

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERIA MECÁNICA, ELECTROMECAÁNICA  
MECATRÓNICA Y AUTOMOTRIZ**



**PROYECTO DE GRADO**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ARCHIVOS CON  
ESTANTERÍAS MÓVILES**

**AUTOR: JORGE ERNESTO CAMACHO GUZMÁN**

**ASESOR: ING. EDGAR TAPIA TERRAZAS**

**La Paz – Bolivia**

**2019**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

## Dedicatoria

*A mis queridos padres, quienes hicieron que todo esto fuera posible.*

*A mis amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de mi vida.*

## Agradecimiento

*Nuestra eterna gratitud a Dios y a nuestros padres; por habernos dado la vida y guiarnos por el camino del bien. Por su infinito sacrificio, paciencia, ejemplo y amor que siempre lo llevare presente y que nos motiva a mejorar cada día.*

*Gracias por enseñarme a disfrutar de nuestros éxitos y aprender de nuestros fracasos.*

*A mi hermana, de quien tuve su apoyo en todo momento y deseos de continuar hasta la finalización de la carrera.*

*Pensamiento*

*"La felicidad consiste en poner de acuerdo tus pensamientos, tus palabras y tus hechos".*

*Mahatma Ghandi*

## Resumen

Mediante la implementación de estanterías con un mecanismo de desplazamiento impulsado por motor, se busca optimizar el espacio de utilización para archivos, aumentando la capacidad de archivos al doble de la capacidad en comparación a las estanterías convencionales.

Capítulo I está abocado al desglose teórico doctrinal, donde se desarrolla todo el fundamento teórico, que orienta y da base para el desarrollo del proyecto.

Capítulo II se refiere al diseño de la máquina en su totalidad, realizando un análisis cinemático, dinámico y estático, también se detalla la selección de elementos y dispositivos para poder construir la máquina, considerando las características que deben reunir, en lo referente a materiales y dimensiones.

Capítulo III presenta un resumen referente a la fabricación de la maquinaria incluyendo los tiempos de manufactura y el proceso de montaje.

Capítulo IV engloba los resultados de costos obtenidos, para obtener el precio de venta de la máquina.

Capítulo V se presentan las evaluaciones técnicas y económicas, comparando con un equipo presente en el mercado. También se elaboran las conclusiones y recomendaciones, que se deben tener en cuenta para la correcta implementación del sistema.

## Contenido

1	Aspectos Generales .....	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Planteamiento del problema.....	1
1.3	Objetivos .....	2
1.3.1	Objetivo General.....	2
1.3.2	Objetivos específicos.....	2
1.4	Justificación.....	2
1.5	Fundamento teórico .....	4
1.5.1	Unidad de carga .....	4
1.5.2	Factores del producto a almacenarse.....	5
1.5.3	Archivadores de palanca .....	7
1.5.4	Tamaño de papel.....	8
1.5.5	Peso del papel.....	9
1.6	Alternativas de solución .....	10
1.6.1	Estanterías convencionales.....	10
1.6.2	Estanterías dinámicas .....	11
1.6.3	Estanterías Compactas .....	13
1.6.4	Estanterías móviles .....	14
1.7	Elección de la alternativa de diseño .....	15
2	Ingeniería del proyecto.....	17
2.1	Parámetros de diseño .....	17
2.1.1	Parámetros principales .....	17
2.1.2	Parámetros secundarios.....	17
2.2	Sistemas y subsistemas.....	17

2.2.1	Estructura .....	18
2.2.2	Sistema de rodado.....	20
2.2.3	Sistema de tracción .....	21
2.2.4	Sistema de control .....	22
2.3	Cálculos previos al diseño.....	26
2.3.1	Cálculo estático .....	26
2.3.2	Cálculo cinemático.....	29
2.3.3	Cálculo dinámico .....	30
2.4	Diseño de elementos.....	31
2.4.1	Estructura .....	31
2.4.2	Sistema de rodado.....	37
2.4.3	Sistema de tracción .....	44
2.4.4	Sistema de control .....	46
2.5	Elementos especificados.....	49
2.5.1	Especificación del motor .....	49
2.5.2	Rodamientos.....	50
2.5.3	Especificación del sistema de control .....	51
2.6	Resumen de Memoria de Calculo .....	54
2.7	Balance de materiales.....	56
2.8	Planos de conjunto y detalle .....	57
3	Manufactura .....	58
3.1	Proceso de Fabricación.....	58
3.1.1	Tiempos de manufactura .....	58
3.1.2	Velocidad de Corte .....	59
3.1.3	Tiempo de soldadura .....	60
3.1.4	Tiempo principal de amolado.....	61

3.1.5	Tiempo principal de taladrado.....	61
3.1.6	Tiempo principal de torneado .....	62
3.1.7	Tiempo principal por refrentado en torno.....	63
3.1.8	Tiempo principal de fresado .....	63
3.1.9	Tiempo principal de corte por oxiacetileno .....	64
3.2	Proceso de Montaje .....	65
3.2.1	Montaje Base móvil .....	65
3.2.2	Montaje de puntales .....	67
3.2.3	Montaje de estantería .....	69
3.2.4	Montaje de bandejas .....	71
3.3	Operación y Mantenimiento .....	73
3.3.1	Descripción del sistema.....	73
3.3.2	Pasos a seguir para el funcionamiento de la máquina .....	73
3.3.3	Mantenimiento .....	74
4	Costos.....	75
4.1	Costo de materiales .....	75
4.2	Costo de elementos especificados.....	76
4.3	Costo de maquinaria y equipo.....	77
4.4	Costo de mano de obra.....	78
4.5	Costos de montaje .....	78
4.6	Total de Costos .....	79
4.7	Precio.....	80
5	Evaluación.....	81
5.1	Evaluación técnica .....	81
5.2	Evaluación económica .....	82
5.3	Conclusiones.....	83

5.4	Recomendaciones.....	84
-----	----------------------	----

## Índice de Tablas

Tabla 1: Bancos a nivel nacional.....	3
Tabla 2: Formatos de hojas ISO 216/ DIN476.....	8
Tabla 3: Tamaños de papel EE.UU.....	9
Tabla 4: Memoria de cálculo - Sistema de Almacenamiento.....	54
Tabla 5: Balance de materiales - Sistema de Almacenamiento .....	56
Tabla 6: Listado de planos .....	57
Tabla 7: Tipos de Maquinado.....	60
Tabla 8: Mantenimiento.....	74
Tabla 9: Costo de Materiales.....	75
Tabla 10: Costo de insumos.....	75
Tabla 11: Costo de elementos especificados.....	76
Tabla 12: Costo de maquinaria y equipo.....	77
Tabla 13: Costo de mano de obra .....	78
Tabla 14: Costos de montaje.....	79
Tabla 15: Costos totales.....	80
Tabla 16: Precio .....	80
Tabla 17: Evaluación técnica.....	82
Tabla 18. Evaluación económica.....	83

## Índice de Figuras

Figura 1: Relación Volumen/Peso .....	6
Figura 2 Relación valor/peso.....	7
Figura 3: Archiveros de palanca.....	8
Figura 4: Estantería convencional .....	10
Figura 5: Estantería dinámica.....	12
Figura 6: Estantería compacta .....	13
Figura 7: Estantería móvil.....	15
Figura 8: Puntales de estantes .....	18
Figura 9: Formas típicas de bastidores .....	19
Figura 10: Largueros de un estante .....	19
Figura 11 Riel horizontal .....	20
Figura 12: Base de rodado.....	20
Figura 13: Motorreductor .....	21
Figura 14: Contactor.....	22
Figura 15: Pulsadores .....	23
Figura 16: Finales de carrera .....	24
Figura 17: Disyuntor termomagnético .....	24
Figura 18: Relé térmico .....	26
Figura 19: Estructura de la estantería .....	31
Figura 20: DCL entrepaño central inferior .....	32
Figura 21: Diagrama sección 1.....	33
Figura 22: Diagrama sección 2.....	33
Figura 23: Diagrama de fuerza cortante larguero.....	34
Figura 24: Diagrama de momento flector .....	35
Figura 25: Diagrama de fuerza cortante base rodado .....	38

Figura 26: Diagrama de momento flector base rodado .....	38
Figura 27: Diagrama de fuerza cortante en el eje .....	40
Figura 28: Diagrama de momento flector del eje.....	40
Figura 29: Dimensiones rueda .....	44
Figura 30: Circuito de potencia.....	47
Figura 31: Circuito de mando .....	48
Figura 32: Ficha técnica motor .....	49
Figura 33: Estantería móvil industria argentina .....	81

## Aspectos Generales

### 1.1 Introducción

Comúnmente suelen implementarse en todo tipo de empresas, bancos, hospitales, e instituciones; sistemas de archivos a través del uso de estanterías. La utilidad que tienen estos sistemas de archivos es proporcional a su capacidad de almacenamiento.

Sin embargo, el problema en común de todos los sistemas de archivos es que, al requerirse mayor capacidad de almacenamiento, también aumenta significativamente el espacio de instalación de los estantes.

Como una solución a este problema se plantea el uso de un sistema de archivos que cuenta con estanterías móviles, las cuales optimizan el espacio utilizado dejando solo un espacio vacío para utilizarse como corredor de ingreso a las estanterías.

### 1.2 Planteamiento del problema

El almacenamiento de archivos conlleva para muchos bancos e instituciones un problema de espacio, ya que necesitan conservar documentos archivados durante un largo periodo tiempo, que al acumularse llegan a ocupar un volumen grande y dejan de ser efectivos los convencionales de almacenamiento de archivos.

Por lo cual se formula la siguiente pregunta para la elaboración del presente proyecto.

¿Es posible resolver el problema de falta de espacio en las instituciones bancarias debido al gran volumen de almacenamiento de archivos optimizando el uso del espacio disponible, permitiendo la conservación de los archivos por un prolongado periodo de tiempo?

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema de almacenamiento móvil para optimizar el espacio utilizado de almacenamiento de archivos.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diseñar el sistema de rodado para permitir la movilidad del sistema.
- Calcular la potencia del motor necesaria para mover las estanterías.
- Diseñar el sistema de control para implementarlo en las estanterías móviles.
- Dibujar los planos de conjunto y detalle para la correcta descripción de la estructura.
- Elaborar las hojas de proceso necesarias para cubrir el proceso de manufactura.
- Detallar el proceso de montaje necesario para el sistema de almacenamiento.
- Elaborar el manual de operación y mantenimiento del sistema para su correcta conservación.
- Realizar la cotización completa para determinar el precio final de la estantería.
- Realizar una evaluación técnica y económica del sistema de almacenamiento de archivos, para determinar su factibilidad de uso frente a otros fabricantes.

### **1.4 Justificación**

A nivel nacional existen muchas instituciones que requieren de un gran volumen de almacenamiento de archivos debido a que necesitan guardar estos archivos por periodos largos de tiempo. Un claro ejemplo son los bancos, ya que todo su sistema de verificación para sus clientes se basa en la firma de documentos que necesitan archivarse por periodos aproximados de:

- 2 años: recibos del pago de un seguro de daños, como el seguro del automóvil o el del hogar. Si es un seguro de vida, se conserva los recibos mientras dure el seguro.
- 4 años: los recibos del pago de los impuestos de vehículos.

- 5 años: los recibos de los suministros (agua, electricidad, gas o teléfono), y los del pago del alquiler.
- 15 años: los recibos del pago de un préstamo personal y de las tarjetas de crédito.
- 20 años: los recibos de pago de la hipoteca.

Al mismo tiempo podemos mencionar la cantidad de entidades bancarias que existen en Bolivia citadas en la tabla 1.

**Tabla 1: Bancos a nivel nacional**

Bancos	Número de agencias nivel nacional
Banco Mercantil Santa Cruz	69
Banco Fie	120
Banco Unión	198
Banco Nacional de Bolivia	105
Prodem	104
Banco Bisa	58
Banco Los Andes Procredit	69
Banco Sol	170
FASSIL	70
Banco Económico	38

**Fuente: Elaboración propia**

## 1.5 Fundamento teórico<sup>1</sup>

### 1.5.1 Unidad de carga

Se define unidad de carga como:

“Conjunto de productos de pequeñas dimensiones que deben ser agrupados con el fin de facilitar su manejo”

La selección y definición de la Unidad de Carga más adecuada tiene una más que evidente relación con los costes logísticos generales de una empresa.

La propia definición de Unidad de Carga implica que su objetivo fundamental es reducir los costes asociados a la manipulación. Asimismo que la Unidad de Carga sea única y homogénea permitirá simplificar los sistemas de almacenamiento y por tanto maximizar el espacio utilizado.

#### a) Características físicas de la unidad de carga

Dos son las características más importantes a considerar en el diseño de una Unidad de Carga: la Resistencia y la Estabilidad.

##### ➤ Resistencia

La Resistencia (la capacidad de soportar su peso o el de otras unidades de carga) influye en el almacenamiento. Si es posible apilar la Unidad de Carga en ocasiones no es necesario utilizar equipos de almacén. Si la propia mercancía no es suficientemente resistente existen elementos auxiliares (las cajas-paleta, las paletas con pilares...etc.) que pueden dotar a la unidad de carga de esa característica.

##### ➤ Estabilidad

La estabilidad es un factor importante en el movimiento de los productos. Tres son los medios básicos para conseguir una buena estabilidad:

---

<sup>1</sup>Departamento de Organización de empresas E.F y C. Tema 7. Almacenes. Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos

- Correcta configuración de la unidad de carga
- Retractilado
- Flejado

La correcta configuración de la unidad de carga permitirá que esta sea intrínsecamente estable.

El retractor consiste en envolver mediante películas de plástico que abrazan la mayor parte de la superficie de las cargas de forma regular, permitiendo un ajuste perfecto de la película. El retractor protege la unidad de carga además contra roturas, contra inclemencias del tiempo y contra los sistemas de extinción de incendios. Como desventaja tenemos que incorporar dos operaciones (retractar y quitar el retractor) al proceso de generación de la unidad de carga.

El flejado es el sistema más simple, consiste en colocar cinchas o bandas de goma, de Nylon, o de otros materiales, con resistencia a la cizalladura, pero con un cierto grado de elasticidad.

### **1.5.2 Factores del producto a almacenarse**

Uno de los principales factores a considerar cuando se definen flujos industriales es el producto en sí mismo. El producto se percibe como una amalgama de su naturaleza física, su precio, su embalaje y el modo en que se sirve.

Las características físicas de un producto, cualquier requerimiento específico del embalaje y el tipo de unidad de carga, son factores muy importantes al intentar minimizar los costes totales para niveles de servicio dado.

Ciertas características de los productos tienen un impacto directo en el diseño y operación de un sistema de distribución. Este impacto puede afectar tanto al coste como a la propia estructura del producto.

Estas características son fundamentalmente:

- El ratio volumen/peso

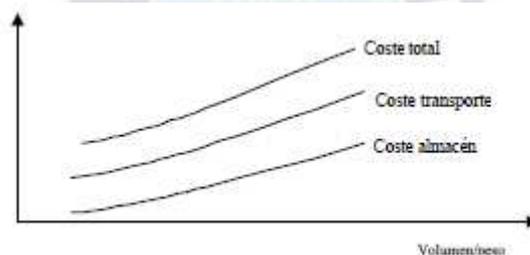
- El ratio valor/peso
- Grado de Sustitución

### a) Relación volumen/peso

La densidad de un producto tiene una gran implicación en los costes logísticos totales.

Una densidad elevada (libros, metales) generalmente implica un uso eficiente de los elementos de transporte y almacén. Este tipo de productos tiende a utilizar toda la capacidad, tanto volumétrica como de peso, de los sistemas de transporte.

**Figura 1: Relación Volumen/Peso**

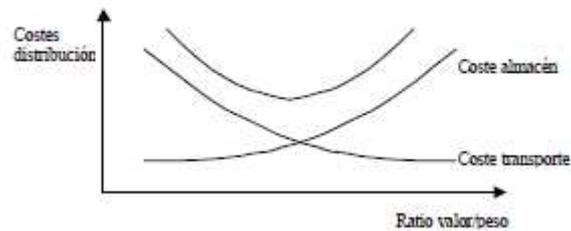


Fuente: Departamento de Organización de empresas E.F y C. Tema 7. Almacenes.

### b) Relación valor/peso

Los productos con alto valor tienen una mayor capacidad de absorber los costes de distribución, y al revés el bajo valor de un determinado producto hace que los costes de distribución sean muy relevantes. Esto implica generalmente que los productos de alto valor se produzcan de modo centralizado y los de bajo valor se produzcan de modo descentralizado.

Es interesante analizar el efecto de los costes frente al ratio valor/peso como se muestra en la figura 2. Productos con un ratio valor/peso bajo (arena por ejemplo) tienen unos costes relativos de transporte elevados frente al transporte de productos con ratio valor/peso alto (como por ejemplo ordenadores) A la inversa actúan los costes de almacén, dado que el almacenamiento de productos baratos es barato.

**Figura 2 Relación valor/peso**

Fuente: Departamento de Organización de empresas E.F y C. Tema 7.

### Almacenes.

#### c) Grado de Sustitución

El grado en que un producto puede ser sustituido por otro puede afectar también a la selección del sistema de distribución. Productos como los alimentos básicos de sustitución elevada (si no hay una marca de arroz compra otra) obligan a tener grandes cantidades de stock (almacén caro) o sistemas de distribución muy eficientes (transporte caro).

#### 1.5.3 Archivadores de palanca

También denominados archivadores AZ son los archivadores de uso más conveniente, ya que permite ordenar un volumen considerable de documentos en un archivador robusto, que evita cualquier riesgo de malograr los archivos en su interior además de contar con anillas que permiten buscar una hoja específica del documento y retirarla sin necesidad de retirar el todas las páginas que anteceden . En la figura 3 se detallan las dimensiones más utilizadas de este tipo de archivadores.

Figura 3: Archiveros de palanca



Fuente: <https://megustalapaperia.files.wordpress.com/2012/12/archivadores-az-palanca.png>

### 1.5.4 Tamaño de papel.

En la tabla 2 se indican las dimensiones de hojas utilizadas en Europa y gran parte del resto del mundo correspondiente a la norma ISO 216.

Tabla 2: Formatos de hojas ISO 216/ DIN476

Formato	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
mm × mm	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210	105 × 148	74 × 105	52 × 74	37 × 52	26 × 37
Formato	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
mm × mm	1000 × 1414	707 × 1000	500 × 707	353 × 500	250 × 353	176 × 250	125 × 176	88 × 125	62 × 88	44 × 62	31 × 44
Formato	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
mm × mm	917 × 1297	648 × 917	458 × 648	324 × 458	229 × 324	162 × 229	114 × 162	81 × 114	57 × 81	40 × 57	28 × 40

Fuente: <https://blog.imprentaonline24.es/tamano-de-papel/>

El tamaño de papel en América del Norte, incluyendo los EE.UU., Canadá y partes de México, es la única área del primer mundo que no utiliza la norma ISO 216 tamaños de papel estándar, sino que usan Carta, Legal, Ejecutivo y Contabilidad / tamaños de papel tabloide y los que se han formalizado en ASME y 14.1M.

La tabla 3 muestra los tamaños en milímetros y pulgadas de los tamaños de papel de uso común de América del Norte.

Tabla 3: Tamaños de papel EE.UU.

