



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE HIDALGO
CAMPUS CIUDAD SAHAGÚN**

INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ANÁLISIS Y DESARROLLO PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
ELEVA-AUTOS, EN EL FRACCIONAMIENTO
COLINAS DE PLATA”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTAN:

**GARCÍA ALVAREZ ABRAHAM
MONROY RIVERA CHRISTIAN FRANCISCO**

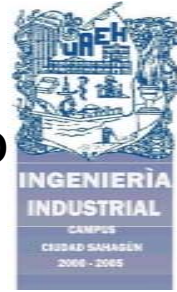
**ASESOR DE TESIS:
ING. C. ALEJANDRO FERNÁNDEZ RAMÍREZ**



MAYO 2006



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE HIDALGO
CAMPUS SAHAGÚN**



INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ANÁLISIS Y DESARROLLO PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
ELEVA-AUTOS, EN EL FRACCIONAMIENTO
COLINAS DE PLATA”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTAN:

**GARCÍA ALVAREZ ABRAHAM
MONRROY RIVERA CHRISTIAN FRANCISCO**

**ASESOR DE TESIS:
ING. C. ALEJANDRO FERNÁNDEZ RAMÍREZ**

MAYO 2006

A Dios.

Agradezco a dios por darme la oportunidad de vivir este momento.

A mis padres (F. Mariano y Esperanza).

Por el gran apoyo moral, económico y espiritual brindado durante estos años, por ser la base para lograr una de mis metas, porque a ellos debo lo que soy y sobre todo gracias por creer en mi.

A mis hermanos (Juana y Roberto).

Por el apoyo moral que me han brindado en esta etapa tan importante de mi vida y por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mis familiares y amigos.

Por el apoyo incondicional brindado durante la mi vida, por su compañía, por creer en mi y sobre todo gracias por su amistad.

Abraham García Alvarez.

A Dios

Por permitirme llegar hasta a este momento.

A mis padres (José Luís y Estela):

Por el inmenso apoyo que me han dado durante toda la vida, tanto anímica, moral, y económicamente durante todos estos años. Gracias por creer siempre en mí, para ustedes es este trabajo con todo el respeto y admiración.

A mis hermanos (Thelma, Ismael y Aldo)

Por brindarme su compañía y apoyarme con verdadera hermandad cuando los he necesitado.

A Erika:

Que es la fuente de mi superación diaria. Gracias Eri por ayudarme a visualizar cual era el camino que debería de seguir, créeme que sin tu apoyo no estaría aquí. Te amo.

A mis amigos:

*Porque ustedes siempre estuvieron cerca de mi cuando necesite su apoyo, y en especialmente para el **Sr. José** que sin duda es uno de los mejores amigos que he tenido.*

Monroy Rivera Christian Francisco.

| ÍNDICE | Página |
|-----------------------------|---------------|
| Introducción | 11 |
| Planteamiento del problema. | 13 |
| Justificación | 14 |
| Objetivos | 15 |
| Hipótesis | 16 |
| Metodología | 17 |

Capítulo I ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MUNICIPIO.

| | |
|--|----|
| 1.1 Antecedentes de Mineral de la Reforma. | 18 |
| 1.2 Evolución demográfica. | 18 |
| 1.3 Vivienda. | 18 |
| 1.4 Vías de comunicación. | 18 |
| 1.5 Medios de comunicación. | 19 |
| 1.6 Industria y comercio. | 19 |
| 1.7 Antecedentes del fraccionamiento Colinas de Plata. | 19 |
| 1.8 A quiénes va dirigido el eleva-autos. | 21 |

Capítulo II ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA Y OBTENCIÓN DE LOS DATOS PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES DEL MISMO.

| | |
|--|----|
| 2.1 Definición del sistema eleva-autos. | 22 |
| 2.2 Descripción general de los elementos. | 25 |
| 2.3 Obtención, recopilación y análisis de los datos para determinar las dimensiones del eleva-autos. | 28 |
| 2.3.1 Obtención. | 28 |
| 2.3.2 Recopilación y análisis de los datos. | 28 |
| 2.3.3 Análisis de los datos decisión de los valores. | 28 |
| 2.3.3.1 Carga máxima a levantar. | 29 |
| 2.3.3.2 Distancia entre ejes. | 33 |
| 2.3.3.3 Altura máxima. | 35 |

Capítulo III PLATAFORMA ELEVADIZA Y COLUMNAS.

| | |
|--|----|
| 3.1 Cálculos de vigas paralelas al eje del auto. | 39 |
| 3.2 Cálculos de la deflexión de las vigas por donde se deslizan las llantas del auto. | 46 |
| 3.3 Láminas. | 50 |
| 3.4 Rampas. | 51 |
| 3.5 Topes de seguridad. | 52 |
| 3.6 Cálculo de columnas. | 53 |
| 3.6.1 Razón de esbeltez. | 53 |
| 3.7 Especificaciones de las vigas paralelas al eje auto, de las vigas por donde se deslizan las llantas del auto y columnas. | 61 |

Capítulo IV SELECCIÓN DEL CABLE, MOTOR Y OTROS ELEMENTOS.

| | |
|--|----|
| 4.1 Selección del cable. | 63 |
| 4.1.1 Definición de cable de acero y sus elementos. | 63 |
| 4.1.2 Factor de seguridad. | 65 |
| 4.1.3 Fórmula para la selección del cable. | 65 |
| 4.1.4 Longitud de los cuatro cables del sistema. | 66 |
| 4.1.5 Cálculo de cable que tendrá que enrollarse en el tambor. | 71 |
| 4.2 Selección del motor eléctrico. | 72 |
| 4.2.1 Fundamentos de selección de un motor eléctrico. | 72 |
| 4.3 Motores de corriente alterna. | 73 |
| 4.3.1 Características de los motores de Corriente Alterna. | 73 |
| 4.3.2 Motor síncrono. | 73 |
| 4.3.3 Motor asíncrono o de inducción. | 74 |
| 4.4 Potencia. | 74 |
| 4.5 Sentido de giro. | 75 |
| 4.6 Cálculos para selección del motor. | 75 |
| 4.7 Caja de reductores o reductor de velocidad. | 77 |
| 4.8 Especificaciones de los elementos del sistema. | 79 |
| 4.9 Selección de demás componente del sistema. | 80 |
| 4.10 Funcionamiento del sistema. | 81 |

**CAPITULO V PRESUPUESTO DEL ELEVA-AUTOS Y COMPARACION
CON OTROS SISTEMAS.**

| | |
|---|----|
| 5.1 Presupuesto de fabricación del eleva-autos. | 83 |
| 5.2 Comparación con otros sistemas. | 86 |

CAPITULO VI CONCLUSIONES.

| | |
|--|----|
| 6.1 Conclusiones. | 87 |
| 6.2 Prototipo y requisitos de instalación. | 88 |

| | |
|---------------|-----|
| APÉNDICES. | 91 |
| BIBLIOGRAFÍA. | 108 |
| CYBERGRAFÍA. | 110 |
| GLOSARIO. | 111 |
| ANEXOS. | 113 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| 2.1 Componentes del eleva-autos. | 23 |
| 3.1 Partes de la plataforma. | 38 |
| 3.2 Dimensiones de la viga calibre 10. | 39 |
| 3.3 Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante de la viga 1. | 41 |
| 3.4 Dimensiones de la viga calibre 14. | 43 |
| 3.5 Dimensiones de la viga calibre 10. | 46 |
| 3.6 Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante de las vigas 2. | 47 |
| 3.7 Dimensión de la viga calibre 14. | 48 |
| 3.8 Lámina guía. | 50 |
| 3.9 Lámina protectora. | 51 |
| 3.10 Rampa. | 51 |
| 3.11 Topes de seguridad. | 52 |
| 3.12 Topes de seguridad (vista lateral). | 52 |
| 3.13 Viga 4x2. | 61 |
| 3.14 Viga 3x2. | 61 |
| 3.15 Columna 3x2. | 62 |
| 4.1 Partes de un cable. | 64 |
| 4.2 Tambor con sus cuatro divisiones. | 66 |
| 4.3 Recorrido del cable 1. | 67 |
| 4.4 Recorrido del cable 2. | 68 |
| 4.5 Recorrido del cable 3. | 69 |
| 4.6 Recorrido del cable 4. | 70 |
| 4.7 Sección del tambor. | 71 |
| 4.8 Engranés relación 2:1. | 78 |
| 4.9 Grapa maleables. | 80 |
| 4.10 Rodamiento rígido de una hilera de bolas. | 80 |
| 4.12 Tornillo de cabeza hexagonal. | 81 |
| 5.1 Eleva-autos. | 88 |
| 5.2 Guía de la plataforma. | 89 |
| 5.3 Vista lateral. | 89 |
| 5.4 Vista frontal. | 89 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| 2.1 Componentes del eleva-autos. | 24 |
| 2.2 Frecuencias de pesos. | 30 |
| 2.3 Medidas de dispersión de pesos. | 32 |
| 2.4 Frecuencia de distancia entre ejes. | 33 |
| 2.5 Medidas de dispersión de distancia entre ejes. | 34 |
| 2.6 Frecuencia de alturas. | 35 |
| 2.7 Medidas de dispersión de alturas. | 36 |
| 3.1 Partes de la plataforma con especificaciones. | 38 |
| 5.1 Tabla comparativa. | 86 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| 2.1 Histograma de pesos de los automóviles. | 31 |
| 2.2 Histograma de distancia entre ejes. | 34 |
| 2.3 Histograma de altura de los autos. | 36 |

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, las dimensiones de las casas que son construidas por las empresas tienen un área de aproximadamente $135 m^2$, de los cuales $102.89 m^2$ están construidos y el resto es espacio de estacionamiento y patio.

Debido a la gran urbanización se da la necesidad que la mayoría de los residentes que se tienen que trasladar a su trabajo, escuela u otras actividades constantemente, tengan que adquirir uno o más autos para estas. En consecuencia surge el problema de espacio para estacionar los vehículos dentro o cerca de sus viviendas.

Un factor primordial que se considera de suma importancia al momento de adquirir una casa, es que cuente con una suficiente área de estacionamiento para guardar de una manera segura los autos de los propietarios. Si los habitantes tienen más de un auto representa otro problema, ya que en los condominios o en casas nuevas sólo se les proporciona un espacio para guardar un auto, ¿pero qué pasa con el otro u otros? Los dueños se arriesgan a dejar sus unidades en otro lugar, en donde pueden ser víctimas de la delincuencia.

En la presente tesis se presenta una solución al problema anterior, con la construcción de un *eleva-autos* que permitirá la maximización del espacio de estacionamiento de manera que podamos estacionar sin problema dos autos y no solo uno.

Por tradición, los estacionamientos son horizontales, por lo que la propuesta de este sistema es poder utilizar la zona vertical, para maximizar el espacio de estacionamiento en los hogares.

En el capítulo uno, se trata de los antecedentes del municipio, del sistema y del fraccionamiento Colinas de Plata, así también de los aspectos socioeconómicos del mismo y del alto costo de construcción de un área de estacionamiento y de algunos problemas que ocasiona el no contar con el espacio necesario.

En el capítulo dos, se dan a conocer los elementos más importantes del sistema y con la ayuda de un estudio estadístico, se recopilara la información de los autos de mayor

existencia en el fraccionamiento para así poder determinar las dimensiones y las características técnicas del mismo.

En el capítulo tres, se determina el material adecuado para la construcción del sistema, el tipo de calibre que necesitaran las vigas y las columnas para poder soportar la carga, estas se determinarán con los conocimientos adquiridos en resistencia de materiales, estática, ciencia de los materiales, etc., también se contará con la ayuda de tablas estandarizadas.

En el capítulo cuatro, se realizó el cálculo para la elección del motor eléctrico, reductor de velocidad, el tipo de cable de acero que soporte la carga, así mismo su longitud y su calibre, el tipo de rodamientos a utilizar y algunos elementos de fijación.

En el capítulo cinco, se estima un precio para el sistema y se muestra un cuadro comparativo de sistemas ya existentes.

En el capítulo seis, se dan las conclusiones finales y se da a conocer el prototipo del eleva-autos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La dinámica de población hoy en día, se ve como un suceso constante en casi todo el mundo, y nuestro país no es la excepción de este movimiento acelerado de aumento de población. Y es por eso que al ver ese problema dentro de nuestro país, se ha decidido analizar cuáles son las consecuencias que éste produce. Uno de esos problemas es que al ir aumentando la población, las viviendas cada día se construyen más pequeñas, es decir disminuyen su tamaño de área para vivir cómodamente. Esto lo podemos ver claramente cuando en la ciudades se construyen condominios, o que las constructoras hacen mas compactas las casas de fraccionamientos o de colonias nuevas.

Al igual que el crecimiento de población en las ciudades urbanizadas, la tecnología ha evolucionado en las últimas décadas, uno de estos cambios ha sido la introducción del automóvil como medio de transporte básico, debido a las grandes distancias que deben de recorrer los habitantes para poder cumplir con sus actividades. A raíz de esto existen familias, las cuales llegan a tener más de un auto con el objetivo de efectuar sus tareas cotidianas. Esto ocasiona como problema el no contar con el espacio suficiente para guardar los autos en un lugar seguro. Por lo que se ha decidido buscar una solución a este, la propuesta es la creación de un sistema eleva-autos el cual nos permita tener dos autos en un mismo lugar ya que este es de forma vertical y nos permite elevar el auto para maximizar el espacio.

JUSTIFICACIÓN

Se tomo como lugar de estudio al fraccionamiento Colinas de Plata. Específicamente se estudiará este, por que es un fraccionamiento nuevo y que por su cercanía a la ciudad de Pachuca esta en aumento de los habitantes, actualmente en este fraccionamiento se tiene habitada más del 80% del total de sus casas (2000 aprox.).

El problema de espacio de estacionamiento se puede visualizar en estas casas debido al espacio tan reducido que tienen para colocar los autos de una manera correcta y segura para los propietarios.

De acuerdo a lo que se observo en el fraccionamiento, se encontró que los habitantes normalmente recurren a un de los siguientes puntos, con el fin ampliar su estacionamiento, pero resulta costoso.

- No tener espacio.
 - Renta de una cochera.
 - Gasto de combustible.
 - Vigilancia.
- Compra de espacio.
 - Construcción de cochera.
 - Material.
 - M/o.
 - Permiso de construcción.

Para dar una solución al problema, se propone un proyecto encaminado a desarrollar un sistema de elevación de autos, para la maximización del espacio de estacionamiento dentro de las viviendas de las áreas mencionadas.

El eleva-autos se desarrollará aplicando conocimientos adquiridos dentro de la carrera de Ingeniería Industrial, específicamente en las materias de Resistencia de Materiales, Ciencia de los Materiales, Procesos de Manufactura, Eléctrica II, Dinámica , Estática e Ingeniería de Sistemas.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

- Desarrollar un sistema mecánico-eléctrico, eleva-autos, el cual pueda solucionar el problema de área de estacionamiento de una casa habitación, en un fraccionamiento que cuente con capacidad para un auto.

Objetivos específicos:

- Desarrollar un sistema mecánico, que pueda soportar una carga máxima de 2000 Kg. (4410Lb), a una altura mínima de 1.70 mts. (67plg) y máxima de 2000 mts. (78.74plg).
- Adecuar el eleva-autos, en el área de estacionamiento de las casas del fraccionamiento Colinas de Plata.
- Lograr que el eleva-autos, tenga un precio menor al de los sistemas existentes en el mercado.

HIPÓTESIS

- Con la instalación del eleva-autos, se resolverá el problema de estacionamiento para dos autos, que tienen los habitantes del fraccionamiento.

METODOLOGÍA

De acuerdo a la clasificación de estudios¹, este estudio será del tipo descriptivo y exploratorio.

El estudio será descriptivo porque se analizara el aumento de una población y las consecuencias que esto trae. En este caso la pérdida de espacio en el área de estacionamiento en las casas.

Se deduce que el estudio es de tipo exploratorio debido a que el tema de disminución de área de estacionamiento, es básicamente nulo en nuestro país. Y la construcción de sistemas que puedan solucionar este problema es muy reducida.

¹ Hernández , 1998 Pág. 57-62

CAPÍTULO I ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MUNICIPIO.

1.1 Antecedentes del Mineral de la Reforma.

Mineral de la Reforma ha cambiado su nombre en distintas ocasiones, primero fue denominado “Pachoacan”, Pachoa = “gobernar”, y “Can” = “lugar”, que proviene del dialecto Otomí que significa “lugar de gobierno”². El nombre de Pachuquilla o pequeña Pachuca nace del derivado al pasado nombre que se tenía, y su cercanía con la capital de estado, actualmente se le ha llamado Mineral de la Reforma.

Mineral de la Reforma es el municipio número 51 del estado de Hidalgo. Este colinda asimismo al Norte con el municipio de Mineral del Monte; al Sur con el municipio de Zempoala; al Este con el municipio de Epazoyucan, y al Oeste con los municipios de Pachuca y Zapotlán de Juárez. El municipio se encuentra situado al noreste de la ciudad de México a una distancia de 100 Km., y a 38 Km. de Tulancingo. La distancia de unión con la capital del estado es de 9 Km. La superficie territorial es de 92.50 km², representando el 0.4% de la superficie total de nuestro Estado³.

1.2 Evolución Demográfica.

Para el año 2000 el municipio cuenta con 42,223 habitantes, lo cual representa el 1.89% de participación relativa estatal.

Del total de la población 20,252 son hombres y 21,971 mujeres, teniendo un índice de masculinidad de 92.2 lo que significa que hay 108 mujeres por cada 100 hombres⁴.

1.3 Vivienda.

Existen 10,315 viviendas particulares, con un promedio de habitantes de 5 personas por vivienda. Su densidad poblacional es de 456 habitantes por kilómetro cuadrado.

1.4 Vías de Comunicación.

Las carreteras federales que atraviesan el municipio son la carretera troncal Pachuca - Tulancingo (Tuxpan), Pachuca – Tampico (vía corta). Y carreteras alimentadoras como la

² Menes, 2002 Pág. 2263

³ <http://www.mineraldelareforma.gob.mx/mineral/index.htm>

⁴ http://www.inegi.gob.mx/est/librerias/tabulados.asp?tabulado=tab_po01b&c=705

Pachuca – Sahagún, la que comunica con la ciudad de Pachuca, que cuenta con tres carriles y algunos caminos de terracería que comunican las principales comunidades.

1.5 Medios de Comunicación.

El municipio cuenta con servicios de correo postal y servicio telefónico en casi el total de sus localidades. Las comunidades del municipio cuentan con servicios de transporte, que van desde taxis colectivos hasta microbuses y combis, dependiendo la densidad poblacional de cada localidad.

Respecto a radio y televisión los habitantes cuentan con una buena recepción de frecuencia.

1.6 Industria y Comercio.

El municipio cuenta con un parque industrial en el cual se encuentran diferentes tipos de industrias, entre las que más prevalecen son las industrias manufactureras, las cuales elaboran productos alimenticios y bebidas, textiles, fabricación de productos de aserradero, siendo las más fuertes la manufactura de productos metálicos, maquinaria y equipo.

La industria de la construcción tiene una gran importancia dado que existen algunos lugares donde la fabricación de cemento, cal, yeso, al igual que el block y el tabique son de orden primordial.

Entre las empresas que más destacan dentro del municipio son:

Embotelladora La Paz, Coca-Cola, Aceros de Hidalgo, Ánfora, Carnaval, Parch y Materiales Islas.

1.7 Antecedentes del fraccionamiento Colinas de Plata.

El lugar donde se encuentra actualmente el fraccionamiento, antes de ser propiedad privada, pertenecía a 15 ejidatarios, el ejido se dividía en tres secciones que eran:

- a) Área urbana ejidal: en esta área era donde habitaban los dueños de los ejidos.
- b) Área de parcelamiento: en esta área se localizaban las parcelas de los ejidatarios.
- c) Área común: área designada para que los animales pastaran.

Los dueños del ejido sostuvieron su primera plática con los dueños de la constructora QUMA de Hidalgo S.A. DE C.V. en el año 2000 con el propósito de la compra-venta de este terreno para poder construir nuevas viviendas. Para poder vender este terreno los ejidatarios debían de cambiar de ejido a propiedad privada, este proceso duro un año.

El objetivo de comprar este terreno era tener una nueva área de reserva habitacional, debido a la escasez de esta.

Con la ayuda de gobierno estatal y municipal en el año 2001 se comienzan los trabajos de construcción del nuevo fraccionamiento (Colinas de Plata).

El fraccionamiento cuenta con una extensión superficial de 620,451.73mts² y un total de 2948 casas.

Las casas están divididas en 6 prototipos que son:

- 1.- Casa clásica, la cual consta de dos recamaras, un baño, una sala, un patio, una cocina y un cubo para futuras ampliaciones para un segundo nivel.
- 2.- Casa ilusión, la cual cuenta con dos plantas, una sala comedor, dos recamaras, un baño y con posible extensión a un tercer nivel
- 3.- Casa ilusión 2, cuenta con las mismas habitaciones que la ilusión pero con posible ampliación de la cocina hacia el patio trasero.
- 4.- Casa progresiva la cual consta con un recamara, una sala, un baño, una cocina y ampliación para segundo piso.
- 5.- Casa con balcón, cuenta con tres recamaras, una sala comedor, un estudio, una cocina, un patio de servicio, dos baños completos y medio baño.
- 6.- Casa con terraza, cuenta con las mismas especificaciones de la casa con balcón pero con terraza.

Las casas tienen un área de 90.00mts² en promedio. El área de estacionamiento con el que cuentan todas las casas que están construidas en este fraccionamiento es de 5 x 2.5mts.

En el año 2003 se realizan las primeras ventas de las viviendas y comienzan a ser habitadas.

1.8 A quiénes va dirigido el eleva-autos.

Este tipo de sistema va dirigido, principalmente a aquellas personas que tienen más de dos autos, que no tienen el espacio suficiente, para estacionar de una manera segura y adecuada sus autos, pero que cuentan con el espacio suficiente por lo menos para un auto, principalmente a los habitantes del fraccionamiento colinas de plata que viven en las privadas siguientes:

- Privada del Acero
- Privada del Ágata
- Privada de la Amistad
- Privada del Berilio
- Privada del Bronce
- Privada del Carbón
- Privada del Cobre
- Privada del Cuarzo
- Privada del Cobalto
- Privada de la Esmeralda
- Privada del Diamante
- Privada del Estaño
- Privada del Fósforo
- Privada del Mármol
- Privada del Níquel
- Privada de la Obsidiana
- Privada del Zafiro

Debido a que estas privadas son las más habitadas y con mayor número de autos, son las que podrían adquirir un sistema de esta clase.

CAPÍTULO II ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA ELEVA-AUTOS Y OBTENCIÓN DE LOS DATOS PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES DEL MISMO.

2.1 Definición del sistema eleva-autos.

En este capítulo se muestra el prototipo *M-G 2006* y se describe la función que desempeñara cada uno de los componentes que conforman el sistema eleva-autos.

Un sistema eleva-autos es aquel dispositivo que nos permite levantar una unidad móvil a una determinada altura por medio de mecanismos, como pueden ser poleas, motor eléctrico, cable etc. Con el objetivo de que otro automóvil se coloque justamente abajo del auto que fue levantado y así aprovechar el espacio vertical del estacionamiento que se tenga.

A continuación se presenta los componentes de eleva-autos. M-G 2006

Componentes del eleva-autos "M-G 2006"

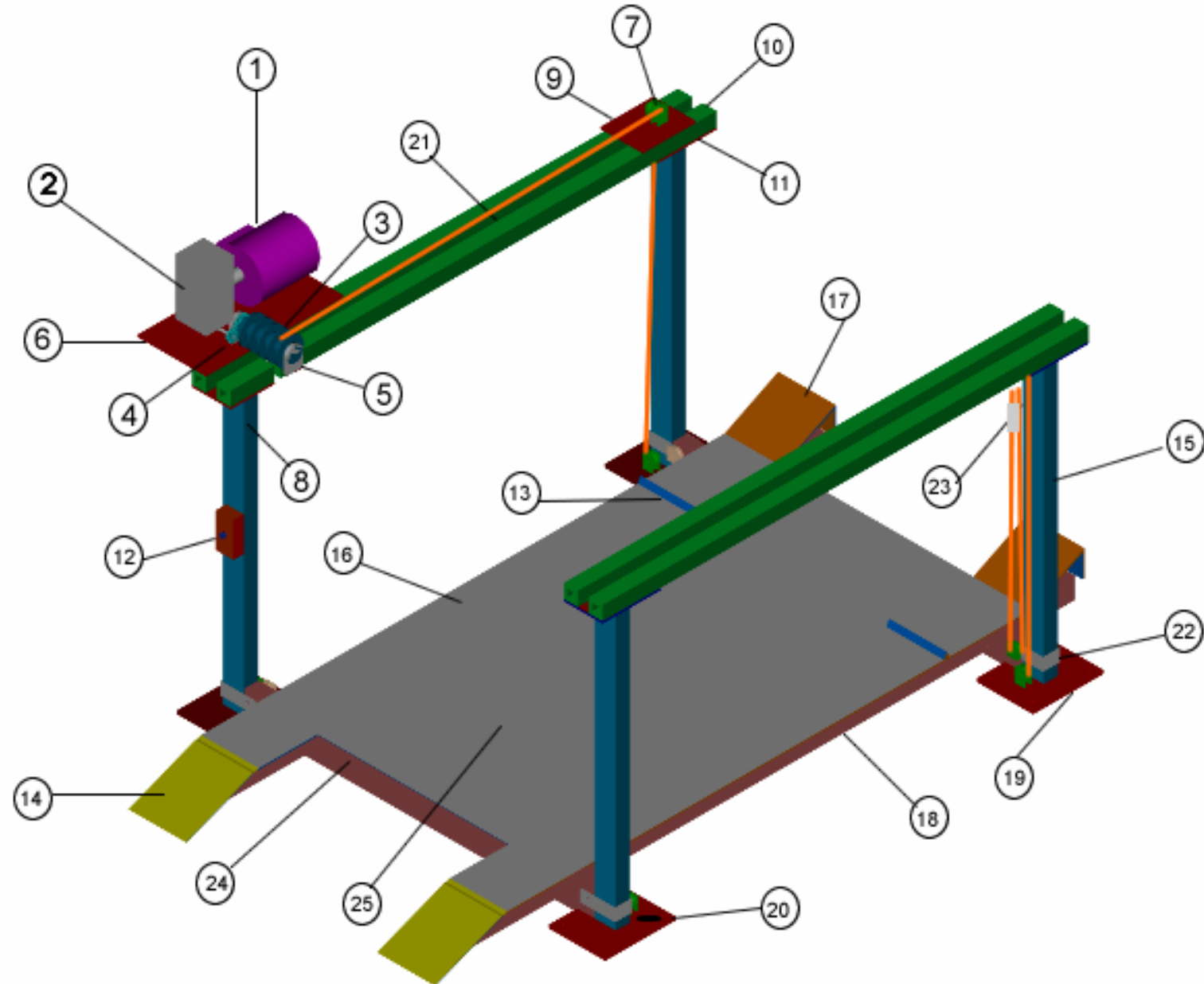


Figura 2.1 componentes del eleva-autos

| No. de parte | Descripción | Cantidad |
|--------------|-----------------------|-----------|
| 1 | Motor eléctrico | 1 |
| 2 | Reductor de velocidad | 1 |
| 3 | Tambor | 1 |
| 4 | Engranajes | 2 |
| 5 | Chumaceras | 2 |
| 6 | Placa superior uno | 1 |
| 7 | Rodamientos | 16 |
| 8 | Micro | 2 |
| 9 | Placa superior dos | 1 |
| 10 | Vigas 2x2 | 4 |
| 11 | Placa superior tres | 4 |
| 12 | Interruptor | 1 |
| 13 | Tope de seguridad uno | 2 |
| 14 | Rampa | 2 |
| 15 | Columna 3x2 | 4 |
| 16 | Lámina guía | 2 |
| 17 | Tope de seguridad dos | 2 |
| 18 | Viga 3x2 | 4 |
| 19 | Placa inferior | 4 |
| 20 | Tornillo anclaje | 16 |
| 21 | Cable ¼ | 35.62 mts |
| 22 | Guías de ascenso | 4 |
| 23 | Grapas | 8 |
| 24 | Viga 4x2 | 2 |
| 25 | Lámina protectora | 1 |

Tabla 2.1: Componentes del eleva-autos.

Cabe mencionar que existen sistemas similares en el mercado (Ver Anexo A).

Como se puede deducir los elementos del sistema, que se quiere construir son los mecanismos que nos ayudaran a realizar la tarea, cada mecanismo tendrá una función particular pero no independiente de los demás.

Es de suma importancia decir que el sistema solamente tendrá capacidad para levantar automóviles y no camionetas.

2.2 Descripción general de los elementos.

1) Columnas.

Éstas sirven para poder sostener la plataforma en la que esta estacionado el auto. En total son cuatro columnas.

2) Viga.

Las vigas son la base de la plataforma que se elevará, en la parte superior de las columnas se colocaran 4 vigas más, con el fin de que las columnas en un determinado momento no sufran un pandeo.

3) Lámina.

Se colocan sobre de las vigas, cubriéndolas, logrando que al momento de que el auto pase sobre ellas, lo pueda hacer de una manera adecuada.

Otra tarea importante de la lámina, es evitar que goteos de agua, gasolina, aceite u otra sustancia pueda caer sobre el auto (evitar desgaste de pintura y daño en el limpiaparabrisas debido a las sustancias químicas que contiene) que se encuentra justamente debajo.

4) Topes.

Son accesorios de seguridad que se colocan detrás y delante del la llanta delantera del auto con el fin de que éste en determinado momento no realice un movimiento que ponga en riesgo la seguridad de los usuarios.

5) Rodamientos.

Estos están unidos a los extremos de las vigas, cumpliendo el objetivo de realizar un deslizamiento sobre las columnas y así lograr un mejor levantamiento de la plataforma. Funcionara como polea para permitir el recorrido del cable.

6) Motor eléctrico.

Tiene la función de ejercer la potencia necesaria para levantar la plataforma a la altura que se desee.

7) Reductor de velocidad.

El *reductor de velocidad* se encarga de disminuir, las r.p.m, del motor eléctrico, para controlar la velocidad del levantamiento de la plataforma, por medio de un juego de engranes.

8) Cable.

Éste sirve para realizar el trabajo que se requiere y poder levantar la plataforma a la altura apropiada.

9) Tambor.

Este tiene la función de hacer que el cable se enrolle en su superficie, logrando así que el cable levante la plataforma. Esta función la realizara con la ayuda del motor eléctrico.

10) Placas.

Éstas se usan para la fijación del sistema al suelo, y para la unión de las vigas superiores con las columnas.

11) Tornillos.

Sirven para la unión de vigas, y la fijación del eleva-autos a la superficie de concreto.

12) Soldadura.

Sirve para la unión de las vigas de la plataforma, para la unión de vigas, columnas y placas.

13) Interruptor.

Éste controla el encendido y el apagado del eleva-autos, así también el ascenso y descenso de la plataforma.

14) Perros para cable de acero.

Sirven como sujetadores de los cables que se insertarán en las placas superiores del sistema.

15) Chumaceras.

Sirve para colocar el tambor y permitir que gire con el objetivo de enrollar el cable.

16) Micro.

Tienen la función de hacer el paro de la plataforma en el ascenso y descenso.

2.3 Obtención, recopilación y análisis de los datos para determinar las dimensiones del eleva-autos.

2.3.1 Obtención.

Para que se puedan establecer las dimensiones adecuadas del sistema eleva-autos, antes que nada se debe de realizar un censo a los habitantes del fraccionamiento, con el fin de conocer que tipo de autos, son los que más se presentan en esa población.

Para poder obtener las respuestas a estas preguntas, fue necesario realizar un cuestionario a los habitantes de cada una de las casas, que se encuentran ubicadas dentro de las privadas a las que va dirigido el sistema.

El formato del cuestionario se encuentra en el Anexo B.

2.3.2 Recopilación y análisis de los datos.

Una vez realizada la encuesta y obtenidos los datos que se necesitaban, se depositan en las tablas (Anexo C), con el fin de darles después una interpretación para los fines que se buscan.

Cabe mencionar que en total se realizaron 724 cuestionarios de una población de 1360, ya que cada privada cuenta con 80 casas y en total son 17 privadas a las que se está dirigiendo el proyecto. (Tablas y graficas Anexo C).

2.3.3 Análisis de los datos decisión de los valores.

Con los resultados obtenidos y organizados (Anexo C), se dispuso a realizar, los cálculos que son necesarios para poder obtener las medidas que necesitamos para el sistema.

2.3.3.1 Carga máxima a levantar.

Como primer punto realizamos una gráfica de frecuencia de los autos y sus pesos correspondientes, la cual se construye de la siguiente manera.

Recordemos que son 1294 autos en total, entonces calculamos la raíz cuadrada de este número para obtener el número de intervalos (N.I.)

$$\text{Número de intervalos} = \sqrt{1294} \quad (1)$$

$$\text{N.I.} = 36$$

Después se calculara el tamaño del intervalo o rango, tomando la sustracción del número mayor y el número menor sobre el número de intervalos. El número mayor es 1837 el cual se puede redondear a 1850 y el numero menor es de 898 y de igual manera se reducirá a 880, si se realizan estos cambios se debe disminuir el número de intervalos que es lo que se desea, para que sean 30. Entonces quedara que el rango (R) es de:

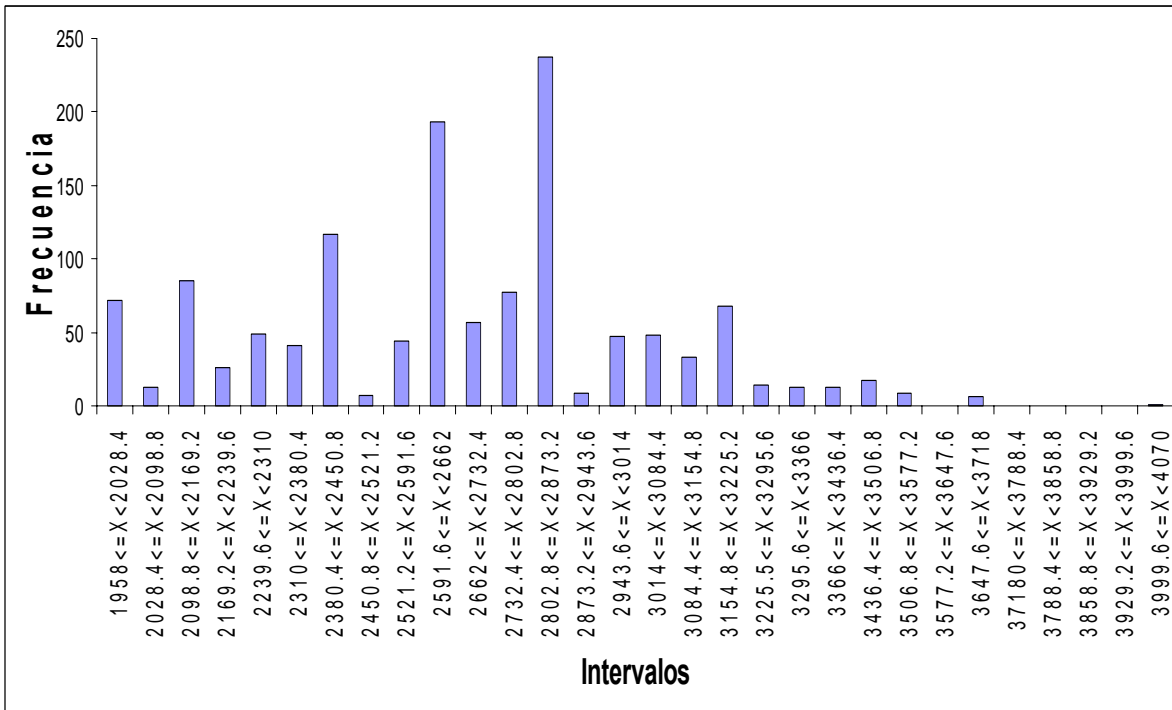
$$R = \frac{\text{Número}_\text{mayor} - \text{Número}_\text{menor}}{N.I} \quad (2)$$

$$R = \frac{4070 - 1936}{30} = 71.33$$

Ahora se construye la tabla de frecuencias.

| Intervalos | Frecuencia | F. relativa |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1958<=X<2028.4 | 72 | 0.0556 |
| 2028.4<=X<2098.8 | 13 | 0.01 |
| 2098.8<=X<2169.2 | 85 | 0.0656 |
| 2169.2<=X<2239.6 | 26 | 0.0201 |
| 2239.6<=X<2310 | 49 | 0.0378 |
| 2310<=X<2380.4 | 41 | 0.0316 |
| 2380.4<=X<2450.8 | 117 | 0.0903 |
| 2450.8<=X<2521.2 | 7 | 0.0054 |
| 2521.2<=X<2591.6 | 44 | 0.034 |
| 2591.6<=X<2662 | 193 | 0.1489 |
| 2662<=X<2732.4 | 57 | 0.044 |
| 2732.4<=X<2802.8 | 77 | 0.0594 |
| 2802.8<=X<2873.2 | 237 | 0.1829 |
| 2873.2<=X<2943.6 | 9 | 0.0069 |
| 2943.6<=X<3014 | 47 | 0.0363 |
| 3014<=X<3084.4 | 48 | 0.037 |
| 3084.4<=X<3154.8 | 33 | 0.0255 |
| 3154.8<=X<3225.2 | 68 | 0.0525 |
| 3225.5<=X<3295.6 | 14 | 0.0108 |
| 3295.6<=X<3366 | 13 | 0.01 |
| 3366<=X<3436.4 | 13 | 0.01 |
| 3436.4<=X<3506.8 | 17 | 0.0131 |
| 3506.8<=X<3577.2 | 9 | 0.0069 |
| 3577.2<=X<3647.6 | 0 | 0 |
| 3647.6<=X<3718 | 6 | 0.0046 |
| 37180<=X<3788.4 | 0 | 0 |
| 3788.4<=X<3858.8 | 0 | 0 |
| 3858.8<=X<3929.2 | 0 | 0 |
| 3929.2<=X<3999.6 | 0 | 0 |
| 3999.6<=X<4070 | 1 | 0.0008 |
| Total | 1296 | 1 |

Tabla 2.2 Frecuencias de pesos.



Gráfica 2.1: Histograma de pesos de los automóviles.

Teniendo la gráfica anterior se puede observar que es aproximada a una distribución normal. En base a eso se calculará la carga que levantara el sistema.

