horizontal de plataformas independientes para cada auto dentro de la estructura mediante mecanismos que permiten un movimiento controlado y fácil.

El sistema puede ser instalado en espacios reducidos, o espacios abiertos fuera de los edificios.

1.4 MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL.

1.4.1 Diseño con esfuerzos admisibles (ASD).

El Diseño por Tensiones Admisibles (ASD) es un método para calcular componentes estructurales de manera tal que, cuando la estructura está sometida a todas las combinaciones de cargas nominales aplicables, ésta no supere el valor de cálculo admisible en (tensión, fuerza o momento) permitido por las diferentes secciones.

1.4.2 Diseño con factores de carga y resistencia (lrfd).

El diseño con factores de carga y resistencia se basa en los conceptos de estados límite. El término estado límite se usa para describir una condición en la que una estructura o parte de ella deja de cumplir su pretendida función.

Existen dos tipos de estados límite: los de resistencia y los de servicio.

Los estados límite de resistencia se basan en la seguridad o capacidad de carga de las estructuras e incluyen las resistencias plásticas, de pandeo, de fractura, de fatiga, de volteo, etc.

Los estados límite de servicio se refieren al comportamiento de las estructuras bajo cargas normales de servicio y tienen que ver con aspectos asociados con el uso, tales como deflexiones excesivas, deslizamientos, vibraciones.

El método ha demostrado que la probabilidad de alcanzar un estado límite resulta pequeña dentro de valores aceptables. (AISC, 2005, págs. 16-282)

En el método LRFD las cargas de trabajo o servicio se multiplican por ciertos

factores de carga o seguridad que son casi siempre mayores que 1.0 y se obtienen las "cargas factorizadas" usadas para el diseño de la estructura. Las magnitudes de los factores de carga varían dependiendo del tipo de combinación de cargas.

La estructura se proporciona para que tenga una resistencia última de diseño suficiente para resistir las cargas factorizadas.

El diseño de acuerdo a las disposiciones LRFD satisface los requisitos cuando la resistencia de diseño de cada componente estructural es mayor o igual a la resistencia requerida determinada de acuerdo a las combinaciones.

El diseño se realizará de acuerdo con la ecuación 1 (McCormac, 2002, pág. 52):

$$R_u \leq \phi R_n \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

R_u : Resistencia requerida (LRFD)

R_n : Resistencia nominal

ϕ : Factor de resistencia

ϕR_n : Resistencia de diseño

1.4.2.1 Factores de carga LRFD.

“El propósito de los factores de carga es incrementar las cargas para tomar en cuenta las incertidumbres implicadas al estimar las magnitudes de las cargas vivas y muertas.” (McCormac, 2002, pág. 53)

1.4.2.2 Factores de resistencia LRFD.

Para estimar con precisión la resistencia última de una estructura es necesario tomar en cuenta las incertidumbres que se tienen en la resistencia de los materiales, en las dimensiones y en la mano de obra.

Con el factor de resistencia, se reconoce implícitamente que la resistencia de un miembro no puede calcularse exactamente, debido a imperfecciones en las teorías de análisis.

Para hacer esta estimación se multiplica la resistencia última teórica (llamada aquí resistencia nominal) de cada elemento por un factor encontrado en la tabla de factor de resistencia característicos Φ . (McCormac, 2002)

1.4.2.3 Combinaciones de carga.

Las combinaciones de carga se especifican a continuación, en las que D es la carga muerta, L la carga viva, L_r es la carga viva en techos, S el encharcamiento, E es la carga de sismo, y la letra U representa la carga última. (McCormac, 2002, págs. 53-54)

$$U=1.4D \quad \text{(Ecuación 2)}$$

$$U=1.2D+1.6L+0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R) \quad \text{(Ecuación 3)}$$

$$U=1.2D+1.6(L_r \text{ o } S \text{ o } R)+0.5(0.5L \text{ o } 0.8W) \quad \text{(Ecuación 4)}$$

$$U=1.2D+1.3W+0.5L+0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R) \quad \text{(Ecuación 5)}$$

$$U=1.2D\mp 1.0E+0.5L+0.2S \quad \text{(Ecuación 6)}$$

1.5 CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS DEL ACERO.

Las características que hacen que un material sea adecuado para cumplir funciones estructurales se relacionan con sus propiedades mecánicas y con su costo principalmente. Comúnmente el material debe cumplir dentro de la fabricación y montaje la función de dar durabilidad ante efectos ambientales como resistencia a las cargas requeridas.

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. (McCormac, 2002, pág. 16)

La composición química del acero es de suma importancia por los efectos sobre sus propiedades tales como la soldabilidad, la resistencia a la corrosión, la resistencia a la fractura, etc. La ASTM (Sociedad Americana de pruebas de materiales) especifica los valores de carbono, manganeso, silicio, etc., que se permiten en los aceros estructurales.

1.5.1 Propiedades del acero estructural.

Las propiedades estructurales de un material se definen en forma rigurosa por medio de sus leyes constitutivas, o sea del conjunto de ecuaciones que describen el estado

de deformaciones que se presenta en el material ante cada posible estado de esfuerzos así como los estados que corresponden a condiciones de falla. De una manera más sencilla las principales propiedades de un material pueden representarse mediante curvas esfuerzo-deformación obtenidas de ensayos estándar ante condiciones axiales de esfuerzos (de compresión o tensión), los que proporcionan una información relevante acerca del comportamiento de un material.

El acero estructural al carbono designado como A36, con un esfuerzo mínimo de fluencia de 36 ksi (o klb/pulg²), es el acero estructural comúnmente usado en el mercado local.

1.5.2 Consideraciones de esfuerzo-deformación del acero estructural.

Los diagramas esfuerzo-deformación ofrecen entender cómo se comporta el acero estructural si un elemento se somete a una fuerza de tensión, éste comenzará a alargarse hasta finalmente romperse como se ve en la figura 1.2. Si se incrementa la fuerza a razón constante, la magnitud del alargamiento aumentará constantemente dentro de ciertos límites. Cuando el esfuerzo de tensión alcance un valor aproximadamente igual a un medio de la resistencia última del acero, el alargamiento comenzará a aumentar más y rápidamente sin un incremento correspondiente del esfuerzo.

El mayor esfuerzo para el que todavía es válida la ley de Hooke o el punto más alto de la porción recta del diagrama esfuerzo-deformación se denomina límite proporcional, también llamado límite elástico.

El esfuerzo en el que se presenta un incremento brusco en el alargamiento o

deformación sin un incremento en el esfuerzo, se denomina esfuerzo de fluencia; corresponde al primer punto del diagrama esfuerzo-deformación para el cual la tangente a la curva es horizontal.

Más allá del esfuerzo de fluencia hay un intervalo en el que ocurre un incremento considerable de la deformación sin incremento del esfuerzo. La deformación que se presenta antes del esfuerzo de fluencia se denomina deformación elástica. La deformación que ocurre después del esfuerzo de influencia sin incremento de esfuerzo se denomina deformación plástica. Esta última deformación es generalmente igual en magnitud a 10 o 15 veces la deformación elástica.

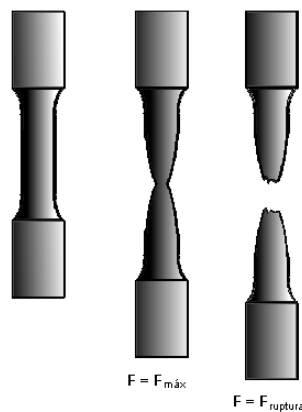


Fig. No. 1.2 Probeta para esfuerzo - deformación

Fuente: <http://descom.jmc.utfsm.cl/>

Después de la región plástica se tiene una zona llamada endurecimiento por deformación en la que se requieren esfuerzos adicionales para producir deformaciones mayores, se ve en la figura 1.3 se muestra un diagrama típico de un acero estructural de bajo contenido de carbono.

La curva esfuerzo-deformación en la figura 1.3 es típica de los aceros estructurales

dúctiles y se supone que es la misma para miembros sometidos a tensión o a compresión.

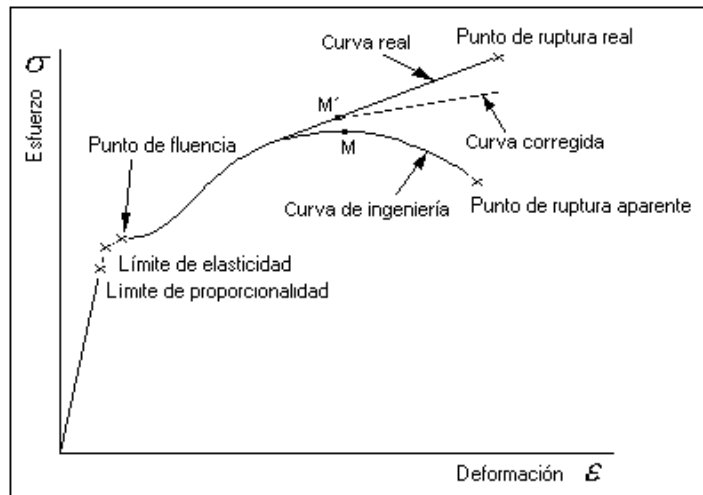


Fig. No. 1.3 Diagrama esfuerzo deformación característico de un acero.

Fuente: <http://blog.utp.edu.co/metalografia/>

Una propiedad muy importante de una estructura que no se ha esforzado más allá de su punto de fluencia, es que ésta recuperará su longitud original cuando se supriman las cargas. (Ver en la figura 1.4).

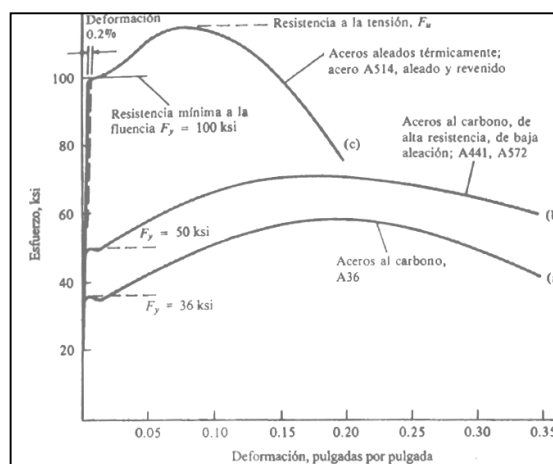


Fig. No. 1.4 Curvas esfuerzo-deformación de los aceros.

Fuente: MacCormac, Curvas esfuerzo-deformación, 2002.

1.5.3 Diferentes aceros estructurales.

Los aceros estructurales se agrupan generalmente según varias clasificaciones principales de la ASTM: los aceros de propósitos generales (A36), los aceros estructurales de carbono (A529), los aceros estructurales de alta resistencia y baja aleación (A572), los aceros estructurales de alta resistencia, baja aleación y resistentes a la corrosión atmosférica (A242 y A588) y la placa de acero templada y revenida (A514 y A852) encontrada en la tabla (AISC, 2005, págs. 360-05)

1.6 CONSIDERACIÓN DE TIPOS DE PERFILES EN ANÁLISIS.

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.

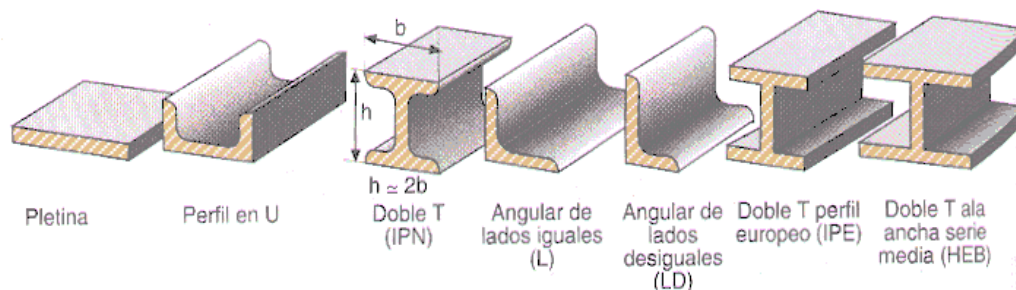


Fig. No. 1.5 Perfiles de acero

Fuente: <http://allstudies.com/perfiles-de-acero-estructural.html>

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. (McCormac, 2002, pág. 7)

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.

1.7 TIPOS DE CONEXIONES VIGA-COLUMNA.

El comportamiento y tipo de las conexiones son usualmente definidas por la relación momento-rotación, la cual se representa en la figura 1.6. El código AISC clasifica las conexiones dependiendo de su relación momento-rotación. Encontrando su terminología en la tabla de la (AISC, 2005, págs. 360-05)

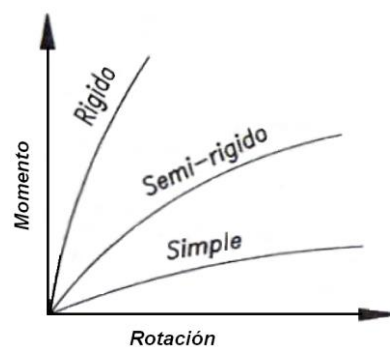


Fig. No. 1.6 Clasificación de las conexiones

Fuente: AISC-360-05

Es necesario considerar el área neta de las secciones, “las especificaciones LRFD estipula que la resistencia de diseño ($\phi_t P_n$) de un miembro a tensión, será más pequeña de los valores obtenidos con las dos siguientes expresiones” (AISC, 2005, pp. 16-82):

Para el estado límite de fluencia en la sección bruta por cortante.

$$R_n = F_{nv} A_b$$

$$R_n = \phi F_{nv} A_b \quad \text{Con } \phi_t = 0.75 \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Para el estado límite de fluencia en la sección bruta por tensión.

$$R_n = F_{nt} A_b$$

$$R_n = \phi F_{nt} A_b \quad \text{Con } \phi_t = 0.75 \quad \text{(Ecuación 8)}$$

Dónde:

$F_{nv,nt}$ = Esfuerzo de tensión a cortante, a tracción

A_e = Área neta efectiva.

P_n = Resistencia axial nominal.

P_u = Resistencia axial en compresión requerida.

A_g = Área bruta del miembro.

1.7.1 Conexiones simples.

Las conexiones simples o de corte en vigas deben ser diseñadas como flexibles y se permite dimensionarlas solamente para reacciones de corte, excepto que se indique lo contrario en los documentos de diseño. Las conexiones flexibles de vigas deben ser capaces de acomodar las rotaciones de los extremos de las vigas calculadas como simplemente apoyadas (no restringidas) como lo muestra la figura 1.7. Para lograr lo anterior se permiten deformaciones inelásticas, pero auto limitadas, de la conexión.

Si bien es cierto, las conexiones simples o de corte poseen algo de restricción rotacional, ésta magnitud es comúnmente ignorada y la conexión es idealizada como totalmente flexible. Ver la figura 1.8.



Fig. No. 1.7 Conexión simple o de corte

Fuente: AISC-360-05

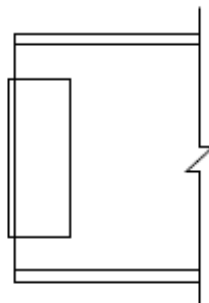


Fig. No. 1.8 Comportamiento de la conexión simple o de corte

Fuente: AISC-360-05

1.7.2 Conexiones rígidas (fr).

Las conexiones de momento completamente restringidas, son conexiones que en los extremos empotrados de vigas y enrejados deben ser diseñadas para el efecto combinado de fuerzas de momento y de corte inducidos por la rigidez de las conexiones.

Este tipo de conexiones posee suficiente resistencia y rigidez para mantener el ángulo constante entre los miembros conectados durante la aplicación de las cargas como lo muestra la figura 1.9.

Mientras las conexiones consideradas como totalmente rígidas raramente proporcionan una rotación cero entre los miembros, esta flexibilidad presente es comúnmente ignorada y la conexión es idealizada para prevenir la rotación relativa.

Las conexiones de la figura 1.10 ilustran lo indicado.



Fig. No. 1.9 Conexión de momento completamente restringida (FR)

Fuente: AISC-360-05

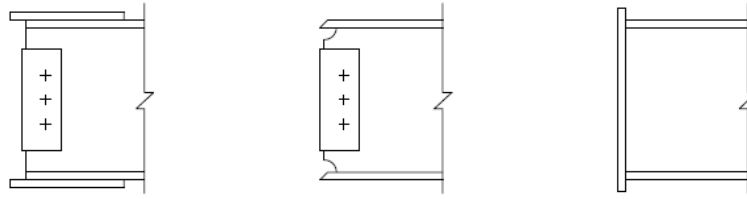


Fig. No. 1.10 Comportamiento de la conexión de momento FR

Fuente: AISC-360-05

1.7.3 Conexiones semi-rígidas (pr).

Las conexiones de momento parcialmente restringida, como se muestra en la figura 1.11, poseen un ángulo intermedio entre la flexibilidad de la conexión simple o de corte y la rigidez total de la conexión de momento FR. Las conexiones de momento PR son permitidas sobre la evidencia de que las conexiones a usar son capaces de proporcionar, como mínimo, un previsible porcentaje de empotramiento.

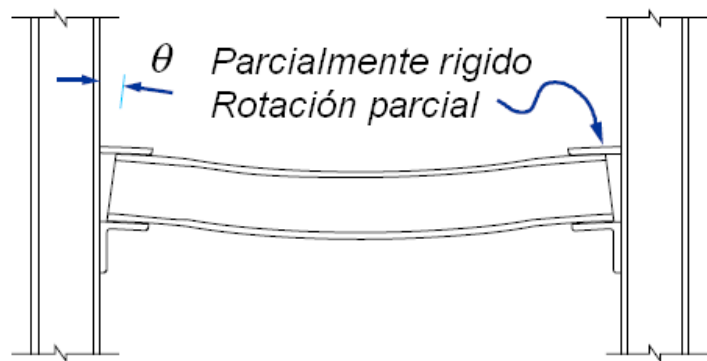


Fig. No. 1.11 Conexión de momento parcialmente restringida (PR)

Fuente: AISC-360-05

La línea de viga representa la relación entre el momento y la rotación para una viga dada. La máxima rotación corresponde a un momento nulo (una conexión simple o de corte) mientras una rotación nula corresponde a un empotramiento (una conexión de momento FR).

La curva momento-rotación dada por la conexión de momento (PR) puede superponerse sobre la línea de viga como lo ilustra la figura 1.12.

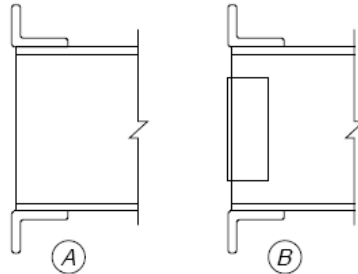


Fig. No. 1.12 Comportamiento de la conexión de momento PR

Fuente: AISC-360-05

1.8 TIPOS DE CONEXIONES APERNADAS.

Las conexiones deben ser capaces de transmitir los elementos mecánicos calculados en los miembros que ligan, satisfaciendo al mismo tiempo, las condiciones de restricción y continuidad supuestas en el análisis de la estructura. Las conexiones están formadas por:

1. Las partes afectadas de los miembros conectados (por ejemplo, almas de vigas),
2. Por elementos de unión (atiesadores, placas, ángulos, ménsulas),
3. Por conectores (soldaduras, tornillos y remaches).

Los elementos componentes se dimensionan de manera que su resistencia de diseño sea igual o mayor que la sollicitud de diseño correspondiente, determinada:

- a) Por medio de un análisis de la estructura bajo cargas de diseño;

b) Como un porcentaje especificado de la resistencia de diseño de los miembros conectados.

Cuando una conexión se considere flexible se diseñará, en general, para transmitir únicamente fuerza cortante. En ese caso se utilizarán elementos de unión que puedan aceptar las rotaciones que se presentarán en el extremo del miembro conectado, para lo que se permiten deformaciones inelásticas autocontroladas en los elementos de unión, y se dejarán holguras en los bordes, con la misma finalidad.

1.8.1 Conexiones tipo aplastamiento.

Son las conexiones en que la carga es resistida por la cortante en los pernos y por aplastamiento sobre los mismos (Ver figura 1.13). La resistencia de diseño está influenciada por la presencia de la rosca; es decir, a un perno con roscas excluidas del plano de corte se le asigna una mayor resistencia de diseño, que un perno con roscas incluidas en el plano de corte.

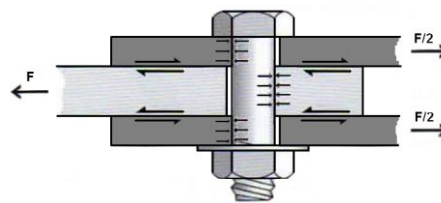


Fig. No. 1.13 Conexión tipo aplastamiento

Fuente. McCormac

1.8.2 Conexiones de deslizamiento crítico.

Son las conexiones en que el deslizamiento sería inconveniente para la capacidad de servicio de la estructura a las que pertenecen dichas uniones. Estas incluyen

conexiones sometidas a cargas de fatiga o a inversión importante de carga, vibraciones y sismo como se muestra en la figura 1.14.

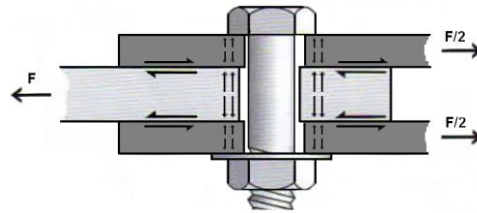


Fig. No. 1.14 Conexión tipo deslizamiento crítico

Fuente. McCormac

1.9 PERNOS DE ALTA RESISTENCIA.

1.9.1 Generalidades.

El código AISC establece que el uso de pernos de alta resistencia debe satisfacer las disposiciones de la ASTM 325 y A490 como se muestra en la figura 1.15.

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.



Fig. No. 1.15 Nomenclatura de la cabeza de los pernos según el tipo.

Fuente: http://biblioteca.espe.edu.ec/upload/5_Articulo__de_Mecanica.pdf

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

- Conexiones de tipo aplastamiento, o

- 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.

La condición de apriete ajustado se define como la más firme alcanzada tanto por pequeños accionamientos de una llave de impacto como por el máximo esfuerzo de un trabajador con una llave de palanca corriente que permite que las piezas conectadas queden en contacto firme. Se debe identificar claramente aquellos pernos que serán sujetos a apriete ajustado en los planos de proyecto y de montaje.

1.9.2 Espaciamiento mínimo entre centros.

La distancia entre centros que determina la norma AISC de perforaciones estándar, sobre medidas o ranuradas, no debe ser menor que $2 \frac{2}{3}$ veces el diámetro nominal, d , del conector; se prefiere una distancia de $2.67d$. (Ver figura 1.16)

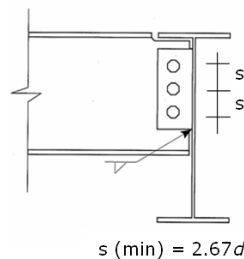


Fig. No. 1.16 Espaciamiento mínimo

Fuente: Los Autores

1.9.3 Uniones atornilladas.

El montaje de estructuras de acero por medio de tornillos es un proceso que además de ser muy rápido requiere mano de obra menos especializada que cuando se trabaja con remaches o con soldadura.

1.9.3.1 Tamaño de agujeros para los tornillos.

Los agujeros para un tamaño estándar de tornillo, son de 1/16 pulg mayor al diámetro correspondiente del tornillo, existe otro tipo de agujeros que son:

Los agujeros holgados, útiles para acelerar el proceso de montaje, se aplica para cualquier tipo de placas considerando que la carga no exceda la resistencia permisible al deslizamiento. No debe utilizarse en juntas tipo aplastamiento.

Agujeros de ranura corta, que pueden usarse independientemente de la dirección de la carga, si la resistencia permisible de deslizamiento es mayor que la fuerza aplicada, y la carga se aplique en una dirección aproximadamente normal a la ranura. Pueden utilizarse en juntas tipo aplastamiento.

Agujeros de ranura larga, que pueden usarse en cualquier superficie de contacto, en conexiones tipo fricción o tipo aplastamiento. En juntas tipo fricción estos agujeros pueden utilizarse en cualquier dirección, pero en juntas tipo aplastamiento la carga debe ser aproximadamente normal a los ejes de los agujeros. Esto se puede ver en la Tabla J3.1, (AISC, 2005, págs. 5-71)

1.9.3.2 Separación y distancia entre tornillos

Para comprender mejor la terminología es necesario saber que:

El paso (p) es la distancia de centro a centro entre tornillos en una dirección paralela al eje del miembro.

El gramil (g) es la distancia de centro a centro entre hileras de tornillos perpendicular

La *distancia al borde* es la distancia del centro del tornillo al borde adyacente de un miembro.

La *distancia entre tornillos* es la distancia más corta entre tornillos sobre la misma o diferente hilera de gramiles, ver figura 1.17.

Los tornillos deben colocarse a una distancia suficiente entre sí para permitir su instalación eficiente y prevenir fallas por tensión en los miembros entre los tornillos. Las especificaciones ASD J3.8 estipulan una distancia mínima centro a centro para agujeros holgados o de ranura, igual o no menos que $2 \frac{2}{8}$ diámetros (de preferencia tres diámetros).

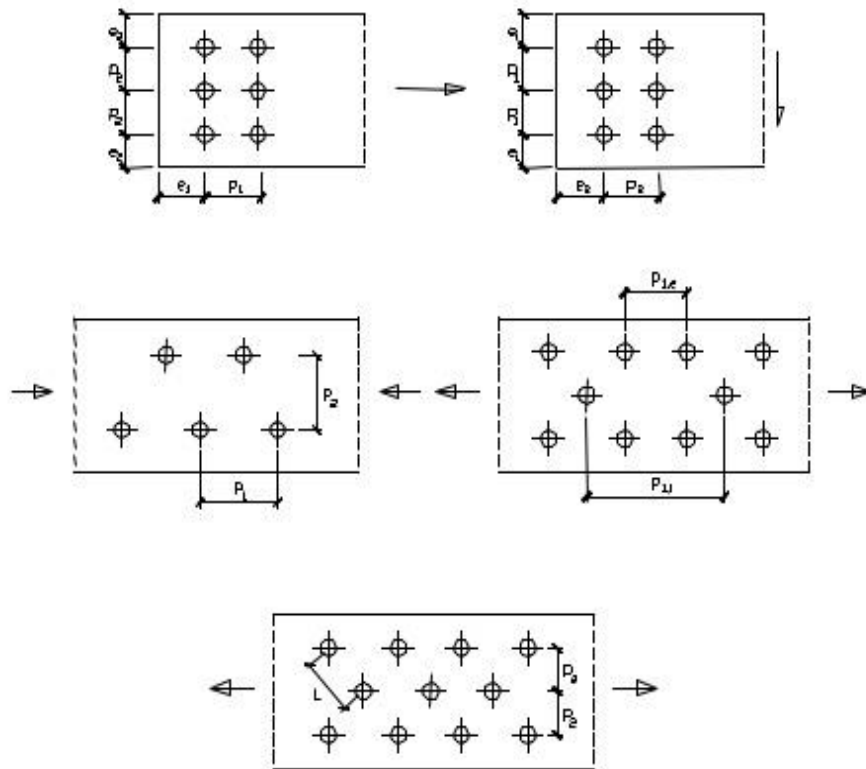


Fig. No. 1.17 Distancia entre tornillos

Fuente: AISC

La distancia mínima de centro a centro se estipula con la ecuación 9:

$$\text{Dis. min. centro a centro} = \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

P=Fuerza transmitida por un conector a la parte crítica

F_u=resistencia mínima a tensión especificada de la parte crítica

t= es su espesor

d=diámetro del agujero.

Si los agujeros son agrandados o ranurados la distancia mínima centro a centro se determina con la expresión anterior más el incremento aplicable C1 dado en la Tabla J3.4, de (AISC, 2005, págs. 5-76). La distancia libre entre los agujeros agrandados nunca debe ser menor que el diámetro del tornillo asociado con ellos.

1.9.3.3 Distancia mínima al borde

Los tornillos no deben colocarse cerca de los bordes de un miembro por dos razones principales:

El punzonado de los agujeros cerca de los bordes puede ocasionar que el agujero se abombe o se agriete.

También existe el peligro de que el sujetador desgare al metal.

Para evitar estos posibles problemas se recomienda por práctica común colocar el

sujetador a una distancia mínima del borde de la placa a 1.5 o 2 veces el diámetro del sujetador. (McCormac, 2002, pág. 300)

Ayudando de esta manera a que el metal en esa zona tenga una resistencia al corte igual a la de los sujetadores.

La especificación ASD J3.9 indica que la distancia entre el centro de agujero y el borde no deben ser menores a los valores de la tabla que se encuentra en el manual de la (AISC, 2005, págs. 5-76), ni al valor obtenido por la ecuación 10:

$$\text{Dis. min.al borde} = \frac{2P}{F_{ut}} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

P=Fuerza transmitida por un conector a la parte crítica

Fu=resistencia mínima a tensión especificada de la parte crítica

1.9.3.4 Distancia máxima al borde

Según las especificaciones ASD J3.10, establece que la distancia máxima al borde debe ser 12 veces el espesor de la placa, pero sin exceder de 6 pulg. Si los tornillos se colocan muy lejos de los bordes, pueden aparecer aberturas entre los miembros conectados. Para miembros armados sin pintar hechos de acero resistente a la intemperie, la distancia máxima al borde es de 8 veces el espesor pero sin exceder de 5 pulg (McCormac, 2002, pág. 301)

1.9.3.5 Conexiones tipo aplastamiento.

1.9.3.5.1 Resistencia al corte.

En este tipo de conexiones las cargas por transmitirse son mayores que la resistencia a la fricción generada al apretar los tornillos, en consecuencia se presenta un pequeño deslizamiento entre los miembros conectados, quedando los tornillos sometidos a corte y aplastamiento. En un tornillo sometido a cortante la resistencia permisible de diseño es igual al esfuerzo cortante permisible del tornillo (klb/plg^2) multiplicado por el área de la sección transversal.

1.9.3.5.2 Resistencia al aplastamiento.

La resistencia por aplastamiento permisible es igual al esfuerzo permisible por aplastamiento de la parte conectada (en klb/plg^2) multiplicado por el diámetro del tornillo y por el espesor del miembro que se apoya en el tornillo. Cuando la distancia está comprendida en la dirección de la fuerza y va desde el centro del agujero agrandado o regular hasta el borde de la parte conectada, no es menor que $1 \frac{1}{2}$ veces el diámetro del tornillo y la distancia de centro a centro de los tornillos no es menor que 3 veces el diámetro del tornillo, se usan 2 o más tornillos en dirección de la línea de la fuerza, para esto se considera una resistencia por aplastamiento de:

$$F_p = 1.2F_u \quad \text{para agujeros estándar o de ranura corta} \quad (\text{Ecuación 11})$$

$$F_p = 1.0F_u \quad \text{agujeros de ranura larga perpendicular a la carga.} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Si las deformaciones alrededor de los agujeros no son referencias para el diseño, las dos expresiones pueden remplazarse por la ecuación 13:

$$F_p = 1.5F_u \quad (\text{Ecuación 13})$$

Cuando existe una distancia al extremo menor a $1 \frac{1}{2}$ del diámetro para uno a mas tornillos en la línea F_p se determina con la ecuación 14.

$$F_p = \frac{L_e F_u}{2d} \leq 1.2F_u \quad (\text{Ecuación 14})$$

1.9.3.6 Tornillos cargados excéntricamente.

Los tornillos cargados excéntricamente se encuentran sujetos a corte y a momentos de flexión, ver figura No. 1.18. Es muy conveniente en las armaduras tener alineado el centro de gravedad del miembro, con el centro de gravedad de los tornillos en sus conexiones de extremo, pero esto no es tan fácil de realizar y a menudo las conexiones se encuentran sujetas a momentos.

Las especificaciones LRFD proporcionan valores para calcular la resistencia del diseño de tornillos individuales, pero no especifican un método para calcular la fuerza en los sujetadores cuando se encuentran cargados excéntricamente. Por consiguiente el método de análisis está a decisión del proyectista.

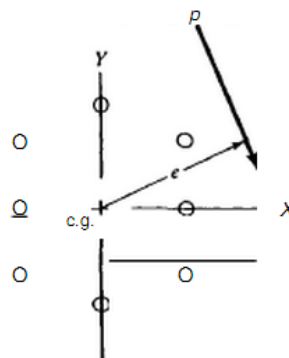


Fig. No. 1.18 Tornillo cargado excéntricamente

Fuente: McCormac

1.10 CONEXIONES SOLDADAS.

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.

1.10.1 Soldaduras 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 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.

La soldadura de filete debe tener una superficie plana o ligeramente convexa, ver la figura No. 1.19, puesto que un filete cóncavo se contrae y en la superficie tiene lugar una tensión, lo que produce agrietamiento en el cordón de soldadura, pero si ésta es convexa la contracción del material no provocara tensión en la superficie y se produce compresión.

