

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO
TIPO TIJERA PARA PERSONAL, MONTABLE/DESMONTABLE AL
BALDE DE UNA CAMIONETA”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Christian Omar Quispe Carranza

Carlos David Bernal Brown

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en especial a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la producción, de manera particular a Msc. Carola Sánchez y al Msc. Diego Sigüenza, por su valioso aporte en el desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas, por darme las fuerzas para luchar cada día para un futuro mejor para mi familia.

A mi hija, esposa y madre, por ser mi inspiración y apoyo incondicional para lograr mis metas.

A mi padre Ing. David Bernal (+), por inculcarme en vida los valores y principios necesarios para ser una buena persona y profesional de bien.

A mi hermano y amigos, por su apoyo en diferentes facetas de mi vida.

David Bernal Brown.

DEDICATORIA

A Dios, guía de mi camino, el Maestro que me enseña a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres, por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles. Me han dado todo lo que soy como persona, los valores, los principios, el carácter, el empeño, la perseverancia, y el coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermana, por ser mi primer ejemplo de superación.

A mis abuelos (+), quienes son mi eterna inspiración.

A mi esposa, mi compañera de vida, mi complemento, mi gran amor.

Christian Quispe Carranza.

DECLARACIÓN EXPRESA

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

Christian Omar Quispe Carranza

Carlos David Bernal Brown

Msc. Diego Sigüenza Alvarado

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



Christian Quispe C.



Carlos Bernal B.



Msc. Diego Sigüenza A.

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar un dispositivo para realizar trabajos en altura relacionados con el mantenimiento/repelación de señáleticas y semáforos, para el control del tránsito en las zonas de alto flujo vehicular de la ciudad de Guayaquil; este dispositivo debe ser portátil y capaz de ubicarse en zonas de congestión, sin generar obstrucciones a la circulación vehicular

Basados en el problema se reunió información para definir los requerimientos de diseño. Se plantearon alternativas para solucionar la necesidad, mediante un proceso de análisis y utilizando diferentes criterios de selección, eligiéndose la alternativa de elevador tipo tijera.

Se procedió a diseñar la estructura del elevador tipo tijera con las consideraciones de diseño planteadas, según los requerimientos de altura de trabajo y capacidad de carga. Se realizó un análisis estático de la estructura y se determinó el elemento con el peor escenario de carga y mayores fuerzas aplicadas.

Mediante ingeniería inversa se determina la sección transversal de la estructura, así como también sus materiales y se valida este diseño utilizando análisis de esfuerzos de elementos finitos utilizando el software Autodesk Inventor. Posteriormente, se seleccionó los componentes del sistema hidráulico. Finalmente, se realizó el listado de materiales, planos de construcción y costo de la plataforma de elevación tipo tijera.

Palabras Clave: Elevador tipo tijera, altura de trabajo.

ABSTRACT

The present project has the purpose of designing a device to carry out work at height related with maintenance/repair of signs and traffic lights, for the control of high transited areas of Guayaquil city. This device must be portable and be able to work in congestion zones, without causing vehicular obstruction.

Based on the problem, information was gathered to define the design requirements. It's proposed alternatives to solve the problem through a process of selection criteria analysis, choosing the scissor lift option.

The structure of the scissor lift was designed by taking into account requirements such as working at height codes and load capacity. A static analysis of the structure was performed, and it was determined the element with the worst load scenario and higher applied forces.

Through a reverse engineering process, the cross-section and its materials are determined. This design is validated using finite element stress analysis in Autodesk Inventor software. Subsequently, the components of the hydraulic system were selected. Finally, a list of materials, construction drawings and cost of the scissor lift platform was made.

Keywords: *Scissor lift, working height.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL.....	III, IV
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE PLANOS	IX
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO 1	4
1. Marco teorico.....	4
1.1 Norma ANSI A 92.2.....	4
1.2 Norma UNE – EN – 280 -2014	5
1.3 Tipos de elevadores hidráulicos.....	7
1.4 Principales componentes del sistema hidráulico.....	12
CAPÍTULO 2.....	15
2. Metodología del Diseño.....	15
2.1 Matriz de decisión	15
2.2 Diagrama de metodología de diseño	17
CAPÍTULO 3.....	18
3. DISEÑO MECÁNICO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES	18

3.1	Criterios de diseño.....	18
3.2	Análisis estático	18
3.3	Selección de componentes hidráulicos.....	25
3.4	Ingeniería Inversa formas de secciones transversales, geometría y materiales	30
3.5	Análisis de Esfuerzos.....	34
CAPÍTULO 4.....		39
4.	Resultados	39
4.1	Listas de materiales.....	39
4.2	Costo Directos de fabricación de elevador	39
4.3	Costos Indirectos de fabricación de elevador.	41
4.4	Resumen de costo y precio de venta.....	41
4.5	Planos esquemáticos y de fabricación.....	42
CAPÍTULO 5.....		43
5.	Discusión y Conclusiones.....	43
5.1	Conclusiones	43
5.2	Recomendaciones	44
BIBLIOGRAFÍA.....		45
APÉNDICES		46

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	Asociación Americana para el Ensayo y Materiales
ANSI	Instituto Nacional Americano de Estándares
AWS	Sociedad Americana de Soldadura
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
AISI	Instituto Americano del Hierro y el Acero
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotores
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
UNE	Una Norma Española
ATM	Agencia de Tránsito Municipal
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

SIMBOLOGÍA

A	Área
D	Diámetro
r	Radio
h	altura
b	base
π	Pi
W	Peso
G	Gravedad
m	Masa
F	Fuerza
R	Reacción
σ	Esfuerzo Normal
T	Esfuerzo de Corte
L	Longitud
M	Momento
n	Factor de seguridad
I	Segundo momento de inercia
v	Velocidad
T	Torque
Sut	Resistencia última
Sy	Resistencia de fluencia o resistencia de punto cedente
Kg	Kilogramo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Báculo de tres secciones	4
Figura 2 Bomba de engranajes	6
Figura 3 Bomba de paletas.....	6
Figura 3 Bomba de paletas.....	7
Figura 4 Reservorio de aceite.....	7
Figura 5 Sistema hidráulico básico.....	8
Figura 6 Brazo Canasta simple	10
Figura 7 Brazo Canasta Articulado – Telescópico	11
Figura 8 Brazo Canasta Articulado montado en tráiler	11
Figura 9 Elevador Vertical Tipo Mástil	12
Figura 10 Elevador Tipo Tijera autopropulsado	13
Figura 11 Elevador Tipo Tijera	14
Figura 12 Metodología de diseño	21
Figura 13 Elevador tipo tijera a máxima altura	23
Figura 14 Elevador tipo tijera en posición de traslado	23
Figura 15 Estructura principal del elevador tipo tijera, marco en tubo cuadrado y redondo	26
Figura 16 Estructura principal del elevador tipo tijera, soporte para cilindros hidráulicos y placas de refuerzo	27
Figura 17 Dimensionamiento general de la estructura tipo tijera	29
Figura 18 Modelo simplificado	30
Figura 19 Diagramas de cuerpo libre de cada sección de la plataforma tipo tijera	33
Figura 20 Magnitud de esfuerzo de Von Mises en el elemento FJ	41
Figura 21 Magnitud de esfuerzos principales en el elemento FJ	42
Figura 22 Magnitud de desplazamientos en el elemento FJ	42
Figura 23 Magnitud de factor de seguridad en el elemento FJ	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ponderación de criterios de selección	15
Tabla 2 Estructuras de elevación	16
Tabla 3 Matriz de decisión “Tipos de estructura de elevación de plataforma”	16
Tabla 4 Reacciones en la plataforma	23
Tabla 5 Reacciones en los nodos de la estructura tipo tijera	23
Tabla 6 Tabulación de las reacciones en función de la altura de trabajo	24
Tabla 7 Características del cilindro hidráulico	28
Tabla 8 Normativas utilizadas para el diseño	25
Tabla 9 Propiedades mecánicas del material ASTM 500 Grado A	32
Tabla 10 Propiedades mecánicas del material de placas y otros perfiles	33
Tabla 11 Propiedades mecánicas del material de ejes	34
Tabla 12 Propiedades mecánicas del material de bujes	35
Tabla 13 Propiedades mecánicas del material de perfiles	35
Tabla 14 Resultados de esfuerzos en el elemento FJ	39
Tabla 16 Lista de materiales	40
Tabla 17 Costos directos de materiales	41
Tabla 19 Costos directos de mano de obra	41
Tabla 20 Costos indirectos de fabricación de elevador	42
Tabla 21 Resumen de costos, fabricación de elevador tipo tijera	42

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Conjunto elevador tipo tijera
- PLANO 2 Despiece de elevador tipo tijera
- PLANO 3 Estructura superior
- PLANO 4 Elemento externo
- PLANO 5 Conjunto elemento interno superior
- PLANO 6 Conjunto elementos internos
- PLANO 7 Conjunto elemento interno principal
- PLANO 8 Estructura base
- PLANO 9 Partes de conexiones

INTRODUCCIÓN

El trabajo en altura se define como cualquier actividad o desplazamiento que se realice en la proximidad de desniveles que pueden permitir la caída del trabajador o de materiales. También puede ser considerado como trabajo en altura, todo aquel trabajo que se desarrolle en un lugar donde debajo de este, existan equipos en movimiento, equipos o instalaciones que comprometan el área, pisos abiertos, o algún otro tipo de riesgos; y que obliguen a tomar medidas de índole similar a los de los trabajos en alturas. (Laborales, 2013)

En Ecuador, de acuerdo a la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional estadounidense (OSHA), y lo estipulado en el Decreto Ejecutivo 2393 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, se consideran trabajos en altura a todos aquellos que se ejecuten a una altura de 1,80 metros por encima o debajo del nivel del piso. (Laborales, 2013)

Los trabajos que se realizan en altura implican, por su propia naturaleza, situaciones de alto riesgo siendo el origen de una enorme siniestralidad. Por ello, es necesario extremar las precauciones y exigir en nuestro sistema de prevención la máxima seguridad para los trabajadores que están expuestos a este riesgo. Un buen equipo y una adecuada formación e información son piezas claves para el desarrollo exitoso de estas actividades.

Varias instituciones públicas y privadas de los sectores productivos del país, entre los que destacan municipalidades, corporaciones eléctricas, agencias de telecomunicaciones, agencias de publicidad, recurren con frecuencia a la ejecución de trabajos en altura.

Las empresas eléctricas realizan labores de instalación y mantenimiento en redes energizadas de baja, media y alta tensión; a más de asegurar la distribución del suministro eléctrico en todas las regiones del país. Los trabajos en altura son frecuentes y el uso de equipos soporte es indispensable, entre los que destacan

carros canasta (no aislados, y aislados a 36/69 Kilovoltios), camiones grúas con canastas aisladas, pértigas aisladas, andamios aislados, etc.

Por otra parte, en el Art. 30.4 de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial establece que los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales en el ámbito de sus competencias tienen la responsabilidad de planificar, regular y controlar las redes urbanas y rurales de tránsito y transporte terrestre de su jurisdicción.

La Agencia Nacional de Tránsito ATM de la ciudad de Guayaquil, ha manifestado las dificultades en la aplicación de procesos de ingeniería de tránsito, la aplicación de planes semafóricos de acuerdo a la situación real del tránsito y, la dificultad en la sincronización de los semáforos (existen 7 marcas diferentes de semáforos instalados en la ciudad de Guayaquil), entre otras desventajas como las ampliaciones urbanísticas y mejoras viales que complican y encarecen el mantenimiento de la actual infraestructura semafórica de Guayaquil. (Tránsito, 2016)

La aplicación de un proceso sistemático, con la estandarización de equipos de advertencia y el uso equipos y/o vehículos adecuados permitirán optimizar el servicio de semaforización y señalización de la ciudad. Este principio es aplicable para el resto de ciudades del país, principalmente aquellas que cuenten con una infraestructura urbanística similar a las zonas regeneradas de la ciudad de Guayaquil.

La estadística indica ciudad de Guayaquil, con 2.350.915 habitantes (Censo de Población del año 2010), se define como una de las ciudades con mayor densidad poblacional en el Ecuador. Con respecto al incremento del parque automotor, en el año 2014, se matricularon en el país 1.752.712 vehículos; 34.826 vehículos más en relación al año 2013, correspondiendo a la provincia de Pichincha con el mayor número 429.537, en segundo lugar, se ubica la provincia de Guayas con 321.354 vehículos, cifras que en conjunto representan el 43% del total de automotores existentes en el país, le sigue en importancia Manabí con 165.783 vehículos, Azuay

con 105.178 y Los Ríos con 95.889. El creciente incremento de la densidad poblacional y el parque automotor en Guayaquil exigen una adecuada señalización, semaforización e iluminación de sus calles y zonas urbanas a fin de mantener fluidez y armonía entre peatones y el parque automotor. (Censos, 2014)

Se necesita diseñar un dispositivo mecánico que permita realizar trabajos de altura (con excepción de trabajos eléctricos) en las zonas regeneradas de las ciudades del Ecuador.

El dispositivo mecánico debe ser considerado como un mecanismo operativo que permita optimizar las actividades de los operarios, disminuyendo el riesgo de daños físicos, a más de satisfacer diferentes necesidades por la versatilidad que presenta.

A lo largo de los capítulos de la presente tesis citaremos los argumentos necesarios para poder alcanzar los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar varias opciones en elevadores y seleccionar el modelo viable considerando factores económicos, humanos, etc.
2. Seleccionar el mejor diseño estructural del dispositivo mecánico.
3. Seleccionar los componentes hidráulicos que permitan el accionamiento de los componentes mecánicos del dispositivo.

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO

Los conceptos necesarios para comprender la información necesaria como; partes de elevadores, tipos de elevadores, sistemas de accionamientos y las normas que los clasifica y regular se detallan en este capítulo.

1.1 Norma ANSI A 92.2

Esta norma forma parte de una serie desarrollada bajo los procedimientos del comité del Instituto Nacional Americano de Estándares. El proyecto A92 fue aprobado por el American Standards en 1948. (Institute, 1996)

Al inicio de este proyecto, el comité A92 se ocupó únicamente de los andamios móviles y plataformas. En 1961, el comité amplió su alcance para incluir un segundo proyecto sobre plataformas de trabajo montadas sobre vehículos. El creciente desarrollo y el uso frecuente de estos equipos obligaron a considerar especificaciones mínimas para su diseño y fabricación, así como también los dispositivos necesarios para una operación segura.

El estándar relaciona los siguientes dispositivos aéreos montados sobre vehículos, usados para la elevación de personal:

- a) Plataforma con brazo extensible
- b) Escaleras aéreas
- c) Plataformas con brazo articulado
- d) Torres verticales
- e) Una combinación de cualquiera de las anteriores

Estos dispositivos están hechos de metal, madera, fibra de vidrio reforzado u otro material; son accionados manualmente, con capacidad o no de rotar sobre un eje substancialmente vertical.

En el diseño de los dispositivos aéreos se aplicarán principios de ingeniería sólidos y suposiciones razonables compatibles con todos los datos disponibles

sobre el uso y el medio ambiente, respetando el respeto a los equipos que transportan personal.

Factor de seguridad estructural. – Los elementos estructurales básicos del dispositivo aéreo que soportan la plataforma deberán ser diseñados de modo que el límite de elasticidad de los materiales utilizados para tales elementos no se supere en tres veces la carga nominal del dispositivo aéreo. Se aplicará el mismo factor de seguridad estructural a la plataforma.

Controles. – Las plataformas articuladas y las plataformas de brazos extensibles, diseñadas principalmente como portadores de personal, deben tener tanto controles de plataforma (superior) como inferiores. Los controles superiores deben estar en o al lado de la plataforma a un alcance fácil del operador. Los mandos inferiores deberán prever la superación de los mandos superiores. Todos los controles deberán estar claramente marcados en cuanto a su función.