Para el estudio se considerara el 99.7% (Anexo D) de los valores lo que quiere decir que se utilizaran tres desviaciones para lo cual, se calculara la media y la desviación estándar de los datos obtenidos. Tomando en cuenta los datos de las tablas de frecuencia, se calculara la media con la fórmula siguiente:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3)$$

$$\mu = \frac{1571999.996lb}{1296}$$

Entonces $\mu = 2668.51852 \text{ lb.}$

Después se calcula la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\mu - x)^2}{n}} \quad (4)$$

$\sigma = 366.621 \text{ lb.}$

Entonces se construye una pequeña tabla, en la cual se mostrara el valor de la media y de la desviación, así como los valores que corresponde a cada porcentaje de la curva normal.

| | |
|------------|----------|
| Media | 2668.518 |
| Desviación | 366.261 |
| Al 68% | 3034.779 |
| Al 95% | 3401.041 |
| Al 99.7% | 3766.930 |

Tabla 2.3 Medidas de dispersión de pesos.

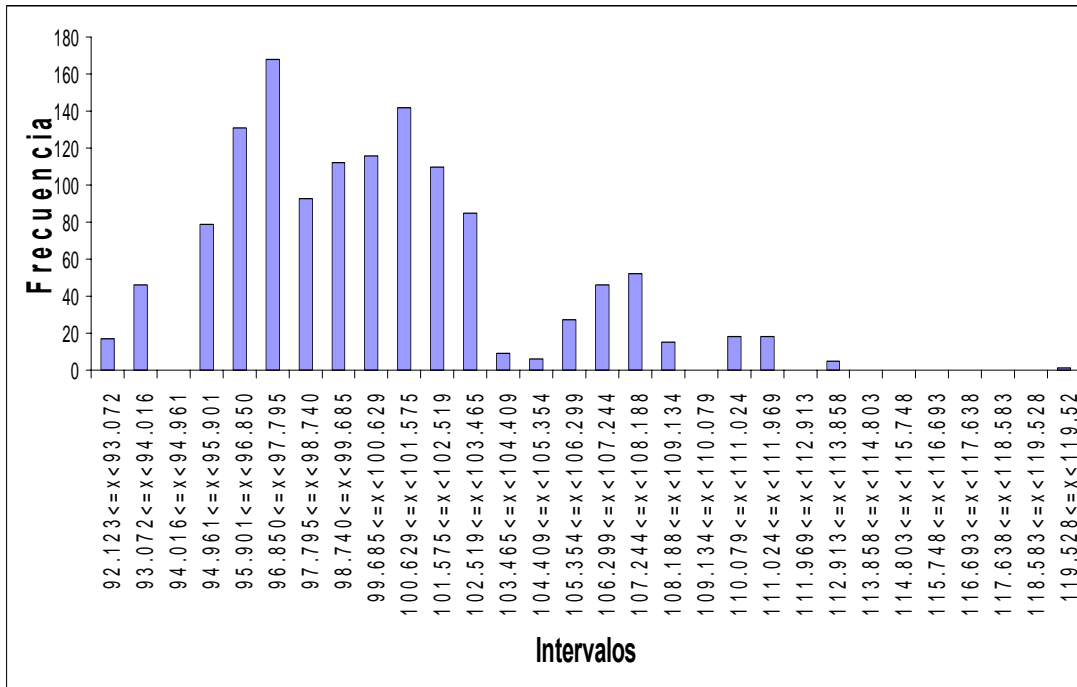
Calculados estos valores, se puede definir que la carga a levantar de un auto sería de 1711kg (3766.930Lb), a este valor se le agregará un factor de seguridad de 15%, lo que dará un total de 2000kg (4332Lb). Entonces queda definido que la carga máxima que soportará el sistema es de **2000kg**.

2.3.4.2 Distancia entre ejes.

Se sigue el mismo procedimiento que para el peso.

| Intervalos | Frecuencia | F. relativa |
|--------------------|-------------|-------------|
| 92.123<=x<93.072 | 17 | 0.0131 |
| 93.072<=x<94.016 | 46 | 0.0355 |
| 94.016<=x<94.961 | 0 | 0.0000 |
| 94.961<=x<95.901 | 79 | 0.0610 |
| 95.901<=x<96.850 | 131 | 0.1011 |
| 96.850<=x<97.795 | 168 | 0.1296 |
| 97.795<=x<98.740 | 93 | 0.0718 |
| 98.740<=x<99.685 | 112 | 0.0864 |
| 99.685<=x<100.629 | 116 | 0.0895 |
| 100.629<=x<101.575 | 142 | 0.1096 |
| 101.575<=x<102.519 | 110 | 0.0849 |
| 102.519<=x<103.465 | 85 | 0.0656 |
| 103.465<=x<104.409 | 9 | 0.0069 |
| 104.409<=x<105.354 | 6 | 0.0046 |
| 105.354<=x<106.299 | 27 | 0.0208 |
| 106.299<=x<107.244 | 46 | 0.0355 |
| 107.244<=x<108.188 | 52 | 0.0401 |
| 108.188<=x<109.134 | 15 | 0.0116 |
| 109.134<=x<110.079 | 0 | 0.0000 |
| 110.079<=x<111.024 | 18 | 0.0139 |
| 111.024<=x<111.969 | 18 | 0.0139 |
| 111.969<=x<112.913 | 0 | 0.0000 |
| 112.913<=x<113.858 | 5 | 0.0039 |
| 113.858<=x<114.803 | 0 | 0.0000 |
| 114.803<=x<115.748 | 0 | 0.0000 |
| 115.748<=x<116.693 | 0 | 0.0000 |
| 116.693<=x<117.638 | 0 | 0.0000 |
| 117.638<=x<118.583 | 0 | 0.0000 |
| 118.583<=x<119.528 | 0 | 0.0000 |
| 119.528<=x<119.52 | 1 | 0.0008 |
| Total | 1296 | 1 |

Tabla 2.4 Frecuencia de distancia entre ejes.



Gráfica 2.2 Histograma de distancia entre ejes.

| | |
|------------|---------|
| Media | 100.071 |
| Desviación | 4.168 |
| Al 68% | 104.239 |
| Al 95% | 108.408 |
| al 99.7% | 112.575 |

Tabla 2.5 Medidas de dispersión de distancia entre ejes.

De igual manera se tomara un porcentaje del 99.7, lo cual arroja que todos los autos menores a 2.86mts, (112.575plg.), podrán caber sin ningún problema en el sistema. Y también este valor servirá para determinar la distancia entre los postes.

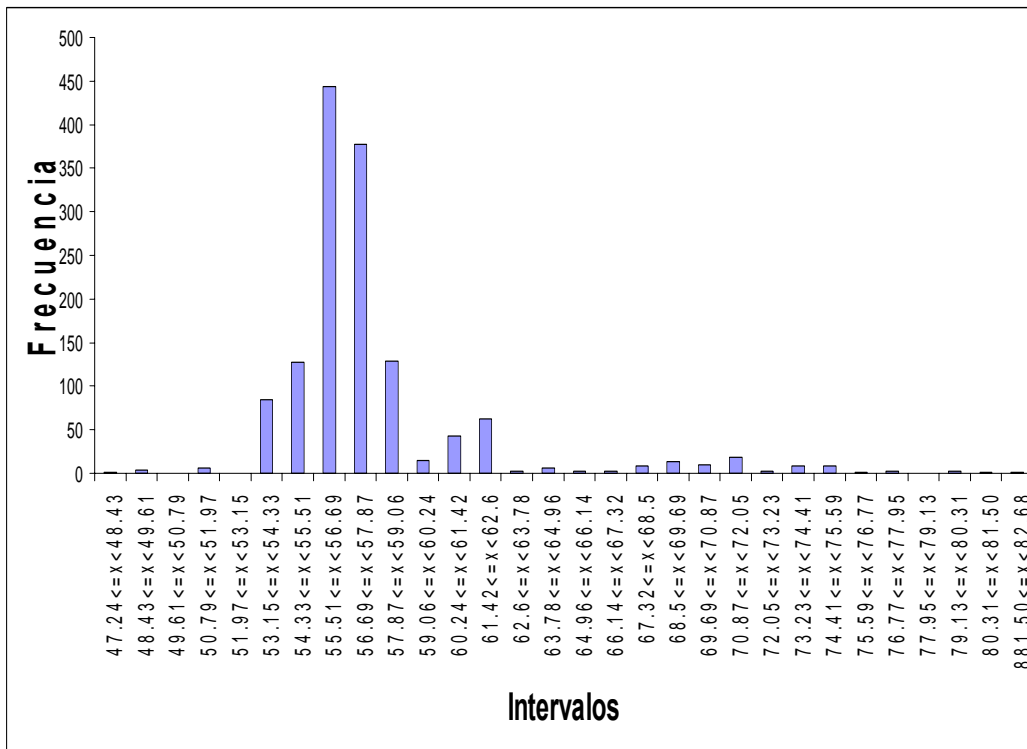
2.3.4.3 Altura máxima.

Para determinar la altura a la que se elevara la plataforma se utilizara el mismo método que en la determinación del peso.

| Intervalos | Frecuencia | F. Relativa |
|----------------|------------|-------------|
| 47.24<=x<48.43 | 1 | 0.0007 |
| 48.43<=x<49.61 | 4 | 0.0029 |
| 49.61<=x<50.79 | 0 | 0.0000 |
| 50.79<=x<51.97 | 6 | 0.0043 |
| 51.97<=x<53.15 | 0 | 0.0000 |
| 53.15<=x<54.33 | 85 | 0.0615 |
| 54.33<=x<55.51 | 127 | 0.0918 |
| 55.51<=x<56.69 | 444 | 0.3210 |
| 56.69<=x<57.87 | 377 | 0.2726 |
| 57.87<=x<59.06 | 129 | 0.0933 |
| 59.06<=x<60.24 | 15 | 0.0108 |
| 60.24<=x<61.42 | 43 | 0.0311 |
| 61.42<=x<62.6 | 63 | 0.0456 |
| 62.6<=x<63.78 | 2 | 0.0014 |
| 63.78<=x<64.96 | 6 | 0.0043 |
| 64.96<=x<66.14 | 3 | 0.0022 |
| 66.14<=x<67.32 | 2 | 0.0014 |
| 67.32<=x<68.5 | 8 | 0.0058 |
| 68.5<=x<69.69 | 13 | 0.0094 |
| 69.69<=x<70.87 | 10 | 0.0072 |
| 70.87<=x<72.05 | 18 | 0.0130 |
| 72.05<=x<73.23 | 2 | 0.0014 |
| 73.23<=x<74.41 | 8 | 0.0058 |
| 74.41<=x<75.59 | 9 | 0.0065 |
| 75.59<=x<76.77 | 1 | 0.0007 |
| 76.77<=x<77.95 | 3 | 0.0022 |
| 77.95<=x<79.13 | 0 | 0.0000 |
| 79.13<=x<80.31 | 2 | 0.0014 |
| 80.31<=x<81.50 | 1 | 0.0007 |
| 81.50<=x<82.68 | 1 | 0.0007 |
| Total | 1383 | 1 |

Tabla 2.6: Frecuencia de alturas.

Esta grafica muestra las distribuciones de alturas de los autos.



Gráfica 2.3: Histograma de altura de los autos.

Esta tabla muestra la distribución estándar, el promedio y la altura, tomando en cuenta dos y tres desviaciones.

| | |
|------------|--------|
| Media | 57.694 |
| Desviación | 4.028 |
| al 68% | 61.723 |
| al 95% | 65.751 |
| Al 99.7% | 69.781 |

Tabla 2.7 Medidas de dispersión de alturas.

La altura será de 1.77mts (69.78plg) con un aumento del 10% que sería igual a 1.95mts (76.758plg), esto es la altura a la que se levantará la plataforma, pero la altura de los postes será de 2.25mts (88.58plg), ésta medida se da para que la plataforma no tenga contacto con los aditamentos que se encuentra en la parte superior de los postes.

CAPÍTULO III PLATAFORMA ELEVADIZA Y COLUMNAS DEL ELEVA-AUTOS.

Para la construcción del eleva-autos, se utilizara un acero estructural ya que es el acero más popular en las aplicaciones estructurales. Es un acero al carbón, utilizado para muchos perfiles, placas y barras comerciales disponibles según norma ASTM. Tiene un punto de cedencia mínimo de 36Ksi (248Mpa), es soldable y se utiliza en puentes, edificios y para propósitos estructurales en general.

Una vez ya conocida la carga máxima que se va a soportar o a levantar, la altura máxima, la distancia entre postes, etc. Ahora se podrán realizar los cálculos que permitirán elegir con exactitud los materiales que se necesitaran así como la cantidad de éstos.

Como punto de inicio se tomara la construcción de la plataforma la cual estará compuesta por 6 vigas.

En el proyecto se tendrá la necesidad de calcular el tamaño de las vigas y de las columnas, por lo cual se calculara el tamaño de éstas, conociendo la carga y la altura que éstas tendrán en el caso de las columnas y el largo en lo que a vigas se refiere.

Se realizaran cálculos para determinar el calibre de las columnas, en el primer caso se analizara una columna con un tipo de calibre 10 y después otra con un calibre 14 en los dos casos se conocerán las dimensiones de la estructura.

A continuación se presenta un dibujo en 3D con los componentes de la plataforma.

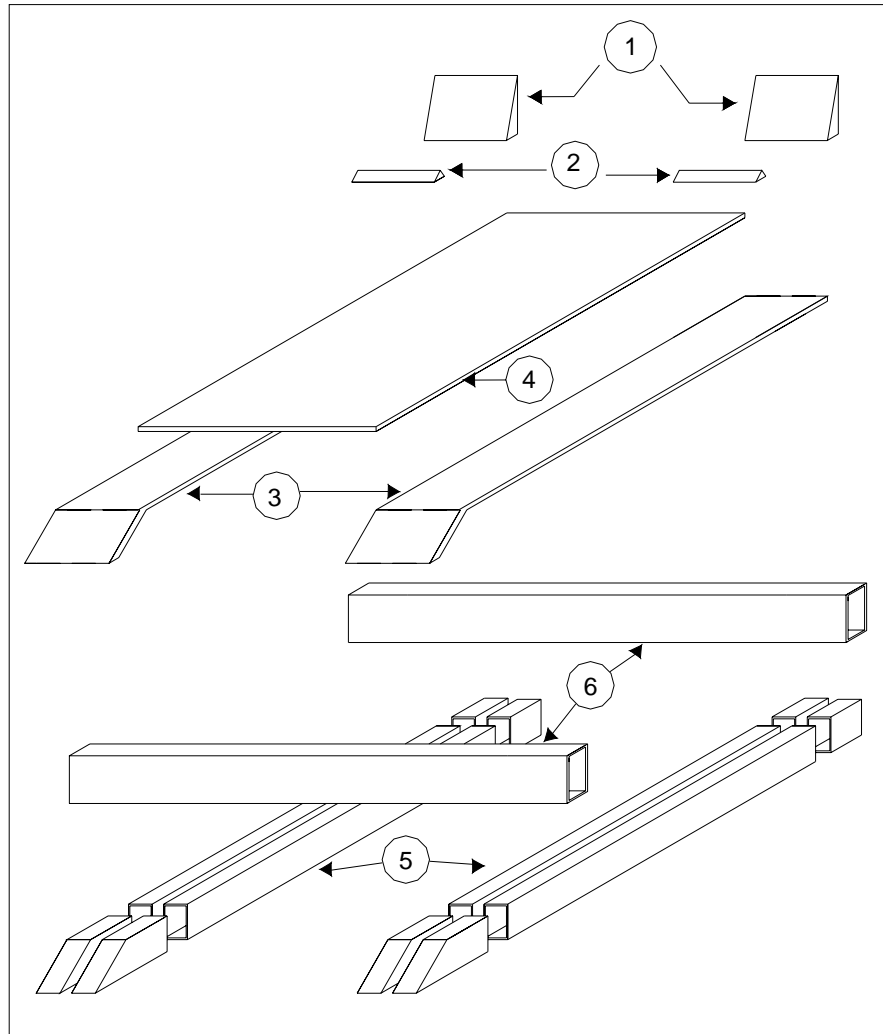


Figura.3.1 Partes de la plataforma.

| No. | Elemento | Cantidad | Material. |
|-----|------------------------|----------|--|
| 1 | Topes de seguridad | 2 | Lamina acero calibre 10 15.75*19.68plg |
| 2 | Topes de seguridad | 2 | Ángulo de 1.5 plg de 15.75 plg de longitud. |
| 3 | Laminas guía | 2 | Lamina 15.75plg * 125.98plg. Calibre 14. |
| 4 | Lamina protectora | 1 | Lamina calibre 18. |
| 5 | Vigas de deslizamiento | 4 | Perfil estructural calibre 10 3*2*112.6plg |
| 6 | Vigas paralelas al eje | 2 | Perfil estructural calibre 10 4*2*86.6plg. |

Tabla 3.1 Partes de la plataforma con especificaciones

3.1 Cálculos de vigas paralelas al eje del auto.

Como primer paso se calculara le resistencia de la vigas que se encuentran paralelas a los ejes de los autos. Esta vigas tienen una magnitud de 86.6 plg. Para este caso se tomaran dos posibles tipos de vigas que pueden dar resultados satisfactorios y de las cuales se elegirá una, que será la óptima para realizar el trabajo.

En primer lugar se tratara con una tubería estructural de 4x2x 0.1382plg. (calibre10) y una longitud de 86.6plg.

Calibre 10 = 0.1382”

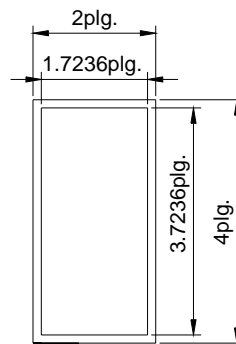


Figura 3.2 Dimensiones de la viga calibre 10.

Se determinara primero el momento de inercia (I) según el tipo de perfil, en este caso el perfil será rectangular y se usara la fórmula:

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (5)$$

Esto sólo si el perfil fuera sólido, en este caso será hueco por tal motivo la fórmula cambiara y será:

$$I_T = \left(\frac{b_1 h_1^3}{12} - \frac{b_2 h_2^3}{12} \right) \quad (6)$$

Datos:

$$b_1 = 2''$$

$$b_2 = 1.7236\text{plg.}$$

$$h_1 = 4''$$

$$h_2 = 3.7236\text{plg.}$$

Cálculo de momento de inercia.

$$I = \left(\frac{(2plg)(4plg)^3}{12} - \frac{(1.7236plg)(3.7236plg)^3}{12} \right)$$

$$I = (10.67plg^4) - (7.42plg^4) = 3.25plg^4$$

Una vez conociendo el momento de inercia se calcula el Módulo de sección denotado por S con la fórmula.

$$S = \frac{I}{c} \quad (7)$$

En este caso c está dado por h/2.

Cálculo del módulo de sección.

$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{3.25plg^4}{4plg/2} = \frac{3.25plg^4}{2plg} = 1.63plg^3$$

El análisis del esfuerzo en este cálculo, requiere el uso de la fórmula de flexión.

$$\tau_{\max} = \frac{Mc}{I} \quad (8)$$

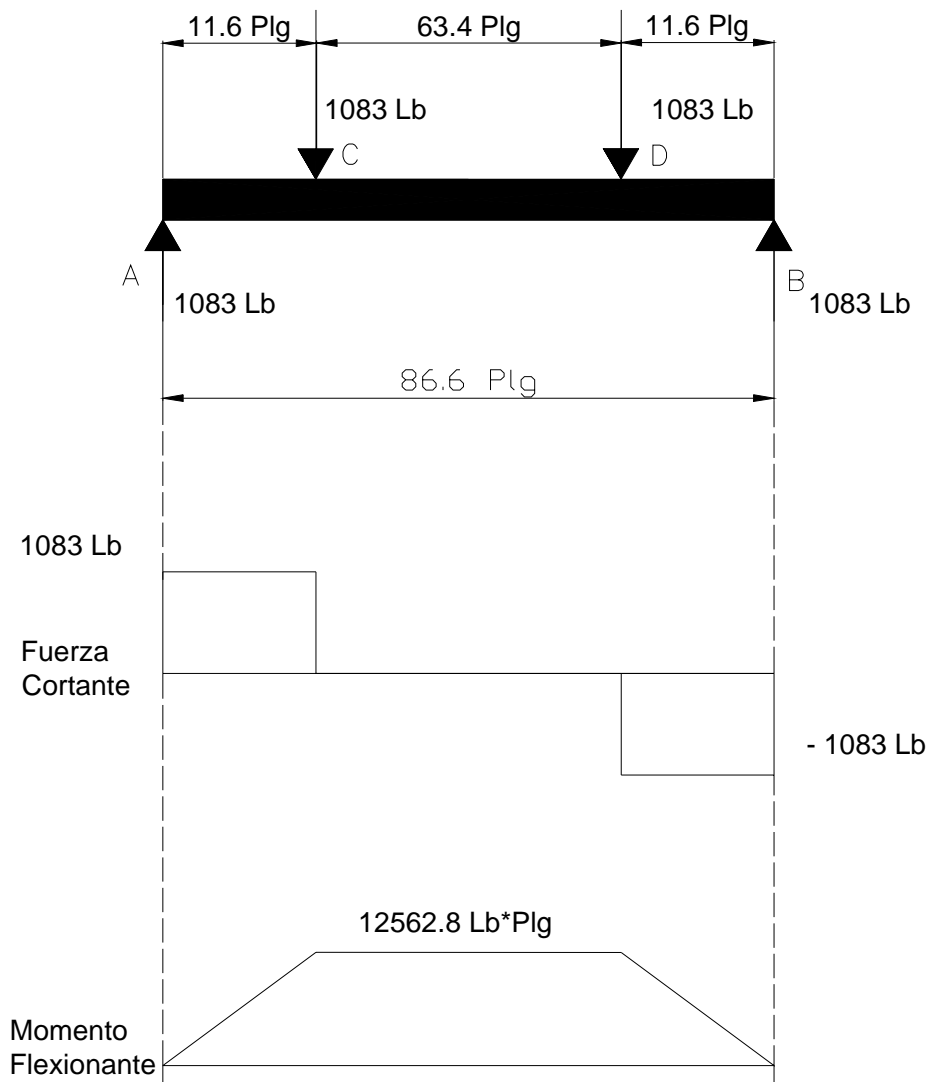


Figura 3.3 Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante de la viga 1.

I y c son propiedades geométricas por lo cual.

Módulo de sección.

$$S = \frac{I}{c}$$

Entonces la fórmula de flexión quedaría.

$$\tau_{\max} = \frac{M}{S} \quad (9)$$

Donde el valor de M se tomara de la figura 3.3.

$$\tau_{\max} = \frac{12562.8 \text{ lb} * \text{plg}}{1.63 \text{ plg}^3} = 7707.24 \text{ Lb} / \text{plg}^2$$

Según Apéndice 10 $\tau_y = 36000Lb / plg^2$. Esto lo dividimos entre τ_{\max} para obtener F.S.

$$F.S = \frac{\tau_y}{\tau_{\max}} = \frac{36000Lb / plg^2}{7707.24Lb / plg^2}.$$

$$F.S = 4.67$$

$$\tau_{ad} = \frac{36000Lb / plg^2}{4.5} = 8000Lb / plg^2$$

Comparado con la el esfuerzo calculado, la viga es adecuada para el propósito requerido ya que el esfuerzo que hará será menor al esfuerzo máximo de cedencia.

Una vez calculado el esfuerzo de esta viga se calculara la deflexión que sufre debido a las fuerzas aplicadas.

Fórmula para determinar la deflexión de la viga.

$$Y_E = Y_{\max} = \left(\frac{-Pa}{24EI} \right) (3L^2 - 4a^2) \quad \text{En el centro} \quad (10)$$

$$\text{Valor de E según Apéndice 10} \quad E = 29 \times 10^6 Lb / plg^2$$

$$P = 1083Lb \quad I = 3.25 plg^4$$

$$a = 11.6plg \quad L = 86.6plg$$

$$Y_E = \left(\frac{-(1083Lb)(11.6plg)}{24(29 \times 10^6 Lb / plg^2)(3.25 plg^4)} \right) (3(86.6plg)^2 - 4(11.6plg)^2)$$

$$Y_E = \frac{(12562.8Lb * plg)(21960.44 plg^2)}{(2.26 \times 10^9 Lb * plg^2)}$$

$$Y_E = \frac{275884615.6Lb * plg^3}{2.212 \times 10^9 Lb * plg^2} = 0.122 plg$$

$$Y_E = 0.122plg = 3.098mm$$

Ahora se calcula la deflexión de la viga en los lugares donde se aplican las cargas con la fórmula.

$$Y_b = \left(\frac{-Pa^2}{6EI} \right) (3L - 4a) \quad (11)$$

$$Y_b = \left(\frac{-(1083Lb)(11.6plg)^2}{6(29 \times 10^6 Lb / plg^2)(3.25 plg^4)} \right) (3(86.6plg) - 4(11.6plg))$$

$$Y_b = \left(\frac{(145728.48 Lb * plg^2)}{565.5 \times 10^6 Lb * plg^2} \right) (213.4 plg)$$

$$Y_b = \left(\frac{(31098457.63 Lb * plg^3)}{565.5 \times 10^6 Lb * plg^2} \right) = 0.055 plg$$

$$Y_b = .055 plg = 1.397 mm$$

Calibre 14 = 0.0785"

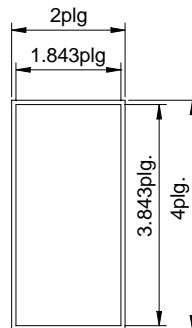


Figura 3.4 Dimensiones de la viga calibre 14.

Como en la viga anterior, la dimensión es de 2.20mts. (86.6plg), y es estructural de 4X2plg., pero ahora será de calibre 14. Los procedimientos de cálculos son exactamente los mismos.

Se determinara primero el momento de inercia según el tipo de perfil, en este caso el perfil será rectangular y se utilizara la fórmula:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Esto sólo si el perfil fuera sólido, en este caso será hueco por tal motivo nuestra fórmula será:

$$I = \left(\frac{b_1 h_1^3}{12} - \frac{b_2 h_2^3}{12} \right)$$

Datos:

$$b_1 = 2''$$

$$b_2 = 1.843''$$

$$h_1 = 4''$$

$$h_2 = 3.843''$$

Cálculo de momento de inercia.

$$I = \left(\frac{(2plg)(4plg)^3}{12} - \frac{(1.843plg)(3.843plg)^3}{12} \right)$$

$$I = (10.67plg^4) - (8.72plg^4) = 1.95plg^4$$

Una vez conociendo el momento de inercia se calculara el Modulo de sección denotado por S con la fórmula.

$$S = \frac{I}{c} \quad \text{En este caso c esta dado por } h/2.$$

Cálculo del módulo de sección.

$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{1.95plg^4}{4plg/2} = \frac{1.95plg^4}{2plg} = 0.975plg^3$$

El análisis del esfuerzo en este cálculo requiere el uso de la fórmula de flexión.

$$\tau_{\max} = \frac{Mc}{I}$$

Módulo de sección.

$$S = \frac{I}{c}$$

Entonces la fórmula de flexión quedaría.

$$\tau_{\max} = \frac{M}{S}$$

$$\tau_{\max} = \frac{12562.8lb * plg}{0.975plg^3} = 12884.92Lb / plg^2$$

Según Apéndice 10 $\tau_y = 36000Lb / plg^2$. Esto lo dividimos entre τ_{\max} para obtener F.S.

$$F.S = \frac{\tau_y}{\tau_{\max}} = \frac{36000Lb / plg^2}{12884.92Lb / plg^2}$$

$$F.S = 2.79$$

$$\tau_{ad} = \frac{36000Lb / plg^2}{4.5} = 8000Lb / plg^2$$

Comparado con la el esfuerzo calculado, la viga no es adecuada para el propósito requerido ya que el esfuerzo que hará será mayor al esfuerzo máximo de cedencia.

Una vez calculado el esfuerzo de esta viga se calculara la deflexión que sufre debido a las fuerzas aplicadas.

Fórmula para determinar la deflexión de la viga.

$$Y_E = Y_{\max} = \left(\frac{-Pa}{24EI} \right) (3L^2 - 4a^2) \text{ En el centro.}$$

Valor de E según Apéndice $E = 29 \times 10^6 \text{ Lb} / \text{plg}^2$

$$P = 1083 \text{ Lb} \quad I = 1.95 \text{ plg}^4$$

$$a = 11.6 \text{ plg} \quad L = 86.6 \text{ plg}$$

$$Y_E = \left(\frac{-(1083 \text{ Lb})(11.6 \text{ plg})}{24(29 \times 10^6 \text{ Lb} / \text{plg}^2)(1.95 \text{ plg}^4)} \right) (3(86.6 \text{ plg})^2 - 4(11.6 \text{ plg})^2)$$

$$Y_E = \frac{(12562.8 \text{ Lb} * \text{plg})(21960.44 \text{ plg}^2)}{(1.3572 \times 10^9 \text{ Lb} * \text{plg}^2)}$$

$$Y_E = \frac{275884615.6 \text{ Lb} * \text{plg}^3}{1.3572 \times 10^9 \text{ Lb} * \text{plg}^2} = 0.203 \text{ plg}$$

$$Y_E = 0.203 \text{ plg} = 5.16 \text{ mm}$$

Ahora se calculara deflexión de la viga en los lugares donde se aplican las cargas con la fórmula.

$$Y_b = \left(\frac{-Pa^2}{6EI} \right) (3L - 4a)$$

$$Y_b = \left(\frac{-(1083 \text{ Lb})(11.6 \text{ plg})^2}{6(29 \times 10^6 \text{ Lb} / \text{plg}^2)(1.95 \text{ plg}^4)} \right) (3(86.6 \text{ plg}) - 4(11.6 \text{ plg}))$$

$$Y_b = \left(\frac{(145728.48 \text{ Lb} * \text{plg}^2)}{339.3 \times 10^6 \text{ Lb} * \text{plg}^2} \right) (213.4 \text{ plg})$$

$$Y_b = \left(\frac{(31098457.63 \text{ Lb} * \text{plg}^3)}{339.3 \times 10^6 \text{ Lb} * \text{plg}^2} \right) = 0.092 \text{ plg}$$

$$Y_b = .092 \text{ plg} = 2.33 \text{ mm}$$

3.2 Cálculos de la deflexión de las vigas por donde se deslizan las llantas del auto.

Para poder hacer el análisis de estas vigas se debe de recordar que la carga a levantar es de 4332Lb, y que el número de vigas que se tendrán de este tipo serán 4.

Las vigas, que tendrán una dimensión de 2*3plg. Y serán huecas. De las cuales se tendrá que decidir cuál será el calibre apropiado que se tomara de entre uno de 10 o uno de 14 de grosor.

Se iniciara haciendo los cálculos para un calibre del número 10 (.1382plg).

Calibre 10 (.1382plg)

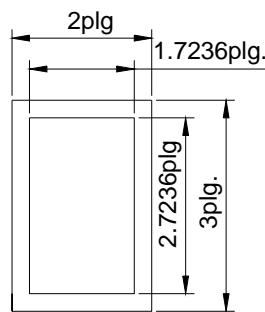


Figura 3.5 Dimensiones de la viga calibre 10.

Para empezar se calcula el momento de inercia.

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$I_T = I_1 - I_2 \quad I_T = \frac{(2)(3)^3}{12} - \frac{(1.7236)(2.7236)^3}{12}$$

$$I_T = 1.565plg^4$$

Y después la S

$$S = \frac{I_T}{h/2} \quad S = \frac{1.565plg^4}{3plg/2} \quad S = 1.043plg^3$$

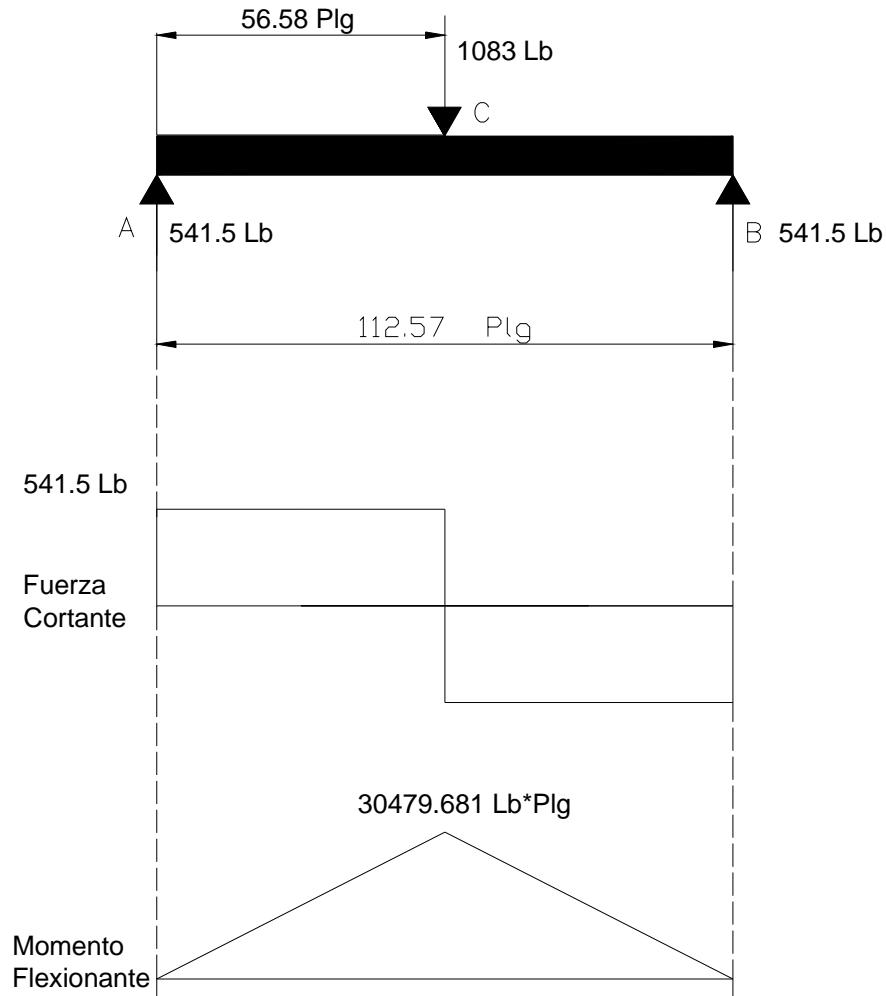


Figura 3.6 Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante de las vigas 2.

$$\tau_{\max} = \frac{M_F}{S}$$

$$\tau_{\max} = \frac{30479.681 \text{ lb} / \text{plg}^2}{1.043 \text{ plg}^3}$$

$$\tau_{\max} = 29223.09 \text{ lb} / \text{plg}^2$$

Ahora del Apéndice 10 se toma la resistencia a la cedencia para perfiles, placas y barras de acero al carbono que es de 36000 Lb/plg^2

Y se puede observar que las vigas si soportarían la carga que se les aplicará.

Tomando las fórmulas del Apéndice 9 se tiene que la deflexión es de:

$$Y_{\max} = \frac{-PL^3}{48EI} \quad (12)$$

$$Y_{\max} = \frac{-(1083)(112.575)^3}{48(29 \times 10^6)(1.565)} = \frac{1545091927}{2178480000}$$

$$Y_{\max} = .7 \text{ plg} = 17.53 \text{ mm}$$

Una vez más se verifico que la deflexión es considerablemente baja.

Calibre 14 (.0785)

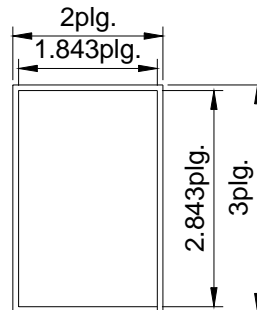


Figura 3.7 Dimensión de la viga calibre 14.

Ahora se analiza la viga con las mismas dimensiones, pero con un espesor de .0785plg.

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$I_T = I_1 - I_2$$

$$I_T = \frac{(2)(3)^3}{12} - \frac{(1.843)(2.843)^3}{12}$$

$$I_T = .97 \text{ plg}^4$$

Y después la S

$$S = \frac{I_T}{h/2}$$

$$S = \frac{0.97 \text{ plg}^4}{3 \text{ plg} / 2}$$

$$S = 0.65 \text{ plg}^3$$

$$\tau_{\max} = \frac{M_F}{S}$$

$$\tau_{\max} = \frac{30479.681}{0.65 p \text{lg}^3}$$

$$\tau_{\max} = 46891.82 \frac{\text{lb}}{p \text{lg}^2}$$

Como se puede ver en este caso, con la viga del calibre 14, no soportaría la carga que se aplica a las vigas, ya que sufrirían una ruptura o una deflexión bastante grande.

Tomando las fórmulas del Apéndice 9 se tiene que la deflexión es de:

$$Y_{\max} = \frac{-PL^3}{48EI}$$

$$Y_{\max} = \frac{-(1083)(112.575)^3}{48(29 \times 10^6)(.97)} = \frac{1545091927}{1291776000}$$

$$Y_{\max} = 1.196 p \text{lg}$$

3.3 Láminas.

Otros de los elementos que conformarán la plataforma son las láminas protectoras, las cuales están situadas sobre las vigas. Estas láminas están divididas en 2: lámina guía y lámina protectora.

a) **Láminas guía (calibre 14=.0785):** las funciones que cumplen estas láminas son básicamente cubrir las vigas por donde corren las llantas del auto y hacer que éstas tengan un mejor deslizamiento sobre la plataforma.

Las dimensiones de estas láminas serán de 3.20 mts. (126plg.) x .40mts (15.75plg.) contando con un calibre del número 14, que se tomó del Apéndice 2.