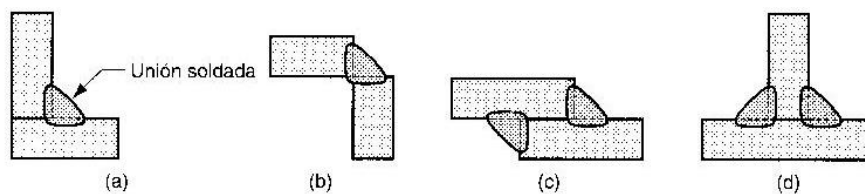


Fig. No. 1.19 Soldadura de filete

Fuente: McCormac

También se debe considerar que el ángulo más conveniente para este tipo de soldadura esta en los 45° y las dimensiones de sus lados deben ser iguales.

1.10.2 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° 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.

1.10.3 Cortante y torsión

A menudo en las soldaduras de filete están sometidas a cargas aplicadas excéntricamente, por lo que las soldaduras quedan expuestas a cortantes y torsión, o bien a cortante y flexión.

Las especificaciones ASD proporcionan las resistencias de diseño permisibles de las soldaduras, pero no especifican el método de análisis para éstas cuando están cargadas excéntricamente. El proyectista selecciona el método, y entre ellos tenemos:

a) MÉTODO ELÁSTICO

En este método la fricción a resistencia al deslizamiento entre las partes conectadas se ignora ya que éstas se suponen totalmente rígidas. (McCormac, 2002, pág. 387)

Se considera que toda la deformación ocurre en la soldadura; el esfuerzo ocasionado por la torsión se puede calcular con la ecuación 15.

$$f = \frac{Td}{J} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

T=par de torsión.

d=distancia del c.g de la soldadura al punto que se considera.

J=momento polar de inercia de la soldadura.

Se puede descomponer la fuerza en sus componentes horizontales y verticales (h y v) que corresponden a las componentes de la distancia.

$$f_v = \frac{Tv}{J} \quad f_h = \frac{Th}{J} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Si la soldadura considerada estuviera sobre esforzada, se necesitaría una soldadura más grande; si estuviera subes forzada es conveniente una soldadura menor. Dentro de todas las posibilidades para mostrar que una soldadura esta sobre esforzada o subes forzada no se tiene que estar repitiendo el proceso matemático para encontrar la dimensión de la soldadura. (McCormac, 2002, pág. 388)

1.11 SISTEMAS DE ELEVACIÓN.

1.11.1 Elevadores de carga.

Los elevadores de carga son aparatos electromecánicos que se desplazan a través de guías, consisten de un grupo tractor, la cabina, el control eléctrico o electrónico de subida, bajada y paro. Se emplean para el transporte vertical de carga entre las diferentes plantas o pisos de un edificio con el propósito específico del presente proyecto de estacionar vehículos.

1.11.2 Sistemas elevadores.

Existen en la actualidad varios sistemas de elevación de carga accionados por motores eléctricos y los principales son: sistemas con contrapeso o por adherencia, polipasto con enrollamiento de cable y sistema hidráulico.

1.11.2.1 Sistema por contrapeso.

El sistema por contrapeso transmite la potencia mecánica del grupo tractor a los cables de acero por medio de la fricción de la polea motriz, la cual centra el circuito que conecta por un lado la cabina con su respectiva carga y por el otro lado el contrapeso cuya masa está definida por el peso propio de la cabina más el 50% de la carga útil a transportar. (Ver figura 1.20)

Este es el más sencillo de los sistemas de elevación, siendo posible efectuar su instalación sin ninguna restricción de altura.

Su instalación requiere reservar un 30% del área del ducto para el contrapeso.

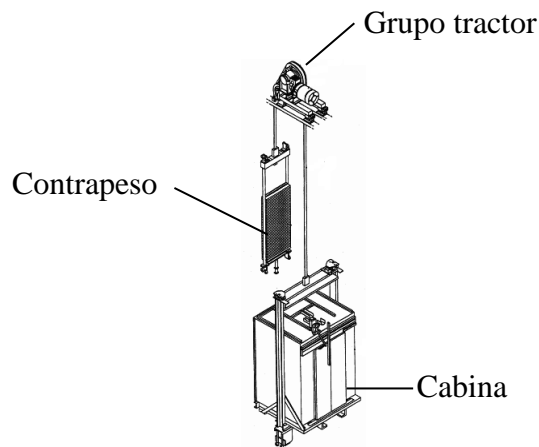


Fig. No. 1.20 Esquema del sistema por contrapeso

Fuente: <http://patentados.com/invento/sistemas-de-ascensor.html>

1.11.2.2 Sistema por enrollamiento de cable.

Consiste en un grupo tractor acoplado a un tambor, alrededor del cual se enrolla un cable de acero que mediante un mecanismo de polipasto desplaza la cabina verticalmente enrollando o desenrollando el cable. (Ver figura 1.21)

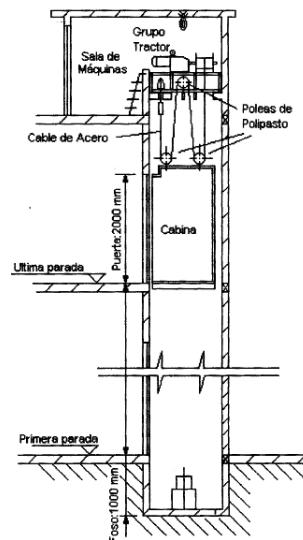


Fig. No. 1.21 Esquema de partes del sistema por enrollamiento de cable

Fuente: Francisco Navarro, Disposición de polipasto en sistema por enrollamiento de cable, 2001

Este sistema es válido para instalaciones de una altura no mayor a 30 metros, a partir de esta altura los valores del tambor y el cable son desproporcionados.

Cuando el carro descansa sobre sus amortiguadores totalmente comprimidos, se requiere que queden como mínimo dos vueltas de cable de acero enrollado sobre el tambor.

1.11.2.3 Sistema hidráulico.

En los ascensores hidráulicos el accionamiento se logra mediante un motor eléctrico acoplado a una bomba, que impulsa aceite a presión por unas válvulas de maniobra y seguridad desde un depósito hacia un cilindro hidráulico cuyo pistón sostiene y empuja la cabina para ascender. En el descenso se deja vaciar el pistón del aceite mediante una válvula con gran pérdida de carga para que se haga suavemente. De este modo el ascensor oleodinámico solamente consume energía en el ascenso. Por el contrario, la energía consumida en el ascenso es cuatro veces superior a la que consume el ascensor electro-mecánico por lo que el resultado es que, por término medio, consumen más o menos el doble que éstos.

El grupo impulsor realiza las funciones del grupo tractor de los ascensores eléctricos y el cilindro con su pistón la conversión de la energía del motor en movimiento. El fluido utilizado como transmisor del movimiento funciona en circuito abierto, por lo que la instalación necesita un depósito de aceite.

La maquinaria y depósito de este tipo de ascensor pueden alojarse en cualquier lugar, situado a una distancia de hasta 12 m del hueco del mismo, con lo cual permite más posibilidades para instalar este ascensor en emplazamientos con limitación de

espacio. Son los más seguros, más lentos y los que más energía consumen, aunque son los más indicados para instalar en edificios sin ascensor. (Sigweb, 2013)

Cuando se requiere elevar la cabina a alturas mayores a ocho metros es necesario utilizar pistones telescópicos, los cuales son más costosos pero se los puede unir a poleas o cadenas para facilitar el movimiento. (Ver figura 1.22)

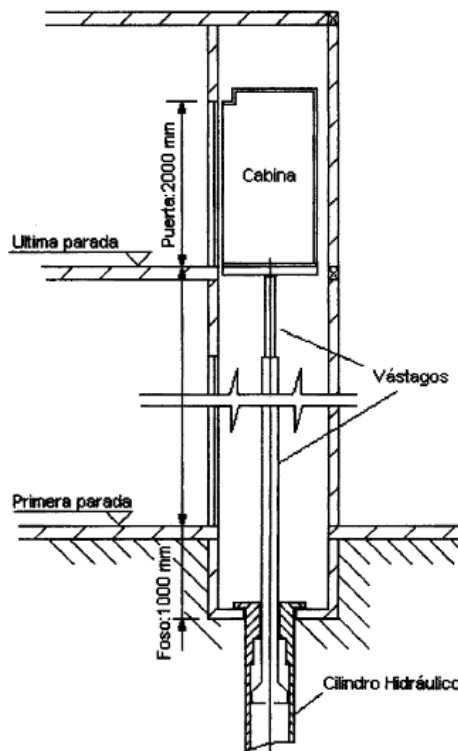


Fig. No. 1.22 Esquema de partes del sistema hidráulico

Fuente: Francisco Navarro, Disposición de cilindro y vástago en sistema hidráulico con acción directa, 2001

1.11.3 Grupo tractor.

“El grupo tractor para los ascensores está formado normalmente por un motor al cual se le acopla una caja reductora de velocidad, en cuyo eje de salida va montada la polea acanalada que arrastra los cables por adherencia.” (Navarro, 2011, pág. 11)

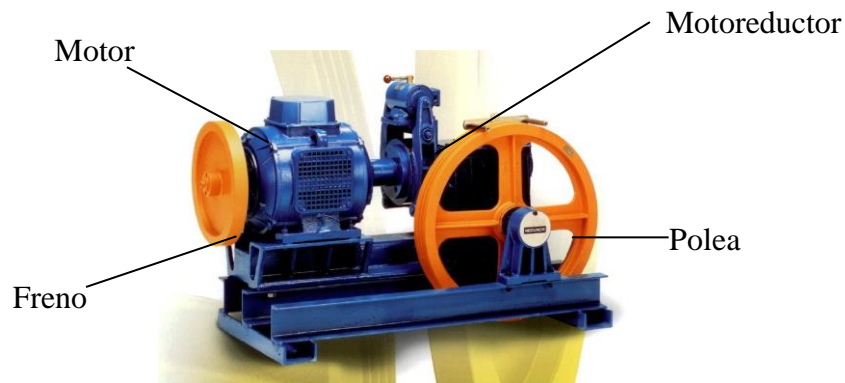


Fig. No. 1.23 Grupo tractor de un elevador por contrapeso.

Fuente: www.ascensoristas.net

1.11.4 Sala de máquinas.

Son locales adecuados para ubicar los grupos tractores, los tableros de control y las poleas de desvío. A ellos únicamente debe poder acceder el personal autorizado de mantenimiento y técnicos de los elevadores.

Está prohibido que las salas de máquinas y cuartos de poleas se utilicen como depósitos o paso hacia otros ambientes, como así también la ubicación de elementos de instalaciones ajenas a los ascensores. (Ardimac, 2011)

1.11.5 Tambor de enrollamiento.

El tambor, como el de la figura 1.24, enrolla el cable cuando gira acoplado al eje de la caja reductora. El número de espiras que se forman pueden sobrepasar la primera capa formando la segunda y así sucesivamente. A medida que crece el número de capas, el diámetro efectivo de enrollamiento crece también aumentando la velocidad a la que se enrolla el cable y disminuyendo proporcionalmente la fuerza tractora.

Para definir las dimensiones del tambor, se determina el número de capas que va a

enrollarse y la variación de la fuerza y velocidad, para esto se dimensiona el cable que se va a utilizar y la longitud del cable a enrollar.

Para saber el número de capas que se forman alrededor del tambor de enrollamiento, se utiliza la ecuación 17. (Navarro, 2011, pág. 37):

$$m = \frac{\left(1 - \frac{D_0}{d}\right) + \sqrt{\left(\frac{D_0}{d} - 1\right)^2 + 4 \frac{\Lambda + (\pi * D_0 * 3)}{\pi L}}}{2} \quad \text{(Ecuación 17)}$$

Donde:

D_0 = Diámetro exterior del tubo del tambor de enrollamiento.

d = Diámetro menor del alambre que compone el cable.

Λ = Longitud del desplazamiento vertical.

L = Longitud del tambor.

El pre enrollamiento sirve para proteger el motor del ascensor en el caso de que la cabina cayera bruscamente, algunos autores sugieren que el pre enrollamiento mínimo debe ser de tres espiras en el momento en el que la cabina se encuentre en el nivel más bajo.

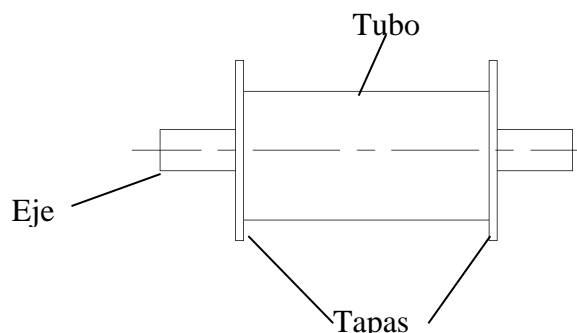


Fig. No. 1.24 Tambor de enrollamiento de cable

FUENTE: Los Autores

1.11.6 Polea de tracción.

La polea de un elevador es diferente de la polea de una grúa o de otro aparato de elevación en la que ésta gira libremente, para un ascensor, la polea debe ser diseñada de tal forma que sea capaz de soportar los esfuerzos que transmite el cable.

Las poleas que arrastran los cables por adherencia tienen tres características que son: el diámetro, el perfil de sus gargantas y el material del que están construidas [...]. La duración del cable es mayor cuando aumenta la relación entre el diámetro de la polea y el del cable. La norma EN-81 fija la relación en un mínimo de 40. (Miravete, 2007, pág. 108). El diámetro de la polea se calcula con la ecuación 18. (Larburu, 2004, pág. 303)

$$D \approx s\sqrt{T} \quad \text{(Ecuación 18)}$$

Donde:

D = Diámetro de la polea.

T = La carga a tracción a la que se somete el cable.

s = Factor de seguridad (separada en grupos en la sección “cables de tracción”).

Grupo I: $s = 6 - 7$

Grupo II: $s = 7 - 8$

Grupo III: $s = 8 - 10$

1.11.7 Cables de tracción.

Los cables de tracción en los elevadores están formados de alambres de acero, enrollados en grupos que forman los cordones, los cuales a su vez se enrollan de un alma generalmente de fibra vegetal o sintética impregnada de grasas especiales. Ver figura 1.25.

Según la norma EN 81 se debe diseñar los cables con un factor de seguridad mínimo de 8. Según el Prontuario de Máquinas, el factor de seguridad con los que se diseñará los cables de elevación y arrastre se dividen en tres grupos considerando las cargas y servicios que prestan.

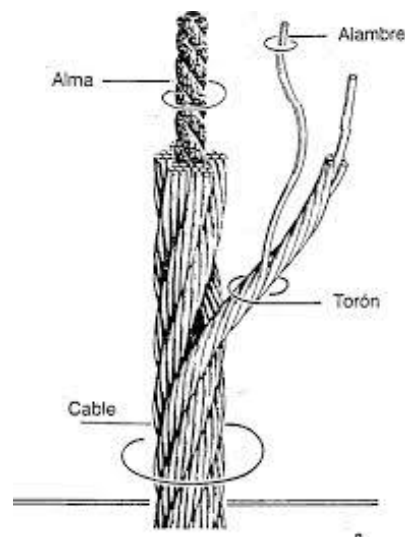


Fig. No. 1.25 Cable de acero

Fuente: Antonio Miravete, 2007

El diámetro del cable se calcula con la ecuación 19. (Larburu Arrizabalga, 2004, p. 303)

$$d=k\sqrt{T}$$

(Ecuación 19)

Donde:

d = Diámetro del cable.

T = Carga total a la que es sometido el cable.

k = Coeficiente indicado a continuación.

$k = 0.32 - 0.34$ para el grupo I

$k = 0.34 - 0.36$ para el grupo II

$k = 0.36 - 0.39$ para el grupo III

Los cables de acero se deben sujetar por medio de casquillos de amarre o grilletes. En el caso de utilizar grilletes, el número de éstos no será menos de tres en cada uno de los extremos.

1.11.8 Poleas de polipasto.

En el sistema de enrollamiento, las poleas cumplen con la función de derivar al cable y generar las líneas del polipasto con que se cumple la elevación. El número de líneas formadas proporciona el factor por el cual se multiplica la fuerza elevadora y se divide la velocidad de elevación.

A fin de minimizar el deterioro del cable por los efectos de la fatiga por flexión, se debe observar la relación de diámetro de polea a calibre se enrolla también alrededor del tambor, este debe ser dimensionado en el mismo orden que las poleas.

1.11.9 Cabina.

La cabina es el elemento portante de la carga en el sistema del ascensor, está formada por un bastidor y su cubículo.

El bastidor es la estructura metálica resistente unida por medio de los cables o poleas hacia el grupo tractor. Debe ser robusto y diseñado para resistir ampliamente las cargas a ser elevadas.

No se permite el empleo de hierro fundido en los elementos sometidos a esfuerzos de tracción. Las uniones se efectuarán por remachado, pernos múltiples con arandelas de seguridad o pasadores. También pueden utilizarse las soldaduras, que deben comprobarse si no ofrecen plenas garantías. (Miravete, 2007, pág. 145)

Por otra parte el cubículo se integra al bastidor y consiste en un piso antideslizante, paredes y techo con paneles de plancha metálica para darle rigidez.

La cabina debe ser diseñada para soportar la carga nominal más las fuerzas inerciales producidas por el movimiento de arranque y parada de la misma a plena carga sin deformarse.

El área útil de la cabina debe ajustarse al tipo de instalación efectuada. Para el caso de un sistema por enrollamiento de cable, el área útil disponible sin contar con el espacio para la fijación de las rieles es del 100%.

La relación entre el área útil de la cabina y el peso de la carga debe ser ampliamente a favor de la carga.

1.11.10 Rieles guía.

Tienen la función de mantener la dirección vertical de la cabina y del contrapeso, de ser el caso, durante la trayectoria de funcionamiento.

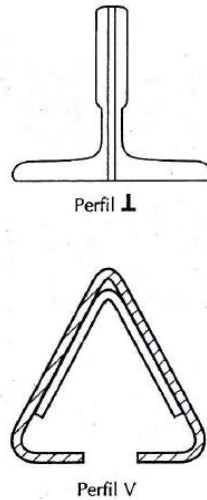


Fig. No. 1.26 Perfiles para rieles guía de los elevadores

Fuente: Antonio Miravete, 2007

Son perfiles rectilíneos, como se muestra en la figura 1.26, empalmados entre sí por placas que preservan la rectitud.

El montaje de estos es sobre durmientes, a las cuales se fijan bridas de sujeción que permiten la compensación automática o por medio de sencillos ajustes de las deformaciones que por movimientos sísmicos o asentamientos sufra la estructura.

Los durmientes son anclados sólidamente a la estructura directamente como máximo a una distancia de 1.5 metros con la finalidad de contar con las reacciones necesarias en el posible caso de una excentricidad de la carga.

1.11.11 Control eléctrico.

El control de un elevador se concentra en controlar el motor eléctrico. Los motores comunes para este uso son motores de inducción de corriente alterna monofásicos o trifásicos, éstos deben ser simplemente reversibles.

Los motores más idóneos para este servicio son los trifásicos debido a sus características de simplicidad de construcción y funcionamiento. El sistema trifásico permite efectuar la reversibilidad instantánea de giro del rotor intercambiando sus tres fases de alimentación eléctrica.

Dentro del universo de motores eléctricos, el motor jaula de ardilla es el más común y de uso más generalizado por diversas razones:

- Bajo costo
- Bajo mantenimiento
- Fácil de adquirir
- Alto grado de protección
- Pocos componentes
- Robusto

Se acostumbra a que los motores con potencias de 10 HP o superiores sean aptos

para el arranque Estrella-Triángulo, con el objetivo de que la red no se desestabilice por las altas corrientes consumidas durante el arranque directo.

Un inconveniente de los motores con rotor de jaula de ardilla es que en el arranque absorbe una corriente muy intensa (de 4 a 7 veces la nominal o asignada), y lo hace además con un bajo factor de potencia, y a pesar de ello, el par de arranque suele ser bajo.

1.11.12 Dispositivos de protección y seguridad.

- Limitador de velocidad
- Finales de carrera
- Dispositivo de parada de emergencia
- Interruptores de sobrecarga.
- Seleccionador de fases sobre el interruptor superior.
- Sensores que permitan la información de peso y dimensiones optimas del vehículo.
- Protección térmica a sobrecargas del motor.
- Luz de emergencia

1.12 MOTORES.

Las características de los motores y grupos tractores varían según el uso del elevador y la velocidad a la que van a trabajar, es por esto que se puede escoger los motores de las siguientes características:

- Motores de corriente alterna
 - Motores de una velocidad
 - Motores de dos velocidades
 - Motores con convertidor de frecuencia
- Motores de corriente continúa con convertidor alterna-continua.

1.13 POTENCIA NECESARIA PARA UN MOTOR.

La potencia que se necesita para el funcionamiento de un ascensor depende de varios factores como:

- Carga no equilibrada por el contrapeso
- Velocidad de operación
- La resistencia que presenta el mecanismo con el rozamiento entre sus partes.

Además se toma en cuenta la potencia necesaria para el arranque y aceleración de la cabina hasta llegar a la velocidad de operación. (Miravete, 2007, pág. 182)

La potencia eléctrica responde a la ecuación 20. (Wikipedia, 2013):

$$P=\sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos}\varphi \quad (\text{Ecuación 20})$$

Donde:

P = potencia en KW.

V= voltaje o tensión en voltios.

I= es la corriente en amperios.

Cos φ = factor de potencia.

La potencia mecánica es el trabajo realizado en una unidad de tiempo. Esto quiere decir que si se desea elevar una carga de valor (W) a una determinada altura (H) en un determinado tiempo (t) se tendrá la ecuación 21:

$$P=\frac{W \times H}{t} \quad (\text{Ecuación 21})$$

La velocidad divide matemáticamente la distancia que se recorre un cuerpo en un determinado tiempo. (Slidershare, 2013)

$$V=\frac{H}{t} \quad (\text{Ecuación 22})$$

Por lo tanto

$$P=W \times V \quad (\text{Ecuación 23})$$

Donde (V) en la velocidad de trabajo del elevador en m/s. (ABB, pág. 14)

La potencia elevadora es el valor total de la carga a elevar multiplicada por la velocidad promedio a la que se efectuara la elevación. Las unidades de la potencia en el sistema internacional es el kilovatio (KW) correspondiente a 1000 newton (N) y a 1.34 caballos de fuerza (hp).

La potencia mecánica también se la expresa como la ecuación 24. (ABB, pág. 13)

$$P = \frac{T \times n}{9550} \quad (\text{Ecuación 24})$$

Donde:

P= potencia en KW

CAPITULO II

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2.1 MÉTODO DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA Y EL MECANISMO.

El método escogido para el diseño del presente proyecto es el de estado límite LRFD.

Este es un método moderno que permite hacer estructuras ligeramente más livianas que el método ASD.

Para poder utilizar el método LRFD, es necesario conocer bien las cargas que va a soportar la estructura a diseñar, para esto se utilizan varias tablas entre las cuales se presta mayor importancia a la Norma Ecuatoriana de Construcción cuya última actualización, fue en el año 2011 (NEC11), y con los valores presentados en la mencionada norma, realizar los cálculos respectivos.

En la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC11), se especifican las combinaciones de carga del método LRFD para el cálculo de cualquier estructura a nivel nacional.

2.2 SELECCIÓN DE PERFILES ESTRUCTURALES.

En el mercado existe una gran variedad de perfiles estructurales que se pueden aplicar en el presente proyecto. Se los compara según parámetros mostrados en las tablas, tomando en consideración las siguientes observaciones:

- Para todas las tablas se considera un rango de puntaje del 1 al 5, siendo 1 el parámetro menos satisfactorio y el valor máximo de 5, que es el parámetro más satisfactorio. En una primera tabla se exponen las características a comparar con los respectivos valores y posteriormente se suman los valores obtenidos.
- Los perfiles compuestos son considerados dos perfiles G soldados en contracara.
- La comparación de los perfiles se la hace mirando las propiedades de las secciones cuyo lado más grande esté entre 140 y 160 mm del catálogo de Dipac. El rango de medidas de los perfiles, es determinado en base a un pre diseño realizado en el que indica que las secciones principales de la estructura se encuentran dentro de las medidas propuestas de 140 y 160 mm. Ver tabla 2.1

PESO (Kg/m)	INERCIA DEL PERFIL	UBICACIÓN DEL CENTRO DE INERCIA	COSTO	EXPOSICIÓN A LA CORROSIÓN	FACILIDAD DE FABRICACIÓN	PUNTAJE
1-10	Muy alta	En el centro del perfil	Muy bajo	Muy bajo	Prefabricado	5
12-20	Alta	Ligeramente desviado del centro perfil	Bajo	Bajo	Unir 2 perfiles prefabricados	4
21-30	Media	Desviado del centro del perfil	Medio	Medio	Unir más de 2 perfiles prefabricados	3
31-50	Baja	Fuera del perfil	Alto	Alto	Necesidad de mecanizados	2
51-100	Muy baja	Totalmente fuera del perfil	Muy alto	Muy alto	Construcción completa del perfil	1

TABLA 2.1 Parámetros de comparación para perfiles estructurales.

Fuente: Los Autores

Característica/Perfil	G	UPN	IPN	IPE	HEB	COMPUESTO
Peso	4	4	4	4	2	3
Inercia	3	4	4	4	5	4
Ubicación del centroide	3	3	5	5	5	5
Costo	4	4	2	3	2	3
Exposición a la corrosión	3	5	5	5	5	3
Facilidad de fabricación	5	5	5	5	5	4
TOTAL	22	25	25	26	24	22

TABLA 2.2 Comparación de perfiles estructurales.

Fuente: Los Autores

La tabla 2.2 demuestra que los perfiles más eficientes para el presente proyecto son los IPE, los cuales serán considerados en la mayoría de partes de la estructura. Los siguientes perfiles que cumplen con la mayoría de requerimientos son los UPN e IPN, que se los utilizará en los lugares donde los perfiles IPE excedan con sus propiedades a las que se necesite.

2.3 SELECCIÓN DEL SISTEMA ELEVADOR.

En el capítulo 1 se menciona la existencia mayoritaria de tres sistemas elevadores en el mercado, los cuales se los compara de acuerdo a los siguientes parámetros necesarios para el presente proyecto.

En un sistema de elevación, se consideran algunas variables como: la velocidad neta de operación del elevador, la altura máxima a la que puede llegar la cabina medida desde la base, la carga a elevar que es el límite de peso que puede mover el grupo tractor y el ruido que genera el mecanismo de elevación. Ver tabla 2.3

VELOCIDAD (m/s)	ALTURA MÁXIMA	CARGA A ELEVAR	RUIDO	COSTO	ÁREA CABINA /POZO	PUNTAJE
0.3	Ilimitado	Elevada	Poco ruido	Muy económico	100%	5
0.21	31-50 m	Poco elevada	Ruidoso	Económico	70%	4
0.19	30 m	Media	Moderado	Medio	50%	3
0.18	20 m	Ligera	Alto	Costoso	40%	2
0.17	10 m	Muy ligera	Muy alto	Muy costoso	30%	1

TABLA 2.3 Parámetros de comparación de los sistemas de elevación.

Fuente: Los Autores

Propiedad/Sistema	Contrapeso	Tambor	Hidráulico
Velocidad	4	3	5
Restricción de altura	5	4	3
Carga	4	4	5
Ruido	3	4	2
Área cabina/pozo	4	5	4
Costo	3	5	1
TOTAL	23	25	20

TABLA 2.4 Comparación de los sistemas de elevación.

Fuente: Los Autores

Por los resultados de la tabla 2.4, se escoge un elevador de tambor enrollable por cumplir satisfactoriamente con los requisitos para el presente proyecto.

2.4 SISTEMA DE TRASLACIÓN DEL VEHÍCULO DESDE LA CABINA HACIA LA ESTRUCTURA Y VICEVERSA.

Se considera dos posibilidades para desplazar el vehículo lateralmente desde la cabina hacia un lugar libre del edificio o viceversa y éstas son:

2.4.1 Sistema con plataformas.

Consiste en colocar ocho plataformas metálicas totalmente independientes en cada

uno de los pisos de la estructura. Tomando el caso en el que el parqueadero está totalmente vacío como se muestra en la figura 2.1.

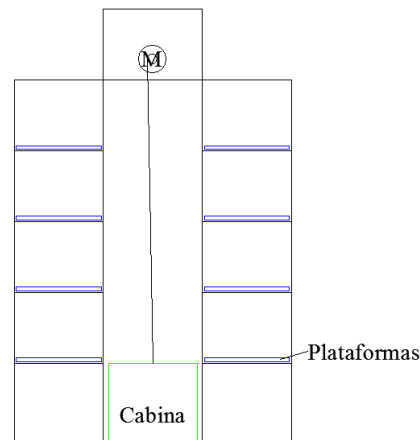


Fig. No. 2.1 Esquema de ubicación de plataformas.

Fuente: Los Autores

La cabina se dirige al primer nivel y mediante motores y mecanismos una plataforma vacía se desliza dentro de la cabina, una vez detenida y en la posición debida, la cabina regresa a la planta baja permitiendo que un vehículo ocupe el sistema de elevación y éste sea llevado al lugar disponible. Los pasos descritos se los ve en la figura 2.2.

2.4.2 Rodillos deslizantes.

La cabina y cada uno de los espacios fijos del parqueadero disponen de una serie de rodillos conectados entre sí por una cadena a un motor eléctrico independiente para cada espacio (ver figura 2.3), en el instante que la cabina es ocupada por un vehículo y la misma se posiciona en un espacio disponible de la estructura, se activan los motores de la cabina y del espacio libre para desplazar el automóvil hacia la parte fija de la estructura y viceversa.

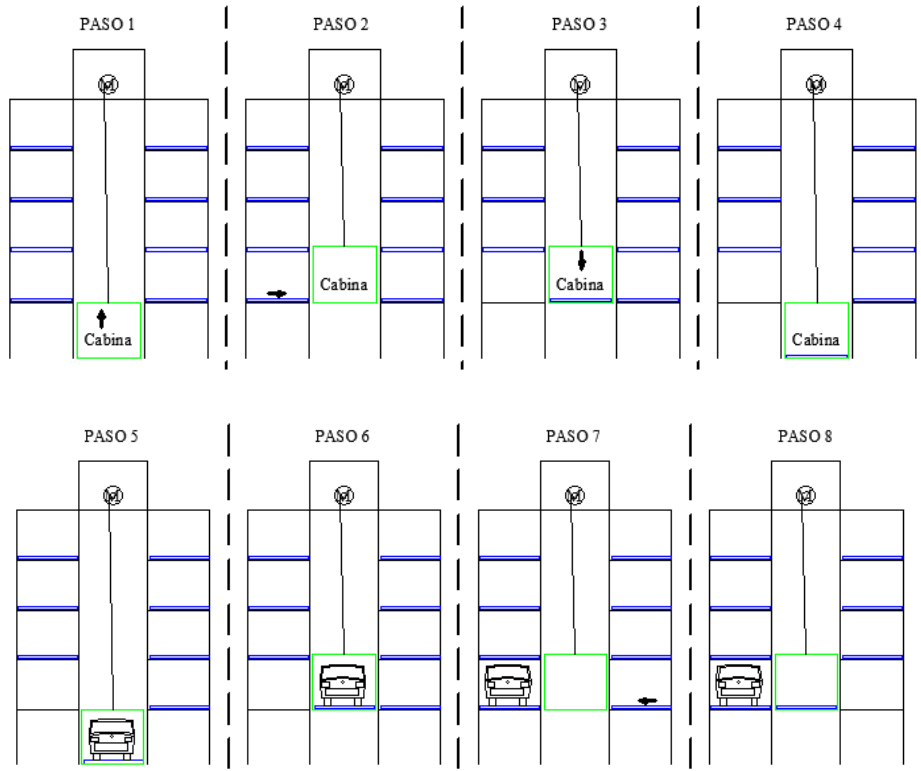


Fig. No. 2.2 Esquema de funcionamiento con el sistema de plataformas.

Fuente: Los Autores

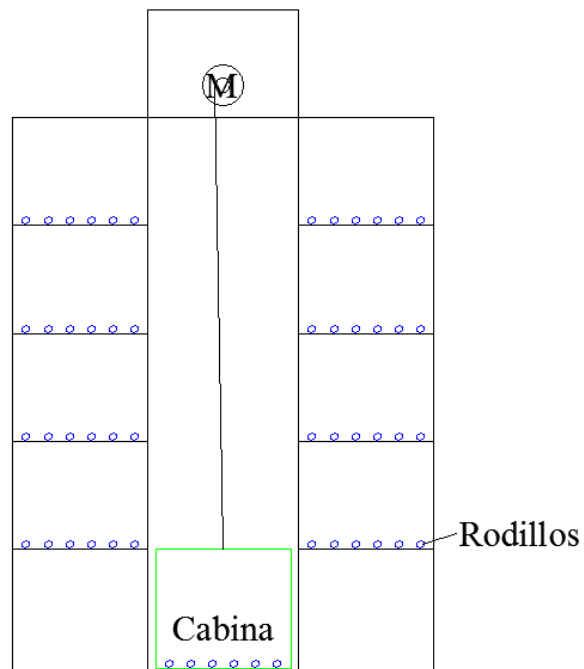


Fig. No. 2.3 Esquema de disposición de rodillos.

Fuente: Los Autores

Para que este sistema funcione bien, requiere una mayor cantidad de piezas en movimiento para desplazar el vehículo lateralmente y un mayor número de motores.