Tamaño	Ancho x Alto (mm)	Ancho x Alto (pulg)	Relación de aspecto
Estamento/Media Carta	140 x 216 mm	5,5 x 8,5 pulg	1:1,5
Carta	216 x 279 mm	8,5 x 11,0 pulg	1:1,3
Oficio/Legal	216 x 330 mm	8,5 x 13,0 pulg	1:1,5
Junior Legal	127 x 203 mm	5,0 x 8,0 pulg	1:1,6
Ledger/Tabloide	279 x 432 mm	11,0 x 17,0 pulg	1:1,5

Fuente <http://www.tamanosdepapel.com/us-papel-tamanos.htm>

### 1.5.5 Peso del papel<sup>2</sup>

El peso de papel en países que usan tamaños de papel de ISO es definido por el Empapelar 536 de ISO y Bordo - la Determinación de Grammage. Este

<sup>2</sup> <http://www.tamanosdepapel.com/pesos-de-papel.htm>

estándar define grammage como gramos por metro cuadrado ( $\text{g/m}^2$ ) así el peso de una hoja sola de papel de A0 define el grammage de aquel tipo de papel cuando el tamaño de A0 es definido por la ISO 216 como tener un área de 1 metro cuadrado. Una hoja A0 de 80 ( $\text{g/m}^2$ ) el papel pesará 80 gramos, una hoja A0 de 100  $\text{g/m}^2$  el papel pesará 100 gramos etc.

El papel que es usado en oficinas está por lo general entre 70 ( $\text{g/m}^2$ ) y 80 ( $\text{g/m}^2$ ), con 75( $\text{g/m}^2$ ) ser el peso el más comúnmente encontrado. Algunos contables y los abogados usan el papel más pesado en los límites de 90( $\text{g/m}^2$ ) a 120( $\text{g/m}^2$ ) para correspondencia formal. Sobre los 120( $\text{g/m}^2$ ) vienen varios grosores de tarjetas con 160( $\text{g/m}^2$ ) y 200( $\text{g/m}^2$ ). Variedades de periódico entre 45( $\text{g/m}^2$ ) y 50( $\text{g/m}^2$ ).

## 1.6 Alternativas de solución

### 1.6.1 Estanterías convencionales

Este es el sistema de almacenaje por excelencia. Utilizan como soporte de la unidad de carga, la paleta. Éste puede tener diferentes dimensiones y serán estas las que determinará la estructura de las estanterías a utilizar.

Es la solución más simple y más utilizada que ofrece acceso directo a todas las paletas. Como muestra la figura 4. La altura del nivel de carga está simplemente limitada por las dimensiones del edificio y del equipo de manutención utilizado.

Figura 4: Estantería convencional



Fuente: <http://exhib-it.com.mx/wp-content/uploads/2015/07/ANGULO-RANURADO-1.jpg>

#### **a) Ventajas**

- Permite un acceso directo a cada unidad
- Cada mercancía puede tener su lugar, lo que facilita su control.
- Capacidad de adaptarse a todo tipo de cargas, tanto en peso como en volumen
- No exige que la carga sea apilable
- Permite alcanzar grandes alturas y por tanto mejorar el uso del volumen

#### **b) Desventajas**

- Si la ubicación de mercancías no es caótica el sistema estará siempre vacío
- Los recogedores de pedidos recorren grandes distancias para completar pedidos
- La mayor parte de la superficie se dedica a pasillos con lo que es poco eficiente

#### **c) Uso recomendado**

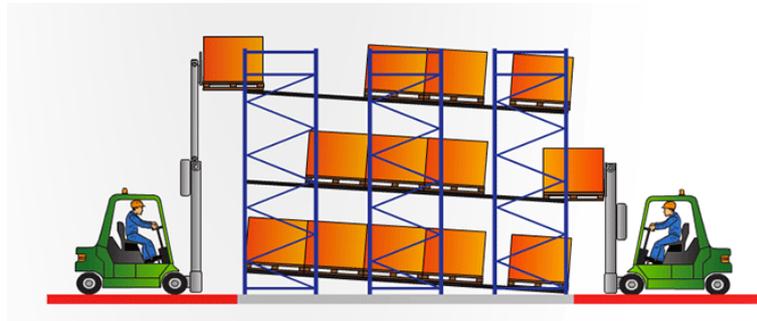
Cargas unitarias paletizadas, con poca cantidad de paletas de cada referencia y relativamente pocos accesos a los productos.

#### **1.6.2 Estanterías dinámicas**

Al igual que al sistema compacto busca aumentar el uso del espacio. Sin embargo las estanterías Dinámicas permiten garantizar el flujo FIFO (primero en entrar, primero en salir por sus siglas en ingles) de los productos.

Es también un sistema de los que se conoce como de producto-a-operador por lo que es muy útil para facilitar la realización de pedidos.

Las paletas o las cajas se almacenan sobre rodillos o roldanas en una estructura metálica de gran densidad. Las cargas se deslizan desde el punto de entrada al de salida como se esquematiza en la figura 5.

**Figura 5: Estantería dinámica**

Fuente: <http://estanteriasindustriales.com/wp-content/uploads/2017/02/estanterias-dinamicas-ocasion.png>

**a) Ventajas**

- Mayor aprovechamiento del espacio, pues sólo requiere del espacio de carga y del de descarga.
- Garantiza el flujo de la producción estricto.
- El tiempo de preparación de pedidos es sustancialmente menor puesto que reduce el espacio recorrido.
- Una correcta ubicación del almacén permite que se reduzcan al mínimo los tiempos de descarga de camiones, y en general de reposición.
- Control total de stock. Las órdenes de reaprovisionamiento se pueden automatizar sin más que instalar sensores en el sistema.
- Separa los pasillos de reposición de los pasillos de extracción disminuyendo la congestión.
- Puede considerar gran cantidad de productos diferentes.

**b) Desventajas**

- Al tener elementos móviles es un sistema caro. Además tiene una mayor “densidad” de material.
- Riesgo de aplastamiento de cargas.
- Cuenta con un volumen disponible elevado, pero éste no será generalmente necesario para todas las cargas.

### c) Uso recomendado

Productos homogéneos, de los que se va a tener una cantidad limitada de cargas, de alta rotación y exigencias del flujo FIFO.

Se utilizan también, en almacenamiento de cajas, como sistema para facilitar la recogida de pedidos.

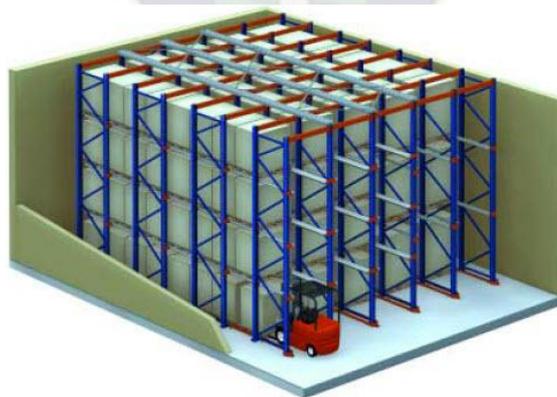
Otra utilidad extendida es la de sistemas de alimentación a líneas de montaje.

### 1.6.3 Estanterías Compactas

En la búsqueda de aumentar el aprovechamiento del volumen disponible se diseñan los sistemas compactos. Estos son Sistemas de Carretillas que permiten el paso a su través de carretillas convencionales.

Como se esquematiza en la figura 6, se trata de una estantería de grandes dimensiones donde las cargas no se apoyan sobre los estantes sino sobre los largueros. De este modo las carretillas pueden entrar o atravesarlas. En el primer caso únicamente necesita un pasillo operativo, mientras que en el segundo necesitan dos.

Figura 6: Estantería compacta



Fuente:

<https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/dimension=210x1024:format=jpg/path/s075f076504dfea8d/image/i7c911b359ad05408/version/1432209277/image.jpg>

#### a) Ventajas

- Mayor aprovechamiento de la superficie

- Mayor aprovechamiento del volumen
- Estructura barata de construir
- Costes generales asociados bajos

**b) Desventajas**

- No permite flujo FIFO
- Requiere de equipamiento de manutención especial
- Limitación en las posibilidades de clasificación
- Baja flexibilidad
- Hay peligro de daños en las cargas

**c) Uso recomendado**

Productos homogéneos, con Unidades de Carga duraderas, sin problemas de flujo, y para cantidades superiores a las 12 paletas por referencia.

**1.6.4 Estanterías móviles**

Las estanterías móviles son iguales que las estanterías convencionales, pero en lugar de tener la estructura anclada en el suelo, ésta reposa sobre unos raíles. De este modo las estanterías se pueden desplazar, para unir las o separarlas, generando en cada instante el pasillo requerido para acceder a la posición.

Con este sistema se reduce al mínimo la necesidad de pasillos, y por tanto de volumen desaprovechando, al mismo tiempo que se permite un acceso individual a cada referencia. Como se muestra en la figura 7.

**Figura 7: Estantería móvil**

Fuente: [http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/9332-7588567.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/9332-7588567.jpg)

**a) Ventajas**

- Reduce al mínimo el área destinada a pasillos.
- Permite el acceso individual a cada referencia.

**b) Desventajas**

- Coste elevado
- Sólo se pueden obtener bajos niveles de salidas y entradas
- Sólo podemos acceder a un pasillo cada vez

**c) Uso recomendado**

Productos relativamente ligeros de baja rotación con importantes limitaciones en la disponibilidad de superficie. Aunque existen sistemas móviles para almacenar paletas, es más habitual encontrarlos en el almacén de documentos o en tiendas con elevado número de referencias.

**1.7 Elección de la alternativa de diseño**

De las opciones explicadas anteriormente la elección óptima para realizar un sistema de almacenamiento de archivos es el sistema de estanterías móviles que, el cual a pesar de su mayor costo de instalación cuenta con la ventaja de mayor capacidad de almacenamiento, además del uso óptimo del espacio

disponible de almacén, permitiendo tanto una rotación y disposición de archivos específicos sin ningún inconveniente de reacomodo.



## Ingeniería del proyecto

### 2.1 Parámetros de diseño

El diseño del sistema de almacenamiento móvil, también conocido como archivos de alta densidad o archivos móviles, se basa en las dimensiones de la habitación disponible para la instalación (ancho y largo) y la velocidad de movimiento prefijada para los estantes.

#### 2.1.1 Parámetros principales

##### a) Dimensiones de la habitación

Tomando en cuenta las dimensiones de la habitación disponible para la instalación del sistema de almacenamiento móvil las cuales son:

- Altura: **2,30 [m]**
- Ancho: **5 [m]**
- Largo: **6 [m]**

##### b) Velocidad

La velocidad prefijada para este diseño es de **0,1m/s**

#### 2.1.2 Parámetros secundarios

##### a) Alimentación sistema eléctrico

Monofásico

Tensión: 220 [V]

Frecuencia: 50 [Hz]

### 2.2 Sistemas y subsistemas

El sistema de almacenamiento móvil se divide en cuatro subsistemas para facilitar su comprensión en cuanto al diseño efectuado y los cálculos realizados.

Los sistemas son:

- Estructura
- Sistema de Traslación
- Sistema de tracción
- Sistema de control

### 2.2.1 Estructura

Se encuentra compuesta por la parte que corresponde a los estantes donde se disponen todos los archivos para su almacenamiento.

#### a) Estanterías<sup>3</sup>

##### ➤ Puntales

Suelen ser componentes perfilados en frío, de chapa fina, con sección abierta y continuamente perforados, como se indica en la figura 8. Lo que los hace proclives a tener formas de pandeo de tipo distorsional y torsional.

**Figura 8: Puntales de estantes**



**Fuente: <https://mecaluxes.cdnwm.com/estanterias-paletizacion/estanterias-compactas-palets/img3.1.2.jpg>**

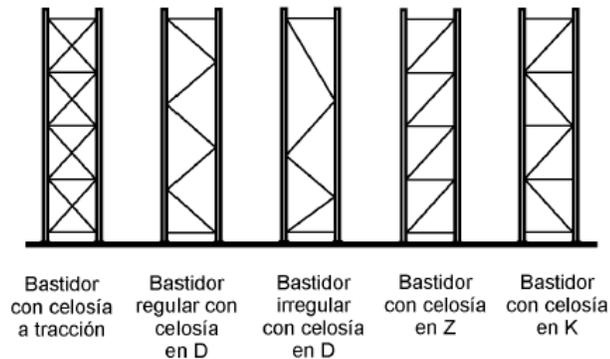
---

<sup>3</sup> Norma UNE EN 15512: 2009 página 14

### ➤ Bastidores

Elementos verticales compuestos por dos puntales unidos por diagonales y travesaños formando una celosía. En la figura 9 se pueden observar algunos tipos comunes de bastidores.

**Figura 9: Formas típicas de bastidores**

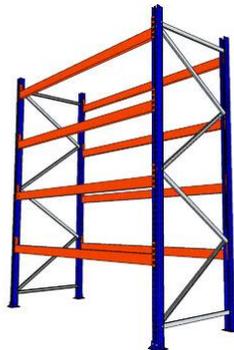


**Fuente: Norma UNE EN 15512:2009**

### ➤ Largueros

Elemento horizontal, de unión entre bastidores adyacentes y dispuestos en dirección horizontal paralelo al pasillo de trabajo, en la figura 10 se muestra largueros dispuestos en estante convencional.

**Figura 10: Largueros de un estante**



**Fuente:** <https://3dwarehouse.sketchup.com/warehouse/getpubliccontent?contentId=033e33f4-ef2a-461f-9255-e4ee74867737>

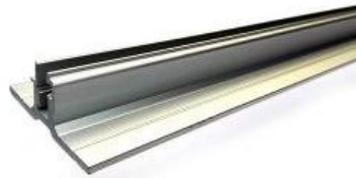
### 2.2.2 Sistema de rodado

Este sistema se encuentra formado por los rieles y las ruedas que permitirá el desplazamiento de las estanterías.

#### a) Rieles

Los rieles sirven como guías para el desplazamiento de la estructura. En la figura 11 se puede apreciar un riel horizontal con canal de guía.

Figura 11 Riel horizontal



Fuente: <http://i1.wp.com/www.storefix.cl/wp-content/uploads/2017/03/Riel-Horizontal-LT-2-300x300.jpg>

#### b) Base de rodado

Es la base que se coloca sobre los rieles, sobre la cual debe acoplarse la estantería. Una muestra de base se muestra en la figura 12.

Figura 12: Base de rodado



Fuente: <http://basesysoportes.com/images/modelos%20soportes/soporte-con-ruedas-rodachines-para-electrodomesticos.jpg>

### 2.2.3 Sistema de tracción

Se encuentra formado por el sistema de transmisión de potencia mecánica del motor.

#### a) Motorreductores

Los motorreductores, son motores que tienen acoplados un reductor de velocidad, lo que permite que su velocidad de salida se reduzca de la nominal del motor, un ejemplo de motorreductor se muestra en la figura 13. (Suele ser superior a las 1400 rpm) llegando a obtener velocidades de 6-72 rpm que son más convenientes para mover cargas inerciales de gran magnitud.

Los reductores se fabrican normalmente de juegos de engranes cuya relación de transmisión permite reducir la velocidad de giro del motor. Ya sea mediante transmisiones de tipo rueda-piñón o transmisiones con tornillo sin fin.

Los motorreductores son mecánicamente más simples que otra combinación de motores y reductores. Un motorreductor no usa acople y tiene menos baleros. Como resultado, la instalación es simplificada y su mantenimiento requerido es menor. No hay bandas para ser tensionadas o requerimientos de alineamientos de flechas. Las cubiertas de algunas bandas se desgastan y requieren cambio; debido a que un motorreductor no incluye estas partes, el costo de instalación y mantenimiento será reducido.

Figura 13: Motorreductor



Fuente: <https://www.energiacontrolada.com/images/preguntas/reductor/helicoidal.jpg>

## 2.2.4 Sistema de control

Se encuentra formado por la parte eléctrica que acompaña el accionamiento del motor.

### a) Contactor

Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento; una de encendido y otra apagado, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

Figura 14: Contactor



Fuente. <https://i2.linio.com/p/027f59d381dc1f8f6a46bec996928742-product.jpg>

### b) Pulsadores

Un pulsador es un operador eléctrico que, cuando se oprime, permite el paso de la corriente eléctrica y, cuando se deja de oprimir, lo interrumpe.

Por lo general, los contactos del pulsador están abiertos; es decir, no dejan pasar la corriente.

También existen pulsadores que normalmente tienen los contactos cerrados; es decir, la corriente estará circulando hasta que lo usemos. Al pulsar, el circuito se abre y deja de funcionar. Este tipo de pulsadores se utilizan normalmente para la parada de emergencia de máquinas o mecanismos.

**Figura 15: Pulsadores**



Fuente: <http://www.retelec.com/auto-industrial/wp-content/uploads/2015/06/IP65-0.jpg>

### **c) Finales de carrera**

Los finales de carrera son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un sistema de desplazamiento, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito.

Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.

**Figura 16: Finales de carrera****Fuente:**[https://www.atexdelvalle.com/imagenes/652/imagenes/producto/211/imagenes/slide\\_final2.jp](https://www.atexdelvalle.com/imagenes/652/imagenes/producto/211/imagenes/slide_final2.jp)

g

**d) Disyuntor termomagnético**

Es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

**Figura 17: Disyuntor termomagnético****Fuente:** <http://www.electrical-relay.es/products/4-5-1.jpg>

### e) Relé Térmico<sup>4</sup>

Relé térmico. Se emplea como protección de los motores eléctricos y basa su funcionamiento en el calentamiento de los conductores por los que circula la corriente eléctrica.

El motor se conecta al accionar el botón de arranque, energizándose la bobina magnética que tiene la función de unir los contactos de fase en el circuito principal del motor, empezando este a funcionar. La resistencia de calentamiento del relé, se calienta debido al paso de la corriente que consume el motor. Es entonces que la placa bimetálica colocada junto a la resistencia se calienta también, aunque la misma está diseñada para que la deformación sea mínima con un consumo normal de corriente y no se parará el motor. En el momento en que el motor reciba una sobrecarga, y por tanto, tome de la red una cantidad de corriente mayor que la normal (pudiendo quemarse su devanado), comienza a funcionar la protección brindada por el relé. La cantidad de calor que desprende la resistencia, aumentará en el caso de las sobrecargas, calentándose a su vez la plancha bimetálica, que se combará hacia arriba dejando libre la palanca que abrirá los contactos que controlan el funcionamiento de la bobina magnética, quedando abiertos los contactos de fase, lo que provocará la parada del motor.

Para arrancar el motor nuevamente, se cierran los contactos mediante un botón destinado al efecto, pero solo se podrá arrancar cuando la plancha bimetálica se enfríe y retorne a su posición original.

---

<sup>4</sup> Kuznetsov, M. Fundamentos de electrotecnia. Editorial Mir. Moscú. 1975. 4ta Edición.

Figura 18: Relé térmico



Fuente: [http://promel-tienda.com/17385-thickbox\\_default/rele-termico-01-016a-schneider-lrd01.jpg](http://promel-tienda.com/17385-thickbox_default/rele-termico-01-016a-schneider-lrd01.jpg)

## 2.3 Cálculos previos al diseño

Como cálculos previos al diseño se realiza sobre el sistema de almacenamiento móvil un análisis estático, cinemático y dinámico.