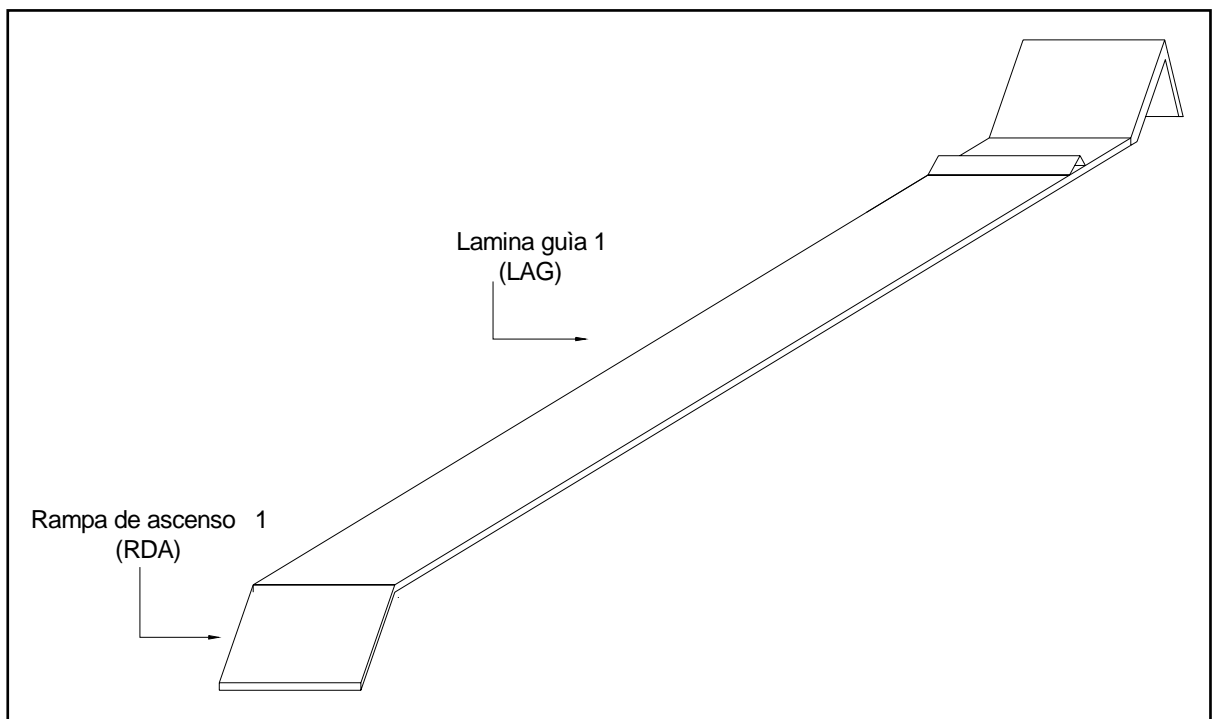


Figura 3.8 Lámina guía.

b) **Lámina protectora (calibre 18= .0516plg):** esta lámina ésta colocada, en medio de la plataforma con el objetivo de poder cubrir al auto que esta por debajo de la plataforma. Ya que en ocasiones los autos que estén arriba pueden llegar a soltar algún líquido como gasolina, aceite, agua, liquido para frenos, etc. Y dañar a los autos de abajo.

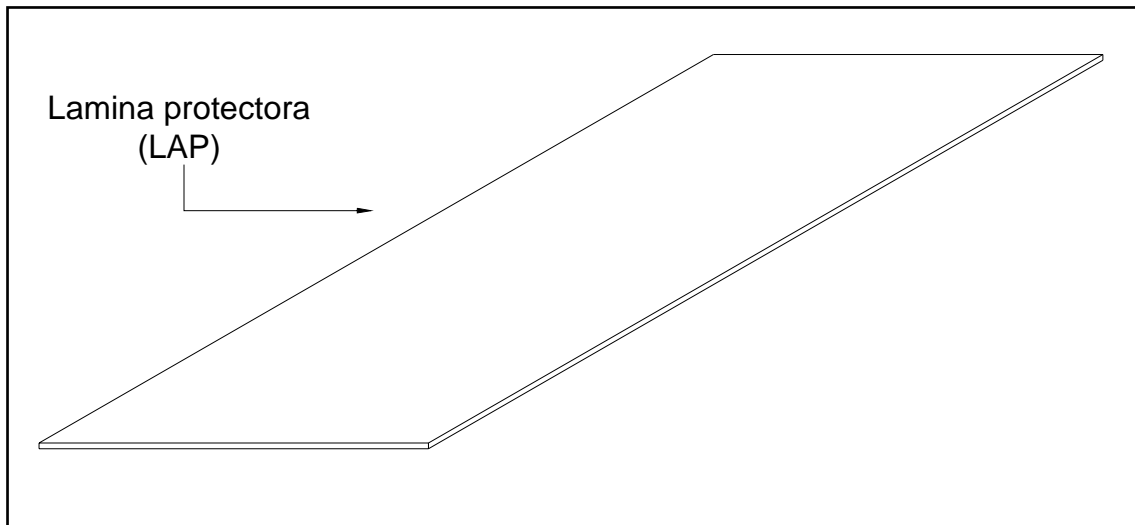


Figura 3.9 Lámina protectora.

3.4 Rampas.

Éstas están colocadas en la parte inicial de las vigas, y sirven para que el auto pueda subir sin ningún problema a las láminas guías. Están construidas del mismo calibre que las láminas guías y tienen un ángulo de 45° para que suba el auto.

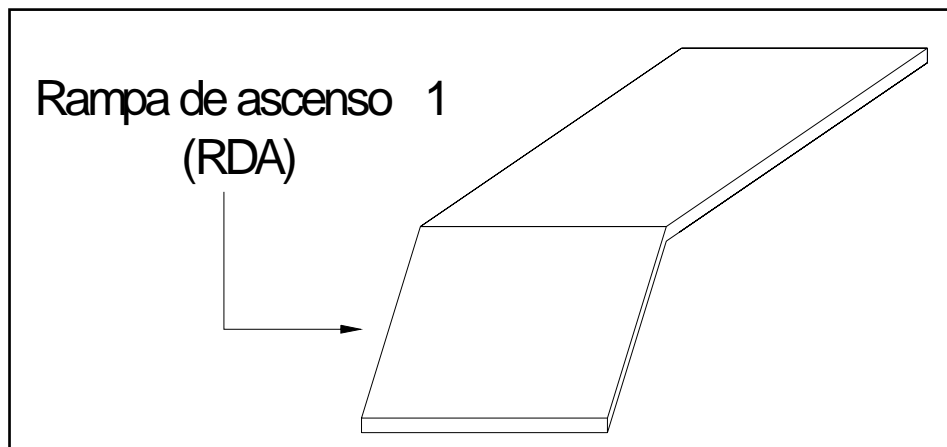


Figura 3.10 Rampa.

3.5 Topes de seguridad.

La seguridad de que un auto se mantenga firme o estático, a la hora de estar ascendiendo, es importante y es por eso se ha decidido colocar 2 tipos de topes de seguridad en la llantas delanteras del auto, con el fin de evitar que el auto llegara a moverse hacia adelante o hacia atrás y así evitar algún posible accidente. Los topes delanteros estarán fabricados por la misma lamina guía, mientras que los topes traseros serán elaborados por un trozo de ángulo de 1 ½" con longitud de 12plg., colocado de una manera inversa, para que forme un triángulo y así formar el tope.

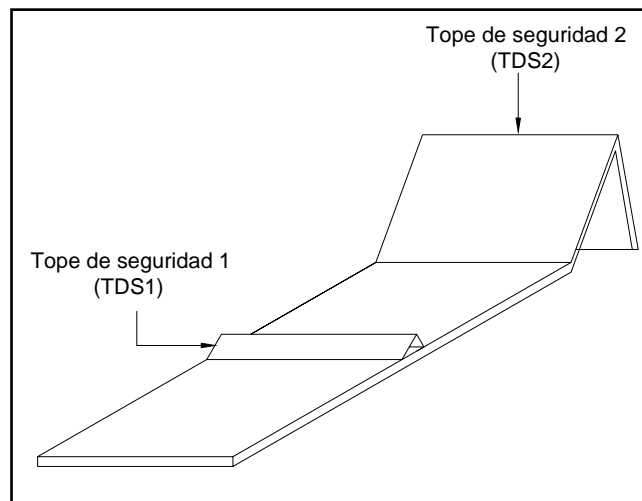


Figura 3.11 Topes de seguridad.

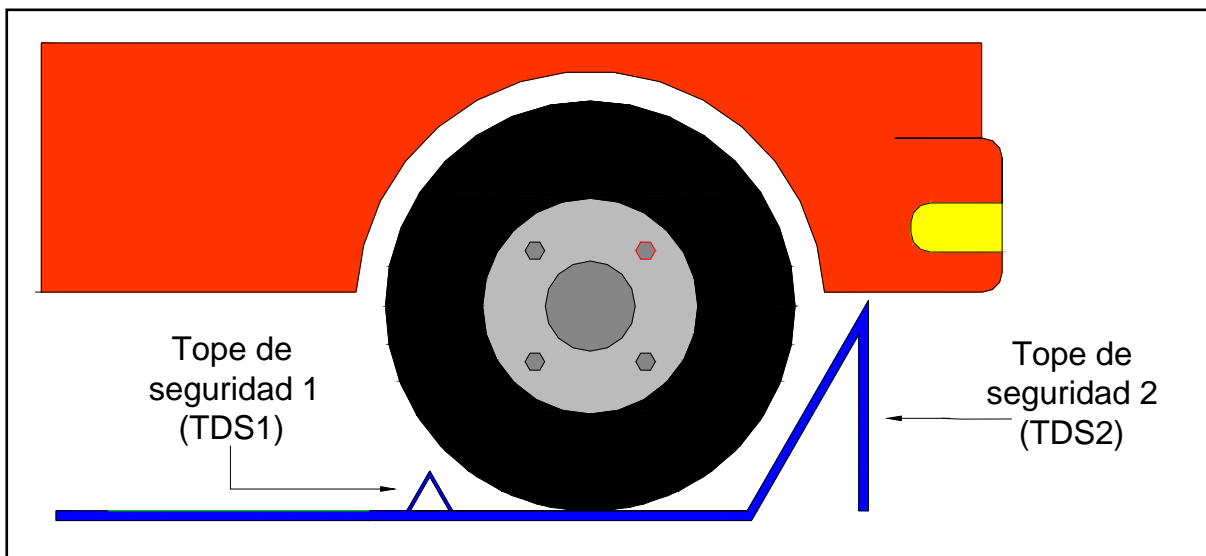


Figura 3.12 Topes de seguridad (Vista lateral).

3.6 Cálculo de columnas.

3.6.1 Razón de esbeltez.

El valor de K es determinado según sea la fijación de la columna, en este caso la columna tiene un extremo fijo y otro libre, para lo cual $K= 2$ o $K=2.1$

La fórmula para conocer la razón de esbeltez SR es:

$$SR = \frac{KL}{r} = \frac{Le}{r} \quad (12)$$

K = factor de fijación de extremos.

L = longitud real.

Le =longitud efectiva.

r = radio de giro

Para la columna de forma rectangular el radio de giro r es.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (13)$$

Para determinar si una columna es larga o no, se calcula Cc , con la fórmula.

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} \quad (14)$$

Una vez calculados los valores de Cc y Le/r se comparan.

Si Cc es mayor que Le/r entonces se utilizara la fórmula de J.B.Johnson.

$$P_{cr} = A s_y \left[1 - \frac{s_y (Le/r)^2}{4\pi^2 E} \right] \quad (15)$$

Si Le/r es mayor entonces la fórmula para calcular el esfuerzo, será la fórmula de Euler.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{(Le/r)^2} \quad \text{ò} \quad P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(Le)^2} \quad (16)$$

Cc depende de la resistencia a la cedencia y el módulo de elasticidad E del material.

Cuando se trabaja con acero por lo general se considera $E=29 \times 10^6 \text{ Lb / plg}^2$.

Para calcular la carga permisible sobre una columna se recurrirá a la fórmula.

$$P_a = \frac{P_{cr}}{N} \quad (17)$$

N= factor de diseño.

El factor de seguridad es una función de la razón entre la esbeltez efectiva y C_c con el objeto de incluir el efecto de encorvadura accidental, una pequeña excentricidad de la carga, esfuerzos residuales y cualesquiera incertidumbres en la evaluación del factor de longitud.

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{Le}{r}\right) - \left(\frac{Le}{r}\right)^3}{8C_c} \quad (18)$$

El valor de FS varia desde 1.67 cuando la razón $(Le/r)/C_c=0$ hasta 1.92 cuando $(Le/r)/C_c=1$

Para columnas largas $Le/r > C_c$ se usa la ecuación de Euler pero con un factor de seguridad de 1.92.⁵

En el desarrollo del eleva-autos se utilizara Calibre 10 = 0.1382plg para las columnas. Pero al igual que las vigas se hará el cálculo con columnas del calibre 14.

CALIBRE 10 (0.1382plg).

Datos.

$L=88.58\text{plg}$.

$K=2$

$N=4$

$b_1=2''$

$h_1=3''$

$b_2=1.7236''$

$h_2=2.7236''$

$E=29 \times 10^6 \text{ Lb / plg}^2$

⁵ Mott, 1996.

La columna será de acero estructural

Cálculos.

$$Le=KL$$

(19)

$$Le= (2) (88.58plg)= 177.16plg.$$

Se determina el área de la columna.

$$A= (b_1xh_1)-(b_2xh_2) = (2plgx3plg)-(1.7236plgx2.7236plg)$$

$$A = 6plg^2 - 4.69plg^2 = 1.31plg^2$$

Cálculo de momento de inercia

$$I = \left(\frac{(2plg)(3plg)^3}{12} - \frac{(1.7236plg)(2.7236plg)^3}{12} \right)$$

$$I = (4.5plg^4) - (2.90plg^4) = 1.598plg^4$$

Ahora se calcula r con:

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

$$r = \sqrt{\frac{1.598plg^4}{1.31plg^2}}$$

$$r = \sqrt{1.22plg^2}$$

$$r = 1.10plg$$

Razón de esbeltez.

$$SR = \frac{Le}{r} = \frac{177.16plg}{1.10plg} = 161.05$$

Para un acero con una resistencia a la cedencia de 36Ksi, usando tabla Apéndice 12

$C_c = 125$ aproximadamente.

Se Compara C_c y Le/r para determinar si la columna es larga o no.

$Le/r = 161.05 > C_c=125$ por lo tanto la fórmula a utilizar será la de Euler.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\left(\frac{Le}{r}\right)^2} \quad \text{ò} \quad P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(Le)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (29 \times 10^6 \text{ Lb} / \text{plg}^2) (1.31 \text{ plg}^2)}{\left(\frac{177.16 \text{ plg}}{1.10 \text{ plg}} \right)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{374.95 \times 10^6 \text{ Lb}}{25938.57}$$

$$P_{cr} = 14.46 \times 10^3 \text{ Lb}$$

Ahora se calcula la carga permisible de la columna con.

$$P_a = \frac{P_{cr}}{N} = \frac{14.46 \times 10^3 \text{ Lb}}{4}$$

$$P_a = 3.615 \times 10^3 \text{ Lb}$$

Aproximadamente 1650Kg.

Se calcula el esfuerzo de compresión.

$$\tau = \frac{P_a}{A} \quad (20)$$

$$\tau = \frac{3.615 \text{ Kips}}{1.31 \text{ plg}^2}$$

$$\tau = 2.53 \text{ Ksi}.$$

Ahora se hace el cálculo del esfuerzo excéntrico en las columnas con.

$$\frac{Pe}{A} = \frac{S_y}{1 + \frac{ec}{r^2} \sec \frac{l}{r} \sqrt{\frac{P}{4AE}}} \quad (21)$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36 \text{ Ksi}}{1 + \frac{(2.2 \text{ plg})(1.5 \text{ plg})}{(1.10 \text{ plg})^2} \sec \left(\frac{88.58 \text{ plg}}{1.10 \text{ plg}} \right) \sqrt{\frac{3.615 \text{ Ksi}}{4(1.31 \text{ plg}^2)(29 \times 10^6 \text{ Ksi})}}}$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36 \text{ Ksi}}{1 + \frac{(3.3 \text{ plg}^2)}{1.21 \text{ plg}^2} \sec(80.53) \sqrt{\frac{3.615 \text{ Ksi}}{151.96 \times 10^6 \text{ Lb}}}}$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36 \text{ Ksi}}{1 + (2.73) \sec(80.53) \sqrt{2.378 \times 10^{-5}}}$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36 \text{ Ksi}}{1 + (2.73) \sec(80.53) (4.877 \times 10^{-3})}$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36Ksi}{1 + 2.73(6.08)(4.877 \times 10^{-3})}$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36Ksi}{1 + .080}$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36Ksi}{1.080} = 33.33Ksi$$

Despejando Pe.

$$Pe = (33.33Ksi)(A)$$

$$Pe = (33.33Ksi)(1.31plg^2) = 43.66Kpsi$$

El máximo esfuerzo normal se obtiene:

$$\tau_m = \frac{P_a}{A} \left[1 + \frac{ec}{r^2} \sec \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{P_a}{P_{cr}}} \right) \right] \quad (22)$$

$$\tau_m = \frac{3.615Kips}{1.31plg^2} \left[1 + \frac{(2.2plg)(1.5plg)}{(1.10plg)^2} \sec \left(\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \right) \right]$$

$$\tau_m = 2.76ksi[1 + 2.73(1)]$$

$$\tau_m = (2.76ksi)(3.73) = 10.29ksi$$

CALIBRE 14 (0.0785).

Datos.

$$L=88.58\text{plg}$$

$$K=2$$

$$N=4$$

$$b_1=2''$$

$$h_1=3''$$

$$b_2=1.843''$$

$$h_2=2.843''$$

La columna será de acero estructural.

Cálculos.

$$Le=KL \quad Le = (2)(88.58\text{plg}) = 177.16\text{plg}.$$

Se determina el área de la columna.

$$A = (b_1 \times h_1) - (b_2 \times h_2) = (2\text{plg} \times 3\text{plg}) - (1.843\text{plg} \times 2.843\text{plg})$$

$$A = 6\text{plg}^2 - 5.24\text{plg}^2 = .76\text{plg}^2$$

Cálculo de momento de inercia I

$$I = \left(\frac{(2\text{plg})(3\text{plg})^3}{12} - \frac{(1.843\text{plg})(2.843\text{plg})^3}{12} \right)$$

$$I = (4.5\text{plg}^4) - (3.53\text{plg}^4) = .97\text{plg}^4$$

Se calcula r con:

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

$$r = \sqrt{\frac{0.97\text{plg}^4}{0.76\text{plg}^2}} \quad r = \sqrt{1.28\text{plg}^2}$$

$$r = 1.13\text{plg}$$

Razón de esbeltez.

$$SR = \frac{Le}{r} = \frac{177.16\text{plg}}{1.13\text{plg}} = 156.78$$

Para un acero con una resistencia a la cedencia de 36Ksi, usando tabla Apéndice 12
 $C_c = 125$ aproximadamente.

Comparando C_c y L_e/r para determinar si la columna es larga o no.

$L_e/r = 156.78 > C_c = 125$ por lo tanto la fórmula a utilizar será la de Euler.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\left(\frac{L_e}{r}\right)^2} \quad \text{ò} \quad P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(L_e)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (29 \times 10^6 \text{ Lb} / \text{plg}^2) (0.76 \text{ plg}^2)}{\left(\frac{177.16 \text{ plg}}{1.13 \text{ plg}}\right)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{217.53 \times 10^6 \text{ Lb}}{24579.58}$$

$$P_{cr} = 8850.03 \text{ Lb}$$

Ahora se calcula la carga permisible de la columna con.

$$P_a = \frac{P_{cr}}{N} = \frac{8850.03 \text{ Lb}}{4}$$

$$P_a = 2212.50 \text{ Lb}$$

Ahora calculamos el esfuerzo de compresión.

$$\tau = \frac{P_a}{A}$$

$$\tau = \frac{2212.50 \text{ Lb}}{0.76 \text{ plg}^2}$$

$$\tau = 2911.19 \text{ Lb} / \text{plg}^2$$

Ahora se hace el cálculo del esfuerzo excéntrico (P_e) en las columnas con.

$$\frac{P_e}{A} = \frac{S_y}{1 + \frac{ec}{r^2} \sec \frac{l}{r} \sqrt{\frac{P}{4AE}}}$$

$$\frac{P_e}{A} = \frac{36 \text{ Ksi}}{1 + \frac{(2.2 \text{ plg})(1.5 \text{ plg})}{(1.13 \text{ plg})^2} \sec \left(\frac{88.58 \text{ plg}}{1.13 \text{ plg}} \right) \sqrt{\frac{2.212 \text{ Ksi}}{4(0.76 \text{ plg}^2)(29 \times 10^6 \text{ Ksi})}}$$

$$\frac{P_e}{A} = \frac{36 \text{ Ksi}}{1 + \frac{(3.3 \text{ plg}^2)}{1.28 \text{ plg}^2} \sec(78.39) \sqrt{\frac{2.212 \text{ Ksi}}{88.16 \times 10^6 \text{ Lb}}}}$$

$$\frac{P_e}{A} = \frac{36 \text{ Ksi}}{1 + 2.28 \sec(78.39) \sqrt{2.5 \times 10^{-5}}}$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36Ksi}{1 + 2.68(4.97)(5 \times 10^{-3})}$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36Ksi}{1 + 0.066}$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{36Ksi}{1.066} = 33.77Ksi$$

Despejando Pe.

$$Pe = (33.77Ksi)(A)$$

$$Pe = (33.77Ksi)(0.76plg^2) = 25.65Kpsi$$

El máximo esfuerzo normal τ_m se obtiene:

$$\tau_m = \frac{P_a}{A} \left[1 + \frac{ec}{r^2} \sec \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{P_a}{P_{cr}}} \right) \right]$$

$$\tau_m = \frac{2.212Kips}{0.76plg^2} \left[1 + \frac{(2.2plg)(1.5plg)}{(1.13plg)^2} \sec \left(\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \right) \right]$$

$$\tau_m = 2.91ksi[1 + 2.58(1)]$$

$$\tau_m = (2.91ksi)(3.58) = 10.42ksi$$

3.7 Especificaciones de las vigas paralelas al eje auto, de las vigas por donde se deslizan las llantas del auto y columnas.

a) Vigas paralelas.

Con los resultados obtenidos de los cálculos realizados, se puede definir que lo ideal para esta viga será tomar una de 4 x2plg., con un calibre mínimo de 10.

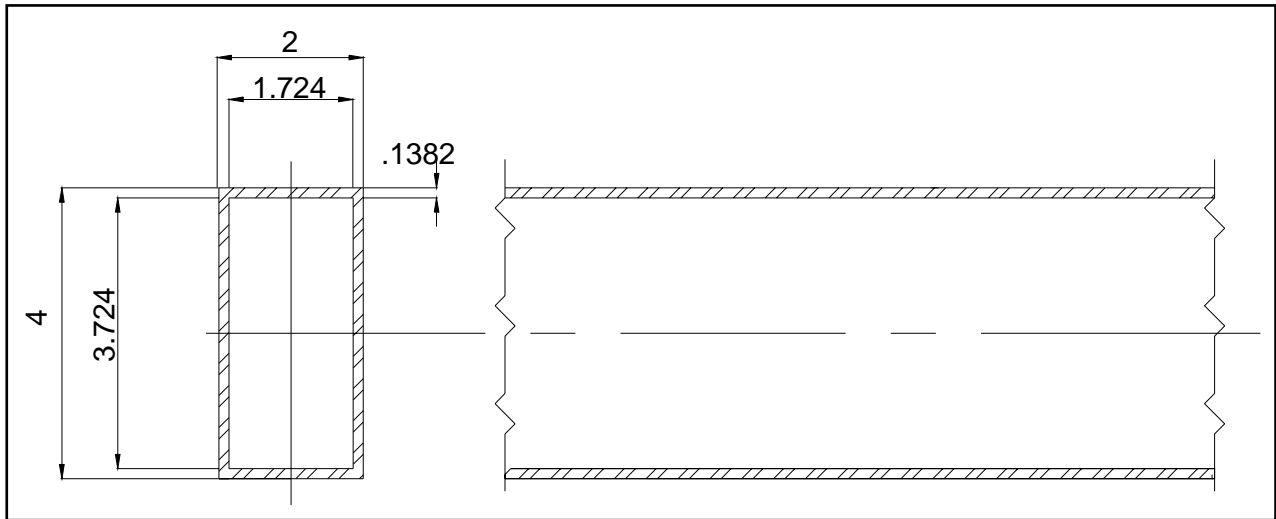


Figura 3.13. Viga 4x2.

b) Vigas de deslizamiento de las llantas.

Con los resultados obtenidos en los cálculos se determina que lo ideal será tomar una viga de 3 x2plg., con un calibre mínimo de 10 y no una de calibre 14.

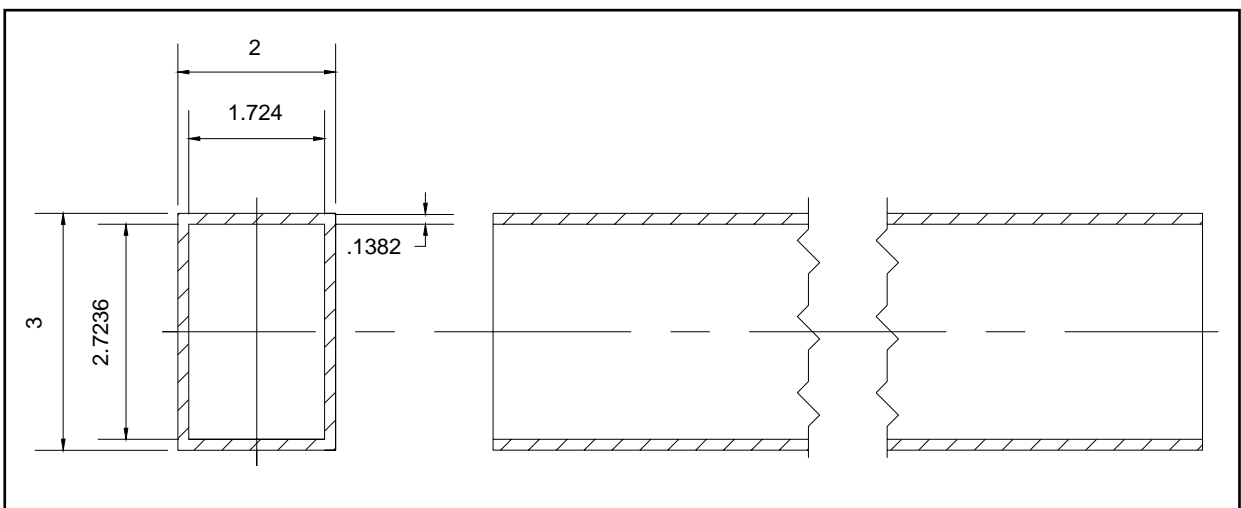


Figura3.14: Viga 3x2.

c) Columnas.

Con la realización de estos cálculos se logro determinar que ambos calibres son apropiados para la construcción del eleva-autos.

Pero para efectos de seguridad se tomara la columna de calibre 10 ya tiene mayor resistencia que la de calibre 14.

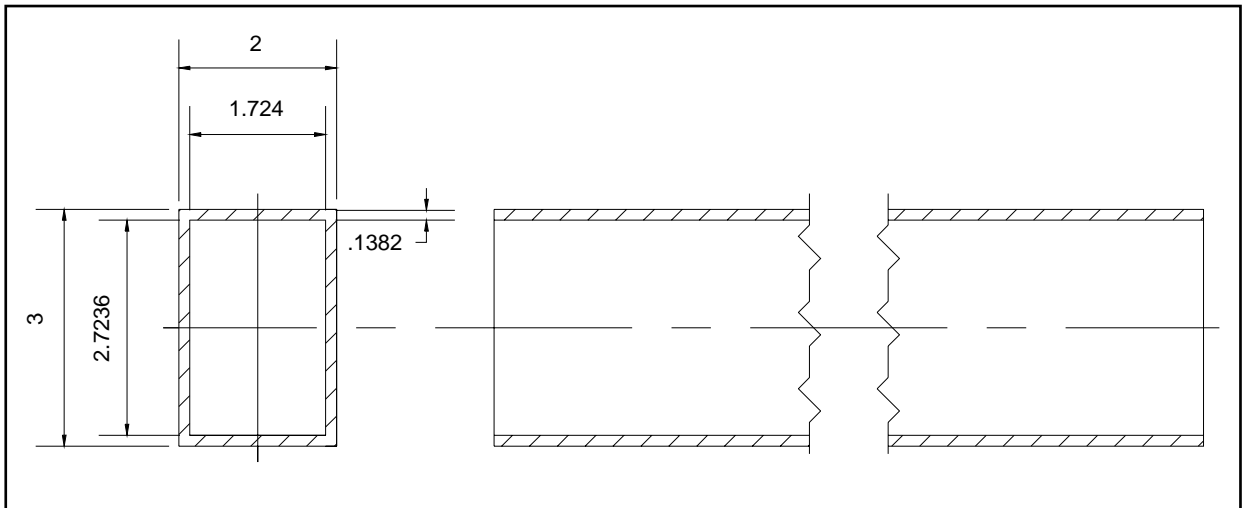


Figura 3.15: Columna 3x2.

CAPITULO IV SELECCIÓN DEL CABLE, MOTOR Y OTROS ELEMENTOS.

4.1 Selección del cable.

4.1.1 Definición de cable de acero y sus elementos.

El Cable de Acero es una máquina simple, que está compuesto de un conjunto de elementos que transmiten fuerzas, movimientos y energía entre dos puntos, de una manera predeterminada para lograr un fin deseado.

a) Alambres.

El Alambre de acero, es el componente básico del cable de acero. Este alambre es fabricado con acero de alto carbono (contenido de carbono mayor a 0.50 %) ⁶ y tiene distintos grados o calidades, que dependen de los requerimientos finales del cable.

Las calidades no sólo se refieren a la resistencia a la tracción, sino también a la resistencia a las torsiones axiales, plegados (o dobleces) y si están o no recubiertos con zinc (galvanizado).

En el caso de los alambres galvanizados, existen normas para su recubrimiento con zinc (espesor de 0.004 a 0.016plg.) ⁷, tanto en el espesor de la capa como su concentricidad y adherencia.

b) Torones.

Los Torones de un cable de acero, están formados por un determinado número de alambres enrollados helicoidalmente alrededor de un alambre central y dispuestos en una o más capas. A cada número y disposición de los alambres se les llama construcción y son fabricados generalmente, según el concepto moderno, en una sola operación con todos los alambres torcidos en el mismo sentido, conjuntamente en una forma paralela. De esta manera se evitan cruces y roces de los alambres en las capas interiores, que debilitan el cable y reducen su vida útil y puede fallar sin previo aviso.

⁶ Doyle, 1988.

⁷ Amstead, 1998.

Las principales construcciones de los torones, se pueden clasificar en tres series:

Serie 7: Incluyen construcciones que tienen desde 3 a 14 alambres.

Serie 19: Incluyen construcciones que tienen desde 15 a 26 alambres.

Serie 37: Incluyen construcciones que tienen desde 27 a 49 alambres.

c) Almas.

El Alma es el eje central o núcleo de un cable, alrededor del cual van colocados los torones. Su función es servir como base del cable, conservando su redondez, soportando la presión de los torones y manteniendo las distancias o espacios correctos entre ellos.

Hay dos tipos principales de Almas: Fibra (Naturales y Sintéticas) y Acero (de Torón o independiente).

d) Cable.

Es el producto final que está formado por varios torones, que son enrollados helicoidalmente alrededor de un alma.⁸

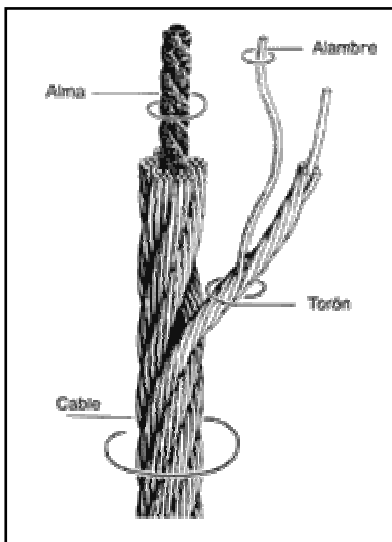


Figura 4.1 Partes de un cable.

⁸ Avallone, 1995.

4.1.2 Factor de seguridad.

El factor de seguridad de un cable de acero es la relación entre la resistencia a la ruptura mínima garantizada del cable y la carga o fuerza de trabajo a la cual está sujeta. No es posible detallar el factor de seguridad para todas las aplicaciones, porque también hay que considerar el ambiente y circunstancias en el área de trabajo.

4.1.3 Fórmula para selección de cable.⁹

$$CEE = \frac{(RN)K_f}{K_{fs}} \quad (23)$$

Donde:

CEE = carga conocida o muerta.

RN = Resistencia nominal en tablas.

K_f = factor que toma en cuenta la reducción de la resistencia nominal debido a la flexión en función de las razones D/d D =diámetro de la polea d = diámetro del cable.

K_{fs} =Factor de seguridad.

Se usara un cable de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

$$CEE = \frac{(RN)K_f}{K_{fs}}$$

$RN=2600$ Kilogramos.

$K_f=2.6$ tomado del Apéndice 17.

$K_{fs}=5$ tomado de Apéndice 6.

$$CEE = \frac{(2600Kg)(2.6)}{5}$$

$$CEE = \frac{6760}{5} = 1352 \text{ Kg. (2981.16Lb).}$$

⁹ Avallone, 1995.

4.1.4 Longitud de los cuatro cables del sistema.

Una vez definido el espesor del cable se dará a conocer la longitud del mismo. El sistema eleva-autos contara con 4 cables los cuales tendrán la función de ayudar a levantar la plataforma por medio de un sistema de poleas y se localizaran en los 4 puntos extremos de la plataforma. Los cables tendrán como punto de inicio o partida el tambor que es la salida del reductor de velocidad. El tambor se dividirá en 4 secciones una para cada cable, como lo muestra la figura 3.4.

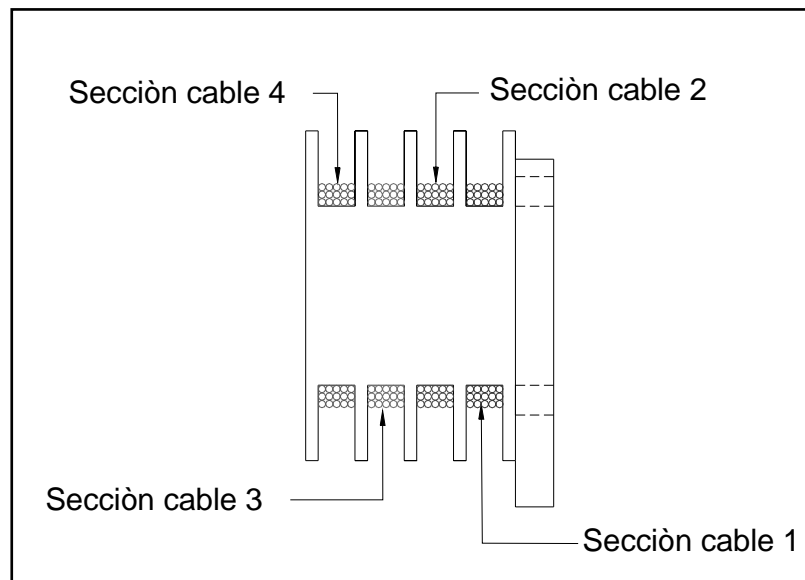


Figura. 4.2 Tambor con sus cuatro divisiones.

Como se observa en la figura 4.2 el tambor esta dividido en 4 secciones. Cada número corresponde a un cable y así se podrán identificar fácilmente.

Cable 1

El cable número 1 tendrá su base de fijación como el resto de los cable en el tambor, pero en la parte derecha del mismo y hará su recorrido únicamente en el poste numero 1 como lo muestra la figura 4.3.

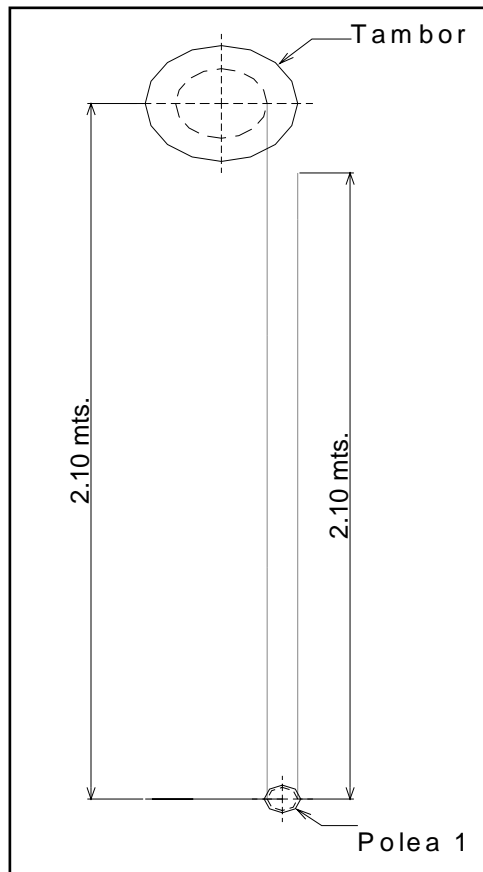


Figura 4.3 recorrido del cable 1

Como se puede ver en la figura la longitud total del cable es de 4.2mts. (165.34plg). Debido a que son 2.10mts. (82.67plg.) de bajada y 2.10mts. (82.57plg.) de súbita esto es:

$$L_{C1} = L_1 + L_2$$

$$L_{C1} = 2.10mts + 2.10mts = 4.2mts. (165.34plg.)$$

Cable 2

El cable número 2 se encuentra colocado en la parte derecha-central del tambor y hará su recorrido por los postes número 1 y 2 como lo muestra la figura 4.4

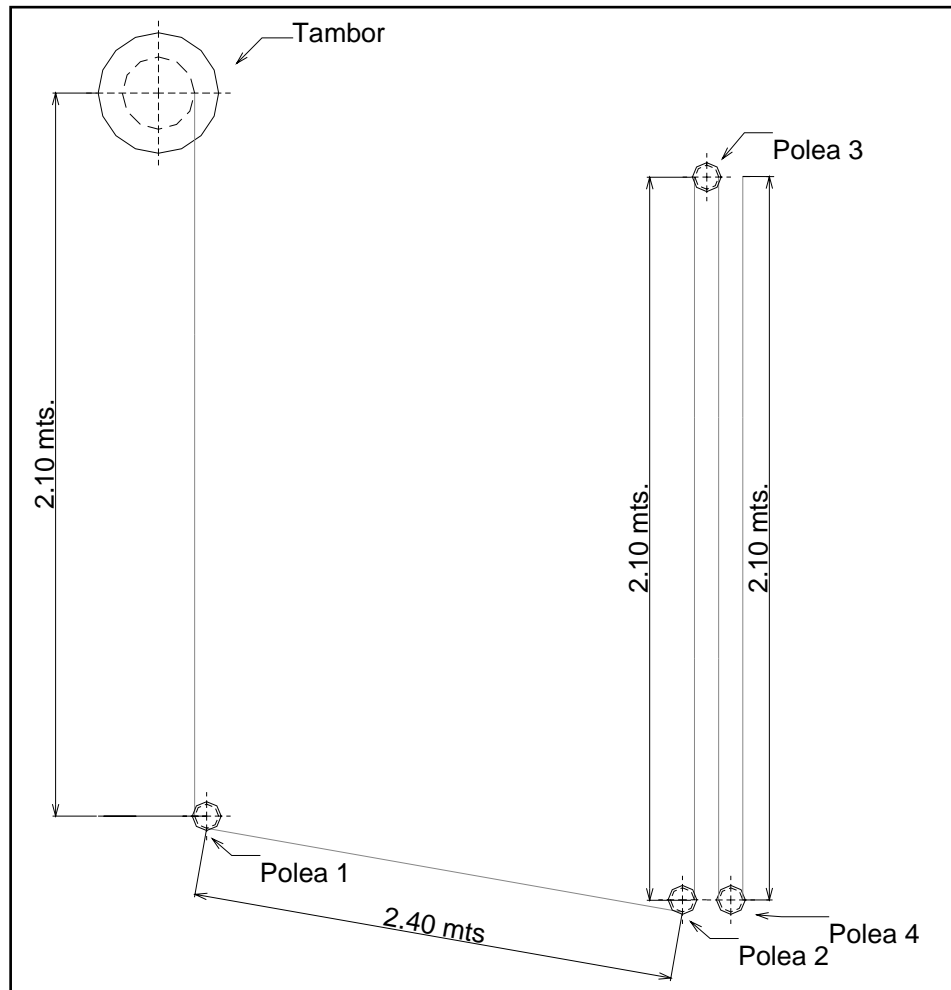


Figura 4.4 Recorrido del cable 2.