En la tabla 2.5, “cant. de motores” se refiere a la cantidad de motores que se necesita en todo el mecanismo para llevar el vehículo de un punto a otro, “No. General de piezas” es la cantidad de piezas que necesita el mecanismo para trasladar lateralmente el automóvil desde la cabina del ascensor hacia la estructura y viceversa, “costo relativo” y “peso relativo” compara ambos parámetros de toda la estructura y la “facilidad” se refiere al grado de dificultad que tiene llevar un auto de un punto a otro.

CANT. DE MOTORES	No. GENERAL DE PIEZAS	COSTO RELATIVO	PESO RELATIVO	FACILIDAD	PUNTAJE
3	3-4	Muy bajo	Muy bajo	Muy fácil	5
5	5-6	Bajo	Bajo	Fácil	4
10	7-15	Medio	Medio	Medio	3
15	16-29	Alto	Alto	Complejo	2
20	30-35	Muy alto	Muy alto	Muy complejo	1

TABLA 2.5 Parámetros de comparación del mecanismo de desplazamiento.

Fuente: Los Autores

Característica / Sistema	Plataformas	Rodillos
Número de motores	3	1
Número de piezas móviles	4	1
Costo del mecanismo	3	2
Peso del mecanismo	4	3
Facilidad de montaje	4	3
TOTAL	18	10

TABLA 2.6 Comparación del mecanismo de desplazamiento.

Fuente: Los Autores

Por lo visto en la tabla 2.6, se escoge el sistema de plataformas para desplazar lateralmente el vehículo.

2.5 SELECCIÓN DEL CABLE DE TRACCIÓN DEL ELEVADOR.

Según el libro Elevadores: principios e innovación de Miravete Antonio, para los elevadores se utilizan cables preformados y es recomendable que el alma de estos cables sea de fibra natural duras, que pueden ser de sisal o cáñamo, auto lubricadas.

Se escoge este tipo de cable por presentar las siguientes ventajas:

- Mayor resistencia a la fatiga por flexión.
- Más duración del factor de seguridad.
- Menos susceptibles a sacudidas y vibraciones.
- Menor tendencia a girar sobre sí mismo.

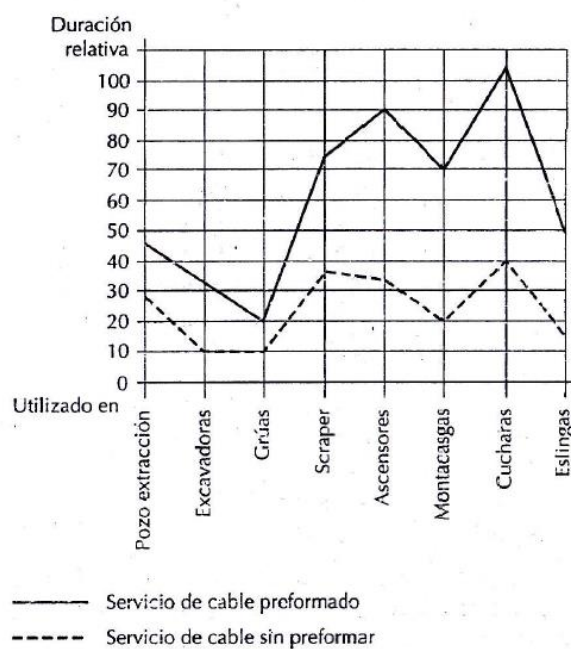


Fig. No. 2.4 Comparación de cables preformados y no preformados.

Fuente: Antonio Miravete, 2007

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL MECANISMO Y DE LA ESTRUCTURA.

3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL ELEVADOR.

3.1.1 Dimensionamiento de la cabina.

Las dimensiones de la cabina se determina observando catálogos de los fabricantes de automóviles y en base a las medidas mínimas requeridas para estacionar vehículos en parqueaderos públicos. Las dimensiones máximas del vehículo que va a ingresar al ascensor son:

- Altura 1,8 metros,
- Longitud de 5 metros,
- Ancho 2.05 metros

Con estas especificaciones, se determina las distancias internas libres que debe tener la cabina y estas son:

- Altura 2.0 metros,
- Longitud de 6 metros,
- Ancho 2.5 metros

3.1.2 Determinación de la carga elevadora.

El peso máximo planteado para la carga a transportar verticalmente en un solo viaje

es de 2.3 toneladas, debido a que el vehículo debe ser desocupado en su totalidad por sus pasajeros antes de poner en marcha el sistema, no se considera el peso de personas en la cabina del ascensor. Los catálogos de vehículos nos muestran que la mayoría de autos livianos para los cuales se diseña el presente parqueadero, se encuentran por debajo del peso propuesto, por lo que no se lo dimensiona con cargas más elevadas, además, el sistema dispone de sensores de peso por aplastamiento para evitar que un automóvil que sobrepase el peso recomendado de 2.3 toneladas no sea elevado y consecuentemente proteger a todos los elementos del grupo tractor.

3.1.3 Recorrido del elevador.

La altura que debe recorrer el elevador es de 10 metros, medidos desde la planta baja hasta el cuarto piso.

3.2 DISEÑO DEL ELEVADOR.

El elevador empieza a diseñarse por la cabina, lugar en el cual se aplica el peso del vehículo, esta carga se transmite a la cabina que se muestra en la figura 3.1, posteriormente a los cables, al grupo tractor y a la estructura.

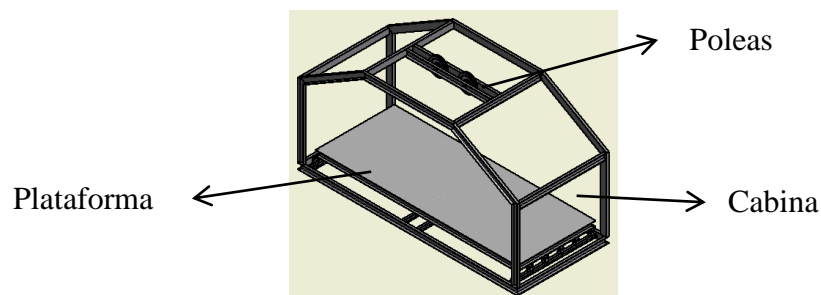


Fig. No. 3.1 Cabina del elevador

Fuente: Los Autores

3.2.1 Diseño de las plataformas de movimiento lateral.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 11) especifica que para garajes de vehículos únicamente para pasajeros se debe considerar una carga distribuida de 2.0 KN/m², ver anexo No. 8, por lo tanto para las plataformas se calcula de la siguiente manera:

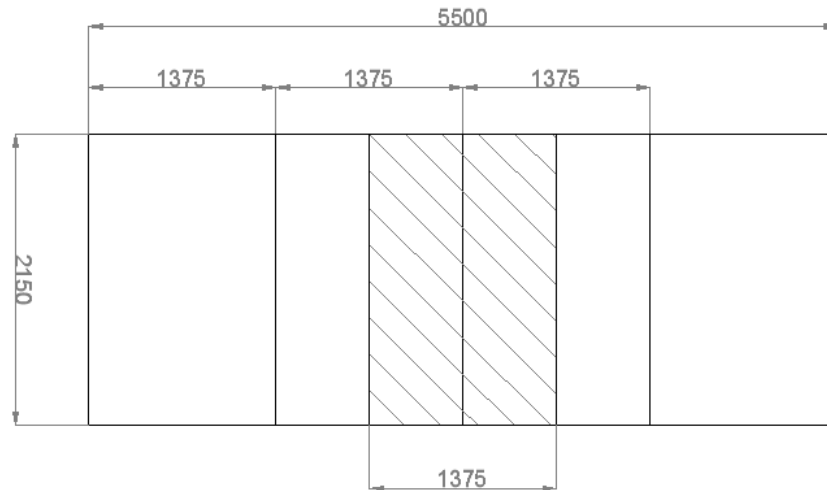


Fig. No. 3.2 Medidas externas de las plataformas.

Fuente: Los Autores

DATOS:

Carga viva (L) (KN/m²) = 2.0

Carga muerta (D) (KN/m²) = 1.0 estimado

$$U=1.2*L+1.6*D \quad \text{(Ecuación 3)}$$

$$U=1.2*1+1.6*2$$

$$U=4.4 \left(\frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \right)$$

Para el área de incidencia mostrada en la figura 3.2, se calcula el momento último M_u con la ecuación 25 y a continuación la sección requerida Z_{req} con la ecuación 26. (McCormac, 2002, p. 249)

$$U=6.1 \left(\frac{KN}{m} \right) = 619 \left(\frac{Kg}{m} \right)$$

$$M_u = \frac{U * L^2}{8} \quad \text{(Ecuación 25)}$$

$$M_u = \frac{619 * 2.15^2}{8}$$

$$M_u = 357.6 \text{ (Kg*m)}$$

$$Z_{req} = \frac{M_u}{\phi_t F_u} \quad \text{(Ecuación 26)}$$

$$Z_{req} = 15.6 \text{ cm}^2$$

Se escoge el tubo cuadrado de 75 x 3 del catálogo de Dipac, ver anexo No. 6.

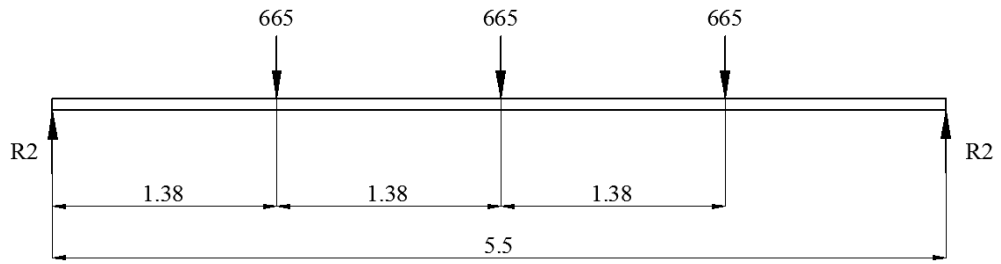
Las reacciones en los extremos de estos elementos simplemente apoyados son calculadas con la ecuación 27. (AISC, 2005, págs. 4-190):

$$R = \frac{U * L}{2} \quad \text{(Ecuación 27)}$$

$$R = \frac{619 * 2.15}{2}$$

$$R = 665 \text{ (Kg)}$$

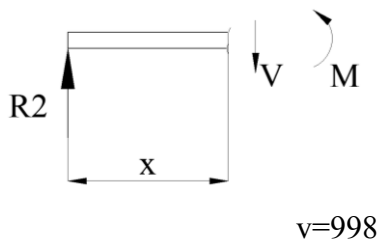
Para calcular el marco de la plataforma mostrado en la figura 3.2, se tiene:



$$\sum F_v = 0$$

$$R_2 = \frac{665 \cdot 3}{2}$$

$$R_2 = 998 \text{ Kg}$$



$$v = 998$$

$$M = 998x$$

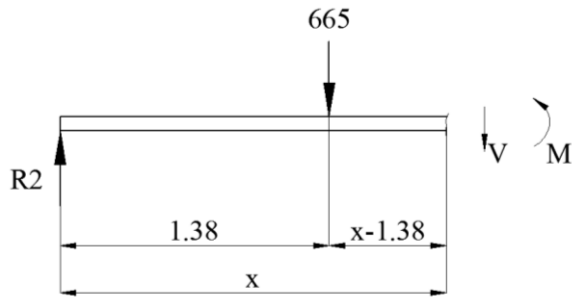
$$\sum F_v = 0$$

$$v - 998 = 0$$

$$\sum M = 0$$

$$M - 998x = 0$$

X	0	1.38
V	998	998
M	0	1337



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

$$v + 665 - 998 = 0$$

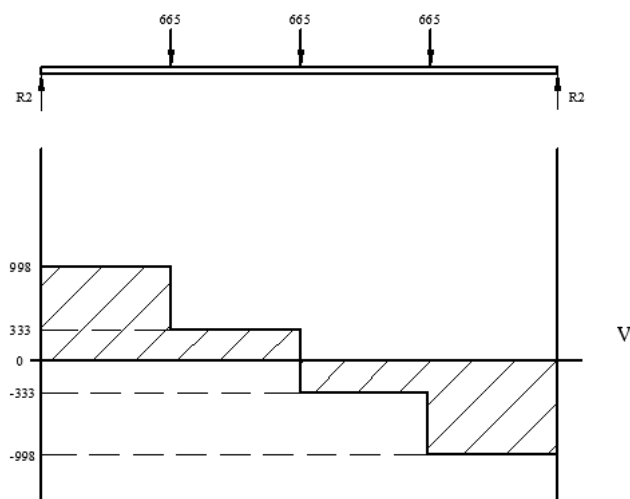
$$M + 665(x - 1.38) - 998x = 0$$

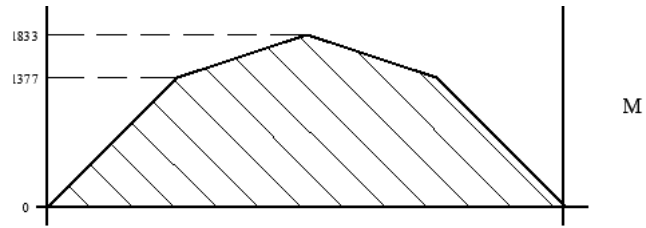
$$v = 333$$

$$M = 333x - 917.7$$

X	1.38	2.75
V	333	333
M	1377	1833

Con los resultados obtenidos en el cálculo anteriormente se obtiene el diagrama de cortes y momentos el cual nos sirve para comprobar el comportamiento de la viga o elemento calculado.





$$M_u = 1833 \text{ (Kg * m)}$$

$$Z_{req} = \frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{req} = 80.3 \text{ cm}^3$$

Se escoge un perfil UPN 140, ver anexo No. 5.

3.2.2 Cálculo de la cabina.

Para el cálculo del piso de la cabina que se muestra en la figura 3.3, empezando por el diseño de los elementos internos:

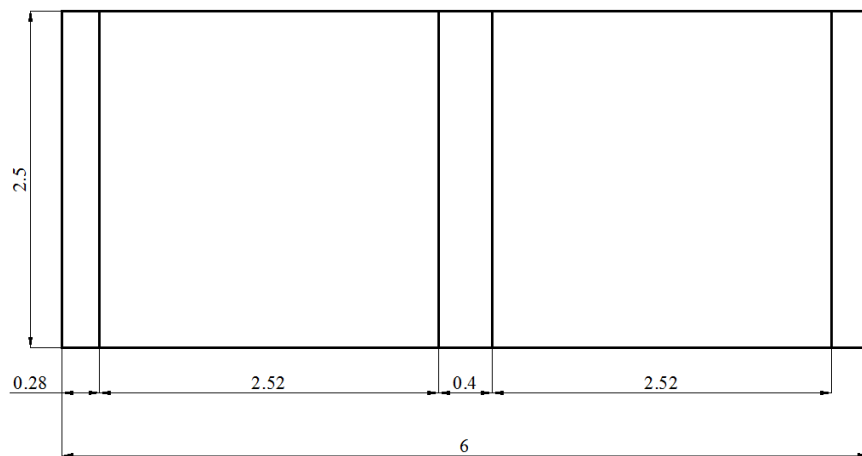
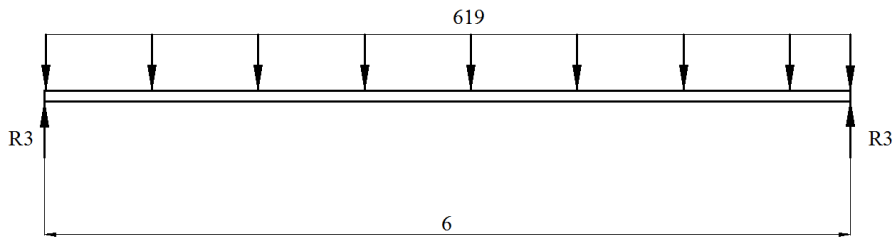


Fig. No. 3.3 Medidas externas del piso de la cabina.

Fuente: Los Autores

Considerando la misma carga distribuida a lo largo de toda la viga que se aplica para la plataforma anteriormente calculada, se tiene:

$$U=6.1 \left(\frac{\text{KN}}{\text{m}} \right) = 619 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right)$$



$$M_u = \frac{619 * 2.5^2}{8}$$

$$M_u = 484 \text{ (Kg*m)}$$

$$Z_{\text{req}} = \frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{\text{req}} = 21.2 \text{ cm}^3$$

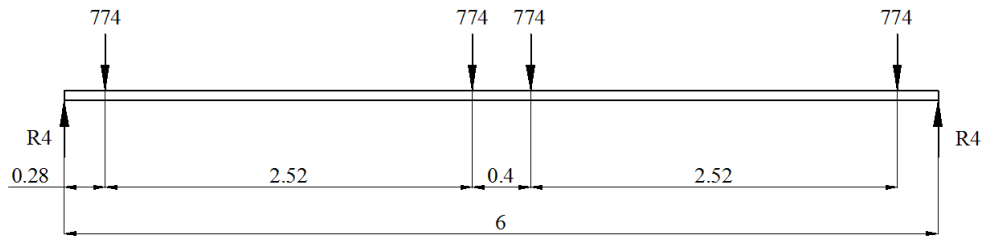
Se escoge una IPN 100 porque se tiene cargas puntuales a lo largo de la viga, ver anexo No. 5.

$$R_3 = \frac{W * L}{2}$$

$$R_3 = \frac{619 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right) * 2.5\text{m}}{2}$$

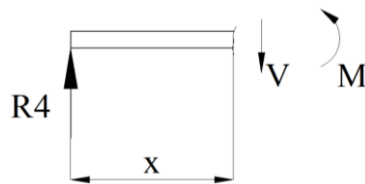
$$R_3 = 774 \text{ Kg}$$

Para el marco del piso de la cabina:



$$\sum F_v = 0$$

$$R_4 = \frac{774 \cdot 4}{2} = 1548 \text{ (Kg)}$$



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

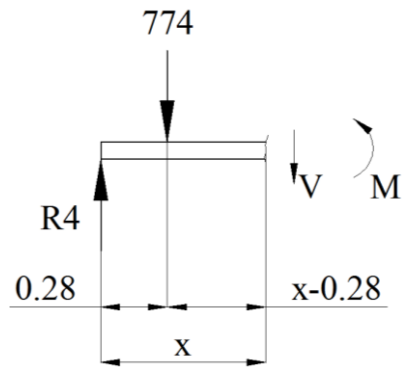
$$v - 1548 = 0$$

$$M - 1548x = 0$$

$$v = 1548$$

$$M = 1548x$$

X	0	0.28
V	1548	1548
M	0	433.4



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

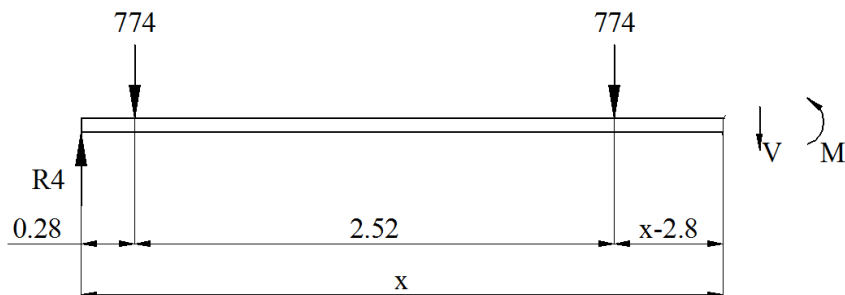
$$v + 774 - 1548 = 0$$

$$M + 774(x - 0.28) - 1548x = 0$$

$$v = 774$$

$$M = 774x - 217$$

X	0.28	2.8
V	774	774
M	433.4	2384



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

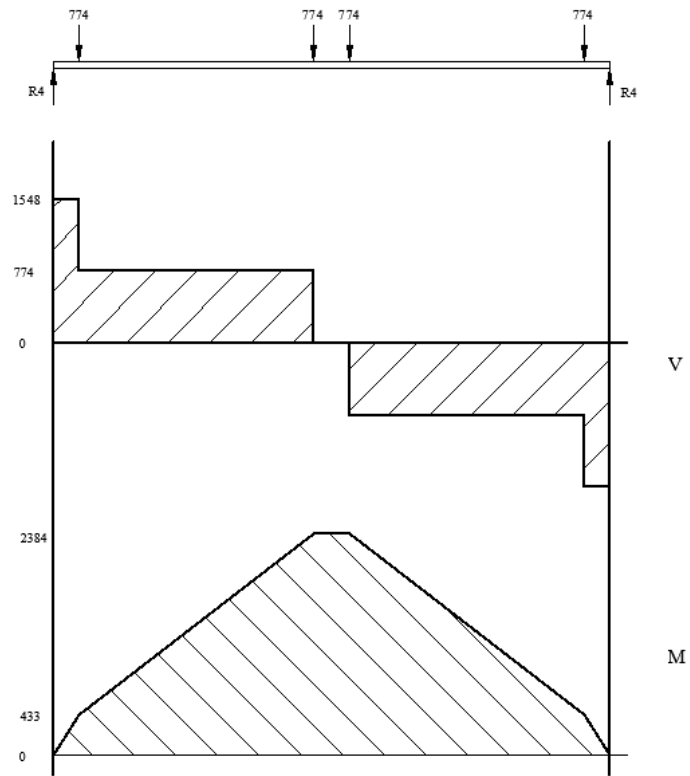
$$v + 774 * 2 - 1548 = 0$$

$$M + 774(x - 0.28) + 774(x - 0.28) - 1548x = 0$$

$$v = 0$$

$$M = 2384$$

X	2.8	3.2
V	0	0
M	2384	2384



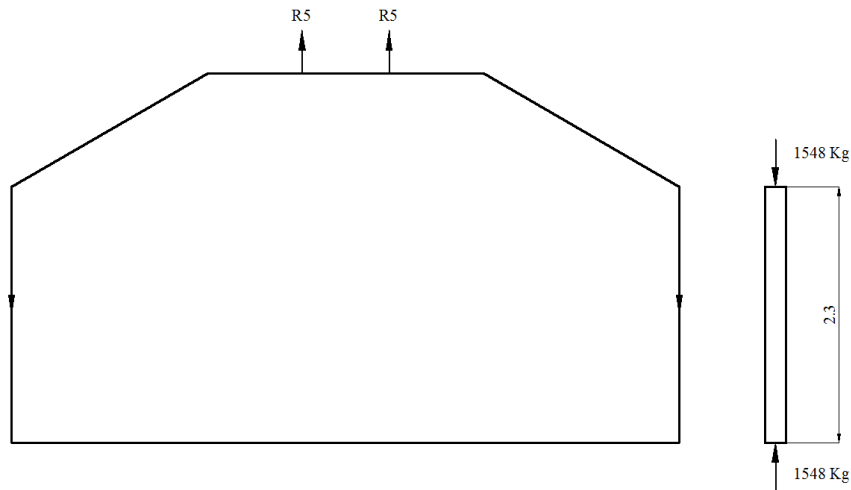
$$M_u = 2348 \text{ (Kg*m)}$$

$$Z_{\text{req}} = \frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{\text{req}} = 102.8 \text{ cm}^3$$

Se escoge un perfil UPN 160, ver anexo No. 5.

Cálculo de las columnas de la cabina:



Por facilidad de conexiones entre el piso y las columnas se analiza el comportamiento del mismo perfil UPN 160 para las columnas. Se calcula el radio mínimo de giro con la ecuación 28. (McCormac, 2002, pág. 106):

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad \text{(Ecuación 28)}$$

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{85.3}{24}} = 1.89$$

$$\lambda = \frac{K \cdot L}{r}$$

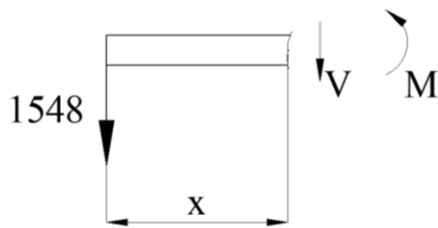
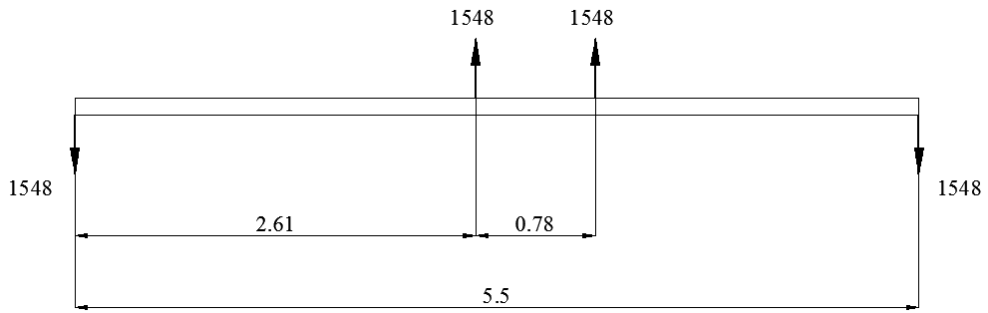
$$\lambda = \frac{0.8 \cdot 230}{1.89} = 97.35$$

$$97.35 < 300$$

El perfil UPN 160 cumple satisfactoriamente la carga aplicada, ver anexo No. 5.

En el caso del techo de la cabina, parte en la cual se colocarán las poleas de desvío se

considera una viga recta de la longitud de la cabina de la siguiente manera.



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

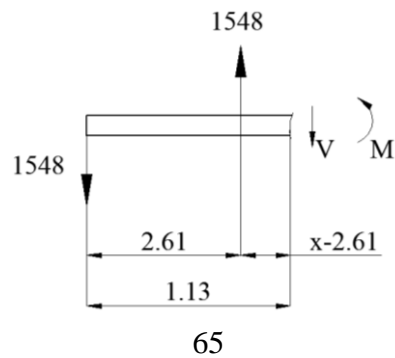
$$v - 1548 = 0$$

$$M - 1548x = 0$$

$$v = -1548$$

$$M = -1548x$$

X	0	0.28
V	-1548	-1548
M	0	-4040



65

$$\sum F_v=0$$

$$\sum M=0$$

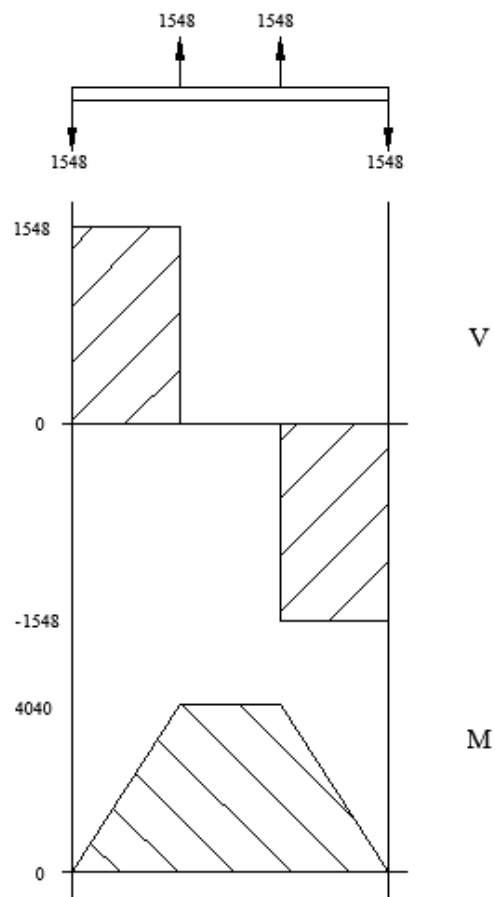
$$v+1548-1548=0$$

$$M+1548(x-2.61)=0$$

$$v=0$$

$$M=-4040$$

X	0.58	1.6
V	0	0
M	-4040	-4040



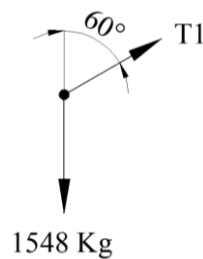
$$M_u=4040(\text{Kg}\cdot\text{m})$$

$$Z_{\text{req}} = \frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{req}=164.2 \text{ cm}^3$$

El perfil a escoger es el UPN 200, debido a que las dimensiones de la sección calculada son más grandes que las columnas y el resto de los cálculos realizados, se considera otra opción en la forma de la cabina para reducir la sección a escoger.

Realizando el diagrama de cuerpo libre del nodo inclinado del marco de la cabina se tiene:

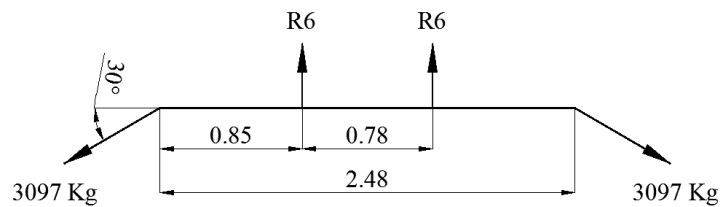


$$\sum F_v=0$$

$$T_1 * \sin 30^\circ - 1548=0$$

$$T_1=3097 \text{ (Kg)}$$

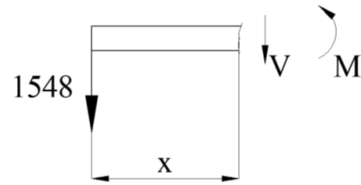
Para la viga superior del marco de la cabina se tiene:



$$\sum F_v=0$$

$$(3097 * \sin 30^\circ) * 2 - 2 * R_6 = 0$$

$$R_6 = 1548 \text{ (Kg)}$$



$$\sum F_v = 0$$

$$v + 1548 = 0$$

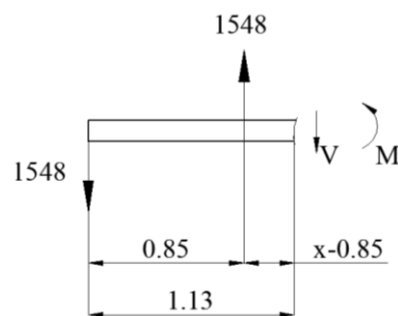
$$v = -1548$$

$$\sum M = 0$$

$$M + 1548x = 0$$

$$M = -1548x$$

X	0	0.58
V	-1548	-1548
M	0	-1315.8



$$\sum F_v = 0$$

$$v + 1548 - 1548 = 0$$

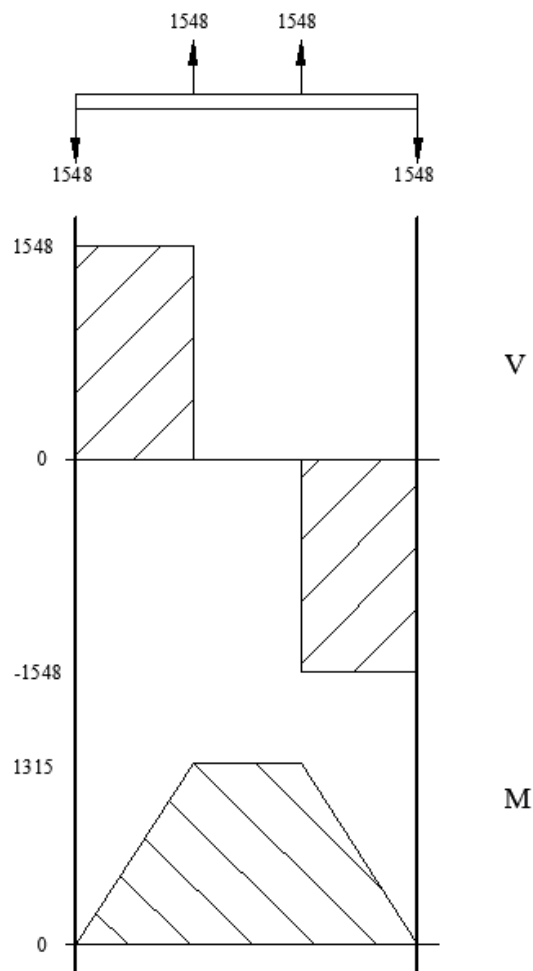
$$v = 0$$

$$\sum M = 0$$

$$M + 1548(x - 0.85) = 0$$

$$M = -1315.8$$

X	0.58	1.6
V	0	0
M	-1315.8	-1315.8



$$M_u = 1315 \text{ (Kg*m)}$$

$$Z_{\text{req}} = \frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{\text{req}} = 57.6 \text{ cm}^3$$

El perfil que satisface el cálculo es el UPN 140 y una vez más por la facilidad de conexiones se escoge el perfil UPN 160.

El peso de la cabina cargada a su máxima capacidad, con una plataforma en ella, el peso aproximando de la soldadura y del mecanismo que mueve la plataforma dentro y fuera de la cabina, se muestra en la tabla 3.1:

PESO CABINA (Kg)=	1091,26
PESO PLATAFORMA (Kg)=	346,74
PESO SOLDADURA (Kg)=	143,80
PESO MECANISMO (Kg)=	200
PESO DEL VEHÍCULO (Kg)=	2300
PESO TOTAL (Kg) =	4081,80

TABLA 3.1 Peso general de la cabina

Fuente: Los Autores

3.2.3 Diseño del cable elevador de la cabina.

Diseño del cable elevador de la cabina para la trayectoria 1-2-3-4-5 como se muestra en la figura 3.4.