### 2.3.1 Cálculo estático

#### a) Peso de la estructura

El peso de la estructura puede calcularse tomando en cuenta los materiales utilizados y la geometría de los mismos

Longitud total largueros: **45 m**

Longitud total bastidores: **24 m**

Longitud total de transversales: **14 m**

$$W_b = L * \gamma \quad (1)$$

Donde:

$W_b$ : Peso total de las barras

$L$ : longitud de la pieza de perfil angular

$\gamma$ : Peso por unidad de longitud

El peso por unidad de longitud de este tipo de barra de perfil angular de dimensiones (20 mm x 20 mm x 3 mm) es:  $\gamma = 0,92 \text{ Kg/m}$

$$W_{est} = (45 + 24 + 14) * 0,92 = 76,36 \text{ kg}$$

Las bandejas están fabricadas de una plancha de dimensiones: 1 m x 0,7 m de espesor  $e=2\text{mm}$

$$A = b * h \quad (2)$$

$$A = 1 * 0,7 = 0,7 \text{ m}^2$$

Donde:

**A**: Área

**b**: base

**h**: altura

Volumen:

$$V = A * e \quad (3)$$

Dónde:

**V**: volumen

**A**: Área

**e**: Espesor

$$V = A * e = 0,7 * 0,002 = 1,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Tomando en cuenta la densidad del aluminio será  $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$

$$m = \rho * V \quad (4)$$

Donde:

***m***: masa

***ρ***: densidad

***V***: volumen

En este caso es posible utilizar la masa como el peso, ya que todos los cálculos se realizan en kg

El peso de cada bandeja será:  $W_{bandeja} = 2700 * 1,4 \times 10^{-3} = 3,8 \text{ kg}$

En la estructura existen 15 bandejas

$$W_{15 \text{ bandejas}} = 57 \text{ kg}$$

Para la Base de rodado al igual que con la estantería, se consideran las longitudes de los perfiles angulares

Longitud total perfil angular: **11,6 m**

Para este tipo de barra de perfil angular de dimensiones 35 mm x 35 mm x 5 mm se toma:  $\gamma = 2,17 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

Aplicando la ecuación (1):

$$W_{base} = 11,6 * 2,17 = 25,17 \text{ kg}$$

El peso de la estructura sin carga será:

$$W_{sin \text{ carga}} = 76,36 + 25,17 + 57 = 158,53 \text{ kg}$$

### **b) Peso de la estructura cargada totalmente**

Como se menciona en la teoría el peso del papel normalmente utilizado en oficinas, suele ser 80g/m<sup>2</sup>.

Considerando el tamaño de hoja oficio 216 mm x 330 mm

Área por hoja:  $A_{hoja} = 0.216 * 0.330 = 0,07128 \text{ m}^2$

Peso por hoja:  $W_{hoja} = 80 * 0.07128 = 5,702 \text{ g}$

Peso de los archivadores:  $W_{arch} = 450 \text{ g}$

Capacidad de los archivadores: 500 hojas

Cada archivador lleno pesará:  $W_{arc.c} = 450 + 500 * (5,702) = 3301,2 \text{ g} = 3,3 \text{ kg}$

En cada entrepaño se almacenan 12 archivadores por lo tanto el peso por entrepaño será:

$$W_{entrepañó} = 12 * 3,3 = 39,6 \text{ kg}$$

Cada estantería cuenta con 15 entrepaños por lado:

$$W_{estanteria} = 2 * 15 * 39,6 \text{ kg} = 1188 \text{ kg}$$

Por tanto el peso total de la estructura cargada a su máxima capacidad será:

$$W_{est.cargada} = 1188 + 158,5 = 1346,5 \text{ kg}$$

### 2.3.2 Cálculo cinemático

Del fundamento teórico sabemos que la velocidad de avance recomendada para este tipo de máquinas es:  $v=0,1 \text{ m/s}$

Además el recorrido que debe realizar cada estante es de 80 cm

Diámetro de la rueda:  $D=70 \text{ mm} = 0,07 \text{ m}$

Por tanto podemos calcular el tiempo de avance mediante la fórmula:

$$t = \frac{d}{v} \quad (5)$$

Donde:

**t**: tiempo de avance [s]

**d**: distancia recorrida [m]

**v**: velocidad de movimiento [m/s]

La velocidad de rotación de la rueda se determina mediante la fórmula:

$$\omega = \frac{2*v}{D} \quad (6)$$

Dónde:

$\omega$ : Velocidad angular [rad/s]

$v$ : Velocidad lineal [m/s]

$D$ : Diámetro de la rueda [m]

$$\omega = \frac{2 * 0,1}{0,07} = 2,857 \text{ rad/s}$$

Transformando esta velocidad angular en rpm:  $\omega = 27,28 \text{ rpm}$

### 2.3.3 Cálculo dinámico

Del análisis estático sabemos que:

$$W_{est.cargada} = 1346,5 \text{ kg}$$

La aceleración recomendada para este tipo de máquinas se encuentra en el rango de 0,5-2 [m/s<sup>2</sup>]

En este caso se optará por un valor intermedio siendo:  $a = 1 \text{ m/s}^2$

Por la segunda ley de Newton sabemos que la fuerza necesaria para mover la masa, será:

$$F = m * a \quad (7)$$

Donde:

$F$ : Fuerza [N]

$m$ : Masa [kg]

$a$ : Aceleración [m/s<sup>2</sup>]

$$F = 1346,5 * 1 = 1346,5 \text{ N}$$

## 2.4 Diseño de elementos

### 2.4.1 Estructura

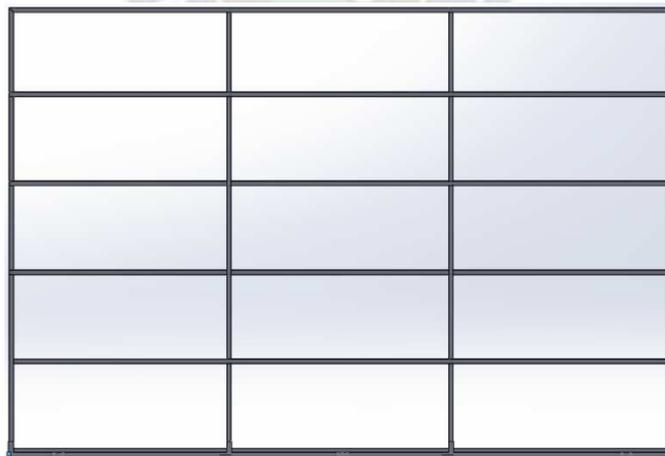
#### a) Estantería

La estructura se encuentra formada por los módulos de las estanterías, para facilitar el cálculo es posible analizar un solo módulo de estantería ya que todos serán iguales, y por tanto los resultados encontrados para un módulo aplican para todos.

##### ➤ Diseño de largueros

Sería demasiado complicado realizar el análisis para cada uno de los 15 entrepaños de la estructura mostrada en la figura 19, sin embargo por la simetría y disposición que tienen los entrepaños es sencillo reconocer que el entrepaño donde se concentrará la mayor carga es el entrepaño central inferior.

**Figura 19: Estructura de la estantería**



**Fuente: Elaboración propia**

Considerando la carga máxima de la estructura donde cada entrepaño soporta un peso de 39.6 [kg], se elabora el análisis sobre el entrepaño central

Figura 20: DCL entrepaño central inferior



Fuente: Elaboración propia

$$\sum F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 - 39,6 - 99 - 99 = 0$$

$$R_1 + R_2 - 237,6 = 0 \dots (1)$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$-39,6 * 0,5 - 99 * 1 + R_2 * 1 = 0$$

$$R_2 = 118,8 \text{ kg}$$

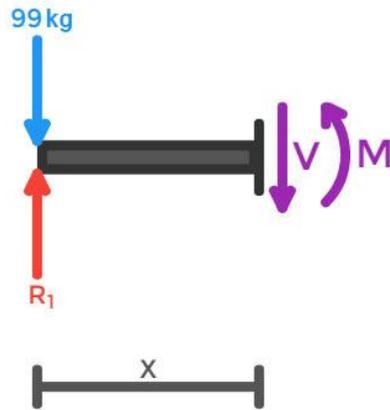
Reemplazando en (1):  $R_1 = 118,8 \text{ kg}$

Con los valores de las reacciones, se realiza un análisis por intervalos para determinar las fuerzas internas que afectan el larguero.

Como se observa en la Figura 21 la barra es analizada en dos intervalos de la siguiente forma:

Intervalo:  $0 \leq x < 0,5$

Figura 21: Diagrama sección 1



Fuente: Elaboración propia

$$\sum Fy = 0$$

$$V + 99 - 118,8 = 0$$

$$Q = 19,8$$

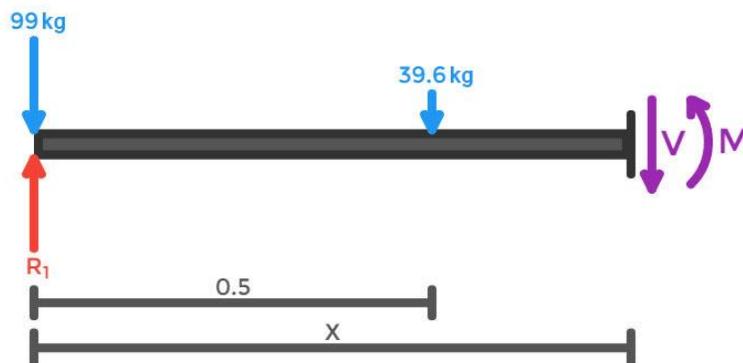
$$\sum M = 0$$

$$M + 99x - 118,8x$$

$$M = 19,8x$$

Intervalo  $0,5 \leq x < 1$

Figura 22: Diagrama sección 2



Fuente: Elaboración propia

$$\sum Fy = 0$$

$$V + 99 + 39,6 - 118,8 = 0$$

$$V = -19,8$$

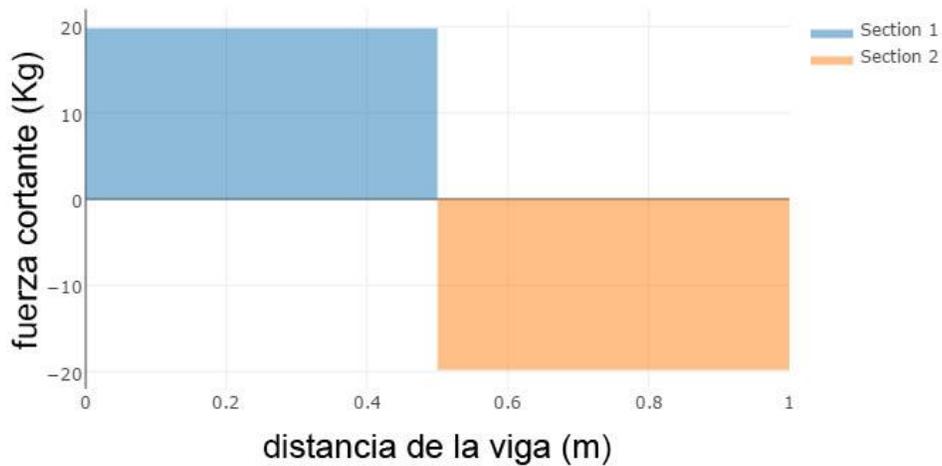
$$\sum M = 0$$

$$M + 99x + 39,6 * (x - 0,5) - 118,8x = 0$$

$$M = -19,8x + 19,8$$

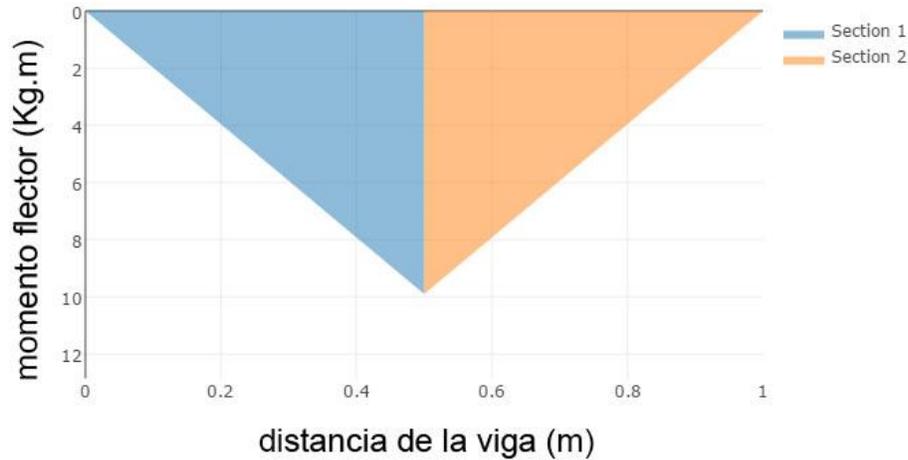
Con estos datos es posible graficar los diagramas de fuerza cortante y momento flector como se observa en la figura 23 y figura 24:

**Figura 23: Diagrama de fuerza cortante larguero**



Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Diagrama de momento flector



Fuente: Elaboración propia

Donde:

La fuerza cortante máxima es:  $V_{max} = 19,8 \text{ kg}$ El momento flector máximo es:  $M_{max} = 9,9 \text{ kg m} = 990 \text{ kg cm}$ 

Para hallar el esfuerzo normal en flexión de este elemento se utiliza la siguiente ecuación<sup>5</sup>:

$$\sigma_m = \frac{M_f}{Z} \quad (8)$$

Donde:

$\sigma_m$ : Esfuerzo normal debido al momento flector máximo que actúa sobre la barra.

$M_f$ : Momento flector máximo.

$Z$ : Módulo de sección.

---

<sup>5</sup> Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Richard G. Budynas 8ª Edición

Se escoge el perfil 20 mm x 20 mm x 3 mm con  $Z=0,46 \text{ cm}^3$  ver (Anexo A01)

$$\sigma_{max} = \frac{990}{0,46} = 2152 \text{ kg/cm}^2$$

Por la teoría del ECM se sabe que para un caso de análisis bidimensional:

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad (9)$$

Donde:

$\tau_{max}$ : Esfuerzo cortante máximo

$\sigma_1$ : Esfuerzo normal dirección 1

$\sigma_3$ : Esfuerzo normal dirección 3

Sin embargo en este caso se puede considerar que  $\sigma_3 = 0$ , por tanto el esfuerzo cortante máximo es:

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2} \quad (10)$$

$$\tau_{max} = \frac{2152}{2} = 1076 \text{ kg/cm}^2$$

Para encontrar el factor de seguridad de diseño de la barra de perfil angular se utiliza la relación del esfuerzo cortante máximo:

$$\tau_{max} = \frac{S_y}{2n} \quad (11)$$

De donde se obtiene el valor del coeficiente de seguridad:

$$n = \frac{S_y}{2\tau_{max}} \quad (12)$$

Donde:

$n$ : Coeficiente de seguridad

$S_y$ : Resistencia límite de fluencia

$\tau_{max}$ : Esfuerzo cortante máximo

En este caso se elige el hacer tipo ASTM A36, el cual tiene como valor de resistencia a la fluencia (Ver anexo A02):

$$S_y = 2550 \text{ kg/cm}^2$$

Se reemplazan los valores en la ecuación (12):

$$n = \frac{2550}{2 * 1076} = 1,2$$

Por tanto la elección de perfil (20 mm x 20 mm x 3 mm) de acero ASTM A36 es correcta, ya que cumple con el criterio de ECM.

#### 2.4.2 Sistema de rodado

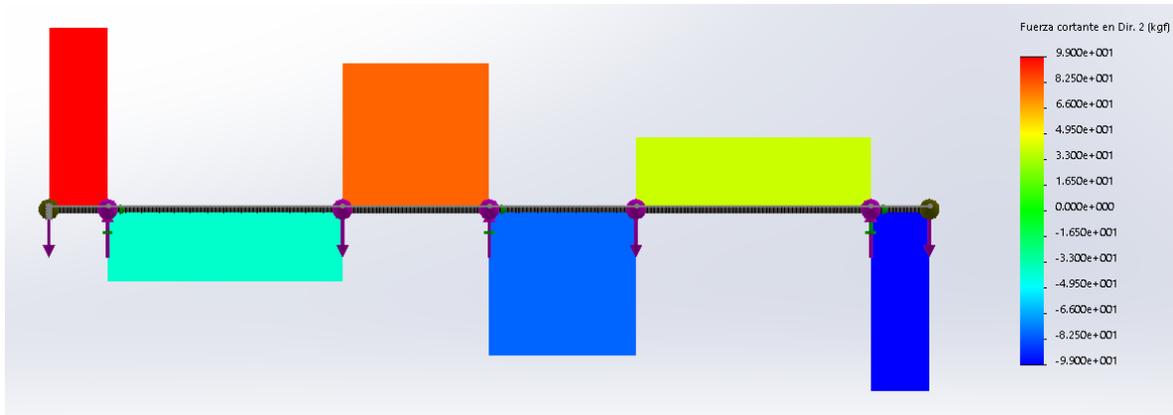
El sistema de rodado se encuentra comprendido por los rieles que sirven de guía para el resto de la estructura móvil, y la base móvil en la cual se encuentran acopladas las ruedas que permiten la movilidad de las estanterías.

##### a) Diseño base móvil

El elemento crítico de la base móvil es el hierro angular de mayor longitud, ya que en este se concentran cargas de mayor magnitud.

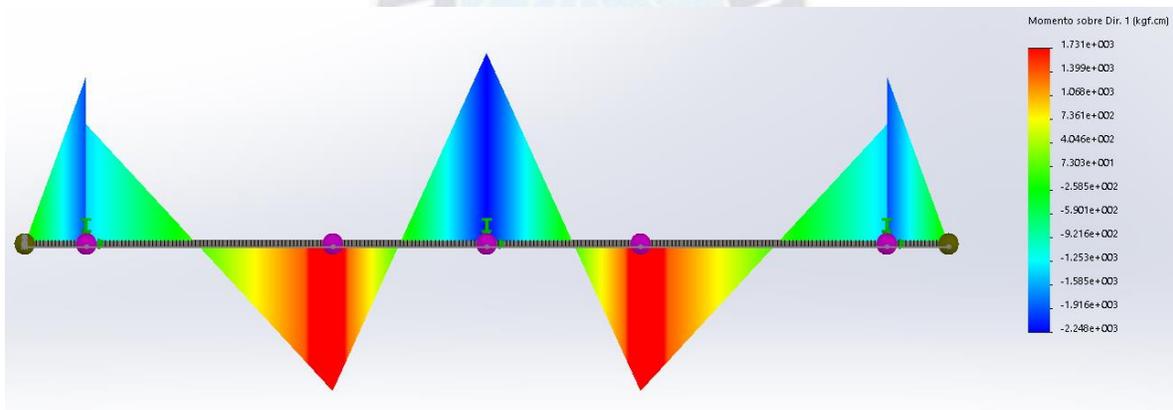
Los esfuerzos internos se determinan con ayuda del programa de diseño solidworks, en la figura 25 y figura 26 se observan los diagramas de fuerza cortante y momento flector respectivamente.

Figura 25: Diagrama de fuerza cortante base móvil



Fuente: Elaboración Propia

Figura 26: Diagrama de momento flector base móvil



Fuente: Elaboración propia

Donde:

La fuerza cortante máxima será:  $V_{max} = 99 \text{ kg}$

El momento flector máximo será:  $M_{max} = 2248 \text{ kg cm} = 22,48 \text{ kg m}$

Para hallar el esfuerzo normal en flexión de este elemento se utiliza la ecuación (8)

Se escoge el perfil de 35 mm x 35 mm x 5 mm con  $Z=1.18 \text{ cm}^3$  ver (Anexo A01)

$$\sigma_{max} = \frac{2248}{1,18} = 1905 \text{ kg/cm}^2$$

Con la ecuación (10) se determina el valor del esfuerzo cortante máximo, tomando en cuenta las mismas consideraciones que en el punto 2.4.1

$$\tau_{max} = \frac{1905}{2} = 952 \text{ kg/cm}^2$$

Se utiliza el valor de la resistencia a la fluencia del acero ASTM A36 es (Ver Anexo02):

$$S_y = 2550 \text{ kg/cm}^2$$

Con la ecuación (12) se determina el valor del coeficiente de seguridad para la barra:

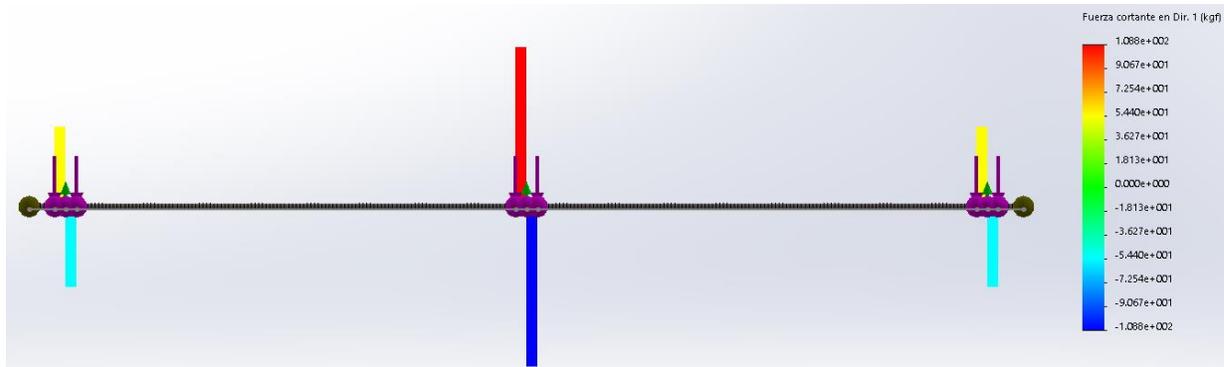
$$n = \frac{2550}{2 * 952} = 1,3$$

Por tanto la elección de perfil (35 mm x 35 mm x 5 mm) de acero ASTM A36 es correcta, ya que cumple con el criterio de ECM.