Con base en la figura se puede calcular la longitud total del cable 2 que será necesario.

$$L_{C2} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$$

$$L_{C2} = 2.10 \text{ mts} + 2.40 \text{ mts} + 2.10 \text{ mts} + 2.10 \text{ mts} + 2.10 \text{ mts}$$

$$L_{C2} = 10.80 \text{ mts} \text{ ..}(425 .2 \text{ p lg.})$$

Cable 3

El cable número 3 se encuentra colocado en la parte izquierda-central del tambor y hará su recorrido por los postes número 1 y 3 como lo muestra la figura 4.5

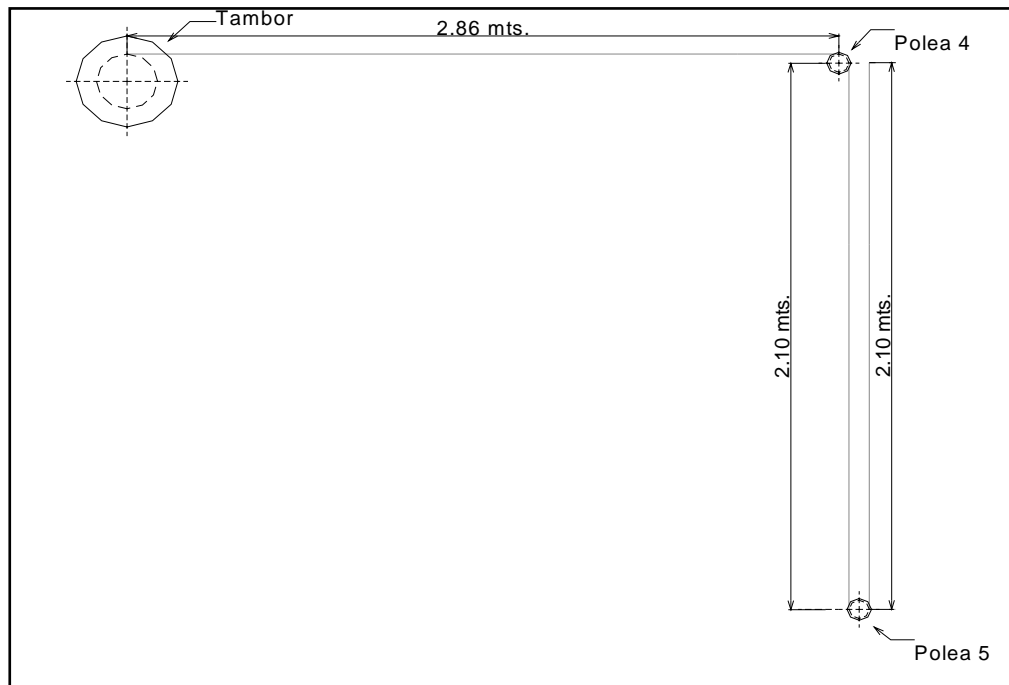


Figura 4.5 Recorrido del cable 3

Con base en la figura se puede calcular la longitud total del cable 3 que será necesario.

$$L_{C3} = L_1 + L_2 + L_3$$

$$L_{C3} = 2.86 \text{ mts} + 2.10 \text{ mts} + 2.10 \text{ mts}$$

$$L_{C3} = 7.06 \text{ mts} \text{ ..}(277.95 \text{ p lg}).$$

Cable 4

El cable número 4 se encuentra colocado en la parte izquierda del tambor y hará su recorrido por los postes número 1,3 y 4 como lo muestra la figura 4.6.

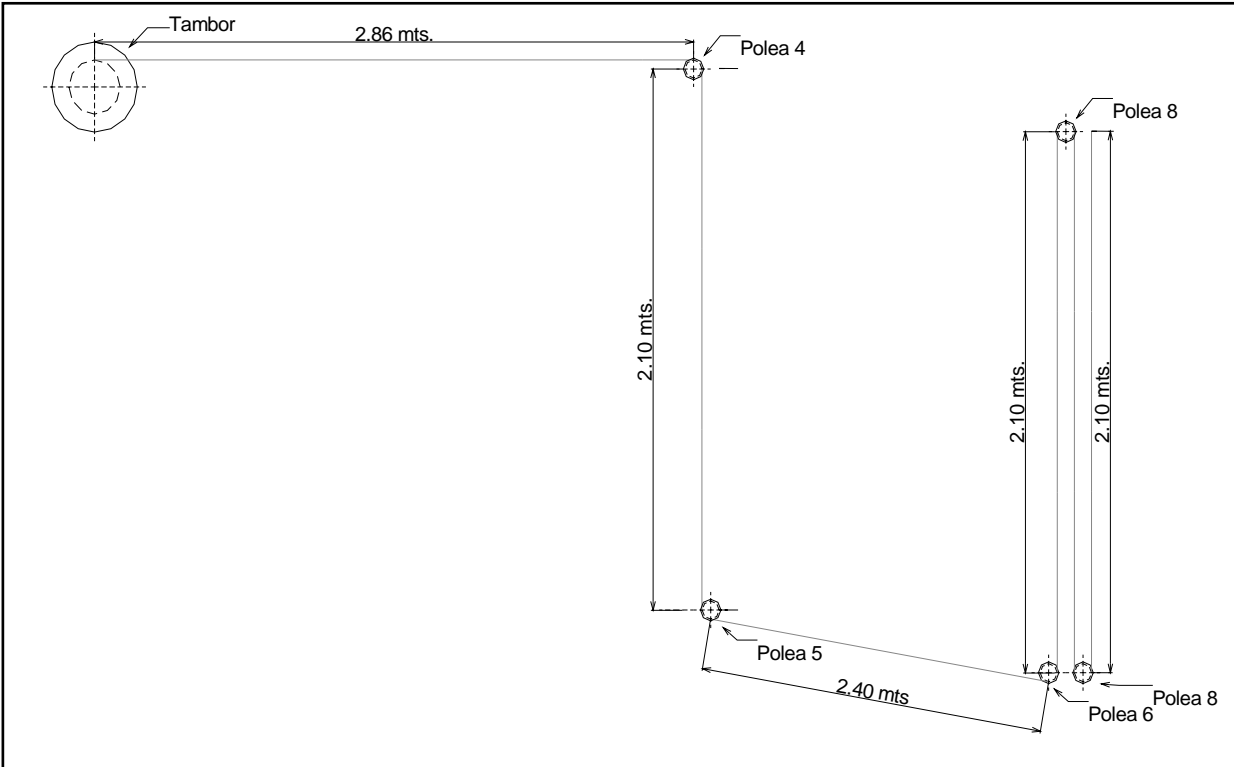


Figura 4.6 Recorrido del cable 4

Con base en la figura se puede calcular la longitud total del cable 4 que será necesario.

$$L_{C4} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6$$

$$L_{C4} = 2.86 \text{ mts} + 2.10 \text{ mts} + 2.40 \text{ mts} + 2.10 \text{ mts} + 2.10 \text{ mts} + 2.10 \text{ mts}$$

$$L_{C4} = 13.66 \text{ mts} \text{..}(537.79 \text{ p lg})$$

El cable total será:

$$L_{TOTAL} = L_{C1} + L_{C2} + L_{C3} + L_{C4}$$

$$L_{TOTAL} = 4.2 \text{ mts} + 10.8 \text{ mts} + 7.06 \text{ mts} + 13.66 \text{ mts}.$$

$$L_{TOTAL} = 35.72 \text{ mts} \text{..}(1406.3 \text{ p lg})$$

4.1.5 Cálculo de cable que tendrá que enrollarse en el tambor.

En primer lugar se elegirá el tubo para el tambor, este será de 2plg, tamaño estándar, según Apéndice 5 el diámetro exterior es de 2.375plg. La figura siguiente muestra una sección del tambor con las distancias entre las capas de los cables.

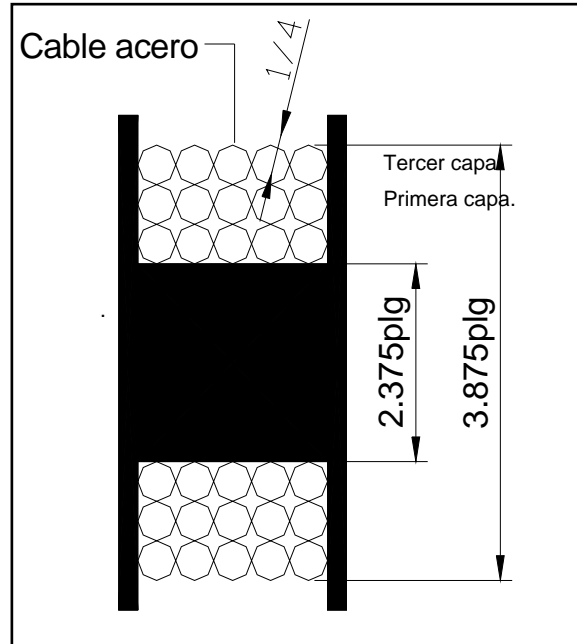


Figura 4.7 Sección del tambor.

Estos cálculos se harán con la fórmula para calcular el Perímetro.

$$P = \pi D \quad (24)$$

Pero multiplicando por las vueltas que dará en el tambor, en este caso se darán 5 vueltas.

$$2\frac{7}{8} = \text{Diámetro del tambor mas 2 diámetros del cable.}$$

5 = número de vueltas que enreda el cable en el tambor.

$$\text{Primer capa} = 2\frac{7}{8}(\pi)(5) = 45.16 \text{ plg}$$

$$\text{Segunda capa} = 3\frac{3}{8}(\pi)(5) = 53.01 \text{ plg.}$$

$$\text{Tercer capa} = 3\frac{7}{8}(\pi)(5) = 60.87 \text{ plg.}$$

Suma de las tres capas.

$$45.16 \text{ plg.} + 53.01 \text{ plg.} + 60.87 \text{ plg.} = 159.04 \text{ plg. (4.039mts)}$$

4.2 Selección del motor eléctrico.

Es de gran importancia hacer una buena selección de un motor eléctrico, ya que de ello dependerá la oportunidad de obtener la mayor vida útil del equipo, y una máxima eficiencia, lo que retribuirá directamente a evitar posibles descomposturas o fallas.

4.2.1 Fundamentos de selección de un motor eléctrico

La selección de un motor depende primordialmente de cuatro aspectos:

- a) La instalación. Esta debe de ser de una manera sencilla, a cualquier dispositivo al que se le quiera adaptar.
- b) La operación. Que no dependa de otro u otros aditamentos para poderlo hacer funcionar para la tarea que se le determina.
- c) El mantenimiento. Este debe de ser de una manera fácil y sencilla de realizar de modo de que hasta las personas que no este familiarizadas con ellos lo puedan realizar.
- d) La capacidad. Debe de ser la adecuada dependiendo del trabajo que vaya a realizar.

Los pasos a seguir para una adecuada selección de un motor eléctrico son:

- 1) La determinación de la fuente de alimentación.
- 2) La potencia nominal. (Watts, HP o CV)
- 3) La velocidad de rotación. (RPM)
- 4) El ciclo de trabajo (continuo o intermitente).
- 5) El tipo de motor. (Monofásico o trifásico)
- 6) El tipo de carcasa.

Ventajas de los motores eléctricos

- Bajo costo.
- Facilidad de transporte.
- Limpieza.
- Simplicidad de la puesta en marcha.

Para poder tener una buena selección de motor eléctrico en nuestro sistema, es necesario saber cuales son las características más importantes que tienen cada uno de ellos, ya que con ayuda de esos datos podremos tomar la decisión más óptima.

4.3. Motores de Corriente Alterna.

Es la "alternativa" a la máquina de corriente continua. Quizás su característica más peculiar sea que, al estar alimentado con corriente alterna, la velocidad del rotor está supeditada a la frecuencia de la tensión que lo alimenta. Otro detalle, ésta relacionado con la variante de motor más popular, es que la transmisión de energía al rotor se puede resolver por inducción, como en un transformador, sin necesidad de entablar contacto físico entre éste y su entorno inmóvil. Esta es la razón por la que a estos motores se les llama también de inducción. En ellos, las piezas ***Estatórotor y Rotor***, pueden tomar aquí también los nombres de ***Inductor e Inducido***, aunque parece ser que este último detalle, según algunos técnicos, no tiene que ver con esto, y los adjetivos inductor e inducido se pueden aplicar también a las piezas del motor de corriente continua porque el estatórotor "induce" al rotor a girar.

4.3.1 Características de los motores de Corriente Alterna

- Enorme versatilidad y economía de operación, prácticamente no puede ser igualada por ninguna otra forma de potencia para movimiento.
- Son muy convenientes en aplicaciones de velocidades constantes.
- Se conectan directamente a la línea de CA, los motores de CA tienen la ventaja de no requerir un suministro de potencia rectificador de CD.

4.3.2. Motor síncrono.

El motor síncrono es utilizado en aquellos casos en que los que se desea velocidad constante. En nuestro medio sus aplicaciones son mínimas y casi siempre están en relacionadas con sistemas de regulación y control mas no con la transmisión de potencias elevadas.

4.3.3. Motor asincrónico o de inducción.

Si se realizara a nivel industrial una encuesta de consumo de la energía eléctrica utilizada en alimentar motores, se vería que casi la totalidad del consumo estaría dedicado a los motores asincrónicos.

Estos motores tienen la peculiaridad de que no precisan de un campo magnético alimentado con corriente continua como en los casos del motor de corriente directa o del motor sincrónico.

Una fuente de corriente alterna (trifásica o monofásica) alimenta a un estator. La corriente en las bobinas del estator induce corriente alterna en el circuito eléctrico del rotor (de manera algo similar a un transformador) y el rotor es obligado a girar.

4.4 Potencia.

Al diseñar un sistema mecánico, a menudo hay que tener en cuenta no solo cuanto trabajo ha de ejecutarse, sino también la rapidez con que debe de hacerse, la misma cantidad se realiza al levantar un cuerpo a determinada altura, tanto si tardamos en ello 1 segundo o un año, pero la rapidez con que se efectúa es muy diferente en ambos casos.

Se define potencia como la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo. Esto es equivalente a la velocidad de cambio de energía en un sistema o al tiempo empleado en realizar un trabajo, según queda definido por:

$$P = \frac{dE}{dt} ,$$

Donde:

- P es la potencia
- E es la energía o trabajo
- t es el tiempo. ¹⁰

¹⁰ Kosow, 1993.

4.5 Sentido de giro.

El sentido de giro esta relacionado directamente con la conexión de las bobinas auxiliares (de arranque) con respecto a las de trabajo. El motor tiene un sentido de rotación, tan es así, que si se quiere que gire en sentido contrario, solo hay que permutar o invertir las conexiones de las auxiliares, la entrada por la salida o viceversa en las dos líneas. (Anexo L).

Para efectos de este sistema el inversor se comprara, por lo cual no se presentan cálculos de su diseño.

4.6 Cálculos para selección del motor.

Para la construcción del sistema se compararan 3 tamaños de motor de 1, 1.25 y 1.5HP. (Ver especificaciones en Anexo K)

MOTOR 1 HP.

Para el cálculo del motor se utilizaran los mismos datos, en los tres motores.

Datos:

Peso a levantar = 4332 Lb. (valores obtenidos en el Capítulo II)

Altura = 88.58plg. =7.382pies.

t =?

$$1Hp = 550 \frac{ftLb}{s} \quad \text{Sustituyendo los datos anteriores en.}$$

$$1Hp = 550 \frac{ftLb}{s} = \frac{(7.382 ft)(4332Lb)}{tiempo}$$

$$1Hp = 550 \frac{ftLb}{s} = \frac{(31978.82)}{tiempo}$$

Despejando el tiempo.

$$1Hp = tiempo = \frac{31978.82 ft * Lb}{550 \frac{ftLb}{s}}$$

$$1Hp = tiempo = 58.14s$$

Con un motor de 1HP tardara en elevarse 58.14 segundos.

MOTOR 1.25 HP.

$$1Hp = 550 \text{ FtLb/s}$$

Como el motor será de 1¼ multiplicamos por 550 FtLb/s . Entonces nos queda 687.5 FtLb/s

Sustituyendo los datos anteriores en.

$$1.25Hp = 687.5 \text{ ftLb/s} = \frac{(7.382 \text{ ft})(4332 \text{ Lb})}{\text{tiempo}}$$

$$1.25Hp = 687.5 \text{ ftLb/s} = \frac{(31978.82)}{\text{tiempo}}$$

Despejando el tiempo.

$$1.25Hp = \text{tiempo} = \frac{31978.82 \text{ ft} * \text{Lb}}{687.5 \text{ ftLb/s}}$$

$$1.25Hp = \text{tiempo} = 46.51s$$

Con un motor de 1.25 HP tardaremos en levantar la plataforma 46.51s.

MOTOR 1.5 HP.

$$1Hp = 550 \text{ FtLb/s}$$

Como el motor será de 1.5 multiplicamos por 550 FtLb/s . Entonces nos queda 825 FtLb/s

Sustituyendo los datos anteriores en.

$$1.5Hp = 825 \text{ ftLb/s} = \frac{(7.382 \text{ ft})(4332 \text{ Lb})}{\text{tiempo}}$$

$$1.5Hp = 825 \text{ ftLb/s} = \frac{(31978.82)}{\text{tiempo}}$$

Despejando el tiempo.

$$1.5Hp = \text{tiempo} = \frac{31978.82 \text{ ft} * \text{Lb}}{825 \text{ ftLb/s}}$$

$$1.5Hp = \text{tiempo} = 38.76s$$

Con un motor de 1.5 HP tardaremos en levantar la plataforma 38.76s.

4.7 Cajas de reductores o reductor de velocidad.

El problema básico en la industria es reducir la alta velocidad de los motores a una velocidad utilizable por las máquinas. Además de reducir se deben contemplar las posiciones de los ejes de entrada y salida y la potencia mecánica a transmitir.

Para potencias bajas se utilizan moto-reductores que son equipos formados por un motor eléctrico y un conjunto reductor integrado. Las herramientas manuales en general (taladros, lijadoras, cepillos, esmeriles, etc.) poseen un moto-reductor.

Para potencias mayores se utilizan equipos reductores separados del motor.

Los reductores consisten en pares de engranajes con gran diferencia de diámetros, de esta forma el engrane de menor diámetro debe dar mayor número de vueltas para que él de diámetro mayor de una vuelta, de esta forma se reduce la velocidad de giro. Para obtener grandes reducciones se repite este proceso colocando varios pares de engranes conectados uno a continuación del otro.

Para el cálculo del reductor se tomara la velocidad del motor de 1.5HP, con una velocidad de 1750RPM.

Se usara un reductor de 50:1 con tornillo sin fin lo cual quiere decir que el tornillo dará 50 vueltas por una del engrane, por lo cual la velocidad se reducirá.

$$\text{Velocidad} = 1750\text{RPM} / 50 = 35\text{RPM}.$$

Dependiendo del reductor a utilizar se fabrican los engranes, en este sistema se maneja una velocidad de 15RPM por lo cual se debe instalar un engrane mayor, para reducir la velocidad de 35RPM a por lo menos la mitad de esta, se tendrá que instalar un engrane con relación 2:1.

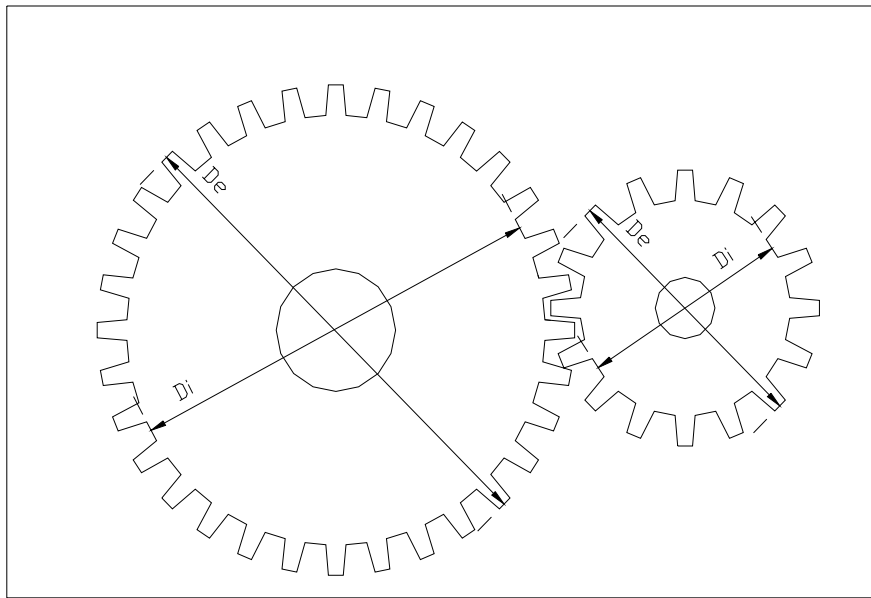


Figura 4.8 Engranes relación 2:1

Di= diámetro interior.

De= diámetro exterior.

Para la elaboración de los engranes se utilizara el acero 4140, debido a que es el acero mas comúnmente utilizado para engranes. A continuación se mencionan sus características.

Características del acero 4140 (norma SAE).

- Es un acero de buena penetración de temple y con buenas características de estabilidad en caliente hasta 400°C.
- Sin fragilidad de revenido, muy versátil y apto para esfuerzos de fatiga y torsión.
- Piezas templadas a inducción pueden dar una dureza de 57-69 Rockwell C.
- Tiene amplia aplicación en construcción de vehículos por ejemplo para cigüeñales, brazos de ejes, bielas, pernos, ejes de contramarcha, ejes de bombas y engranajes.
- Muy utilizado en piezas forjadas como herramientas, llaves de mano, destornilladores, etc.
- Se usa también para espárragos y tornillos den la construcción de plantas que trabajen a temperatura entre 150 °C y 300 °C, como calderas, turbinas de vapor, plantas químicas, etc.¹¹

¹¹ http://www.utp.edu.co/~publio17/ac_aleados.htm.

4.8 Especificaciones de los elementos del sistema.

a) Cable.

Considerando los cálculos realizados se logro determinar que el cable a utilizar de $\frac{1}{4}$ es adecuado para realizar la elevación del auto, ya que el peso será distribuido en los cuatro cables y soportaran un peso, no mayor a 907kg (2000Lb), por cable.

Como se pretende elevar la plataforma 2mts. (78.74plg) y el cable tendrá que recorrer el doble de esta distancia por como se encuentra colocado el cable con solo tres capas de cable en el tambor, es más que suficiente para elevar la plataforma a esa altura, por lo tanto el cable total que se enrollara en el tambor será de 4.039mts. (159.04plg).

Determinados los cálculos anteriores se determina que la velocidad con la que se enrollara el cable será de 15RPM, de acuerdo al número de vueltas que dará el cable en el tambor.

b) Motor.

Con base en las características mencionadas de cada uno de los motores, se ha determinado utilizar un motor de corriente alterna monofásica, ya que el sistema al que se conectara tendrá una fuente de alimentación de 127 V, que es la que comúnmente se encuentra en los hogares.

Con los cálculos realizados se determino la utilización de un motor de 1.5HP por tener una mayor potencia que el de 1 y 1.25HP y por que teóricamente estos motores levantarán tal peso pero prácticamente no es así ya que debido a la utilización del reductor, estos disminuyen su eficiencia y por tanto su trabajo.

c) Reductor.

Tomando en cuenta las características del motor se determino utilizar un reductor con relación 50:1 con tornillo sin fin, por lo cual la velocidad se reducirá y con la ayuda de los engranes se lograra la velocidad requerida.

4.9 Selección de los demás componentes del sistema.

a) Grapas (Perros para cable de acero).

Para la elección de las grapas solo se utilizara la tabla del Apéndice 1 ya que no se realizaran cálculos debido a que estos solo se utilizaran para sujetar el cable y evitaran que este se corra durante la elevación del auto (ver figura 4.9).

Las grapas se seleccionan según el cable a utilizar por tanto las grapas serán, según apéndice 1 grapa de 3/16" que son adecuadas para sujetar el cable de ¼ de pulgada.

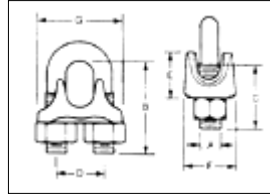


Figura 4.9: Grapa maleable.

b) Rodamientos.

Los rodamientos al igual que las grapas se seleccionaran según tablas de Apéndice 3, para este sistema se utilizaran rodamientos de aproximadamente ¾ de pulgada, ya que este soporta una carga estática de 7.8 KN. (Ver figura 4.10)

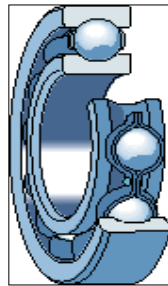


Figura 4.10: Rodamiento rígido de una hilera de bolas

c) Tornillos hexagonales.

Los tornillos se seleccionan según la carga, uso y aplicación en el sistema, para la sujeción de placas al piso se utilizaran tornillos de anclaje de ½ ", para fijación de vigas tornillos de ¼ " cabeza hexagonal grado 5 y para unión de rodamientos de ½ ". (Ver Apéndice 16).

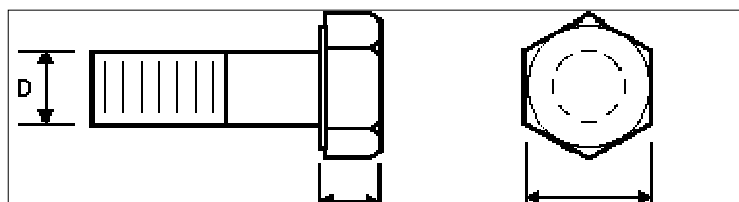


Figura 4.11: Tornillo de cabeza hexagonal.

d) Placas.

Las placas que utilizaremos serán del material A36 de $\frac{3}{4}$ " para la base de las columnas y de $\frac{1}{2}$ ", para la parte superior de las mismas, la elección de estas placas se realizo de acuerdo al tamaño comercial ya que esta no afecta el sistema.

e) Ángulos.

Los ángulos que utilizaremos en el sistema serán de $1\frac{1}{2}$ ", al igual que los otros componentes será de material A36, para la parte central de la plataforma, los topes de seguridad y la parte superior de las columnas, y para fijar los vigas utilizaremos ángulo de 1 plg.

4.10 Funcionamiento del sistema.

Una vez terminado la construcción del sistema se dará una explicación amplia de cómo va funcionar este.

1. Se debe de colocar un auto sobre la plataforma.
2. Se presiona el interruptor de encendido del sistema

Con esto se pondrá en marcha el motor eléctrico, el cual con la rotación de salida que tiene, podrá hacer funcionar el reductor que esta colocado para poder bajar las RPM (1750) del mismo a una relación de 50:1(35). Pero tener esa velocidad no es apta para el sistema por lo que es necesario colocar 2 engranes mas que nos den una relación de 2:1 y así poder obtener las revoluciones requeridas para el optimo funcionamiento del eleva-autos.

Contando con las revoluciones adecuadas el tambor que se encuentra adaptado a los engranes, empieza a enrollar los cuatro cables que levantarán de una manera armónica la plataforma. Al alcanzar la altura máxima de elevación el dispositivo micro permitirá que este se detenga automáticamente.

Es así como obtendremos el espacio requerido para que se pueda colocar sin ningún problema otro auto de bajo de este y satisfacer la necesidad de usuario.

3. Para poder bajar la plataforma es necesario invertir el giro del motor solamente presionado el botón de inversor y encender. Así la plataforma empezara a bajar hasta llegar al suelo.

CAPITULO V. PRESUPUESTO DEL ELEVA-AUTOS Y COMPARACION CON OTROS SISTEMAS.

5.1 Presupuesto de fabricación del eleva-autos

A continuación se presenta el presupuesto estimado de fabricación del eleva-autos.

Para un mejor entendimiento de lo que se presenta a continuación se define lo que son los costos de producción: el costo de producción representa la suma total de los gastos incurridos para convertir una materia prima en un producto acabado, estos gastos comprenden, además del costo del material, toda la mano de obra directa y todos los gastos generales resultantes de costos medios empleados para la producción.¹²

Se tomaron los precios actuales de las estructuras (PTR) en la realización de la cotización, así también la renta del inmueble con la maquinaria disponible como lo es torno, fresadora, taladro de banco, cortadora de disco, etc.

Para poder trasladar el material o la materia prima del proveedor al taller se debe tomar en cuenta el pago de un flete.

El precio del corte de material (placa) se incluirá como gastos indirectos de fabricación al igual que el flete, del taller al centro de corte y el regreso al taller.

Los engranes que se utilizaran para la reducción de la velocidad, se mandaran a procesar en otro taller por lo cual su precio será de \$1043.48 de los dos engranes uno de 32 dientes y otro de 16 dientes.

El proceso de corte de perfil y de lamina se realizara en el taller por lo cual se tomara el salario base del trabajador para poder calcular el precio del sistema. (Se realizara el diagrama de tiempos y movimientos Anexo E).

¹² Alford, 2000, Pág. 1581

La instalación del sistema se realizara por dos personas en un tiempo estimado de 6 horas hombre, la instalación será total ya que debe de quedar en servicio para que el cliente lo utilice el mismo día.

En la estimación del precio del sistema se tomara en cuenta las prestaciones otorgadas a los trabajadores, todos los costos de fabricación y la utilidad.

Presupuesto de materia prima directa.

| COTIZACION ESTIMADA DE FABRICACION ELEVA-AUTOS | | | | |
|---|---------------|--------|-------------|--------------------|
| CONCEPTO | PRECIO | | CANT | |
| Angulo 1,5x1,5 | 247,83 | pieza | 1 | \$247,83 |
| Angulo 1x1 | 156,52 | pieza | 1 | \$156,52 |
| Cable 6x19x1 de 1/4" | 156,52 | rollo | 1 | \$156,52 |
| Cable eléctrico Duplex calibre 18 | 121,74 | rollo | 1 | \$121,74 |
| Chumaceras | 86,96 | pieza | 2 | \$173,91 |
| Engranés | 1043,48 | pieza | 1 | \$1.043,48 |
| Interruptor llave. | 39,13 | pieza | 1 | \$39,13 |
| Lamina calibre 14 | 516,52 | pieza | 2 | \$1.033,04 |
| Lamina calibre 18 | 331,30 | pieza | 1 | \$331,30 |
| Micro | 15,65 | pieza | 2 | \$31,30 |
| Motor monofasico 1 1/2HP 1750RPM | 608,70 | pieza | 1 | \$608,70 |
| Palanca | 15,65 | pieza | 1 | \$15,65 |
| Perfil estructural (PTR) 1x1 calibre 14 | 39,13 | Barra | 1 | \$39,13 |
| Perfil estructural (PTR) 2x2 calibre 12 | 73,91 | Barra | 2 | \$147,83 |
| Perfil estructural (PTR) 3x2 calibre 10 | 356,52 | Barra | 4 | \$1.426,09 |
| Perfil estructural (PTR) 4x2 calibre 10 | 424,35 | Barra | 1 | \$424,35 |
| Perros para cable de 1/4" | 1,30 | pieza | 8 | \$10,43 |
| Pintura | 77,39 | galón | 2 | \$154,78 |
| Placa 1/2" espesor | 2869,57 | pieza | 1 | \$2.869,57 |
| Placa 1/4" espesor | 1478,26 | pieza | 1 | \$1.478,26 |
| Reductor de potencia relación 50:1 | 695,65 | pieza | 1 | \$695,65 |
| Remaches Pop 1/8" caja | 52,17 | millar | 1 | \$52,17 |
| Rodamientos de 2" | 13,04 | pieza | 16 | \$208,70 |
| Roldana para tornillo 1/2" y 1/4" | 20,00 | kilo | 1 | \$20,00 |
| Soldadura E-6013 | 186,96 | caja | 1 | \$186,96 |
| Tornillo de enganche | 12,17 | pieza | 16 | \$194,78 |
| Tornillo hexagonal | 2,61 | pieza | 20 | \$52,17 |
| Tornillo hexagonal 1/2" con tuerca | 4,35 | pieza | 20 | \$86,96 |
| Tornillo hexagonal 1/4" con tuerca | 0,87 | pieza | 20 | \$17,39 |
| Tubo de agua 2" calibre 8 | 260,87 | pieza | 1 | \$260,87 |
| COSTO TOTAL | | | | \$12.285,22 |
| COSTO MAT. SOBRANTE | | | | \$4.406,50 |
| COSTO UN ELEVA-AUTOS | | | | \$7.878,72 |

Datos obtenidos al mes de Octubre del 2005.

Presupuesto de mano de obra directa. (Anexo M).

| GASTOS M/O | | NUM. PERS | |
|-------------------|----------|------------------|-------------------|
| SALARIO | \$700.00 | 2 | \$1,400.00 |
| PRIMA VACAC. | \$4.79 | 2 | \$9.59 |
| AGUINALDO | \$287.67 | 2 | \$575.34 |
| APORTACIONES | \$175.00 | 2 | \$350.00 |
| | | TOTAL | \$2,334.93 |
| | | DOS SEMAN | \$4,669.86 |

Presupuesto de gastos de fabricación indirectos.

| GASTOS INDIRECTOS DE FABRICACION | | | |
|---|---------------|--------------|---------------------|
| | <i>precio</i> | <i>total</i> | <i>precio corte</i> |
| FLETE MAT. | \$300.00 | \$300.00 | |
| CORTE DE PLACA | \$330.00 | \$60.00 | \$15.00 |
| | | \$360.00 | |

| | | | |
|--------------------------------|--|-------------------|--|
| RENTA QUINCENAL | | \$1,000.00 | |
| ENERGETICOS | | \$1,500.00 | |
| | | | |
| GASTOS INDIRECTOS OTROS | | | |
| M/P INDIRECTA | | \$300.00 | |
| TOTAL GASTOS | | \$3,160.00 | |

| COSTO DE DISTRIBUCION Y VENTAS | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|
| 3000 | | | |

| COSTOS DE ADMINISTRACION | | | |
|---------------------------------|----------|--------------|-------------------|
| | DIARIO | SEMANAL | DOS SEM. |
| SECRETARIA | \$100,00 | \$500,00 | \$1.000,00 |
| CONTADOR | \$200,00 | \$1.000,00 | \$2.000,00 |
| INGENIERO | \$200,00 | \$1.000,00 | \$2.000,00 |
| | | TOTAL | \$5.000,00 |

| COSTOS DE PRODUCCION | |
|-----------------------------|--------------------|
| M/DIRECTO | \$7.878,72 |
| M/O DIRECTA | \$4.669,86 |
| G. INDIRECTOS | \$3.160,00 |
| TOTAL | \$15.708,58 |

| | |
|------------------------|--------------------|
| COSTO TOTAL | |
| COSTOS DE PRODUCCION | \$15.708,58 |
| COSTOS DE DISTRIBUCION | \$3.000,00 |
| COSTOS DE ADMON | \$5.000,00 |
| TOTAL | \$23.708,58 |

| | | |
|--------------------|-------------------|--------------------|
| COSTO TOTAL | % UTILIDAD | UTILIDAD |
| \$23.708,58 | 27% | \$6.291,41 |
| PRECIO DE VENTA | | \$30.000,00 |

5.2 Comparación con otros sistemas.

El sistema desarrollado en este trabajo en comparación con otros sistemas ya existentes.

| Características | Apila coches | Decsel | Eleva-autos |
|-----------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Tipo | hidráulico | hidráulico | Mecánico |
| Capacidad | 2500 Kg. | 1500 Kg. | 2000 Kg. |
| Sistema de elevación | Hidráulico cadena | Hidráulico pistón | Mecánico cable |
| Plataforma | 2.5 x 6mts | 2.04 x 3.05mts | 2 x 4mts. |
| Espacio requerido | 3 x 6.6mts | 2.75 x 4.8mts | 2.5 x 5mts. |
| Sistema de control | Manual eléctrico. | Manual eléctrico. | Manual eléctrico. |
| Alimentación | trifásico | trifásico | monofásico |
| Elevación | 1.9mts. | No disponible. | 2mts. |
| Potencia | 3 HP. | 2 HP. | 1.5 HP. |
| Precio | \$387,000 más IVA. | \$43,575 más IVA. | \$30,000 más IVA. |

Tabla 5.1: Tabla comparativa.

CAPITULO VI CONCLUSIONES.

En la realización de esta tesis se logro alcanzar el objetivo, al haber realizado y diseñado el eleva-autos, con esto se logro optimizar el espacio para el estacionamiento de las casas del fraccionamiento, ya que el eleva-autos se puede instalar en el espacio de las casas sin realizar modificaciones mayores.

Con este análisis o diseño el eleva-autos soportara una carga máxima de 2100kg (4630Lb), se elevara una altura de 2mts (6.56ft), se analizaron los planos y se adecuo el sistema para poder ser instalado en el área especifica, así mismo se logro que el sistema tenga un precio de venta estimado de \$30,000.00 mas IVA, con lo cual se cumplieron los objetivos específicos.

De acuerdo a los análisis realizados, se logro elegir los materiales que cumplen, con los requerimientos adecuados para el desarrollo del sistema, con la ayuda de un presupuesto se logro definir el precio, y se comprobó que esta por debajo de los otros sistemas comparados.

Se comprobó la hipótesis planteada, debido a que el sistema logra resolver el problema de espacio de estacionamiento, de las personas que habitan en el fraccionamiento Colinas de Plata.