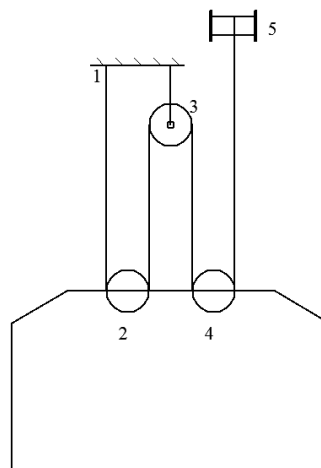


Fig. No. 3.4 Disposición esquemática del cable de elevación

Fuente: Los Autores

$$d=k\sqrt{T}$$

$$d=0.39\sqrt{1100}$$

$$d=12.9\text{mm}$$

Carga a la rotura del cable considerando que éste es del grupo III con un factor de seguridad $s=10$, se calcula con la ecuación 29. (Larburu, 2004, pág. 303):

$$T=s*W \quad \text{(Ecuación 29)}$$

$$T=\frac{10*4100}{4}$$

$$T=11000 \text{ Kg}$$

Las condiciones mínimas del cable son: un diámetro mínimo de 12.9 mm y una resistencia a la rotura de 11000 Kg, por lo que según el anexo 00 se escoge el cable de diámetro 14mm con una resistencia de los alambres de 180 Kg/mm² y una resistencia a la rotura de 14100 Kg.

3.2.4 Diseño de las poleas y el tambor de enrollamiento.

$$D\approx s\sqrt{T} \quad \text{(Ecuación 30)}$$

$$D\approx 10\sqrt{1100}$$

$$D\approx 331.7 \text{ (mm)}$$

Según el anexo 4.2 se escoge una polea de diámetro 375 mm de un canal de acero.

De igual manera, el tambor de enrollamiento del cable se lo realiza con un tubo de diámetro 12" SCH 40 cuyo diámetro exterior es de 323.8 mm y una longitud de 330 mm.

Para saber el número de capas que se forman alrededor del tambor de enrollamiento, se utiliza la siguiente fórmula:

$$m = \frac{\left(1 - \frac{D_0}{d}\right) + \sqrt{\left(\frac{D_0}{d} - 1\right)^2 + 4 \frac{\Lambda + (\pi * D_0 * 3)}{\pi L}}}{2}$$

$$m = \frac{\left(1 - \frac{0.32}{0.014}\right) + \sqrt{\left(\frac{0.32}{0.014} - 1\right)^2 + 4 \frac{32 + (\pi * 0.32 * 3)}{\pi * 0.33}}}{2}$$

$$m = 1.51$$

Esto quiere decir que, en el momento en que la cabina se encuentre en el punto más alto de la estructura, el cable se va a posicionar casi en el centro de la longitud del tambor de enrollamiento.

Este resultado indica también, que el momento en el que la cabina se encuentre en el punto más alto de la estructura, en el tambor de enrollamiento se forma una capa completa de cable y una segunda capa esta en formación encima de la primera, con este valor podemos dimensionar las tapas del tabor:

$$D_{ts} = (n * d) + D_0 \quad \text{(Ecuación 31)}$$

Donde:

n = Número de capas vistas transversalmente en el tambor.

d = Diámetro del cable.

D_0 = Diámetro del tambor.

D_{ts} = Diámetro de las tapas.

$$D_{ts}=(4*14)+323.8$$

$$D_{ts}=379 \text{ (mm)}$$

Para construcción se puede poner tapas de $D_{ts}=400$ (mm).

En resumen se tiene un tambor como muestra la figura 3.5.

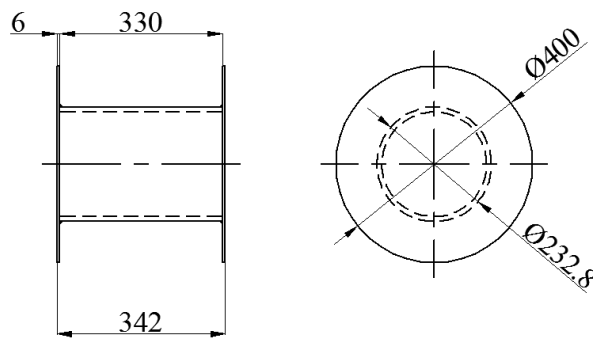


Fig. No. 3.5 Tambor de enrollamiento.

Fuente: Los Autores

3.2.5 Diseño del grupo tractor.

La velocidad máxima de este tipo de elevadores, como se ve en el capítulo II, es de 0.21 m/s por lo que en base a esta velocidad se calcula el grupo tractor de la siguiente manera:

$$V = \frac{N \left(\frac{2\pi}{60} \right) \left(\frac{D_0}{2} \right)}{4} \quad (\text{Ecuación 32})$$

Donde:

V = Velocidad vertical de la cabina (m/s). (Navarro, 2011, pág. 41)

N = Número de revoluciones del tambor (rpm).

D₀ = Diámetro exterior del tambor más las espiras de enrollamiento de cable (m).

$$0.21 = \frac{N \left(\frac{2\pi}{60} \right) \left(\frac{0.379}{2} \right)}{4}$$

$$N = 42 \text{ (rpm)}$$

La potencia de un motor, teniendo como datos el peso de la cabina y la velocidad de trabajo:

$$P = W * V \quad (\text{Ecuación 33})$$

$$W = 4100 \text{ (Kg)} * 9.81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$W = 40221 \text{ (N)}$$

$$P = 40221 * 0.21$$

$$P = 8446 \text{ (KW)}$$

Para calcular el torque necesario, se aplica la siguiente fórmula:

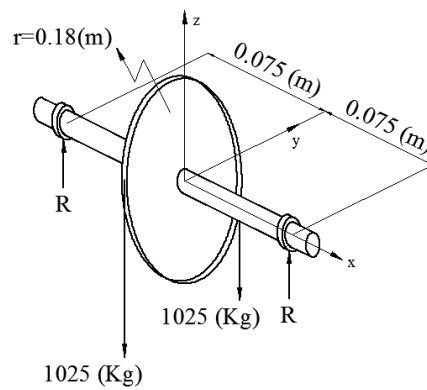
$$M = 9550 \frac{P}{N} \quad (\text{Ecuación 34})$$

$$M=9550 \frac{8.45}{42}$$

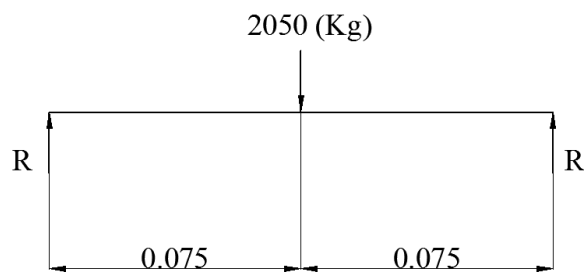
$$M=1920 \text{ Nm}$$

Según el anexo 4.1, se escoge un motor de 15 HP, a 47 rpm y 2150 Nm.

3.2.6 Cálculo de los ejes de las poleas.



Realizando el diagrama de cuerpo libre se tiene:



$$R = \frac{W}{2}$$

(Ecuación 35)

$$R=1025 \text{ (Kg)} \approx R=10055,25 \text{ (N)}$$

$$P=2050 \text{ (Kg)} \approx P=20110,5 \text{ (KN)}$$

$$M_{\max} = \frac{P \cdot l}{4} \quad (\text{Ecuación 36})$$

$$M_{\max} = \frac{20110,5 \cdot 0,15}{4}$$

$$M_{\max} = 754,14 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

Torque producido, T. (Budinas, 2008, págs. 355-356)

$$T = 10055,25 \cdot 0,18$$

$$T = 1809,95 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$\sigma = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3} \quad (\text{Ecuación 37})$$

$$\sigma = \frac{32 \cdot 754,14}{\pi \cdot d^3} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\sigma = \frac{7681,65}{d^3} [\text{Pa}]$$

$$\tau = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} \quad (\text{Ecuación 38})$$

$$\tau = \frac{16 \cdot 1809,95}{\pi \cdot d^3} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\tau = \frac{9217,97}{d^3} [\text{Pa}]$$

$$\sigma_e = \sqrt{\left(\frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} \right)^2} \quad (\text{Ecuación 39})$$

σ_e del acero AISI 1018 del eje es de 264 MPa según el catálogo del acero AISI

$$264 = \sqrt{\left(\frac{7681,65}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{9217,97}{d^3}\right)^2}$$

$$d = 0.045 \text{ (m)}$$

El diámetro del eje comercial es de 2" o de 50.8 (mm).

3.2.7 Diseño del mecanismo de traslación lateral.

El peso que va a trasladarse desde la cabina hacia la estructura o viceversa, es el de la plataforma y el del vehículo, por lo tanto:

Peso del vehículo: 2300 Kg.

Peso de la plataforma: 346.7 Kg.

Peso a trasladar lateralmente: 2646.7 Kg

Para hacer posible el deslizamiento de la plataforma con el automóvil lateralmente se colocará ruedas prefabricadas. Según el anexo 4.4 se puede observar que la capacidad máxima que soportan las ruedas es de 250 Kg, por lo que:

$$R_{\text{rueda}} = \frac{W_{\text{Cab}}}{N_A}$$

Donde:

R_{rueda} = Reacción de cada rueda (Kg).

W_{Cab} = Peso de la cabina (Kg).

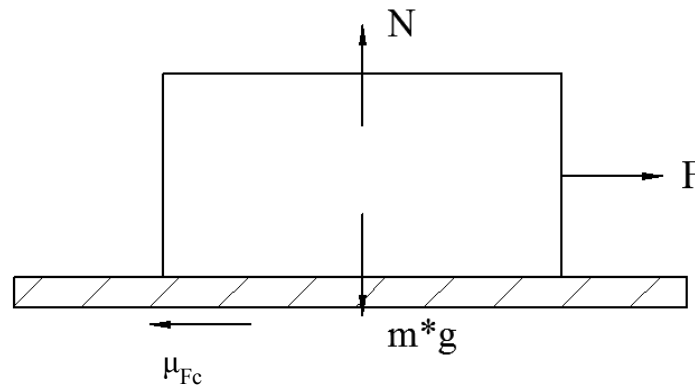
N_A = Número de apoyos.

$$R_{\text{rueda}} = \frac{2646.7}{12}$$

$$R_{\text{rueda}} = 220.6$$

Escogemos la rueda de nylon de 5" de diámetro, fija y sin freno por su capacidad de carga y por su factor de rozamiento que es de 0.3 (PLASTICBAGES, 2013)

3.2.7.1 Determinación del motoreductor del sistema de traslación lateral.



$$F = N * \mu_{F_c} \quad \text{(Ecuación 40)}$$

Donde:

F = Fuerza necesaria para mover la carga (N). (DESLIZAMIENTO, 2013)

N = Normal (Kg).

μ_{F_c} = Coeficiente de fricción.

$$N = m * g \quad \text{(Ecuación 41)}$$

$$N=2646.7*9.81$$

$$N=25964.1 \text{ (N)}$$

$$F=25964.1*0.3$$

$$F=7789.2 \text{ (N)}$$

La velocidad del sistema de traslación lateral es de 0.21 m/s para evitar el impacto fuerte en la estructura, disminuir la vibración y para tener mayor precisión en el posicionamiento final de la plataforma dentro y fuera de la cabina elevadora. (DESLIZAMIENTO, 2013)

Para la potencia del motor se emplea la fórmula aplicada previamente.

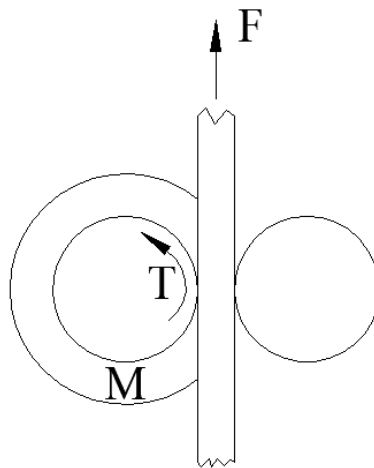
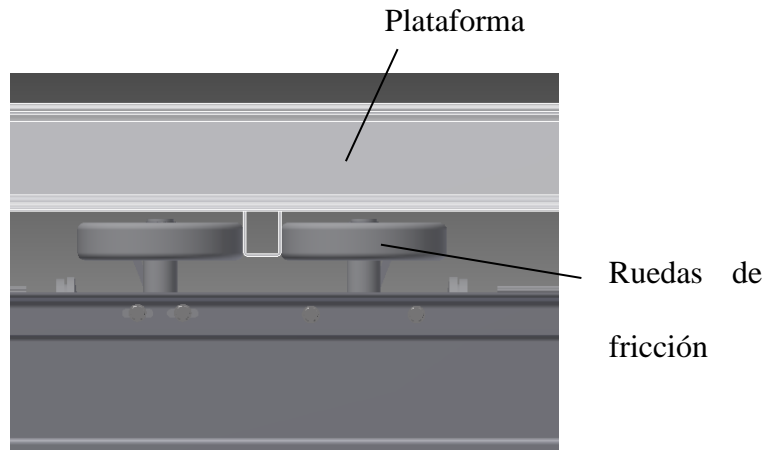
$$P=F*V \quad \text{(Ecuación 42)}$$

$$P=7789.2*0.21$$

$$P=1635.7 \text{ (Watts)}$$

$$P=1.6 \text{ (KW)}=2.1 \text{ (HP)}$$

El movimiento se lo realizará por medio de dos ruedas de caucho, una de ellas conectada mediante un eje al motor reductor cuya potencia ha sido determinada previamente, la otra se alojará en una pieza prismática que se diseñará con los resultados obtenidos próximamente. Ambas ruedas presionan en sentido opuesto al tubo de la plataforma como se observa en el dibujo.



Las ruedas que se utilizarán para el movimiento del vehículo con la plataforma, serán ruedas de caucho de 10" de diámetro, escogidas por su coeficiente de fricción, sus dimensiones y la facilidad de conseguirlas en el mercado.

$$T=F*d$$

Donde:

T= Torque del motor (N*m).

F = Carga total a elevar (N).

d = Radio de la rueda (m).

$$T = \frac{F}{2} * d$$

$$T = \frac{7789.2}{2} * 0.127$$

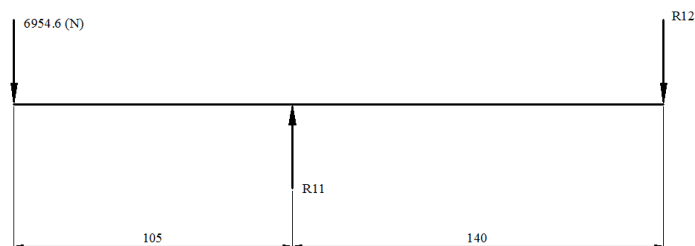
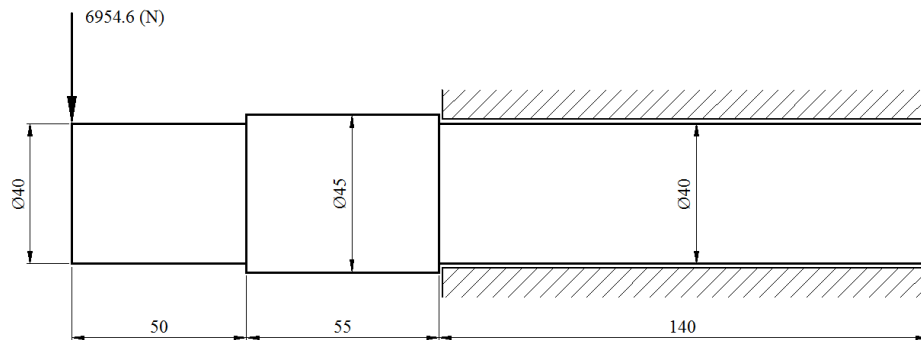
$$T = 494.6 \text{ (N*m)}$$

$$\frac{F}{2} = N_2 * \mu_{Fc}$$

$$N_2 = \frac{7789.2}{2 * 0.56}$$

$$N_2 = 6954.6 \text{ (N)}$$

Los ejes que conectan el motor reductor con la rueda de caucho se han calculado en base a las dimensiones del catálogo del motor reductor.



$$\sum F_v=0$$

$$R1-R2-6954.6=0$$

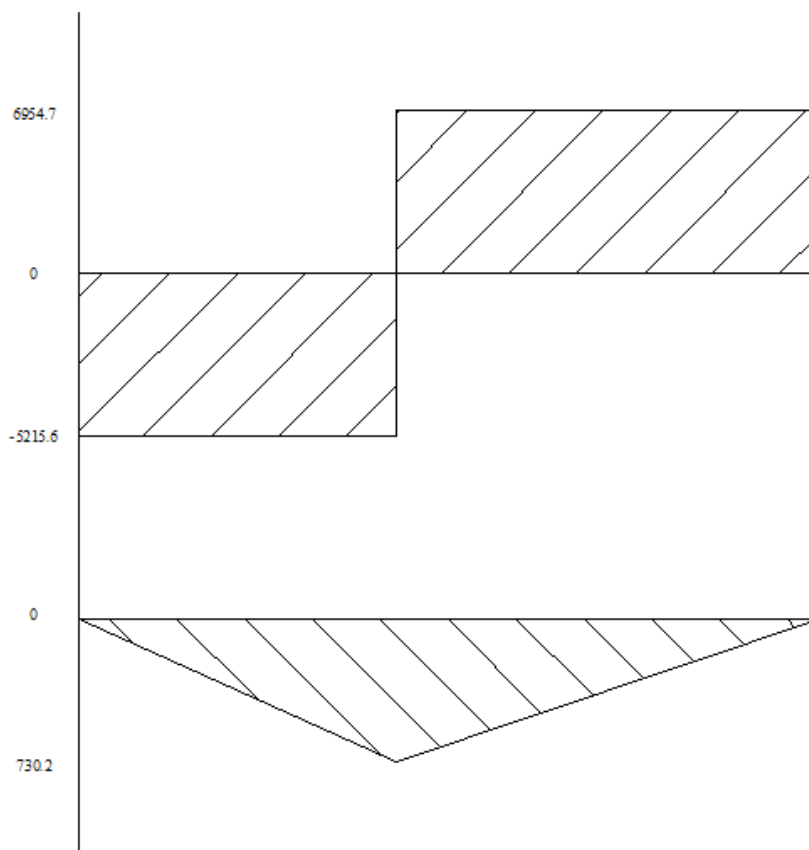
$$\sum M_v=0$$

$$6954.6*105-R2*140=0$$

$$R2=5215.95 \text{ (N)}$$

$$R1=12170.6 \text{ (N)}$$

$$M_{\max}=R1*0.105$$



$$\sigma = \frac{32T}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{32 \cdot 730.2}{\pi \cdot 0.04^3}$$

$$\sigma = 116214939.4 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$$

$$S_e = \frac{S_{ut}}{2}$$

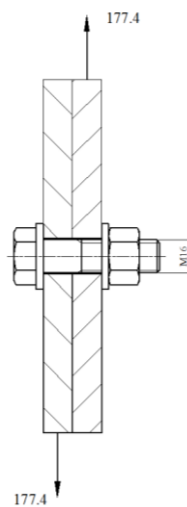
$$S_e = \frac{414}{2} = 207 \text{ MPa}$$

$$\sigma < S_e$$

$$116.2 < 207$$

Este eje tiene vida infinita.

Los pernos que sujetan el motor reductor al perfil UPN 180 en el cual encajan todas las perforaciones se tiene:



$$\zeta = \frac{P}{A}$$

$$\zeta = \frac{177.4}{\frac{\pi * 0.016^2}{4}}$$

$$\zeta = 882315.2 \text{ Pa}$$

$$\zeta_{\text{perno}} = 330 \text{ MPa}$$

$$\zeta_{\text{perno}} > \zeta$$

$$330 > 0.88$$

El perno soporta la carga de corte producida por las ruedas.

3.2.8 Cálculo de la estructura.

Para los espacios fijos de la estructura en donde se estacionan los vehículos, se considera el mismo patrón que la base de la cabina, con la misma disposición y con la misma carga distribuida de 2.0 KN/m² dictada por el NEC 11.

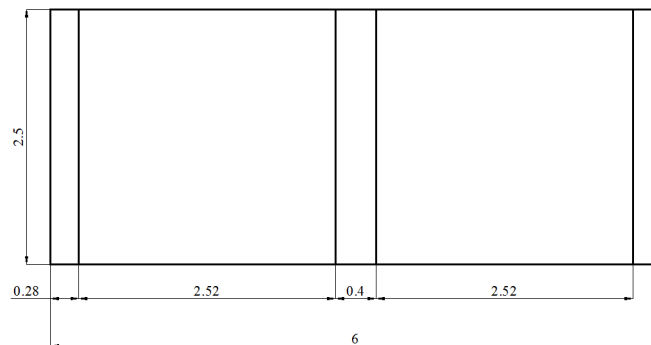


Fig. No. 3.6 Medidas externas del piso de la cabina.

Fuente: Los Autores

$$W_u = 619 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right)$$

$$M_u = \frac{W_u * L^2}{8}$$

$$M_u = \frac{619 * 2.5^2}{8}$$

$$M_u = 484 \text{ (Kg*m)}$$

$$Z_{\text{req}} = \frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{\text{req}} = 21.2 \text{ cm}^3$$

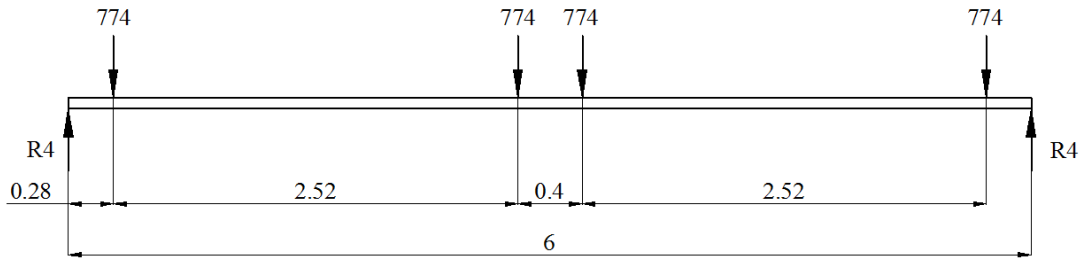
Se escoge una IPE 100 porque se tiene cargas puntuales a lo largo de la viga, ver anexo No. 6.

$$R_7 = \frac{W * L}{2}$$

$$R_7 = \frac{619 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right) * 2.5\text{m}}{2}$$

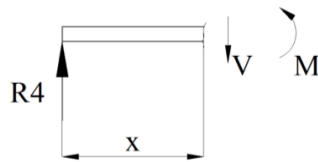
$$R_7 = 774 \text{ Kg}$$

Para el marco del piso de la parte fija de la estructura:



$$\sum F_v = 0$$

$$R_7 = \frac{774 \cdot 4}{2} = 1548 \text{ (Kg)}$$



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

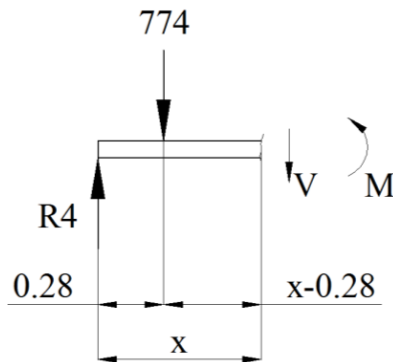
$$v - 1548 = 0$$

$$M - 1548x = 0$$

$$v = 1548$$

$$M = 1548x$$

X	0	0.28
V	1548	1548
M	0	433.4



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

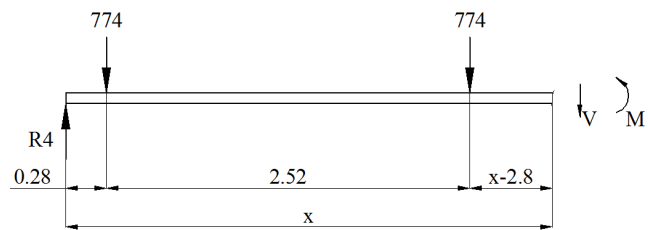
$$v + 774 - 1548 = 0$$

$$M + 774(x - 0.28) - 1548x = 0$$

$$v = 774$$

$$M = 774x - 217$$

X	0.28	2.8
V	774	774
M	433.4	2384



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

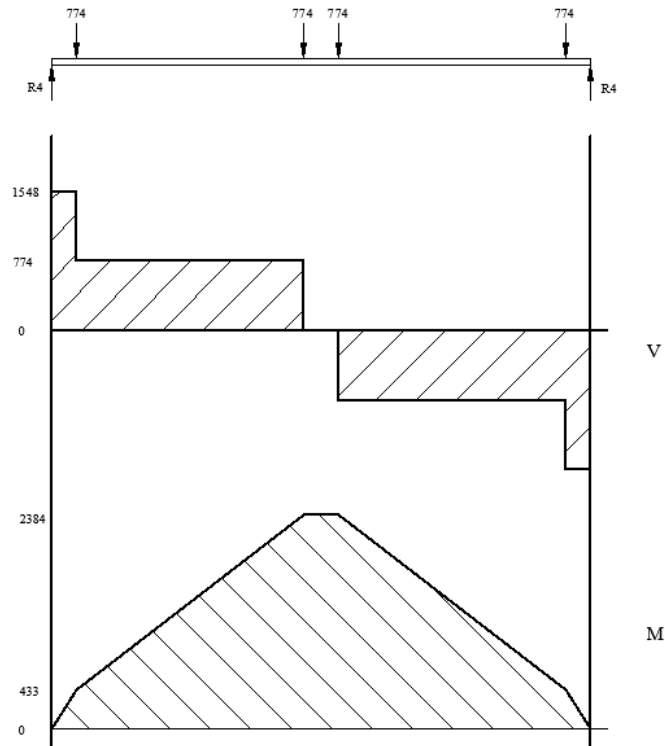
$$v + 774 * 2 - 1548 = 0$$

$$M + 774(x - 0.28) + 774(x - 0.28)x = 0$$

$$v = 0$$

$$M = 2384$$

X	2.8	3.2
V	0	0
M	2384	2384



$$M_u = 2348 \text{ (Kg*m)}$$

$$Z_{\text{req}} = \frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{\text{req}} = 102.8 \text{ cm}^3$$

Se escoge una IPE 160, por facilidad de conexión, ver anexo No. 5.

3.2.9 Cálculo de las vigas superiores de la estructura.

Son las vigas en las cuales se encuentra la polea de desvío, el extremo del cable en la estructura y el moto reductor con el tambor de enrollamiento.

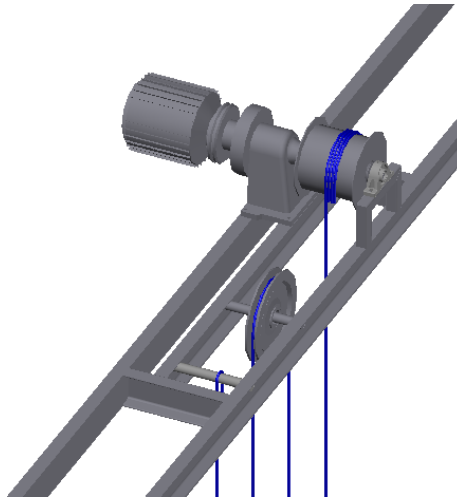
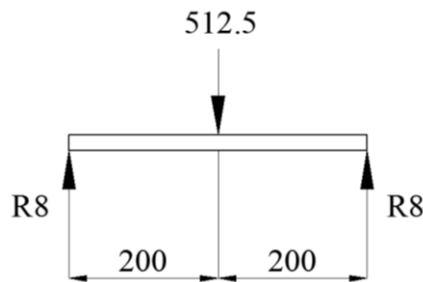


Fig. No. 3.7 Poleas.
Fuente: Los Autores

La tensión en cada segmento del cable es la carga de la cabina dividida entre las cuatro partes que es de 1025 Kg. Si consideramos que la carga se encuentra en el centro del elemento, las reacciones son de 512.5 Kg.

Por lo tanto, para elegir los perfiles de la base de la chumacera ubicada en el extremo opuesto del motor reductor, se tiene:



$$M_{\max} = \frac{P \cdot l}{4}$$

$$M_{\max} = \frac{512.5 \cdot 0.4}{4}$$

$$M_{\max}=51.25 \text{ (Kg*m)}$$

$$R_8=\frac{P}{2}=256.3 \text{ (Kg)}$$

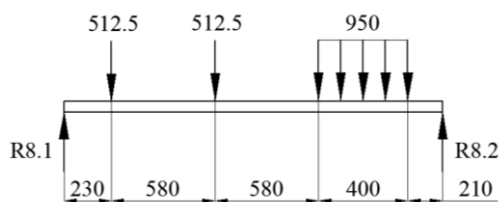
$$Z_{\text{req}}=\frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{\text{req}}=2.24 \text{ cm}^3$$

Se requiere un tubo cuadrado de 40x40x3, la base de la chumacera es de 60 mm de ancho por lo que por constructividad, se escoge un tubo cuadrado de 60x2.

El motor reductor elegido tiene un peso distribuido en su área de 950 Kg/m.

Con este valor se calcula el perfil necesario para soportar las poleas:



$$\sum F_v=0$$

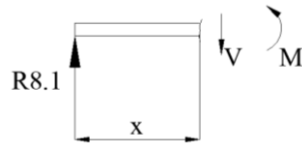
$$R_{8.1}+R_{8.2}+512.5+512.5-(950*0.4)=0$$

$$\sum M_{8.1}=0$$

$$512.5*0.23+512.5*0.81+380*1.59-R_{8.2}*2=0$$

$$R_{8.2}=568.6 \text{ Kg}$$

$$R_{8,1}=836.4 \text{ Kg}$$



$$\sum F_v=0$$

$$\sum M=0$$

$$v-836.4=0$$

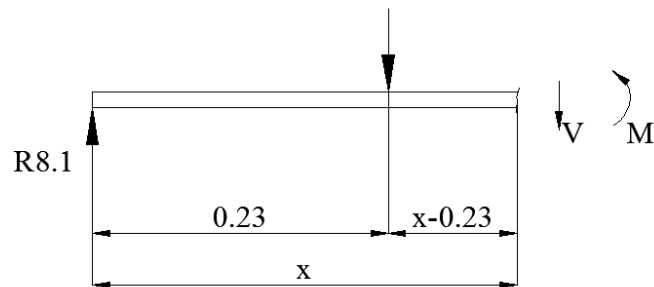
$$M-836.4x=0$$

$$v=836.4$$

$$M=836.4x$$

X	0	0.23
V	836.4	836.4
M	0	192.4

512.5



$$\sum F_v=0$$

$$\sum M=0$$

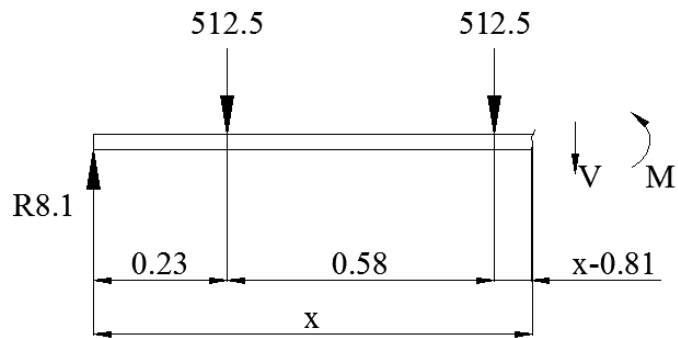
$$v+512.5-836.4=0$$

$$M+512.5(x-0.23)-836.4x=0$$

$$v=323.9$$

$$M=323.9x-117.88$$

X	0.23	0.81
V	323.9	323.9
M	192.4	380.2



$$\sum F_v = 0$$

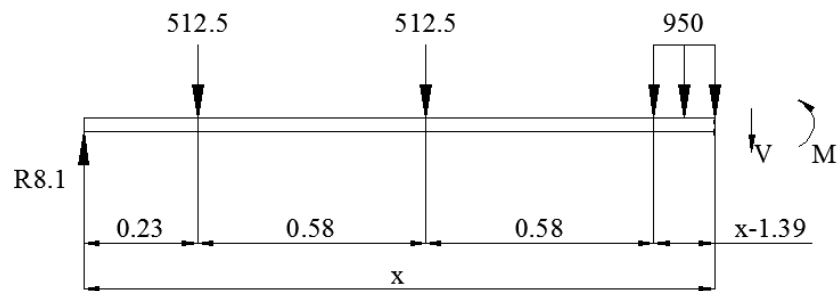
$$\sum M = 0$$

$$v + 512.5 + 512.5 - 836.4 = 0 \quad M + 512.5(x - 0.81) + 512.5(x - 0.23) - 836.4x = 0$$

$$v = -188.6$$

$$M = -188.6x + 533.01$$

X	0.81	1.39
V	-188.9	-188.9
M	380.9	270.9



$$\sum F_v = 0$$

$$v + 512.5 + 512.5 + 950(x - 1.39) - 836.4 = 0$$

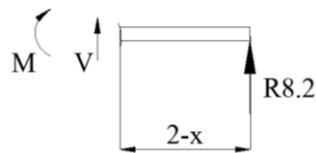
$$v = -113.6x + 295.5$$

$$\sum M = 0$$

$$M + \frac{950(x-1.39)^2}{2} + 512.5(x-0.81) + 512.5(x-0.23) - 836.4x = 0$$

$$M = -475x^2 + 1131.9x - 383.74$$

X	1.39	1.79
V	137.6	92
M	270.9	120.4



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

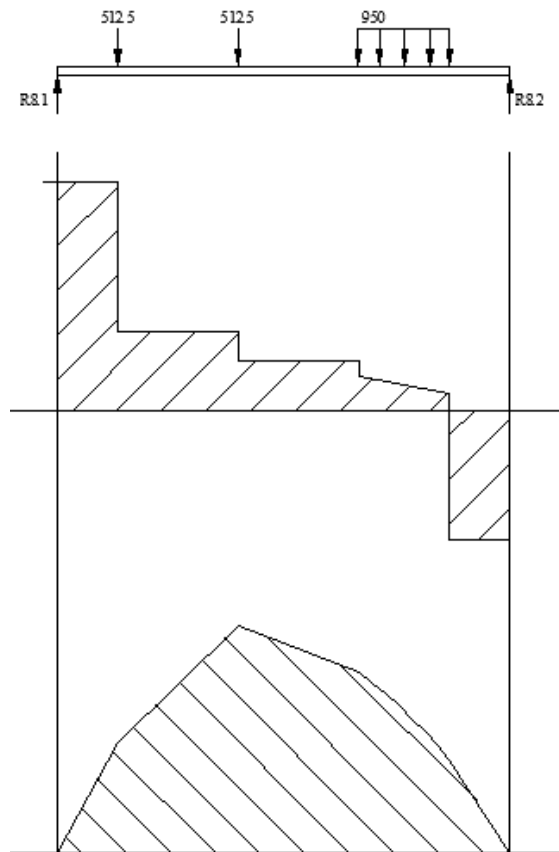
$$v + 361.9 = 0$$

$$M - 568.6(2-x) = 0$$

$$v = -361.9$$

$$M = 1137.2 - 568.6x$$

X	1.79	2
V	568.6	568.6
M	120.4	0

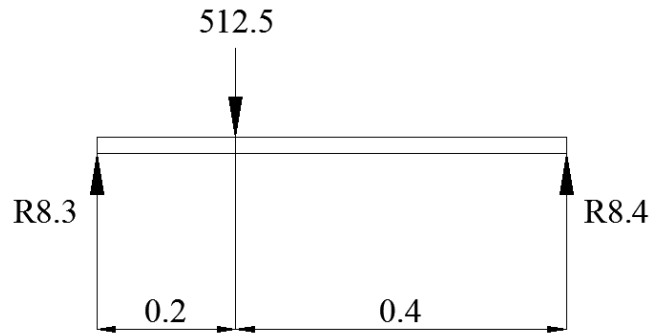


$$Z_{\text{req}} = \frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{\text{req}} = 16.65 \text{ cm}^3$$

Se escoge una UPN 80.