### **b) Diseño del eje**

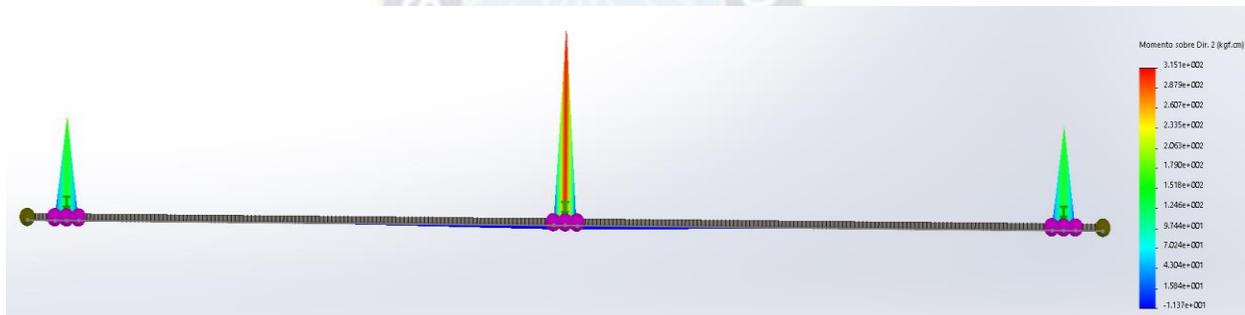
Para el diseño del eje se toman en cuenta los esfuerzos internos que actúan sobre el mismo, se obtienen con ayuda del programa de diseño solidworks:

Figura 27: Diagrama de fuerza cortante en el eje



Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Diagrama de momento flector del eje



Fuente: Elaboración propia

Donde:

La fuerza cortante máxima es:  $V_{max} = 108,9 \text{ kg}$

El momento flector máximo es:  $M_{max} = 315,1 \text{ kg cm} = 3,151 \text{ kg m}$

El momento torsor producido por el motor es:  $T_m = 7,5 \text{ kg cm}$

Se determinará tanto el coeficiente de seguridad del eje tomando en cuenta el criterio ED-ASME elíptico<sup>6</sup>:

---

<sup>6</sup> Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Richard G. Budynas 8ª Edición

$$d = \left\{ \frac{16n}{\pi} \left[ 4 \left( \frac{K_f M_a}{S_e} \right)^2 + 3 \left( \frac{K_{fs} T_m}{S_{ut}} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}^{1/3} \quad (13)$$

Donde:

$d$ : Diámetro del eje

$n$ : Coeficiente de seguridad

$S_e$ : Resistencia a la fatiga

$S_{ut}$ : Resistencia última

$K_f$ : Factor de concentración de esfuerzo flexión

$K_{fs}$ : Factor de concentración de esfuerzo torsión

$M_a$ : Momento flector alternante

$T_m$ : Momento torsor

Para los valores de  $K_{fs}$  y  $K_f$  se considera igual a 1 ya que el eje no tiene hombro ni ranura.

Se escoge el material del eje como acero 1018 (ver anexo A09)

De donde se obtiene el valor del esfuerzo último:  $S_{ut} = 341 \text{ MPa} = 3480 \text{ Kg/cm}^2$

El límite de resistencia a la fatiga  $S_e$ , se corrige con los diferentes factores de modificación:

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad (14)$$

Donde:

$k_a$ : Factor de modificación de la condición superficial

$k_b$ : Factor de modificación del tamaño

$k_c$ : Factor de modificación de la carga

$k_d$ : Factor de modificación de la temperatura

$k_e$ : Factor de confiabilidad

$k_f$ : Factor de modificación de efectos varios

$S'_e$ : Límite de resistencia a la fatiga en viga

$S_e$ : Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

Se conoce que el valor de  $S'_e$  para materiales puede asumirse como  $0,5S_{ut}$  para valores de  $S_{ut} \leq 1400 \text{ MPa}$ .

$$S_e = 0,96 * 0,9 * 0,897 * 0,5 * 3480$$

$$S_e = 1353 \text{ Kg/cm}^2$$

Según el criterio ASME elíptico recomienda para el diseño de ejes considerar un factor de seguridad cuyo valor se encuentre entre 3-5, para velocidades de rotación inferiores a 1500 rpm.

Para el cálculo del diámetro del eje se considera un coeficiente de seguridad:  $n = 3,5$

Reemplazando en la ecuación (13)

$$d = \left\{ \frac{16 * 4}{\pi} \left[ 4 \left( \frac{315,1}{1353} \right)^2 + 3 \left( \frac{7,5}{3480} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}^{1/3}$$

$$d = 2,02 \text{ cm} = 20,02 \text{ mm}$$

Para aproximar el eje a un diámetro comercial se escoge: **d=20 mm**

Para verificar la fluencia se calcula el esfuerzo normal máximo según las ecuaciones:

$$\sigma'_{max} = \left[ \left( \frac{32K_f M_a}{\pi d^3} \right)^2 + 3 \left( \frac{16K_{fs} T_m}{\pi d^3} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (15)$$

Donde:

$\sigma'_{max}$ : Esfuerzo normal máximo

$d$ : Diámetro del eje

$K_f$ : Factor de concentración de esfuerzo flexión

$K_{fs}$ : Factor de concentración de esfuerzo torsión

$M_a$ : Momento flector alternante

$T_m$ : Momento torsor

$$n_y = \frac{S_y}{\sigma'_{max}} \quad (16)$$

Donde:

$n_y$ : Coeficiente de seguridad

$S_y$ : Resistencia límite de fluencia

$\sigma'_{max}$ : Esfuerzo normal máximo

Reemplazando los valores en la ecuación (15) obtenemos

$$\sigma'_{max} = \left[ \left( \frac{32 * 315,1}{\pi 2^3} \right)^2 + 3 \left( \frac{16 * 7,5}{\pi 2^3} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\sigma'_{max} = 401 \text{ Kg/cm}^2$$

Del anexo A09 se obtiene:  $S_y = 220 \text{ MPa} = 2244 \text{ Kg/cm}^2$

Reemplazando los valores en la ecuación (16):

$$n_y = \frac{2244}{401} = 5,5$$

### c) Diseño de ruedas

Las ruedas se diseñan a partir de la geometría de los componentes a los que se acopla como el eje, y los rieles

De este modo se obtienen las medidas descritas a continuación:

Diámetro interior: **20 mm**

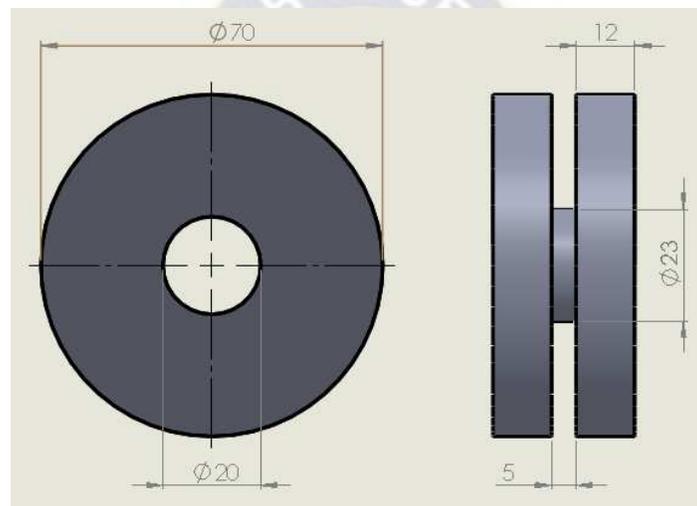
Diámetro externo: **70 mm**

Espesor de cada rueda: **12 mm**

Espacio entre ruedas donde acoplar el riel: **5 mm**

Diámetro de la unión entre ruedas: **23 mm**

Figura 29: Dimensiones rueda



Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3 Sistema de tracción

#### a) Dimensionamiento del motor

Para el dimensionamiento del motor se calcula la potencia real de arranque resultante de sumar la potencia de régimen, potencia debido a la aceleración lineal y potencia debido a la aceleración angular.

$$N = N_r + N_a + N_\alpha \quad (17)$$

$$N_r = \frac{Q \cdot v}{\eta} \quad (18)$$

$$N_a = \frac{F_a * v}{\eta} \quad (19)$$

$$N_\alpha = M_t * \omega \quad (20)$$

$$M_t = I * \alpha \quad (21)$$

Dónde:

$N$ : Potencia real de arranque [W]

$N_r$ : Potencia de régimen [W]

$N_a$ : Potencia debido a la aceleración lineal [W]

$N_\alpha$ : Potencia debido a la aceleración angular [W]

$Q$ : Carga desequilibrante [N]

$\eta$ : Eficiencia

$v$ : Velocidad [m/s]

$F_a$ : Fuerza dinámica [N]

$M_t$ : Momento torsor [kg m]

$\omega$ : Velocidad angular [rad/s]

$\alpha$ : Aceleración angular [rad/s<sup>2</sup>]

$I$ : Inercia [kg m<sup>2</sup>]

De los cálculos cinemáticos y dinámicos realizados en los puntos 2.3.2 y 2.3.3 respectivamente, se obtuvo que:

$$F_a = 1346,5 \text{ N}$$

$$v = 0,1 \text{ m/s}$$

$$\omega = 2,857 \text{ rad/s}$$

$$\alpha = 42,64 \text{ rad/s}^2$$

$$Q = 1188 \text{ N}$$

El valor de la inercia es posible obtenerlo de un programa de diseño como solidworks:

$$I = 0,1724 \text{ Kg/m}^2$$

Reemplazando los valores en las ecuaciones (17), (18), (19), (20), (21):

$$N_r = \frac{1188 * 0,1}{0,85} = 140 \text{ W}$$

$$N_a = \frac{1346,5 * 0,1}{0,85} = 158 \text{ W}$$

$$M_t = 0,1724 * 42,64 = 0,735 \text{ N m}$$

$$N_\alpha = 0,735 * 2,857 = 2,1 \text{ W}$$

$$N = 140 + 158 + 2,1 = 298 \text{ W}$$

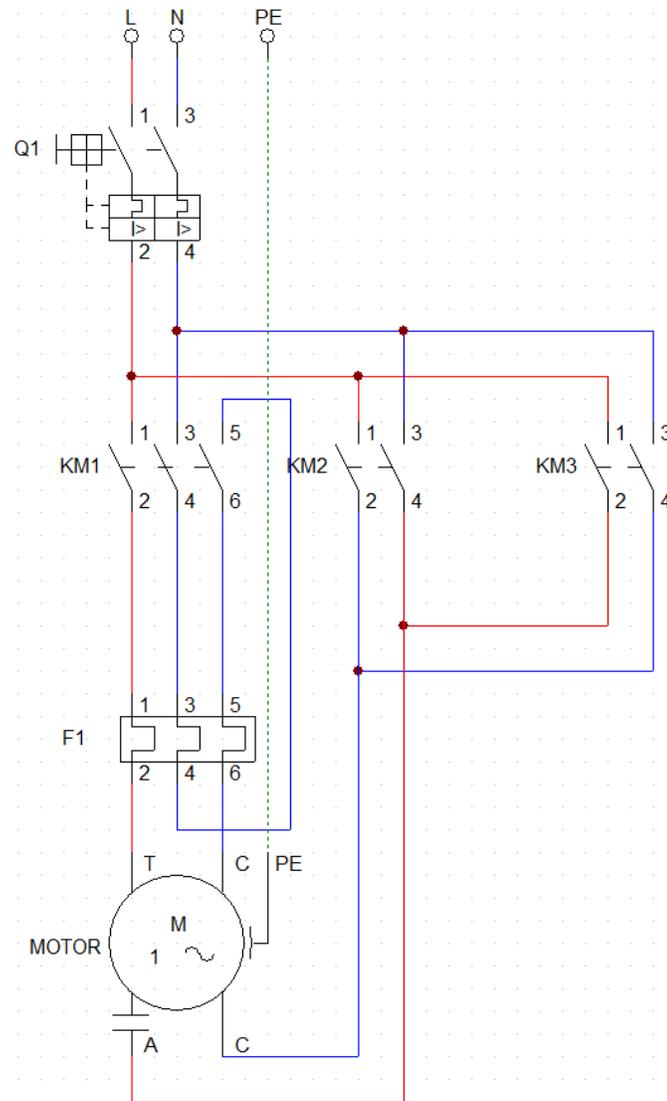
#### 2.4.4 Sistema de control

En el sistema de control se encuentran los circuitos eléctricos que permiten el accionamiento del motor, el sistema de control está formado por dos circuitos, el circuito de fuerza o potencia, y el circuito de mando o control

##### a) Circuito de fuerza

En el esquema del circuito de fuerza se muestra como se realiza la conexión de la red al relé térmico y su posterior conexión a los contactores que permiten el accionamiento del motor y su inversión de giro.

Constructivamente el motor monofásico cuenta con un capacitor de arranque que permite el desfase en el campo magnético giratorio.

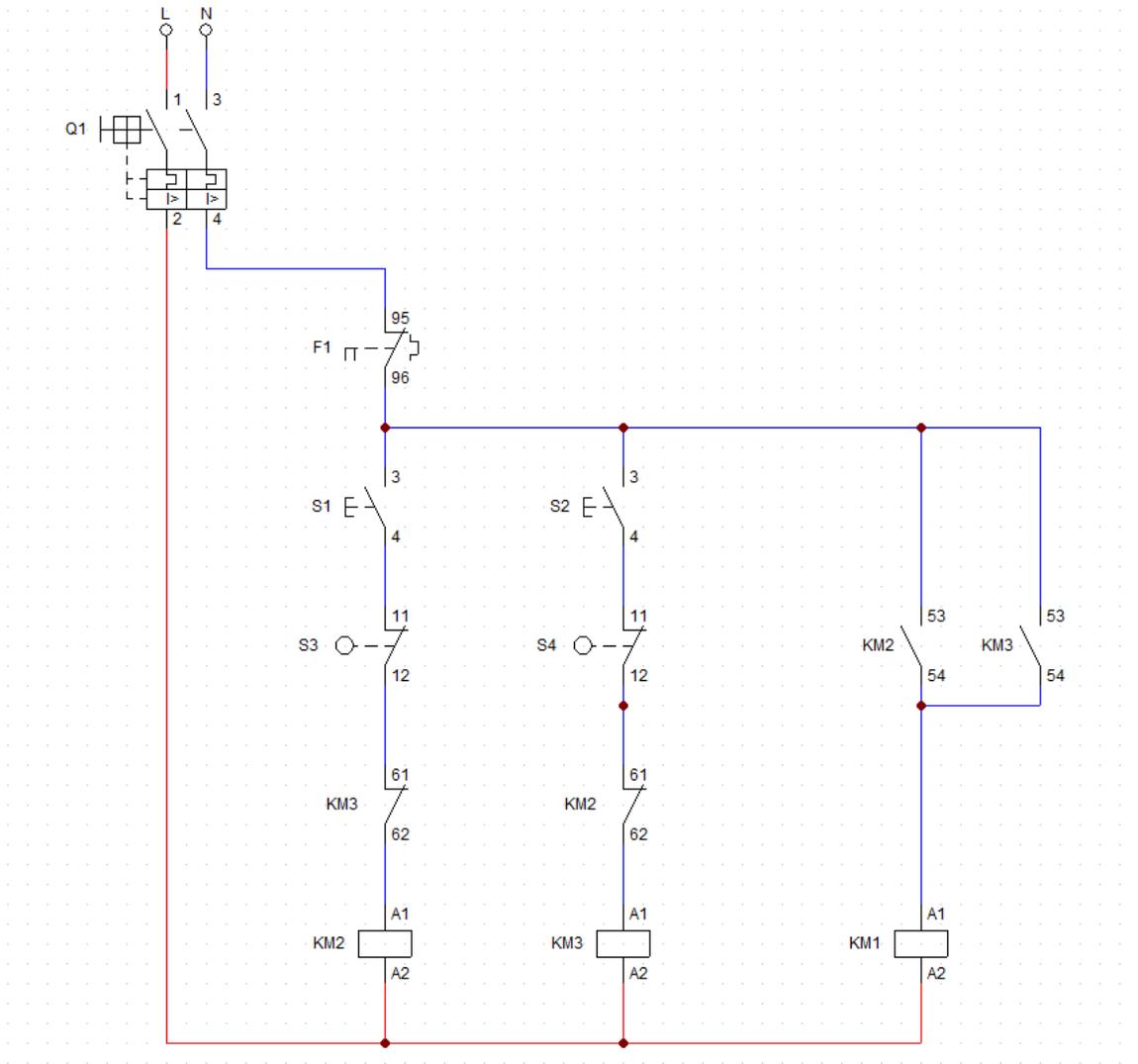
**Figura 30: Circuito de potencia**

Fuente: Elaboración propia

### b) Circuito de control

En el diagrama del circuito de control se muestra como están conectados los componentes de mando para accionar cada contactor mediante los pulsadores, y dependiendo de cada pulsador el motor debe girar en un sentido específico.

Figura 31: Circuito de mando



Fuente: Elaboración propia

- *Giro en sentido horario:* El giro en sentido horario del motor se produce manteniendo presionado el pulsador S1, hasta que, alcanzado la posición final, se active el final de carrera S3 que abrirá el circuito impidiendo el accionamiento del motor en el mismo sentido.

- *Giro en sentido anti horario*: El giro en sentido horario del motor se produce manteniendo presionado el pulsador S2, hasta que, alcanzado la posición final, se active el final de carrera S4 que abrirá el circuito impidiendo el accionamiento del motor en el mismo sentido.

## 2.5 Elementos especificados

### 2.5.1 Especificación del motor

Para la elección del motorreductor se consideran los siguientes datos obtenidos en el punto 2.4.3:

Potencia:  $N = 298 W \approx 0,3 kW$

Velocidad de salida:  $\omega = 28 rpm$

Tensión: **220 V, 50 Hz** Monofásico

Bajo estas condiciones el motor por el cual se opta por un motor que cuenta con la siguiente ficha técnica:

Figura 32: Ficha técnica motor

KW	0,7
VOLTAJE	220 V
RPM	3000
REDUCTORA	i:100
VUELTAS FINALES (RPM)	28
PESO (KG)	8



Fuente: <https://www.zuendo.com/productos-de-exposicion/2771-motorreductor-monofasico-220v-018-kw-025-cv-i-100.html>

Resaltar que el motor posee entre 2-2,5 veces la potencia calculada como se recomienda en el diseño de sistemas de tracción con motores monofásicos.