Protección del sistema. – Cuando la elevación del brazo se efectúa por medio de un conjunto de cilindro hidráulico, el sistema estará equipado con válvulas de retención pilotadas u otros dispositivos apropiados para evitar la caída libre del brazo en caso de fallo de la línea hidráulica.

Plataforma. – Cada plataforma estará provista de un carril u estructura alrededor de su periferia superior que debe ser por lo menos 38 pulgadas sobre el piso de la plataforma.

Normas de soldadura. – Todas las soldaduras deberán cumplir con las normas recomendadas por la Sociedad Americana de Soldadura.

1.2 Norma UNE – EN – 280 -2014

De acuerdo a la Norma Española UNE – EN – 280 – 2014, las plataformas elevadoras móviles para personal (PEMP) son máquinas móviles destinadas a desplazar personas y pequeñas herramientas hasta una posición de trabajo, con una definida posición de entrada y salida de la plataforma; está constituida como

mínimo por una plataforma de trabajo con órganos de servicio, una estructura extensible y un chasis. (Certificación, 2014)

Partes de una plataforma elevadora

- a) Plataforma de trabajo: formada por una bandeja rodeada por una barandilla de al menos un metro de altura y con rodapiés para evitar la caída de pequeños materiales a tercero.
- b) Estructura extensible, estructura unida al chasis sobre la que está instalada la plataforma de trabajo, permitiendo moverla hasta la situación deseada.
- c) Chasis, es la base de la PEMP. Puede ser autopropulsado, empujado o remolcado; puede estar situado sobre el suelo, ruedas, cadenas, orugas o bases especiales; montado sobre remolque, semi - remolque, camión o furgón; y fijado con estabilizadores, ejes exteriores, gatos u otros sistemas que aseguren su estabilidad.

Clasificación

Según su sistema de elevación

- a) Tijera.
- b) Articulada.
- c) Telescópica.

Según su sistema de traslación

- a) Sobre camión.
- b) Autopropulsadas.
- c) Remolcables.
- d) Sin tracción.
- e) Sobre oruga.
- f) Sobre furgón.
- g) Sobre vehículos 4x2, 4x4.

1.3 Tipos de elevadores hidráulicos

Brazos Canasta.

Son dispositivos aéreos aislados o no aislados, configurados para levantar desde 136 Kilogramos hasta 300 Kilogramos, con opción a usar el accesorio “Material Handling” (manejador de materiales).

Estos dispositivos aéreos pueden ser:

- a) Articulados: dos brazos (de sección rectangular o circular) ubicados “side by Side” (uno junto al otro) o uno sobre el otro. (Ver Figura 1)
- b) Articulados telescópicos: dos brazos (de sección rectangular) ubicados “side by side” (uno junto al otro) con la particularidad de que el brazo superior posee una extensión telescópica fabricada en fibra de vidrio y recubierta con resina epóxica. Estas configuraciones son usadas frecuentemente en dispositivos aéreos aislados. (Ver Figura 2 y 3)
- c) Telescópicos: dispositivos aéreos conformados por un brazo principal (de sección rectangular) con una sección móvil o telescópica. (Ver Figura 4 y 5)

Los dispositivos aéreos, sea cual sea su configuración, son montados generalmente en camiones desde 5 Toneladas de capacidad de carga. El montaje de estas unidades implica la instalación de tomas de fuerza PTO (Power Take Off) y bombas hidráulicas, que se constituyen en su fuente de energía; a más de la fabricación e instalación de un marco sobre – chasis, instalación de líneas hidráulicas, etc.

Estos dispositivos requieren, en la mayoría de los casos, el uso de patas estabilizadoras de accionamiento mecánico u oleo hidráulico; en menores proporciones se utilizan barras de torsión para mejorar la estabilidad durante la operación del conjunto “carro canasta”.

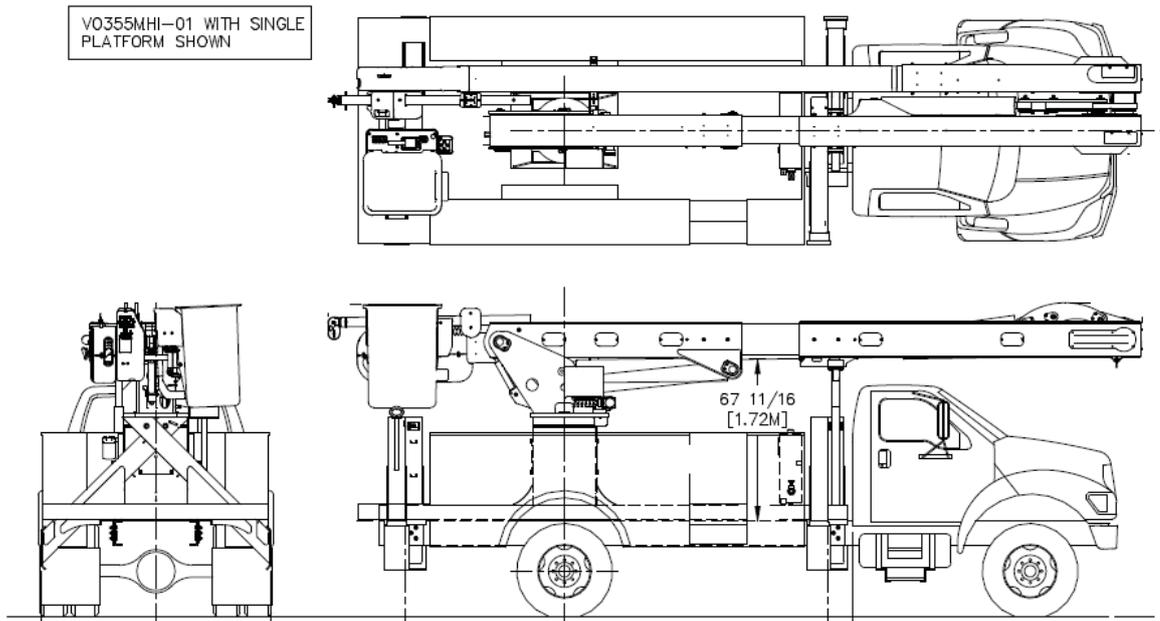


Figura 1 Brazo Canasta Articulado

Fuente: (Manufacturing, 2001)

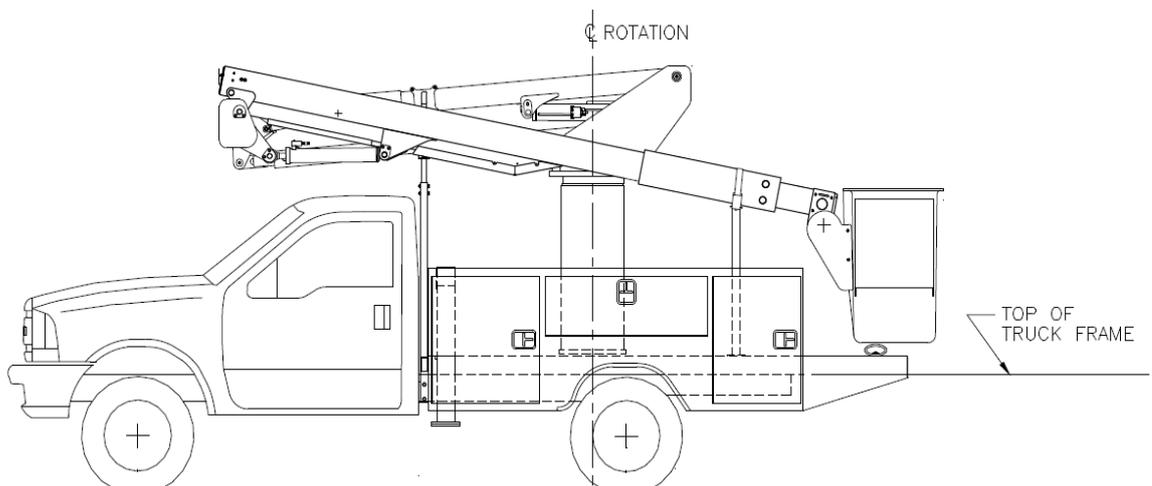


Figura 2 Brazo Canasta Articulado Telescópico

Fuente: (Manufacturing, 2001)

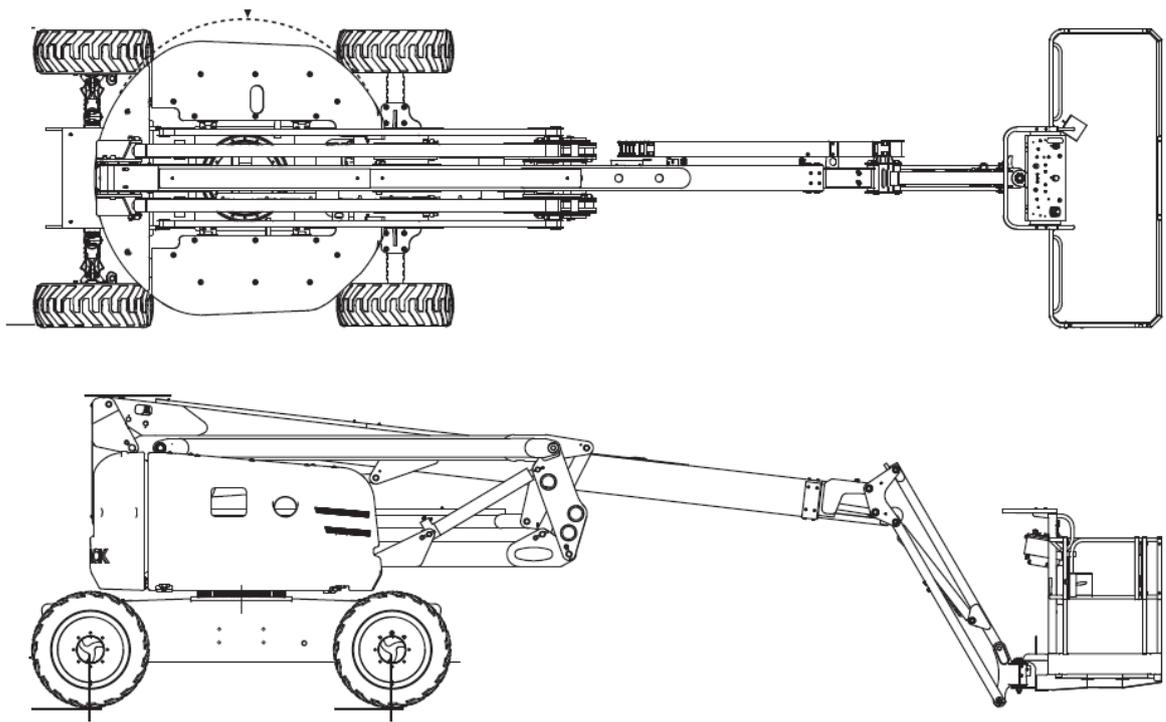


Figura 3 Brazo Canasta Articulado Telescópico (Autopropulsado)

Fuente: (Lift, 2014)

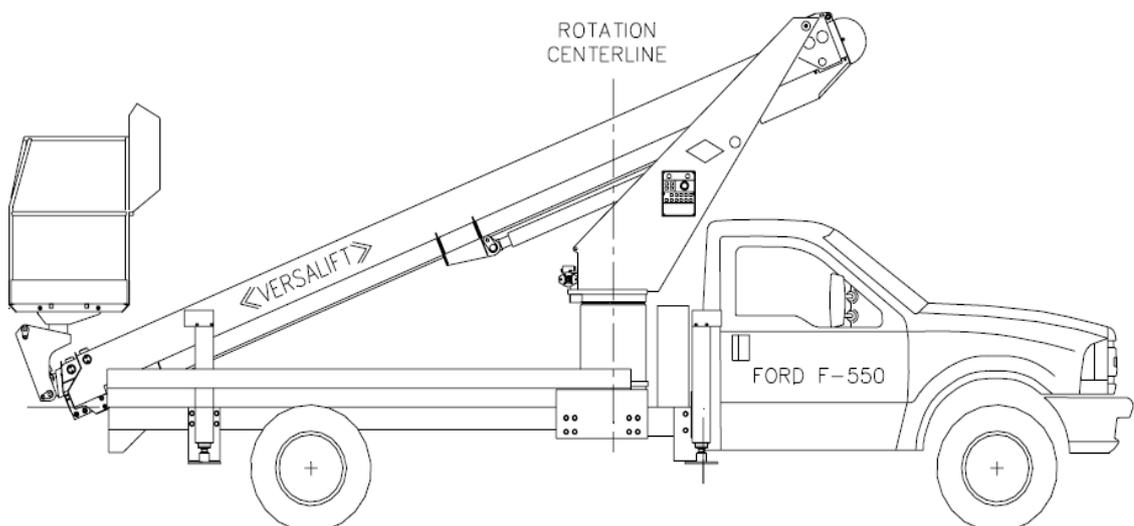


Figura 4 Brazo Canasta Telescópico

Fuente: (Manufacturing, 2001)

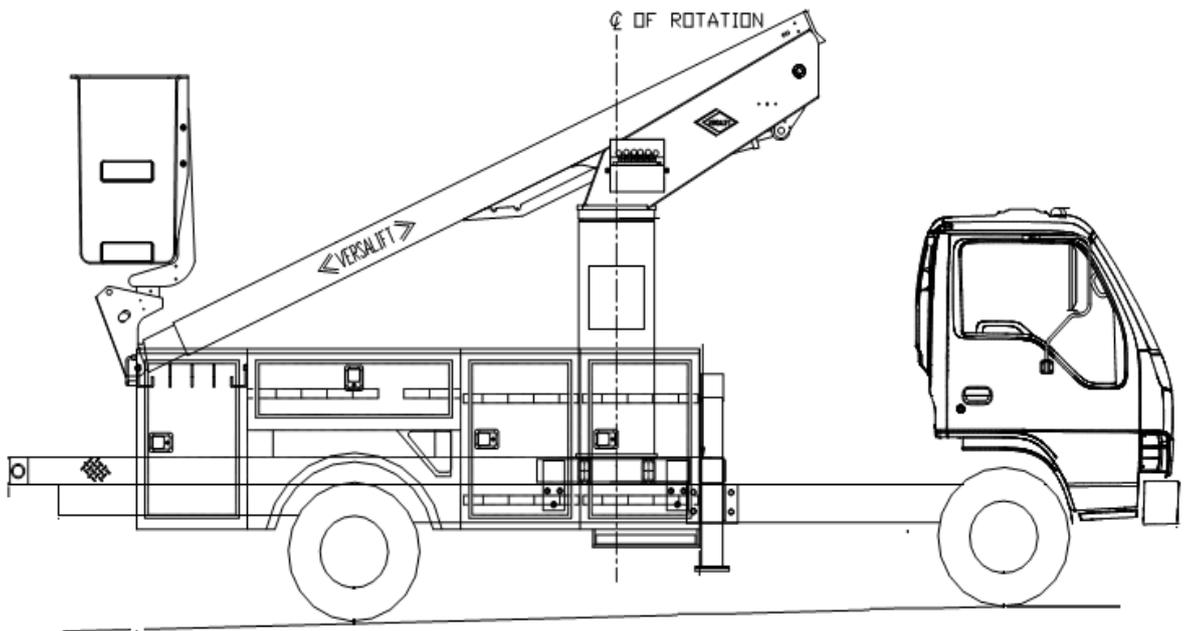


Figura 5 Brazo Canasta Telescópico

Fuente: (Manufacturing, 2001)

Elevadores Verticales:

Las configuraciones más conocidas de elevadores verticales son:

- a) Tipo mástil: Son elevadores unipersonales configurados con un brazo telescópico, generalmente fabricado en aluminio. Estos elevadores pueden ser impulsados gracias a la energía que proviene de un power pack (banco de baterías), o un motor de combustión interna, que acciona el sistema oleo hidráulico. (Ver Figura 6)
- b) Tipo Tijera: Son los elevadores verticales más comercializados a nivel mundial, su amplia gama de alturas de trabajo y capacidades de carga lo convierten en la primera alternativa de selección para pequeñas, medianas y grandes industrias. (Ver Figura 7)

Los elevadores tipo tijera han evolucionado de acuerdo a los avances tecnológicos, por ejemplo, las inclusiones de dispositivos electrónicos brindan mayores seguridades a los operados durante las maniobras. Al igual que los

elevadores tipo mástil, los elevadores tipo tijera pueden obtener su energía de impulso a través de un power pack (banco de baterías) o un motor de combustión.