Para apoyar esta viga, se coloca un pequeño perfil entre los principales con el fin de soportar el motorreductor.



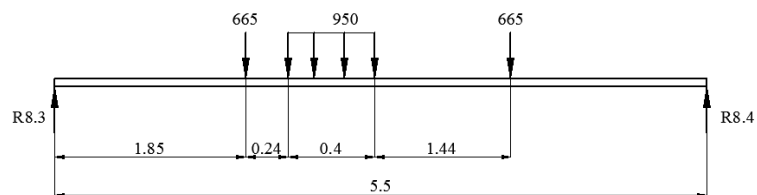
$$R_{8.3} = \frac{836.4 \cdot 0.4}{0.6} = 557.6$$

$$R_{8.4} = \frac{836.4 \cdot 0.2}{0.6} = 278.8$$

$$M_{\max} = \frac{836.4 \cdot 0.4 \cdot 0.2}{0.6} = 111.52$$

$$Z_{\text{req}} = 4.88 \text{ cm}^3$$

Por constructividad, se escoge un perfil UPN 80.



$$\sum F_v = 0$$

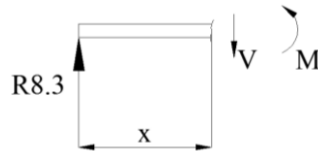
$$R_{8.3} + R_{8.4} - 560 - 560 - (950 \cdot 0.4) = 0$$

$$\sum M_{8.3} = 0$$

$$560*1.85+(950*0.4)*2.05+560*3.69-R_{8.4}*6=0$$

$$R_{8.4}=646.9 \text{ Kg}$$

$$R_{8.3}=853.1 \text{ Kg}$$



$$\sum F_v=0$$

$$\sum M=0$$

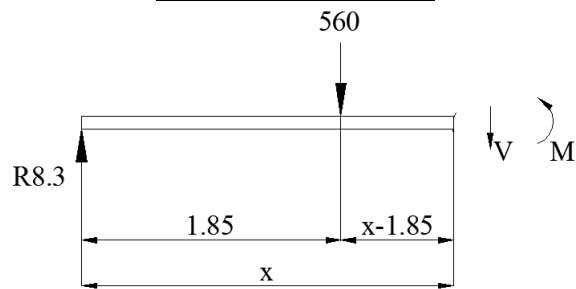
$$v-853.1=0$$

$$M-853.1x=0$$

$$v=853.1$$

$$M=853.1x$$

X	0	1.85
V	853.1	853.1
M	0	1578.2



$$\sum F_v=0$$

$$\sum M=0$$

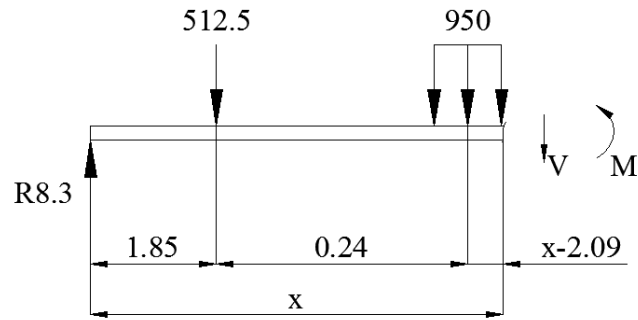
$$v+560-853.1=0$$

$$M+560(x-1.85)-853.1x=0$$

$$v=293.1$$

$$M=293.1x-1036$$

X	1.85	2.09
V	293.1	293.1
M	1578.2	1648.6



$$\sum F_v=0$$

$$v+5560+950(x-2.09)-853.1=0$$

$$v=-950x+2278.6$$

$$\sum M=0$$

$$M+\frac{950(x-2.09)^2}{2}+560(x-1.85)-853.1x=0$$

$$M=-475x^2+2278.6x-1038.8$$

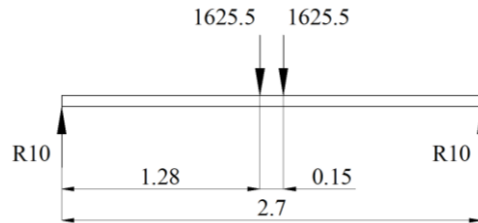
X	2.09	2.49
V	293.1	-86.9
M	1648.6	1689.9

$$M_{\max}=1693.8$$

$$Z_{req}=74.2 \text{ cm}^3$$

Se escoge el perfil UPN 160

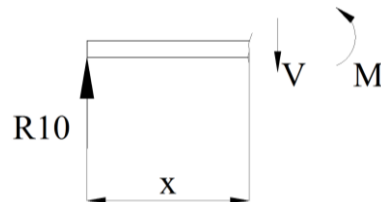
Estas vigas se apoyan en otras vigas que transmitirán la fuerza a las columnas de la estructura.



$$\sum F_v=0$$

$$2 \cdot R_{10} - 2 \cdot 1625.5 = 0$$

$$R_{10} = 1625.5 \text{ Kg}$$



$$\sum F_v=0$$

$$\sum M=0$$

$$v - 1625.5 = 0$$

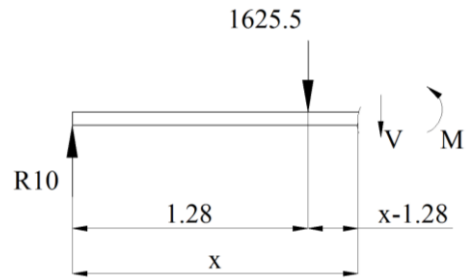
$$M - 1625x = 0$$

$$v = 1625.5$$

$$M = 1625x$$

X	0	1.28
----------	----------	-------------

V	1625.5	1625.5
M	0	2072.5



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum M = 0$$

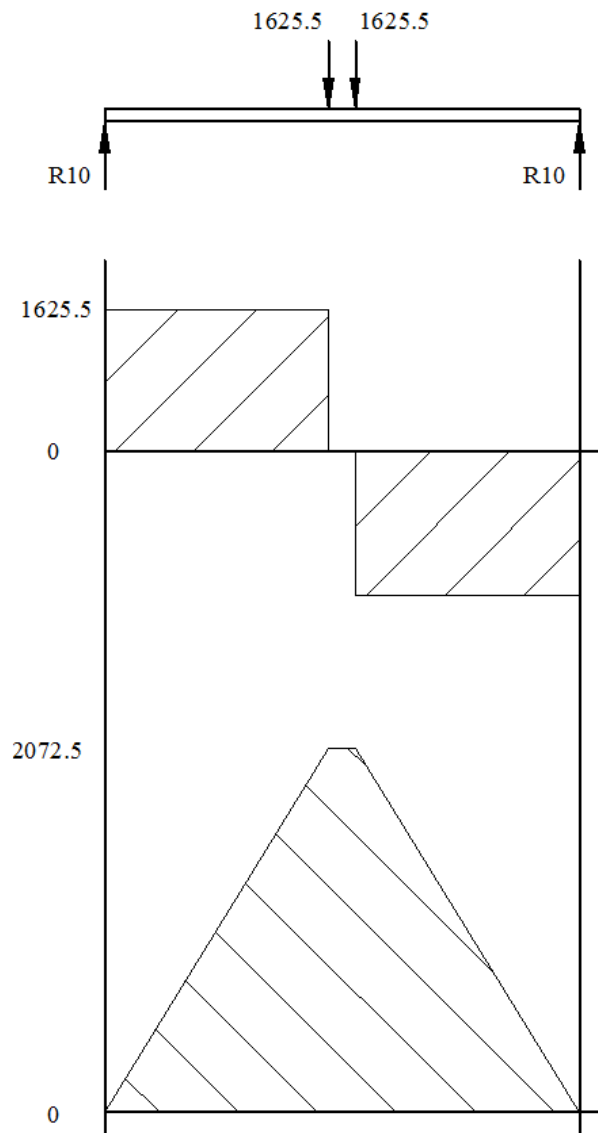
$$v + 1625.5 - 1625.5 = 0$$

$$M + 1625.5(x - 1.28) - 1625.5 = 0$$

$$v = 0$$

$$M = 2072.5$$

X	1.28	1.43
V	0	0
M	2072.5	2072.5



$$M_u = 2072.5 \text{ (Kg*m)}$$

$$Z_{\text{req}} = \frac{M_u}{\phi_t F_u}$$

$$Z_{\text{req}} = 90.76 \text{ cm}^3$$

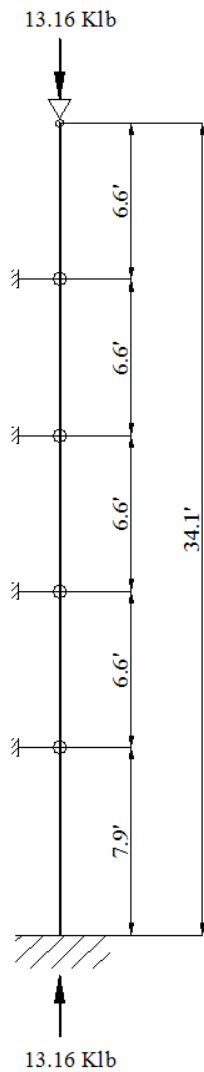
Se escoge una IPE 180, por facilidad de conexión, ver anexo No. 5.

3.2.10 Cálculo de las columnas.

La carga que cae a las columnas es la reacción de la viga anterior más la reacción de los espacio fijos a plena carga, un total de 5970 Kg en cada columna.

$$W_u = 5970 \text{ Kg} = 13.16 \text{ Kips}$$

Probando el perfil más grande de las vigas para facilitar las conexiones viga-columna en la construcción, un perfil IPE 180. La columna tiene soporte lateral en la dirección “Y” del perfil. (McCormac, 2002, pág. 151)



$$A=23.9 \text{ cm}^2=3.7\text{pulg}^2$$

$$r=\sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r_x=\sqrt{\frac{1320}{23.9}}=7.43\text{cm}=2.93 \text{ pulg}$$

$$r_y=\sqrt{\frac{101}{23.9}}=2.06\text{cm}=0.81 \text{ pulg}$$

$$\longrightarrow K_x L_x=0.8*34.1=27.28 \quad (\text{Ecuación 43})$$

$$\longrightarrow K_x L_x=1.0*6.6=6.6$$

$$K_x L_x=0.8*7.9=6.33$$

$$\left(\frac{kL}{r}\right)_x = \frac{12*27.28}{2.93}=111.72$$

$$\left(\frac{kL}{r}\right)_y = \frac{12*6.6}{0.81}=97.66$$

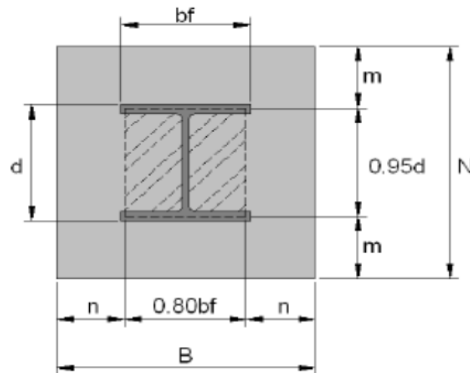
$$\phi_c F_{cr}=15.9 \text{ ksi (según el anexo)}$$

$$\phi_c F_{cr}=15.9*3.7=58.83$$

$$58.83>13.16 \text{ (OK)}$$

3.2.11 Diseño de la placa base.

La columna seleccionada es un perfil HEB 180 con una carga de 15.5 Klb.



$$bf = 7.08 \text{ pulg}$$

$$d = 7.08 \text{ pulg}$$

$$B = 15.75 \text{ pulg}$$

$$N = 15.75 \text{ pulg}$$

La columna estará soportada por una zapata estimada de concreto reforzado de 40*40 cm y con una resistencia de compresión del concreto $f_c' = 1 \text{ Klb/plg}^2$. El valor del area se calcula con la ecuación 44. (McCormac, 2002, pág. 208)

$$A_2 \text{ (Área del concreto)} = 15.75 \text{ pulg} \times 15.75 \text{ pulg}$$

$$A_2 = 248.06 \text{ pulg}^2$$

$$A_1 = \frac{P_u}{\phi_c * 0.85 * f_c' * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}} \quad \text{(Ecuación 44)}$$

El área del concreto es mayor que el área de la base, por lo tanto $\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \geq 2$.

$$A_1 = \frac{155}{0.6 * 0.85 * 1 * 2}$$

$$A_1 = 151.96 \text{ pulg}^2$$

Para optimizar las dimensiones de la placa, se aplican las ecuaciones 45, 46 y 47.
(McCormac, 2002, pág. 208)

$$\Delta = 0.5 (0.95(d) - 0.80(bf)) \quad (\text{Ecuación 45})$$

$$\Delta = 0.5 (0.95(7.08) - 0.80(7.08))$$

$$\Delta = 0.531$$

$$N = \sqrt{A_1} + \Delta \quad (\text{Ecuación 46})$$

$$N = \sqrt{151.96} + 0.531$$

$$N = 12.86 \text{ pulg.} = 326.4 \text{ mm}$$

$$B = \frac{A_1}{N} \quad (\text{Ecuación 47})$$

$$B = \frac{151.96}{12.86} = 11.8 \text{ pulg} = 299.7 \text{ mm}$$

Se utiliza plancha de 350 x 300 mm

$$F_p = 0.35 f_c' \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 0.7 f_c' \quad (\text{Ecuación 48})$$

$$F_p = 0.35(1) \sqrt{\frac{151.96}{248.06}}$$

$$F_p = 0.27 \frac{\text{Klb}}{\text{pulg}^2} \leq 0.7(1)$$

$$n = \frac{B - 0.80bf}{2} \quad (\text{Ecuación 49})$$

$$n = \frac{11.8 - 0.80(7.08)}{2}$$

$$n = 3.07 \text{ pulg}$$

$$t_p = n \sqrt{\frac{F_p}{0.25 F_y}} \quad (\text{Ecuación 50})$$

$$t_p = 3.07 \sqrt{\frac{0.27}{0.25(36)}} = 0.53 \text{ pulg.}$$

$$t_p = 0.53 \text{ pulg} = 13.1 \text{ mm (Se usa plancha de 12.7 mm)}$$

3.2.12 Diseño de los pernos de anclaje.

Para el diseño de los pernos de anclaje se considera el caso crítico con lo cual son elementos sometidos a tracción; para lo cual se debe calcular el diámetro del perno. En columnas de estructuras importantes lo deseable es tener 4 pernos en total para empotramiento de columnas, aumentando hasta 6 en casos especiales.

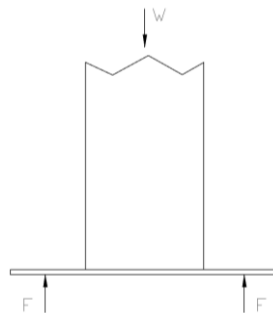


Fig. No. 3.8 Diagrama de fuerzas para pernos de anclaje

Fuente: Los Autores

3.2.13 Cálculo de la carga de tensión admisible en el perno

La carga de tensión del perno se calcula con la ecuación 51. (Design, págs. 18-25)

$$T = A_{\text{perno}} * F_t \quad (\text{Ecuación 51})$$

Donde:

A_{perno} = Area del perno

F_t = esfuerzo permisible tensión; $F_t = 0,33F_u$ ($F_u = 58 \text{ klb} = 26,31 \text{ kgf}$, para A36)

$$T = \frac{\pi(\phi_p)^2}{4} * 0,33 * F_u \qquad T = \frac{\pi(1 \text{ plg})^2}{4} * 0,33 * 58 \frac{\text{kgf}}{\text{plg}^2}$$

$$T = 15,03 \text{ klb}$$

3.2.14 Cálculo de la longitud del perno

El perno de anclaje se lo dimensiona utilizando

3.2.14.1.1 Dimensión de la longitud del gancho requerido (Lh)

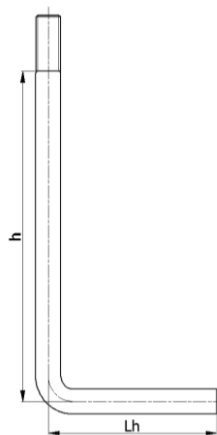


Fig. No. 3.9 Perno de Anclaje

Fuente: Los Autores

$$L_h = \frac{1,7 T}{1,4 * f_c * d} \quad \text{(Ecuación 52)}$$

Donde

f_c = Resistencia de compresión del hormigón estructural: $f_c = 1$ Ksi

d = diámetro de los pernos de anclaje, $d = 1$ plg

$$L_h = \frac{1,7 * 15,03 \text{ klf}}{1,4 * 3 \frac{\text{klb}}{\text{plg}^2} * 1 \text{ plg}}$$

$$L_h = 6,1 \text{ plg}$$

La AISC recomienda, que para acero A36 la longitud mínima del perno en el concreto (h) debe ser:

$$h = 12 d$$

$$h = 12 (1 \text{ plg})$$

$$h = 12 \text{ plg}$$

3.2.15 Cálculo de uniones empernadas

La estructura es unida mediante uniones empernadas que se calculan de la siguiente manera con los datos previamente ya obtenidos de fuerzas en cortante y en tracción las cuales se encuentran en la parte de diseño de la estructura.

3.2.15.1 Cálculo de unión de viga-columna en sentido Y

Tomando en cuenta el análisis de la estructura se ha podido determinar la fuerza

cortante.

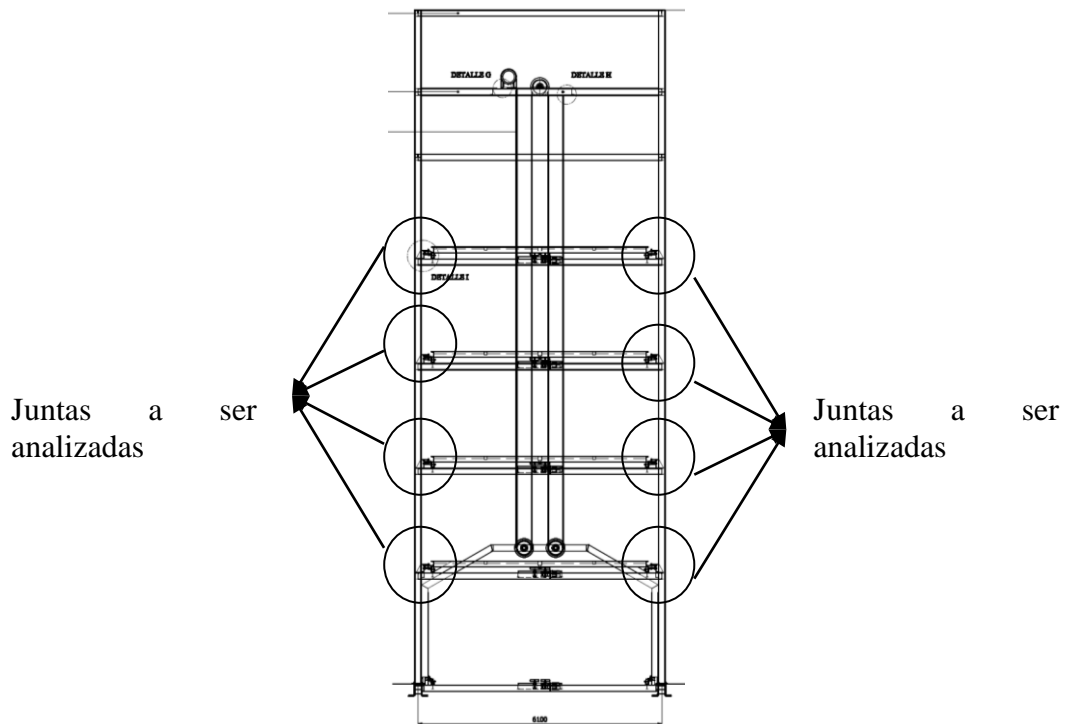
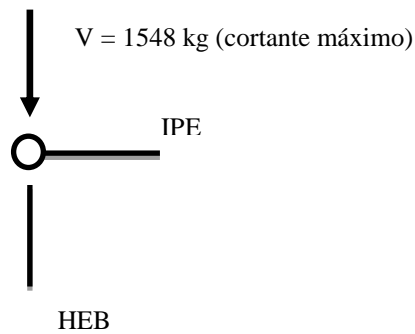


Fig. No. 3.10 Uniones o juntas empernadas

Fuente: Los Autores

Se realiza el siguiente diagrama de cuerpo libre para realizar el diseño de pernos al cortante máximo.



Se utilizara la siguiente ecuación

$$R_n = \phi F_{nv} A_b \quad \text{Con } \phi_t = 0.75 \text{ (caso LRFD)} \quad \text{(Ecuación)}$$

16)

Se tomará en cuenta el uso de un perno $\frac{3}{4}$ " o de M20 para el fin de cálculo considerando que pernos estructurales o de alta resistencia son mayores o iguales a M16 para utilizar la normativa de la AISC se considerará que los pernos son A325 por lo tanto.

$$R_n = 0.75 * F_{nv} A_b$$

Propiedades del acero (ASTM A36)

Tensión de fluencia (kg/cm^2) : $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

Tensión de rotura (kg/cm^2) : $F_u = 4080 \text{ kg/cm}^2$

a) Cargas de diseño

Cargas de diseño obtenidas por análisis estructural

$V = 1548 \text{ kg}$ (LRFD)

b) Número mínimo de pernos por carga de diseño

De acuerdo a AISC2005 / Tabla J3.2

$F_{nv} = 336 \text{ kg/cm}^2$, perno A325

Área del perno ($d_p = \frac{3}{4}$ "): $A_b = 0.25 \cdot \pi \cdot (1.91^2) = 2.86 \text{ cm}^2$

$$R_n = 0.75 * 336 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 2.86 \text{ cm}^2$$

$R_n=720.72$ kg Resistencia de un perno

Por lo tanto:

$$N = \frac{V}{R_n} \quad (\text{Ecuación 57})$$

$$N = \frac{1548}{720.72}$$

$$N = 2.14$$

Por lo cual el total de pernos en cada unión son de 4 pernos por seguridad y por carga se a conciderado colocar 6 pernos.

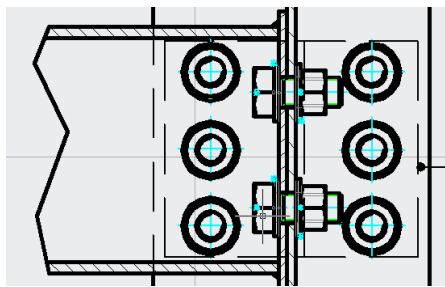


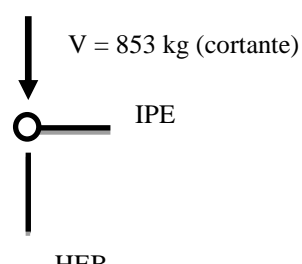
Fig. No. 3.11 Detalle de junta de viga

Fuente: Los Autores

3.2.15.2 Cálculo de unión de viga-columna en sentido X

Tomando en cuenta el análisis de la estructura se a podido determinar la fuerza cortante.

Se realiza el siguiente diagrama de cuerpo libre para realizar el diseño de pernos al cortante máximo.



Se utilizara la siguiente ecuación

$$R_n = \phi F_{nv} A_b \quad \text{Con } \phi_t = 0.75 \text{ (caso LRFD)}$$

(Ecuación

17)

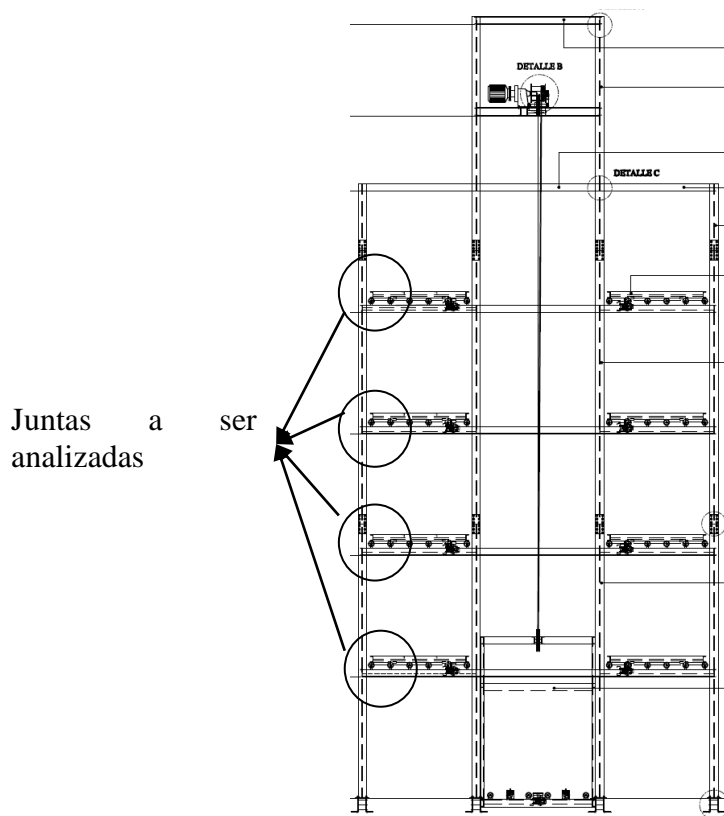


Fig. No. 3.12 Uniones o juntas emperradas

Fuente: Los Autores

Estas expresiones anteriores son sacados de la (AISC, 2005, págs. 16-415)

Donde:

$$R_n = 0.75 * F_{nv} A_b$$

Propiedades del acero (ASTM A36)

Tensión de fluencia (kg/cm²) : $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

Tensión de rotura (kg/cm²) : $F_u = 4080 \text{ kg/cm}^2$

a) Cargas de diseño

Cargas de diseño obtenidas por análisis estructural

$$V = 853 \text{ kg}$$

b) Número mínimo de pernos por carga de diseño

De acuerdo a AISC2005 / Tabla J3.2

$F_{nt} = 336 \text{ kg/cm}^2$, perno A325

Área del perno ($d_p = 3/4''$): $A_b = 0.25 \cdot \pi \cdot (1.91^2) = 2.86 \text{ cm}^2$

$$R_n = 0.75 * 336 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 2.86 \text{ cm}^2$$

$R_n = 720.72 \text{ kg}$ Resistencia de un perno

Por lo tanto:

$$N = \frac{V}{R_n}$$

(Ecuación 57)

$$N = \frac{853}{720.72}$$

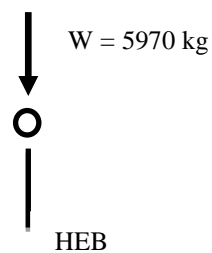
$$N = 1.18$$

Por constructibilidad es preferible colocar 4 pernos para que no exista torsión en la viga.

3.2.15.3 Cálculo de unión de columna-columna

Tomando en cuenta el análisis de la estructura se ha podido determinar la fuerza cortante.

Se realiza el siguiente diagrama de cuerpo libre para realizar el diseño de pernos al cortante máximo.



Se utilizara la siguiente ecuación

$$R_n = \phi F_{nt} A_b \quad \text{Con } \phi_t = 0.75 \text{ (caso LRFD)} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

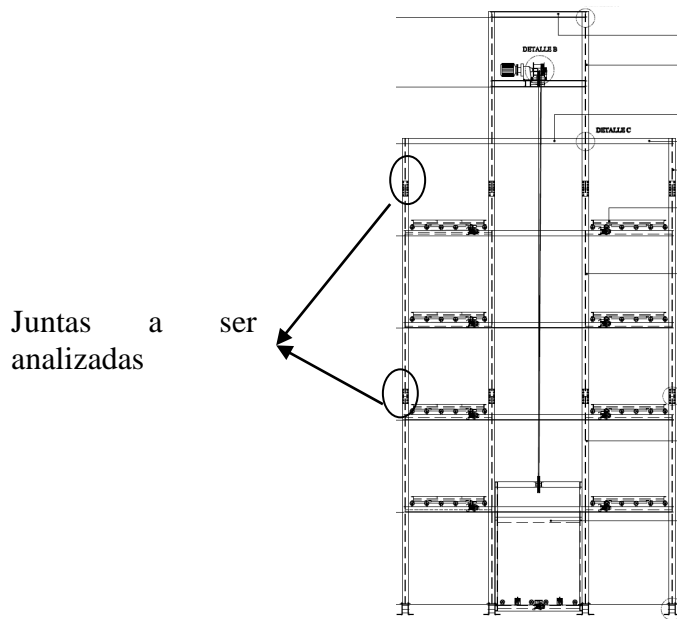


Fig. No. 3.13 Uniones o juntas empernadas

Fuente: Los Autores

Estas expresiones anteriores son sacados de la (AISC, 2005, págs. 16-415)

Donde:

$$R_n = 0.75 * F_{nt} A_b$$

a) Cargas de diseño

Cargas de diseño obtenidas por análisis estructural

$$W = 5970 \text{ kg (LRFD)}$$

b) Número mínimo de pernos por carga de diseño

De acuerdo a AISC2005 / Tabla J3.2

$$F_{nt} = 632 \text{ kg/cm}^2, \text{ perno A325}$$

Área del perno ($d_p = 3/4''$): $A_b = 0.25 \cdot \pi \cdot (1.91^2) = 2.86 \text{ cm}^2$

$$R_n = 0.75 \cdot 632 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 2.86 \text{ cm}^2$$

$R_n = 360.36 \text{ kg}$ Resistencia de un perno

Por lo tanto:

$$N = \frac{V}{R_n} \quad (\text{Ecuación 57})$$

$$N = \frac{5970}{1355}$$

$$N = 4.405$$

Por constructibilidad es preferible colocar 6 pernos en cada parte de la HEB para que no exista un sobre esfuerzo

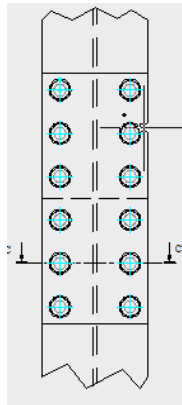


Fig. No. 3.14 Juntas de Columna

Fuente: Los Autores

3.2.16 Cálculo de soldadura

Los elementos que conforman la cabina, son unidos mediante soldadura que se

calcula con los siguientes datos:

Espesor de la plancha = 9/32 pulg

Filetes = 1/4 pulg

Electrodo = E 6011

Resistencia a la tracción del material de aporte = 60000 lb/pulg²

Carga de tensión = 2.26 Klb

Factor de diseño 3

El tamaño de la soldadura se calcula con la ecuación 53. (McCormac, 2002, p. 456)

$$dl = T_{alma} \cdot \frac{1}{16} \quad (\text{Ecuación 53})$$

$$dl = \frac{9}{32} \cdot \frac{1}{16}$$

$$dl = \frac{7}{32}$$

En consecuencia y siguiendo los valores dados en la tabla del anexo 4, el filete de soldadura debe ser de 1/4 pulg.