Para mayor información del motor se incluye su hoja de catálogo en Anexo A04

### 2.5.2 Rodamientos

Se cuentan dos rodamientos por cada rueda del sistema, y estos se especifican mediante la siguiente ecuación<sup>7</sup>:

$$C_{10} = F_D \left( \frac{L_D * n_D * 60}{L_R * n_R * 60} \right)^{1/a} \quad (22)$$

Dónde:

$C_{10}$ : Clasificación de catálogo

$F_D$ : Carga radial

$L_D$ : Vida nominal en horas (h)

$n_D$ : Velocidad nominal en rpm

$L_R$ : Vida deseada

$n_R$ : Velocidad nominal en rpm

$a$ : Factor de aplicación

Se consideran los siguientes valores:

$$L_D = 30000 [h]$$

$$n_D = 28[rpm]$$

$$a = 2,5$$

Y la carga radial que será igual a:

---

<sup>7</sup> Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Richard G. Budynas 8° Edición

$$F_D = \sqrt{F_y^2 + F_x^2} \quad (23)$$

$$F_D = \sqrt{(54,45 * 9,8)^2 + 2020^2}$$

$$F_D = 2089 \text{ N} = 2,089 \text{ kN}$$

El producto  $L_R * n_R * 60 = 10^6$

Reemplazando en la ecuación (22):

$$C_{10} = 2,089 \left( \frac{30000 * 28 * 60}{10^6} \right)^{1/2,5}$$

$$C_{10} = 10,02 \text{ kN}$$

Del anexo A03 se escoge el valor superior aproximado al obtenido, que sería.

$$C_{10} = 13,3 \text{ kN}$$

El cual corresponde a un rodamiento de 20 mm de diámetro interior y 14 mm de ancho

### 2.5.3 Especificación del sistema de control

Tomando en cuenta los datos del motor obtenidos en el punto 2.4.3, se procede a dimensionar el circuito de fuerza, tomando en cuenta los siguientes parámetros

Corriente nominal del motor:

$$I_n = \frac{P}{V * \cos\phi} \quad (24)$$

Dónde:

$P$ : Potencia del motor [W]

$V$ : Tensión de alimentación [V]

$\cos\phi$ : Factor de potencia

Reemplazando los datos de nuestro motor en la ecuación (24)

$$I_n = \frac{700}{220 * 0,9} = 3,54 A$$

Ya que la potencia del motor es inferior a 3700 W (o su equivalente 5 hp) es posible realizar un arranque directo del motor.

Según la norma NB777 se debe tomar como intensidad de corriente para el diseño el 125% de la nominal:

$$I_D = 1,25 * I_n \quad (25)$$
$$I_D = 1,25 * 3,54 = 4,43 A$$

Además se debe tomar en cuenta para un arranque directo la corriente es:

$$I_{Arranque} = 5 * I_D \quad (26)$$
$$I_{Arranque} = 5 * 4,43 = 22,15 A$$

#### a) Contactores

Tomando en cuenta la corriente de arranque calculada en el punto 2.5.2, el contactor especificado del catálogo de Anexo A05 es:

El modelo 3RT1026-1AN20 que corresponde a un contactor tripolar de 25 A normalmente abierto con bobina de 220 VAC 50/60 Hz que pueden activarse directamente con alimentación de la red sin necesidad de contar con una fuente DC en la instalación.

#### b) Disyuntor

El disyuntor especificado se elige del catálogo anexo A05 de acuerdo a la corriente de arranque del motor

El modelo 3RU1126-4DB0 del fabricante SIRUS que corresponde a un relé de sobrecarga térmica de 25 A Clase 10

**c) Conductores**

Según la tabla de calibres de cables de la norma NB777 (Anexo A06) por la capacidad de amperaje se requiere un conductor:

AWG #12 con sección de 3,31 mm<sup>2</sup>

**d) Pulsadores**

Se incluyen dos pulsadores normalmente abiertos por estante, especificados del catálogo del Anexo A07.

De código 3SB3202-0AA51

**e) Finales de carrera**

Cada estante cuenta con finales de carrera en cada extremo para apagar el motor una vez que el estante realice su recorrido completo.

Los finales especificados de la hoja de catálogo del Anexo A08 son:

Final de carrera de 31 mm con vástago a rodillo. 3SE5232-0BD03

## 2.6 Resumen de Memoria de Cálculo

Tabla 4: Memoria de cálculo - Sistema de Almacenamiento

N°	Descripción	N° de piezas	N°. de plano	Material	Dimensiones	Observaciones
1	Bandeja	60	1-01-001	Aluminio	987 x 700 mm e=2mm	Manufacturado
2	Puntal	48	1-01-002	Plancha Acero A36	h= 50 mm base=40x40 mm	Manufacturado
3	Estante	4	1-01-003	Angular de acero 20x20x3	h= 2000 mm base=3000x700 mm	Manufacturado
4	Base móvil	4	1-02-001	Angular de acero 35x35x5	h= 120 mm base=3000x700 mm	Manufacturado
5	Eje	4	1-02-002	Barra de acero AISI 1018	d=20 mm L=2700 mm	Manufacturado
6	Rueda	24	1-02-003	Plancha de acero A36	di=20 mm de=70 mm, separación 5mm	Manufacturado
7	Pasador.	12	1-02-004	Barra de acero AISI 1018	d=20mm, L=80mm	Manufacturado
8	Riel	3	1-02-005	Perfil T acero A36	h=28mm, b=50mm, e=5mm	Manufacturado
9	Tornillo	288	-	Acero	M3.5x0.6x8	Especificado
11	Tuerca	288	-	Acero	M3.5x0.6	Especificado
12	Rodamiento	48	-	Acero	d=20 mm,	Especificado

					ancho=14mm	
13	Final de carrera	8	-	Varios	31mm para pulso	Especificado
14	Pulsador	8	-	Varios	NA	Especificado
15	Contactador	8	-	Varios	Intensidad 25 [A]	Especificado
16	Motorreductor	4	-	Varios	0,7 [kW], 28 rpm, monofásico 220 V 50Hz	Especificado
17	Disyuntor	1	-	Varios	25 [A] bipolar	Especificado

Fuente: Elaboración propia



## 2.7 Balance de materiales

Tabla 5: Balance de materiales - Sistema de Almacenamiento

N°	Descripción	N° de piezas	N°. de plano	Material	Dimensiones	Peso Bruto [kg]		Peso Neto [kg]		Observaciones
						Unit.	Total	Unit.	Total	
1	Bandeja	60	1-01-001	Aluminio	987 x 700 mm e=2 mm	7,8	468	3,8	228	Manufacturado
2	Puntal	48	1-01-002	Plancha Acero A36	h= 50 mm base=40x40mm	0,55	26,4	0,11	5,28	Manufacturado
3	Estante	4	1-01-003	Angular de acero 20x20x3	h= 2000 mm base=3000x700mm	82,3	329,2	70,1	280,4	Manufacturado
4	Base móvil	4	1-02-001	Angular de acero 35x35x5	h= 120 mm base=3000x700mm	37,2	148,8	32,5	130	Manufacturado
5	Eje	4	1-02-002	Barra de acero AISI 1018	d=20mm L=2700mm	7,34	29,36	6,65	26,6	Manufacturado
6	Rueda	24	1-02-003	Plancha de acero A36	di=20mm de=70mm, separación 5mm	0,93	22,32	0,67	16,08	Manufacturado
7	Pasador.	12	1-02-004	Barra de acero ISI 1018	d=20mm, L=80mm	1,38	16,56	0,2	2,4	Manufacturado
8	Riel	3	1-02-005	Perfil T acero A36	h=28mm, b=50mm, e=5mm	17,5	52,5	12	36	Manufacturado
<b>Total</b>						155	1093,14	126,03	724,76	

Fuente: Elaboración propia

## 2.8 Planos de conjunto y detalle

A continuación, se lista los planos elaborados con el programa solidworks, que se encuentran en el anexo C del presente documento.

**Tabla 6: Listado de planos**

N° de hoja	N° de plano	Descripción
1	1-00-000	Conjunto
2	1-01-001	Estante
3	1-01-002	Puntales
4	1-01-003	Bandeja
5	1-02-001	Base móvil
6	1-02-002	Eje
7	1-02-003	Rueda
8	1-02-004	Pasador
9	1-02-005	Riel

**Fuente: Elaboración propia**

## Manufactura

### 3.1 Proceso de Fabricación<sup>8</sup>

El proceso de fabricación engloba una serie de procedimientos necesarios para modificar una pieza en bruto, para lo cual es necesario el uso de máquinas herramientas.

Para realizar un proceso de fabricación óptimo se debe tomar en cuenta los tiempos de maquinado de las diferentes piezas y componentes del diseño.

#### 3.1.1 Tiempos de manufactura

Para el cálculo de los tiempos de manufactura se toman en cuenta las siguientes expresiones descritas para cada proceso que son necesarias para la elaboración de las hojas de proceso ubicadas en el Anexo B del presente documento.

##### a) Tiempo total de fabricación

El tiempo total de fabricación puede ser determinado por la siguiente ecuación:

$$T_{Tt} = T_{Fa} + T_M \quad (27)$$

Dónde:

$T_{Tt}$ : Tiempo total de trabajo (s)

$T_{Fa}$ : Tiempo de fabricación (s)

$T_{Mo}$ : Tiempo de montaje (s)

El tiempo de fabricación por pieza trabajada está dado por la siguiente ecuación:

$$T_{Fa} = T_{Pre} + T_E \quad (28)$$

Dónde:

---

<sup>8</sup> Fundamentos de manufactura moderna- Mikell P. Groover

$T_{Pre}$ : Tiempo de preparación (s)

$T_{EJ}$ : Tiempo de ejecución (s)

El tiempo de preparación, es aquel que se da antes del trabajo, la estimación de estos tiempos no puede realizarse en forma exacta pues el valor depende de muchos factores, como ser la habilidad y experiencia del operario, complejidad de la pieza a mecanizar, disponibilidad de las máquinas adecuadas en ese momento.

El tiempo de ejecución consiste en el tiempo empleado para el mecanizado de la pieza y puede ser definido como:

$$T_{EJ} = T_{Ma} + T_M \quad (29)$$

Dónde:

$T_{Ma}$ : Tiempo manual

$T_M$ : Tiempo de maquinado principal

El tiempo manual o adicional a la ejecución, es el tiempo empleado en las mediciones, verificaciones, colocación de piezas, centrados, etc. Es el tiempo estimado en función a medidas y control en el taller. Un promedio muy aproximado y estimado para estos tiempos es el 10% del tiempo principal de ejecución.

$$T_{Ma} = 0,1 * T_{EJ} \quad (30)$$

El tiempo de maquinado o tiempo principal, es el tiempo utilizado por las máquinas en realizar los procesos necesarios. El cálculo de tales tiempos se realiza mediante fórmulas determinadas, ábacos y estimaciones generales dependiendo del tipo de proceso.

### 3.1.2 Velocidad de Corte

La velocidad de corte es la velocidad con que es arrancada una viruta, dicha velocidad constituye una medida de la rapidez del movimiento de corte.

Se define como:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (31)$$

Dónde:

V: velocidad de corte (m/min)

D: Diámetro de la pieza (m)

n: Velocidad de giro (rev/min)

La interpretación de las variables varía de acuerdo al movimiento principal de rotación y según el tipo de máquina.

**Tabla 7: Tipos de Maquinado**

Tipo de Maquinado	Diámetro d [mm]	Velocidad de giro
Torneado (cilindrado)	De la pieza, máximo	De la pieza
Torneado (refrentado)	De la pieza, máximo	De la pieza
Fresado	Exterior de la Fresa	De la fresa
Esmerilado, rectificado	Piedra Esmeril	De la muela
Taladrado	De la broca	De la broca

Fuente: Tecnología mecánica, Pascual Pezzano

### 3.1.3 Tiempo de soldadura<sup>9</sup>

El factor preponderante que interviene en este proceso es la habilidad y la experiencia, no contándose con valores fijos, ya que depende de la habilidad del

---

<sup>9</sup> Brayan A. Fernández Aguilar Diseño de una grúa Automontable Móvil de columna giratoria

operador. Sin embargo para su cálculo se considera un factor de 120 mm cordón/min, luego se define:

$$t = \frac{L}{7200} \quad (32)$$

Dónde:

t: Tiempo principal de soldadura (h)

L: Longitud del cordón de soldadura (mm)

### 3.1.4 Tiempo principal de amolado

Con el amolado se obtiene superficies mejor acabadas y se reduce los cordones de costura soldada, para ello se calcula los tiempos con el factor de velocidad igual a 200 cm/min, entonces se define:

$$t = \frac{L}{12000} \quad (33)$$

Dónde:

t: Tiempo principal de amolado (h)

L: Longitud de amolado (mm)

### 3.1.5 Tiempo principal de taladrado

Es determinado mediante:

$$t = \frac{L * \pi * D}{s * 6000} \quad (34)$$

Dónde:

t: Tiempo principal de taladrado (h)

L: Longitud a taladrar ( $L = l + 0,3D$ )

l: Espesor de la plancha a taladrar (mm)

D: Diámetro de la broca/orificio (mm)

$s$ : Avance (mm/rev)

Es recomendable utilizar para el proceso de taladrado del acero de construcción, los valores de velocidad periférica igual a 0,24 m/min, tomar un valor de avance de 0.15 mm/rev.

Luego:

$$t = \frac{(1+0,3*D)\pi*D}{21600} \quad (35)$$

### 3.1.6 Tiempo principal de torneado

El tiempo en las operaciones de cilindrado, refrendado y roscado toma un valor promedio, que se define mediante la ecuación<sup>10</sup>:

$$t = \frac{L}{S*N} \quad (36)$$

Dónde:

$T$ : Tiempo de duración por pasada (min)

$L$ : Longitud de corte (mm)

$S$ : Avance por revolución

$N$ : Rotación de husillo del torno (rpm)

Para un trabajo de desbaste se tiene el siguiente avance recomendado<sup>11</sup>:

$$S=0,25-0,4$$

Por trabajo de afinado se tiene:

---

<sup>10</sup> A. L. Casillas, Maquinas- Cálculos de Taller, 34a Ed. (1998). Edición Hispanoamericana, Pág. 592

<sup>11</sup> Brayan A. Fernández Aguilar Diseño de una grúa Automontable Móvil de columna giratoria pág.216

$$S=0,15-0,2$$

La rotación del husillo del torno es determinado por:

$$n = \frac{1000*V}{\pi*D} \quad (37)$$

Dónde:

$n$ : Número de revoluciones por minuto de la pieza o de la herramienta

$V$ : Velocidad periférica de corte (m/min)

$D$ : Diámetro de la pieza (mm)

### 3.1.7 Tiempo principal por refrentado en torno

Es determinado mediante:

$$t = \frac{D}{120*A*n} \quad (38)$$

Dónde:

$t$ : Tiempo principal de refrentado (h)

$D$ : Diámetro del eje (mm)

$A$ : Avance de la cuchilla (mm/rev)

$n$ : Número de revoluciones por minuto (rpm)

Se tomara el avance de la cuchilla como 0.2, y el número de revoluciones igual a 200, entonces:

$$t = \frac{D}{4800} \quad (39)$$

### 3.1.8 Tiempo principal de fresado

El tiempo de fresado se define por:

$$t = \frac{L}{60 \cdot V} \quad (40)$$

Dónde:

$t$ : Tiempo de fresado (h)

$L$ : Trayectoria de trabajo de la máquina de fresar (mm)

$V$ : Velocidad de avance (mm/min)

### 3.1.9 Tiempo principal de corte por oxiacetileno

La utilización de oxiacetileno es apta para planchas de acero, mayores a 3 [mm] de espesor; así la velocidad de corte varía según el espesor de la plancha a cortarse, el tipo de boquilla que emplea y la presión del oxígeno.

Para determinar este factor se utilizara una velocidad de corte aproximada de 38 m/hora, entonces:

$$t = \frac{L}{2800} \quad (41)$$

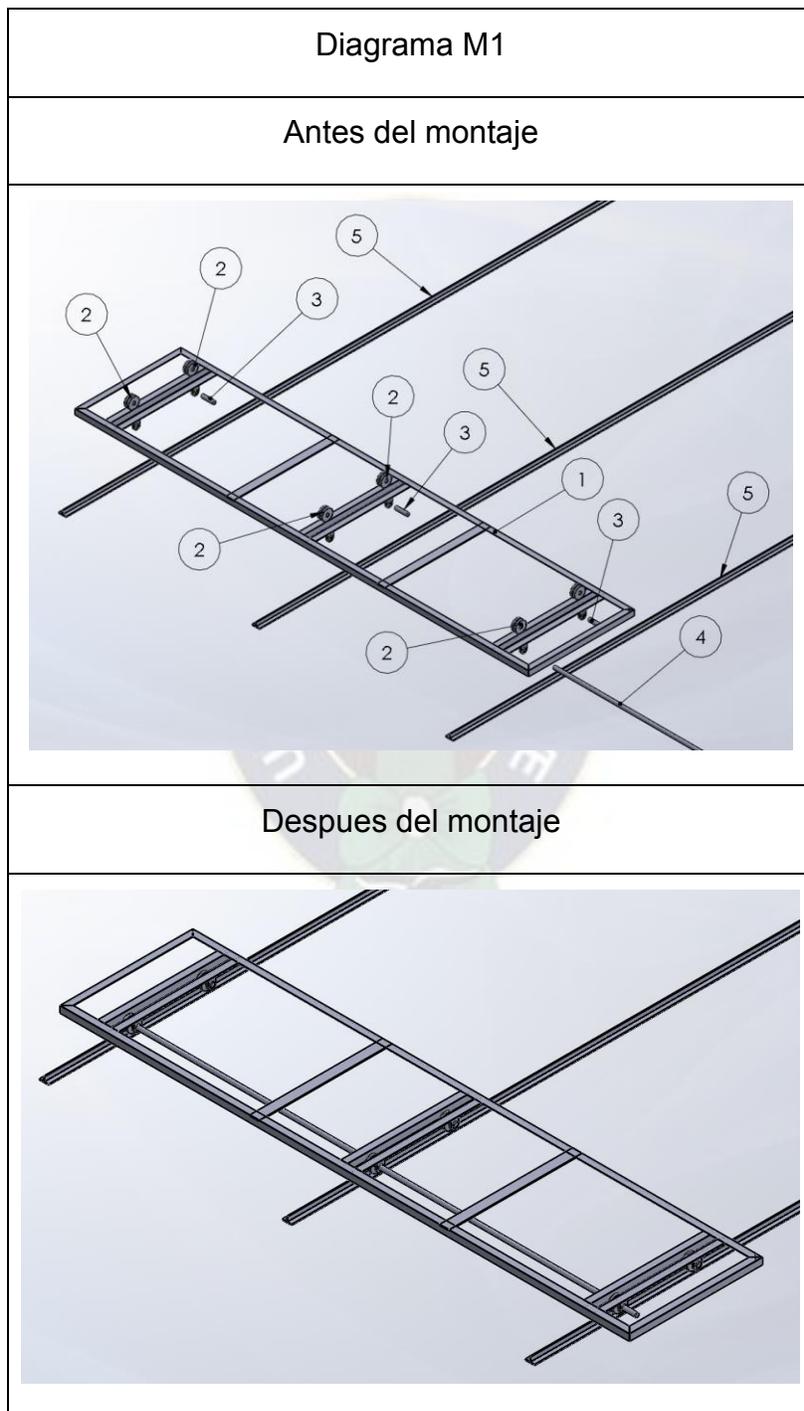
Dónde:

$t$ : Tiempo principal de corte por oxiacetileno (h)

$L$ : Longitud de corte (mm)