Figura 6 Elevador Vertical Tipo Mástil

Fuente: Snorkel

Elevadores hidráulicos tipo tijera

Los elevadores tijera son plataformas verticalmente elevadas utilizadas para proporcionar un acceso vertical temporal a lugares altos. La principal ventaja de un elevador de tijera es que obtienes una gran elevación usando un espacio pequeño. Es decir, cuando se retracta, ocupa una fracción su altura extendida. El mecanismo de elevación aplica presión sobre el cilindro hidráulico a fin de obtener la fuerza necesaria que permita comprimir los materiales dispuestos en forma de diamantes apilados en punta, como un acordeón y extiende la plataforma hacia arriba. (Ver Figura 7)

Las plataformas tijera pueden utilizar la energía hidráulica, mecánica o neumática. En un principio el mecanismo tipo tijera fue diseñado como un elevador industrial que ha sido modificado para adaptarse a entornos de venta al por menor y al por mayor, como por ejemplo la adaptación a elevadores de coches que utilizan los talleres de reparación o en la elevación de personas para facilitar su trabajo a ciertas alturas. (METALCRAFT)

Entre sus principales ventajas están:

- a) Que el peso de la carga levantada se distribuye de manera uniforme, debido al movimiento de tijera vertical debajo de una plataforma plana.
- b) La facilidad con que se pueden manejar.
- c) La seguridad que aportan los bloqueos instalados en el equipo y que impiden que se muevan sin la acción de un operario.

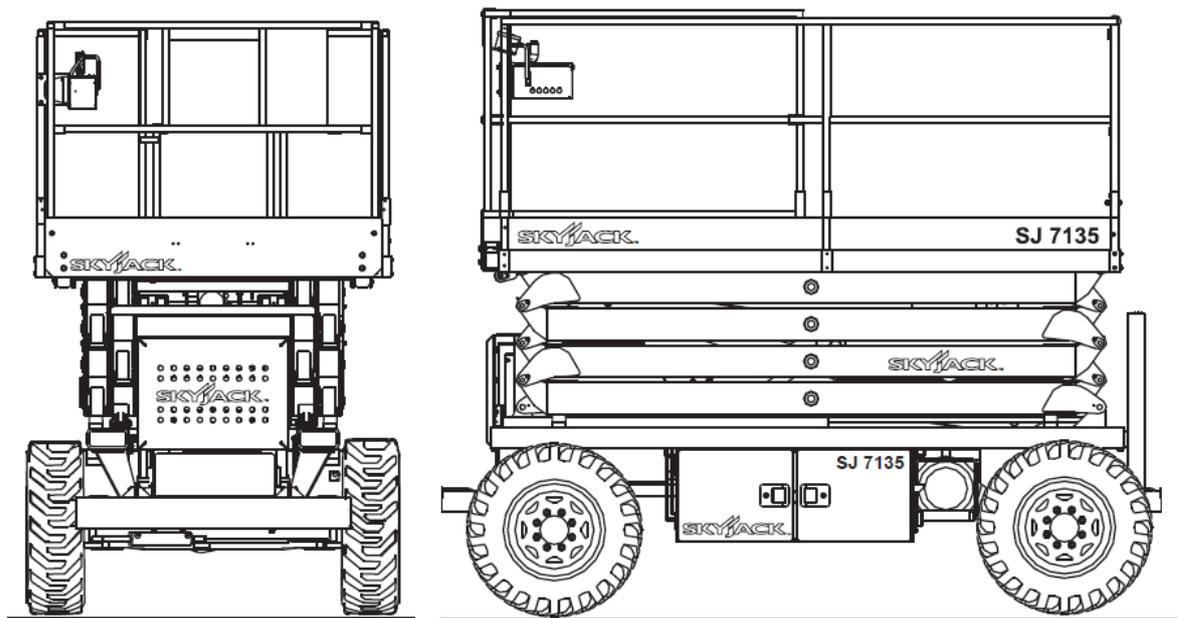


Figura 7: Elevador tipo tijera Skyjack

Fuente: (Lift, 2014)

1.4 Principales componentes del sistema hidráulico

- a) Bomba: Su función principal es la de alimentar con aceite a los actuadores. La bomba se encarga de convertir la energía mecánica en hidráulica, proporcionando la presión y el caudal deseado.
- b) Actuador o cilindro hidráulico: Componente que se encarga de ejercer la fuerza sobre una estructura y permitir el movimiento de la misma. Los cilindros hidráulicos pueden ser de simple o doble efecto. En los cilindros de efecto simple el fluido hidráulico hace presión en un solo sentido del vástago. En los cilindros de doble efecto la presión del fluido hidráulico se ejecuta tanto en su empuje como en su retracción. (Ver Figura 8)

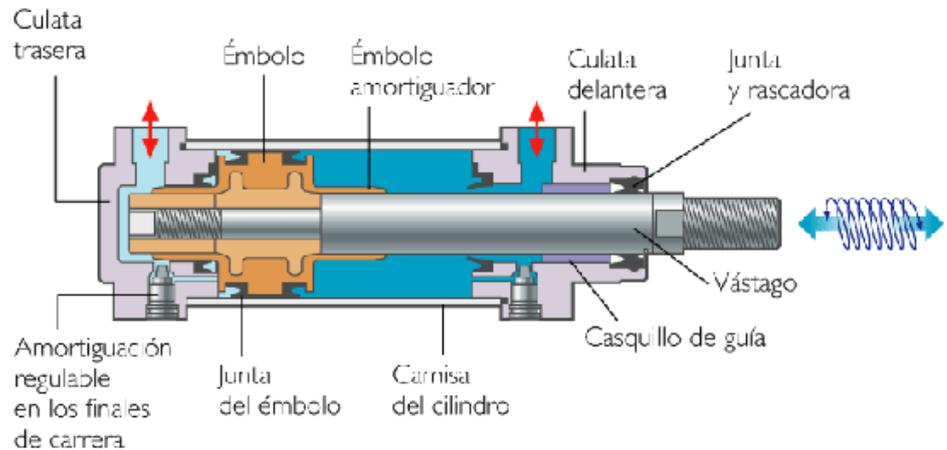


Figura 8: Esquema de un cilindro hidráulico de doble efecto

Fuente: (línea, 2015)

- c) Válvulas de seguridad: Las válvulas permiten regular el caudal deseado para controlar la velocidad del vástago del cilindro hidráulico, fijar la presión máxima del sistema, direccionar el flujo según lo requerido, restringir el flujo en determinada dirección, etc.
- d) Motor: Componente que permite el accionamiento de la bomba. Básicamente el motor transforma cualquier tipo de energía (combustión, eléctrica) en energía mecánica.
- e) Reservorio de aceite: La función principal del reservorio es la de almacenar el fluido hidráulico que circula en el sistema, a más de permitir la separación el aire del aceite y enfriar el lubricante.
- f) El reservorio cuenta principalmente con una válvula tipo respiradero (alivio de presión), un caño de succión con un filtro, tapón de drenaje para solidos suspendidos, mirilla de nivel, caño de retorno.

En la figura 9 se describe un esquema hidráulico básico en el que intervienen los elementos descritos previamente.

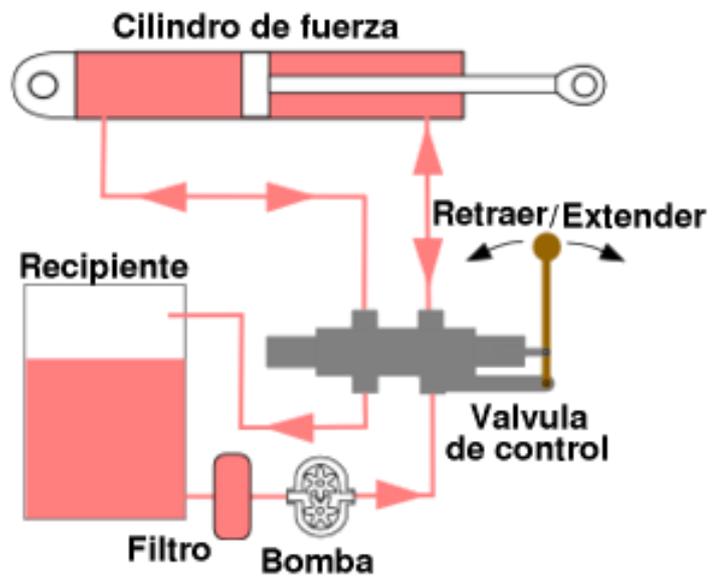


Figura 9: Esquema básico de un sistema hidráulico

Fuente: (Mecatrónica, 2013)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO

Se definen los criterios necesarios para realizar la matriz de decisión para elegir la opción de dispositivo mecánico para la problemática planteada. Así también como el diagrama de metodología de diseño que nos indicara la ruta a seguir para diseñar el equipo de elevación.

2.1 Matriz de decisión.

Considerando la amplia gama de equipos para elevación de personal, se definen los parámetros de selección que permiten seleccionar el elevador en base a los requerimientos de diseño expuestos previamente, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Ponderación de criterios de selección

Fuente: Elaboración propia

	Montaje en Camioneta	Costos	Estabilidad (no uso de estabilizadores)	Versatilidad	$\Sigma + 1$	Ponderación
Montaje en Camioneta		0,5	1	1	3,5	0,35
Costos	0,5		1	1	3,5	0,35
Estabilidad (no uso de estabilizadores)	0	0		0	1	0,1
Versatilidad	0	0	1		2	0,2
Totales					10	1

La simetría del equipo asegura la estabilidad del mismo (minimizando el riesgo de volcamientos), y permitiendo la capacidad de la unidad para el montaje sobre el balde de una camioneta.

Una estructura simétrica permite un proceso de manufactura en serie, es decir, se fabrican los mismos componentes usando el mismo mecanismo de producción. Esta condición permite optimizar costos de producción.

La versatilidad de la unidad, definida básicamente en los grados de libertad del equipo, permite la mejor selección de la unidad en función de los requerimientos de trabajo. Esta particularidad permite al usuario adquirir equipos cuyos costos se ajusten al presupuesto del trabajo.

En función de los criterios de selección y su respectiva ponderación se elabora la matriz de decisión que permite seleccionar la estructura de la plataforma adecuada. El listado de estructuras se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2: Estructuras de elevación

Fuente: Elaboración propia

TIPOS DE ESTRUCTURA DE ELEVACIÓN
Tipo tijera
Tipo mástil
Tipo articulado
Tipo articulada telescópica
Tipo telescópica

A continuación, se muestra la matriz de decisión con los criterios y las ponderaciones consideradas para la selección del tipo de estructura de elevación de personal (Ver Tabla 3).

Tabla 3: Matriz de decisión “Tipos de estructura de elevación de plataforma”

Fuente: Elaboración propia

	FACILIDAD DE MONTAJE EN CAMIONETA (35%)	COSTOS (35%)	ESTABILIDAD (0-2 Inestable) (3-7 Poco estable) (8-10 Estable) (10%)	VERSATIBILIDAD DE TRABAJOS (20%)	PUNTUACION TOTAL
TIJERA	35,0%	35,0%	10,0%	2,0%	82,0%
MASTIL	24,5%	35,0%	7,0%	2,0%	68,5%
ARTICULADA	3,5%	17,5%	1,0%	14,0%	36,0%
ARTICULADA TELESCOPICA	3,5%	12,3%	1,0%	20,0%	36,8%
TELESCOPICA	3,5%	17,5%	1,0%	14,0%	36,0%

El resultado de la matriz de decisión permite identificar a la estructura tipo tijera como la opción más viable para el desarrollo de nuestro proyecto.

Esta configuración permite el fácil montaje y desmontaje del equipo dentro del balde de una camioneta, a más de representar una estructura de elevación simétrica.

2.2 Diagrama de metodología de diseño.

Para la conformación de la metodología de diseño, se inicia con la recopilación de la información referente al proyecto, determinando requerimientos y limitantes para nuestro diseño. Las matrices de decisión permiten la selección de la mejor opción de diseño en función de los parámetros de evaluación. El cálculo estático permite, mediante iteraciones, identificar la sección de la estructura que se somete al mayor esfuerzo, a más de tabular la fuerza aplicada al actuador. (Ver Figura 10)

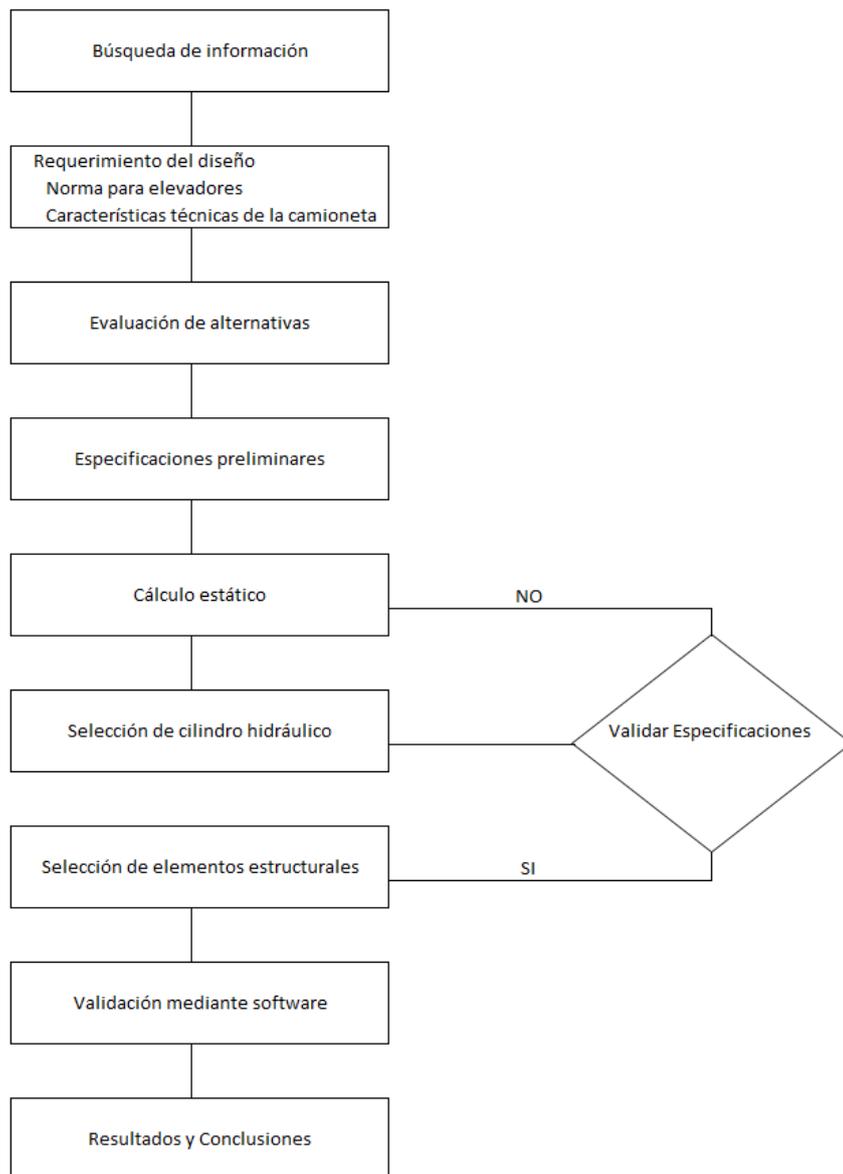


Figura 10: Metodología de Diseño

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO MECÁNICO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

En esta sección se describen las consideraciones del diseño y cálculos necesarios para el dimensionamiento de elementos mecánicos que constituyen la plataforma tipo tijera.