El espesor de la garganta efectiva (t_e) se calcula con la ecuación 54. (McCormac, 2002, p. 456)

$$t_e = 0.707 \cdot dl \quad (\text{Ecuación 54})$$

$$t_e = 0.707 \cdot \frac{1}{4}$$

$$t_e = 0.18 \text{ pulg}$$

La capacidad de resistencia de la soldadura por pulgada se calcula con la ecuación 55. (McCormac, 2002, p. 456)

$$\text{Cap} = t_e * F_v \quad (\text{Ecuación 55})$$

Donde:

t_e = espesor de garganta efectiva

F_v = esfuerzo cortante de la soldadura. (0.3*60000 lb/pulg²)

$$\text{Cap} = 0.18 * 18 \text{ klb/pulg}^2$$

$$\text{Cap} = 3.24 \text{ klb/pulg}^2$$

Para finalizar, el cálculo de la longitud de soldadura se calcula con la ecuación 56.

$$L = \frac{P}{\text{Cap}} \quad (\text{Ecuación 56})$$

$$L = \frac{2.26}{3.24}$$

$$L = 0.7 \text{ pulg} = 17.7 \text{ mm}$$

3.2.17 Diseño sísmico

3.2.17.1 Procedimiento de cálculo de fuerzas sísmica estáticamente

La carga sísmica W será representada así, según (NEC, 2011, págs. 2-51) en casos de estructuras como bodegas en el cual se encuentra dicha estructura W se calculará como la carga muerta más un 50% de la carga viva del piso.

Por lo tanto se utilizará la siguiente fórmula.

$$V = \frac{I * S_a}{R * \phi_P * \phi_E} * W$$

I : Factor de importancia

W : Carga reactiva definida

S_a : Aceleración al espectro elástico para el diseño

R : Factor de reducción

$\phi_P * \phi_E$: Factor de configuración estructural en planta

Se ven el tipo de uso, destino e importancia de la estructura encontrado en el (NEC, 2011, págs. 2-41)

Donde

$$I = 1.0;$$

Dónde:

$$W = D + 0.5 * L$$

D : Carga Muerta.

L : Carga Viva.

$$W = 8640 + 0.5 * 2200$$

$$W = 9740 \text{ kg}$$

Por la tabla 3.13

$$\phi_P, \phi_E = 1$$

Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada (NEC, 2011, págs. 2-11)

Puesto que la estructura es desarmable y transportable se ha diseñado con un $Z = 0.4$ alto según el NEC 2011 para evitar cualquier riesgo sísmico resistente.

Período

$$T = ct h_n^\alpha$$

Donde:

$$h_n^\alpha = 12 \text{ m}$$

$$ct = 0.075$$

$$\alpha = 0.8$$

Reemplazando:

$$T = 0.075 * 12^{0.8}$$

$$T = 0.52 \text{ seg} < 2.5$$

$k = 0.75 + 0.5 * T \rightarrow k = 1.01$ se deduce que es una zona periódica corta con un Fa.

Clasificación de perfiles de suelo (NEC, 2011, págs. 2-36)

Según el tipo de zona sísmica y puesto que el período es bajo por su altura se deduce

que la estructura va a ser colocada sobre un suelo de onda corta de cortante en clasificación D según la tabla anterior.

Tipo de suelo y Factor de sitios F_a (zona periódica corta) (NEC, 2011, págs. 2-46)

Con la zona de clase D se encuentra el factor $F_a = 1.2$

Factor de reducción R (NEC, 2011, págs. 2-58)

Por lo analizado anteriormente

$$R=6$$

Por lo cual el cual el cortante basal total diseñado está expuesto en:

$$V = \frac{I * S_a}{R * \phi_P * \phi_E} * W$$

$$V = \frac{I * (F_a * Z)}{R * \phi_P * \phi_E} * W$$

$$V = \frac{1 * (1.2 * 0.4)}{6 * 1 * 1} * 9740 \text{ kg}$$

$$V = 779.2 \text{ kg}$$

Este valor es el cortante máximo a nivel del suelo.

3.2.18 Comprobación de resultados con el programa Sap-2000 v15.0

Una vez realizado el diseño en base a las formulaciones de normativa, es necesario el comprobar por medio de un programa de elementos finitos la estabilidad estructural, así como el comportamiento estructural de cada uno de los elementos principales de

la estructura.

En éste caso se ha utilizado el programa Sap-2000 v15.0, el mismo que a continuación se detalla en su utilización.

3.2.18.1 Datos de entrada del programa en pre-simulación

La simulación de la estructura por medio del programa se basa en dos fase una pre simulación y de post simulación, las mismas que enmarcan lo necesario para que se den los resultados adecuados de estabilidad, por consiguiente el detalle de pre simulación.

3.2.18.1.1 Información del proyecto

Todo proyecto debe estar previsto de información básica que dé a entender el objetivo y los involucrados al proyecto.

Item	Data
Company Name	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Client Name	INGENIERÍA MECÁNICA
Project Name	DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN PARQUEADERO VERTICAL
Project Number	10.0252/0764.01
Model Name	DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN PARQUEADERO VERTICAL
Model Description	DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN PARQUEADERO VERTICAL
Revision Number	000
Frame Type	ALMA LLENA-MARCO APORTICADO
Engineer	SANTIAGO ALVAREZ Y NERIO LOAIZA
Checker	ING.OLGER PEREZ MSC
Supervisor	ING.WILLIAM DÍAZ MSC
Issue Code	NEC-11
Design Code	AISC-LRFD-99

TABLA 3.2 Project Information

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.2 Datos del programa de análisis, unidades y norma de diseño

Lo primero que se debe definir una vez inicia el programa de análisis estructural es el sistema de unidades, así como la normativa de diseño por la que se evaluará la respuesta estructural de los elementos.

ProgramName	Version	ProgLevel	CurrUnits	SteelCode
SAP2000	15.0.0	Ultimate	Kgf, m, C	AISC-LRFD99

TABLA 3.3 Program Control

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.3 Grado de libertad de la estructura

Toda estructura se concibe a través de su grado de libertad en las que existen aporticadas rígidas o armaduras liberadas de momento, en este caso se entenderá que se maneja un sistema con restricciones dando de desplazamiento y rotación de los puntos de conectividad.

UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

TABLA 3.4 Active Degrees of Freedom

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.4 Propiedades químicas del material de diseño

Una vez definidos los datos conceptuales de diseño, es importante el definir el material específico a ser tomado para el análisis.

Material	Type	SymType	Color
A36	Steel	Isotropic	Blue

TABLA 3.5 Material Properties 01 - General

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.5 Propiedades físicas del material de diseño

Ya con el material definido es importante el reconocer sus propiedades físicas a ser utilizadas para el cálculo de carga muerta de la estructura, así como el módulo de Young o elasticidad del material.

Material	UnitWeight Kgf/m3	UnitMass Kgf-s2/m4	E1 Kgf/m2	G12 Kgf/m2
A36	7.8490E+03	8.0038E+02	2.039E+10	7841930445

TABLA 3.6 Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.6 Propiedades mecánicas del material de diseño

A la vez se reconocen las propiedades mecánicas de alta importancia en el análisis estructural como lo son el esfuerzo mínimo de fluencia y de ruptura.

	Fy Kgf/m2	Fu Kgf/m2	EffFy Kgf/m2	EffFu Kgf/m2
A36	25310506.54	40778038.32	37965759.81	44855842.15

TABLA 3.7 Material Properties 03a - Steel Data

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.7 Propiedades de las secciones aplicadas al diseño

Ya definido el material, se definen las secciones a ser evaluadas como estables en la estructura para realizar las comprobaciones de resistencia y esbeltez necesarias.

Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength m	TotalWeight Kgf
IPE100	Frame	32	80.00000	646.76
IPE160	Frame	46	187.00000	2950.22
IPE180	Frame	2	5.40000	101.30
UPN180	Frame	2	12.00000	263.35
HE180B	Frame	40	99.76000	5113.13

TABLA 3.8 Material List 2 - By Section Property

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.8 Patrones de carga de diseño

Ya con la geometría y secciones definidas se debe definir lo correspondiente a las cargas externas a ser evaluadas por los elementos estructurales, así se definen los diferentes patrones en relación a su concepción natural y su manera de analizar, en este caso el peso propio será evaluado directamente por el programa y el sismo de igual manera en base a los coeficientes de zonificación sísmica.

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad
D	DEAD	1.000000	
L	LIVE	0.000000	
Ex	QUAKE	0.000000	USER COEFF
Ey	QUAKE	0.000000	USER COEFF

TABLA 3.9 Load Pattern Definitions

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.9 Patrón automático de carga de sismo

Ya definido el patrón general de carga de sismo es necesario el reconocer los valores propios de la estructura en base a su cortante basal por lo que se ha ingresado de acuerdo a lo calculado en la tesis presente en 3.2.16.

LoadPat	Dir	PercentEcc	C	K	WeightUsed Kgf	BaseShear Kgf
Ex	X	0.050000	0.080000	1.010000	9074.76	725.98
Ey	Y	0.050000	0.080000	1.010000	9074.76	725.98

TABLA 3.10 Auto Seismic - User Coefficient

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.10 Casos de Carga

Una vez definidos los patrones se debe indicar al programa su naturaleza de análisis la misma que será lineal estática de acuerdo a la importancia de la estructura y la necesidad.

Case	Type	RunCase
D	LinStatic	Yes
L	LinStatic	Yes
Ex	LinStatic	Yes
Ey	LinStatic	Yes

TABLA 3.11 Load Case Definitions

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.11 Factor de casos de carga

Definidos los casos de carga a estos se le debe dar un factor que evalúe lo incluido o incertidumbre de los mismos que serán tomados en cuenta automáticamente por lo que se ha considerado un valor al 10% más para tomar en consideración los elementos no estructurales como pernos, placas, soldadura, entre otros.

Case	LoadType	LoadSF
D	Load pattern	1.100000
L	Load pattern	1.000000
Ex	Load pattern	1.000000
Ey	Load pattern	1.000000

TABLA 3.12 Case - Static 1 - Load Assignments

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.12 Combinaciones de cargas

Definido los patrones y casos la norma de diseño estipula ciertas combinaciones de carga para evaluar los peores escenarios a estar expuesta la estructura.

ComboName	CaseType	CaseName	ScaleFactor
COMB1	Linear Static	D	1.400000
COMB2	Linear Static	D	1.200000
COMB2	Linear Static	L	1.600000
COMB3	Linear Static	D	1.200000
COMB3	Linear Static	L	1.000000
COMB3	Linear Static	Ex	1.000000
COMB4	Linear Static	D	1.200000
COMB4	Linear Static	L	1.000000

ComboName	CaseType	CaseName	ScaleFactor
COMB4	Linear Static	Ey	1.000000

TABLA 3.13 Combination Definitions

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.13 Cargas puntuales aplicadas sobre vigas

Denotados todos los principios de carga se debe asignar los no evaluados automáticamente, en este caso las cargas a estar expuestas las vigas del tren motor elevador.

	LoadPat	Dir	Force Kgf
157	L	Gravity	665.00
157	L	Gravity	665.00
157	L	Gravity	380.00
158	L	Gravity	668.00
158	L	Gravity	668.00

TABLA 3.14 Frame Loads - Point

Fuente: SAP 2000

3.2.18.1.14 Cargas linealmente distribuidas

A la vez lo concerniente a la carga viva estar expuesta por el ancho cooperante en cada uno de las vigas de soporte de evaluación primaria de la estructura.

Frame	LoadPat	Dir	FOverLA Kgf/m
120	L	Gravity	220.00
121	L	Gravity	220.00
123	L	Gravity	220.00
124	L	Gravity	220.00
125	L	Gravity	220.00
126	L	Gravity	220.00
127	L	Gravity	220.00
128	L	Gravity	220.00
129	L	Gravity	220.00
130	L	Gravity	220.00
131	L	Gravity	220.00
132	L	Gravity	220.00
133	L	Gravity	220.00

Frame	LoadPat	Dir	FOverLA Kgf/m
134	L	Gravity	220.00
135	L	Gravity	220.00
136	L	Gravity	220.00
137	L	Gravity	220.00
138	L	Gravity	220.00
139	L	Gravity	220.00
140	L	Gravity	220.00
141	L	Gravity	220.00
142	L	Gravity	220.00
143	L	Gravity	220.00
144	L	Gravity	220.00
145	L	Gravity	220.00
146	L	Gravity	220.00
147	L	Gravity	220.00
148	L	Gravity	220.00
149	L	Gravity	220.00
150	L	Gravity	220.00
151	L	Gravity	220.00
152	L	Gravity	220.00

TABLA 3.15 Frame Loads - Distributed

Fuente: SAP 2000

3.2.18.2 Datos de salida del programa post-simulación

Ingresados todos los datos necesarios para que el programa pueda evaluar el modelo matemático se producen ciertos resultados para que el usuario pueda evaluar la respuesta estructura en base a la ecuación de interacción de diseño estructural, que combina los diferentes esfuerzos de la estructura en base a los requerimientos de carga.

3.2.18.2.1 Sumario global de Diseño

El presente detalle enmarca el status de respuesta estructural además de sus radios de trabajo, como los diferentes errores a suscitarse por esbeltez u otros.

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	ErrMsg	WarnMsg
1	HE180B	Column	No Messages	0.228151	No Messages	No Messages
12	IPE160	Beam	No Messages	0.383129	No Messages	No Messages
13	IPE160	Beam	No Messages	0.383049	No Messages	No Messages

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	ErrMsg	WarnMsg
14	IPE160	Beam	No Messages	0.383048	No Messages	No Messages
15	IPE160	Beam	No Messages	0.383128	No Messages	No Messages
16	IPE160	Beam	No Messages	0.087196	No Messages	No Messages
17	IPE160	Beam	No Messages	0.072412	No Messages	No Messages
18	IPE160	Beam	No Messages	0.095581	No Messages	No Messages
19	IPE160	Beam	No Messages	0.087174	No Messages	No Messages
20	IPE160	Beam	No Messages	0.072402	No Messages	No Messages
21	IPE160	Beam	No Messages	0.095609	No Messages	No Messages
22	IPE160	Beam	No Messages	0.382401	No Messages	No Messages
23	IPE160	Beam	No Messages	0.381258	No Messages	No Messages
24	IPE160	Beam	No Messages	0.381259	No Messages	No Messages
25	IPE160	Beam	No Messages	0.382401	No Messages	No Messages
26	IPE160	Beam	No Messages	0.057559	No Messages	No Messages
27	IPE160	Beam	No Messages	0.053681	No Messages	No Messages
28	IPE160	Beam	No Messages	0.065213	No Messages	No Messages
29	IPE160	Beam	No Messages	0.057507	No Messages	No Messages
30	IPE160	Beam	No Messages	0.053664	No Messages	No Messages
31	IPE160	Beam	No Messages	0.065271	No Messages	No Messages
32	IPE160	Beam	No Messages	0.382522	No Messages	No Messages
33	IPE160	Beam	No Messages	0.380264	No Messages	No Messages
34	IPE160	Beam	No Messages	0.380260	No Messages	No Messages
35	IPE160	Beam	No Messages	0.382524	No Messages	No Messages
36	IPE160	Beam	No Messages	0.044967	No Messages	No Messages
37	IPE160	Beam	No Messages	0.041365	No Messages	No Messages
38	IPE160	Beam	No Messages	0.054387	No Messages	No Messages
39	IPE160	Beam	No Messages	0.044940	No Messages	No Messages
40	IPE160	Beam	No Messages	0.041312	No Messages	No Messages
41	IPE160	Beam	No Messages	0.054483	No Messages	No Messages
42	IPE160	Beam	No Messages	0.394065	No Messages	No Messages
43	IPE160	Beam	No Messages	0.380218	No Messages	No Messages
44	IPE160	Beam	No Messages	0.380211	No Messages	No Messages
45	IPE160	Beam	No Messages	0.394070	No Messages	No Messages
46	IPE160	Beam	No Messages	0.033738	No Messages	No Messages
47	IPE160	Beam	No Messages	0.039345	No Messages	No Messages
48	IPE160	Beam	No Messages	0.041608	No Messages	No Messages
49	IPE160	Beam	No Messages	0.034191	No Messages	No Messages
50	IPE160	Beam	No Messages	0.039471	No Messages	No Messages
51	IPE160	Beam	No Messages	0.041812	No Messages	No Messages
53	IPE160	Beam	No Messages	0.107745	No Messages	No Messages
54	IPE160	Beam	No Messages	0.107676	No Messages	No Messages
57	IPE180	Beam	No Messages	0.264174	No Messages	No Messages
60	IPE180	Beam	No Messages	0.276541	No Messages	No Messages
63	IPE160	Beam	No Messages	0.063124	No Messages	No Messages
64	IPE160	Beam	No Messages	0.063583	No Messages	No Messages
67	IPE160	Beam	No Messages	0.028554	No Messages	No Messages
70	IPE160	Beam	No Messages	0.028965	No Messages	No Messages
72	HE180B	Column	No Messages	0.228191	No Messages	No Messages
73	HE180B	Column	No Messages	0.228269	No Messages	No Messages
74	HE180B	Column	No Messages	0.310797	No Messages	No Messages
75	HE180B	Column	No Messages	0.312771	No Messages	No Messages
76	HE180B	Column	No Messages	0.299526	No Messages	No Messages
77	HE180B	Column	No Messages	0.302099	No Messages	No Messages
79	HE180B	Column	No Messages	0.228237	No Messages	No Messages
80	HE180B	Column	No Messages	0.087560	No Messages	No Messages
81	HE180B	Column	No Messages	0.087593	No Messages	No Messages
82	HE180B	Column	No Messages	0.105654	No Messages	No Messages

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	ErrMsg	WarnMsg
83	HE180B	Column	No Messages	0.106141	No Messages	No Messages
84	HE180B	Column	No Messages	0.103020	No Messages	No Messages
85	HE180B	Column	No Messages	0.103650	No Messages	No Messages
86	HE180B	Column	No Messages	0.087499	No Messages	No Messages
87	HE180B	Column	No Messages	0.087537	No Messages	No Messages
88	HE180B	Column	No Messages	0.063582	No Messages	No Messages
89	HE180B	Column	No Messages	0.063611	No Messages	No Messages
90	HE180B	Column	No Messages	0.084293	No Messages	No Messages
91	HE180B	Column	No Messages	0.084860	No Messages	No Messages
92	HE180B	Column	No Messages	0.081818	No Messages	No Messages
93	HE180B	Column	No Messages	0.082514	No Messages	No Messages
94	HE180B	Column	No Messages	0.063460	No Messages	No Messages
95	HE180B	Column	No Messages	0.063498	No Messages	No Messages
96	HE180B	Column	No Messages	0.093912	No Messages	No Messages
97	HE180B	Column	No Messages	0.094096	No Messages	No Messages
98	HE180B	Column	No Messages	0.082140	No Messages	No Messages
99	HE180B	Column	No Messages	0.083050	No Messages	No Messages
100	HE180B	Column	No Messages	0.079790	No Messages	No Messages
101	HE180B	Column	No Messages	0.080813	No Messages	No Messages
102	HE180B	Column	No Messages	0.094240	No Messages	No Messages
103	HE180B	Column	No Messages	0.094407	No Messages	No Messages
106	HE180B	Column	No Messages	0.093396	No Messages	No Messages
107	HE180B	Column	No Messages	0.096502	No Messages	No Messages
108	HE180B	Column	No Messages	0.087137	No Messages	No Messages
109	HE180B	Column	No Messages	0.090600	No Messages	No Messages
114	HE180B	Column	No Messages	0.069555	No Messages	No Messages
115	HE180B	Column	No Messages	0.072144	No Messages	No Messages
116	HE180B	Column	No Messages	0.066083	No Messages	No Messages
117	HE180B	Column	No Messages	0.068872	No Messages	No Messages
120	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
121	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
123	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
124	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
125	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
126	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
127	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
128	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
129	IPE100	Beam	No Messages	0.388545	No Messages	No Messages
130	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
131	IPE100	Beam	No Messages	0.388545	No Messages	No Messages
132	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
133	IPE100	Beam	No Messages	0.388545	No Messages	No Messages
134	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
135	IPE100	Beam	No Messages	0.388546	No Messages	No Messages
136	IPE100	Beam	No Messages	0.388536	No Messages	No Messages
137	IPE100	Beam	No Messages	0.388540	No Messages	No Messages
138	IPE100	Beam	No Messages	0.388538	No Messages	No Messages
139	IPE100	Beam	No Messages	0.388541	No Messages	No Messages
140	IPE100	Beam	No Messages	0.388538	No Messages	No Messages
141	IPE100	Beam	No Messages	0.388542	No Messages	No Messages
142	IPE100	Beam	No Messages	0.388538	No Messages	No Messages
143	IPE100	Beam	No Messages	0.388542	No Messages	No Messages
144	IPE100	Beam	No Messages	0.388539	No Messages	No Messages
145	IPE100	Beam	No Messages	0.388651	No Messages	No Messages
146	IPE100	Beam	No Messages	0.388537	No Messages	No Messages
147	IPE100	Beam	No Messages	0.388654	No Messages	No Messages

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	ErrMsg	WarnMsg
148	IPE100	Beam	No Messages	0.388537	No Messages	No Messages
149	IPE100	Beam	No Messages	0.388660	No Messages	No Messages
150	IPE100	Beam	No Messages	0.388537	No Messages	No Messages
151	IPE100	Beam	No Messages	0.388667	No Messages	No Messages
152	IPE100	Beam	No Messages	0.388538	No Messages	No Messages
157	UPN180	Beam	No Messages	0.852205	No Messages	No Messages
158	UPN180	Beam	No Messages	0.629550	No Messages	No Messages

TABLA 3.16 Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD99

Fuente: SAP 2000

3.2.18.2.2 Reacciones global puntuales de la base de la estructura

Ya con el sumario de estabilidad es necesario el entender lo correspondiente a la entrega de cargas en los apoyos tanto globales como puntuales

OutputCase	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-m	GlobalMY Kgf-m	GlobalMZ Kgf-m
COMB1	-5.627E-14	-4.029E-13	13975.13	41925.40	-53766.06	-4.424E-12
COMB2	3.547E-12	-3.483E-12	45012.28	135354.36	-172625.99	-5.683E-11
COMB3	-725.98	-2.182E-12	32624.68	98072.49	-131905.27	2177.94
COMB4	-1.359E-12	-725.98	32624.68	104804.58	-125173.19	-2790.98

TABLA 3.17 Base Reactions

Fuente: SAP 2000

Joint	OutputCase	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf
1	COMB1	-1.41	13.47	1384.38
1	COMB2	-1.38	117.79	4742.35
1	COMB3	-81.04	77.95	3859.29
1	COMB4	-1.23	-8.62	3183.60
3	COMB1	1.41	13.47	1384.39
3	COMB2	1.45	117.79	4742.46
3	COMB3	-78.36	77.95	2958.68
3	COMB4	1.40	-8.91	3183.54
4	COMB1	1.41	-13.47	1384.39
4	COMB2	1.46	-117.80	4744.10
4	COMB3	-78.36	-77.96	2959.70
4	COMB4	1.33	-164.82	3635.52
5	COMB1	0.23	13.60	2116.46
5	COMB2	0.50	118.88	6611.79
5	COMB3	-101.39	78.67	4850.29
5	COMB4	0.44	-16.14	4476.48
6	COMB1	0.23	-13.60	2116.46
6	COMB2	0.51	-118.86	6656.27
6	COMB3	-101.38	-78.66	4878.09

Joint	OutputCase	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf
6	COMB4	0.35	-173.47	5176.64
7	COMB1	-0.24	13.60	2102.34
7	COMB2	-0.57	118.88	6356.63
7	COMB3	-102.21	78.67	4611.01
7	COMB4	-0.32	-16.09	4313.63
8	COMB1	-0.24	-13.60	2102.34
8	COMB2	-0.59	-118.86	6414.65
8	COMB3	-102.22	-78.66	4647.28
8	COMB4	-0.55	-173.42	5019.92
9	COMB1	-1.41	-13.47	1384.38
9	COMB2	-1.39	-117.81	4744.04
9	COMB3	-81.05	-77.96	3860.35
9	COMB4	-1.41	-164.53	3635.35

TABLA 3.18 Joint Reactions

Fuente: SAP 2000

3.2.19 Automatización.

El sistema de control y simulación de parqueaderos, se encuentra implementado en la plataforma java. El sistema tiene 2 funciones principales, la primera de ellas es implementar un sistema de control que tenga la capacidad de distribuir de una manera lógica y secuencial los autos que ingresan al parqueadero, con el objetivo de ordenarlos y mantener un registro de los ingresos.

La segunda función del sistema es de carácter interactivo, se trata de una simulación secuencial teorizada, la cual nos va a ilustrar el funcionamiento real del sistema, nos vamos a referir a los sensores y a las variables necesarias para que el PLC (controlador lógico programable) sea capaz de gobernar los procesos requeridos.

3.2.19.1 Ingreso

Paso 1. Seleccionar el auto que va a ingresar, el sistema ordenará los autos de una manera automática secuencial ascendente.



Paso 2. Una vez seleccionado el auto, pulsamos el botón **INGRESAR**.



3.2.19.2 Salida

Paso 1. Seleccionar el lote del cual se sacará el auto.



Paso 2. Pulsar el botón **SALIR** para proceder a sacar el auto.



*Nota. SI un lote no está ocupado el proceso no se realiza.

3.2.19.3 Registro

En la tabla de registro se va a desplegar que lotes están ocupados y que autos lo están ocupando, esta tabla es solo indicadora no se puede ingresar autos o sacarlos desde esta tabla.

REGISTRO	
LOTE	AUTO
PLATA 1 A	AUTO 1
PLATA 1 B	AUTO 5
PLATA 2 B	AUTO 3
PLATA 3 A	AUTO 6
PLATA 3 B	AUTO 7
PLATA 4 A	AUTO 3

3.2.19.4 Indicadores

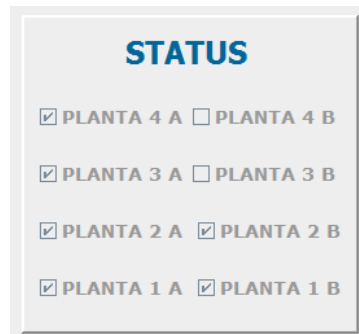
En la pantalla del usuario tenemos indicadores que nos permiten saber, cual fue el último lote en ser ocupado, el último lote que fue desocupado, los espacios libres y los espacios restantes.

ULTIMA ENTRADA 3 A		ESPACIOS DISPONIBLE 5
ULTIMA SALIDA 3 A		ESPACIOS OCUPADOS 3

3.2.19.5 Status

Este bloque nos enseña de forma gráfica que lotes están ocupados y que lotes están

libres, solo es un indicador no se pueden realizar cambios al sistema desde esta porción de pantalla.



3.2.19.6 Comunicación al plc.

En este porción de pantalla ilustraremos cuales van a ser las variables que vamos a enviar a nuestro PLC, estas variables van a ser los parámetros que van a revisar el accionar de las salidas de nuestro controlador, dependiendo de las entradas que están ubicadas en campo creando así un lazo de control.

3.2.19.6.1 Contador

Este contador es un número entero que nos indica a que piso desea ascender la plataforma ya sea para ingresar un auto o para retirarlo, este entero va a ser proporcionado por el sistema de control principal que es el que ya describimos anteriormente.



3.2.19.6.2 Dirección

Al tener dos lados posibles donde ingresar un auto debemos indicar al controlador a cuál de ellos debe dirigirse para ingresar o retirar un auto, las variables están estipuladas con el marcador “izquierda” para el bloque A y “derecha” para el bloque B. Esta variable también viene dada de forma automática por el sistema de control.



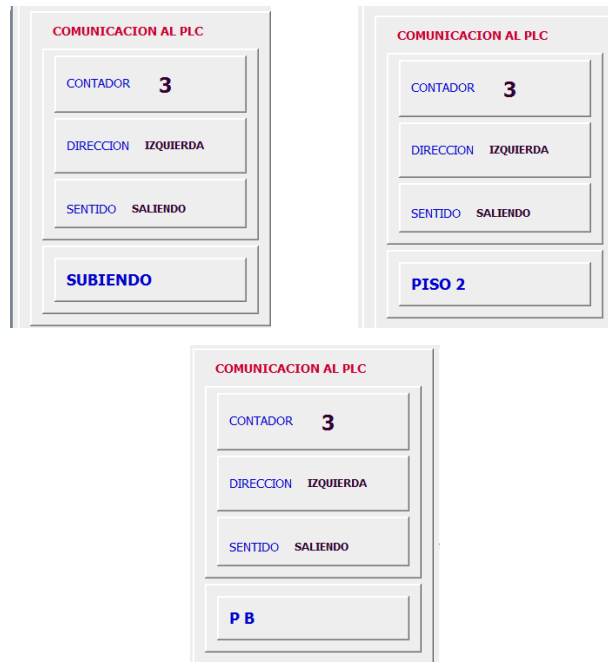
3.2.19.7 Sentido

Se menciona que el sistema es capaz de ingresar autos así como retirarlos de un lote, esto se da gracias al sentido que debe tener el controlador, pues se revisa con la variable SENTIDO, esta acción al igual que las anteriores viene automáticamente desde el sistema de control.



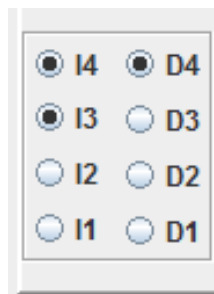
3.2.19.8 Indicador de ubicación.

Este indicador nos dice donde se encuentra el sistema entero, además de la acción que está realizando.

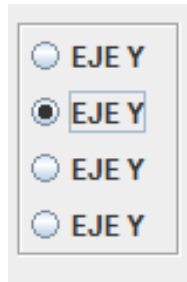


3.2.19.9 Sensores

Existen tres grupos de sensores de tipo inductivo en este proyecto, los dos primeros son los que detecta la presencia de un auto en un lote, un grupo a la izquierda para el lote A y otro grupo en la derecha para el lote B.



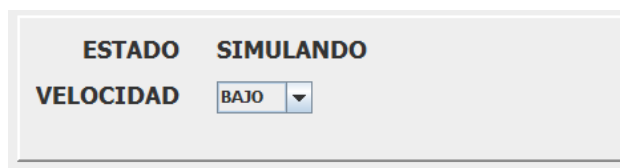
El tercer grupo de sensores también son de carácter inductivo, estos van a detectar el paso de la plataforma a través del eje Y de movimiento, con el fin de crear un lazo de control con el contador principal.



3.2.19.10 Indicadores y parámetros

En esta ventana, podemos ver el estado de la situación. Las variables posibles de presentación son: OFF, SIMULANDO.

Además existe un menú extensible que nos permite seleccionar la velocidad de la simulación.



3.2.19.11 Simulación

Para realizar la simulación del sistema basta con dar un clic al botón SIMULACIÓN, el indicador de parámetros nos dará el estado de la misma.

Para la mejor comprensión se ha creado una ventana que recrea los movimientos de todo el sistema, ésta está ligada a los sensores previamente descritos.



Elementos diseñados en el parqueadero que son demostrados y comprobados en las páginas mencionadas.

ESPECIFICACIÓN	USO	MATERIAL	TIPO	DIMENSIONES	
PLATAFORMA	VIGA PRINCIPAL	A36	U	UPN 140	PÁG. 75
	VIGA SECUNDARIA	A36	TUBO	75X75X3 mm	PÁG.72
CABINA	VIGA PRINCIPAL	A36	U	UPN 160	PÁG.79
	VIGA SECUNDARIA	A36	I	IPN 100	PÁG.76
	COLUMNA	A36	U	UPN 160	PÁG.80
	TECHO	A36	U	UPN 160	PÁG.85
GRUPO DE ELEVACIÓN	CABLE	1018		∅ 14	PÁG.87
	POLEAS			∅ 375	PÁG.88
GRUPO TRACTOR	MOTOR		VERTICAL	15 HP	PÁG.91
	MOTOR		HORIZONTAL	2,1 HP	PÁG.95
	MOTO REDUCTOR				
ESTRUCTURA	VIGA PRINCIPAL	A36	I	IPE 160	PÁG. 102
	VIGA SECUNDARIA	A36	I	IPN 100	PÁG. 105
	COLUMNA	A36	H	HEB200	PÁG. 113
	VIGA PRINCIPAL SOPORTE MOTOR	A36	I	UPN 180	PÁG. 109
	VIGA SECUNDARIA SOPORTE MOTOR	A36	I	IPN180	PÁG. 112
	UNIÓN COLUMNA - COLUMNA	A36	.3/4	GRADO 8	PÁG. 120
	UNIÓN VP - COLUMNA	A36	.3/4	GRADO 8	PÁG. 125
	UNIÓN VP - VS	A36	.3/4	GRADO 8	PÁG. 129

TABLA 3.19 Resumen cálculos en el capítulo

Fuente: Los Autores

CAPÍTULO IV

COSTOS

4.1 COSTOS DEL PARQUEADERO.

En este capítulo vamos a definir la factibilidad financiera de este nuevo proyecto con todos los recursos necesarios para la fabricación del sistema de estacionamientos automatizados móviles. El objetivo en el estudio es reducir la información de carácter monetario que facilitó el estudio de mercado y evaluar los antecedentes para establecer su rentabilidad.