### 3.2 Proceso de Montaje

#### 3.2.1 Montaje Base móvil

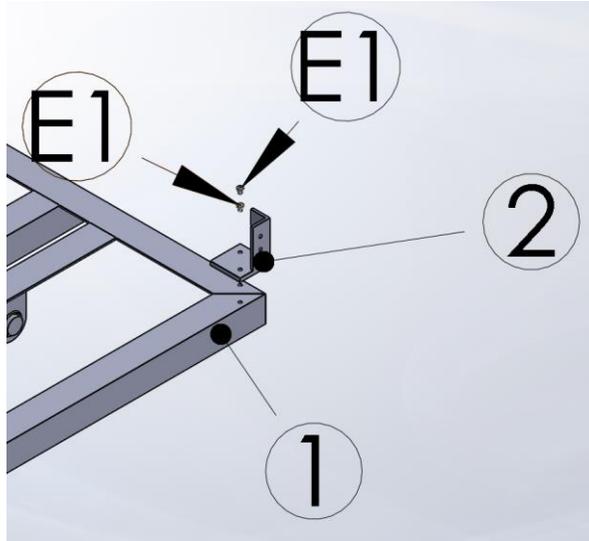


<b>PLANILLA DE MONTAJE</b>				
<b>Proyecto:</b> Diseño de un sistema de almacenamiento de archivos con estanterías móviles				
<b>Sistema:</b> Sistema de rodado			<b>Subsistema:</b> Base móvil	
<b>Diagrama(s) de referencia para el montaje</b> M1				
<b>Lista de piezas</b>				
<b>N° de Pieza</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Observaciones.</b>
1	Base móvil	1-02-001	1	Pieza
2	Rueda	1-02-003	6	Pieza
3	Pasador	1-02-004	3	Pieza
4	Eje	1-02-002	1	Pieza
5	Riel	1-02-005	3	Pieza
<b>Secuencia de montaje</b>				
1	Definir el lugar de montaje de los rieles en la habitación donde se instalará la estantería			
2	Acoplar las ruedas (2) posteriores con los pasadores (3)			
3	acoplar las ruedas (2) con el eje (4)			
4	montar la base móvil (1) sobre los rieles (5)			
5	Verificar la alineación y la correcta unión entre piezas.			
6	Verificar que la base móvil pueda desplazarse a lo largo de rieles			
<b>Herramientas e insumos</b>				
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>			
1	Flexómetro			
2	Vernier			
3	Nivel			
4	Escuadra			
<b>Mano de Obra</b>			<b>Tiempo estimado</b>	
1	Operador en máquinas y herramientas (TO).		60[min]	
2	Ayudante (Ayud)		60 [min]	

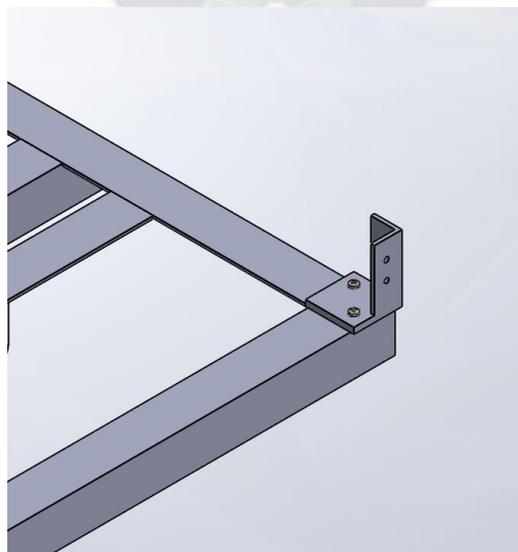
### 3.2.2 Montaje de puntales

Diagrama M2

Antes del montaje



Después del montaje

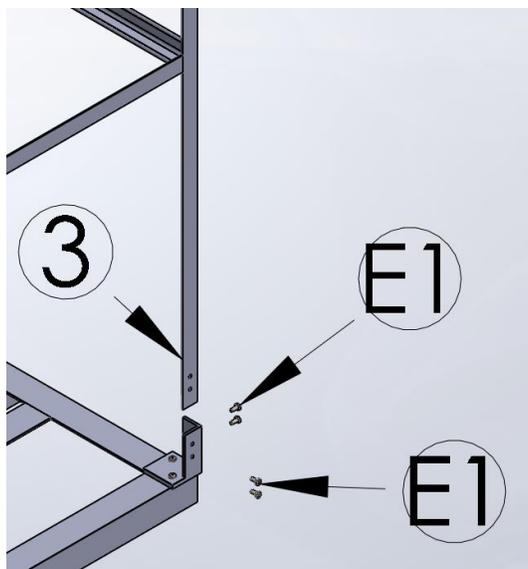


<b>PLANILLA DE MONTAJE</b>				
<b>Proyecto:</b> Diseño de un sistema de almacenamiento de archivos con estanterías móviles				
<b>Sistema:</b> Sistema de Rodado			<b>Subsistema:</b> Base móvil	
<b>Diagrama(s) de referencia para el montaje M2</b>				
<b>Lista de piezas</b>				
N° de Pieza	Descripción	N° de Plano	Cantidad	Observaciones.
1	Base móvil	1-02-001	1	Pieza
2	Puntales	1-01-002	12	Pieza
E1	Tornillo M3.5x0,6x8	Especificado	24	Pieza
<b>Secuencia de montaje</b>				
1	verificar la posición de los puntales (2) respecto a la base móvil (1)			
2	Marcar los puntos en los que se colocaran los tornillos (E1)			
3	realizar agujeros para los tornillos (E1) con un taladro			
4	acoplar cada puntal (4) a la base móvil (1) con los tornillos (E1)			
5	Verificar que todos los puntales (2) se encuentren correctamente acoplados			
<b>Herramientas e insumos</b>				
N°	Descripción			
1	Flexómetro			
2	Vernier			
3	Escuadra			
4	Taladro			
<b>Mano de Obra</b>			<b>Tiempo estimado</b>	
1	Operador en máquinas y herramientas (TO).		30[min]	
2	Ayudante (Ayud)		30 [min]	

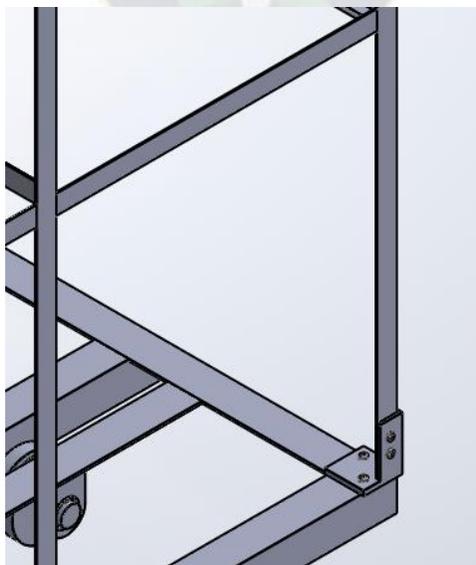
### 3.2.3 Montaje de estantería

Diagrama M3

Antes del montaje



Después del montaje

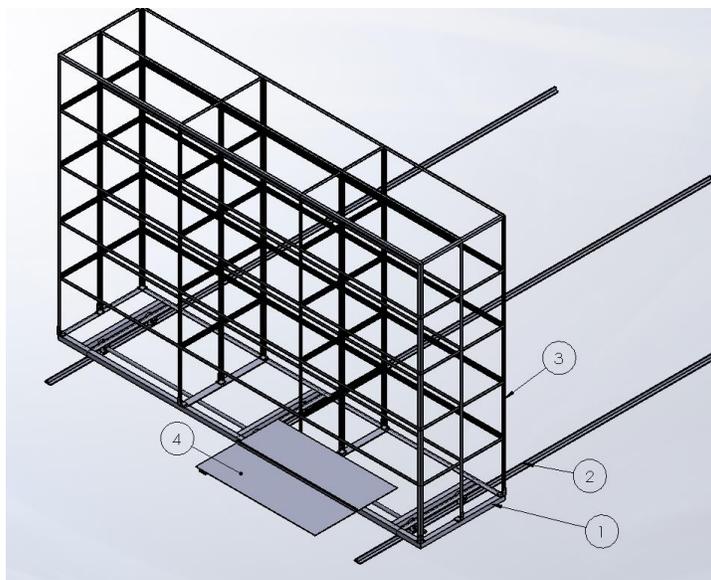


<b>PLANILLA DE MONTAJE</b>				
<b>Proyecto:</b> Diseño de un sistema de almacenamiento de archivos con estanterías móviles				
<b>Sistema:</b> Estructura			<b>Subsistema:</b> Estante	
<b>Diagrama(s) de referencia para el montaje:</b> M3				
<b>Lista de piezas</b>				
N° de Pieza	Descripción	N° de Plano	Cantidad.	Observaciones.
1	Puntales	1-01-002	12	Pieza
3	Estante	1-01-001	1	Pieza
E1	Tornillo M3.5x0,6x8	Especificado	48	Pieza
<b>Secuencia de montaje</b>				
1	alinear el estante (3) con los puntales (1)			
2	Verificar la alineación entre los puntales (1) y el estante (3)			
3	Marcar los puntos en los que se colocaran los tornillos (E1)			
4	realizar agujeros para los tornillos (E1) con un taladro			
5	Fijar el estante (3) a los puntales (1) con los tornillos (E1)			
<b>Herramientas e insumos</b>				
N°	Descripción			
1	Flexómetro			
2	Vernier			
3	Escuadra			
4	Taladro			
<b>Mano de Obra</b>			<b>Tiempo estimado</b>	
1	Operador en máquinas y herramientas (TO).		30[min]	
2	Ayudante (Ayud)		30 [min]	

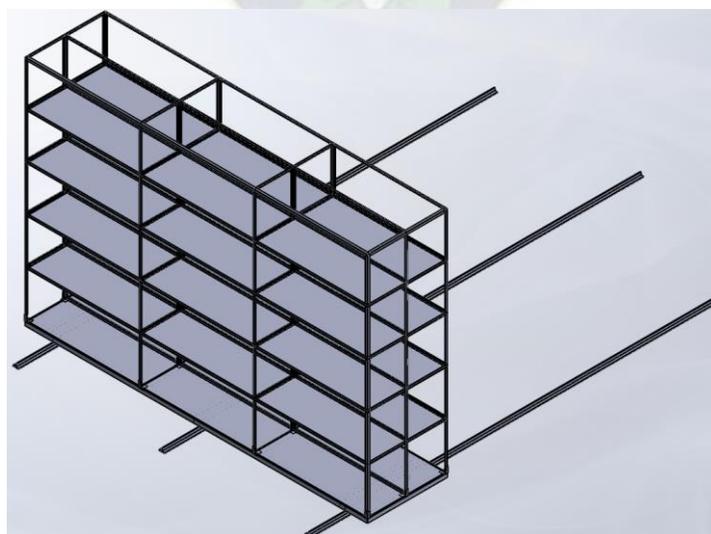
### 3.2.4 Montaje de bandejas

Diagrama M4

Antes del montaje



Después del montaje



<b>PLANILLA DE MONTAJE</b>				
<b>Proyecto:</b> Diseño de un sistema de almacenamiento de archivos con estanterías móviles				
<b>Sistema:</b> Estructura			<b>Subsistema:</b> Sistema de rodado	
<b>Diagrama(s) de referencia para el montaje:</b> M4				
<b>Lista de piezas</b>				
<b>N° de Pieza</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Plano</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Observaciones.</b>
1	Base móvil	1-02-001	1	Pza.
2	Riel	1-02-005	3	Pza.
3	Estante	1-01-001	1	Pza.
4	Bandeja	1-01-003	15	Pza.
<b>Secuencia de montaje</b>				
1	Verificar el numero correcto de bandejas (4)			
2	Alinear el dobles de cada bandeja (4) con la esquina del angular central del estante (3)			
3	Acoplar las bandejas (4) a cada entrepaño del estante (3)			
4	Verificar que las bandejas fueron correctamente acopladas			
<b>Herramientas e insumos</b>				
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>			
1	Flexómetro			
2	Vernier			
3	Nivel			
4	Escuadra			
<b>Mano de Obra</b>			<b>Tiempo estimado</b>	
1	Operador en máquinas y herramientas (TO).		30[min]	
2	Ayudante (Ayud)		30 [min]	

### **3.3 Operación y Mantenimiento**

#### **3.3.1 Descripción del sistema**

El sistema de estanterías móviles o también conocido como archivos de alta densidad cuenta con estantes modulares que se desplazan sobre rieles para un mejor aprovechamiento del espacio dedicado para el almacenamiento de archivos.

Además del disyuntor que permite activar o desactivar el sistema además de cumplir su función principal como protección, cada estante cuenta únicamente con dos pulsadores, que permiten el movimiento del estante correspondiente a la izquierda o derecha. Para evitar cualquier peligro de corto circuito los contactores de inversión de giro del motor se encuentran enclavados mecánicamente, de este modo aunque se presionaran al mismo tiempo ambos pulsadores, no se activarían los contactores para evitar un corto circuito

Además cada estante cuenta con finales de carrera que evitan que los motores arranquen si los estantes se encuentran al límite de su posición.

#### **3.3.2 Pasos a seguir para el funcionamiento de la máquina**

1. Verificar que el disyuntor se encuentre cerrado
2. Presionar uno de los pulsadores para mover los estantes que se encuentran en el pasillo de ingreso
3. Ingresar al pasillo una vez que los estantes, terminen su recorrido
4. En el pasillo generado, se cuenta con acceso por ambos lados a dos estantes.
5. Repetir el proceso en caso de necesitar acceder a otras estanterías, una por vez.

### 3.3.3 Mantenimiento

Aunque el sistema no requiere de un mantenimiento tan riguroso por ser de uso común sin estar sometido a ninguna condición de uso extrema o variante. Se recomienda seguir el plan de mantenimiento descrito en la tabla 8.

**Tabla 8: Mantenimiento**

Parte	Frecuencia	Pasos	Detalle
Estantes/ Entrepaños	Mensual	Limpiar los estantes para evitar la acumulación de polvo	Secar las superficies antes de acomodar archivos sobre las mismas
Base móvil	Mensual	Revisar las ruedas y rieles verificando que no existe desalineamiento	En caso de desalineamiento desmontar la pieza, y corregir su alineamiento
Motorreductor	cada 3 meses	Revisar la alineación del grupo motor-reductor	Revisar si existe vibración de los componentes
		Revisar nivel de aceite	Reponer aceite de ser necesario
	anual	Revisión general, revisar engranes apriete del cono, aceite.	Cambiar engranes de ser necesario, ajustar flechas del reductor

Fuente: Elaboración Propia

## Costos

### 4.1 Costo de materiales

En la tabla 9 se detalla el costo de la materia prima para la construcción de los elementos que forman parte del sistema de almacenamiento de archivos móviles.

**Tabla 9: Costo de Materiales**

Nº	Descripción	Unidad	cantidad	Precio unitario [Bs]	Costo total [Bs]
1	angular 20 x 20 x 3 mm	Barra (6m)	55	60	3300
2	angular 35 x 35 x 5 mm	Barra (6m)	8	75	600
3	Plancha A-36 e=5 [mm]	Pieza (1x3m)	1	530	530
4	Plancha A-36 e=3 [mm]	Pieza (1x3m)	1	420	420
5	Plancha A-36 e=12 [mm]	Pieza (1x1m)	1	455	455
6	Plancha aluminio e=2[mm]	Pieza (1x2m)	30	50	1500
7	perfil T 50 x 50 x 5 mm	Barra (6m)	3	80	240
9	barra cilíndrica de acero d=20mm	Barra (6m)	2	80	160
<b>Subtotal</b>					<b>7205</b>

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que con el costo de la materia prima es necesario considerar el costo de los insumos empleados en todo el proceso de fabricación:

**Tabla 10: Costo de insumos**

Nº	Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario [Bs]	Costo total [Bs]
1	Disco de Corte	Unidad	2	35	70
2	Disco de Amolar	Unidad	1	35	35

3	Electrodo E6013	kg	1	32	32
4	Gasolina	Litro	1	4	4
5	Pintura	Galón	1	125	125
<b>Sub Total</b>					266

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 Costo de elementos especificados

Este punto se refiere al costo de aquellos elementos que pueden comprados y se instalan directamente en la maquina sin necesidad de maquinado.

Tabla 11: Costo de elementos especificados

Nº	Descripción	Propiedades o Código	Cantidad	Costo Unitario [Bs]	Costo Total [Bs]
1	Motorreductor	0,7 [kW], 28rpm, monofásico 220V 50Hz	4	1066	4264
2	Rodamientos	d=20mm, ancho=14mm	48	33	1584
3	Pulsador	3SB3202-0AA51	8	16	128
4	Final de carrera	3SE5232-0BD03	8	60	480
5	Conductor	AWG #12 (rollo)	1	150	150
6	Contactador	3RT1015-1AP01	8	55	440
7	Disyuntor	25[A] bipolar	1	50	50
8	Tornillo	M3.5x0.6x8	288	2	576
9	Tuerca	M3.5x0.6	288	1	288
<b>Subtotal</b>					7960

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Costo de maquinaria y equipo

El costo de maquinaria y equipo se calcula tomando en cuenta costos aproximados de alquiler por hora para diferentes tipos de máquinas.

En el anexo B se detallan las hojas de proceso y costos los diferentes elementos del sistema de almacenamiento de archivos.

**Tabla 12: Costo de maquinaria y equipo**

Nº	Máquina, Herramienta, instrumento	Costo [Bs/h]
1	Fresadora	50
2	Torno	35
3	Taladro radial	30
4	Limadora	30
5	Prensa hidráulica	25
6	Prensa de mesa	4
7	Equipo de arco eléctrico	30
8	Equipo de oxicorte	25
9	Herramientas de medida	5
10	Taladro de pedestal	10
11	Taladro Manual	8
12	amoladora	15
13	Compresora y soplete	15
14	Herramientas de trazado	5
15	Herramienta de lijado y limado	5
16	Dobladora de plancha y de tubo	30

**Fuente: Elaboración Propia**

#### 4.4 Costo de mano de obra

En este punto se toman en consideración los costos de mano de obra calificada para la manipulación de equipo necesario para la manufactura de los diferentes elementos diseñados del sistema de almacenamiento de archivos.

En el anexo B se detallan las hojas de proceso y costos los diferentes elementos del sistema de almacenamiento de archivos.

**Tabla 13: Costo de mano de obra**

Código	Mano de Obra	Ocupaciones	Sueldo [Bs/h]	Sueldo Mes
TM	Técnico en máquinas de precisión	Fresa, Torno, Limadora	20	3200
TS	Técnico soldador	Soldadura voltaica y oxiacetilénica	20	3200
TO	Operador en máquinas y herramientas.	Amoladora, taladro, mecánica de banco	15	2400
Ayud.	Ayudante	Operaciones de fuerza	12,5	2000
Pin.	Pintor	Prepara la pieza y pintar	12,5	2000

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5 Costos de montaje

Los costos de montaje se detallan en la tabla 14. Dichos costos se refieren al salario que perciben todas las personas involucradas en el montaje, además del costo de máquinas herramientas empleados en dicho montaje.

Tabla 14: Costos de montaje

Sistema	Subsistema	tiempo de montaje según especialista [min]		
		T. Sold.	T. Operario	Ayudante
Estructura	Estantes		30	30
	Puntales		90	60
sistema de Rodado	Base móvil		30	30
	eje	15	15	15
	ruedas	30	15	15
	rieles		60	30
Sistema de tracción	Motorreductor		60	30
Sistema de control	Circuito de fuerza y control		60	30
	componentes de mando		30	30
		20 [Bs/Hora]	15 [Bs/Hora]	12,5 [Bs/Hora]
costo parcial por labor [Bs]		15	97,5	56,25
costo total de la mano de obra por montaje [Bs]		359,67		
costo estimado por insumos usados en el montaje [Bs]		200		
<b>Sub Total [Bs]</b>		<b>559,67</b>		

Fuente. Elaboración propia

#### 4.6 Total de Costos

Los costos finales se explican en la tabla 15. Considerando la sumatoria de los costos de fabricación, elementos especificados y el montaje, evaluados en el capítulo 4 y cuyo detalle se encuentra en las hojas de procesos y costos en el anexo B.

**Tabla 15: Costos totales**

N°	Detalle	Total Bs
1	Costo de fabricación	12422,65
2	Costo de elementos especificados	7960
3	Costo de montaje	559,67
Costo neto		20942,32

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7 Precio

Para la determinación del precio se siguen los criterios mostrados en la tabla 16 considerando una utilidad de 35% del valor neto, el impuesto de valor agregado (IVA) y el impuesto por transacción (IT).