3.1 Criterios de diseño.

A continuación, se detallan los criterios para el diseño a considerar:

- a) Todos los elementos de la estructura tienen el mismo peso.
- b) Peso de la estructura de elevación menor a 800 Kg; es decir, menor a la capacidad de carga de la camioneta.
- c) Capacidad de carga de la plataforma igual a 200 Kg (operador y herramientas).
- d) Altura de trabajo: 8 metros (altura hasta el piso de la plataforma más la altura promedio del operador con los brazos extendidos).
- e) Los pesos de la plataforma y los elementos del elevador son fuerzas concentradas que actúan en el centro de masa.
- f) La carga se encuentra concentrada en el extremo libre de la plataforma.
- g) El movimiento de la plataforma es uniforme, por lo que las aceleraciones no se tendrán en cuenta.
- h) Las fuerzas debidas a la fricción son mínimas, por lo que se considerarán despreciables.
- i) El peso del cilindro hidráulico no se tendrá en cuenta.

3.2 Análisis estático.

Diseño de forma.

Se analizan las reacciones que actúan sobre el elevador de tijera. Para esto se simplifica el modelo, y por medio de diagramas de cuerpo libre se determinan las fuerzas a las que están siendo sometidos cada uno de los elementos. El modelo simplificado de la estructura tipo tijera se lo puede apreciar en la Figura 11

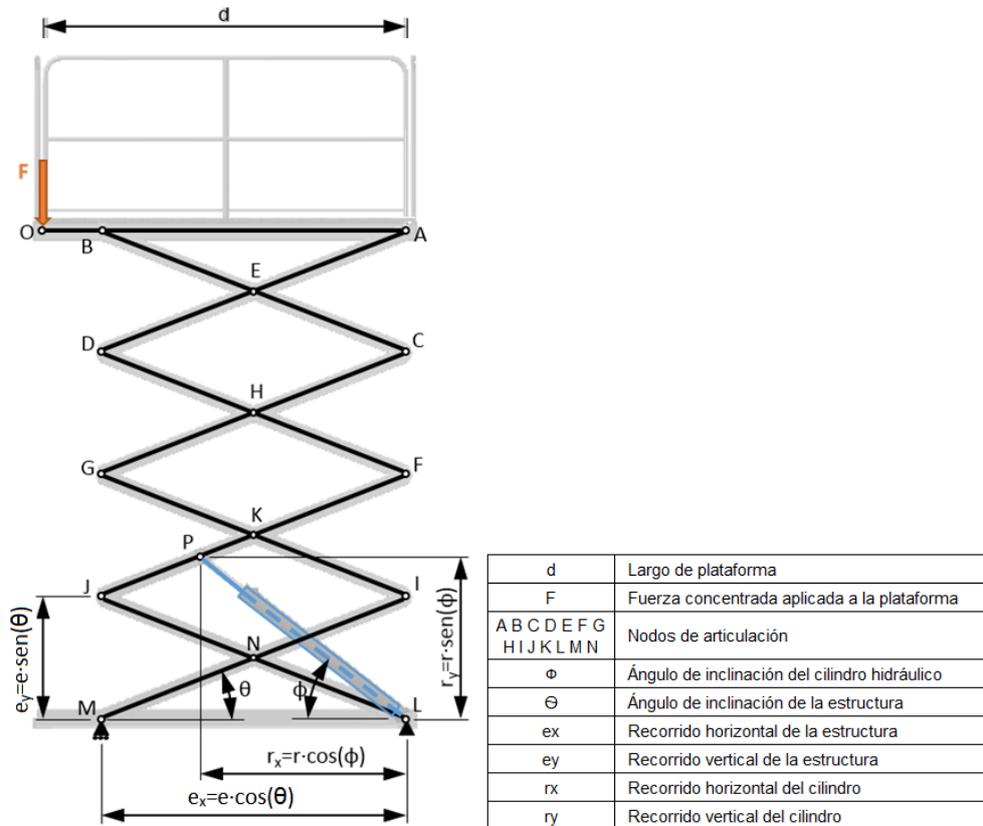


Figura 11: Modelo simplificado del elevador tipo tijera

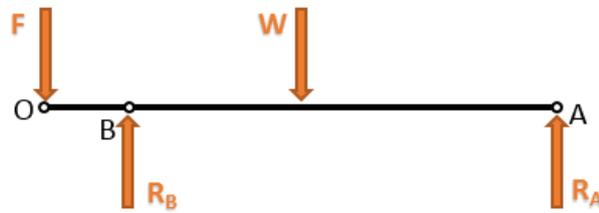
Fuente: Elaboración propia

Donde

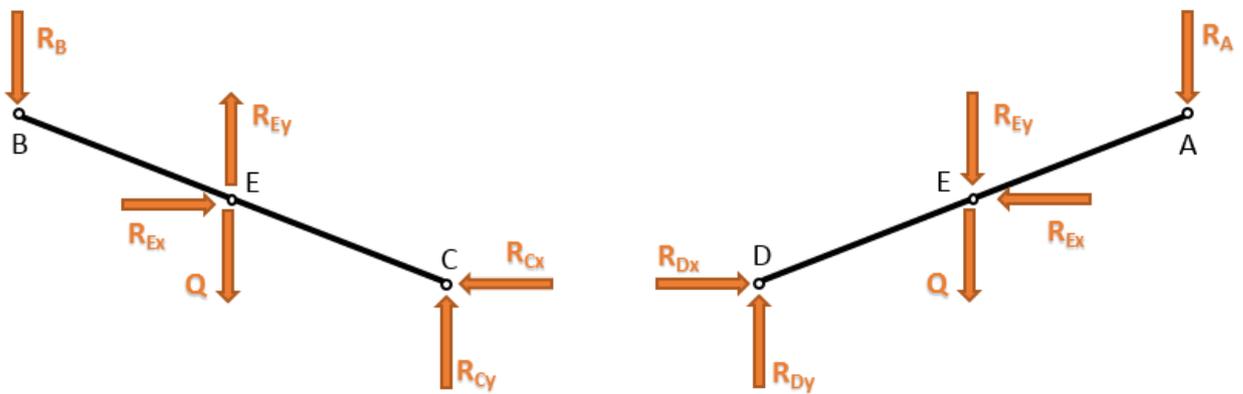
- Carga Nominal, $F = 1471 \text{ N}$ (150 Kg)
- Peso de la Plataforma, $W = 5021 \text{ N}$ (512 Kg)
- Peso promedio de los elementos $Q = 1570 \text{ N}$ (160 Kg)
- Longitud útil de la plataforma, $d = 2.2 \text{ m}$
- Longitud útil de los elementos, $e = 2.1 \text{ m}$
- Ángulo de elevación mínimo de los elementos, $\theta_{\text{MIN}} = 5.49^\circ$
- Ángulo de elevación máximo de los elementos, $\theta_{\text{MAX}} = 47.57^\circ$
- Longitud mínima del cilindro, $r_{\text{MIN}} = 1512 \text{ mm}$
- Longitud máxima del cilindro, $r_{\text{MAX}} = 2405 \text{ mm}$
- Ángulo de elevación mínimo del cilindro hidráulico, $\phi_{\text{MIN}} = 15.01^\circ$
- Ángulo de elevación máximo del cilindro hidráulico, $\phi_{\text{MAX}} = 63.93^\circ$

Diagramas de cuerpo libre

Para cada uno de los elementos de la estructura de elevación tipo tijera se realiza un diagrama de cuerpo libre, a fin determinar las fuerzas a las que están sometidos cada uno de estos componentes. Los diagramas de cuerpo libre se detallan en la Figura 12

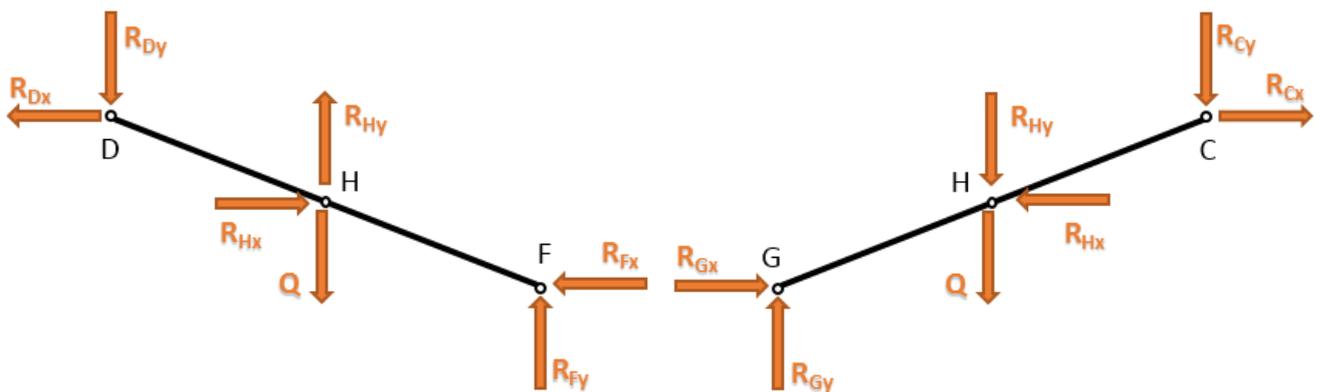


a) Diagrama de cuerpo libre de la plataforma



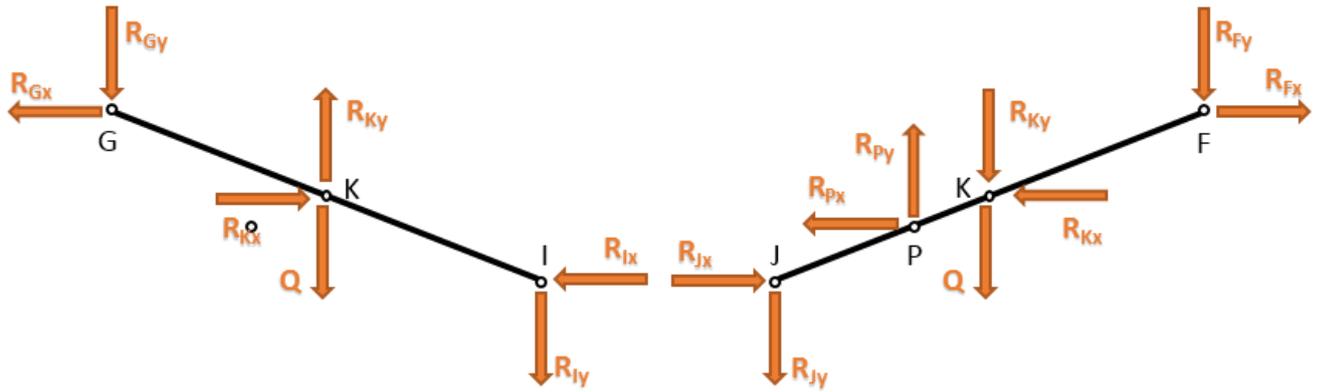
b) Diagrama de cuerpo libre de la estructura BC

c) Diagrama de cuerpo libre de la estructura AD



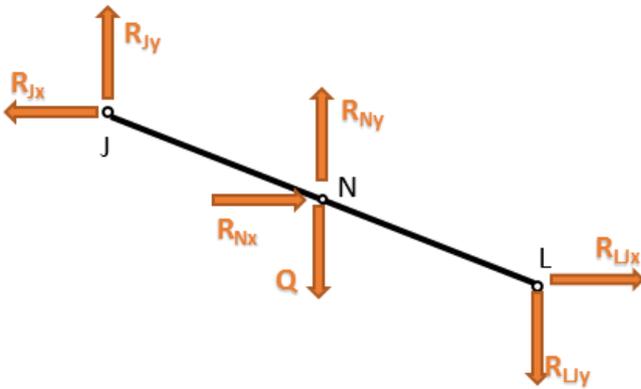
d) Diagrama de cuerpo libre de la estructura DF

e) Diagrama de cuerpo libre de la estructura CG

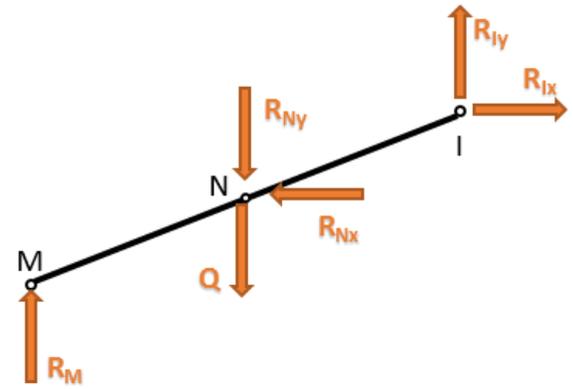


f) Diagrama de cuerpo libre de la estructura GI

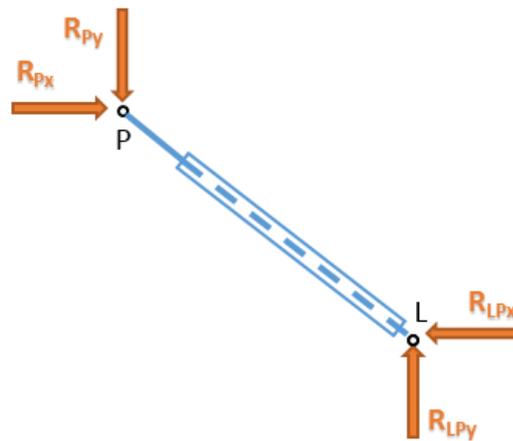
g) Diagrama de cuerpo libre de la estructura FJ



h) Diagrama de cuerpo libre de la estructura JL



i) Diagrama de cuerpo libre de la estructura IM



j) Diagrama de cuerpo libre del cilindro hidráulico

Figura 12: Diagrama de cuerpo libre de las secciones de la tijera

Fuente: Elaboración propia

Reacción en los nodos

A partir de los diagramas de cuerpo libre se determinan las reacciones en los nodos de la estructura. Primero se determinan las reacciones generadas en la plataforma, las cuales se muestran en la Tabla 4

Tabla 4: Reacciones en la plataforma

Fuente: Elaboración propia

NODO	REACCIÓN EN X	REACCIÓN EN Y
A	0	$P + W - \frac{d}{2 \cdot e \cdot \cos(\theta)} (2 \cdot P + W)$
B	0	$\frac{d}{2 \cdot e \cdot \cos(\theta)} (2 \cdot P + W)$

Las reacciones de los demás nodos con respecto a las reacciones generadas en la parte superior de la estructura se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5: Reacciones en los nodos de la estructura tipo tijera

Fuente: Elaboración propia

NODO	REACCIÓN EN X	REACCIÓN EN Y
C	$\frac{1}{\tan(\theta)} (R_A + R_B + Q)$	$R_A + Q$
D	$\frac{1}{\tan(\theta)} (R_A + R_B + Q)$	$R_B + Q$
E	$\frac{1}{\tan(\theta)} (R_A + R_B + Q)$	$R_B - R_A$
F	$\frac{2}{\tan(\theta)} (R_A + R_B + 2 \cdot Q)$	$R_A + 2 \cdot Q$
G	$\frac{2}{\tan(\theta)} (R_A + R_B + 2 \cdot Q)$	$R_B + 2 \cdot Q$
H	$\frac{1}{\tan(\theta)} (3 \cdot R_A + 3 \cdot R_B + 5 \cdot Q)$	$R_B - R_A$
I	$\frac{1}{\tan(\theta)} (R_A + R_B + Q)$	$R_A + 2 \cdot R_B + 5 \cdot Q$
J	$R_{Px} + \frac{1}{\tan(\theta)} (R_A + R_B + Q)$	$R_{Py} - 2 \cdot R_A - 3 \cdot R_B - 11 \cdot Q$

K	$\frac{1}{\tan(\theta)} (3 \cdot R_A + 3 \cdot R_B + 5 \cdot Q)$	$R_A + 3 \cdot R_B + 8 \cdot Q$
L	0	$R_A + 4 \cdot Q$
M	0	$R_B + 4 \cdot Q$
N	$\frac{1}{\tan(\theta)} (R_A + R_B + Q)$	$R_A + 3 \cdot R_B + 8 \cdot Q$
P	$\frac{2}{\tan(\phi) - \tan(\theta)} (R_A + R_B + 4 \cdot Q)$	$\frac{2 \cdot \tan(\phi)}{\tan(\phi) - \tan(\theta)} (R_A + R_B + 4 \cdot Q)$

A partir de las reacciones generadas en los nodos de la estructura se obtiene la fuerza que debe generar el cilindro hidráulico para mantener en equilibrio estático el elevador de tijeras. Esta fuerza está definida por la suma de las componentes de la reacción generada en el nodo P y se describe en la siguiente ecuación.

$$R_P = \frac{2 \cdot (F + W + 4 \cdot Q)}{\cos(\phi) (\tan(\phi) - \tan(\theta))}$$

Ecuación 1 Reacciones en el nodo P

Fuente: Elaboración propia

Resultado de reacciones en los nodos

A partir de las ecuaciones obtenidas se determinan los valores de las reacciones en el elevador para diferentes alturas, la Tabla 6 muestra los valores críticos en la estructura.