6.1 Prototipo y requisitos de instalación

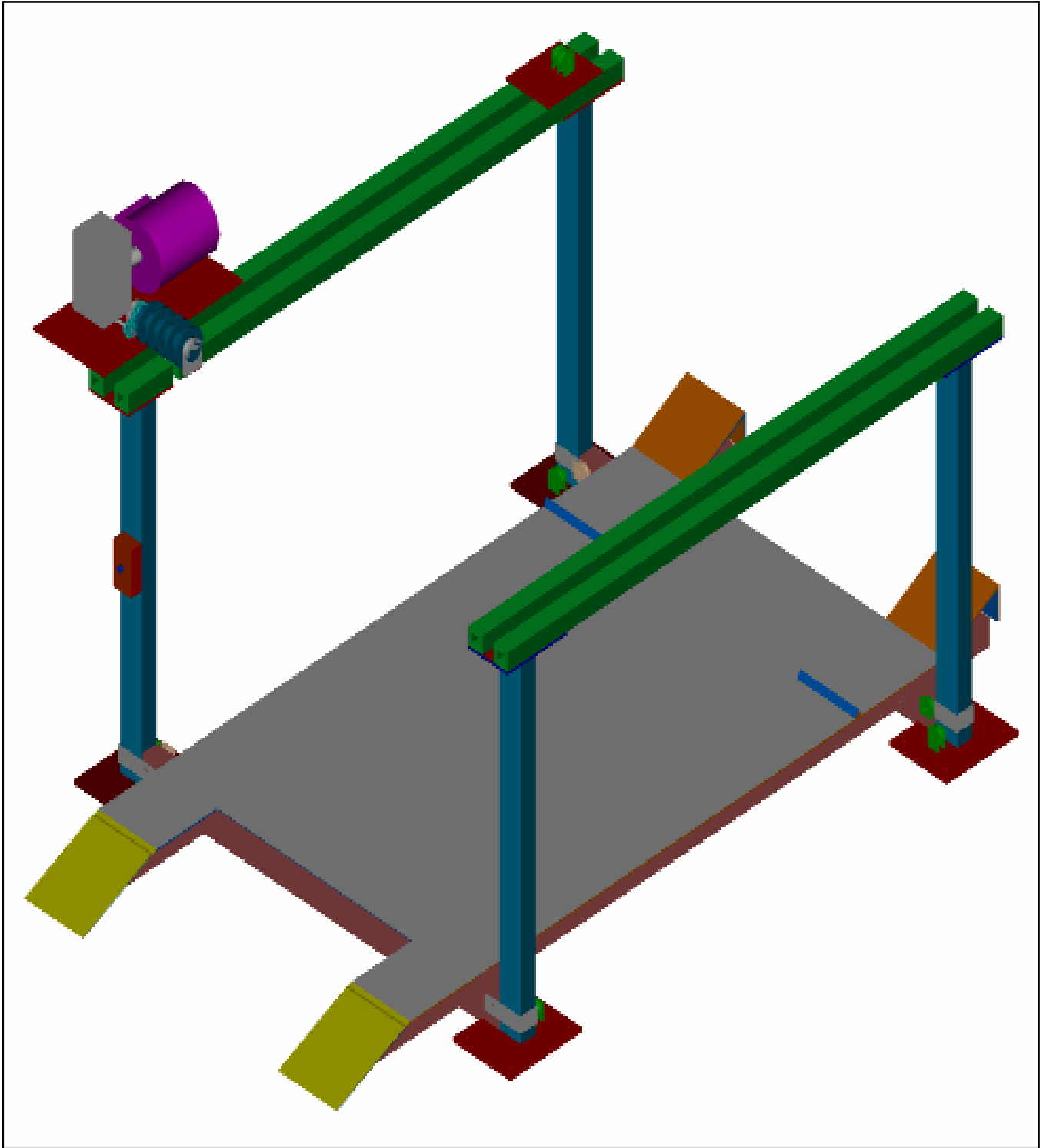


Figura 5.1: Eleva-autos.

Detalle de la columna.

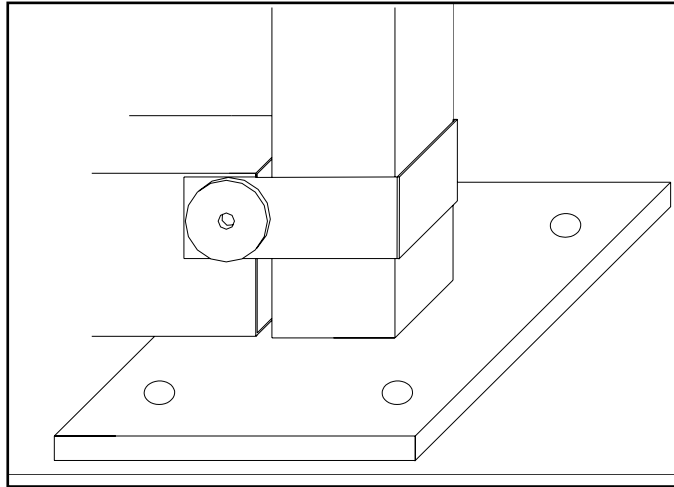


Figura 5.2: Guía de la plataforma.

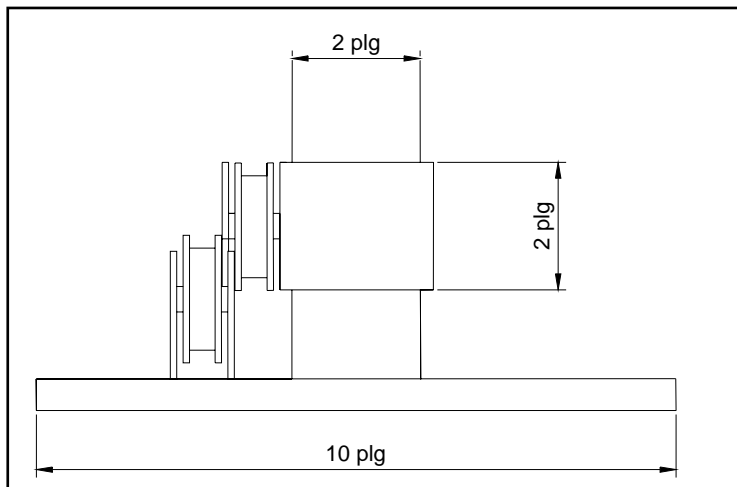


Figura 5.3: Vista lateral.

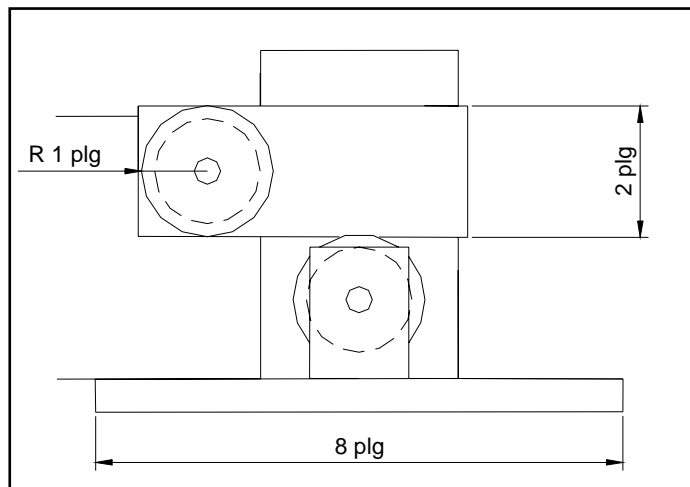


Figura 5.4: Vista frontal.

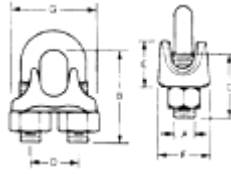
Requisitos de instalación.

Para que el eleva-autos pueda ser instalado de una manera adecuada y segura, se le recomienda al cliente, cumplir con los siguientes requisitos:

- Piso nivelado
- Base de concreto
- Plano del lugar o levantamiento
- Contar con un contacto de luz, cerca del eleva-autos.

Apéndices.

Apéndice 1: Grapas maleables (Perros para cable de acero)



| Medida | Mínimo | DIMENSIONES en Pulgadas | | | | | | |
|-------------|-----------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | de piezas | A | B | C | D | E | J | G |
| 1/16 | 3 | 0.15 | 0.65 | 0.45 | 0.38 | 0.38 | 0.45 | 0.69 |
| 1/8 | 3 | 0.18 | 0.81 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.56 | 0.94 |
| 3/16 | 3 | 0.25 | 0.94 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.63 | 1.06 |
| ¼ | 3 | 0.31 | 1.19 | 0.75 | 0.75 | 0.69 | 0.75 | 1.31 |
| 5/16 | 3 | 0.31 | 1.31 | 0.84 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 1.44 |
| 3/8 | 3 | 0.38 | 1.69 | 1 | 0.88 | 0.84 | 0.88 | 1.63 |
| 7/16 | 4 | 0.44 | 2 | 1.19 | 1.06 | 1 | 1 | 1.88 |
| ½ | 4 | 0.44 | 2 | 1.19 | 1.06 | 1 | 1.06 | 1.88 |
| 9/16 | 4 | 0.5 | 2.31 | 1.38 | 1.25 | 1.25 | 1.28 | 2.09 |
| 5/8 | 4 | 0.5 | 2.31 | 1.3 | 1.25 | 1.25 | 1.28 | 2.09 |
| ¾ | 5 | 0.56 | 2.56 | 1.56 | 1.31 | 1.44 | 1.56 | 2.38 |
| 7/8 | 5 | 0.66 | 3.06 | 1.81 | 1.63 | 1.75 | 1.81 | 2.88 |
| 1 | 6 | 0.66 | 3.44 | 2 | 1.88 | 2.06 | 2 | 3 |
| 1 1/8 | 7 | 0.75 | 4 | 2.75 | 2 | 2.19 | 2.06 | 3.3 |

Apéndice 2: Calibres láminas

| Calibre No. | Oz / pie^{2*} | Lb / pie^{2+} | Lb / plg^{2-} | $plg \diamond$ |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 8 | 112,5 | 7,0312 | 0,048828 | 0,168 |
| 9 | 102,5 | 6,4062 | 0,044488 | 0,1532 |
| 10 | 82,5 | 5,7812 | 0,040148 | 0,1382 |
| 11 | 82,5 | 5,1562 | 0,035807 | 0,1233 |
| 12 | 72,5 | 4,5312 | 0,031467 | 0,1084 |
| 13 | 62,5 | 3,9062 | 0,027127 | 0,0934 |
| 14 | 52,5 | 3,2812 | 0,022786 | 0,0785 |
| 15 | 47,5 | 2,9688 | 0,020616 | 0,071 |
| 16 | 42,5 | 2,6562 | 0,018446 | 0,0635 |
| 17 | 38,5 | 2,4062 | 0,01671 | 0,0575 |
| 18 | 34,5 | 2,1562 | 0,014974 | 0,0516 |
| 19 | 30,5 | 1,9062 | 0,013238 | 0,0456 |
| 20 | 26,5 | 1,6562 | 0,011502 | 0,0396 |
| 21 | 24,5 | 1,5312 | 0,010634 | 0,0366 |
| 22 | 22,5 | 1,4062 | 0,0097656 | 0,0336 |
| 23 | 20,5 | 1,2812 | 0,0088976 | 0,0306 |
| 24 | 18,5 | 1,1562 | 0,0080295 | 0,0276 |
| 25 | 16,5 | 1,0312 | 0,0071615 | 0,0247 |
| 26 | 14,5 | 0,90625 | 0,0062934 | 0,0217 |
| 27 | 13,5 | 0,84375 | 0,0058594 | 0,0202 |
| 28 | 12,5 | 0,78125 | 0,0054253 | 0,0187 |
| 29 | 11,5 | 0,71875 | 0,0049913 | 0,0172 |
| 30 | 10,5 | 0,65625 | 0,0045573 | 0,0157 |
| 31 | 9,5 | 0,59375 | 0,0041233 | 0,0142 |
| 32 | 9 | 0,5625 | 0,0039062 | 0,134 |

* $1 Oz / pie^2 = 0.30515Kg / m^2$

+ $1 Lb / pie^2 = 4.8824Kg / m^2$

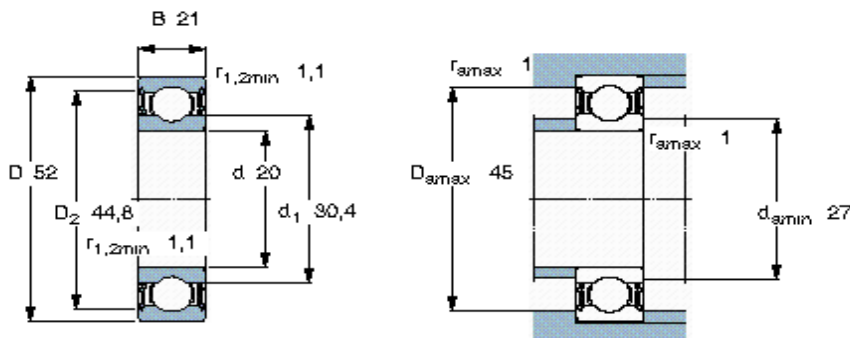
- $1 Lb / plg^2 = 0.03391Kg / m^2$

$\diamond 1 plg = 25.4mm$

Apéndice 3: Dimensiones de los rodamientos.

| Dimensiones principales | | | Capac. de carga | | Carga límite de fatiga | Velocidades | | Masa |
|-------------------------|----|----|-----------------|----------------|------------------------|-------------------------|------------------|-------|
| | | | dinámica | estática | | Velocidad de referencia | Velocidad límite | |
| d | D | B | C | C ₀ | | P _u | | |
| mm | | | kN | | kN | r.p.m. | | kg |
| 20 | 52 | 15 | 16,8 | 7,8 | 0,335 | 30000 | 19000 | 0,14 |
| 20 | 52 | 15 | 18,2 | 9 | 0,38 | 30000 | 19000 | 0,14 |
| 20 | 52 | 15 | 16,8 | 7,8 | 0,335 | - | 9500 | 0,14 |
| 20 | 52 | 15 | 16,8 | 7,8 | 0,335 | 30000 | 15000 | 0,14 |
| 20 | 52 | 15 | 16,8 | 7,8 | 0,335 | 30000 | 15000 | 0,14 |
| 20 | 52 | 15 | 16,8 | 7,8 | 0,335 | - | 9500 | 0,14 |
| 20 | 52 | 15 | 16,8 | 7,8 | 0,335 | 30000 | 19000 | 0,14 |
| 20 | 52 | 15 | 16,8 | 7,8 | 0,335 | 30000 | 19000 | 0,14 |
| 20 | 52 | 21 | 15,9 | 7,8 | 0,335 | - | 9500 | 0,2 |
| 20 | 72 | 19 | 30,7 | 15 | 0,64 | 24000 | 15000 | 0,4 |
| 22 | 50 | 14 | 14 | 7,65 | 0,325 | 30000 | 19000 | 0,12 |
| 22 | 50 | 14 | 14 | 7,65 | 0,325 | - | 9000 | 0,12 |
| 22 | 56 | 16 | 18,6 | 9,3 | 0,39 | 28000 | 18000 | 0,18 |
| 25 | 37 | 7 | 4,36 | 2,6 | 0,125 | 38000 | 24000 | 0,022 |
| 25 | 37 | 7 | 4,36 | 2,6 | 0,125 | - | 11000 | 0,022 |
| 25 | 37 | 7 | 4,36 | 2,6 | 0,125 | 38000 | 19000 | 0,022 |
| 25 | 42 | 9 | 7,02 | 4,3 | 0,193 | 36000 | 22000 | 0,045 |
| 25 | 42 | 9 | 7,02 | 4,3 | 0,193 | - | 10000 | 0,045 |
| 25 | 42 | 9 | 7,02 | 4,3 | 0,193 | 36000 | 18000 | 0,045 |
| 25 | 47 | 8 | 8,06 | 4,75 | 0,212 | 32000 | 20000 | 0,06 |
| 25 | 47 | 12 | 11,9 | 6,55 | 0,275 | 32000 | 20000 | 0,08 |
| 25 | 47 | 12 | 11,9 | 6,55 | 0,275 | - | 9500 | 0,08 |
| 25 | 47 | 12 | 11,9 | 6,55 | 0,275 | 32000 | 16000 | 0,08 |
| 25 | 47 | 12 | 11,9 | 6,55 | 0,275 | 32000 | 16000 | 0,08 |
| 25 | 47 | 12 | 11,9 | 6,55 | 0,275 | - | 9500 | 0,08 |

| Dimensiones principales | | | Capacidades de carga | | Carga límite de fatiga | Velocidades | | Masa |
|-------------------------|----|----|----------------------|----------------|------------------------|-------------------------|------|------|
| | | | dinámica | estática | | Velocidad de referencia | | |
| d | D | B | C | C ₀ | | P _u | | |
| mm | | | kN | | kN | rpm | | Kg |
| 20 | 52 | 21 | 15,9 | 7,8 | 0,335 | - | 9500 | 0,2 |



Factores de cálculo

k_r 0,03
f₀ 12

Apéndice 4: Composición química del material.

| Especificación | Composición Química % en peso (Máximo) | | | | | | | Límite | Última | % Elong |
|------------------------|--|-------------|-------|-------|-------------|-------|------|----------|---------|---------|
| | | | | | | | | Elástico | Tensión | 8" Mín. |
| | C | Mn | P | S | Si | Cb | V | Ksi Mín. | Ksi | |
| LC-PAILAS | 0.06 | 0.35 | 0.030 | 0.030 | 0.40 | - | - | - | - | - |
| ASTM A-283-A | 0.14 | 0.90 | 0.035 | 0.040 | 0.40 | - | - | 24 | 45 - 60 | 27 |
| ASTM A-283-B | 0.17 | 0.90 | 0.035 | 0.040 | 0.40 | - | - | 27 | 50 - 65 | 25 |
| ASTM A-283-C | 0.24 | 0.90 | 0.035 | 0.040 | 0.40 | - | - | 30 | 55 - 75 | 22 |
| ASTM A-36 | 0.27 | 1.20 | 0.040 | 0.050 | 0.40 | - | - | 36 | 58 - 80 | 20 |
| ABS-A | 0.23 | 1.35 | 0.035 | 0.040 | - | - | - | 34 | 58 - 71 | 21 |
| ABS-B | 0.21 | 0.80 - 1.10 | 0.035 | 0.040 | 0.35 | - | - | 34 | 58 - 71 | 21 |
| ABS-D | 0.21 | 0.70 - 1.35 | 0.035 | 0.040 | 0.10 - 0.35 | - | - | 34 | 58 - 71 | 21 |
| ABS-E | 0.18 | 0.70 - 1.35 | 0.035 | 0.040 | 0.10 - 0.35 | - | - | 34 | 58 - 71 | 21 |
| LLOYD'S-A | 0.23 | 1.35 | 0.035 | 0.040 | - | - | - | 34 | 58 - 71 | 21 |
| LLOYD'S-B | 0.21 | 0.80 - 1.10 | 0.035 | 0.040 | 0.35 | - | - | 34 | 58 - 71 | 21 |
| LLOYD'S-D | 0.21 | 0.70 - 1.35 | 0.035 | 0.040 | 0.10 - 0.35 | - | - | 34 | 58 - 71 | 21 |
| LLOYD'S-E | 0.18 | 0.70 - 1.35 | 0.035 | 0.040 | 0.10 - 0.35 | - | - | 34 | 58 - 71 | 21 |
| ASTM A-131-A | 0.21 | 0.52 mín | 0.035 | 0.035 | 0.50 | - | - | 34 | 58 - 75 | 21 |
| ASTM A-131-B | 0.21 | 0.80 mín | 0.035 | 0.035 | 0.35 | - | - | 34 | 58 - 75 | 21 |
| ASTM A-131-D | 0.21 | 0.60 mín | 0.035 | 0.035 | 0.10 - 0.35 | - | - | 34 | 58 - 75 | 21 |
| ASTM A-131-E | 0.18 | 0.70 mín | 0.035 | 0.035 | 0.10 - 0.35 | - | - | 34 | 58 - 75 | 21 |
| DIN/BS EN 10025 S235JR | 0.20 | 1.40 | 0.035 | 0.040 | - | - | - | 34 | 49 - 68 | 20 |
| DIN/BS EN 10025 S275JR | 0.21 | 1.50 | 0.040 | 0.040 | - | - | - | 40 | 59 - 81 | 20 |
| DIN/BS EN 10025 S355JR | 0.24 | 1.60 | 0.040 | 0.040 | 0.55 | - | - | 51 | 71-91 | 18 |
| ASTM A-572-50 | 0.23 | 1.35 | 0.035 | 0.035 | 0.40 | 0.050 | 0.06 | 50 | 65 | 18 |
| ASTM A-572-55 | 0.25 | 1.35 | 0.040 | 0.040 | 0.40 | 0.050 | 0.15 | 55 | 70 | 17 |
| ASTM A-572-60 | 0.26 | 1.35 | 0.035 | 0.040 | 0.40 | 0.050 | 0.15 | 60 | 75 | 16 |
| ASTM A-572-65 | 0.23 | 1.65 | 0.035 | 0.040 | 0.40 | 0.050 | 0.15 | 65 | 80 | 15 |
| ASTM A-656 Gr. 50 | 0.18 | 1.65 | 0.025 | 0.035 | 0.60 | 0.10 | 0.15 | 50 | 60 | 20 |
| ASTM A-656 Gr. 60 | 0.18 | 1.65 | 0.025 | 0.035 | 0.60 | 0.10 | 0.15 | 60 | 70 | 17 |
| ASTM A-656 Gr. 70 | 0.18 | 1.65 | 0.025 | 0.035 | 0.60 | 0.10 | 0.15 | 70 | 80 | 14 |
| ASTM A-656 Gr. 80 | 0.18 | 1.65 | 0.025 | 0.035 | 0.60 | 0.10 | 0.15 | 80 | 90 | 12 |
| ASTM A-709-50 | 0.23 | 0.50 | 0.035 | 0.035 | 0.40 | .050 | 0.15 | 50 | 65 | 18 |
| JIS G3106SM 490A | 0.20 | 1.60 | 0.035 | 0.035 | 0.55 | - | - | 47 | 71 - 88 | 21 |

Apéndice 5: Tamaños comerciales y pesos del tubo.

| tamaño nominal | Cedula | Espesor de pared plg. | DE plg. | DI plg. | Peso Teórico Lb/pie | Presión min. Calculada de estallido lb./plg | |
|-------------------|--------|--------------------------|------------|------------|---------------------------|--|--------|
| | | | | | | NOTA 1 | NOTA 2 |
| 1/4" | 40 | 0,88 | 0,54 | 0,364 | 0,076 | 2490 | 1950 |
| | 80 | 0,119 | 0,54 | 0,304 | 0,096 | 3620 | 2830 |
| 1/2" | 40 | 0,109 | 0,84 | 0,622 | 0,153 | 1910 | 1490 |
| | 80 | 0,147 | 0,84 | 0,546 | 0,195 | 2720 | 2120 |
| 3/4" | 40 | 0,113 | 1,05 | 0,824 | 0,203 | 1540 | 1210 |
| | 80 | 0,154 | 1,05 | 0,742 | 265 | 2200 | 1720 |
| 1" | 40 | 0,133 | 1,315 | 1,049 | 0,305 | 1440 | 1130 |
| | 80 | 0,179 | 1,315 | 0,947 | 0,385 | 2020 | 1580 |
| 1"1/4 | 40 | 0,14 | 1,66 | 1,38 | 0,409 | 1180 | 920 |
| | 80 | 0,191 | 1,66 | 1,278 | 0,55 | 1660 | 1300 |
| 1"1/2 | 40 | 0,145 | 1,9 | 1,61 | 0,489 | 1060 | 830 |
| | 80 | 0,2 | 1,9 | 1,5 | 0,653 | 1510 | 1180 |
| 2" | 40 | 0,154 | 2,375 | 2,067 | 0,64 | 890 | 690 |
| | 80 | 0,218 | 2,375 | 1,939 | 0,91 | 1290 | 1010 |
| 3" | 40 | 0,216 | 3,5 | 3,068 | 1,38 | 840 | 660 |
| | 80 | 0,3 | 3,5 | 2,9 | 1,845 | 1200 | 940 |
| 4" | 40 | 0,237 | 4,5 | 4,026 | 1,965 | 710 | 560 |
| | 80 | 0,337 | 4,5 | 3,826 | 2,71 | 1040 | 810 |

Apéndice 6: Factor de seguridad del cable.

| APLICACIÓN | FACTOR |
|---|---------------|
| Tirantes de cable o torones (trabajo estático) | 3 a 4 |
| Cables principales para puentes colgantes | 3 a 3,5 |
| Cables de suspensión (péndulo para puentes colgantes) | 3,5 a 4 |
| Cables carril para teleféricos y andariveles | 3 a 4 |
| Cables de tracción para teleféricos y andariveles | 5 a 6 |
| Cables de arrastre para ski | 5 a 5,5 |
| Cada cable de operación de una grúa almeja | 4 a 5 |
| Palas mecánicas – excavadoras | 5 |
| Cable de arrastre en minas | 4 a 5 |
| Cables de izaje en minas (vertical e inclinado) | 7 a 8 |
| Grúas y polipastos industriales | 6 (mínimo) |
| Grúas - tipo puente, portal, pluma, derrick, etc. | 6 (mínimo) |
| Ascensores - elevadores - para personal | 12 a 15 |
| Ascensores - elevadores - para material y equipos | 7 a 10 |
| Grúas con crisoles calientes de fundición | 8 (mínimo) |
| Cables no rotatorios, antigiratorios, etc. | 10 (mínimo) |

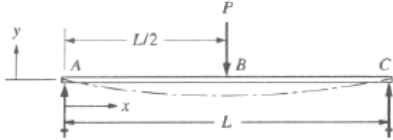
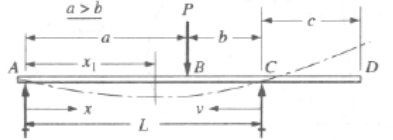
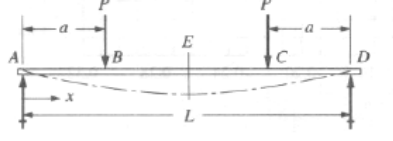
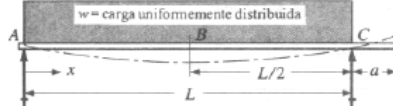
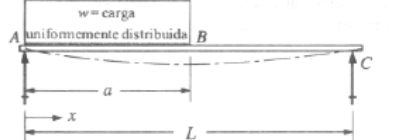
Apéndice 7: Especificaciones del acero.

| Especificaciones de aceros AISI-SAE | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----|------|-----|-----|------|------|------|
| Tipo | Nombre del acero | Análisis químico nominal, % | | | | | | | |
| | | Cr | Mn | Mo | Ni | V | P | S | Si |
| 10XX | Al carbono. | | 0,4 | | | | 0,4 | 0,05 | |
| 11XX | Resulfurado. | | 0,9 | | | | 0,01 | 0,12 | 0,01 |
| 12XX | Resulfurado | | 0,9 | | | | 0,1 | 0,22 | 0,01 |
| | Refosforado. | | | | | | | | |
| 13XX | Manganeso. | | 1,7 | | | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 20XX | Aceros al níquel. | | 0,5 | | 0,6 | | 0,04 | 0,04 | 0,02 |
| 31XX | Níquel-Cromo. | 0,6 | | | 1 | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 40XX | Molibdeno. | | 0,8 | 0,25 | | | 0,04 | 0,04 | 0,02 |
| 41XX | Cr-Mo | 1 | 0,8 | 0,2 | | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 43XX | Ni-Cr-Mo | 0,8 | 0,7 | 0,25 | 1,8 | | 0,04 | 0,04 | 0,02 |
| 46XX | Ni-Mo | | 0,6 | 0,25 | 1,8 | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 47XX | Ni-Cr-Mo | 0,4 | 0,6 | 0,2 | 1 | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 48XX | Ni-Mo | | 0,6 | 0,25 | 3,5 | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 50XX | Cromo | 0,4 | 0,4 | | | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 52XX | Cromo | 1,4 | 0,4 | | | | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| 61XX | Cr-Vanadio | 0,8 | 0,8 | | | 0,1 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 81XX | Ni-Cr-Mo | 0,4 | 0,8 | 0,1 | 0,3 | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 86XX | Ni-Cr-Mo | 0,5 | 0,8 | 0,2 | 0,5 | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 88XX | Ni-Cr-Mo | 0,5 | 0,8 | 0,35 | 0,5 | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 92XX | Silicio | | 0,8 | | | | 0,04 | 0,04 | 2 |
| 93XX | Ni-Cr-Mo | 1,2 | 0,6 | 0,1 | 3 | | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| 98XX | Ni-Cr-Mo | 0,8 | 0,8 | 0,25 | 1 | | 0,04 | 0,04 | 0,03 |

Apéndice 8: Soldadura

| | |
|---|---|
| <p>INDURA 90 AWS E-6013 Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electrodo para acero al carbono • Toda posición • Corriente continua, ambas Polaridades • Corriente alterna • Revestimiento gris <p>Aplicaciones Típicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerrajería • Muebles metálicos • Estructuras livianas <p>Amperajes Recomendados: Diám. Elect. Long. Elect. Amperaje Electrodo Código pulg. mm pulg. mm min. máx. x kg aprox. 2000072 3/32 2,4 12 300 40 90 52 2000069 1/8 3,2 14 350 70 120 35 2000070 5/32 4,0 14 350 120 190 22 2000071 3/16 4,8 14 350 160 240 17</p> <p>Almacenamiento: Temperatura ambiente Mantenimiento: No recomendado Reacondicionamiento: No recomendado</p> | <p>INDURA PUNTO VERDE AWS E-6011 Descripción:</p> <p>El punto verde es un electrodo con revestimiento celulósico que posee un arco muy suave y estable que lo hace de fácil aplicación. Con una remoción de escoria sin problemas deja cordones de excelente apariencia.</p> <p>Es aplicable en todas las posiciones de soldadura haciéndola muy versátil en sus aplicaciones.</p> <p>Aplicaciones Típicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marcos de ventanas • Fabricación de rejas • Estanques • Estructuras livianas <p>Amperajes Recomendados: Diám. Elect. Long. Elect. Amperaje Electrodo Código pulg. mm pulg. mm min. máx. x kg aprox. 2000474 3/32 2,4 12 300 50 90 70 2000449 1/8 3,2 14 350 80 130 35 2000475 5/32 4,0 14 350 120 160 25</p> |
|---|---|

Apéndice 9: Fórmulas para determinar deflexión de vigas simplemente apoyadas.

| | |
|--|--|
| <p>(a)</p>  | $y_B = y_{\max} = \frac{-PL^3}{48EI} \text{ en el centro}$ <p>Entre A y B:</p> $y = \frac{-Px}{48EI}(3L^2 - 4x^2)$ |
| <p>(b)</p>  | $y_{\max} = \frac{-Pab(L+b)\sqrt{3a(L+b)}}{27EIL}$ <p>en $x_1 = \sqrt{a(L+b)}/3$</p> $y_B = \frac{-Pa^2b^2}{3EIL} \text{ en la carga}$ <p>Entre A y B (el segmento más largo):</p> $y = \frac{-Pbx}{6EIL}(L^2 - b^2 - x^2)$ <p>Entre B y C (el segmento más corto):</p> $y = \frac{-Pav}{6EIL}(L^2 - v^2 - a^2)$ <p>En D del extremo saliente:</p> $y_D = \frac{Pabc}{6EIL}(L+a)$ |
| <p>(c)</p>  | $y_B = y_{\max} = \frac{-Pa}{24EI}(3L^2 - 4a^2) \text{ en el centro}$ $y_B = y_C = \frac{-Pa^2}{6EI}(3L - 4a) \text{ en las cargas}$ <p>Entre A y B:</p> $y = \frac{-Px}{6EI}(3aL - 3a^2 - x^2)$ <p>Entre B y C:</p> $y = \frac{-Pa}{6EI}(3Lx - 3x^2 - a^2)$ |
| <p>(d)</p>  | $y_B = y_{\max} = \frac{-5wL^4}{384EI} = \frac{-5WL^3}{384EI} \text{ en el centro}$ <p>Entre A y B:</p> $y = \frac{-wx}{24EI}(L^3 - 2Lx^2 + x^3)$ <p>En el extremo D:</p> $y_D = \frac{wL^3a}{24EI}$ |
| <p>(e)</p>  | <p>Entre A y B:</p> $y = \frac{-wx}{24EIL}[a^2(2L-a)^2 - 2ax^2(2L-a) + Lx^3]$ <p>Entre B y C:</p> $y = \frac{-wa^2(L-x)}{24EI}(4Lx - 2x^2 - a^2)$ |

Apéndice 10: Propiedades de aceros estructurales.

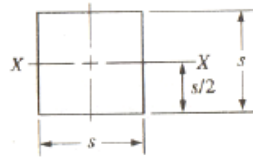
| Material ASTM núm. y productos | Resistencia última, s_u * | | Resistencia a la cedencia, s_y * | | Porcentaje de alargamiento en 2 plg |
|--|--------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|---|
| | ksi | MPa | ksi | MPa | |
| A36—Perfiles, placas y barras de acero al carbón | 58 | 400 | 36 | 248 | 21 |
| A242—Perfiles, placas y barras de baja aleación y alta resistencia | | | | | |
| ≤ 3/4 plg de espesor | 70 | 483 | 50 | 345 | 21 |
| 3/4 a 1 1/2 plg de espesor | 67 | 462 | 46 | 317 | 21 |
| 1 1/2 a 4 plg de espesor | 63 | 434 | 42 | 290 | 21 |
| A500—Tubería estructural formada en frío | | | | | |
| Redonda, grado A | 45 | 310 | 33 | 228 | 25 |
| Redonda, grado B | 58 | 400 | 42 | 290 | 23 |
| Redonda, grado C | 62 | 427 | 46 | 317 | 21 |
| Perfilada, grado A | 45 | 310 | 39 | 269 | 25 |
| Perfilada, grado B | 58 | 400 | 46 | 317 | 23 |
| Perfilada, grado C | 62 | 427 | 50 | 345 | 21 |
| A501—Tubería estructural formada en caliente, redonda o perfilada | 58 | 400 | 36 | 248 | 23 |
| A514—Placa de acero aleado templado y enfriado de alta resistencia a la cedencia | | | | | |
| ≤ 2 1/2 plg de espesor | 110 | 758 | 100 | 690 | 18 |
| 2 1/2 a 6 plg de espesor | 100 | 690 | 90 | 620 | 16 |
| A572—Perfiles, placas y barras de acero de baja aleación de columbio–vanadio de alta resistencia | | | | | |
| Grado 42 | 60 | 414 | 42 | 290 | 24 |
| Grado 50 | 65 | 448 | 50 | 345 | 21 |
| Grado 60 | 75 | 517 | 60 | 414 | 18 |
| Grado 65 | 80 | 552 | 65 | 448 | 17 |

*Valores mínimos; pueden ser más elevados.

El American Institute of Steel Construction especifica $E = 29 \times 10^6 \text{ lb/plg}^2$ (200 GPa) para acero estructural.

Apéndice 11: Propiedades de áreas.

Cuadrado



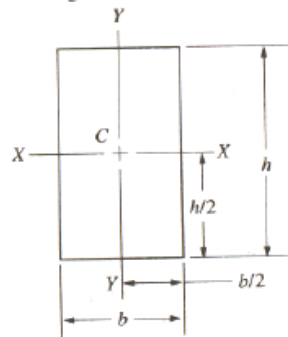
$$A = s^2$$

$$I_x = \frac{s^4}{12}$$

$$S_x = \frac{s^3}{6}$$

$$r_x = \frac{s}{\sqrt{12}}$$

Rectángulo



$$A = bh$$

$$I_x = \frac{bh^3}{12}$$

$$I_y = \frac{hb^3}{12}$$

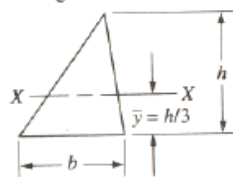
$$S_x = \frac{bh^2}{6}$$

$$S_y = \frac{hb^2}{6}$$

$$r_x = \frac{h}{\sqrt{12}}$$

$$r_y = \frac{b}{\sqrt{12}}$$

Triángulo



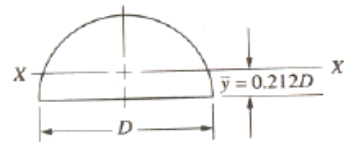
$$A = \frac{bh}{2}$$

$$I_x = \frac{bh^3}{36}$$

$$S_x = \frac{bh^2}{24}$$

$$r_x = \frac{h}{\sqrt{18}}$$

Semicírculo



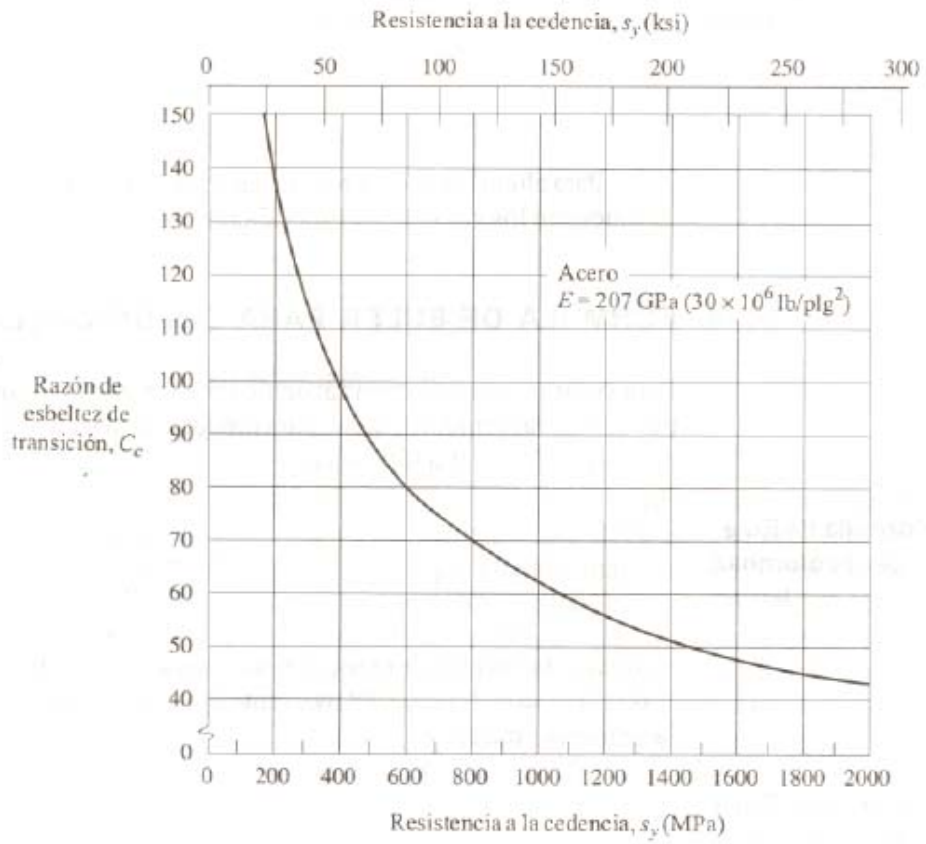
$$A = \frac{\pi D^2}{8}$$

$$I_x = 0.007D^4$$

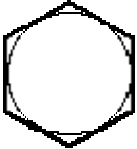



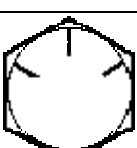

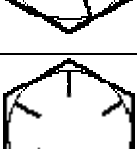
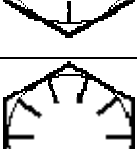
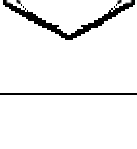
$$S_x = 0.024D^3$$

$$r_x = 0.132D$$

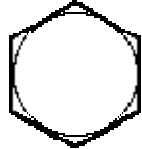



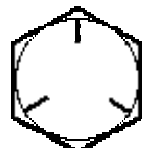


Apéndice 12: Razón de esbeltez de transición C_c contra resistencia a la cedencia del acero.