**Tabla 16: Precio**

N°	Detalle	Total [Bs]
1	Costo neto	20942,32
2	Margen de utilidad 35%	7329,81
3	IVA 13%	4375,45
4	IT 3%	1009,72
Precio		33657,30

Fuente: Elaboración propia

## Evaluación

### 5.1 Evaluación técnica

Para realizar una comparación de los parámetros técnicos se considera un equipo de industria argentina.

La evaluación técnica se realiza a partir de la comparación de los parámetros principales de diseño de ambos sistemas. Que en este caso serán:

- Dimensiones: Expresadas en metros de alto, ancho y profundidad de los estantes.
- Capacidad: Expresada en kg de peso que soporta la estructura, considerando al mismo tiempo la cantidad de entrepaños y estantes con que cuenta el sistema y la capacidad en kg de estos elementos.
- Operación: La forma en que debe ser operado el sistema para permitir el desplazamiento de los estantes.
- Mantenimiento: el mantenimiento requerido el sistema para su conservación en óptimo estado.

**Figura 33: Estantería móvil industria argentina**



Fuente: [https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-696463575-carros-movilesarchivo-deslizableestanteria-reforzad-chapa-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-696463575-carros-movilesarchivo-deslizableestanteria-reforzad-chapa-_JM)

**Tabla 17: Evaluación técnica**

<b>Variables</b>	<b>Sistema de industria argentina</b>	<b>Sistema del proyecto</b>
<b>Dimensiones</b>	Estanterías de 2x2.70x0.9m.	Estanterías de 2x3x0,8 m
<b>Capacidad</b>	25 kg por entrepaño	39,6 kg por entrepaño
	N° de entrepaños: 5 por estante	N° de entrepaños: 30 por estante
	N° de estantes: 6	N° de estantes: 4
	Capacidad por estante: 125 kg	Capacidad por estante: 1188 kg
	Capacidad total: 750 kg	Capacidad total: 4752 kg
<b>Operación</b>	Deslizamiento manual mediante palanca	Deslizamiento automático mediante motor
<b>Mantenimiento</b>	Admite un fácil conservación y reemplazo de sus piezas o sistemas	Admite un fácil conservación y reemplazo de sus piezas o sistemas

Fuente: **Elaboración propia**

## 5.2 Evaluación económica

Dado que las máquinas sujetas a comparación no tienen la misma capacidad como se explica en el punto 5.1, no es posible comparar directamente el precio de ambas máquinas. Para comparar ambas máquinas se opta por encontrar una relación de Precio/Capacidad.

**Tabla 18. Evaluación económica**

Maquinas	Precio total [Bs]	Capacidad [kg]	Relación Precio/Capacidad [Bs/kg]
Diseñada	31622,9	4752	6,65
Industria argentina	9826,6	750	13,10

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 18 la relación precio/capacidad de la maquina diseñada en este proyecto es menor que la relación de la máquina de industria argentina, lo que indica que se tiene un menor costo de por capacidad de almacenaje utilizando el sistema de almacenamiento de archivos diseñado en este proyecto.

### 5.3 Conclusiones

- Se diseñó un sistema de almacenamiento móvil para optimizar el espacio utilizado de almacenamiento de archivos.
- Se diseñó el sistema de rodado tomando en cuenta los parámetros de diseño planteados realizando los cálculos correspondientes a cada elemento del sistema
- Tomando en cuenta la capacidad de carga de cada estante se calculó la potencia del motor necesaria para mover el estante cargado completamente.
- Se diseñó el sistema de control para implementarlo en las estanterías móviles, considerando las necesidades del operador y del sistema.
- Se dibujaron los planos de conjunto y detalle necesarios para la correcta descripción de la máquina.
- Se elaboraron las hojas de proceso necesarias para cubrir el proceso de manufactura.

- Se detalló el proceso de montaje necesario para el sistema de almacenamiento.
- Se elaboró el manual de operación y mantenimiento del sistema para su correcta conservación.
- Se realizó la cotización completa para determinar el precio final de la estantería.
- Se realizó una evaluación técnica y económica del sistema de almacenamiento de archivos para determinar su factibilidad de uso frente a otros fabricantes.

#### **5.4 Recomendaciones**

Como una mejora al proyecto puede implementarse sensores de movimiento como medida de seguridad para evitar el cierre inesperado de los estantes

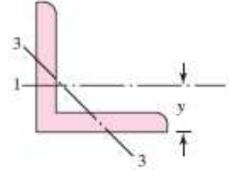


## **ANEXO A**

### **TABLAS DE ESPECIFICACIÓN**

**Anexo A01**

$w$  = peso por pie, lbf/ft  
 $m$  = masa por metro, kg/m  
 $A$  = área, pulg<sup>2</sup> (cm<sup>2</sup>)  
 $I$  = segundo momento de área, pulg<sup>4</sup> (cm<sup>4</sup>)  
 $k$  = radio de giro, pulg (cm)  
 $y$  = distancia centroidal, pulg (cm)  
 $Z$  = módulo de sección, pulg<sup>3</sup> (cm<sup>3</sup>)



Tamaño (mm)	m	A	$I_{1-1}$	$K_{1-1}$	Z	y	$K_{3-3}$
20 x 20 x 3	0.92	1.20	0.155	0.61	0.46	0.60	0.37
x 4	1.02	1.32	0.37	0.62	0.49	0.63	0.37
25 x 25 x 3	1.11	1.42	0.80	0.75	0.53	0.72	0.48
x 4	1.45	1.85	1.01	0.74	0.58	0.76	0.48
x 5	1.77	2.26	1.20	0.73	0.71	0.80	0.48
35 x 35 x 4	1.88	2.85	1.24	0.83	0.88	0.90	0.64
x 5	2.11	3.30	1.38	0.82	1.18	1.02	0.64
x 6	2.37	3.45	2.94	0.81	1.42	1.10	0.63
40 x 40 x 4	2.42	3.08	4.47	1.21	1.55	1.12	0.78
x 5	2.97	3.79	5.43	1.20	1.91	1.16	0.77
x 6	3.52	4.48	6.31	1.19	2.26	1.20	0.77
50 x 50 x 5	3.77	4.80	11.0	1.51	3.05	1.40	0.97
x 6	4.47	5.59	12.8	1.50	3.61	1.45	0.97
x 8	5.82	7.41	16.3	1.48	4.68	1.52	0.96
60 x 60 x 5	4.57	5.82	19.4	1.82	4.45	1.64	1.17
x 6	5.42	6.91	22.8	1.82	5.29	1.69	1.17
x 8	7.09	9.03	29.2	1.80	6.89	1.77	1.16
x 10	8.69	11.1	34.9	1.78	8.41	1.85	1.16
80 x 80 x 6	7.34	9.35	55.8	2.44	9.57	2.17	1.57
x 8	9.63	12.3	72.2	2.43	12.6	2.26	1.56
x 10	11.9	15.1	87.5	2.41	15.4	2.34	1.55

**Anexo A02****Propiedades acero ASTM A36**

propiedad	valor	unidades
Módulo elástico	2,00E+11	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	7.93e+010	N/m <sup>2</sup>
Densidad de masa	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	400000000	N/m <sup>2</sup>
Límite de compresión		N/m <sup>2</sup>
Límite elástico	250000000	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

**Anexo A03****Especificaciones rodamientos de bolas**

Diámetro interior, DE, mm		Radio del Ancho, entalle, mm		Diámetro del hombro, mm		Clasificaciones de carga, kN			
mm	mm	mm	mm	$d_s$	$d_H$	Ranura profunda		Contacto angular	
						$C_{10}$	$C_0$	$C_{10}$	$C_0$
10	30	9	0.6	12.5	27	5.07	2.24	4.94	2.12
12	32	10	0.6	14.5	28	6.89	3.10	7.02	3.05
15	35	11	0.6	17.5	31	7.80	3.55	8.06	3.65
17	40	12	0.6	19.5	34	9.56	4.50	9.95	4.75
20	47	14	1.0	25	41	12.7	6.20	13.3	6.55
25	52	15	1.0	30	47	14.0	6.95	14.8	7.65
30	62	16	1.0	35	55	19.5	10.0	20.3	11.0
35	72	17	1.0	41	65	25.5	13.7	27.0	15.0
40	80	18	1.0	46	72	30.7	16.6	31.9	18.6
45	85	19	1.0	52	77	33.2	18.6	35.8	21.2
50	90	20	1.0	56	82	35.1	19.6	37.7	22.8
55	100	21	1.5	63	90	43.6	25.0	46.2	28.5
60	110	22	1.5	70	99	47.5	28.0	55.9	35.5
65	120	23	1.5	74	109	55.9	34.0	63.7	41.5
70	125	24	1.5	79	114	61.8	37.5	68.9	45.5
75	130	25	1.5	86	119	66.3	40.5	71.5	49.0
80	140	26	2.0	93	127	70.2	45.0	80.6	55.0
85	150	28	2.0	99	136	83.2	53.0	90.4	63.0
90	160	30	2.0	104	146	95.6	62.0	106	73.5
95	170	32	2.0	110	156	108	69.5	121	85.0

## Anexo A04



### **MOTORREDUCTOR MONOFÁSICO 220V 0,7 KW / 0,95 CV I: 100**

Referencia: MRM - 070-28G

Condición: Nuevo producto

**119,00 € IVA incluido**

Motor eléctrico monofásico ALREN arranque medio.

0,7 kW / 0,95 CV

Rpm: 3000.

220 V.

Reductor tamaño RSTV040.

Reducción I: 100.

Vueltas finales 28 rpm.

Factor de servicio aproximado 0,8

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MOTOR

Los motores asíncronos trifásicos y monofásicos corresponden a la clase de eficiencia EFF2 y son fabricados atendiendo a las siguientes características:

- Motores: Cerrados.
- Eurovoltage: 220-240 / 380-420 V – 380-420 / 660-725 V.
- Ventilación: Exterior.
- Frecuencia: 50 Hz y 60 Hz.
- Rotor: Jaula de ardilla.
- Protección: IP 55.
- Dispositivo de reengrase: Desde tamaño 180 inclusive.
- Aislamiento: Clase F.
- Sonda Térmica: PTC desde tamaño 132 inclusive.
- Calentamiento: Clase B.
- Color: Azul Ral-5010.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL REDUCTOR

Reductor modelo RSTV-040.

- Cinematismo con vis de acero cementado y rectificado.
- Corona de aleación de bronce sobre hierro fundido esferoidal.
- Carcasa de aluminio.
- Eje de salida de 20 mm.
- 2,3 kg.

## Anexo A05

## Catálogo SIRUS

SIRIUS - Aparatos de maniobra,  
protección y control de motores

Contactores SIRIUS - Tamaño S0



N° Almacén	Descripción del producto	Código
	<b>Contactador SIRIUS</b> <b>Tamaño S0 para motor 9A / 400V 50Hz, 4kW</b>	
100015814	Contactador tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S0, bob.24VAC 50/60Hz	3RT1023-1AC20
100015816	Contactador tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S0, bob.110VAC 50/60Hz	3RT1023-1AG20
100015817	Contactador tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S0, bob.220VAC 50/60Hz	3RT1023-1AN20
100001539	Contactador tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S0, bob.380VAC 50Hz	3RT1023-1AQ00
100015820	Contactador tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S0, bob.24VDC	3RT1023-1BB40
100015821	Contactador tripolar In:9A / 400V 50Hz, 4kW, S0, bob.110VDC	3RT1023-1BF40
	<b>Contactador SIRIUS</b> <b>Tamaño S0 para motor 12A / 400V 50Hz, 5,5kW</b>	
100015826	Contactador tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5,5kW, S0, bob.24VAC 50/60Hz	3RT1024-1AC20
100015827	Contactador tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5,5kW, S0, bob.110VAC 50/60Hz	3RT1024-1AG20
100015828	Contactador tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5,5kW, S0, bob.220VAC 50/60Hz	3RT1024-1AN20
100001244	Contactador tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5,5kW, S0, bob.380VAC 50Hz	3RT1024-1AQ00
100015830	Contactador tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5,5kW, S0, bob.24VDC	3RT1024-1BB40
100015831	Contactador tripolar In:12A / 400V 50Hz, 5,5kW, S0, bob.110VDC	3RT1024-1BF40
	<b>Contactador SIRIUS</b> <b>Tamaño S0 para motor 17A / 400V 50Hz, 7,5kW</b>	
100015839	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7,5kW, S0, bob.24VAC 50/60Hz	3RT1025-1AC20
100015843	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7,5kW, S0, bob.110VAC 50/60Hz	3RT1025-1AG20
100015845	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7,5kW, S0, bob.220VAC 50/60Hz	3RT1025-1AN20
100001249	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7,5kW, S0, bob.380VAC 50Hz	3RT1025-1AQ00
100015847	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7,5kW, S0, bob.24VDC	3RT1025-1BB40
100015849	Contactador tripolar In:17A / 400V 50Hz, 7,5kW, S0, bob.110VDC	3RT1025-1BF40
	<b>Contactador SIRIUS</b> <b>Tamaño S0 para motor 25A / 400V 50Hz, 11kW</b>	
100015781	Contactador tripolar In:25A / 400V 50Hz, 11kW, S0, bob.24VAC 50/60Hz	3RT1026-1AC20
100015784	Contactador tripolar In:25A / 400V 50Hz, 11kW, S0, bob.110VAC 50/60Hz	3RT1026-1AG20
100015786	Contactador tripolar In:25A / 400V 50Hz, 11kW, S0, bob.220VAC 50/60Hz	3RT1026-1AN20
100015992	Contactador tripolar In:25A / 400V 50Hz, 11kW, S0, bob.380VAC 50Hz	3RT1026-1AQ00
100015789	Contactador tripolar In:25A / 400V 50Hz, 11kW, S0, bob.24VDC	3RT1026-1BB40
100015792	Contactador tripolar In:25A / 400V 50Hz, 11kW, S0, bob.110VDC	3RT1026-1BF40

SIRIUS 3RT1



## SIRIUS - Aparatos de maniobra, protección y control de motores

### Relés de sobrecarga térmicos

N° Almacén	Descripción del producto	Código
SIRIUS 3RU1	<b>Relés de sobrecarga térmicos</b> <b>Tamaño S00 hasta 12 A, Clase 10</b>	
	100015508 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:0.18-0.25A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-0CBO
	100015509 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:0.22-0.32A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-0DBO
	100015510 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:0.28-0.4A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-0EBO
	100015511 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:0.35-0.5A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-0FBO
	100015512 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:0.45-0.63A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-0GBO
	100015513 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:0.55-0.8A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-0HBO
	100015514 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:0.7-1A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-0JBO
	100015515 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:0.9-1.25A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-0KBO
	100015516 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:1.1-1.6A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1ABO
	100015517 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:1.4-2A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1BBO
	100015518 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:1.8-2.5A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1CBO
	100015519 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:2.2-3.2A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1DBO
	100016071 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:2.8-4A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1EBO
	100015521 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:3.5-5A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1FBO
	100015522 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:4.5-6.3A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1GBO
	100015524 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:5.5-8A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1HBO
	100015526 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:7-10A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1JBO
	100015527 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:9-12A, 1NA+1NC, S00	3RU1116-1KBO
		<b>Relés de sobrecarga térmicos</b> <b>Tamaño S0 hasta 25 A, Clase 10</b>
100015528 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:1.8-2.5A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-1CBO
100015530 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:2.2-3.2A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-1DBO
100016072 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:2.8-4A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-1EBO
100015285 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:3.5-5A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-1FBO
100015287 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:4.5-6.3A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-1GBO
100015289 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:5.5-8A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-1HBO
100015291 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:7-10A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-1JBO
100015293 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:9-12.5A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-1KBO
100015295 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:11-16A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-4ABO
100015297 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:14-20A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-4BBO
100015299 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:17-22A, 1NA+1NC, S0		3RU1126-4CBO
100015301 Relé de sobrecarga térmico, Clase 10, Ir:20-25A, 1NA+1NC, S0	3RU1126-4DBO	

**Anexo A06****Calibre de Conductores**

Calibre AWG/kCM(*)	Sección mm <sup>2</sup>	Capacidad de corriente en (A)	
		En ducto	Aire libre
16	1.31	10	15
14	2.08	15	20
12	3.31	20	25
10	5.26	30	40
8	8.36	40	60
6	13.28	55	80
4	21.15	70	105
2	33.62	95	140
1	42.37	110	160
1/0	53.49	150	195
2/0	67.43	175	225
3/0	85.01	200	255
4/0	107.21	230	305
250000 (*)	126.69	255	335
300000 (*)	151.86	285	375
350000 (*)	177.43	310	405
400000 (*)	202.69	335	435
500000 (*)	253.06	380	500
600000 (*)	304.24	420	555
700000 (*)	354.45	460	600
800000 (*)	405.71	490	645
900000 (*)	457.44	520	680
1000000 (*)	506.04	545	710

## Anexo A07

## Catálogo Pulsadores

N° Almacén	Descripción del producto	Código
<b>Pulsadores rasantes completos - Línea plástica</b>		
		
100014922	Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, NEGRO	3583202-0AA11
100014930	Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NC, ROJO	3583203-0AA21
100014923	Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, AMARILLO	3583202-0AA31
100014924	Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, VERDE	3583202-0AA41
100014925	Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, AZUL	3583202-0AA51
100014926	Pulsador rasante completo, plástico, IP66, 1NA, BLANCO	3583202-0AA61
<b>Pulsadores luminosos rasantes completos - Línea plástica</b>		
		
100016086	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NC, ROJO	3583246-0AA21
100014813	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NA, AMARILLO	3583245-0AA31
100014814	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NA, VERDE	3583245-0AA41
100014815	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NA, AZUL	3583245-0AA51
100014816	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 24VAC/DC, 1NA, BLANCO	3583245-0AA61
100014822	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NC, ROJO	3583250-0AA21
100014835	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NA, AMARILLO	3583257-0AA31
100014836	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NA, VERDE	3583257-0AA41
100014837	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NA, AZUL	3583257-0AA51
100014838	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 110VAC, 1NA, BLANCO	3583257-0AA61
100014834	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NC, ROJO	3583254-0AA21
100014830	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NA, AMARILLO	3583253-0AA31
100014831	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NA, VERDE	3583253-0AA41
100014832	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NA, AZUL	3583253-0AA51
100014833	Pulsador luminoso rasante completo c/LED, plástico, IP66, 230VAC, 1NA, BLANCO	3583253-0AA61