Tabla 6: Tabulación de las reacciones en función de la altura de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Datos			
Altura Total, H (m)		1104	6500
Reacciones Nivel 2			
Nodo F	R _{Fx} (N)	210949.2	18534.4
	R _{Fy} (N)	5947.7	3955.8
	R _{Fy} (N)	211033.0	18951.8

Reacciones Nivel 3			
Nodo J	R_{Jx} (N)	246817.4	36617.7
	R_{Jy} (N)	5749.3	20092.3
	R_J (N)	246884.4	41767.9
Reacciones en Cilindros Hidráulicos			
Nodo P	R_{Px} (N)	160309.1	29016.9
	R_{Py} (N)	42976.6	59311.5
	R_P (N)	165969.9	66029.0

Los resultados obtenidos de las ecuaciones aplicadas se pueden observar que las reacciones en la dirección “Y” dependen en su mayoría del peso de los elementos (Q), de las reacciones en los nodos superiores, (RA y RB); mientras que son independientes del ángulo de inclinación de los elementos (θ).

En contraste, las reacciones en la dirección X dependen de las reacciones en los nodos superiores (RA y RB), el peso de los elementos (Q) y el ángulo de inclinación de los elementos (θ).

Consecuentemente, la situación más crítica de cargas ocurre cuando el elevador de tijeras se encuentra en su mínima altura, por este motivo se efectuará el análisis de esfuerzos bajo estas condiciones de carga.

Con base en los resultados descritos en la Tabla 5, donde se tabulan las fuerzas que actúan sobre cada uno de los elementos del elevador de tijera, se puede determinar que el elemento FJ (estructura base para el montaje de los cilindros hidráulicos) está sometido a cargas mayores en comparación con los demás elementos de la estructura.

La tabla 6 también analiza las fuerzas ejercidas sobre la estructura a diferentes alturas de trabajo, permitiendo identificar que la condición más crítica de cargas se genera cuando el elevador de tijeras está es su mínima altura.

3.3 Selección de componentes de sistema hidráulico.

Fuerza mínima requerida para cada cilindro

A partir de las reacciones generadas en los nodos se obtiene la fuerza que debe ser generada por cada uno de los cilindros hidráulicos para mantener en equilibrio estático el elevador de tijeras. Esta fuerza está definida por la suma de las componentes de la reacción generada en el nodo P, dividido para el número de cilindros.

Adicionalmente se contemplará un factor de seguridad de 1.25 para compensar las pérdidas por fricción, eficiencia, sellos del cilindro, entre otros.

La fuerza mínima que debe generar cada cilindro está definida por la siguiente ecuación:

$$F_{cmin} = \frac{R_p * f_s}{n}$$

Ecuación 2 Fuerza mínima del cilindro hidráulico

Fuente: Elaboración propia

Donde

F_{cmin} = Fuerza mínima que ejecuta el cilindro

R_p = Reacción sobre el nodo P

f_s = Factor de seguridad

n = Número de cilindros

$$F_{cmin} = \frac{165969,9 * 1,25}{2}$$

$$F_{cmin} = 103731 \text{ N}$$

Dimensionamiento del cilindro hidráulico

La fuerza mínima que debe generar el cilindro y la presión de operación (según catálogo) de P = 160 bar (16 MPa) permite determinar el área mínima del pistón del cilindro hidráulico:

$$A_{min} = \frac{F_{cmin}}{P}$$

Ecuación 3 Área mínima del pistón del cilindro hidráulico

Fuente: Elaboración propia

Donde

F_{cmin} = Fuerza mínima que ejecuta el cilindro

P = Presión de operación

$$A_{min} = \frac{103731}{16 \times 10^6}$$

$$A_{min} = 64,8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Luego, se obtiene el diámetro mínimo del pistón:

$$D_{min} = 2 \sqrt{\frac{A_{min}}{\pi}}$$

Ecuación 3.4 Diámetro mínimo para el pistón del cilindro hidráulico

Fuente: Elaboración propia

Donde

D_{min} = Fuerza mínima que ejecuta el cilindro

A_{min} = Área mínima

$$D_{min} = 2 \sqrt{\frac{60,1 \times 10^{-4}}{\pi}}$$

$$D_{min} = 90,9 \times 10^{-2} \text{ m}$$

Los valores calculados permiten seleccionar, por catálogo, un cilindro hidráulico comercial con diámetro de pistón inmediato superior al calculado.

Por lo tanto, obtenemos un cilindro con diámetro de pistón (\varnothing AL) 100 mm. Las características del cilindro seleccionado se muestran en la tabla 3.10 (tomada del catálogo de Rexroth Bosch Group)

Tabla 7 Características del cilindro hidráulico

Fuente: Catálogo REXROTH Bosch Group

Pistón	Vástago	Áreas			Fuerza para 160 bar			Caudal para 0.1 m/s		
		Pistón	Vástago	Anular	Empuje	Diferencial	Tracción	Avance	Diferencial	Retroceso
\varnothing AL	\varnothing MM	A ₁	A ₂	A ₃	F ₁	F ₂	F ₃	q _{v1}	q _{v2}	q _{v3}
Mm	Mm	cm ²	cm ²	cm ²	kN	kN	kN	l/min	l/min	l/min
100	70	78.54	38.48	40.06	125.66	61.56	64.10	47.1	23.1	24.0

Componentes de sistema hidráulico

Bomba Hidráulica.

Para seleccionar la bomba de engranajes se requiere los datos de caudal, presión y RPM de trabajo.

Se va utilizar un motor de velocidad de 1800 RPM que es el estándar en el mercado local con lo que esta sería las RPM de la bomba.

RPM de Bomba= 1800 RPM

Al ser un circuito cerrado el caudal de avance del cilindro que se detalla en la tabla 3.10 es el mismo caudal de la bomba.

$$\text{Caudal teórico de bomba} = 47.1 \text{ LPM} * (0,2642 \text{ GPM/LPM}) = 12,44 \text{ GPM}$$

Las bombas de engranajes generalmente están diseñadas para valores estándar de GPM de 5, 10, 15, etc. Por tal motivo para se va considerar como caudal de bomba 15 GPM.

Caudal de Bomba= 15 GPM

La presión de la bomba debe de ser por lo menos de 160 Bar que es la presión necesaria para la fuerza empuje del cilindro que se detalla en la tabla 3.10.

Presión teórica de Bomba= 160 Bar (14,5803 PSI/Bar) = 2320,6 PSI

Las bombas de engranajes generalmente están diseñadas para valores estándar de PSI de 1500, 2000, 2500, etc. Por tal motivo para se va considerar como presión de bomba 2500 PSI.

Presión de Bomba= 2500 PSI

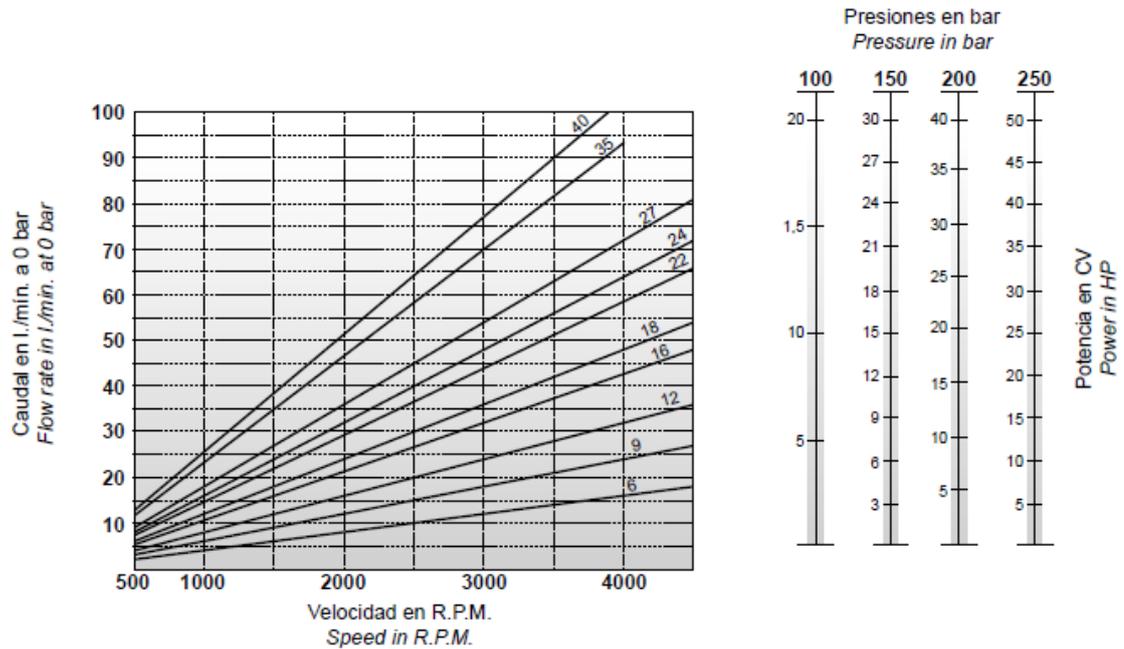
Motor industrial.

Para seleccionar el motor se requiere los datos de RPM y potencial.

Los motores industriales estándar generalmente son de 1800 de 3600 RPM. Por lo que se va considerar 1800 RPM como valor estándar.

RPM de motor = 1800 RPM

La potencia del motor va depender del caudal y presión de trabajo de la bomba de engranajes. Además de la eficiencia de bomba de engranaje que depende de muchos factores como viscosidad de fluido, recirculación, caudal, presión, temperatura ambiente. Los fabricantes de bombas de engranajes tienen diagramas simplificados para aceite hidráulico para determinar la potencia de eje del motor.



Según el diagrama adjunto la potencia requerida es de 20 HP.

Potencia de motor = 20 HP

El grupo de válvulas, tanque hidráulico y mangueras se los selecciona para soportes la presión de trabajo de 2500 PSI.

Componentes del sistema hidráulico.

A continuación, se detalla los componentes del sistema hidráulico.

- Bomba de engranaje 2500 PSI, 15 GPM, 1800 RPM.
- Motor 1800 RPM, 20 HP.
- Grupo de válvulas de 3 posiciones 2500 PSI.
- Tanque y filtro hidráulico.
- 4 Mangueras hidráulicas para 2500 PSI.

3.4 Ingeniería inversa, formas de secciones transversales, geometría y materiales

La ingeniería inversa es el proceso de descubrir los principios técnicos o tecnológicos de un dispositivo, objeto o sistema, a través de razonamiento abductivo de su estructura, función y operación.

La ingeniería inversa se trata de tomar algo (un dispositivo mecánico o electrónico, un software de computadora, etc.) para analizar su funcionamiento en detalle, generalmente para intentar crear un dispositivo o programa que haga la misma o similar tarea sin copiar la original.

El dimensionamiento y características de la estructura han sido simuladas en el software de diseño mecánico Autodesk Inventor; la Figura 17 muestra el dimensionamiento general del elevador.

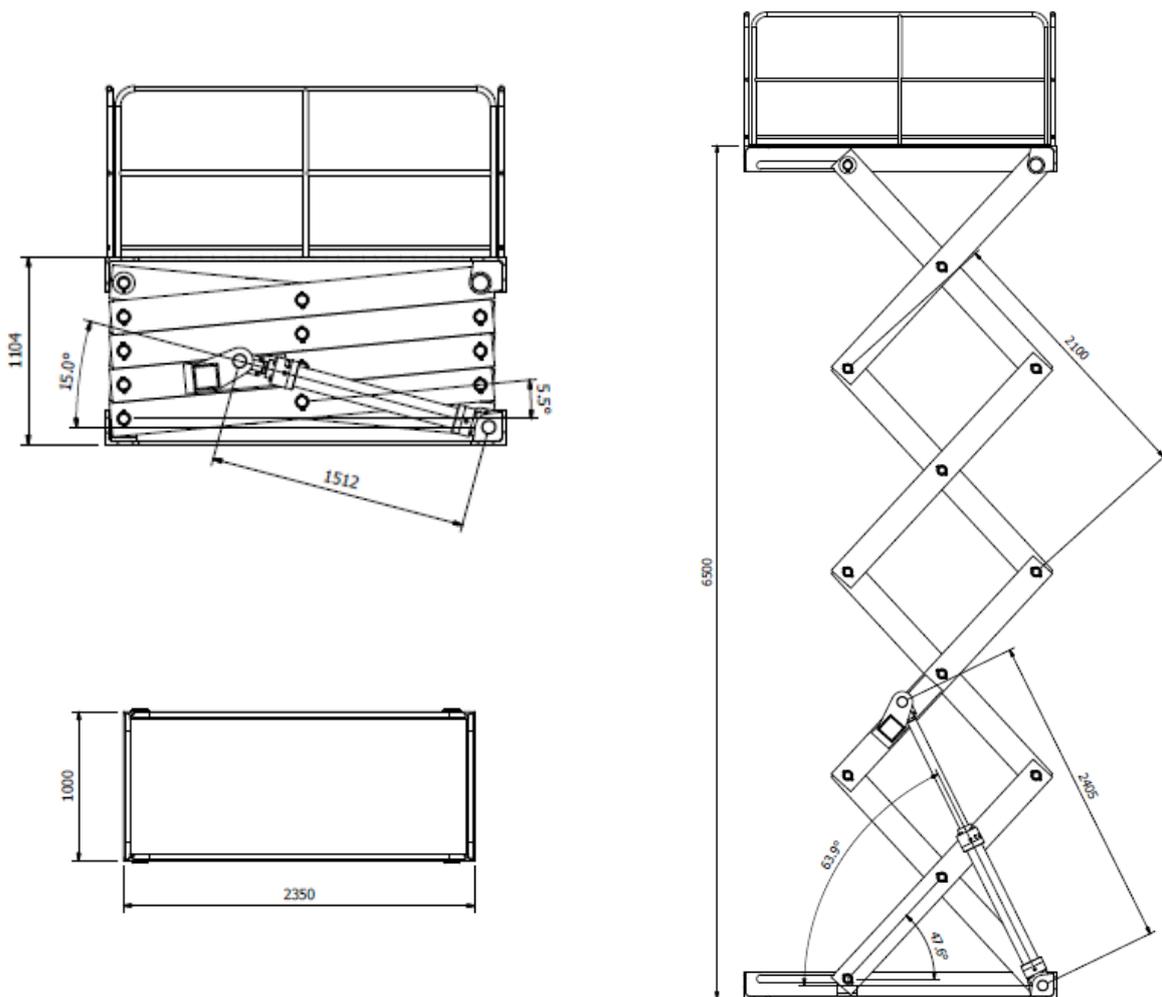


Figura 17 Dimensionamiento general de la estructura tipo tijera

Fuente: Elaboración propia

El marco normativo utilizado para la selección de materiales, procesos de soldadura, etc., se detallan en la Tabla 8