Se entiende a los costos de fabricación como la inversión de recursos que son recuperables, los mismos que representan materias primas, mano de obra y demás variables inmersas en los diferentes procesos, para realizar actividades relacionadas directamente con la producción del bien. (Chavez Villalobos, 2010, pág. 16)

4.2 PARÁMETROS DE LOS COSTOS DE FABRICACIÓN.

“Los costos de producción son rubros necesarios para emprender un proyecto, varían de acuerdo a los cambios en el volumen de producción. Los costos con respecto al volumen se clasifican como fijos y variables, los mismos que podrán ser directos e indirectos.” (Fijos, 2013)

- Tienen a permanecer constantes a ciertos márgenes de capacidad de volúmenes de producción.
- Se determinan en función del tiempo.

- Representan la sostenibilidad de la empresa.

Características de los costos variables.

- Varían de acuerdo a la proporción de producción.
- El costo variable es independiente del tiempo de producción.

4.3 COSTOS DIRECTOS.

Se deberá considerar costos directos a los elementos necesarios que intervienen en la producción de un proyecto.

Estos elementos a tomar en cuenta dentro de los costos directos son:

- Materiales directos de producción.
- Mano de obra directa de producción.
- Equipos de producción.

4.4 MATERIALES DIRECTOS DE PRODUCCIÓN.

Son los elementos que pueden transformarse y agruparse en conjunto para el desarrollo del producto, por lo que es necesario determinar la cantidad y el costo unitario de los mismos. En la fabricación de un producto entran diversos materiales, algunos formando parte integral del producto, como las materias primas y demás materiales que integran físicamente el producto, en el caso particular de la estructura hablaríamos del acero necesario y pernos entre otros, los mismos que constituyen el primer elemento integral del costo total del producto terminado.

COSTOS MATERIALES DIRECTOS				
ÍTEM	MATERIALES	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Viga centro frontal	12	425,88	5110,56
2	Columna central superior	4	632,58	2530,32
3	Viga frontal elevador central	2	426,90	853,80
4	Viga frontal extremo	20	425,04	8500,80
5	Columna extremo superior	4	780,00	3120,00
6	Mecanismo parte fija	8	200,00	1600,00
7	Columna medio	8	352,12	2816,96
8	Columna inferior	8	812,60	6500,80
9	Cabina del elevador	1	4524,56	4524,56
10	Viga lateral	12	300,52	3606,24
11	Viga lateral elevador	2	320,00	640,00
12	Cable preformado	1	150,00	150,00
13	Tuerca de juntas	288	0,55	158,40
14	Arandela plana juntas	576	0,03	17,28
15	Ángulo de juntas	168	2,56	430,08
16	Perno de juntas	288	1,25	360,00
17	Placa unión viga columna	48	15,00	720,00
18	Placa empalme columnas	32	55,00	1760,00
19	Perno motorreductor	4	1,40	5,60
20	Arandela plana motorreduct.	8	0,03	0,24
21	Tuerca motorreductor	4	0,05	0,20
22	Viga soporte motorreductor	1	180,00	180,00
23	Viga de unión soportes	2	185,25	370,50
24	Eje para cable	1	25,00	25,00
25	Grapas para cable Crosby	3	3,00	9,00
26	Polea de desvió	1	4,00	4,00
27	Prisionero punta planta	2	6,00	12,00
28	Arandela plana chumacera	4	0,05	0,20
29	Tuerca de juntas	4	0,05	0,20
30	Tuerca de juntas	4	0,05	0,20
31	Viga soporte polea	1	185,63	185,63
32	Motorreductor	1	1526,80	1526,80
33	Chaveta	1	0,24	0,24
34	Tambor de enrollamiento	1	0,24	0,24

Continuación				
ÍTEM	MATERIALES	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
35	Chumacera de piso tambor	1	0,24	0,24
36	Perno chumacera	2	1,25	2,50
37	Base chumacera	1	0,24	0,24
38	Soporte base chumacera	2	0,36	0,72
39	Tuerca chumacera	2	0,38	0,76
40	Arandela plana chumacera	4	0,36	1,44
41	Perno garrucha guía	256	0,98	250,88
42	Arandela plana garrucha g.	512	0,24	122,88
43	Refuerzo soporte guía	64	0,24	15,36
44	Soporte garrucha guía	32	0,26	8,32
45	Chaveta	1	0,24	0,24
46	Chumacera de piso polea	2	0,23	0,46
47	Eje polea de desvío	1	0,98	0,98
48	Viga soporte tambor	1	0,36	0,36
49	Estribos	24	5,23	125,52
50	Perno de anclaje	48	10,58	507,84
51	Tuerca de anclaje	48	0,58	27,84
52	Arandela plana anclaje	48	0,24	11,52
53	Placa base	8	82,00	656,00
54	Arandela de presión garr. g.	256	0,24	61,44
55	Tuerca garrucha guía	256	0,08	20,48
56	Garrucha guía	32	0,24	7,68
57	Base refuerzo guía	64	52,00	3328,00
58	Arandela aplana garruc. ap.	768	0,24	184,32
59	Viga soporte mecanismo	32	185,92	5949,44
60	Placa sujeción garrucha ap.	96	80,52	7729,92
61	Garrucha de apoyo	96	1,12	107,52
62	Perno garrucha apoyo	384	0,50	192,00
63	Arandela aplana garruc. ap.	768	0,80	614,40
64	Tuerca garrucha apoyo	384	0,08	30,72
65	Partes Electricas	1	11691,68	11691,68
			TOTAL	65679,87

TABLA 4.1 Materiales Directos

Fuente: Dipac

4.5 MANO DE OBRA DIRECTA DE PRODUCCIÓN.

Se conoce como mano de obra al esfuerzo tanto físico como intelectual que se pone al servicio de la fabricación de un bien, en el que se determinará el valor a ser pagado y la cantidad de personas necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

Algunos trabajadores intervienen con su acción de manera directa en la fabricación del producto, bien sea manualmente o accionando las máquinas que transforman las materias primas en productos acabados. La remuneración de estos trabajadores, cuando se desempeñan como tales, es lo que constituye el costo de mano de obra directa, segundo elemento integral del costo total del producto terminado.

4.6 MANO DE OBRA DIRECTA DE MONTAJE.

El montaje de una estructura comprende el ensamblaje final del proyecto, para aquello se necesitará trabajadores que tengan amplia experiencia en relación a la complejidad, riegos y especificaciones requeridas.

Dichos rubros si bien no forman parte de la producción individual de los componentes, trascienden en el conjunto.

4.7 COSTO DIRECTO DE EQUIPOS O MAQUINARIA.

Para la edificación del parqueadero se ha considerado la infraestructura que se elaborará donde se incluya su costo, gastos de la materia prima, sistema eléctrico y electrónico, transporte desde puerto una vez liquidado los impuestos hasta el lugar destino de instalar o una bodega temporal; entre las herramientas de construcción está la pintura, vidrios, cemento, varillas de acero, perno de presión, herramientas

básicas, grifería; luego la mano de obra donde contiene el costo por la instalación de la infraestructura, adecuación del terreno, baño, fachada y modelación del estacionamiento; y por último los gastos de constitución el cual debe realizarse antes que la empresa empiece a operar ya que son requisitos dispuestos por la ley.

COSTOS DIRECTOS TOTALES	
	VALOR TOTAL
MATERIA PRIMA	77371,55
COSTOS DE MONTAJE	10522,50
TOTAL	87894,05

TABLA 4.2 Costos Directos Totales

Fuente: Dipac

4.8 COSTOS INDIRECTOS.

Además de los materiales y la mano de obra directa, es necesario para la fabricación de la estructura otra serie de costos, como servicios públicos (agua, luz y teléfonos), arriendos, equipos y seguros, que no dependen del volumen de producción, junto con los materiales y la mano de obra indirecta, constituyen el tercer elemento integral del costo total del producto terminado. (Horgren Charlet, 2012, pág. 37)

4.8.1 Costos de materiales indirectos.

El material indirecto se define básicamente, como aquel que se usa en el proceso de manufactura pero cuyos costos no son directamente proporcionales al producto. En ellos se encuentran los suministros de fábrica, aquellos materiales que se emplean en forma general, como grasas, aceites, lubricantes y otros suministros para mantenimiento de las máquinas y el equipo.

4.8.2 Costos del diseño.

Este costo corresponde al valor del diseño e ingeniería donde se debe tomar en cuenta la orientación técnica y la elaboración de los planos, también es importante el tiempo empleado por los profesionales que intervinieron en el desarrollo del diseño previo a la construcción del proyecto.

COSTOS INDIRECTOS TOTALES	
	VALOR TOTAL
COSTOS DE INGENIERÍA	3600,00
COSTOS DE IMPREVISTOS	500,00
TOTAL	4100,00

TABLA 4.3 Costos indirectos totales

Fuente: Los Autores

4.9 COSTO TOTAL DEL PROYECTO.

Para obtener el costo total se deberá realizar un análisis de costos unitarios tomando en cuenta lo anteriormente detallado, una vez obtenido este rubro el siguiente paso será calcular con el peso total del parqueadero.

COSTO TOTAL	
	VALOR TOTAL
COSTOS DIRECTOS	87894,05
COSTOS INDIRECTOS	4100,00
TOTAL	87894,05

TABLA 4.4 Costo total

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

- Gracias a la comparación de sistemas de elevación existentes en el mercado realizado en el capítulo I, se determinó acertadamente que el enrollamiento de cable es el sistema adecuado para el presente proyecto tanto por su capacidad de carga como por la velocidad a la que se desplaza la cabina.
- La velocidad de operación de los mecanismos favorece la precisión de los movimientos que se deben realizar, tanto en la cabina al ubicarse en los diferentes niveles, como la del mecanismo al posicionar un automóvil en un lugar fijo.
- La deflexión máxima presente en la estructura es de 0.22%, lo cual es favorable para el correcto desempeño de la resistencia.
- Los resultados de la simulación en el programa SAP 2000 14, demuestran que la estructura soporta las cargas aplicadas al proyecto, tanto las de trabajo y las de sismo.
- Las juntas de la estructura satisfacen los requerimientos de trabajo de la estructura.
- Es factible la construcción del parqueadero por su simplicidad de diseño, disponibilidad de materiales y facilidad de fabricación de determinadas piezas.
- Se aprovecha la simetría de la estructura para estabilizarla y facilitar tanto el diseño como la construcción.

- La carga planteada para parqueaderos de autos de hasta nueve pasajeros por el NEC 11, satisface plenamente las limitaciones de carga planteada por los autores.
- Para la fabricación del parqueadero vertical automatizado con capacidad para ocho vehículos, se requiere una inversión de \$87894,05.

RECOMENDACIONES

- Es de gran importancia limitar las dimensiones externas y peso de los vehículos para evitar posibles daños en la estructura y sobre esfuerzo, además se debe tomar en cuenta las cargas externas de viento y sismo.
- Tomar en cuenta la normativa internacional para el diseño, esto ayuda a comprender de mejor manera las estructuras.
- El funcionamiento del sistema es sencillo para el usuario, pero se requiere que se comprenda la forma general y lógica de funcionamiento del programa.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBA. (s.f.). *Guía técnica No. 7-dimensionado de un sistema de accionamiento*.
- AISC. (2005). *American Institute of Steel Construction inc.*
- Ardimac, O. L. (02 de 2011). *IDEMVER*. Obtenido de
- Budinas, R. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. McGrawHil.
- Chavez Villalobos, Á. (2010). *Estimación de Costos*.
- Larburu, N. (2004). *Máquinas prontuario*. España: Thomson.
- McCormac, J. (2002). *Diseño de Estructuras de Acero Método LRFD*. Mexico: Alfaomega.
- Miravete, A. (2007). *Elevadores: principios e innovación*. Barcelona: Reverté.
- Navarro, F. E. (2011). *Diseño, construcción e instalación de un elevador de carga en un Centro Comercial de la Ciudad de Guayaquil*. Guayaquil, Guayas, Ecuador: ESPOL.
- NEC. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Quito.

WEB GRAFÍA

- Horgren Charlet, D. S. (2012). *Contabilidad de Costos*. books.google.com.ec.
- http://www.idemver.com.ar/info_de_obra.htm
- Autos, P. d. (2010). *Patio de Autos*. Obtenido de http://www.patiodeautos.com/detalle_noticia.asp?id=1254
- DESLIZAMIENTO, R. P. (07 de 2013). *Sc.ehu*. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/rozamiento/general/rozamiento.htm>
- EMPRESARIAL., H. D. (12 de 2012). *Infomipyme*. Obtenido de <http://www.infomipyme.com Docs/GT/Offline/ Empresarios/ ejerCost.htm>.

- Fijos, C. (07 de 2013). *Promo Negocios*. Obtenido de <http://www.promonegocios.net/costos/costos-fijos.html>.
- PLASTICBAGES. (05 de 09 de 2013). *Plactic Bages*. Obtenido de <http://www.plasticbages.com/caracteristicasnylon.html>
- Shannon, S. (2010). *Aparcamiento automático*. Obtenido de http://www.intransitionmag.org/Spring_Summer_2010/automated_parking.aspx
- Sigweb. (10 de 07 de 2013). *Ascensores y sus componentes*. Obtenido de <http://www.sigweb.cl/biblioteca/AscensoresComponentes.pdf>.
- Slideshare. (04 de 2013). *Slindershare*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/Cesar095400301/potencia-definicion-y-ecuaciones>
- Wikipedia. (04 de 2013). *Wikipedia*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Potencia_el%C3%A9ctrica.

GLOSARIO

Acero resistente a la corrosión atmosférica: Un tipo de acero estructural de alta resistencia y baja aleación que puede ser expuesto al medio ambiente normal (no marino) sin ningún tipo de pintura protectora.

Análisis estructural: Determinación de las sollicitudes en los miembros y conexiones utilizando los principios de la mecánica estructural. Análisis estructural que toma en cuenta el comportamiento inelástico del material, incluye el análisis plástico.

Área neta efectiva: Área neta modificada para tomar en cuenta el efecto del corte diferido.

Área neta: Área total reducida para tomar en cuenta el material retirado.

Carga: Fuerza u otra acción que resulta del peso de los materiales de construcción de la edificación, el peso y la actividad de sus ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales y climáticos, movimientos diferenciales, o restricciones a los cambios dimensionales.

Carga crítica: Carga a la cual un miembro perfectamente recto puede adoptar una de las dos posiciones de equilibrio, según lo determine un análisis teórico de estabilidad. En miembros en compresión (columna) puede permanecer recta o adoptar una posición flectada.

Carga lateral: Carga actuando en dirección lateral, tal como los efectos producidos por el viento o el sismo.

Cargas verticales, cargas gravitacionales o gravitatorias: Carga, tal como la producida por las cargas permanentes y variables, actuando hacia abajo.

Columna: Miembro estructural cuya principal función es resistir carga axial de compresión.

Conexión: Combinación de elementos estructurales y juntas para transmitir fuerzas entre dos o más miembros.

Conexión simple, conexión de corte: Conexión que transmite momentos flectores despreciables entre los miembros conectados.

Conexión tipo aplastamiento: Conexión emperrada en la cual las fuerzas cortantes se transmiten por el aplastamiento de los pernos contra los elementos de conexión.

Dimensiones nominales: Designación o dimensiones teóricas, como las que se suministran en las tablas de propiedades de las secciones.

Eje de gravedad, eje Bari céntrico: Eje longitudinal a través del centro de gravedad de un miembro.

Empalme: La conexión entre dos miembros o elementos estructurales unidos en sus extremos para formar un solo miembro o elemento más largo.

Estabilidad: Condición que se alcanza al cargar un componente estructural, pórtico o estructura en la cual una ligera perturbación en las cargas o la geometría no produce grandes desplazamientos.

Factor de seguridad: Factor que toma en cuenta las desviaciones entre la resistencia real y la resistencia teórica, las desviaciones entre la carga real y la carga nominal, y las incertidumbres del análisis en la transformación de las cargas en solicitaciones, y del modo de falla y sus consecuencias.

Fatiga: Estado límite de inicio y crecimiento de fisuras y grietas resultantes de la aplicación repetida de cargas variables.

Línea de acción: Línea paralela al eje longitudinal de un elemento que atraviesa el baricentro del grupo de pernos que conecta un elemento con otro.

Longitud efectiva: La longitud equivalente de una columna con la misma resistencia cuando se analiza con sus apoyos extremos articulados.

Pandeo: Estado límite de cambio repentino en la geometría de una estructura o de cualquiera de sus componentes en condición de carga crítica.

Paso: Separación longitudinal medida centro a centro entre conectores consecutivos en una misma fila en la dirección de la fuerza que actúa en la conexión.

Radio de giro: Raíz cuadrada del momento de inercia respecto del eje de pandeo considerado dividida por el área de un elemento.

Relación de esbeltez efectiva: Relación de esbeltez modificada para tomar en cuenta la configuración estructural y las condiciones de los extremos a fin de calcular la resistencia a la compresión de diseño.

Ruptura por bloque de corte, colapso por rasgamiento: En una conexión, estado límite de ruptura por tracción en un plano y de cedencia por corte o ruptura por corte en el otro plano.

Ruptura por tracción: Estado límite de ruptura (fractura) debido a la tracción.

Tensión, esfuerzo: Fuerza por unidad de área causada por fuerza axial, momento corte o torsión.

ANEXOS

ANEXOS No. 1

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

ANEXO No. 2

PLANOS DEL PARQUEADERO VERTICAL.

ANEXO No. 3

ESPECIFICACIONES DE CARGA

Anexo 3.1 Cargas vivas aplicadas a estructuras según NEC11.

Tabla 1.2. Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_o y concentradas (P_o)

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Almacenes		
Venta al por menor		
Primer piso	4.80	4.50
Pisos superiores	3.60	4.50
Venta al por mayor. Todos los pisos	6.00	4.50
Amerías y salas de instrucción militar	7.20	
Áreas de Reunión y Teatros		
Asientos fijos	2.90	

Fábricas/Industria/Manufactura		
Livianas	6.00	9.0
Pesadas	12.00	13.40
Garaje (únicamente vehículos para pasajeros)	2.0 ^{ab}	
Camiones y Buses	a,b	
Gimnasios	4.80	
Graderíos para estadios y similares	4.80 ^d	
Hoteles (ver residencias)		
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50






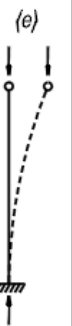
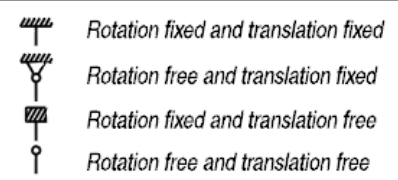




^aLos pisos de estacionamientos o partes de los edificios utilizados para almacenamiento de vehículos, serán diseñados para las cargas vivas uniformemente distribuidas de la Tabla 1.2 o para las siguientes cargas concentradas:

- (1) Para vehículos particulares (hasta 9 pasajeros) actuando en una superficie de 100 mm por 100 mm, 13.4 kN; y
- (2) Para losas en contacto con el suelo que son utilizadas para el almacenamiento de vehículos particulares, 10 kN por rueda.

^bLos estacionamientos para camiones y buses serán diseñados por algún método recomendado por AASHTO, MTOP, que contenga las especificaciones para cargas de camiones y buses.

^cEstas cargas se aplican en espacios de almacenamiento de bibliotecas y librerías que soportan anaqueles fijos con doble acceso, sujetos a las siguientes limitaciones: altura máxima de 2300 mm, ancho máximo de 300 mm por lado de acceso y distancia entre anaqueles mayor o igual a 900 mm.

Anexo 3.2 Tabla de constante K para columnas. (McCormac, 2002)

Table C-C2.1 K Values for Columns						
Buckled shape of column is shown by dashed line.	(a) 	(b) 	(c) 	(d) 	(e) 	(f) 
Theoretical K value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition code	 <p>  Rotation fixed and translation fixed  Rotation free and translation fixed  Rotation fixed and translation free  Rotation free and translation free </p>					

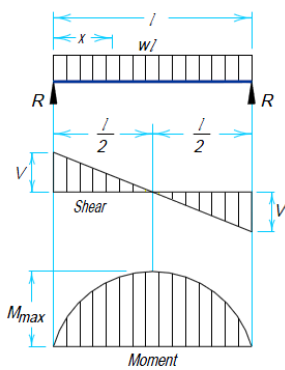
Anexo 3.3 Tabla de compresión de columnas. (AISC, 2005)

TABLE 3-36									
Design Stress for Compression Members of									
36 ksi Specified Yield Stress Steel, $\phi_c = 0.85^{[a]}$									
K/r	$\phi_c F_{cr}$ ksi	K/r	$\phi_c F_{cr}$ ksi	K/r	$\phi_c F_{cr}$ ksi	K/r	$\phi_c F_{cr}$ ksi	K/r	$\phi_c F_{cr}$ ksi
1	30.6	41	28.0	81	21.7	121	14.2	161	8.23
2	30.6	42	27.9	82	21.5	122	14.0	162	8.13
3	30.6	43	27.8	83	21.3	123	13.8	163	8.03
4	30.6	44	27.6	84	21.1	124	13.6	164	7.93
5	30.6	45	27.5	85	20.9	125	13.4	165	7.84
6	30.5	46	27.4	86	20.7	126	13.3	166	7.74
7	30.5	47	27.2	87	20.5	127	13.1	167	7.65
8	30.5	48	27.1	88	20.4	128	12.9	168	7.56
9	30.5	49	27.0	89	20.2	129	12.7	169	7.47
10	30.4	50	26.8	90	20.0	130	12.6	170	7.38
11	30.4	51	26.7	91	19.8	131	12.4	171	7.30
12	30.4	52	26.5	92	19.6	132	12.2	172	7.21
13	30.3	53	26.4	93	19.4	133	12.1	173	7.13
14	30.3	54	26.3	94	19.2	134	11.9	174	7.05
15	30.2	55	26.1	95	19.0	135	11.7	175	6.97
16	30.2	56	25.9	96	18.8	136	11.5	176	6.89
17	30.1	57	25.8	97	18.7	137	11.4	177	6.81
18	30.1	58	25.6	98	18.5	138	11.2	178	6.73
19	30.0	59	25.5	99	18.3	139	11.0	179	6.66
20	30.0	60	25.3	100	18.1	140	10.9	180	6.59
21	29.9	61	25.2	101	17.9	141	10.7	181	6.51
22	29.8	62	25.0	102	17.7	142	10.6	182	6.44
23	29.8	63	24.8	103	17.5	143	10.4	183	6.37
24	29.7	64	24.7	104	17.3	144	10.3	184	6.30
25	29.6	65	24.5	105	17.1	145	10.2	185	6.23
26	29.5	66	24.3	106	16.9	146	10.0	186	6.17
27	29.5	67	24.2	107	16.8	147	9.87	187	6.10
28	29.4	68	24.0	108	16.6	148	9.74	188	6.04
29	29.3	69	23.8	109	16.4	149	9.61	189	5.97
30	29.2	70	23.6	110	16.2	150	9.48	190	5.91
31	29.1	71	23.5	111	16.0	151	9.36	191	5.85
32	29.0	72	23.3	112	15.8	152	9.23	192	5.79
33	28.9	73	23.1	113	15.6	153	9.11	193	5.73
34	28.8	74	22.9	114	15.4	154	9.00	194	5.67
35	28.7	75	22.8	115	15.3	155	8.88	195	5.61
36	28.6	76	22.6	116	15.1	156	8.77	196	5.55
37	28.5	77	22.4	117	14.9	157	8.66	197	5.50
38	28.4	78	22.2	118	14.7	158	8.55	198	5.44
39	28.3	79	22.0	119	14.5	159	8.44	199	5.39
40	28.1	80	21.9	120	14.3	160	8.33	200	5.33

[a] When element width-to-thickness ratio exceeds λ_p , see Appendix B5.3.

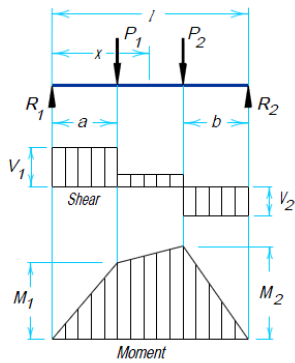
Anexo 3.4 Reacciones y momentos en diferentes casos de vigas. (AISC, 2005)

1. SIMPLE BEAM—UNIFORMLY DISTRIBUTED LOAD



Total Equiv. Uniform Load	$= wl$
$R = V$	$= \frac{wl}{2}$
V_x	$= w \left(\frac{l}{2} - x \right)$
M_{\max} (at center)	$= \frac{wl^2}{8}$
M_x	$= \frac{wx}{2} (l - x)$
Δ_{\max} (at center)	$= \frac{5wl^4}{384EI}$
Δ_x	$= \frac{wx}{24EI} (l^2 - 2lx^2 + x^3)$

11. SIMPLE BEAM—TWO UNEQUAL CONCENTRATED LOADS UNSYMMETRICALLY PLACED



$R_1 = V_1$	$= \frac{P_1(l - a) + P_2 b}{l}$
$R_2 = V_2$	$= \frac{P_1 a + P_2(l - b)}{l}$
V_x (when $x > a$ and $< (l - b)$)	$= R_1 - P_1$
M_1 (max. when $R_1 < P_1$)	$= R_1 a$
M_2 (max. when $R_2 < P_2$)	$= R_2 b$
M_x (when $x < a$)	$= R_1 x$
M_x (when $x > a$ and $< (l - b)$)	$= R_1 x - P(x - a)$

Anexo 3.5 Especificaciones de soldadura para elementos según LRFD. (AISC, 2005)

Resistencia Disponible de Juntas Soldadas, T (kN)					
Tipo de Carga y Dirección Relativa al Eje de Soldadura	Metal Pertinente	Φ y Ω	Tensión Nominal (F_{BM} y F_w) kgf/cm ² (MPa)	Área Efectiva (ABM y A_w) cm ² (mm ²)	Resistencia Requerida del Metal de Aporte ^{[a][b]}
SOLDADURAS DE TOPE CON JUNTA DE PENETRACIÓN COMPLETA					
Tracción Normal al eje de Soldadura	Resistencia de la junta controlada por el metal base			Se debe usar metal de aporte compatible con el metal base. Para juntas T y de esquina sin remoción de soporte, se requiere de metal de aporte resistente a muescas. Ver la Sección J2.6.	
Compresión Normal el eje de soldadura	Resistencia de la junta controlada por el metal base			Se permite metal de aporte con nivel de resistencia igual a un nivel de resistencia menor que metal de aporte compatible con el metal base.	
Tracción o Compresión Paralelo al eje de soldadura	Tracción o compresión en partes unidas paralelas a la soldadura no necesitan ser consideradas en el diseño de soldaduras que unen las partes			Se permite metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que metal de aporte compatible con el metal base.	
Corte	Resistencia de la junta controlada por el metal base			Se debe usar metal de aporte compatible con el metal base. [c]	
SOLDADURAS DE TOPE CON JUNTA DE PENETRACIÓN PARCIAL INCLUYENDO SOLDADURAS DE SURCOS V Y BISEL ACAMPANADOS					
Tracción Normal al eje de soldadura	Base	$\Phi=0.90$ $\Omega=1.67$	F_y	Ver J4	Se permite un metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el metal de aporte compatible con el metal base.
	Soldadura	$\Phi=0.80$ $\Omega=1.88$	$0.60F_{EXX}$	Ver J2.1a	
Compresión Columna a	No se necesita considerar la tensión de compresión en el diseño de soldaduras que conectan las partes.				

placa base y empalmes de columna diseñadas por Sección J1.4(a)				
Compresión Conexiones de miembros diseñados para soportar que no sean columnas como se describe en Sección J1.4(b)	Base	$\Phi=0.90$ $\Omega=1.67$	F_y	Ver J4
	Soldadura	$\Phi=0.80$ $\Omega=1.88$	$0.60F_{EXX}$	Ver J2.1a
Compresión Conexiones no terminadas para soporte	Base	$\Phi=0.90$ $\Omega=1.67$	F_y	Ver J4
	Soldadura	$\Phi=0.80$ $\Omega=1.88$	$0.90F_{EXX}$	Ver J2.1a
Tracción o Compresión Paralelo al eje de soldadura	No se necesita considerar la tracción o compresión paralela a una soldadura en el diseño de las soldaduras que unen las partes.			
Corte	Base	Gobernado por J4		
	Soldadura	$\Phi=0.75$ $\Omega=2.00$	$0.60F_{EXX}$	Ver J2.1a

(continuación)					
Resistencia Disponible de Juntas Soldadas, T (kN)					
Tipo de Carga y Dirección Relativa al Eje de Soldadura	Metal Pertinente	Φ y Ω	Tensión Nominal (F_{BM} y F_w) kgf/cm ² (MPa)	Área Efectiva (ABM y A_w) cm ² (mm ²)	Resistencia Requerida del Metal de Aporte ^{[a][b]}
SOLDADURAS DE FILETE INCLUYENDO FILETES EN AGUJEROS Y EN RANURAS Y JUNTAS T ESPIADAS					
Corte	Base	Gobernado por J4			Se permite un metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el metal de aporte compatible con metal base.
	Soldadura	$\Phi=0.75$ $\Omega=2.00$	$0.60F_{EXX}^{[d]}$	Ver J2.2a	
Tensión o Compresión Paralelo al eje de soldadura	No se necesita considerar la tracción o la compresión paralela a una soldadura en el diseño de las soldaduras que unen las partes.				
SOLDADURAS DE TAPÓN Y DE RANURA					
Corte Paralelo a la superficie de contacto en el área efectiva	Base	Gobernado por J4			Se permite un metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el metal de aporte Soldadura compatible con metal base.
	Soldadura	$\Phi=0.75$ $\Omega=2.00$	$0.60F_{EXX}$	Ver J2.3a	
[a] Para metal de soldadura compatible con metal base ver la Sección 3.3 de AWS D1.1.					

[b] Se permite un metal de aporte con un nivel de resistencia un nivel mayor que aquel compatible con el metal base.

[c] Se pueden usar metales de aporte con un nivel de resistencia menor que aquel compatible con el metal base para soldaduras de tope entre las almas y alas de secciones armadas transfiriendo las cargas de corte, o en aplicaciones donde la alta condición de restricción es una preocupación. En estas aplicaciones, la junta soldada puede ser detallada y la soldadura puede ser diseñada utilizando el espesor del material como la garganta efectiva, $\Phi = 0.80$, $\Omega = 1.88$ y $0.60F_{EXX}$ como resistencia nominal.

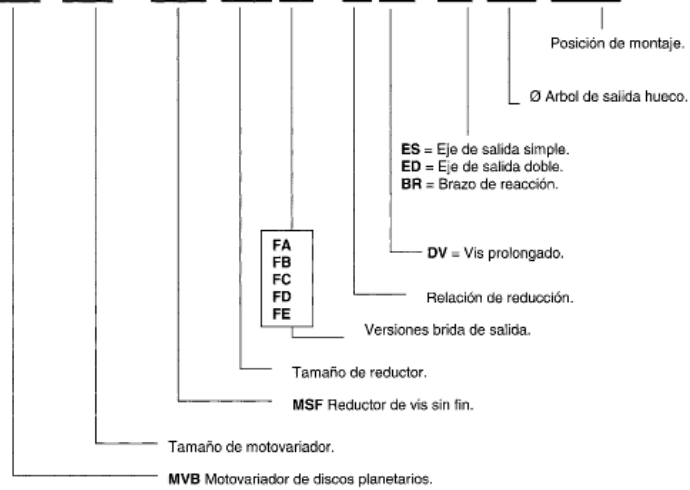
[d] Alternativamente, se permiten las disposiciones de la Sección J2.4(a) cuando se considera la compatibilidad de deformaciones de los variados elementos de soldadura. Alternativamente, las Secciones J2.4(b) y (c) son aplicaciones especiales de la Sección J2.4(a) que proveen la compatibilidad de deformación.