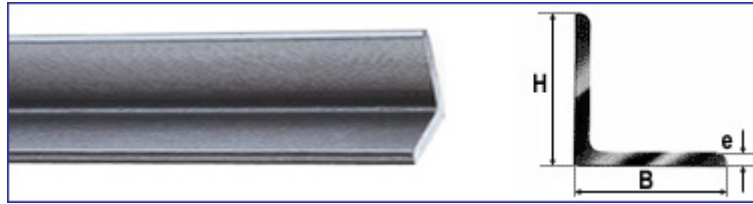
Apéndice 13: Designaciones para pernos según SAE

| Grado | Diámetros | | Resistencia a la tracción psi | Material | Marca |
|-------|-----------|-------|-------------------------------------|--|---|
| | min | max. | | | |
| 1 | ¼ | 1.1/2 | 60 | Acero de poco carbono |  |
| | 1.5/8 | 4 | 55 | | |
| 2 | 1/4 | ¾ | 74 | Acero de poco carbono |  |
| | 7/8 | 1.1/2 | 60 | | |
| 3 | 1/4 | ½ | 110 | Acero con contenido mediano de carbono y trabajado en frío |  |
| | 9/16 | 5/8 | 100 | | |
| | | | | | |
| 5 | ¼ | 1 | 120 | Acero con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido |  |
| | 1.1/8 | 1.1/2 | 105 | | |
| 5.1 | | 3/8 | 85 | Acero con contenido mediano de carbono, Bonificado y revenido; montado con washer. |  |
| | | | | | |
| 5.2 | ¼ | 1 | 120 | Acero martensítico con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido |  |
| | | | | | |
| 7 | 1/4 | 1.1/2 | 133 | Acero aleado con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido |  |
| | | | | | |
| 8 | 1/4 | 1.1/2 | 150 | Acero aleado con contenido mediano de carbono, bonificado y revenido |  |
| | | | | | |
| 8.2 | 1/4 | 1 | 150 | Acero martensítico con pequeño contenido de carbono, bonificado y revenido |  |
| | | | | | |

Apéndice 14: Designaciones para pernos según ASTM









| Grado SAE | Diámetros de | | Resistencia a la tracción | Material | |
|-------------|--------------|-------|---------------------------|--|---|
| | mín. | máx. | psi | | |
| A307 | ¼ | 1.1/2 | 60 | Acero de poco carbono |  |
| | 1.5/8 | 4 | 55 | | |
| A325 tipo 1 | ½ | 1 | 120 | Acero con contenido mediano de carbono, |  |
| | 1.1/8 | 1.1/2 | 105 | bonificado y revenido | |
| A325 Tipo 2 | ½ | 1 | 120 | Acero martensítico con pequeño contenido de carbono, |  |
| | 1.1/8 | 1.1/2 | 105 | bonificado y revenido | |
| A325 Tipo 3 | ½ | 1 | 120 | Acero resistente al tiempo, |  |
| | 1.1/8 | 1.1/2 | 105 | bonificado y revenido | |
| A449 | ¼ | 1 | 120 | Acero con contenido mediano de carbono, |  |
| | 1,1/8 | 1.1/2 | 105 | bonificado y revenido | |
| | 1,3/4 | 3 | 90 | | |
| A490 Tipo 1 | ¼ | 1.1/2 | 150 | Acero aleado, bonificado y revenido |  |
| A490 Tipo 3 | ¼ | 1.1/2 | 150 | Acero resistente al tiempo, bonificado y revenido |  |

Apéndice 15: dimensiones de los ángulos.



| Dimensiones Pulgadas | Peso estimado | |
|-------------------------|---------------|--------|
| | lb/pie | kg/m |
| 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8 | 1.230 | 1.830 |
| 1 1/2 x 1 1/2 x 3/16 | 1.800 | 2.679 |
| 1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 | 2.340 | 3.482 |
| 1 3/4 x 1 3/4 x 1/8 | 1.440 | 2.143 |
| 1 3/4 x 1 3/4 x 3/16 | 2.120 | 3.155 |
| 1 3/4 x 1 3/4 x 1/4 | 2.770 | 4.122 |
| 2 x 2 x 1/8 | 1.650 | 2.455 |
| 2 x 2 x 3/16 | 2.440 | 3.631 |
| 2 x 2 x 1/4 | 3.190 | 4.747 |
| 2 x 2 x 5/16 | 3.920 | 5.834 |
| 2 x 2 x 3/8 | 4.700 | 6.994 |
| 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16 | 3.070 | 4.569 |
| 2 1/2 x 2 1/2 x 1/4 | 4.100 | 6.101 |
| 2 1/2 x 2 1/2 x 5/16 | 5.000 | 7.441 |
| 2 1/2 x 2 1/2 x 3/8 | 5.900 | 8.780 |
| 3 x 3 x 1/4 | 4.900 | 7.292 |
| 3 x 3 x 5/16 | 6.100 | 9.078 |
| 3 x 3 x 3/8 | 7.200 | 10.715 |
| 3 x 3 x 1/2 | 9.400 | 13.989 |

Apéndice 16: especificaciones de tornillos.

| marca grado tornillo | especificación | | | material | resistencia a la tracción mínima (PSI) | límite de fluencia mínima (PSI) | dureza |
|---|-----------------------------|--------------|-----------------|---|--|---|------------------------|
| | SAE grado | DIN grado | ASTM grado | | | | |
|  | J-429 1 J-1199 46 | 267 4.6 | A-307 A y B | acero bajo carbono SAE 1010 | 60,000 | 36,000 | 70-100 Rb |
|  | J-429 5 J-1199 53 | 267 5.6 | A-307 B | acero bajo carbono SAE 1018 | 74,000 60,000 | 53,000 36,000 | 80-100 Rb 70-100 Rb |
|  | J-429 5 J-1199 83 | 267 8.8 | A-449 | acero medio carbono SAE 1038/1041 | 120,000 105,000 | 92,000 81,000 | 25-34 Rc 19-30 Rc |
|  | J-429 8 J-1199 109 | 267 10.9 | A-354 BD | acero aleado medio carbono SAE 4140/S740 | 150,000 | 130,000 | 33-39 Rc |
|  | - | - | A-325 TIPO 1 | acero medio carbono SAE 1038 | 120,000 105,000 | 92,000 81,000 | 25-34 Rc 19-30 Rc |
|  | - | - | A-490 TIPO 1 | acero aleado medio carbono SAE 4140/S740 | 150,000 | 130,000 | 33-38 Rc |
|  | J-429 1 | 267 4.6 | A-307 A | acero bajo carbono SAE 1010 | 60,000 | 36,000 | 70-100 Rb |
|  | J-430 1 | - | A-502 2 | acero bajo carbono SAE 1010 | 52,000 | 28,000 | 76 - 85 Rb |

Apéndice 17. Resistencias nominales del cable.

| Clasificación | Núcleo de fibra | | | | | | | | IWRC | | | |
|--|---|------|-----------------|-------|--------------------------|-----------|-----------------|----------|---------------------|----------|-----------|------|
| | Diámetro nominal | | Masa aproximada | | Resistencia nominal, [PS | | Masa aproximada | | Resistencia nominal | | | |
| | pulg. | mm | lb./pie | Kg./m | toneladas | toneladas | lb./pie | Kg./m | IPS | | E[P | |
| | | | | | | | | | toneladas | ton | toneladas | ton |
| | | | | | | | | Métricas | | métricas | | |
| 6 x 7 Brillante (sin revestimiento) | 1/4 | 6.4 | 0.09 | 0.14 | 2.64 | 2.4 | 0.10 | 0.15 | 2.84 | 2.58 | | |
| | 3/8 | 9.5 | 0.21 | 0.31 | 5.86 | 5.32 | 0.23 | 0.34 | 6.3 | 5.72 | | |
| | 1/2 | 13 | 0.38 | 0.57 | 10.3 | 9.35 | 0.42 | 0.63 | 11.1 | 10.1 | | |
| | 5/8 | 16 | 0.59 | 0.88 | [5.9 | 14.4 | 0.65 | 0.97 | 17.1 | 15.5 | | |
| | 7/8 | 22 | 1.15 | 1.71 | 30.7 | 27.9 | 1.27 | 1.89 | 33.0 | 29.9 | | |
| | (1/8 | 29 | 1.90 | 2.83 | 49.8 | 45.2 | 2.09 | 3.11 | 53.5 | 48.5 | | |
| | 13/8 | 35 | 2.82 | 4.23 | 73.[| 66.3 | 3.12 | 4.64 | 78.6 | 71.3 | | |
| 6 x 19 Brillante (sin revestimiento) | 1/4 | 6.4 | 0.11 | 0.16 | 2.74 | 2.49 | 0.12 | 0.17 | 2.94 | 2.67 | 3.40 | 3.08 |
| | 3/8 | 9.5 | 0.24 | 0.35 | 6.10 | 5.53 | 0.26 | 0.39 | 6.56 | 5.95 | 7.55 | 6.85 |
| | 1/2 | 13 | 0.42 | 0.63 | 10.7 | 9.71 | 0.46 | 0.68 | [1.5 | 10.4 | 13.3 | 12.1 |
| | 5/8 | 16 | 0.66 | 0.98 | 16.7 | 15.1 | 0.72 | 1.07 | 17.7 | 16.2 | 20.6 | 18.7 |
| | 7/8 | 22 | 1.29 | 1.92 | 32.2 | 29.2 | 1.42 | 2.11 | 34.6 | 31.4 | 39.8 | 36.1 |
| | (1/8 | 29 | 2.13 | 3.17 | 52.6 | 47.7 | 2.34 | 3.48 | 56.5 | 51.3 | 65.0 | 59.0 |
| | Pis | 35 | 3.18 | 4.73 | 77.7 | 70.5 | 3.5 | 5.21 | 83.5 | 75.7 | 96.0 | 87.1 |
| | 15/8 | 42 | 4.44 | 6.61 | 107 | 97.1 | 4.88 | 7.26 | 115 | 104 | 132 | 120 |
| | (1/8 | 48 | 5.91 | 8.8 | 141 | 128 | 6.5 | 9.67 | 152 | 138 | 174 | 158 |
| | 27/8 | 54 | 7.59 | 11.3 | 179 | 162 | 8.35 | 12.4 | 192 | 174 | 221 | 200 |
| | 23/8 | 60 | 9.48 | 14.1 | 222 | 201 | 10.4 | 15.5 | 239 | 217 | 274 | 249 |
| | 25/8 | 67 | 11.6 | 17.3 | 268 | 243 | 12.8 | 19.0 | 288 | 261 | 331 | 300 |
| | 6 x 37 Brillante (sin revestimiento) | 1/4 | 6.4 | 0.11 | 0.16 | 2.74 | 2.49 | 0.12 | 0.17 | 2.94 | 2.67 | 3.4 |
| 3/8 | | 9.5 | 0.24 | 0.35 | 6.10 | 5.53 | 0.26 | 0.39 | 6.56 | 5.95 | 7.55 | 6.85 |
| 112 | | 13 | 0.42 | 0.63 | 10.7 | 9.71 | 0.46 | 0.68 | 11.5 | 10.4 | 13.3 | 12.1 |
| 5/g | | 16 | 0.66 | 0.98 | 16.7 | 15.1 | 0.72 | 1.07 | [7.9 | 16.2 | 20.6 | 18.7 |
| 7/8 | | 22 | 1.29 | 1.92 | 32.2 | 29.2 | 1.42 | 2.11 | 34.6 | 31.4 | 39.5 | 36.1 |
| (1/8 | | 29 | 2.13 | 3.17 | 52.6 | 47.7 | 2.34 | 3.48 | 56.5 | 51.3 | 65.0 | 59.0 |
| Pis | | 35 | 3.18 | 4.73 | 77.7 | 70.5 | 3.50 | 5.21 | 83.5 | 75.7 | 96.0 | 87.[|
| Pis | | 42 | 4.44 | 6.61 | 107 | 97.[| 4.88 | 7.26 | 115 | 104 | 132 | 120 |
| (1/8 | | 48 | 5.91 | 8.8 | 141 | 128 | 6.5 | 9.67 | 152 | 138 | 174 | 158 |
| 27/8 | | 54 | 7.59 | 11.3 | 179 | 162 | 8.35 | 12.4 | 192 | 174 | 221 | 200 |
| 23/8 | | 60 | 9.48 | 14.1 | 222 | 201 | 10.4 | 15.5 | 239 | 217 | 274 | 249 |
| 27/8 | | 67 | 11.6 | 17.3 | 268 | 243 | 12.8 | 19.0 | 288 | 261 | 331 | 300 |
| 37/8 | | 74 | 13.9 | 20.7 | 317 | 287 | 15.3 | 22.8 | 341 | 309 | 392 | 356 |
| | 80 | 16.4 | 24.4 | 371 | 336 | 18.0 | 26.8 | 399 | 362 | 458 | 415 | |
| 6 x 61 Brillante (sin revestimiento) | (1/8 | 29 | 2.13 | 3.17 | 50.1 | 45.4 | 2.34 | 3.48 | 53.9 | 61.9 | 61.9 | 56.2 |
| | 15/8 | 42 | 4.44 | 6.61 | 103 | 93.4 | 4.88 | 7.62 | 111 | 127 | 127 | 115 |
| | 2 | 52 | 6.77 | 10.1 | 154 | 140 | 7.39 | 11.0 | 165 | 190 | 190 | 172 |
| | 25/8 | 67 | 11.6 | 17.3 | 260 | 236 | 12.8 | 18.3 | 279 | 321 | 321 | 291 |
| | 3 | 77 | 15.1 | 22.5 | 335 | 304 | 16.6 | 24.7 | 360 | 414 | 414 | 376 |
| | 4 | 103 | 26.9 | 40.0 | 577 | 523 | 29.6 | 44.1 | 620 | 713 | 713 | 647 |
| | 5 | 128 | 42.0 | 62.5 | 872 | 791 | 46.2 | 68.8 | 937 | 1078 | 1078 | 978 |
| 6 x 91 Brillante (sin revestimiento) | 2 | 51 | 6.77 | 10.1 | 146 | 132 | 7.39 | 11.0 | 157 | 181 | 181 | 164 |
| | 3 | 77 | 15.1 | 22.5 | 318 | 288 | 16.6 | 24.7 | 342 | 393 | 393 | 357 |
| | 4 | | | | | | 29.6 | 44.1 | 589 | 677 | 677 | 614 |
| | 5 | | | | | | 46.2 | 68.7 | 891 | 1024 | 1024 | 929 |
| | 6 | | | | | | 65.0 | 96.7 | 1240 | 1426 | 1426 | 1294 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 6 x 25B | 12 | 13 | 0.45 | 0.67 | 11.8 | 10.8 | 0.47 | 0.70 | 12.6 | 14 | 14 | 12.7 |
| 6 x 27H | 9/16 | 14.5 | 0.57 | 0.85 | 14.9 | 13.5 | 0.60 | 0.89 | 16.0 | 17.6 | 17.6 | 16 |
| 6 x 300 | 3/4 | 19 | 1.01 | 1.50 | 26.2 | 23.8 | 1.06 | 1.58 | 28.1 | 31 | 31 | 28.1 |
| Torones aplanados, brillante (sin revestimiento) | 1 | 26 | 1.80 | 2.68 | 46.0 | 41.7 | 1.89 | 2.83 | 49.4 | 54.4 | 54.4 | 49.4 |
| | (1/4 | 32 | 2.81 | 4.18 | 71.0 | 64.4 | 2.95 | 4.39 | 76.3 | 84 | 84 | 76.2 |
| | (112 | 38 | 4.05 | 6.03 | 101 | 91.6 | 4.25 | 6.32 | 108 | 119 | 119 | 108 |
| | 13/4 | 45 | 5.51 | 8.20 | 136 | 123 | 5.78 | 8.60 | 146 | 161 | 161 | 146 |
| | 2 4 | 52 | 7.20 | 10.70 | 176 | 160 | 7.56 | 11.3 | 189 | 207 | 207 | 188 |

BIBLIOGRAFÍA.

Amstead. B. H.

(1999) Procesos de Manufactura versión SI, editorial CECSA.

Baca Urbina Gabriel.

(1998) Evaluación de proyectos tercera edición, Mc. Graw Hill.

Chapman Stephen J.

(2000) Maquinas eléctricas, tercera edición, Mc. Graw Hill.

Doyle Lawrence E.

(1988) Materiales y procesos de manufactura para ingenieros, tercera edición, Prentice Hall.

Enríquez Harder.

(2002) El ABC de las maquinas eléctricas, novena edición, Editorial Limusa.

Eugene A. Avallone.

Manual del ingeniero mecánico novena edición Mc. Graw Hill.

Hernández Sampieri Roberto.

Metodología de la investigación segunda edición, Mc. Graw Hill.

Hibbeler.

Mecánica de materiales, tercera edición Prentice Hall.

Kosow Irving L.

(1993) Maquinas eléctricas y transformadores, segunda edición, Prentice Hall.

L. Mott Roberto.

Resistencia de materiales, tercera edición, Prentice Hall.

L.P. Alford, R. Bangs John.

(2000) Manual de la producción, Limusa, Pág. 1581

Menes, 2002 Pág. 2263

Meyers Fred E.

(1999) Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Segunda edición, Prentice Hall.

Momtgomery Douglas C.

(2000) Probabilidad y estadísticas aplicadas a la ingeniería, primera edición, Mc. Graw Hill.

Oficina internacional del trabajo Ginebra.

(2000) Introducción al estudio del trabajo, cuarta edición, editorial Limusa.

P. Beer Ferdinand E. Russell.

Mecánica de materiales, segunda edición Mc. Graw Hill.

Spiegel Murria R.

(1999) Estadística. Segunda edición, Mc. Graw Hill.

Van Gigch John P.

Teoría general de sistemas, trillas.

CYBERGRAFIA.

http://www.soldyrec.com/documentos/01_soldadura_arcomanual.pdf

<http://www.mineraldelareforma.gob.mx/mineral/index.htm>

http://www.inegi.gob.mx/est/librerias/tabulados.asp?tabulado=tab_po01b&c=705

http://www.iph.com.ar/definicion_de_cable_de_acero.htm

http://www.iph.com.ar/definicion_de_cable_de_acero.htm

<http://www.monografias.com/trabajos12/rosytor/rosytor.shtml>

<http://www.monografias.com/trabajos13/elproces/elproces.shtml>

<http://usuarios.lycos.es>

<http://usuarios.lycos.es>

<http://www.emerson-ept.com/eptroot/public/prod/main.asp>

<http://www.distribuidoramex.com/listas.html>

<http://ambarindustrial.com>

<http://www.skf.com>.

<http://www.palme.com.mx/cables/grapas/grapas.html>

<http://www2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/roda/roda3.html>

www.lfk-vacuum.com/es/3vis.php

www.mamut.cl/

<http://www.vendo.com.pe/Accesorios/Caracteristicas%20de%20los%20pernos%20imperiales.htm>

<http://castem.com.pe/longes.pdf>

http://www.utp.edu.co/~publio17/ac_aleados.htm.

www.decsel.com/ - 22k

www.hydramacmexico.com/ - 23k

<http://ciberhabitat.gob.mx/gobierno/censo/>

GLOSARIO.

Acero: es una aleación de hierro que contiene entre 0.02 y 2.11% de carbono en peso. Frecuentemente se incluyen otros elementos aleantes como: manganeso, cromo, níquel y molibdeno.

Aceros al carbono: Estos aceros contienen como principal elemento de aleación, su resistencia se incrementa con el contenido de carbono.

Ángulo estructural: Producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas de igual longitud, en ángulo recto.

Caballo de vapor: símbolo CV, es una unidad de potencia. Se le define como la potencia necesaria para elevar verticalmente una masa de 75 kg. a la velocidad de 1 m/s.

Carga: fuerza que actúa sobre los cuerpos.

Cromo: Mejora la resistencia, dureza, resistencia al desgaste y dureza en caliente. Es uno de los más efectivos elementos de aleación para incrementar la templabilidad.

Dureza: Es la resistencia que un material opone a la penetración.

Esfuerzo: es la resistencia interna que ofrece un área unitaria del material del que está hecho un miembro para una carga aplicada externa.

Fragilidad: Un material es frágil cuando se rompe fácilmente por la acción de un choque.

Fuerza: es la acción de empujar o jalar que se ejerce sobre un cuerpo, ya sea por una fuente externa, o por la gravedad.

Horse Power: símbolo HP, se define como la potencia necesaria para elevar verticalmente a la velocidad de 1 pie/minuto una masa de 33.000 libras.

Manganeso: Mejora la resistencia y dureza del acero.

Masa: es la cantidad de sustancia que hay en un cuerpo.

Maquina simple: es cualquier dispositivo con el cual se cambia la magnitud, la dirección, o la forma de aplicación de una fuerza para conseguir algún servicio. : es un dispositivo que únicamente requiere la aplicación de una fuerza para funcionar.

Mercado: es área en que confluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados.

Molibdeno: Aumenta la tenacidad, la dureza en caliente y la resistencia a la termo influencia. También mejora la templabilidad y forma carburos para resistencia al desgaste.

Motor: es una máquina que produce un efecto, normalmente llamado trabajo, a raíz de una cierta alimentación. Máquina que produce energía mecánica por transformación de la energía eléctrica.

Níquel: mejora la resistencia y tenacidad. Incrementa la templabilidad, mejora la resistencia a la corrosión.

Par motor: es la fuerza con que gira un motor. El giro de un motor tiene dos características: el par motor y la velocidad de giro. Por combinación de estas dos se obtiene la potencia.

Peso: es la fuerza de la atracción gravitacional sobre un cuerpo.

Plasticidad: Aptitud de algunos materiales sólidos de adquirir deformaciones permanentes, bajo la acción de una presión o fuerza exterior, sin que se produzca rotura.

Taladro: Es una maquina herramienta, y su aplicación principal, es la de producir agujeros en cualquier material. En esta maquina el trabajo de barrenado se efectúa en el menor tiempo posible con una herramienta corte llamada broca.

Trabajo: es una magnitud que da información sobre la diferencia de energía que manifiesta un cuerpo al pasar entre dos estados.

Vanadio: Inhibe el crecimiento de los granos durante el procedimiento a temperaturas elevadas y durante el tratamiento térmico, lo cual mejora la resistencia y tenacidad del acero. También forma carburos que incrementan la resistencia al desgaste.

Velocidad: En un motor la velocidad se define como la cantidad de vueltas completas que da el rotor en el lapso de un minuto.

Velocidad angular ω (también conocida como frecuencia angular): es una medida de la velocidad de rotación.

Viga: es un miembro que se somete a cargas transversales, es decir perpendiculares a lo largo de su eje.

Anexo A

En el mercado existen distintos tipos de sistemas y distribuidores de éstos en su gran mayoría las empresas dedicadas a la venta de estos sistemas son extranjeras, como lo son:

HYDRAMAC DE MEXICO, S.A. es fabricante de equipo original para manejo de carga, como elevadores de carga, mesas de tijera, rampas para camión y camioneta, niveladores de andén, etc.¹³

Los sistemas que tiene a la venta son:

- a) Rampa asimétrica/ simétrica modelo 9000as
- b) Rampa dos postes modelo 12000s

Decsel¹⁴: Empresa dedicada a la fabricaron de apila coches que cuenta con los siguientes modelos:

HIDRÁULICOS

MODELO 4HC-P-1000

MODELO4HC-L-1000

ELECTROMECAÑICOS

MODELO 4EM-P-1000

MODELO 4EM-L-1000

¹³ www.hydramacmexico.com/ - 23k

¹⁴ www.decsel.com/ - 22k

Anexo B

Cuestionario aplicado a los habitantes del fraccionamiento colinas de plata que viven en *Privada del Acero*

1.- ¿Tiene usted más de un auto en su casa?

Si_____ No_____

2.- Si su respuesta fue afirmativa, mencione por favor ¿cuantos autos tiene?

3.- ¿Puede decirnos por favor que marca y modelos son sus autos?

4.- ¿Los autos son de su propiedad?

Si_____ No_____

5.- ¿Normalmente quien maneja los autos?

6.- ¿Qué horario cree usted que es cuando tiene todos los autos estacionados frente a su casa?

7.- ¿Cree que el espacio de estacionamiento que tiene en su casa es el optimo para guardar sus autos de una manera adecuada?

Si_____ No_____ Regular_____

8.- ¿Le agradaría contar con un sistema innovador, en el cual pueda estacionar dos autos de una manera segura en el área que tiene como estacionamiento?

Si_____ No_____

9.- ¿Conoce ya algún sistema que funcione de esta manera?

Si_____ No_____

“Por su valioso tiempo y atención, gracias”

Anexo C

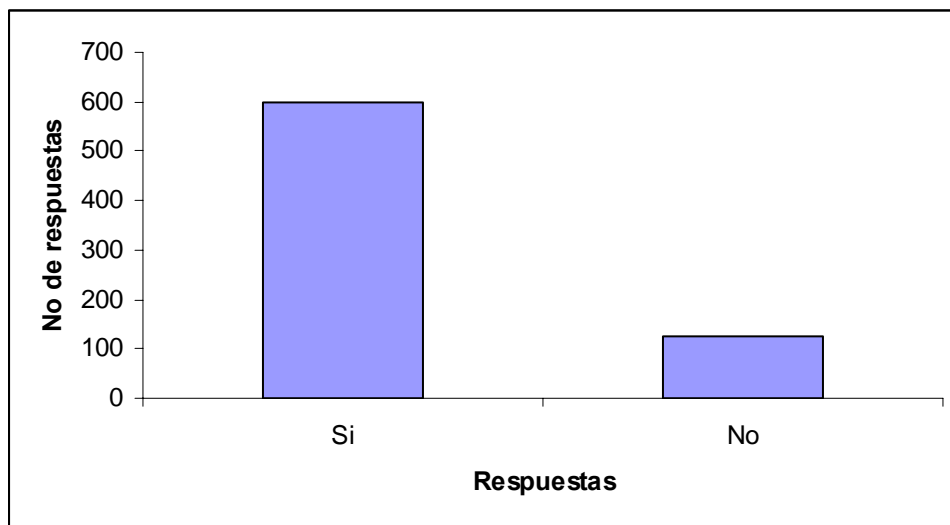
Tablas y gráficas.

Las siguientes tablas y gráficas muestran las repuestas que se obtuvieron al realizar el cuestionario a los habitantes del fraccionamiento. El orden de los incisos muestran las preguntas que se realizaron en el cuestionario.

a) Resultados de la pregunta número 1 del cuestionario.

| ¿Tiene usted más de un auto en su casa? | |
|---|-----|
| Si | 599 |
| No | 125 |

Resultados obtenidos de la pregunta No. 1



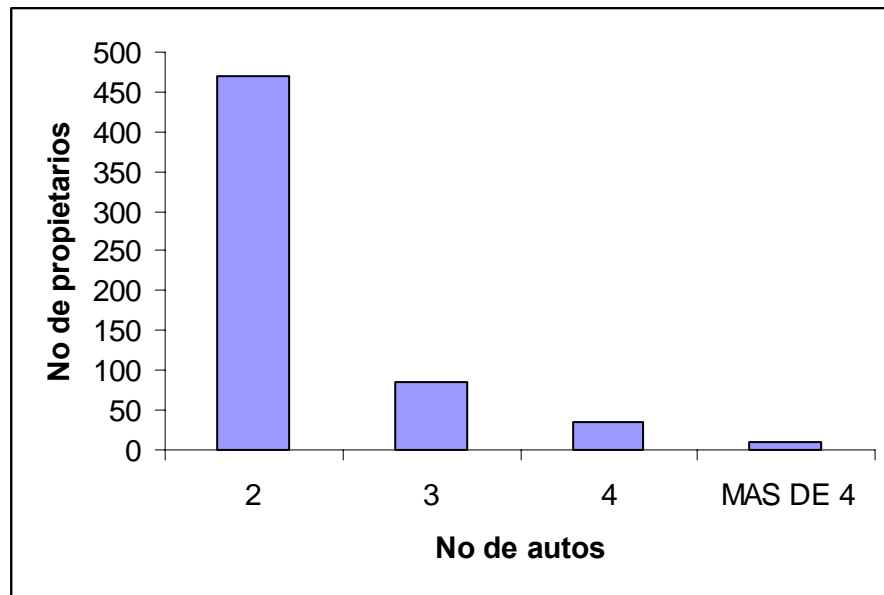
Resultados de la pregunta No.1

En la gráfica podemos ver que sólo 599 habitantes de la muestra tienen más de 2 autos y el resto tiene sólo uno o ningún auto.

b) Resultados de la pregunta número 2 del cuestionario.

| ¿Cuántos autos tiene? | |
|-----------------------|-----|
| 2 | 469 |
| 3 | 85 |
| 4 | 35 |
| MAS DE 4 | 10 |

Resultados obtenidos de la pregunta No. 2



Resultados de la pregunta No. 2

En esta gráfica ya se puede ver más detalladamente cuantos habitantes tienen dos autos, tres, cuatro o más.

c) Resultados de la pregunta número 3 del cuestionario

Los siguientes datos obtenidos son de suma importancia ya que con ellos se podrán calcular las dimensiones del sistema que se fabricara.

En la siguiente tabla se muestran las marcas de los autos que tienen los habitantes del fraccionamiento.

Se debe mencionar que la mayoría de los autos son modelos 2003 en adelante y que los autos del 2002 hacia abajo se denominaran como "Modelos anteriores" en el Anexo F se pueden ver las marcas de los autos así como sus dimensiones y sus peso de cada auto para los modelos 2003 en adelante.

Autos que existen en el fraccionamiento

| Marca | Modelo | No. de autos |
|----------------|--------------------|--------------|
| AUDI | A3 | 6 |
| | A3 Sportback | 1 |
| | A4 Cabrio | 1 |
| | Modelos anteriores | 5 |
| RENAULT | Clio | 16 |
| | Clio Team RS | 5 |
| | Megane II | 12 |
| | Megane II Sedan | 6 |
| | Scenic | 3 |
| | Laguna | 4 |
| | Modelos anteriores | 42 |
| VOLVO | S40 | 6 |
| | S60 | 2 |
| | Modelos anteriores | 6 |
| TOYOTA | Camry | 9 |
| | Solara | 5 |
| | Corolla | 2 |
| | Matriz | 4 |
| | Yaris | 1 |
| | Modelos atrás | 9 |
| NISSAN | Tsuru | 70 |
| | Sentra | 11 |
| | Platina | 41 |
| | Micra | 9 |
| | Maxima | 17 |
| | Altima | 18 |
| | Almera | 6 |
| | Modelos anteriores | 101 |
| SEAT | Ibiza | 8 |
| | Altea | 6 |
| | Cordoba | 4 |

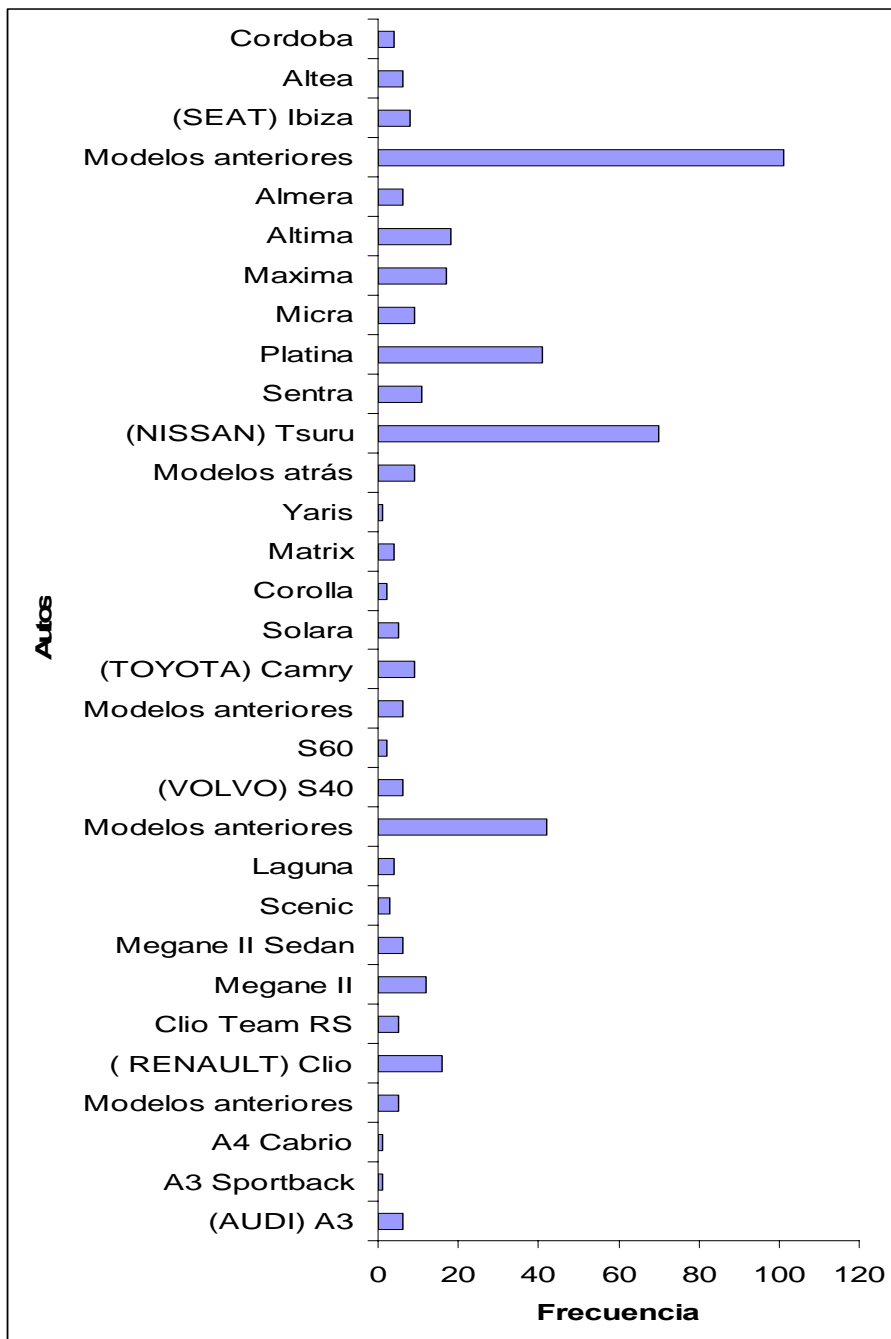
| | | |
|--------------------|--------------------|----|
| CHEVROLET | Leon | 2 |
| | Toledo | 2 |
| | Alambra | 1 |
| | Modelos anteriores | 14 |
| | Astra | 16 |
| | Chevy C2 | 65 |
| | Chevy C2 sedan | 17 |
| | Corsa Sedan | 17 |
| | Corsa | 11 |
| | Corvette | 4 |
| | Malibu | 9 |
| | Meriva | 2 |
| | Vectra | 4 |
| | Zafira | 1 |
| Modelos anteriores | 54 | |
| PONTIAC | Matiz | 16 |
| | Modelos anteriores | 1 |
| VW | Polo | 16 |
| | Pointer | 60 |

| | | |
|--------------|--------------------|----|
| | Lupo | 14 |
| | Derby | 21 |
| | Golf | 23 |
| | Jetta | 21 |
| | Beetle | 12 |
| | Bora | 12 |
| | Pasta | 2 |
| | Modelos anteriores | 53 |
| HONDA | Accord Sedan | 4 |
| | Accord Coupe | 3 |
| | Civic Sedan | 4 |
| | Civic Coupe | 3 |
| | Modelos anteriores | 10 |

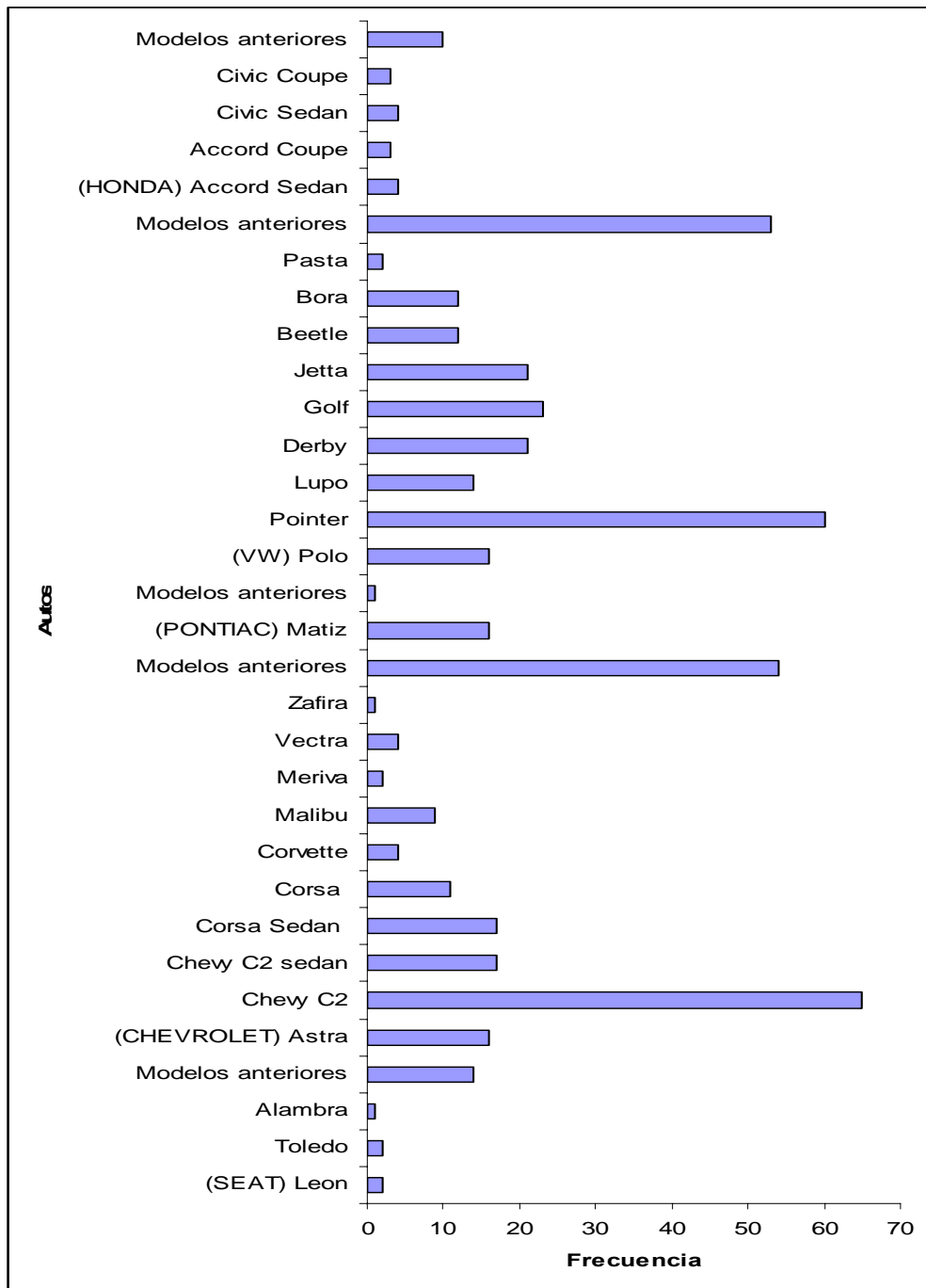
Continuación.