Tabla 8: Normativas utilizadas para el diseño

Fuente: Elaboración propia

UNE-EN 280 2014	Plataformas elevadoras móviles de personal
ANSI A92.2-1969	Norma Nacional Estadounidense para Plataformas de Trabajo Aéreas Elevadores y Giratorios Montados en Vehículos
ASTM A29 / A29M - 15	Especificación estándar para Requisitos Generales para barras de acero, carbono y aleaciones, Hot-labrado
ASTM A36/A36M-14	Especificación Normalizada para Acero al Carbono Estructural
ASTM A500/A500M-13	Especificación Normalizada para Tubos Estructurales de Acero al Carbono Conformados en Frío, Electro soldados y sin Costura, de forma Circular y no Circular
ASTM B505/B505M - 14	Especificación Normalizada para las Coladas Continuas de Aleaciones de Cobre
AWS D1.1/D1.1M:2010	Código de Soldadura Estructural – Acero

Material de perfiles

El elevador de tijera está compuesto por tubos estructurales conformados en frío de acero al carbono ASTM A500 Grado A, cuyas propiedades para perfiles circulares y no circulares se describen en la Tabla 9

Tabla 9 Propiedades mecánicas del material ASTM 500 Grado A

Fuente: Elaboración propia

Especificación	Propiedades Mecánicas				
	Límite de fluencia		Resistencia a la tracción		Elongación en 2"
	MPa	Ksi	Mpa	ksi	%
ASTM A500 Gr. A (No Circular)	270	39	310	45	25
ASTM A500 Gr. A (Circular)	230	33	310	45	25

La Figura 18 muestra el diseño de la estructura principal del elevador, en la imagen se puede apreciar el marco compuesto por estructura rectangular (término de sección RHS) y circular (término de sección CHS)

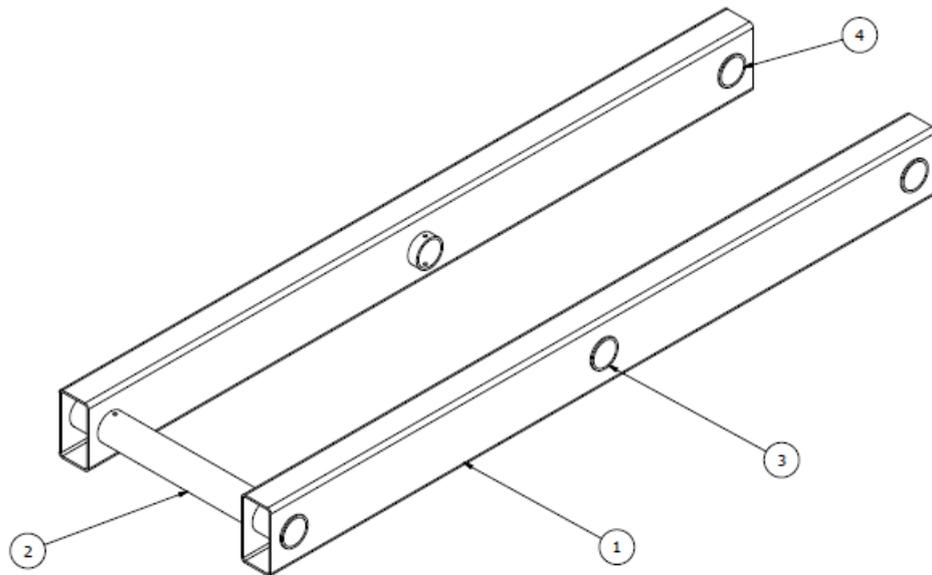


Figura 18 Estructura principal del elevador tipo tijera, marco en tubo cuadrado # 1(RHS) y redondo # 2, 3, 4 (CHS)

Fuente: Elaboración propia

Material de Placas y otros perfiles

Las placas y perfiles no tubulares que forman parte del elevador de tijera serán de acero al carbono ASTM A36 Grado A cuyas propiedades para perfiles no circulares se muestran en la Tabla 10

Tabla 10 Propiedades mecánicas del material de placas y otros perfiles

Fuente: Elaboración propia

Especificación	Propiedades Mecánicas				
	Límite de fluencia		Resistencia a la tracción		Elongación en 2"
	MPa	KSI	MPa	KSI	%
ASTM A36	250	36	400-550	58-80	21-23

La Figura 19 muestra el diseño de la estructura principal del elevador, en la imagen se puede apreciar el marco compuesto por ángulos laminados (L), que sirve principalmente para la fabricación del soporte para cilindros hidráulicos y placas de refuerzo.

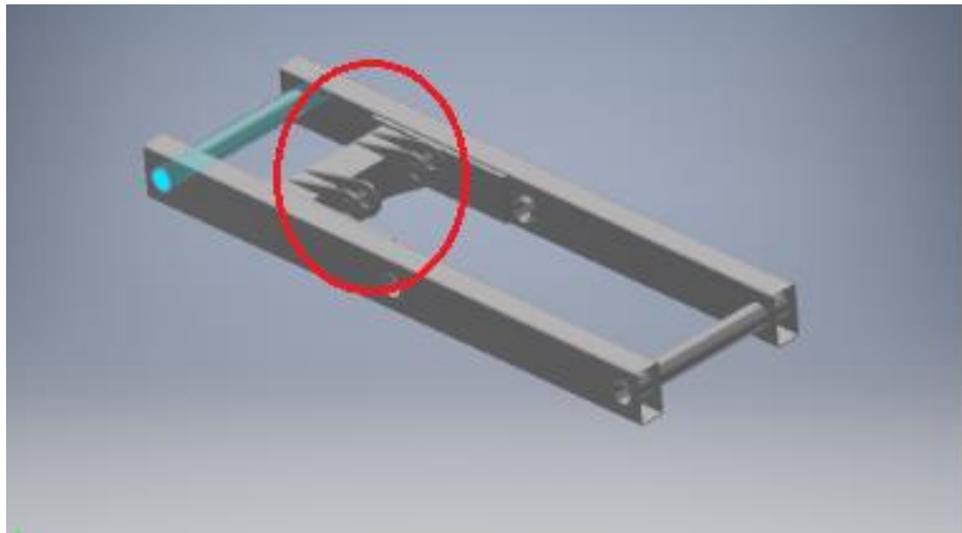


Figura 19 Estructura principal del elevador tipo tijera, soporte para cilindros hidráulicos y placas de refuerzo

Fuente: Elaboración propia

Material de Barras Cilíndricas

Los elementos que funcionan como ejes en el elevador de tijeras serán de acero al carbono aleado de acuerdo a la norma ASTM A29 designación AISI 4340 recocido, cuyas propiedades se muestran en la Tabla 11

Tabla 11 Propiedades mecánicas del material de ejes

Fuente: Elaboración propia

Especificación	Propiedades Mecánicas				
	Límite de fluencia		Resistencia a la tracción		Elongación en 2"
	MPa	Ksi	MPa	ksi	%
AISI 4340 (705)	470	68	745	108	22

Material de Bujes

Los elementos que funcionen como bujes en el elevador de tijeras serán de bronce al aluminio acorde con la norma ASTM B505 designación UNS C95800 (AB2), cuyas propiedades se muestran en la Tabla 12

Tabla 12 Propiedades mecánicas del material de bujes

Fuente: Elaboración propia

Especificación	Propiedades Mecánicas				
	Límite de fluencia		Resistencia a la tracción		Elongación en 2"
	MPa	ksi	MPa	ksi	%
UNS C95800 (AB2)	241	35	586	85	18

Tipos de perfiles

El elevador de tijera será conformado por perfiles tubulares rectangulares (RHS), perfiles tubulares circulares (CHS) y ángulos laminados (L). Las propiedades geométricas de los perfiles empleados se listan en la Tabla 13.

Tabla 13 Propiedades mecánicas del material de perfiles

Fuente: Elaboración propia

Sección	Altura	Ancho	Espesor	Peso	Área de la Sección	Momento de Inercia	
	mm	mm	Mm	Kg/m		Ix	Iy
					cm ²	cm ⁴	cm ⁴
RHS 200 x 100 x 6	200	100	6	26.40	33.63	1703.83	577.44
CHS 88.9 x 6	Ø 88.9		6	12.3	15.60	135.00	135.00
CHS 38.1 x 3	Ø 38.1		2	1.78	2.27	3.71	3.71
CHS 25.4 x 3	Ø 25.4		2	1.15	1.47	1.01	1.01
L 200 x 20	200	200	20	59.90	76.3	2851	2851

3.5 Análisis de Esfuerzos

Por medio del análisis de elementos finitos se determinará el estado de esfuerzos del elemento más crítico del elevador de tijeras.

Utilizaremos el software de diseño mecánico Autodesk Inventor para la modelación de elevador tipo tijera y por medio del módulo de análisis se esfuerzos del software se efectuará el análisis de elementos finitos.

Con base en los resultados descritos en la Tabla 5, la estructura FJ se encuentra sometida a las mayores cargas, por cuanto es nuestro elemento de análisis y estudio utilizando el software de diseño mecánico Autodesk Inventor.

Para la modelación del elevador tipo tijera utilizando el software de diseño se consideran los siguientes pasos:

- a) Cargar los materiales al software: Se asignan los materiales a utilizar, se hace principal énfasis en los límites de fluencia de cada material.
- b) Se realiza el dimensionamiento de la estructura acorde a los requerimientos y condiciones iniciales de diseño.
- c) Definir fuerzas: En función a los diagramas de cuerpo libre se denotan las fuerzas que actúan sobre los cuerpos del elevador tipo tijera.
- d) Seleccionar, en base a los resultados obtenidos en la Tabla 6, el cuerpo que será sometido al análisis de esfuerzo.

Resultado del análisis de elementos finitos

Se conocen como teorías de fallo (o falla) elástico o criterios de fallo (o falla) elástico a los criterios usados para determinar los esfuerzos estáticos permisibles en estructuras o componentes de máquinas.

Se utilizan diversas formulaciones, dependiendo del tipo de material a emplear. Más precisamente, una máquina que trabaja en ciclos reversibles debe ser diseñada de tal manera que sus tensiones no salgan del dominio elástico. Los criterios de fallo elástico establecen diferentes aproximaciones para diferentes materiales que permiten realizar el diseño de manera correcta. La ocurrencia de fallo elástico no implica en muchos casos la rotura de la pieza.

Se determinan los esfuerzos de VON MISSES, esfuerzos principales, desplazamiento y factor de seguridad con respecto al esfuerzo de fluencia del material.

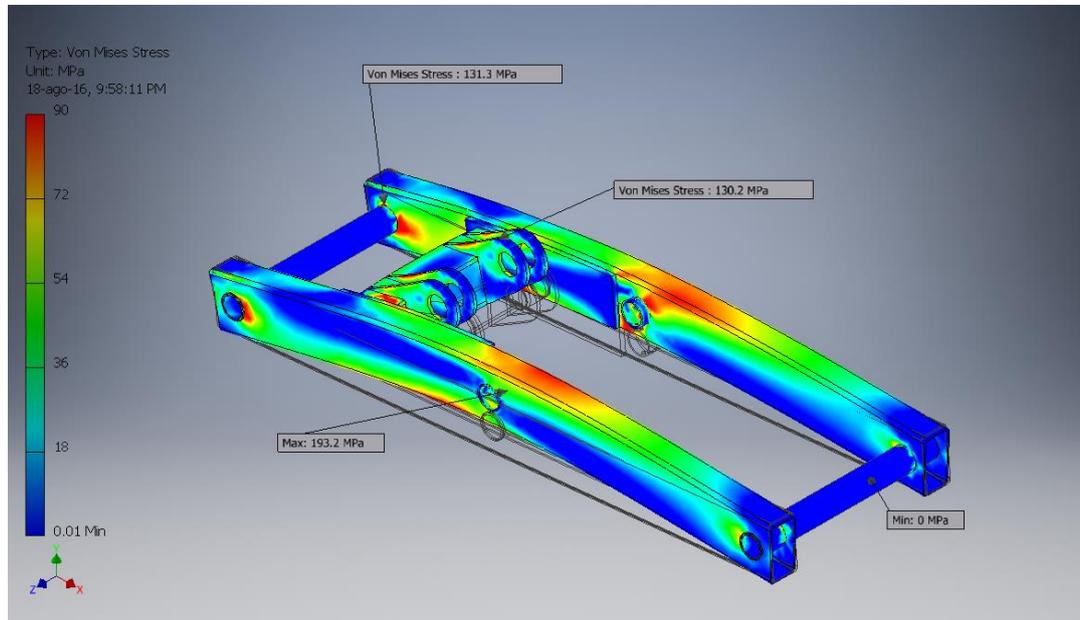


Figura 13 Magnitud de esfuerzo de Von Mises en el elemento FJ

Fuente: Elaboración propia

La figura 13 muestra los resultados del análisis de elementos finitos, en la que se aprecia zonas limitadas con un esfuerzo de Von Mises superior a los 90 MPa; a lo largo del elemento FJ los esfuerzos de Von Mises que predominan oscilan entre 18 y 54 MPa.

La figura 14 muestra el comportamiento del elemento FJ en la zona de pivote de la estructura, lugar donde se alojan los pines y bocines. Como se puede apreciar las zonas sometidas a carga no muestran un valor de esfuerzo que supere el de la fluencia del material.

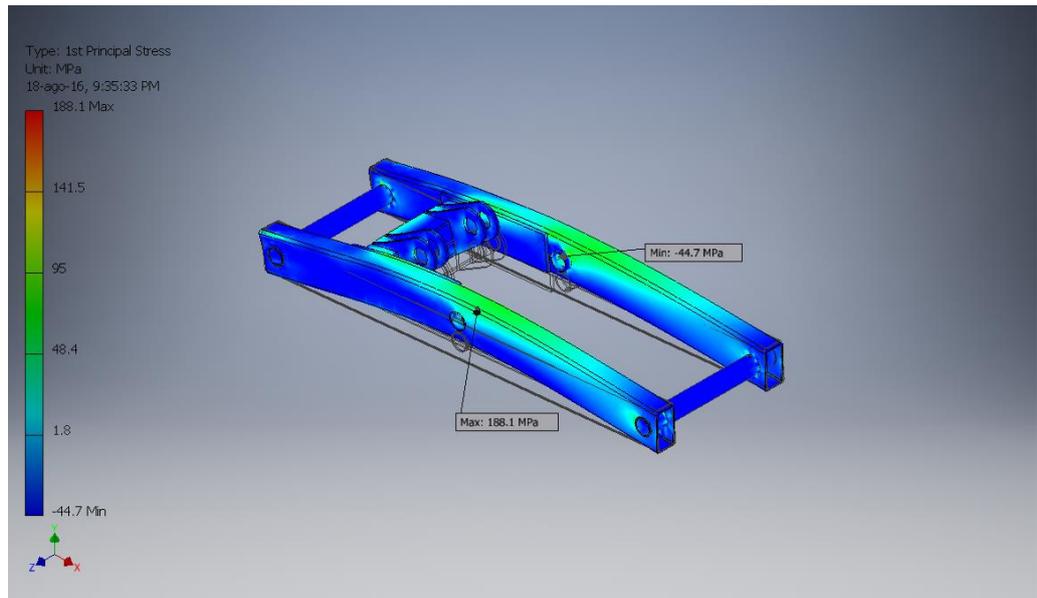


Figura 14 Magnitud de esfuerzos principales en el elemento FJ

Fuente: Elaboración propia

La figura 15 muestra el desplazamiento de las secciones del elemento FJ en las zonas donde actúan las fuerzas.