ANEXO No. 4

EQUIPOS MECÁNICOS Y ACCESORIOS

Designación

MVB 0.75 - MSF 063 FA - 40 DV ES Ø25 B3.20



Listado de combinaciones posibles

MSF REDUCTORES DE VIS SIN FIN							
MSF	40	50	63	75	90	110	130
MVB	i Reducciones						
0.18	7.5 - 100	40 - 100					
0.37		7.5 - 80	40 - 100	50 - 100			
0.75		7.5 - 30	7.5 - 60	20 - 100	40 - 100	80 - 100	
1.5			7.5 - 30	7.5 - 40	7.5 - 60	25 - 100	80 - 100
2.2				7.5 - 15	7.5 - 30	7.5 - 60	25 - 100
4.0					7.5 - 30	7.5 - 60	25 - 100

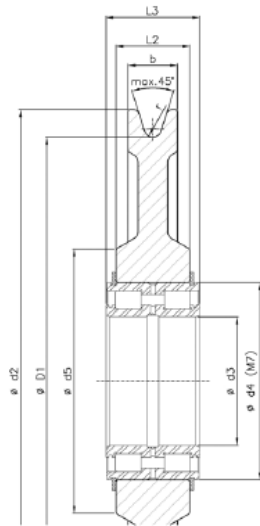
0.75 4P n1=1400	133~27	7.5	39~73	MVB 075 + MSF 063	
	100~20	10	51~94		
	67~13	15	72~132		
	50~10	20	92~168		
	40~8	25	112~199		
	33~6.7	30	126~219		
	25~5	40	156~232	MVB 075 + MSF 075	
	20~4	50	185~310		
	20~4	50	192~320		
	17~3.3	60	219~300		
	17~3.3	60	230~389		MVB 075 + MSF 090
	12.5~2.5	80	265~428		
	10~2	100	303~410		
	12.5~2.5	80	302~503		
10~2	100	348~575			

Anexo 4.2 Poleas



POLEAS PARA CABLES DE ACERO TIPO PMA






REV. 5
CAT. TÉCNICO



- Material forjado, preformado
- Calidad C45 o 42CrMo4
- Bonificado volumétrico
- Endurecimiento superficial 300-320 HBr

D1 (mm)	Ø Cable (mm)	r (mm)	d2 (mm)	b (mm)	d3 (mm)	d4 (M7) (mm)	d5 (mm)	L2 (-0.2) (mm)	L3 (mm)	Rodamiento (SL04PP)	Referencia PMA
355	12-19	7	400	38	45	75	100	30	40	5009	019.35.09
		8	400	40	50	80	100	30	40	5010	019.35.10
		9	411	48	55	90	115	35	46	5011	019.35.11
		9	411	48	60	95	125	35	46	5012	019.35.12
		10	411	50	65	100	130	35	46	5013	019.35.13
400	13-21	8	444	40	50	80	100	30	40	5010	019.40.10
			456	48	55	90	115	35	46	5011	019.40.11
			456	50	60	95	125	35	46	5012	019.40.12
			476	60	70	110	140	43	54	5014	019.40.14
			476	60	75	115	150	43	54	5015	019.40.15
450	15-24	9	506	48	55	90	115	35	46	5011	019.45.11
			506	50	60	95	125	35	46	5012	019.45.12
			526	60	70	110	140	43	54	5014	019.45.14
			520	60	75	115	150	43	54	5015	019.45.15
			520	60	80	125	160	49	60	5016	019.45.16
500	16-26	10	556	50	60	95	125	35	46	5012	019.50.12
			576	60	65	100	130	35	46	5013	019.50.13
			570	60	70	110	140	43	54	5014	019.50.14
			570	60	75	115	150	43	54	5015	019.50.15
			570	60	80	125	160	49	60	5016	019.50.16
			570	60	85	130	160	49	60	5017	019.50.17
			570	60	90	140	180	54	67	5018	019.50.18

Anexo 4.3 Cables de acero. (Larburu, 2004)

Órganos de tracción y de sustentación		CABLES NORMALIZADOS DE ACERO COMPOSICIÓN Y RESISTENCIA A LA ROTURA (2.º)							TABLA 4. 9		
Composición del cable	Alambres del cordón	Diámetro del cable	Diámetro de los alambres mm.			Sección total de los alambres A mm ²	Peso por metro de cable g kg.	Resistencia de los alambres kg/mm ²			
			d mm	Interiores	Medios			Exteriores	130	160	180
									Resistencia del cable a la rotura kg.		
 A 6 x 19 = 114 alambres y un alma de cáñamo	1	8	0,80	0,37	0,65	26,7	0,26	3450	4250	4800	
		10	0,95	0,45	0,80	39,9	0,38	5150	6350	7150	
		12	1,2	0,55	0,95	57,8	0,55	7500	9250	10400	
		14	1,4	0,65	1,1	78,4	0,75	10150	12550	14100	
		16	1,6	0,7	1,3	104,5	1,00	13550	16700	18800	
		18	1,7	0,8	1,4	123,8	1,18	16100	19900	22250	
		20	1,9	0,9	1,6	159,9	1,53	20750	25550	28750	
		22	2,2	1,0	1,7	187,7	1,79	24400	30000	33800	
		24	2,4	1,1	1,9	231,5	2,20	30100	37000	41650	
		26	2,6	1,2	2,0	262,5	2,50	34100	42000	47250	
		29	2,8	1,3	2,2	313,8	2,98	40800	50200	56500	
31	3,0	1,4	2,4	369,8	3,51	48050	59150	66550			
 B 8 x 19 = 152 alambres y un alma de cáñamo	1	14	1,1	0,5	0,9	67,5	0,67	8750	10800	12150	
		16	1,3	0,6	1,0	87,5	0,87	11350	14000	15750	
		17,5	1,4	0,65	1,1	104,6	1,05	13600	16700	18800	
		20	1,6	0,7	1,3	139,3	1,39	18100	22250	25050	
		22	1,7	0,8	1,4	165,1	1,65	21450	26400	29700	
		24	1,9	0,9	1,6	213,2	2,13	27700	34100	38350	
		27	2,2	1,0	1,7	250,3	2,50	32550	40050	45050	
		30	2,4	1,1	1,9	308,7	3,09	40100	49400	55550	
		32	2,6	1,2	2,0	350,0	3,50	45500	56000	63000	
		 C 6 x 37 = 222 alambres y un alma de cáñamo	7	25	1,3	0,95	1,3	239,0	2,27	31050	38200
27	1,4			1,0	1,4	273,8	2,60	35600	43800	49250	
29	1,5			1,1	1,5	318,7	3,02	41400	51000	57350	
31	1,6			1,2	1,6	367,1	3,48	47700	58750	66050	
33	1,7			1,2	1,7	401,4	3,81	52150	64200	72250	
35	1,8			1,3	1,8	455,3	4,32	59150	72850	81950	
37	1,9			1,4	1,9	512,8	4,87	66650	82000	92300	
39	2,0			1,5	2,0	573,7	5,45	74550	91750	103250	
 D 6 x 19 = 114 alambres y un alma de cáñamo	1	8	0,6	0,45	0,6	27,7	0,26	3800	4400	5000	
		10	0,7	0,55	0,7	38,5	0,36	5000	6150	6900	
		12	0,85	0,65	0,85	56,2	0,53	7300	8950	10100	
		14	1,0	0,75	1,0	77,1	0,73	10000	12300	13850	
		16	1,1	0,85	1,1	94,5	0,89	12250	15100	17000	
		18	1,3	0,95	1,3	129,0	1,22	16750	20600	23200	
		20	1,4	1,1	1,4	154,2	1,46	20050	24650	27750	
		22	1,6	1,2	1,6	197,5	1,87	25650	31600	35650	
		24	1,7	1,3	1,7	224,8	2,13	29200	36950	40450	
		26	1,9	1,4	1,9	276,5	2,62	35950	44250	49750	
		28	2,0	1,5	2,0	308,6	2,93	40100	49350	55550	
		30	2,2	1,6	2,2	369,8	3,50	47950	59000	66350	
 E 8 x 19 = 152 alambres y un alma de cáñamo	1	14	0,85	0,65	0,85	74,9	0,75	9700	11950	13450	
		16	0,95	0,70	0,95	92,1	0,92	11950	14750	16550	
		18	1,1	0,8	1,1	122,9	1,23	15950	19650	22100	
		20	1,2	0,9	1,2	148,1	1,48	19250	23700	26650	
		22	1,3	0,95	1,3	172,0	1,72	22350	27500	30950	
		24	1,4	1,1	1,4	205,7	2,06	26700	32900	37000	
		27	1,6	1,2	1,6	263,3	2,63	34200	42100	47400	
		29	1,7	1,3	1,7	299,7	3,00	38950	47950	53950	
		32	1,9	1,4	1,9	369,7	3,69	47900	59000	66350	

Anexo 4.4 Ruedas y garruchas

Ficha Técnica
(Enero/2011)

Rod 5 PU 44 A Balinera 6203
Código IMSA: 7018040

Material: Soporte de acero estructural galvanizado.

Altura efectiva: 6-5/8 Pulgadas

Diámetro: 5 Pulgadas

Radio de Giro: N.A.

Capacidad de carga: 250 Kilogramos

Ancho de banda: 2 Pulgadas

Sujeciones: 2 7/8 - 3 5/8 - 4 - 5

Unidad de empaque: 1 Unidad



www.imsa-colson.com

Ficha Técnica
(Enero/2010)

Rod 6 PU 44 A
Código IMSA: 7010880

Material: Soporte de acero estructural galvanizado.

Altura efectiva: 7-1/2 Pulgadas

Diámetro: 6 Pulgadas

Radio de Giro: N.A.

Capacidad de carga: 400 Kilogramos

Ancho de banda: 2 Pulgadas

Sujeciones: 2 7/8 - 3 5/8 - 4 - 5

Unidad de empaque: 1 Unidad



www.imsa-colson.com

Llantas



Banda de caucho natural de altísima calidad y diseño tipo pantanero.

Llanta 250/280-4 4 lonas Colson e Imsa			N.A	N.A	N.A			N.A
Llanta 350-8 2 lonas Colson			N.A	N.A	N.A			N.A
Llanta 350-8 4 lonas Colson	14	3	N.A	110	N.A	40	4	N.A
Llanta 350/400-10 4 lonas Imsa			N.A	N.A	N.A		4	N.A
Llanta 350-8 6 lonas	14	3	N.A	150	N.A	40	6	N.A
Llanta 6 x 2 Imsa			N.A	N.A	N.A			N.A
Llanta 8 x 2 Imsa			N.A	N.A	N.A			N.A

Banda de caucho especial y diseño tipo pantanero.

Llanta 350/410-4 2 lonas Colson			N.A	N.A	N.A			N.A
Llanta 250/280-4 2 lonas Colson			N.A	N.A	N.A			N.A
Llanta 250/280-4 2 lonas Imsa			N.A	N.A	N.A			N.A
Llanta 350-8 4 lonas Colson			N.A	N.A	N.A			N.A
Llanta 350/410-4 4 lonas Imsa			N.A	N.A	N.A			N.A
Llanta 400-8 4 lonas Colson	15	3-1/2	N.A	110	N.A	30	4	N.A
Llanta 400-8 6 Lonas	15	3-1/2	N.A	180	N.A	50	6	N.A

Banda de caucho natural de altísima calidad y diseño tipo tractor súper profundo.

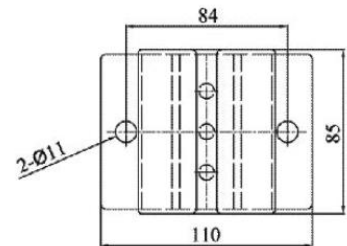
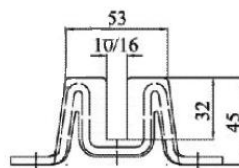
Llanta 400-8 tipo tractor Colson	15-1/2	3-1/2	N.A	160	N.A	40	4	N.A
----------------------------------	--------	-------	-----	-----	-----	----	---	-----

Anexo 4.5 Zapatos guía del elevador



NV25S-M003

Rated Speed: $\leq 1.75\text{m/s}$
Width of Guide Rails: 10, 16 mm



Anexo 4.6 Rieles guía tipo "T"

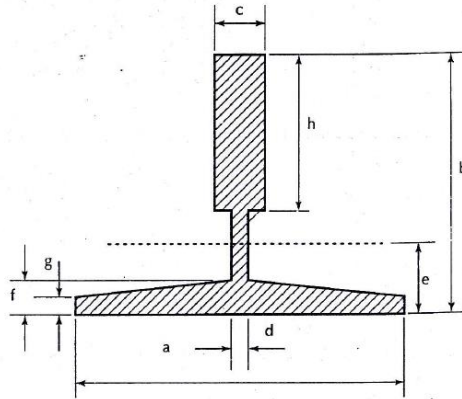


Tabla 2.9 Cotas de las guías de cabina (1-70/9 e 1-90/16)									
TIPO	a mm	b mm ±0.1	c mm ±0.05	d mm	f mm	R mm	h mm	Sección cm ²	Peso kg/m
1-70/9	70	65	9	6	8	6	34	9.37	7.30
1-90/16	90	75	16	8	10	8	42	16.90	13.25

ANEXO No. 5

CATALOGO DE PERFILES DIPAC.

PERFILES LAMINADOS

IPE

Especificaciones Generales

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



DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION cm2	PESOS kg/mt	TIPOS			
	h	s	g	t	R			lx	ly	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm			cm4	cm4	cm3	cm3
IPE 80	80	46	3.80	5.20	5	7.64	6.00	80	8.49	20.00	3.69
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.90	34.20	5.79
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPE 140	140	73	4.70	6.90	7	16.40	12.90	541	44.90	77.30	12.30
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.80	869	68.30	109.00	16.70
IPE 180	180	91	5.30	8.00	7	23.90	18.80	1320	101.00	140.00	22.20
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	39.10	30.70	3890	284.00	324.00	47.30
IPE 270	270	135	6.60	10.20	12	45.90	36.10	5790	420.00	429.00	62.20
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8360	604.00	557.00	80.50
IPE 330	330	160	7.50	11.50	15	62.60	49.10	11770	788.00	713.00	98.50
IPE 360	360	170	8.00	12.70	118	72.70	57.10	16270	1040.00	904.00	123.00
IPE 400	400	180	8.60	13.50	118	84.50	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00
IPE 450	450	190	9.40	14.60	21	98.80	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	116.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00
IPE 550	550	210	11.10	17.20	24	134.00	106.00	67120	2670.00	2440.00	254.00

PERFILES LAMINADOS

IPN

Especificaciones Generales

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



DENOMINACION	DIMENSIONES						SECCION cm2	PESOS Kg/m	PROPIEDADES			
	h	s	g	t	R	R1			lx	ly	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm	mm			cm4	cm4	cm3	cm3
IPN 80	80	42	3.90	5.90	30.90	2.30	7.58	5.95	77	6.29	19.50	3.00
IPN 100	100	50	4.50	6.80	4.50	2.70	10.60	8.32	171	12.20	34.20	4.88
IPN 120	120	58	5.10	7.70	5.10	3.10	14.20	11.20	328	21.50	54.70	7.41
IPN 140	140	66	5.70	8.60	5.70	3.40	18.30	14.40	573	35.20	81.90	10.70
IPN 160	160	74	6.30	9.50	6.30	3.80	22.80	17.90	935	54.70	117.00	14.80
IPN 180	180	82	6.90	10.40	6.90	4.10	27.90	21.90	1450	81.30	161.00	19.80
IPN 200	200	90	7.50	11.30	7.50	4.50	33.50	26.30	2140	117.00	214.00	26.00
IPN 220	220	98	8.10	12.20	8.10	4.90	39.60	31.10	3060	162.00	278.00	33.10
IPN 240	240	106	8.70	13.10	8.70	5.20	46.10	36.20	4250	221.00	354.00	41.70
IPN 260	260	113	9.40	14.10	9.40	5.60	53.40	41.90	5740	288.00	442.00	51.00
IPN 300	300	125	10.80	16.20	10.80	6.50	69.10	54.20	9800	451.00	653.00	72.20
IPN 340	340	137	12.20	18.30	12.20	7.30	86.80	68.10	15700	647.00	923.00	98.40
IPN 360	360	143	13.00	19.50	13.00	7.80	97.10	76.20	19610	818.00	1090.00	114.00
IPN 400	400	155	14.40	21.60	14.40	8.60	118.00	92.60	29210	1160.00	1460.00	149.00
IPN 450	450	170	16.20	24.30	16.20	9.70	147.00	115.00	45850	1730.00	2040.00	203.00
IPN 500	500	185	18.00	27.00	18.00	10.80	180.00	141.00	68740	2480.00	2750.00	268.00
IPN 550	550	200	19.00	30.00	19.00	11.90	213.00	167.00	99180	3490.00	3610.00	349.00

PERFILES LAMINADOS UPN

Especificaciones Generales

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



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

ANEXO No. 6

CATALOGO DE VEHÍCULOS.

Ficha Técnica

Chevrolet Corsa GLS 1.8

MOTOR

Delantero, transversal, cuatro cilindros en línea, turbodiesel

CILINDRADA

1.796 cc

DIAMETRO Y CARRERA

84,8 mm x 79,5 mm



POTENCIA

102 CV (75 kW) a 5.200 r.p.m.

TORQUE

16,87 kgm (165 Nm) a 2.800 r.p.m.

TRANSMISION

Tracción delantera, caja de cambios de cinco marchas hacia adelante y marcha atrás

CAJA

Relaciones (entre paréntesis figuran los km/h cada 1.000 r.p.m.): 1º: 3,73 a 1 (7,48), 2º: 2,14 a 1 (13,04); 3º: 1,41 a 1 (19,80); 4º: 1,02 a 1 (27,37); 5º: 0,89 a 1 (31,37). Marcha atrás: 3,31 a 1. Relación de diferencial: 3,74 a 1

SUSPENSION DELANTERA

Independiente, tipo McPherson con brazo triangular inferior, resortes helicoidales y amortiguadores telescópicos de gas. Barra antirrolido

SUSPENSION TRASERA

Semindependiente con barras de torsión. Resortes helicoidales, amortiguadores telescópicos de gas y barra estabilizadora

FRENOS

Delanteros de discos ventilados y traseros de tambor. Servoasistidos

DIRECCION

De piñón y cremallera. Servoasistida

Equipamiento

Confort: luz en techo y baúl, reloj digital, indicador de anomalía del sistema eléctrico, regulación faros delanteros, tablero de triple información, desempañador, alzacristales eléctricos, a/a, radio AM-FM con CD *changer* (6) y pasacasete, volante de cuero, portaanteojos, y techo solar.

Seguridad: inmovilizador del motor, doble *airbag*, faros antiniebla traseros y delanteros, barras protectoras laterales, alarma, columna dirección colapsable, cierre centralizado y remoto de puertas, tercera luz de *stop*, cinturones seguridad inerciales de tres puntos delanteros con pretensionador, cinturones traseros laterales inerciales de tres puntos y apoyacabezas delanteros y traseros regulables en altura.

DIAMETRO DE GIRO

9,9 metros

NEUMATICOS

Firestone Firehawk 700 185/60 x 14"

PESO

1.095 kg

RELACION PESO/POTENCIA

10,73 kg/CV

CX

0,32

TANQUE DE COMBUSTIBLE

48 litros

PRECIO

\$ 32.000

GARANTIA

Un año o 20.000 kilómetros

ATENCION AL CLIENTE

0-800-66-M-BENZ (62369)

RELACION DE COMPRESION

9,4 a 1

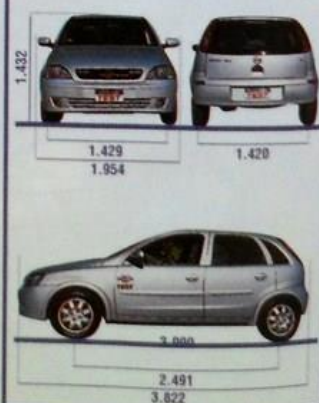
DISTRIBUCION

Un árbol de levas a la cabeza comandado por correa dentada. Dos válvulas por cilindro

ALIMENTACION

Inyección electrónica multipunto (MPFI)

Dimensiones (en mm)





SANDERO STEPWAY DIMENSIONS

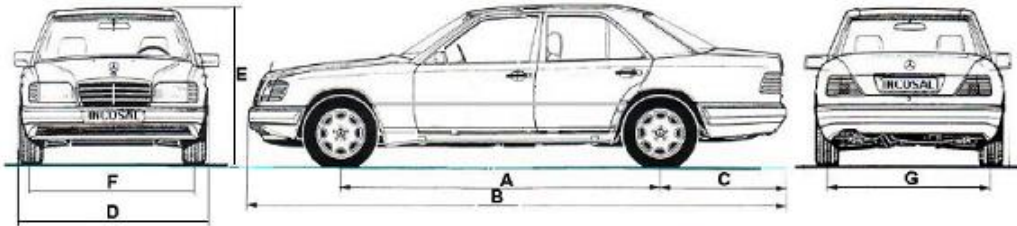
BOOT VOLUME (dm³ standard ISO)

Boot volume	320
Rear seat folded	1,200

DIMENSIONS (mm)

A	Wheelbase	2,588
B	Overall length	4,024
C	Front overhang	785
D	Rear overhang	652
E	Front track	1,494
F	Rear track	1,483
G	Overhall width excl. mirrors / incl. mirrors	1,753 / 1,997
H	Overhall height / with roof bars	1,550 / 1,590
K	Ground clearance	175
L	Rear legroom	145
M	Front elbow room	1,414
M1	Rear elbow room	1,425
N	Front shoulder room	1,388
N1	Rear shoulder room	1,400
P1	Distance between the H-point and the roof in the front seats	892
P2	Distance between the H-point and the roof in the rear seats	878
Y2	Inside width between wheel arches	1,006
Z1	Maximum loading length (from boot lid to flat-folded rear bench seat)	818



MODELO DE FICHA REDUCIDA PARA LOS VEHICULOS DE LA CATEGORÍA M ₁ y N ₁ DERIVADOS DE AQUELLOS			
PAÍS DE PROCEDENCIA: xxxxxxxx		FECHA 1ª MATRICULACIÓN: xxxxxxxx	
MARCA: MERCEDES BENZ		Contraseña de homologación: e1*2001/116*0183	
TIPO: 211		OBSERVACIONES:	
VARIANTE: U020K0/ U020L0	DENOMINACIÓN COMERCIAL: E 320 CDI	PARTE FIJA VIN WDB2110221Axxxxxx	
 <p style="text-align: right; font-size: small;">NOTA: EL MODELO ILUSTRADO PUEDE NO CORRESPONDER CON EL MODELO REGISTRADO</p>			
VARIANTES			
A-Distancia entre ejes	2854	mm	
B-Longitud total	4818	mm	
C-Voladizo trasero	1133	mm	
D-Anchura total	1822	mm	
E-Altura total	1428	mm	
F-Via anterior	1559-1571	mm	
G-Via posterior	1552-1576	mm	
MASA TÉCNICA MÁXIMA ADMISIBLES		/ MASAS MÁXIMAS AUTORIZADAS	
Total(MTMA/MMA)	2265	Kg	
Tara Nominal	1740	Kg	
Primer eje	1115	Kg	
Segundo eje	1195	Kg	
MMC	4165	Kg	
MMR sf/ef	750 / 1900	Kg	

ANEXO No. 7








RESULTADO DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL


ANÁLISIS ESTÁTICO SAP-2000 V15.0

ANEXOS 8








**ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS DE
LOS PERNOS.**

Designaciones para pernos según SAE

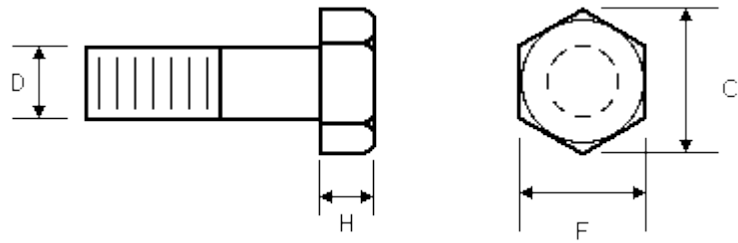
Grado SAE No.	Diámetros de mín. máx.		Resistencia a la tracción psi	Material	Marca
1	1/4 1.5/8	1.1/2 4	60,000 55,000	Acero de poco carbono Acero de poco carbono	
2	1/4 7/8	3/4 1.1/2	74,000 60,000		
3	1/4 9/16	1/2 5/8	110,000 100,000	Acero con contenido mediano de carbono y trabajado en frío	
5	1/4 1.1/8	1 1.1/2	120,000 105,000	Acero con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido	
5.1		3/8	85,000	Acero con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido; montado con washer	
5.2	1/4	1	120,000	Acero martensítico con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido	
7	1/4	1.1/2	133,000	Acero aleado con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido	
8	1/4	1.1/2	150,000	Acero aleado con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido	

8.2	1/4	1	150,000	Acero martensítico con pequeño contenido de carbono, bonificado y revenido	
-----	-----	---	---------	--	---

Designaciones para pernos según ASTM

Grado SAE No.	Diámetros de mín. máx.		Resistencia a la tracción psi	Material	Marca
A307	1/4 1.5/8	1.1/2 4	60,000 55,000	Acero de poco carbono	
A325 Tipo 1	1/2 1.1/8	1 1.1/2	120,000 105,000	Acero con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido	
A325 Tipo 2	1/2 1.1/8	1 1.1/2	120,000 105,000	Acero martensítico con pequeño contenido de carbono, bonificado y revenido	
A325 Tipo 3	1/2 1.1/8	1 1.1/2	120,000 105,000	Acero resistente al tiempo, bonificado y revenido	
A449	1/4 1.1/8 1.3/4	1 1.1/2 3	120,000 105,000 90,000	Acero con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido	
A490 Tipo 1	1/4	1.1/2	150,000	Acero aleado, bonificado y revenido	
A490 Tipo 3	1/4	1.1/2	150,000	Acero resistente al tiempo, bonificado y revenido	

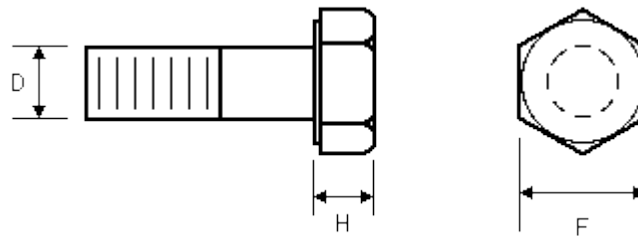
Cabezas hexagonales



D	F	C	H
1/4	7/16	1/2	3/16
3/8	9/16	5/8	1/4
1/2	3/4	7/8	3/8
5/8	15/16	1-1/16	7/16
3/4	1.1/8	1.5/16	1/2
7/8	1.5/16	1.1/2	9/16
1	1.1/2	1.3/4	11/16
1.1/8	1.11/16	1.15/16	3/4
1.1/4	1.7/8	2.3/16	7/8
1.3/8	2.1/16	2.3/8	15/16
1.1/2	2.1/4	2.5/8	1
1.3/4	2.5/8	3	1.3/16
2	3	3.7/16	1.3/8
2.1/4	3.3/8	3.7/8	1.1/2
2.1/2	3.3/4	4.5/16	1.11/16
2.3/4	4.1/8	4.3/4	1.13/16
3	4.1/2	5.3/16	2

3.1/4	4.7/8	5.5/8	2./16
3.1/2	5.1/4	6.1/16	2.5/16
3.3/4	5.5/8	6.1/2	2.1/2
4	6	6.15/16	2.11/16
Todas las dimensiones en pulgadas			

Pernos estructurales



D	F	H
1/2	7/8	5/16
5/8	1.1/16	25/64
3/4	1.1/4	15/32

ANEXOS 9

PROFORMA DE COSTO

COSTOS MATERIALES DIRECTOS



Quito, a 12 de septiembre del 2013

Proforma No. GG08 050813

Atención:
Nerio Loalza
CRIERA
Presente.-

Proyecto: Parqueadero Automatizado

De mi consideración:

De acuerdo a su gentil solicitud a continuación me permito indicar la siguiente cotización:

Item	Descripción	U	Cant.	Valor Unitario USD \$	Valor Total USD \$	Tiempo de Entrega
1	Viga centro frontal	U	12	425,88	5.110,56	Inmediato según stock
2	Columna central superior	U	4	632,58	2.530,32	8 días laborables
3	Viga frontal elevador central	U	2	426,90	853,80	8 días laborables
4	Viga frontal extremo	U	20	425,04	8.500,80	8 días laborables
5	Columna extremo superior	U	4	760,00	3.120,00	8 días laborables
6	Mecanismo parte fija	U	8	200,00	1.600,00	8 días laborables
7	Columna medio	U	8	352,12	2.816,96	8 días laborables
8	Columna inferior	U	8	812,60	6.500,80	8 días laborables
9	Cabina del elevador	U	1	4.524,56	4.524,56	8 días laborables
10	Viga lateral	U	12	300,52	3.606,24	8 días laborables
11	Viga lateral elevador	U	2	320,00	640,00	8 días laborables
12	Cable preformado	U	1	150,00	150,00	8 días laborables
13	Tuerca de juntas	U	288	0,55	158,40	8 días laborables
14	Arandela plana juntas	U	576	0,03	17,28	8 días laborables
15	Anillo de juntas	U	188	2,56	480,88	8 días laborables
16	Perno de juntas	U	288	1,25	360,00	8 días laborables
17	Placa unión viga columna	U	48	15,00	720,00	8 días laborables
18	Placa empalme columnas	U	32	55,00	1.760,00	8 días laborables
19	Perno motorreductor	U	4	1,40	5,60	8 días laborables
20	Arandela plana motorreduct.	U	8	0,03	0,24	8 días laborables
21	Tuerca motorreductor	U	4	0,05	0,20	8 días laborables
22	Viga soporte motorreductor	U	1	180,00	180,00	8 días laborables
23	Viga de unión soportes	U	2	185,25	370,50	8 días laborables
24	Eje para cable	U	1	25,00	25,00	8 días laborables
25	Grapas para cable Crosby	U	3	3,00	9,00	8 días laborables
26	Polea de desvío	U	1	4,00	4,00	8 días laborables
27	Prisionero punta planta	U	2	6,00	12,00	8 días laborables
28	Arandela plana chumacera	U	4	0,05	0,20	8 días laborables
29	Tuerca de juntas	U	4	0,05	0,20	8 días laborables
30	Tuerca de juntas	U	4	0,05	0,20	8 días laborables
31	Viga soporte polea	U	1	185,63	185,63	Inmediato según stock
32	Motorreductor	U	1	1.526,80	1.526,80	8 días laborables
33	Chaveta	U	1	0,24	0,24	Inmediato según stock
34	Tambor de enrollamiento	U	1	0,24	0,24	Inmediato según stock
35	Chumacera de piso tambor	U	1	0,24	0,24	8 días laborables
36	Perno chumacera	U	2	1,25	2,50	Inmediato según stock
37	Base chumacera	U	1	0,24	0,24	8 días laborables
38	Soporte base chumacera	U	2	0,36	0,72	8 días laborables
39	Tuerca chumacera	U	2	0,38	0,76	8 días laborables
40	Arandela plana chumacera	U	4	0,36	1,44	8 días laborables
41	Perno garrucha guía	U	256	0,98	250,88	8 días laborables
42	Arandela plana garrucha g.	U	512	0,24	122,88	8 días laborables
43	Refuerzo soporte guía	U	64	0,24	15,36	8 días laborables
44	Soporte garrucha guía	U	32	0,26	8,32	8 días laborables
45	Chaveta	U	1	0,24	0,24	8 días laborables
46	Chumacera de piso polea	U	2	0,23	0,46	8 días laborables
47	Eje polea de desvío	U	1	0,98	0,98	8 días laborables
48	Viga soporte tambor	U	1	0,36	0,36	8 días laborables
49	Eslabos	U	24	5,23	125,52	8 días laborables
50	Perno de anclaje	U	48	10,58	507,84	8 días laborables
51	Tuerca de anclaje	U	48	0,58	27,84	8 días laborables
52	Arandela plana anclaje	U	48	0,24	11,52	8 días laborables
53	Placa base	U	8	82,00	656,00	Inmediato según stock
54	Arandela de presión garr. g.	U	256	0,24	61,44	8 días laborables
55	Tuerca garrucha guía	U	256	0,08	20,48	Inmediato según stock
56	Garrucha guía	U	32	0,24	7,68	Inmediato según stock
57	Base refuerzo guía	U	64	62,00	3.328,00	8 días laborables
58	Arandela aplanada garruc. ap.	U	768	0,24	184,32	Inmediato según stock
59	Viga soporte mecanismo	U	32	185,92	5.949,44	Inmediato según stock
60	Placa sujeción garrucha ap.	U	96	80,52	7.729,92	8 días laborables
61	Garrucha de apoyo	U	96	1,12	107,52	Inmediato según stock
62	Perno garrucha apoyo	U	384	0,50	192,00	Inmediato según stock
63	Arandela aplanada garruc. ap.	U	768	0,80	614,40	8 días laborables
64	Tuerca garrucha apoyo	U	384	0,08	30,72	Inmediato según stock
				TOTAL	65.679,87	

Nota: Los items resaltados en negrilla corresponden a alternativas cotizadas al producto solicitado.

Tiempo de entrega:
Forma de pago:
Lugar de entrega:
Validez de la oferta:

Sin más por el momento y seguro de contar con futuras órdenes de pedidos, me despido.

Atentamente,





PROFORMA 20120329

SEÑORES:
ATENCIÓN:
REFERENCIA: COTIZACIÓN DE EQUIPOS
FECHA:

Sandra Pinto se complace en presentar la siguiente oferta, según su requerimiento:

ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT. US\$	P. TOTAL
1	1	sistema, electrico con motores, motoreductores	\$ 10.439,00	\$ 10.439,00

SUBTOTAL	\$ 10.439,00
12% IVA	\$ 1.252,68
TOTAL	\$ 11.691,68

CONDICIONES DE LA OFERTA

VALIDEZ DE LA OFERTA:
TIEMPO DE ENTREGA:
FORMA DE PAGO:

8 Días
Inmediato
Contado