| | | |
|-----------------|--------------------|----|
| FORD | Fiesta | 20 |
| | Fiesta Sedan | 12 |
| | Five Hundred | 5 |
| | Focus | 9 |
| | Ikon | 15 |
| | Ka | 18 |
| | Sport Ka | 9 |
| | Mondeo | 15 |
| | Mustang | 2 |
| | Modelos anteriores | 33 |
| PEUGEOT | 206 | 13 |
| | 307 | 6 |
| | 307 SW | 3 |
| | 406 | 4 |
| | Modelos anteriores | 8 |
| CHRYSLER | 300 | 1 |
| | Cirrus | 6 |
| | Crosfire | 6 |
| | PT Cruiser | 2 |
| | Modelos anteriores | 6 |
| DODGE | Atos | 45 |
| | Neon | 25 |
| | Stratus | 39 |
| | Verna | 6 |
| | Viper | 1 |
| | Modelos anteriores | 57 |

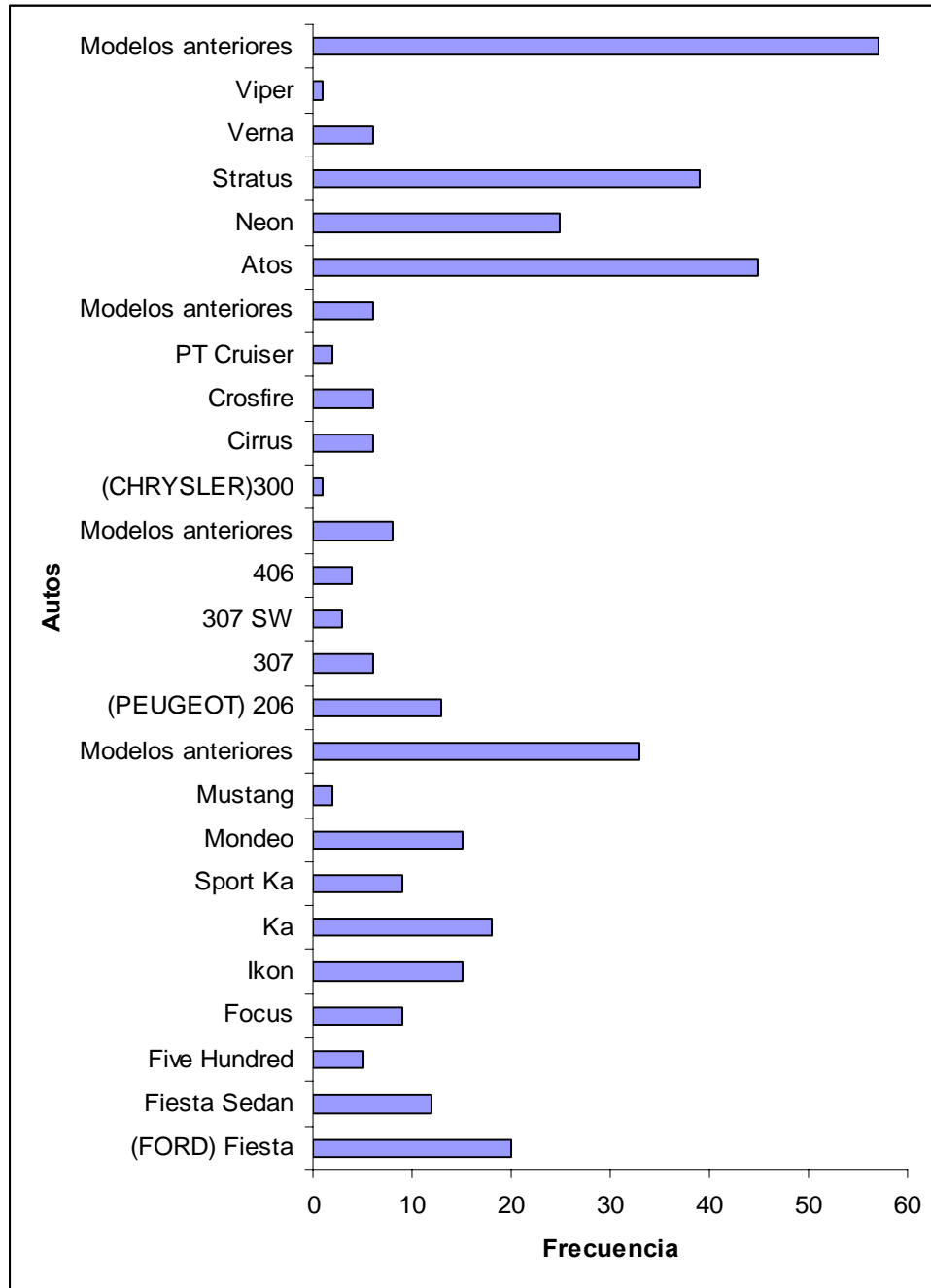
Continuación.



Distribución de frecuencia de autos.



Continuación.

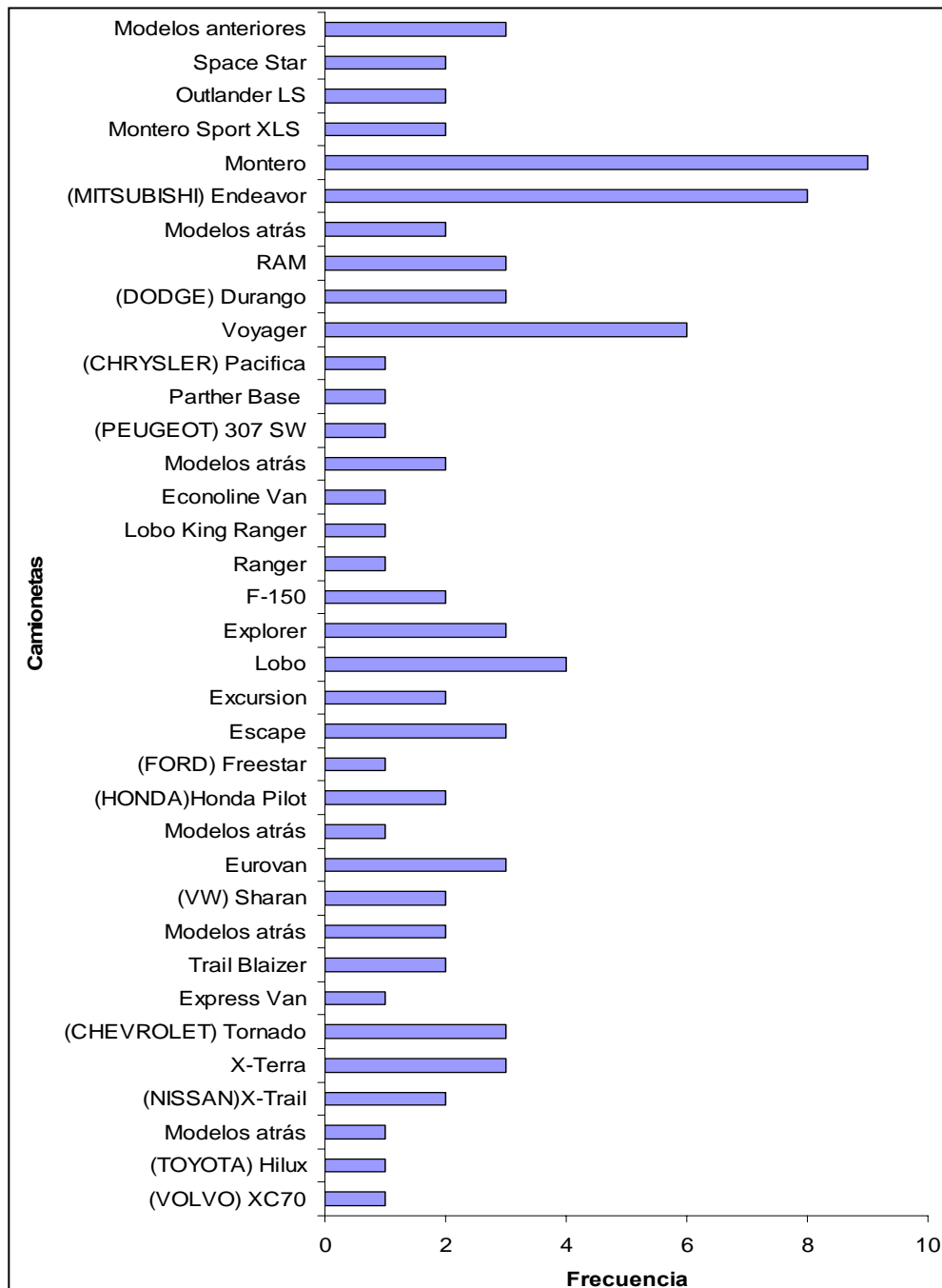


Continuación.

Camionetas que existen en el fraccionamiento

| Marca | Modelo | No de camionetas |
|-------------------|--------------------|------------------|
| VOLVO | XC70 | 1 |
| TOYOTA | Hilux | 1 |
| | Modelos atrás | 1 |
| NISSAN | X-Trail | 2 |
| | X-Terra | 3 |
| CHEVROLET | Tornado | 3 |
| | Express Van | 1 |
| | Trail Blaizer | 2 |
| | Modelos atrás | 2 |
| VW | Sharan | 2 |
| | Eurovan | 3 |
| | Modelos atrás | 1 |
| HONDA | Honda Pilot | 2 |
| FORD | Freestar | 1 |
| | Escape | 3 |
| | Excursión | 2 |
| | Lobo | 4 |
| | Explorer | 3 |
| | F-150 | 2 |
| | Ranger | 1 |
| | Lobo King Ranger | 1 |
| | Econoline Van | 1 |
| | Modelos atrás | 2 |
| PEUGEOT | 307 SW | 1 |
| | Parther Base | 1 |
| CHRYSLER | Pacifica | 1 |
| | Voyager | 6 |
| DODGE | Durango | 3 |
| | RAM | 3 |
| | Modelos atrás | 2 |
| MITSUBISHI | Endeavor | 8 |
| | Montero | 9 |
| | Montero Sport XLS | 2 |
| | Outlander LS | 2 |
| | Space Star | 2 |
| | Modelos anteriores | 3 |

Frecuencia de las camionetas en el fraccionamiento y especificaciones técnicas.



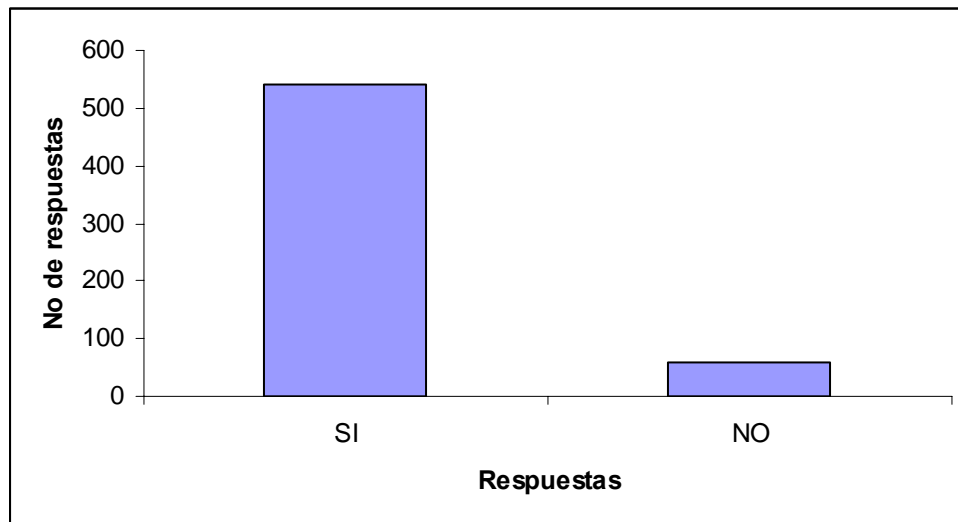
Distribución de frecuencia de camionetas.

Una vez conocida la cantidad de autos y camionetas que existen dentro de las privadas. Se podrá basar en el Anexo F para ver cuáles son las dimensiones de las unidades mencionadas. Esto se hará con el objetivo primordial de poder saber cuáles son las dimensiones a las que se tendrá que acatar para realizar el sistema. Es decir determinar la altura máxima que tendrá el sistema (columnas) la altura a la que levantará la plataforma, la carga máxima que podrá levantar el sistema, la longitud de entrada, etc.

| | |
|----|-----|
| SI | 541 |
| NO | 58 |

Resultados de la pregunta No. 4

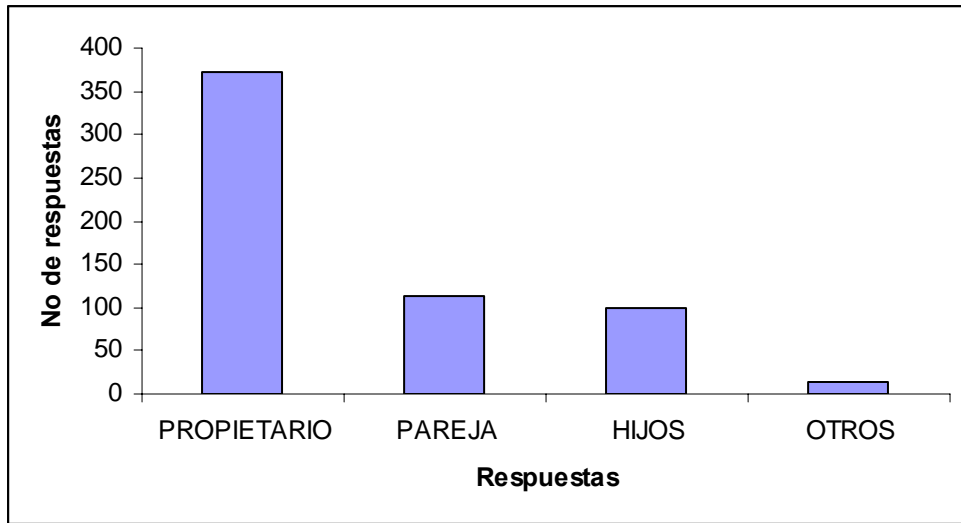
d) Resultados de la pregunta número 4 del cuestionario



Como se puede ver en la tabla y en la gráfica, los datos nos arrojan que más del 90% de los habitantes encuestados tienen autos propios lo que nos indica que para ellos sería útil el sistema ya que deben de tener un lugar adecuado para poder estacionar sus autos.

e) Resultados de la pregunta número 5 del cuestionario.

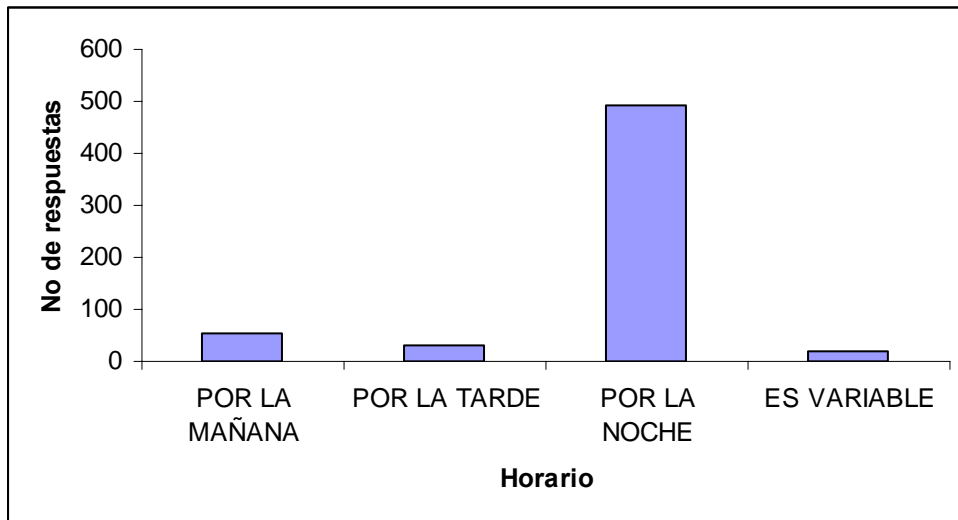
| ¿Normalmente quién maneja los autos? | |
|--------------------------------------|-----|
| propietario | 372 |
| pareja | 113 |
| hijos | 99 |
| otros | 15 |



Resultados de la pregunta No. 5

f) Resultados de la pregunta número 6 del cuestionario.

| ¿Qué horario creé que es cuando tiene todos los autos estacionados en su casa? | |
|--|-----|
| POR LA MAÑANA | 55 |
| POR LA TARDE | 32 |
| POR LA NOCHE | 491 |
| ES VARIABLE | 20 |



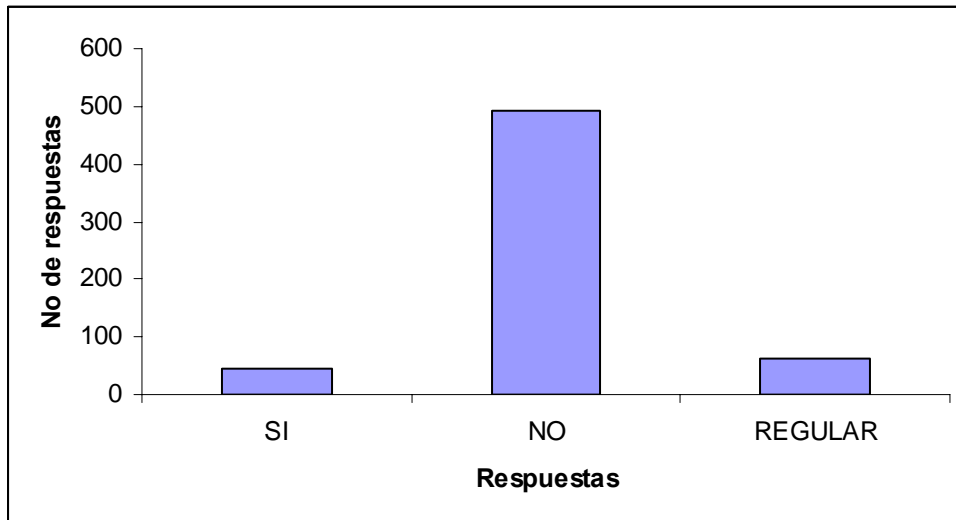
Resultados de la pregunta No.6

Conocer estos datos es útil debido a que se conocerá la hora a la que la gente esta teniendo más problemas para estacionar sus autos. Y así presentar la posible solución.

g) Resultados de la pregunta número 7 del cuestionario.

| | |
|--|-----|
| ¿Cree que el espacio de estacionamiento que tienen es el óptimo para guardar sus autos de una manera adecuada? | |
| SI | 46 |
| NO | 492 |
| REGULAR | 61 |

Resultados de la pregunta No.7

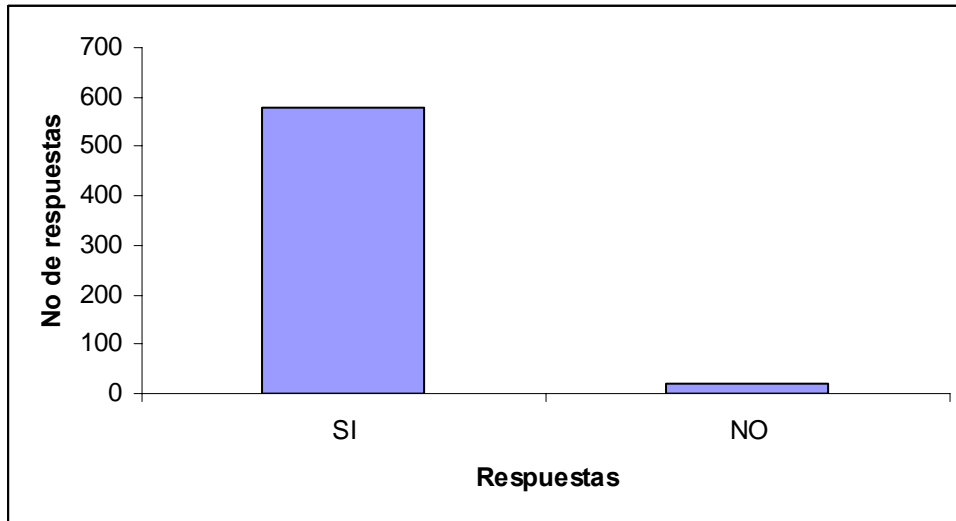


Resultados de la pregunta No. 7

Analizando los datos obtenidos por el cuestionario, se puede ver ahora de una manera más segura que la gente de este fraccionamiento realmente está teniendo problemas para estacionar sus autos. Ya que más del 82% de los habitantes se quejan del área de estacionamiento.

h) Resultados de la respuesta número 8 de cuestionario.

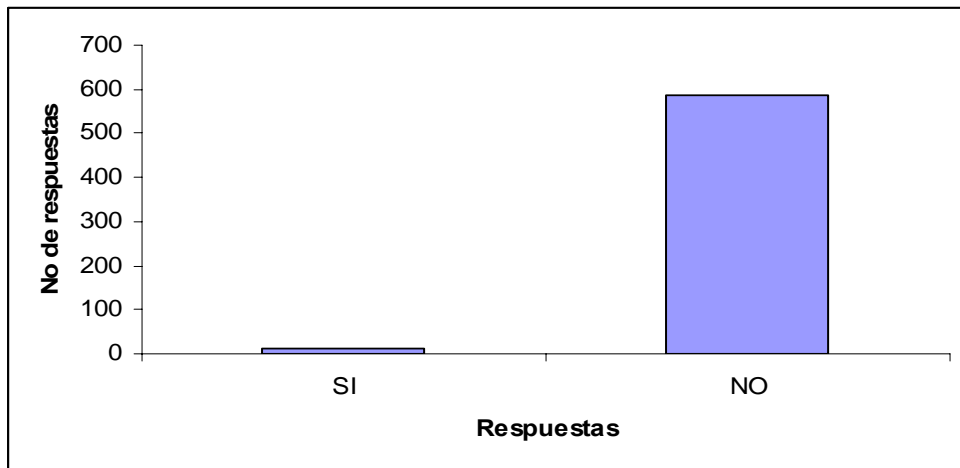
| | |
|--|-----|
| ¿Le agradaría contar con un sistema innovador, en el cual pudiera estacionar dos autos de una manera segura en el área que tiene como estacionamiento? | |
| SI | 578 |
| NO | 21 |



Resultados de la pregunta No. 8

i) Resultados de la pregunta número 9 del cuestionario.

| | |
|--|-----|
| ¿Conoce ya algún sistema que funcione de esta manera en la región? | |
| SI | 11 |
| NO | 588 |



Con estos datos obtenidos de las preguntas 8 y 9 se puede ver claramente que el sistema no es muy conocido dentro de la región y lo que es mejor, que a la gente que tiene más de dos autos y también problemas de estacionamiento, están interesados en un sistema así.

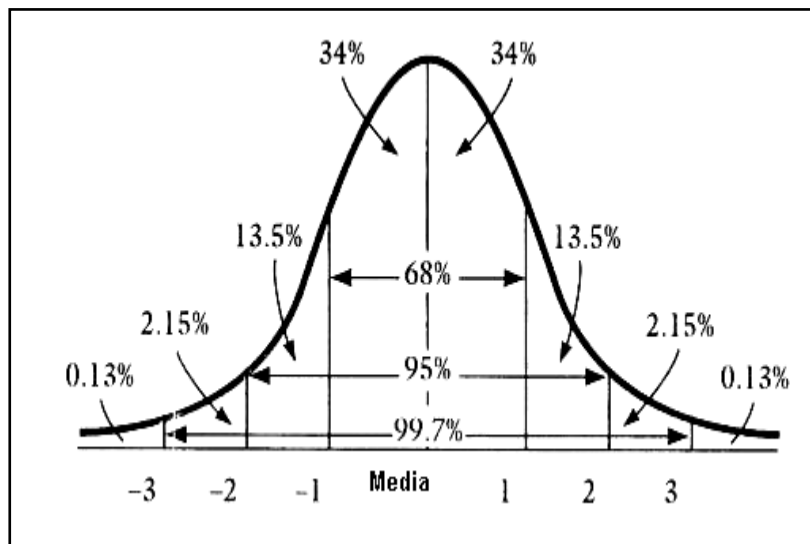
Anexo D

Distribución normal

Para hablar de cualquier distribución normal debe hacerse referencia inmediata a dos cantidades la media y la desviación estándar la cual indica la dispersión de la curva campánular. La media se denota por la letra griega μ (mu) y la desviación estándar por la letra griega σ (sigma).¹⁵ Diferentes valores de μ y σ generan diferentes curvas de densidad normal y de ahí las diferentes distribuciones normales. Tomando en cuenta una de las propiedades de la distribución normal que es la de la regla del 68,95 y 99.7 %. Podremos definir cual es el peso final que elevaremos.

La Regla del 68-95-99.7%.

Una de las propiedades de la distribución normal es que la probabilidad que encierra en el intervalo $(m - \sigma, m + \sigma)$ es del 68.3 % aproximadamente. Es decir, es de esperar que el 68.3 % de las medidas de una magnitud estén comprendidas en ese intervalo. Dicho de otra forma, si medimos una magnitud un número grande de veces, el 68.3 % de los valores obtenidos estarán comprendidos en el entorno de una desviación estándar en torno a la media. La probabilidad se amplía al 95.4 % y al 99.7 % si consideramos los intervalos $(m - 2\sigma, m + 2\sigma)$ y $(m - 3\sigma, m + 3\sigma)$ respectivamente.¹⁶



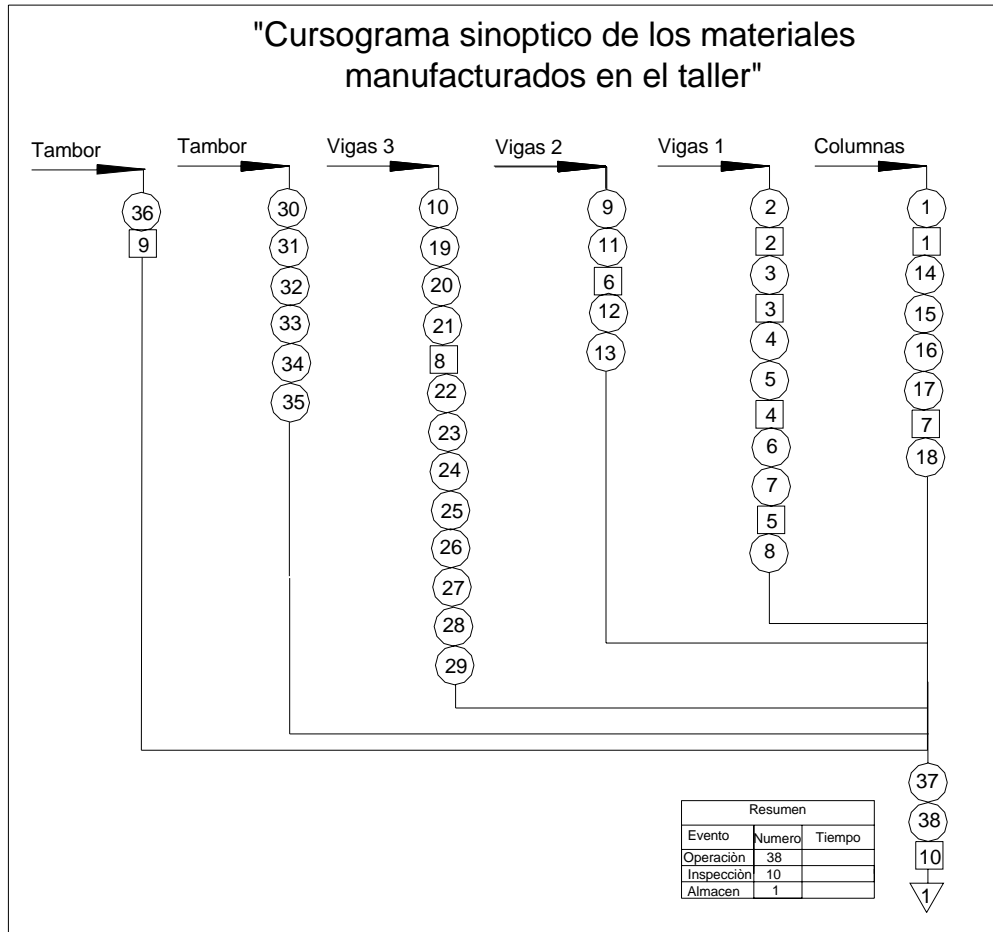
Campana de gauss muestra la regla del 68-95-99.7%.

¹⁵ Momtgomery, 2000

¹⁶ Spiegel, 1999

Anexo E

Cursograma sinóptico.



Cursograma sinóptico.

Descripción del cursograma analítico de las piezas que se manufacturaran en el taller.

| Operación | Descripción operación. | Herr. / Maq. | Comentario |
|-----------|---|---------------------|------------|
| 10 | Cortar 4 perfiles de 3x2 calibre 10 a una distancia de 88.58 plg. | Cortadora de disco. | 1 operario |
| 1 | Inspección de corte | | |
| 20 | Cortar 4 perfiles de 3x2 calibre 10 a una distancia de 112.6 plg. | Cortadora de disco. | 1 operario |
| 2 | Inspección de cortes | | |
| 30 | Cortar 4 perfiles de 3x2 calibre 10 a una distancia de 11.81. | Cortadora de disco. | 1 operario |
| 3 | Inspección de cortes | | |
| 40 | Cortar perfil de 3x2 calibre 10 a una distancia | Cortadora de disco. | 1 operario |

| | | | |
|-----|---|----------------------|--|
| | de 15.75. | | |
| 50 | Realizar un corte de 45 grados a los perfiles cortados anteriormente. | Cortadora de disco. | |
| 4 | Inspección de cortes | | |
| 60 | Cortar ángulo de 1 plg. En 32 piezas de 2 plg. | Cortadora de disco. | |
| 70 | Realizar 2 barrenos de 5/16 en cada pieza cortada. | Taladro de banco. | |
| 5 | Inspección de corte y barrenado | | |
| 80 | Soldar las pestañas a las vigas correspondientes. | Soldadora eléctrica. | |
| 90 | Cortar 2 perfiles de 4x2 calibre 10 a una distancia de 86.6. | Cortadora de disco. | |
| 100 | Cortar 4 perfiles de 2x2 calibre 10 a una distancia de 118.11 | Cortadora de disco | |
| 110 | Hacer el barreno correspondiente en las vigas. | Taladro de banco. | |
| 6 | Inspección de la operaciones | | |
| 120 | Colocar las poleas en los costados internos de las vigas. | Llaves | |
| 130 | Soldar las extensiones al final de las vigas de 4x2. | Soldadora eléctrica. | |
| 140 | Realizar barrenos de 5/8 en las columnas. | Taladro manual | |
| 150 | Realizar 4 barrenos de 5/8 en placas de ½ plg. | Taladro de columna | |
| 160 | Soldar en las placas los puntos donde se colocaran las poleas | soldadora eléctrica | |
| 170 | Soldar placas a columnas. | Soldadora eléctrica. | |
| 7 | Inspección de operaciones anteriores | | |
| 180 | Colocar las poleas en los puntos fijos de las placas de cada columna. | Soldadora eléctrica. | |
| 190 | Cortar 4 ángulos de 1 ½ plg. A un tamaño 3 plg. | Cortadora de disco | |
| 200 | Cortar 4 ángulos de 1 ½ plg. A un tamaño 1 ½ plg. | Cortadora de disco | |

| | | | |
|-----|---|----------------------|--|
| 210 | Realizar barrenos de 5/8 en los ángulos anteriores | Taladro manual | |
| 8 | Inspección de operaciones anteriores | | |
| 220 | Soldar a la placa los puntos fijos donde se colocaran las poleas | Soldadora eléctrica. | |
| 230 | Soldar ángulos en las placas | Soldadora eléctrica. | |
| 240 | Soldar placas a perfil de 2x2 | Soldadora eléctrica. | |
| 250 | Realizar barrenos de 1/2" en la placa de 1/4" | Taladro de columna | |
| 260 | Soldar puntos fijos en la placa, para colocar las poleas. | Soldadora eléctrica | |
| 270 | Soldar la placa de 1/4" barrenada, sobre los perfiles de 2x2. | Soldadora eléctrica | |
| 280 | Hacer barrenos de 5/8" a la placa de 20 x 8 X 1/4 | Taladro de columna | |
| 290 | Montar el motor eléctrico sobre la placa anterior | Llaves | |
| 300 | Cortar tubo de 2.375" a una distancia de 8 1/4 . | Cortadora de disco | |
| 310 | Soldar separaciones y engrane de 4" al tubo. | Soldadora eléctrica | |
| 320 | Hacer barrenos de 5/16 en cada sección del tubo | Taladro de columna | |
| 330 | Cortar cable | Pinzas | |
| 340 | Soldar cable a cada sección correspondiente del tambor y enrollar | Soldadora eléctrica | |
| 350 | Instalar chumaceras al tubo | Llaves | |
| 360 | Doblar la mina para protección de las columnas | Dobladora | |
| 9 | Inspección de las operaciones anteriores | | |
| 370 | Preparar antioxidante y aplicar | Compresor | |
| 380 | Preparar pintura y aplicar | Compresor | |
| 10 | Inspección de pintura | | |

Anexo F

Especificaciones técnicas de los autos marca AUDI



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|--------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| A3 | 55.94 | 69.49 | 165.47 | 101.50 | 2,805 |
| A3 Sportback | 56.02 | 69.49 | 168.74 | 101.50 | 2,959 |
| A4 | 55.71 | 70.12 | 180.12 | 104.37 | 3,652 |
| A4 Cabrio | 56.22 | 76.26 | 180.04 | 104.33 | 3,113 |
| A6 | 57.44 | 74.21 | 193.54 | 111.93 | 3,388 |
| A8 | 56.85 | 74.57 | 198.86 | 115.91 | 3,916 |
| TT | 52.99 | 69.45 | 159.09 | 95.35 | 2,728 |

Fuente: Página oficial Audi en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Renault.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|-----------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Clio | 55.79 | 64.53 | 150.04 | 97.32 | 2,233 |
| Clio Team RS | 55.79 | 65.75 | 150.04 | 97.32 | 2,398 |
| Megane II | 57.40 | 69.96 | 165.71 | 103.35 | 2,781 |
| Megane II Sedan | 57.48 | 69.96 | 177.09 | 105.51 | 2,805 |
| Megane II Sport | 56.57 | 69.96 | 166.46 | 103.35 | 2,981 |
| Coupe Cabriolet | 55.28 | 69.96 | 167.52 | 99.29 | 3,333 |
| Scenic | 65.94 | 66.85 | 164.13 | 101.57 | 3,080 |
| Scenic II | 66.97 | 71.26 | 167.68 | 105.71 | 3,102 |
| Laguna | 56.26 | 78.74 | 180.16 | 97.56 | 3,256 |
| Kangoo Express | 70.94 | 65.47 | 157.28 | 102.36 | 3,667 |

Fuente: Página oficial Renault en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Volvo.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|--------|-------|-------|--------|---------|-------|
| S40 | 57.17 | 69.69 | 175.91 | 103.94 | 3,080 |
| S60 | 56.22 | 71.02 | 179.92 | 106.89 | 3,410 |
| S80 | 57.17 | 72.13 | 189.84 | 109.88 | 3,410 |
| V50 | 57.17 | 69.69 | 177.72 | 103.94 | 3,124 |

Fuente: Página oficial Volvo en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Toyota.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Camry | 57.87 | 70.71 | 188.98 | 107.09 | 3,157 |
| Solara | 56.30 | 71.50 | 192.52 | 107.09 | 3,432 |
| Corolla | 59.06 | 66.89 | 178.31 | 102.40 | 2,589 |
| Matrix | 62.32 | 69.92 | 171.30 | 102.40 | 2,974 |
| Yaris | 59.09 | 65.39 | 143.31 | 93.31 | 2,178 |
| MR2 Spider | 49.21 | 66.73 | 153.35 | 94.09 | 2,178 |

Fuente: Página oficial Toyota en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca SEAT.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|----------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Ibiza | 56.73 | 66.85 | 155.63 | 96.85 | 2,407 |
| Altea | 61.73 | 69.61 | 168.50 | 101.50 | 3,179 |
| Cordoba | 56.73 | 66.85 | 168.50 | 96.85 | 3,080 |
| Leon | 56.65 | 68.58 | 164.72 | 98.86 | 3,124 |
| Toledo | 61.73 | 69.61 | 175.51 | 101.10 | 3,166 |
| Alhambra | 69.37 | 71.26 | 182.44 | 111.61 | 3,190 |