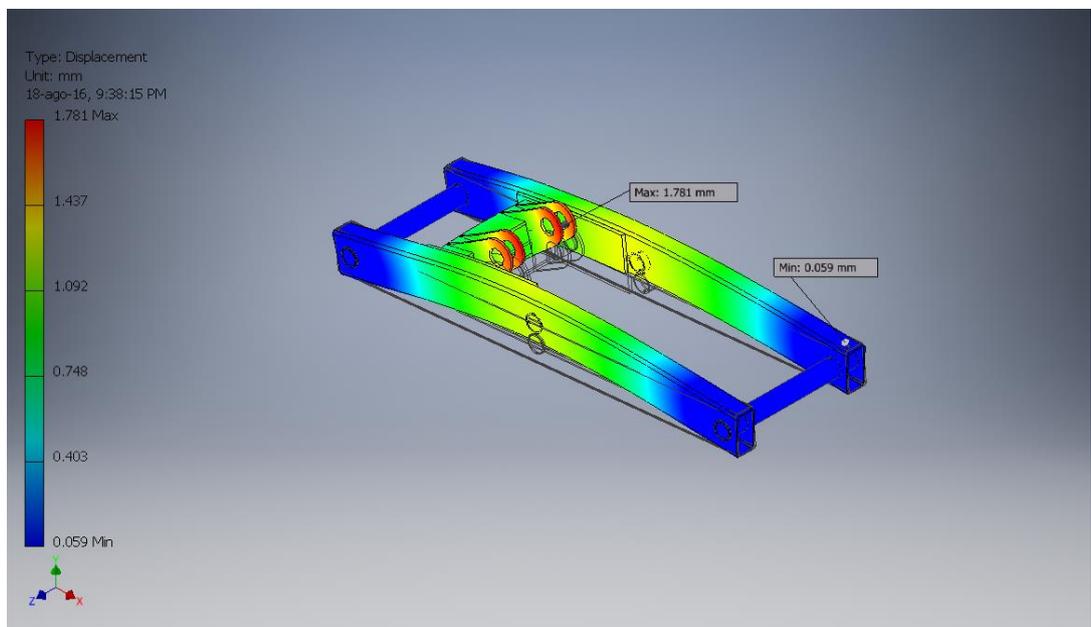


Figura 15 Magnitud de desplazamientos en el elemento FJ

Fuente: Elaboración propia

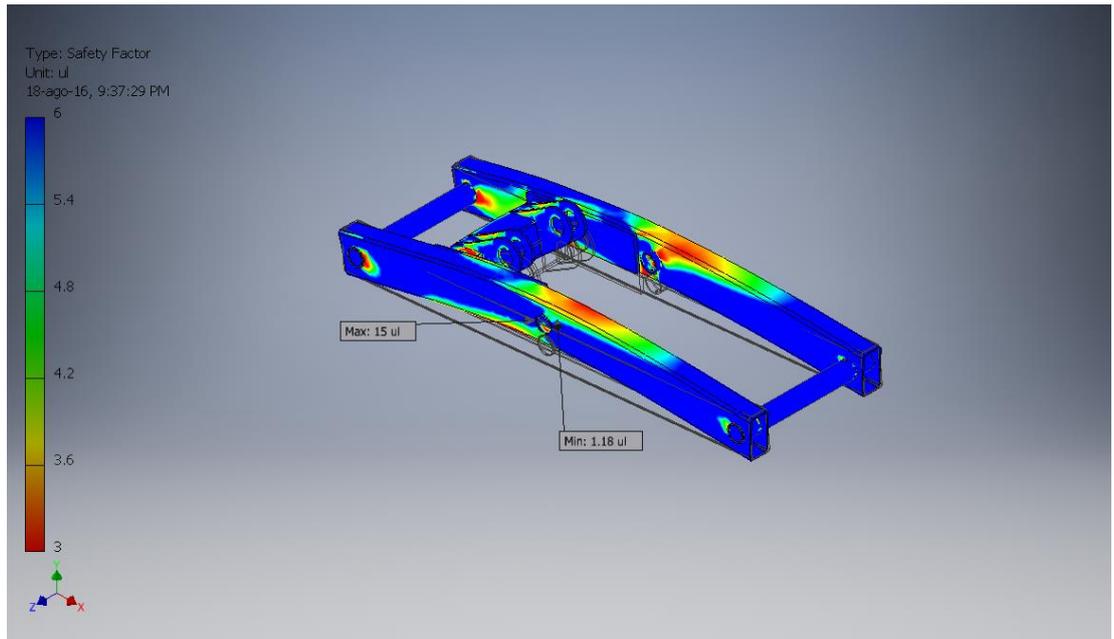


Figura 16 Magnitud de factor de seguridad en el elemento FJ

Fuente: Elaboración propia

El elemento FJ está conformado por partes de material ASTM A500 Gr. A (circulares y no circulares) y ASTM A36. Por este motivo se determinaron los esfuerzos máximos generados para cada tipo de material y se muestran en la Tabla 14

Tabla 14 Resultados de esfuerzos en el elemento FJ

Fuente: Elaboración propia

Material	ASTM A500 Gr. A (No circular)	ASTM A500 Gr. A (circular)	ASTM A36
Partes	Tubo Rectangular	Tubo Circular (Refuerzo)	Soporte Transversal de Cilindros, Soporte de Ejes.
Esfuerzo de Fluencia (MPa)	270	230	250
Esfuerzo Von Mises (MPa)	131.3	193.2	130.2
Factor de Seguridad	2.1	1.2	1.9

Los resultados de módulo de simulación muestran que los esfuerzos generados en el elemento FJ, no exceden el esfuerzo de fluencia de ninguno de los materiales empleados, tal como se describe en la Tabla 7

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

Se realiza un desglose de la lista de materiales y costos de fabricación del elevador tipo tijera, así como el detalle de los planos esquemáticos y de fabricación.

4.1 Listas de materiales.

A continuación, se detallan la lista de materiales necesarios para construir el elevador tipo tijera.

Tabla 15 Lista de materiales

Fuente: Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
1	Tubo rectangular 200 x 100 x 6, ACERO AL CARBONO ASTM A500 Gr. A	m	36
2	Tubo redondo 88.9x6, ACERO AL CARBONO ASTM A500 Gr. A	m	12
3	Tubo redondo 26.9x2, ACERO AL CARBONO ASTM A500 Gr. A	m	18
4	Tubo redondo 21.3x2, ACERO AL CARBONO ASTM A500 Gr. A	m	8
5	Platina 1"x1/4", ACERO AL CARBONO ASTM A 36	m	8
6	Ángulo L 200x20, ACERO AL CARBONO ASTM A 36	m	18
7	Plancha 1220x2440x12, ACERO AL CARBONO ASTM A36	U.	2
8	Barra redonda ϕ 105, ACERO ALEADO AISI 4340	m	8
9	Barra perforadora ϕ 77x48, BRONCE AL ALUMINIO UNS C95800 (AB2)	m	8
10	Platina 312x22, BRONCE AL ALUMINIO UNS C95800 (AB2)	m	1
11	Cilindro hidráulico	U.	2
12	Bomba hidráulica 2500 PSI, 15 GPM	U.	1
13	Motor 1800 RPM, 20 HP	U.	1
14	Grupo de válvulas	U.	1
15	Tanque y filtro	U.	1
16	Mangueras	U.	4

4.2 Costos Directos de fabricación de elevador

Costo de materiales directos.

En la tabla 16 se detallan los costos directos del proyecto.

Tabla 16 Costos directos de materiales

Fuente: Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.	V. UNIT	V. TOTAL
1	Tubo rectangular 200 x 100 x 6, ACERO AL CARBONO ASTM A500 Gr. A	m	36	\$ 30,45	\$ 1.096,20
2	Tubo redondo 88.9x6, ACERO AL CARBONO ASTM A500 Gr. A	m	12	\$ 5,10	\$ 61,20
3	Tubo redondo 26.9x2, ACERO AL CARBONO ASTM A500 Gr. A	m	18	\$ 1,00	\$ 18,00
4	Tubo redondo 21.3x2, ACERO AL CARBONO ASTM A500 Gr. A	m	8	\$ 0,80	\$ 9,60
5	Platina 1"x1/4", ACERO AL CARBONO ASTM A 36	m	8	\$ 0,80	\$ 9,60
6	Ángulo L 200x20, ACERO AL CARBONO ASTM A 36	m	18	\$ 32,65	\$ 587,70
7	Plancha 1220x2440x12, ACERO AL CARBONO ASTM A36	U.	2	\$ 167,00	\$ 334,00
8	Barra redonda φ105, ACERO ALEADO AISI 4340	m	8	\$ 10,26	\$ 82,08
9	Barra perforadora φ77x48, BRONCE AL ALUMINIO UNS C95800 (AB2)	m	8	\$ 33,75	\$ 270,00
10	Platina 312x22, BRONCE AL ALUMINIO UNS C95800 (AB2)	m	1	\$ 123,50	\$ 123,50
11	Cilindro hidráulico	U.	2	\$ 450,00	\$ 900,00
12	Bomba hidráulica 2500 PSI, 15 GPM	U.	1	\$ 600,00	\$ 600,00
13	Motor 1800 RPM, 20 HP	U.	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
14	Grupo de válvulas	U.	1	\$ 300,00	\$ 300,00
15	Tanque y filtro	U.	1	\$ 200,00	\$ 200,00
16	Manueras	U.	4	\$ 150,00	\$ 600,00

TOTAL \$ 6.191,88

Costo de Mano de Obra directa.

En la tabla 17 se detallan los costos de mano de obra directa para la fabricación del elevador de personal.

Tabla 17 Costos directos de mano de obra

Fuente: Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCIÓN MANO DE OBRA	CANT.	V. UNIT	V. TOTAL
1	Cortado y pulido a medida de perfiles	1	\$ 200,00	\$ 200,00
2	Perforación de los nodos	1	\$ 100,00	\$ 100,00
4	Embocinado de pines y perfiles	1	\$ 50,00	\$ 50,00
5	Ensamblaje de componentes	1	\$ 100,00	\$ 100,00
3	Instalación de sistema hidráulico	1	\$ 100,00	\$ 100,00
6	Pruebas de funcionamiento	1	\$ 50,00	\$ 50,00
7	Diseño de plataforma	2	\$ 1.000,00	\$ 2.000,00
			TOTAL	\$ 2.600,00

4.3 Costos Indirectos de fabricación de elevador.

Costo de mano de obra Indirecta.

En la tabla 18 se detallan los costos de mano de obra indirecta para la fabricación del elevador de personal.

Tabla 18 Costos indirectos de fabricación de elevador

Fuente: Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCIÓN MANO DE OBRA	CANT.	V. UNIT	V. TOTAL
1	Soldadura de placa y uniones de cilindro	1	\$ 200,00	\$ 200,00
2	Pintado anticorrosivo de la estructura	1	\$ 400,00	\$ 400,00
4	Pruebas radiográficas de soldadura	1	\$ 100,00	\$ 100,00
5	Transporte de estructura a taller de soldadura y pintado	1	\$ 30,00	\$ 30,00
			TOTAL	\$ 730,00

4.4 Resumen de costo y precio de venta.

En la tabla 19 se detalla el resumen de costo de fabricación además del precio de venta del equipo a los potenciales clientes.

Tabla 19 Resumen de costos, fabricación de elevador tipo tijera

Fuente: Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCIÓN DE COSTOS	CANT.	V. UNIT	V. TOTAL
1	Costo de materiales directos	1	\$ 6.191,88	\$ 6.191,88
2	Costo de Mano de obra directa	1	\$ 2.600,00	\$ 2.600,00
3	Costo de Mano de obra indirecta	1	\$ 730,00	\$ 730,00
4	Rubro de Imprevistos	1	\$ 190,07	\$ 190,07
			COSTO	\$ 9.711,95

Considerando el 15% por participación de empleados y un margen de ganancia alrededor del 20 %, obtenemos un PVP aproximado de \$ 12625.54 + IVA

Considerando que la unidad puede ser alquilada a razón de \$ 800,00 mensuales, el costo de fabricación se lo amortizará en un periodo de 1 año.

4.5 Planos esquemáticos y de fabricación.

Los planos con las dimensiones finales esquemáticos del elevador tipo tijera así como las medidas del despiece de sus componentes que lo conforman para su fabricación que detallan en el anexo de Apéndice A de Planos Esquemáticos.

CAPÍTULO 5

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se consiguieron los objetivos planteados para este proyecto, en esta sección se presentan las conclusiones y recomendaciones en base a los mismos.

5.1 Conclusiones

- Se demuestra que el peso total de la estructura, personal y herramientas no sobrepasa la capacidad de carga de la camioneta. Lo cual garantiza que el sistema de suspensión y amortiguación del vehículo no se vea afectado a corto o largo.
- Se verificó mediante Autodesk Inventor que en la metodología de diseño aplicada es factible aplicar ingeniería inversa para el diseño del elevador tipo tijera.
- Se confirma mediante el análisis estático que se puede obtener las fuerzas de reacción del cilindro hidráulico, con lo cual se obtuvo la información básica necesaria para seleccionar los diferentes componentes del sistema hidráulico.
- Se confirma que la altura de trabajo y las dimensiones de la base de la camioneta fueron requerimientos fundamentales para dimensionar esquemáticamente el diseño de elevador tipo tijera. Además El conjunto de elevador tipo tijera montado en el balde de la camioneta Luv D-Max es ideal para realizar trabajos de reparación en zonas urbanas provocando un impacto mínimo al tráfico en comparación a los camiones tipos canastas.
- Se verifica que la estructura tipo tijera se pudo fabricar con materiales que se consiguen en el mercado local. Esto es importante dado que se reduce los costos y tiempos de fabricación en comparación a materiales importados. El Precio de Venta al Público del elevador tipo tijera es de \$ 12625.54 + IVA.

5.2 Recomendaciones

- Diseñar un sistema de control automatizado electrónico que permita desplazamientos rápidos y a diferentes niveles de altura de trabajo.

- Se recomienda diseñar como mejora un sistema de anclaje al balde así como estabilizadores para que el elevador tipo tijera pueda ser utilizado en carreteras empinadas, pendientes, lomas y superficies irregulares que se presentan en otras áreas o ciudades.
- Realizar modificaciones en la plataforma de personal para que realice desplazamientos horizontales mediante motores de traslación y carrileras.
- Realizar mantenimiento preventivo periódico al sistema hidráulico a fin de mantener su vida útil y evitar paradas inesperadas del equipo. Así inspecciones periódicas de los eslabones y componentes del elevador tipo tijera a fin de descartar daños en su estructura y evitar fallas catastróficas.