### Anexo A08

## Catalogo finales de carrera

N° Armación	Descripción del producto	Código
<b>Fines de carrera en caja aislante 31 mm, IP65</b>		
100034554	Fin de carrera, caja aislante 31mm, IP65, Angular c/Vástago	3SE5232-0BC05
100034555	Fin de carrera, caja aislante 31mm, IP65, Angular c/Vástago a Rodillo	3SE5232-0BD03
100034556	Fin de carrera, caja aislante 31mm, IP65, Angular c/Vástago a Rodillo y Palanca	3SE5232-0BE10
100014776	Fin de carrera, caja aislante 31mm, IP65, Angular c/Palanca y Rodillo, ajustable	3SE5232-0BK21
100034571	Fin de carrera, caja aislante 31mm, IP65, Angular c/Varilla elástica	3SE5232-0HR01
100014777	Fin de carrera, caja aislante 31mm, IP65, Angular c/Palanca y Rodillo, alargable	3SE5232-0BK50
100034570	Fin de carrera, caja aislante 31mm, IP65, Angular c/Palanca y Varilla, alargable	3SE5232-0HX80
<b>Fines de carrera en caja aislante 50 mm, IP67</b>		
100025703	Fin de carrera, caja aislante 50mm, IP67, c/Vástago	3SE5242-0BC05
100034573	Fin de carrera, caja aislante 50mm, IP67, c/Vástago a Rodillo	3SE5242-0BD03
100034574	Fin de carrera, caja aislante 50mm, IP67, c/Vástago a Rodillo y Palanca	3SE5242-0BE10
100034575	Fin de carrera, caja aislante 50mm, IP67, c/Palanca y Rodillo, ajustable	3SE5242-0BK21
<b>Fines de carrera en caja metálica 40 mm, IP67</b>		
100034545	Fin de carrera, caja metálica 40mm, IP67, Angular c/Palanca y Rodillo ajustable, de acero inoxidable	3SE5112-0BH02
100034543	Fin de carrera, caja metálica 40mm, IP67, Angular c/Vástago	3SE5112-0BC02
100014773	Fin de carrera, caja metálica 40mm, IP67, Angular c/Vástago a Rodillo	3SE5112-0BD02
100034544	Fin de carrera, caja metálica 40mm, IP67, Angular c/Vástago a Rodillo y Palanca	3SE5112-0BE01
100034562	Fin de carrera, caja metálica 40mm, IP67, Angular c/Palanca y Rodillo, ajustable	3SE5112-0BH01
100034548	Fin de carrera, caja metálica 40mm, IP67, Angular c/Varilla elástica	3SE5112-0CR01
100034563	Fin de carrera, caja metálica 40mm, IP67, Angular c/Palanca y Rodillo, alargable	3SE5112-0BH50
100014775	Fin de carrera, caja metálica 40mm, IP67, Angular c/Palanca y Varilla, alargable	3SE5112-0CH80
<b>Fines de carrera en caja metálica 56 mm, IP67</b>		
100034565	Fin de carrera, caja metálica 56mm, IP67, c/Vástago	3SE5122-0BC02
100034566	Fin de carrera, caja metálica 56mm, IP67, c/Vástago a Rodillo	3SE5122-0BD02
100034551	Fin de carrera, caja metálica 56mm, IP67, c/Vástago a Rodillo y Palanca	3SE5122-0BE01
100034567	Fin de carrera, caja metálica 56mm, IP67, c/Palanca y Rodillo, Ajustable	3SE5122-0BH01
100034568	Fin de carrera, caja metálica 56mm, IP67, c/Varilla Elástica	3SE5122-0CR01
100034552	Fin de carrera, caja metálica 56mm, IP67, c/Palanca y Rodillo, Alargable	3SE5122-0BH50
100034553	Fin de carrera, caja metálica 56mm, IP67, c/Palanca y Varilla, Alargable	3SE5122-0CH80
<b>Fines de carrera 30 mm, sin caja aislante, IP20</b>		
100014779	Fin de carrera 30 mm, IP20, c/Vástago de teflon ø6mm, 1NA+1NC de acción rápida	3SE5250-0CC05
100219633	Fin de carrera 30 mm, IP20, c/Vástago de teflon ø6mm, 1NA+1NC de acción lenta	3SE5250-0BC05

SIRIUS 3SE5



## Anexo A09

## Propiedades mecánicas de algunos materiales

Tabla A-22

Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales\* Fuente: J. Datsko, "Solid Materials", capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. (editores en jefe), *Standard Handbook of Machine Design*, 3a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.

Número	Material	Condición	Resistencia (a la tensión)				Resistencia a la deformación, exponente $m$	Resistencia a la fractura $\epsilon_f$
			Fluencia $S_y$ MPa (kpsi)	Última $S_u$ MPa (kpsi)	A la fractura, $\sigma_f$ MPa (kpsi)	Coefficiente $\sigma_u$ MPa (kpsi)		
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) <sup>f</sup>	620 (90.0)	0.25	1.05
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) <sup>f</sup>	992 (144)	0.14	0.49
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) <sup>f</sup>	758 (110)	0.24	0.85
1045	Acero	TyR 600°F	1 520 (220)	1 580 (230)	2 380 (345)	1 880 (273) <sup>f</sup>	0.041	0.81
4142	Acero	TyR 600°F	1 720 (250)	1 930 (280)	2 340 (340)	1 760 (255) <sup>f</sup>	0.048	0.43
303	Acero inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1 520 (221) <sup>f</sup>	1 410 (205)	0.51	1.16
304	Acero inoxidable	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1 600 (233) <sup>f</sup>	1 270 (185)	0.45	1.67
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) <sup>f</sup>	620 (90)	0.28	0.10
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) <sup>f</sup>	689 (100)	0.15	0.18
7075	Aleación de aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) <sup>f</sup>	882 (128)	0.13	0.18

\*Los valores se tomaron de una o dos caladas y se consideran que pueden obtenerse usando especificaciones de compra. La deformación por fractura puede variar hasta en 100%.

<sup>f</sup>Valor derivado.

## Anexo A10

### Planchas de acero

#### PLANCHAS LAMINADAS EN CALIENTE

#### ESPEORES Y PESOS

Espesor Nominal (mm.)	Peso Nominal	
	1.000 x 3.000 (kg.)	1.000 x 6.000 (kg.)
1,5	36	72
2,0	48	86
2,5	60	120
3,0	72	144
4,0	96	192
5,0	120	240
6,0	144	288
8,0	192	384
10,0	240	480
12,0	288	576

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Calidad: ASTM A-36

Anchos: 1.000 y 1.500 mm.

Largos: 3.000 y 6.000 mm.

Largos especiales a pedido.

Espesores: Desde 1.5 hasta 12 mm.

Límite de Fluencia: Mínima 2.500 [kg./cm<sup>2</sup>]

Resistencia a la tracción: 4.080 - 5.610 [kg./cm<sup>2</sup>]

Elongación: Mínima 20%.

<b>PLANCHAS GRUESAS</b>				
<b>ESPEORES Y PESOS</b>				
<b>Espesor Nominal</b>	<b>Peso Nominal</b>		<b>Peso Nominal</b>	
	<b>2.000 x 6.000</b>	<b>2.000 x 12.000</b>	<b>2.440 x 6.000</b>	<b>2.440 x 12.000</b>
<b>(mm.)</b>	<b>(kg.)</b>	<b>(kg.)</b>	<b>(kg.)</b>	<b>(kg.)</b>
6	576	1.152	703	1.405
8	768	1.536	937	1.874
10	960	1.920	1.171	2.342
12	1.152	2.304	1.405	2.811
14	1.344	2.688	1.640	3.279
16	1.536	3.072	1.874	3.748
18	1.728	3.456	2.108	4.216
20	1920	3840	2342,4	4684,8
22	2.112	4.224	2.577	5.153
25	2400	4800	2928	5856
28	2.688	5.376	3.279	6.559
30	2.880	5.760	3.514	7.027
32	3.072	6.144	3.748	7.496
35	3.360	6.720	4.099	8.198
38	3.648	7.296	4.451	8.901
40	3.840	7.680	4.685	9.370
45	4.320	8.640	5.270	10.541
50	4.800	9.600	5.856	11.712
75	7.200	14.400	8.784	17.568
100	9.600	19.200	11.712	23.424

<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>
Calidades : ASTM A-36 / A-572 GR. 50
Anchos: 2.000 - 2.440 - 3.000 mm.
Largos: 6.000 y 12.000.
Espesores : Desde 6 hasta 100 mm.

**Anexo A11****Planchas de aluminio**

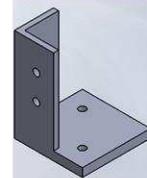
Espesor (mm)	Formato	kg/u aprox.	H14 / H24	H18	H111 / F
0,5	2000x1000	2,75			
0,6	2000x1000	3,30			
0,8	2000x1000	4,40			
0,8	2500x1250	6,90			
0,8	3000x1500	9,90			
1,0	2000x1000	5,50			
1,0	2500x1250	8,60			
1,0	3000x1250	10,40			
1,0	3000x1500	12,40			
1,0	4000x1500	16,50			
1,2	2000x1000	6,60			
1,2	2500x1250	10,35			
1,2	3000x1250	12,40			
1,2	3000x1500	14,90			
1,5	2000x1000	8,25			
1,5	2500x1250	12,90			
1,5	3000x1250	15,60			
1,5	3000x1500	18,60			
1,5	4000x1250	20,65			
1,5	4000x1500	24,75			
2,0	2000x1000	11,00			
2,0	2500x1250	17,20			
2,0	3000x1250	20,70			
2,0	3000x1500	24,80			
2,0	3000x2000	33,00			
2,0	4000x1250	27,50			
2,0	4000x1500	33,00			
2,5	2000x1000	13,75			
2,5	2500x1250	24,50			
2,5	3000x1500	31,25			

3,0	2000x1000	16,50			
-----	-----------	-------	---	--	---

**ANEXO B**  
**HOJAS DE PROCESOS Y**  
**COSTOS**



HOJA DE PROCESOS Y COSTOS												
			Proyecto:		Sistema		Elemento			Nº de Plano		
			Diseño de un sistema de almacenamiento móvil de archivos		Estructura		Puntales			1-01-002		
			Costo Mat/Pza	Costo [Bs/kg]	Peso Neto [kg/Pza.]	Dimensiones			Nº de Hoja	Cant.		
			8,75	79,55	0,11	h= 50 mm base=40x40mm			2	48		
Responsable				Material		Acero A36						
Jorge Canac ho Guzmán												
Proceso	Descripcion	Maquina Herramienta	Tiempo de Preparación	Tiempo de ejecución	Tiempo Total por Proceso	Tiempo Acumulado por pieza	Mano de obra	Costo/hora Mano de Obra	Costo/hora Maquina Herramienta	Costo Mano de Obra Proceso	Costo de Herram. Por Proceso	Costo por pieza Acumulada
1	Trazar líneas de corte	Herramienta de trazado(Esc uadra, rayador)	1,00	2,00	3,00	3,00	TO	15,00	4,00	0,75	0,13	0,88
2	Cortar la plancha	Amoladora	1,00	4,53	5,53	8,53	TO	15,00	15,00	1,38	1,13	2,52
3	Trazar líneas de doblado	Herramienta de trazado(Esc uadra, rayador)	1,00	5,10	6,10	14,63	TO	15,00	4,00	1,53	0,34	1,87
4	Doblar la plancha	Dobladora	2,00	4,00	6,00	20,63	TO	15,00	30,00	1,50	2,00	3,50
5	Soldar	Arco	2,00	3,80	5,80	26,43	TS	20,00	30,00	1,93	1,90	3,83
6	Perforar	taladro	2,00	3,24	5,24	31,67	TO	15,00	10,00	1,31	0,54	1,85
7	Pintar	compresor soplete	3,00	20,00	23,00	54,67	Pin	12,50	15,00	4,79	5,00	9,79
Insumos						Totalización de Costos						
Nº	Consumo	Unid.	Costo/Unid	Cantidad	Costo por Insumo	Costo de Mano de Obra			Por Pieza		Tot. Piezas	
1	electrodo E6013	Kg	32	0,1	3,2	Costo de Mano de Obra			13,9		633,24	
2	Pintura	galn	125	0,05	6,25	Costo de Materiales			8,75		420,00	
3	Casolina	litro	4	0,05	0,2	Costo de Maquinas Herramientas			11,05		530,20	
4						Costo de Insumos			9,65		463,20	
Costo Ins.					9,65	Costo Total			42,64		2046,64	



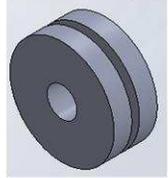
NOTA: Todos los costos estan en Bolivianos y los Tiempos en minutos

HOJA DE PROCESOS Y COSTOS												
	Proyecto:		Sistema		Elemento			Nº de Plano				
	Diseño de un sistema de almacenamiento móvil de archivos		Estructura		Estante			1 01 003				
	Costo Mat/Pza	Costo [Bs/kg]	Peso Neto [kg/Pza.]		Dimensiones			Nº de Hoja	Cant.			
	825	11,77	70,1		h= 2000 mm base=3000x700mm			3	4			
	Responsable				Material			angular 20x20x3mm				
Jorge Camacho Guzmán												
Proceso	Descripción	Maquina Herramienta	Tiempo de Preparación	Tiempo de ejecución	Tiempo Total por Proceso	Tiempo Acumulado por pieza	Mano de obra	costo/hora Mano de Obra	Costo/hora Maquina Herramienta	Costo Mano de Obra Proceso	Costo de Herram. Por Proceso	Costo por pieza Acumulada
1	Trazar líneas de corte	Henamineta de trazado(Escuadra, rayador)	1,00	2,00	3,00	3,00	TO	15,00	4,00	0,75	0,13	0,88
2	Cortar perfil	Amoladora	1,00	8,36	9,36	12,36	TO	15,00	15,00	2,34	2,09	4,43
3	Soldar	Arco	2,00	22,90	24,90	37,26	TS	20,00	30,00	8,30	11,45	19,75
4	Perforar	taladro	2,00	5,20	7,20	44,46	TO	15,00	8,00	1,80	0,69	2,49
5	Pintar	compresorsoplete	3,00	33,40	36,40	80,86	Pin	12,50	15,00	7,58	8,35	15,93
Insumos					Totalización de Costos							
Nº	Consumo	Unid.	Costo/Unid	Cantidad	Costo por Insumo	Costo de Mano de Obra		Por Pieza		Tot. Piezas		
1	electrodo E6013	Kg	32	0,6	19,2	20,77		83,09				
2	Pintura	galon	125	0,5	62,5	825,00		3300,00				
3	Gasolina	litro	4	0,5	2	22,72		90,87				
4						83,70		334,80				
Costo Ins.					83,70	952,19		3808,76				

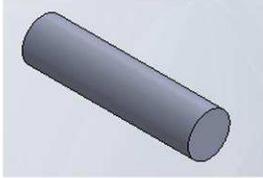
NOTA: Todos los costos están en Bolivianos y los Tiempos en minutos





HOJA DE PROCESOS Y COSTOS												
	Proyecto:		Sistema		Elemento		Nº de Plano					
	Diseño de un sistema de almacenamiento móvil de archivos		Rodado		Rueda		1 02-003					
	Costo Mat/Pza	Costo [Bs/kg]	Peso Neto [kg/Pza.]		Dimensiones		Nº de Hoja	Cant.				
	21	31,34	0,67		di=20mm de=70mm, separación 5mm		6	24				
Responsable			Material		Plancha 12 mm, tubo 20mm							
Jorge Camacho Guzmán												
Proceso	Descripción	Maquina Herramienta	Tiempo de Preparación	Tiempo de ejecución	Tiempo Total por Proceso	Tiempo Acumulado por pieza	Mano de obra	costo/hora Mano de Obra	Costo/hora Maquina Herramienta	Costo Mano de Obra Proceso	Costo de Herram. Por Proceso	Costo por pieza Acumulada
1	Trazar líneas de corte	Herramienta de trazado (Escuadra, rayador)	1,00	2,00	3,00	3,00	TO	15,00	4,00	0,75	0,13	0,88
2	Cortar plancha	Equipo oxicorte	3,00	3,25	6,25	9,25	TS	20,00	25,00	2,08	1,35	3,44
3	tomear	Tomo	3,00	12,60	15,60	24,85	TO	15,00	35,00	3,90	7,35	11,25
4	Soldar	Arco	2,00	2,20	4,20	29,05	TS	20,00	30,00	1,40	1,40	2,50
5	Pintar	compresor soplete	3,00	6,20	9,20	38,25	Pin	12,50	15,00	1,92	1,55	3,47
Insumos												
Totalización de Costos												
Nº	Consumo	Unid.	Costo/Unid	Cantidad	Costo por Insumo				Por Pieza	Tot. Piezas		
1	electrudo E60 B	Kg	32	0,1	3,2	Costo de Mano de Obra			10,05	24120		
2	Pintura	galon	125	0,2	25	Costo de Materiales			21,00	504,00		
3	Gasolina	litro	4	0,2	0,8	Costo de Maquinas Herramientas			11,49	275,70		
4	GLP	kg	2,25	0,5	1,125	Costo de Insumos			30,13	723,00		
				Costo Ins.	30,13	Costo Total			72,66	1743,90		

NOTA: Todos los costos están en Bolívianos y los Tiempos en minutos

HOJA DE PROCESOS Y COSTOS												
			Proyecto:		Sistema		Elemento		Nº de Plano			
			Diseño de un sistema de almacenamiento móvil de archivos		Rodado		Pasador		1 02-004			
			Costo Mat/Pza	Costo [Bs/kg]	Peso Neto [kg/Pza.]	Dimensiones		Nº de Hoja	Cant.			
			6,67	33,35	0,2	d=20mm, L=80mm		7	2			
Responsable			Material		Barras acero d=20mm							
Jorge Camacho Guzmán												
Proceso	Descripción	Maquina Herramienta	Tiempo de Preparación	Tiempo de ejecución	Tiempo Total por Proceso	Tiempo Acumulado por pieza	Mano de obra	Costo/hora Mano de Obra	Costo/hora Maquina Herramienta	Costo Mano de Obra Proceso	Costo de Herram. Por Proceso	Costo por pieza Acumulada
1	Trazar líneas de corte	Herramienta de trazado(Escuadra, rayador)	1,00	2,00	3,00	3,00	TO	15,00	4,00	0,75	0,13	0,88
2	Cortar perfil	Amoladora	2,00	2,20	4,20	7,20	TO	15,00	15,00	1,05	0,55	1,60
3	Pintar	compresor soplete	3,00	3,70	6,70	13,90	Pin	12,50	15,00	1,40	0,93	2,32
<b>Insumos</b>												
<b>Totalización de Costos</b>												
Nº	Consumo	Unid.	Costo/Unid	Cantidad	Costo por Insumo			Por Pieza		Tot. Piezas		
1	Pintura	galon	25	0,02	2,5	Costo de Mano de Obra		3,20		38,35		
2	Gasolina	litro	4	0,02	0,08	Costo de Materiales		6,67		80,04		
3						Costo de Maquinas Herramientas		1,61		8,30		
4						Costo de Insumos		2,58		30,96		
				Costo Ins.	2,58	Costo Total		14,05		168,65		

NOTA: Todos los costos estan en Bolivianos y los Tiempos en minutos



**ANEXO C**  
**PLANOS DE CONJUNTO Y**  
**DETALLE**

## Referencias

<https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/02/03/introduccion-al-proyecto-y-diseno-de-maquinas/>

<http://www.gabilos.com/comosehace/organizararchivo/textoOrganizarArchivo.htm>

<http://www.mundoarchivistico.com/?menu=articulos&id=288>

<https://www.mecalux.com.ar/articulos-de-logistica/como-calcular-estructura-estanteria-paletizacion-convencional>

<https://www.info-centro-24.com/bancos-bolivia.html>

<http://www.promobolivia.com/bancos-bolivia/index.html>

<http://modulo-de-3-sistemas-electricos.blogspot.com/2014/04/>

[http://4.bp.blogspot.com/-gH7LgQCUMQA/VpAjo53RuJI/AAAAAAAAAM0/cKUpCCihYfg/s1600/Inversion\\_Gir\\_o\\_Monofasico.bmp](http://4.bp.blogspot.com/-gH7LgQCUMQA/VpAjo53RuJI/AAAAAAAAAM0/cKUpCCihYfg/s1600/Inversion_Gir_o_Monofasico.bmp)

<http://www.alu-stock.es/es/aluminio-industria/productos-laminados/chapas-aleaciones-comerciales/chapas-aluminio-en-aw-1050/>

**Bibliografía**

JOSHEPH E. SHIGLEY. Diseño en Ingeniería Mecánica 8ª Edición. Editorial McGraw-Hill. España 2008

A.L CASILLAS. Máquinas, Cálculos de Taller. 34ª Edición. España 1988

RUSSELL C. HIBBELER. Mecánica de Materiales, 8ª Edición. Editorial PEARSON. México 2011

RUSSELL C. HIBBELER Análisis Estructural. 8ª Edición. Editorial PEARSON. México 2012

HEINRICH GERLING Alrededor de las Máquinas herramientas. 2ª Edición. Editorial REVERTE México 1996