Especificaciones técnicas de los autos marca Nissan.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D.ejes | Peso |
|---------|-------|-------|--------|--------|-------|
| Tsuru | 53.90 | 64.57 | 166.30 | 95.67 | 2,130 |
| Sentra | 55.51 | 67.28 | 177.52 | 99.80 | 2,420 |
| Platina | 56.57 | 64.53 | 164.21 | 97.32 | 2,343 |
| Micra | 60.63 | 65.35 | 146.26 | 95.67 | 2,178 |
| Maxima | 58.31 | 71.69 | 193.50 | 111.18 | 3,476 |
| Altima | 57.91 | 70.39 | 168.66 | 110.20 | 3,084 |
| Almera | 57.01 | 66.93 | 165.24 | 99.80 | 2,704 |
| 350Z | 51.89 | 71.50 | 169.41 | 104.29 | 3,241 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Chevrolet.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|----------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Astra | 56.10 | 78.31 | 170.94 | 102.91 | 2,596 |
| Chevy C2 | 55.91 | 63.31 | 150.51 | 96.18 | 2,420 |
| Chevy C2 sedan | 54.61 | 63.31 | 162.17 | 96.18 | 2,420 |
| Corsa Sedan | 56.30 | 64.80 | 164.17 | 98.07 | 2,266 |
| Corsa | 56.38 | 64.80 | 150.47 | 98.07 | 2,409 |
| Corvette | 49.02 | 72.60 | 174.61 | 105.75 | 3,172 |
| Malibu | 57.48 | 69.88 | 188.31 | 106.30 | 4,072 |
| Meriva | 63.94 | 66.69 | 159.13 | 103.54 | 2,816 |
| Vectra | 57.48 | 80.16 | 180.94 | 106.30 | 3,267 |
| Zafira | 64.41 | 78.70 | 169.96 | 106.06 | 4,345 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Pontiac.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|---------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Matiz | 58.46 | 58.86 | 137.60 | 92.13 | 2,695 |
| Sunfire | 53.03 | 69.21 | 185.16 | 104.09 | 2,625 |
| Astek | 66.69 | 73.70 | 182.09 | 108.31 | 4,921 |
| G6 | 56.97 | 70.00 | 189.09 | 112.28 | 3,419 |
| G4 | 57.09 | 67.91 | 180.31 | 103.15 | 3,300 |

Fuente: Página oficial Nissan en México

Especificaciones técnicas de los autos marca Volkswagen.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|---------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Polo | 58.43 | 64.76 | 164.53 | 97.01 | 3,612 |
| Pointer | 55.71 | 64.17 | 152.87 | 97.17 | 3,434 |
| Lupo | 60.79 | 64.57 | 149.37 | 97.01 | 3,586 |
| Derby | 55.67 | 64.57 | 162.87 | 96.06 | 3,483 |
| Golf | 56.65 | 68.31 | 163.35 | 98.86 | 3,399 |
| Jetta | 56.93 | 68.31 | 172.28 | 98.94 | 3,355 |
| Beetle | 59.49 | 67.87 | 184.29 | 98.74 | 3,619 |
| Bora | 57.52 | 69.29 | 178.82 | 101.50 | 3,608 |
| Passat | 57.56 | 68.74 | 185.16 | 106.38 | 3,190 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Honda.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. entre ejes | Peso |
|--------------|-------|-------|--------|---------------|---------|
| Accord Sedan | 57.05 | 71.42 | 189.49 | 107.87 | 3,157.0 |
| Accord Coupe | 57.05 | 71.42 | 189.49 | 107.87 | 3,157.0 |
| Civic Sedan | 56.69 | 67.48 | 174.57 | 103.07 | 2,505.8 |
| Civic Coupe | 56.69 | 67.48 | 174.57 | 103.07 | 2,505.8 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Ford.



| Modelo | Alto | ancho | largo | D. ejes | Peso |
|--------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Fiesta | 57.13 | 65.94 | 153.86 | 97.83 | 2,295 |
| Fiesta Sedan | 57.13 | 65.94 | 153.86 | 97.83 | 2,295 |
| Five Hundred | 61.50 | 74.49 | 232.60 | 112.91 | 3,656 |
| Focus | 56.30 | 66.89 | 174.88 | 102.99 | 2,559 |
| Ikon | 54.29 | 64.33 | 162.99 | 97.87 | 2,167 |
| Ka | 55.63 | 71.93 | 142.52 | 97.87 | 2,024 |
| Sport Ka | 55.63 | 71.93 | 142.52 | 96.38 | 2,024 |
| Mondeo | 56.26 | 71.34 | 186.26 | 108.43 | 2,970 |
| Mustang | 55.39 | 73.90 | 187.99 | 107.09 | 2,860 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Peugeot.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|--------|-------|-------|--------|---------|-------|
| 206 | 56.38 | 65.04 | 150.98 | 96.14 | 2,090 |
| 307 | 56.06 | 69.25 | 171.14 | 102.56 | 3,104 |
| 307 SW | 60.79 | 69.17 | 173.98 | 106.61 | 3,060 |
| 406 | 55.59 | 69.49 | 181.02 | 106.34 | 2,972 |
| 607 | 57.52 | 72.24 | 191.77 | 110.67 | 3,483 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Chrysler.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|-------------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| 300 | 58.39 | 74.06 | 196.89 | 120.00 | 4,041 |
| Cirrus | 54.88 | 71.93 | 191.26 | 107.99 | 3,348 |
| Crosfire | 51.46 | 76.93 | 159.76 | 94.69 | 3,054 |
| PT Cruiser | 63.03 | 67.91 | 168.86 | 102.99 | 3,102 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de los autos marca Dodge.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|----------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Atos | 61.57 | 59.88 | 140.47 | 93.70 | 1,976 |
| Neon | 55.94 | 67.40 | 174.88 | 102.64 | 2,864 |
| Stratus | 54.88 | 71.93 | 191.61 | 107.99 | 3,186 |
| Verna | 54.92 | 66.30 | 165.94 | 96.22 | 2,325 |
| Viper | 47.68 | 73.15 | 175.55 | 98.86 | 3,720 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Anexo G

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Volvo.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|--------|-------|-------|--------|---------|-------|
| XC70 | 61.50 | 73.23 | 186.34 | 108.78 | 3,520 |
| XC90 | 70.24 | 74.72 | 188.90 | 112.48 | 4,400 |
| C70 | 56.26 | 71.54 | 185.67 | 104.88 | 3,300 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Toyota.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|--------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| 4 Runner | 71.61 | 73.82 | 189.76 | 109.80 | 4,215 |
| Land Cruiser | 73.19 | 76.42 | 192.52 | 112.20 | 4,400 |
| Rav 4 | 66.89 | 68.31 | 166.61 | 97.99 | 2,959 |
| Sienna | 71.61 | 77.40 | 200.00 | 119.29 | 4,167 |
| Hilux | 68.11 | 66.54 | 192.72 | 112.60 | 3,443 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Volkswagen.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|---------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Sharan | 69.25 | 71.26 | 182.44 | 111.85 | 4,231 |
| Tovareg | 67.95 | 75.91 | 187.17 | 112.40 | 4,070 |
| Eurovan | 77.13 | 74.96 | 208.27 | 133.86 | 3,960 |
| VW | 72.68 | 66.73 | 165.63 | 104.72 | 4,167 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Nissan.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|----------|-------|-------|--------|---------|-------|
| X-Trail | 68.90 | 69.49 | 177.56 | 103.35 | 3,894 |
| X Terra | 70.87 | 72.80 | 178.70 | 106.30 | 4,090 |
| Urvan | 75.59 | 66.54 | 196.46 | 106.89 | 3,696 |
| Titan | 75.00 | 78.78 | 224.21 | 139.76 | 6,387 |
| Quest | 71.89 | 77.24 | 204.13 | 124.02 | 4,077 |
| Armada | 77.80 | 78.78 | 206.89 | 123.23 | 3,960 |
| Frontier | 63.19 | 67.72 | 202.91 | 98.43 | 3,520 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Chevrolet.



CHEVROLET

| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D.ejes | Peso |
|--------------|-------|-------|--------|--------|-------|
| Tornado | 57.32 | 64.80 | 174.65 | 106.85 | 2,453 |
| Express Van | 82.05 | 79.41 | 240.91 | 155.00 | 6,310 |
| Luv | 63.39 | 66.54 | 196.06 | 119.09 | 2,827 |
| Cheyenne | 71.18 | 78.50 | 205.71 | 119.02 | 4,429 |
| Sonora | 74.80 | 78.90 | 198.90 | 115.98 | 4,242 |
| Tracket | 68.50 | 70.08 | 165.94 | 97.64 | 3,300 |
| Trail blazer | 74.49 | 74.65 | 191.81 | 112.99 | 3,520 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Honda.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|-------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| CR-V | 66.14 | 70.28 | 180.91 | 103.35 | 3,245 |
| Odyssey | 68.86 | 77.17 | 200.98 | 118.11 | 4,367 |
| Honda Pilot | 70.59 | 77.28 | 187.99 | 106.30 | 4,462 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Ford.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|---------------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Freestar | 68.82 | 76.61 | 201.02 | 120.79 | 4,266 |
| Escape | 64.02 | 70.08 | 173.03 | 103.15 | 4,371 |
| Excursion | 80.20 | 80.00 | 226.69 | 137.09 | 6,719 |
| Expedition | 77.60 | 78.70 | 205.79 | 119.02 | 5,676 |
| Lobo | 74.92 | 78.90 | 224.02 | 138.50 | 5,595 |
| Explorer | 71.93 | 72.09 | 189.49 | 113.74 | 5,874 |
| F-150 | 72.72 | 79.29 | 206.93 | 120.00 | 3,964 |
| Ranger | 69.45 | 70.28 | 202.91 | 125.98 | 3,500 |
| F-250 | 72.72 | 79.29 | 206.93 | 120.00 | 4,070 |
| Lobo King Ranger | 75.98 | 78.90 | 224.02 | 138.50 | 4,624 |
| Eco Sport | 66.14 | 68.11 | 166.54 | 98.03 | 2,684 |
| Econoline Van | 80.91 | 79.29 | 211.89 | 137.99 | 4,644 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Peugeot.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|---------------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| 307 SW | 60.79 | 69.17 | 173.98 | 106.61 | 3,060 |
| Partner Base | 70.94 | 67.68 | 161.73 | 105.91 | 4,301 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Chrysler.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|---------------------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Pacifica | 68.31 | 79.25 | 198.90 | 116.46 | 4,422 |
| Town & country | 68.86 | 78.62 | 200.51 | 119.29 | 4,453 |
| Voyager | 68.86 | 78.62 | 189.29 | 113.35 | 3,890 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Dodge.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|----------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Durango | 73.50 | 75.75 | 200.55 | 119.21 | 4,950 |
| H1000 | 75.98 | 66.54 | 187.01 | 95.67 | 2,893 |
| RAM | 74.41 | 79.92 | 207.72 | 120.51 | 4,677 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas tipo Jeep.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|-----------------------|-------|-------|--------|---------|-------|
| Liberty Sport | 70.20 | 71.57 | 174.69 | 104.17 | 3,722 |
| Grand Cherokee | 67.40 | 73.50 | 186.69 | 109.49 | 4,589 |
| Wrangler SE | 70.79 | 66.69 | 155.39 | 93.46 | 3,181 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Especificaciones técnicas de las camionetas marca Mitsubishi.



| Modelo | Alto | Ancho | Largo | D. ejes | Peso |
|--------------------------|-------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| Endeavor | 70.24 | 73.62 | 190.16 | 108.27 | 3,960 |
| Montero | 71.46 | 74.61 | 190.16 | 109.45 | 4,774 |
| Montero Sport XLS | 68.31 | 69.88 | 181.10 | 107.28 | 3,960 |
| Outlander LS | 66.34 | 68.90 | 61.02 | 103.35 | 3,322 |
| Space Star | 61.22 | 67.52 | 159.45 | 98.43 | 2,717 |

Fuente: Página oficial Nissan en México.

Anexo H

| | |
|---------------|---|
| I | Momento de inercia. |
| b | ancho. |
| h | distancia altura. |
| S | Módulo elástico de sección. |
| c | constante distancia radio, centro de columna. |
| τ_{\max} | Flexión. |
| Mc | Momento flexionante. |
| τ_y | Esfuerzo permisible. |
| τ_{ad} | Esfuerzo admisible. |
| Y_E | Deflexión de la viga. |
| E | Modulo de elasticidad, |
| L | Longitud |
| P | Fuerza, carga concentrada. |
| A | Distancia. |
| Y_b | Deflexión en viga en lugar de aplicación de cargas. |
| SR | Razón de esbeltez. |
| K | Factor de longitud efectiva para una columna. |
| r | radio de giro. |
| Le | longitud efectiva. |
| A | área. |
| Per | carga crítica para una columna. |
| FS | factor de seguridad. |
| Pa | carga permisible. |
| N | Factor de diseño. |
| τ | Esfuerzo de compresión. |
| Sy | Esfuerzo permisible. |
| e | Excentricidad de la carga aplicada. |
| τ_m | Esfuerzo máximo normal. |
| Cc | Razón de esbeltez se trancisión. |

Formulario.

$$\text{Numero de intervalos} = \sqrt{\text{num.muestra}} \quad (1)$$

$$R = \frac{\text{Numero_mayor} - \text{Numero_menor}}{N.I} \quad (2)$$

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\mu - x)^2}{n}} \quad (4)$$

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (5)$$

$$I_T = \left(\frac{b_1 h_1^3}{12} - \frac{b_2 h_2^3}{12} \right) \quad (6)$$

$$S = \frac{I}{c} \quad (7)$$

$$\tau_{\max} = \frac{Mc}{I} \quad (8)$$

$$\tau_{\max} = \frac{M}{S} \quad (9)$$

$$Y_E = Y_{\max} = \left(\frac{-Pa}{24EI} \right) (3L^2 - 4a^2) \text{ En el centro.} \quad (10)$$

$$Y_b = \left(\frac{-Pa^2}{6EI} \right) (3L - 4a) \quad (11)$$

$$SR = \frac{KL}{r} = \frac{Le}{r} \quad (12)$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (13)$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} \quad (14)$$

$$P_{cr} = As_y \left[1 - \frac{s_y (Le/r)^2}{4\pi^2 E} \right] \quad (15)$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{(Le/r)^2} \quad \text{ò} \quad P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(Le)^2} \quad (16)$$

$$P_a = \frac{P_{cr}}{N} \quad (17)$$

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{Le}{r}\right)}{8Cc} - \frac{\left(\frac{Le}{r}\right)^3}{8Cc^3} \quad (18)$$

$$Le = KL \quad (19)$$

$$\tau = \frac{P_a}{A} \quad (20)$$

$$\frac{Pe}{A} = \frac{S_y}{1 + \frac{ec}{r^2} \sec \frac{l}{r} \sqrt{\frac{P}{4AE}}} \quad (21)$$

$$\tau_m = \frac{P_a}{A} \left[1 + \frac{ec}{r^2} \sec \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{P_a}{P_{cr}}} \right) \right] \quad (22)$$

$$CEE = \frac{(RN)K_f}{K_{fs}} \quad (23)$$

$$P = \pi D \quad (24)$$

Anexo I



Oferta N°: **G05-1651**

Referencia: **Estacionamiento**

Fecha: **20-Julio- 05**

Cliente: UAEH

Teléfono: **01 (791) 9132477** Fax:

E-mail:

Dirección:

Localidad: **D.F.**

País: **México**

ATENCIÓN: **ING. CHRISTIAN MONRROY**

Estimado: Ing. Monrroy

Por medio de la presente tenemos el gusto de poner a su amable consideración, la cotización que ampare el suministro e instalación de (1) Apila coches marca **TEC. LIFT** Modelo 4HC-P-1000, para convertir en (2) lugares útiles a ser instalados en la Ciudad de México.

| Especificaciones Técnicas | |
|----------------------------------|---|
| PROYECTO | |
| Tipo | 4HC-P-1000 (Hidráulico) |
| Cantidad | 1 |
| Tiempo de Operación | Subida 30 Seg., Bajada 20 Seg. +_ |
| Capacidad | 3300 LB/ 1500 KG. |
| Sistema | 4 POSTES |
| Sistema de Elevación | HIDRÁULICO- CADENA |
| Plataforma | 3.05 X 2.04 MTS. ANTIDERRAPANTE CON PISTA ANCHA de 650 mm. |
| Lugares | 1/ 2 |
| Espacio Requerido | ANCHO 2.75 PROFUNDIDAD 4.80 MTS, 2.50 EJE FRONTAL, 2.58 EJE LONGITUDINAL ALTURA MINIMA DE 3.53 MTS. |
| Sistema de Control | MANUAL ELECTRICO/ VÁLVULA MANUAL DESFOGUE |
| Tipo de Maquina | MOTOBOMBA HIDRÁULICA 2HP. MODELO AC-M-4509C |
| Seguridad 1 | ANTIÁCIDA POR FLUIDO MECANICO CON TRABAMIENTO AUTOMATICO |
| Alimentación | 220 VAC EN DOS HILOS O 120 VAC 60 HZ CIRCUITO PARALELO |

TIENE UN PRECIO UNITARIO DE: **\$ 4'150.00 USD + IVA**

El precio aquí marcado no incluye el costo de fianzas, seguro o similares, por lo tanto si son requeridos; estos serán por cuenta del propietario.

FORMA DE PAGO:

Primer pago: 60% a la firma del contrato.

Segundo pago: 20% a los 30 días de la firma del contrato

Tercer pago: 10% al aviso de llegada de materiales a la obra.

Cuarto pago: 10% a la entrega

Tiempo de Entrega: 4 Semanas

(Garantía: 12 meses y mantenimiento gratuito de 3 meses.)

NOTA: El cliente realizará la obra civil necesaria y la instalación eléctrica bajo las especificaciones que son proporcionados en esta cotización, como son bases de concreto, pisos, dados estabilizadores, contando con muros adyacentes, etc.

Sin otro particular y en espera de sus comentarios, le saludamos esperando vernos favorecidos, nos ponemos a sus órdenes para cualquier aclaración relativa al contenido de la presente.

ATENTAMENTE:

ARQ. NORBERTO NIETO J.
EJECUTIVO DE VENTAS.

Christian Monrroy:

Agradeciendo de antemano su atención, ofrecemos nuestro presupuesto por el suministro e instalación de **Una** plataforma ELEVACOHES de fabricación nacional, de acuerdo a su solicitud y en función de las siguientes:

CARACTERISTICAS TECNICAS

| | |
|----------------------------|--|
| Descripción: | PLATAFORMA ELEVACOHES |
| Cantidad: | 1 (Una) |
| Velocidad: | 0.18 Metros por segundo. |
| Recorrido: | 1.90 metros aproximadamente |
| Capacidad: | 1 Vehículo (2,500 kg) |
| Niveles de Servicio | 2 niveles |
| Potencia: | 3 H.P. |
| Sistema: | Hidráulico Pistón lateral y 4 cables de sustentación. |

- 1.- **Dimensiones de Cubo** de 3000 Mm. por fondo de 6600 Mm.
- 2.- **Dimensiones de Plataforma:** 2500 Mm. de frente por 6000 Mm. de fondo.
- 3.- **Seguridad:** guardas en la planta superior e inferior, tablero de control programable, seguros mecánicos, sensores para detectar si las guardas han sido abiertas se detenga la plataforma, 4 cables de sustentación, sistema de descenso manual para emergencia.
- 4.- **Fuerza Eléctrica:** 220 Volts, Trifásico.
- 5.- **Requisitos:**

- Seguir al pie de la letra los planos otorgados por nuestra empresa.
- Un firme de concreto armado con malla electro soldada de preferencia con profundidad 15m.
- Fosa de 50 Cm.
- Firme nivelado
- Plano del lugar o levantamiento

6.- **Tiempo de entrega:** Se entregara el equipo debidamente instalado y probado en vació y plena capacidad (siempre y cuando los voltajes sean los adecuados) en un periodo de 4 **(Cuatro) Meses** a partir de la firma de autorización de planos.

7.- **VENTAJAS DEL ELEVADOR HIDRAULICO:**

- Bajo consumo de energía eléctrica (sus motores son de pocos caballos y solo utilizan energía al subir).
- En caso de falla de energía, basta con accionar una llave de paso y el elevador descenderá suavemente, permitiendo sacar a los pasajeros.
- Mínimo mantenimiento correctivo (casi no se descomponen).

8.- **Garantía:** 1 Año en partes eléctricas, 2 años en partes mecánicas, 2 años en partes hidráulicas; queda excluido el maltrato al equipo, alzas o bajas de voltaje, daños por causas naturales o mayores, no dar el mantenimiento señalado en la póliza de garantía y confiar los mantenimientos o reparaciones a personal ajeno a nuestra empresa.

9.- **PRECIO:** Costo de **UNA** plataforma ELEVACOCHEs de fabricación nacional, de acuerdo a las especificaciones anteriores:

- **\$ 387,000 (Trescientos Ochenta y siete mil PESOS) más IVA.**

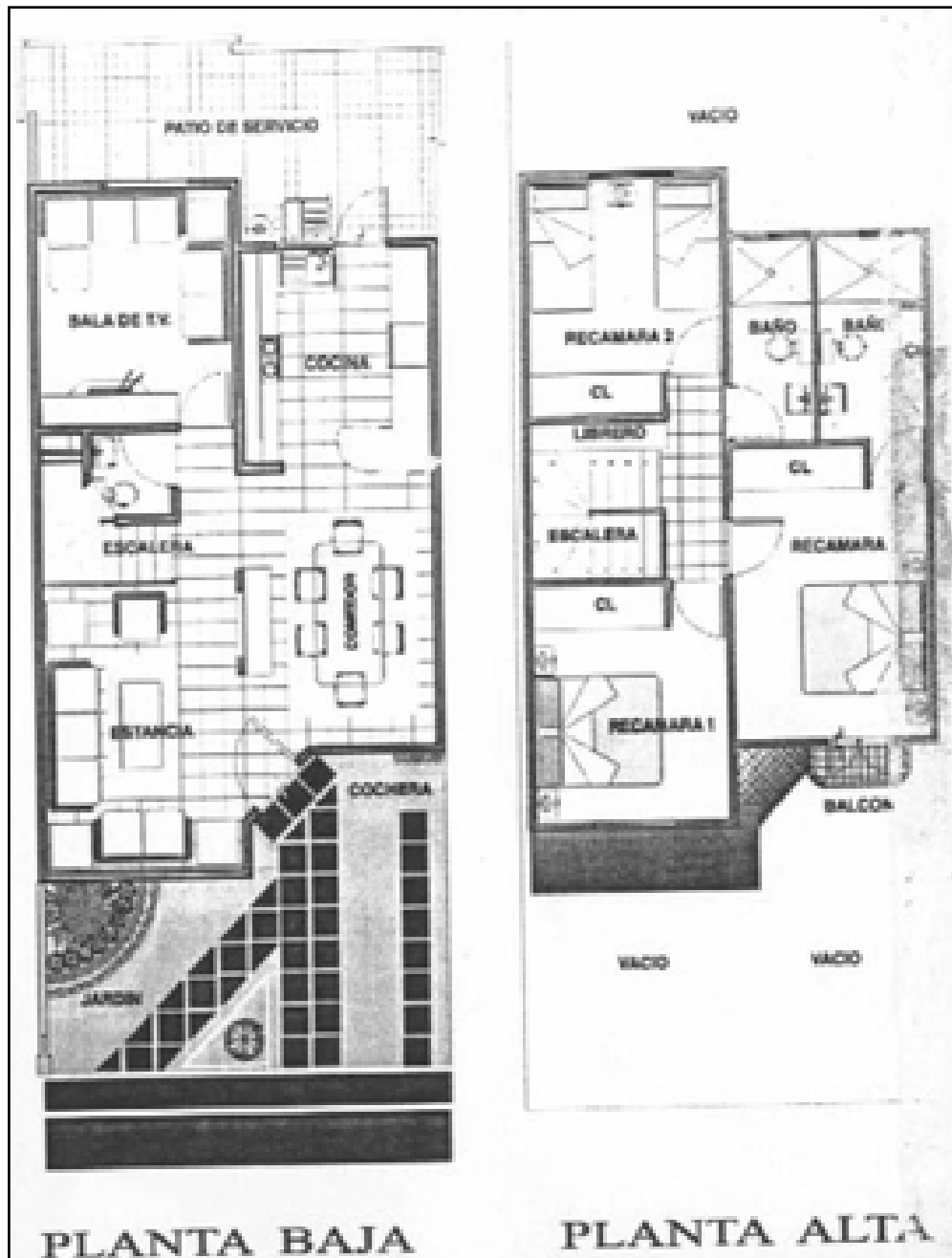
10.- **Mecánica de pago:** 50% de anticipo a la firma de contrato, 35% un mes posterior a la firma del contrato, 15% a la entrega del equipo en funcionamiento.

Agradeciendo la atención a la presente y confiando en su preferencia de nuestros productos, quedo de usted, pendiente a cualquier duda, comentario o aclaración.

Lic. Julio Martínez

Anexo J

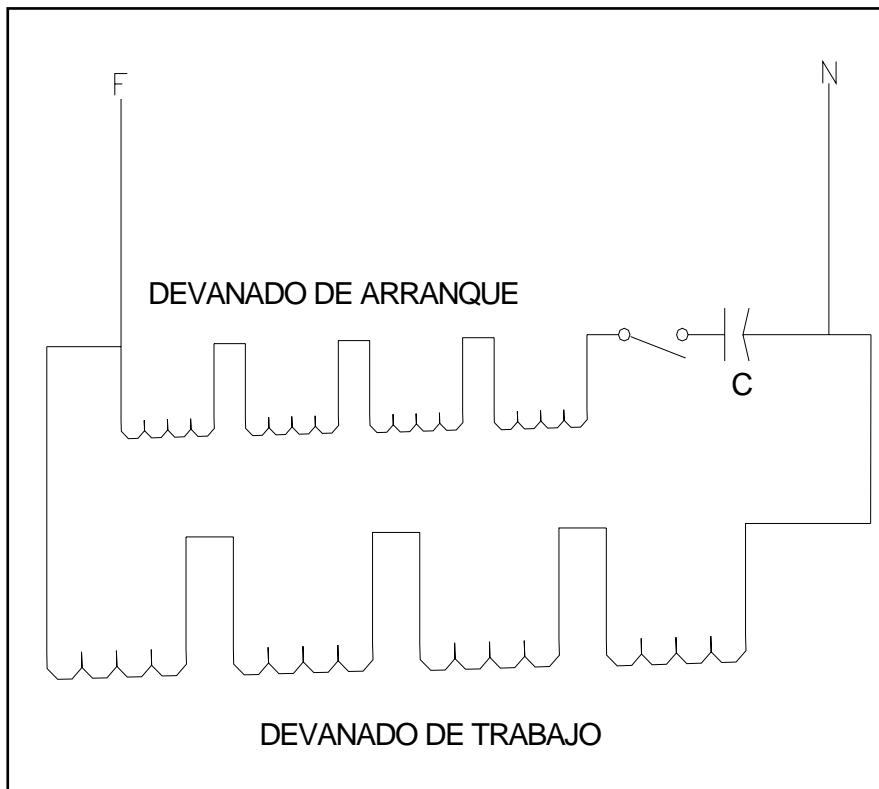
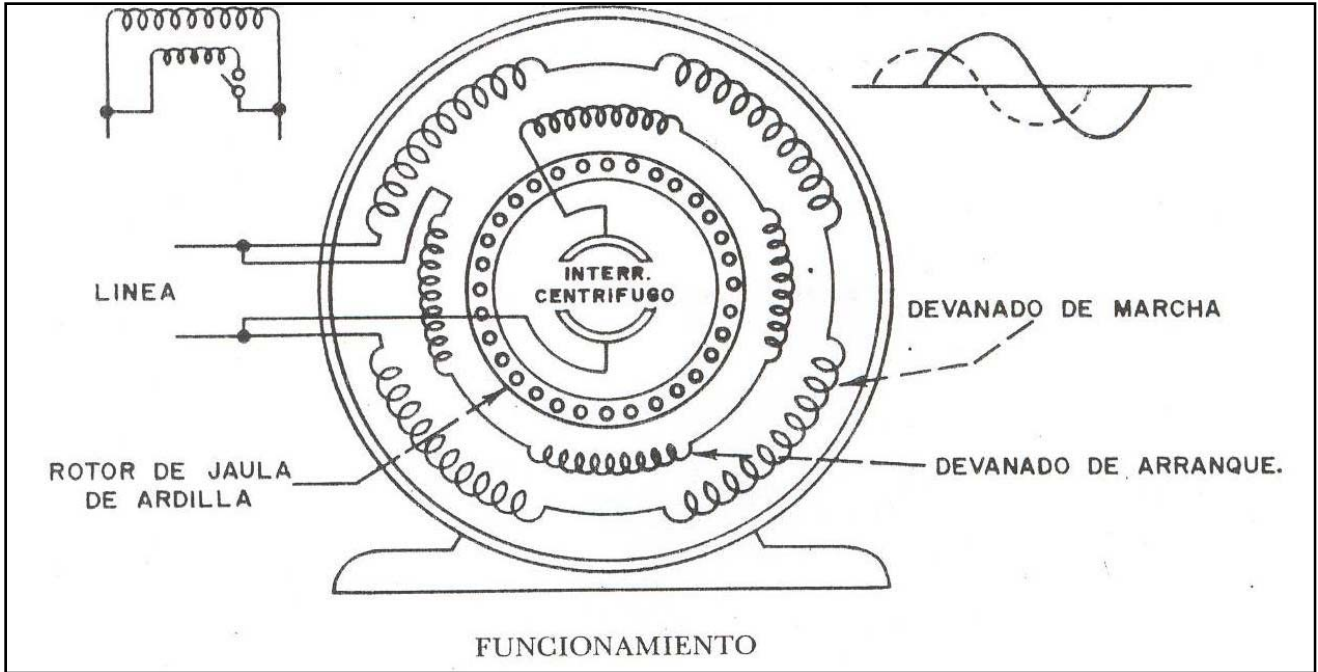
Prototipo Balcón = $102.89m^2$ construidos



Anexo K

| Motor tipo | Marca | Voltaje | Frecuencia | Potencia nominal | Polos | Velocidad (RPM) | Precio |
|-------------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------------|--------------|------------------------|---------------|
| Monofásico | Brook | 127 V | 60 Hz | .25 HP | 2 | 1500 | \$ 800.00 |
| Monofásico | Brook | 127V | 60 Hz | .50 - 1 HP | 2 | 1750 - 3600 | \$ 950.00 |
| Monofásico | Brook | 127 V | 60 Hz | 1.5 HP | 2 | 1500 - 3600 | \$ 1050.00 |
| Monofásico | Bonfiglioli | 127 V | 60 Hz | .25 HP | 2 | 1500 | \$ 700.00 |
| Monofásico | Bonfiglioli | 127 V | 60 Hz | .50 - 1 HP | 2 | 1500 - 3600 | \$ 785.00 |
| Monofásico | Bonfiglioli | 127 V | 60 Hz | 1.5 HP | 2 | 1750 - 3600 | \$ 950.00 |
| Monofásico | ATV Sever | 127 V | 60 Hz | 1 - 1.5 HP | 2 | 1500-3000 | \$700.00 |
| Monofásico | UniElectric | 127V | 60 Hz | .50 - 1 HP | 2 | 1500 - 3600 | \$ 845.00 |
| Monofásico | UniElectric | 127 V | 60 Hz | 1.5 HP | 2 | 3600 | \$ 1000.00 |

Anexo L



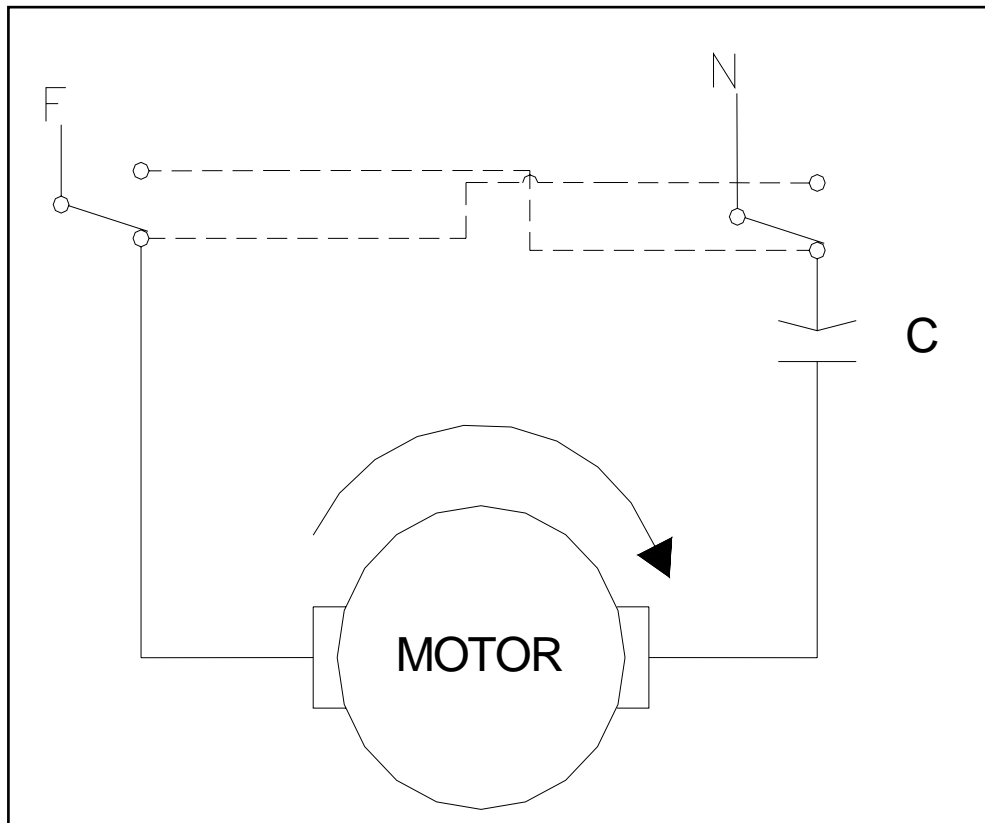


Diagrama: giro del motor con dirección a las manecillas del reloj.

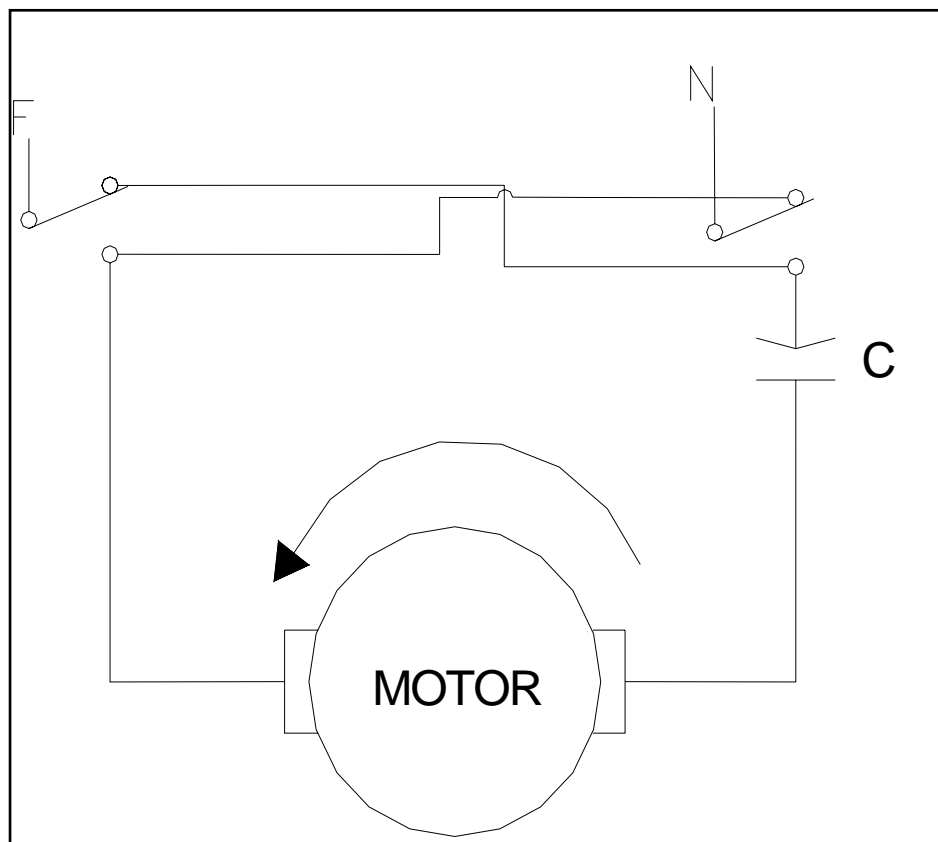


Diagrama: giro del motor con dirección inversa a las manecillas del reloj.

Anexo M

| PRIMA VACACIONAL | | |
|-------------------------|--------|----------|
| \$800.00 | 25% | \$200.00 |
| \$0.55 | \$5.48 | |

| AGUINALDO | | |
|------------------|-------------|----------|
| \$800.00 | \$12,000.00 | \$32.88 |
| | | \$328.77 |

| APORTACIONES POR SALARIO | | |
|---------------------------------|-----|----------|
| \$800.00 | 25% | \$200.00 |

ANEXO N

Cálculos profundidad de soldadura.

La velocidad a la cual se funde el metal depende de la energía.

$$M = k_1 I^2 \quad (1)$$

k_1 = valores promedio para la capacidad calórica del metal, resistencia y pérdida térmica.

I = corriente.

Velocidad a la cual se funde el metal.

$$M = \delta AV \quad (2)$$

A = Sección transversal vertical del reborde o cordón mm^2 .

V = Velocidad de avance mm/min.

δ = Densidad en kg/mm^3 .

La cantidad de penetración depende del área transversal A del reborde, la corriente y el voltaje.

$$P = \sqrt[3]{\frac{k_3 I^4}{E^2 V}} \quad (3)$$

E = voltaje de arco. $E = 20 + 1.2h$ en mm.

$$k_3 = 0.033$$

$$I = 85 \text{ a } 350$$

$$V = 152 \text{ a } 457 \text{ mm/min.}$$

$$E = 23 \text{ a } 5.6 \text{ mm}$$

$$d = 3.2 \text{ a } 5.6 \text{ mm.}$$

Sustituyendo valores en fórmula 1.

$$P = \sqrt[3]{\frac{(0.033)(85A)^4}{(23V)^2 (152 \text{ mm/min})}} = \sqrt[3]{\frac{1722620.625}{80408}} = \sqrt[3]{21.4234}$$

$$P = 2.78 \text{ mm}$$

$$P = \sqrt[3]{\frac{(0.033)(350A)^4}{(25V)^2 (457 \text{ mm/min})}} = \sqrt[3]{\frac{495206250}{285625}} = \sqrt[3]{1733.76}$$

$$P = 12.01 \text{ mm.}$$

Se tendrá un rango de penetración de entre 2.78mm y 12.01mm.