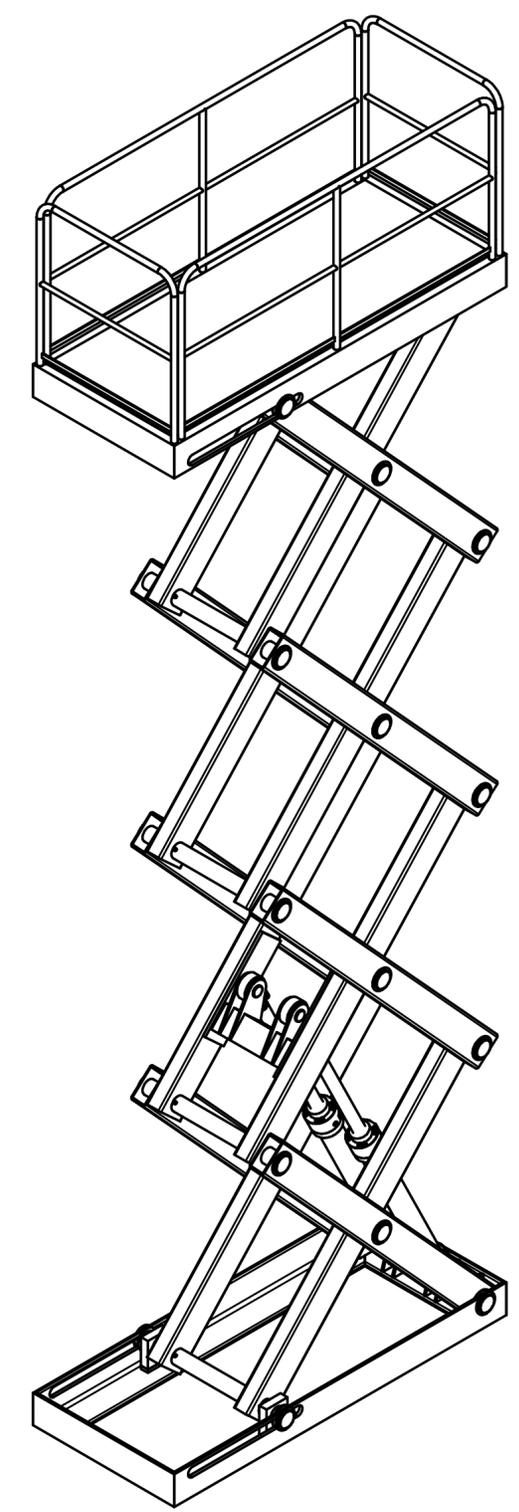
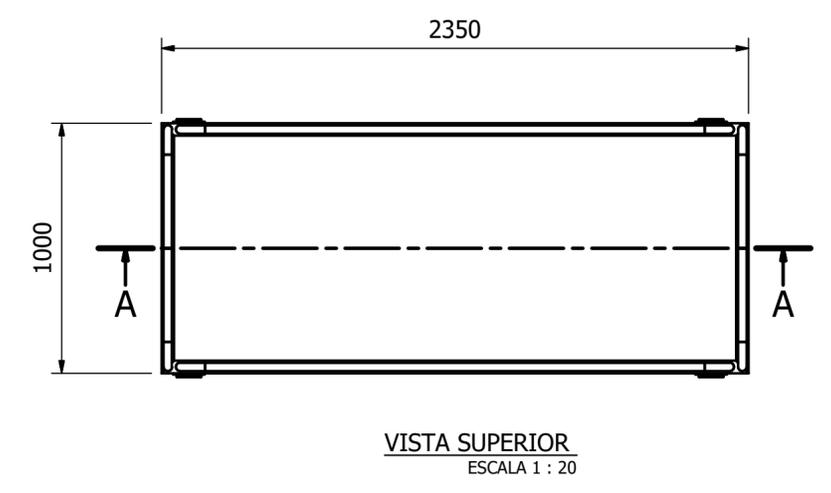
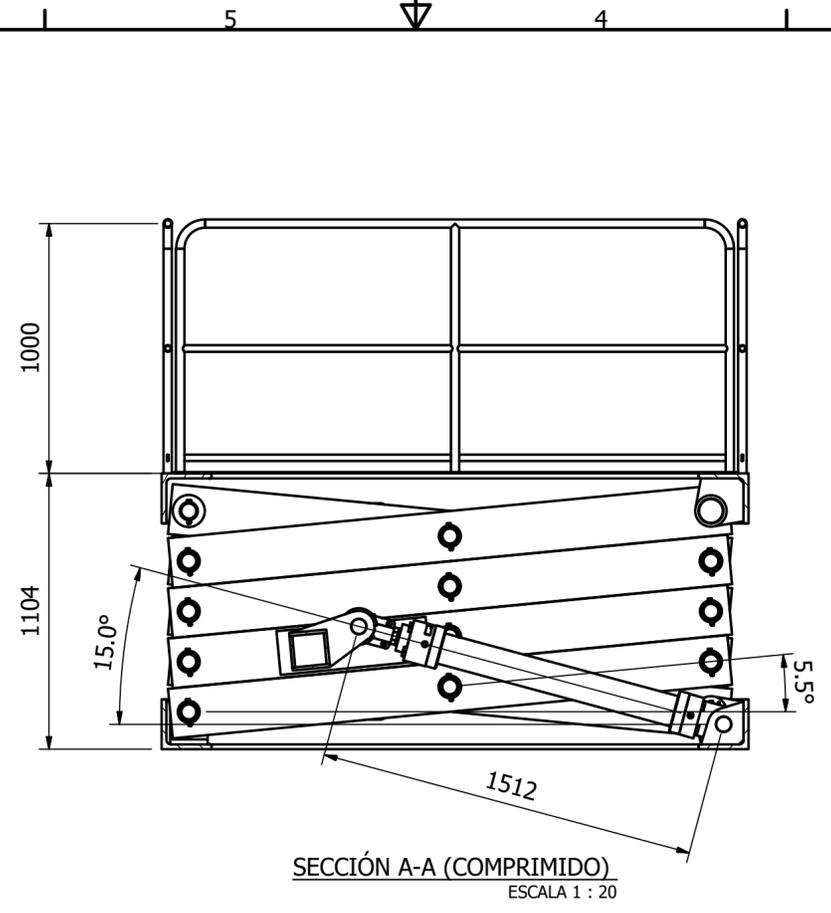
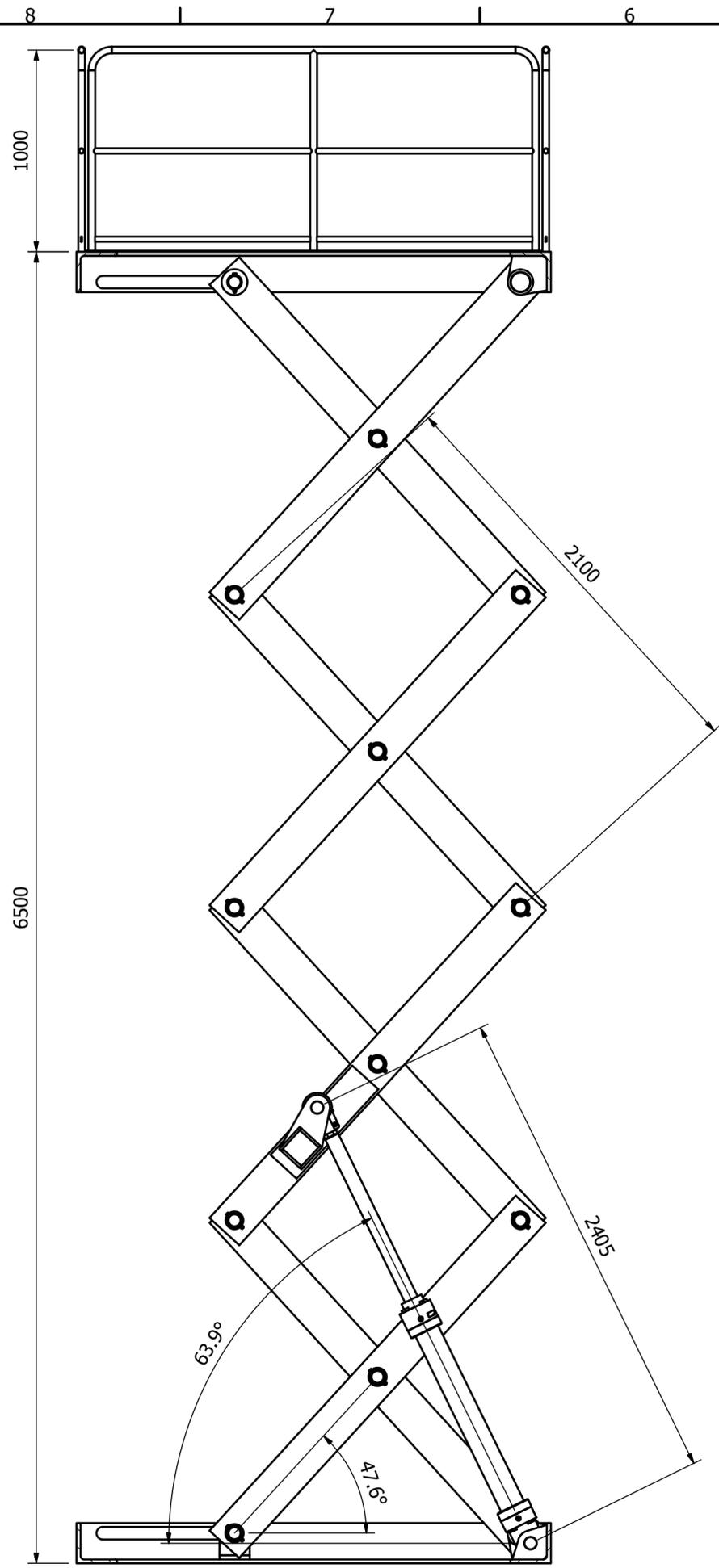
BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. d. R. Laborales, «Nota Técnica, Trabajos en Altura, Protección,» *DSST-NT-01*, p. 18, 2013.
- [2] C. I. A. L. S. C. E. S. B. Hector Miranda Villena, «Señalización Horizontal y Vertical de una carretera, Caso práctico: Vía perimetral entre los km. 20 y 30, Guayaquil - Ecuador,» p. 6, 2009.
- [3] A. E. d. N. y. Certificación, UNE - EN 280, AENOR, 2014.
- [4] I. E. d. Normalización, Código de práctica para señalización de vías, Quito: INEN, 1996.
- [5] R. M. Fernandez, *DISEÑO, CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE UNA PLATAFORMA ELEVADORA MÓVIL DE PERSONAL CON ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO*, Valladolid, 2012.
- [6] Z. Z. Tian Hongyu, «Design and Simulation Based on Pro/E for Hydraulic Lift Platform in Siccors Type,» *SciVerse Science Direct*, p. 10, 2011.
- [7] M. K. A. M. A. M. H. M. N. A. H. A. A. H. A. H. M. A. M. J. A. O. Helmi Rashida*, «Design Review of Scissors Lift Structure for Commercial Aircraft Ground Support Equipment using Finite Element Analysis,» p. 6, 2012.
- [8] A. F. N. S. Divyesh Prafulla Ubale, «Design, Analysis an Development of Multiutility home equipment using Scissor Lift Mechanism,» p. 4, 2015.
- [9] R. H. K. D. F. B. R. D. Gaffar G Momin, «Design, Manufacturing & Analysis of Hydraulic Scissor Lift,» p. 8, 2015.
- [10] U. G. S. A. C. M. GROUP, *MECHANICAL LIFT ANALYSIS*, 2005.
- [11] O. METALCRAFT, *SICSSOR LIFT, TECHNICAL HANDBOOK*, Michigan.
- [12] B. J. Sikli. California Patente 4,113,065, 1978.
- [13] W. C. J. C. C. George L. Coad. California Patente 3,785,462, 1974.
- [14] W. B. Albert L. Clark. United States Patente 4,114,854, 1978.
- [15] T. A. Craig. Milwaukee Patente 4,899,987, 1990.
- [16] L. G. S. G. C. P. P. Ricahrd T. Rowan. Canada Patente 5,722,513, 1998.

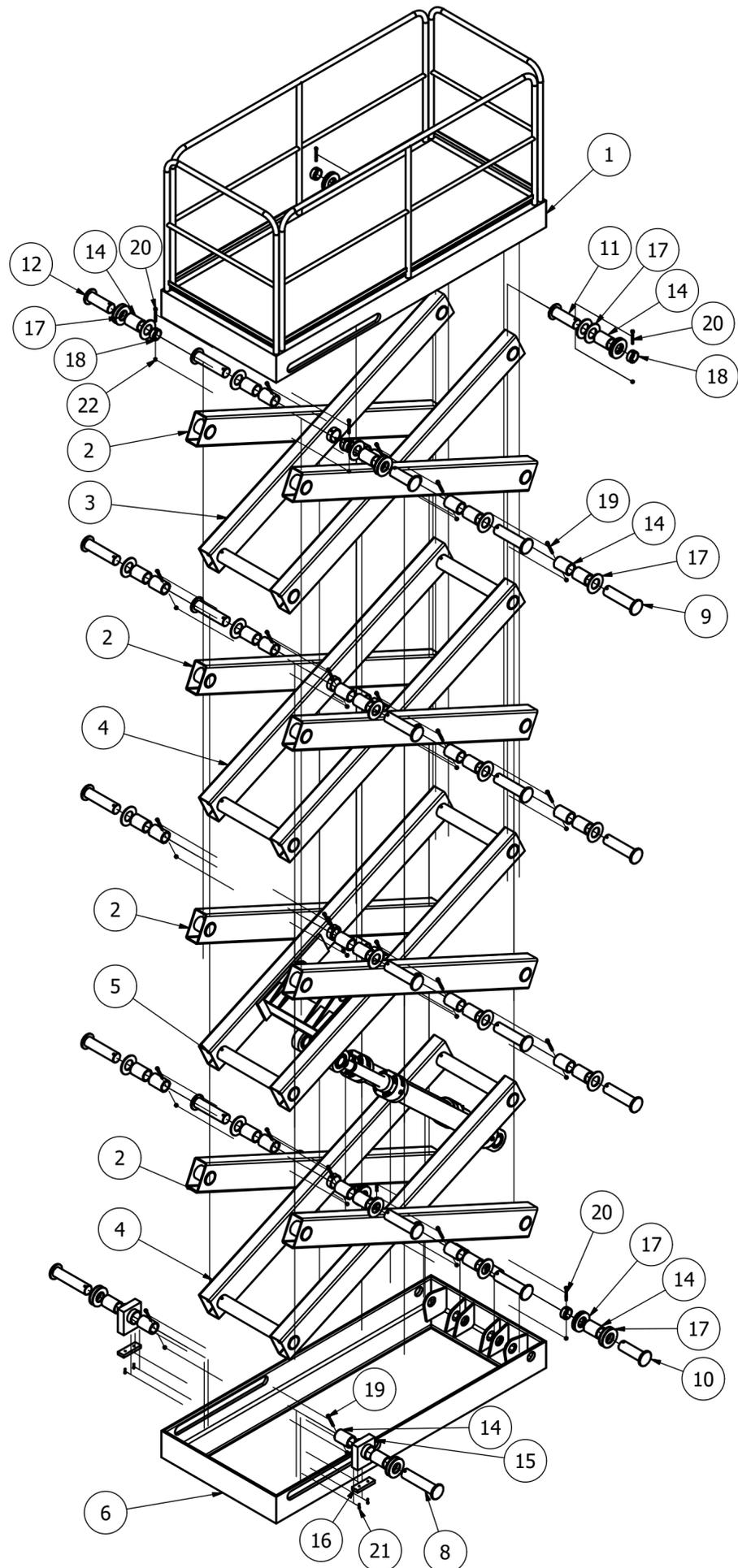
- [17] M. Schirmer. United States Patente 6,257,372 B1, 2001.
- [18] A. N. S. Institute, Vehicle Mounted Elevating and Rotating Work Platforms ANSI A 92.2, Washington, 1996.
- [19] S. Lift, *Aerial Platform*, 2014.
- [20] T. Manufacturing, *Aerial Device*, 2001.
- [21] N. h. e. línea, «Neumatica hidraulica en línea,» 2015. [En línea]. Available: <https://neumaticahidraulicaenlinea.wikispaces.com/Hidraulica+y+Neumatica>.
- [22] a. y. a. e. Mecatrónica, «Mecatrónica, automatización y automation studio,» 2013. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/GaloMaldonado/mecatrónica-automatización-y-automation-studio-10159025>.
- [23] A. N. d. Tránsito, «Agencia Nacional de Tránsito,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.ant.gob.ec/index.php/noticias>.
- [24] I. N. d. E. y. Censos, «Anuario de Estadísticas de Transportes,» Quito, 2014.

APÉNDICE

APÉNDICE A
Planos Esquemáticos

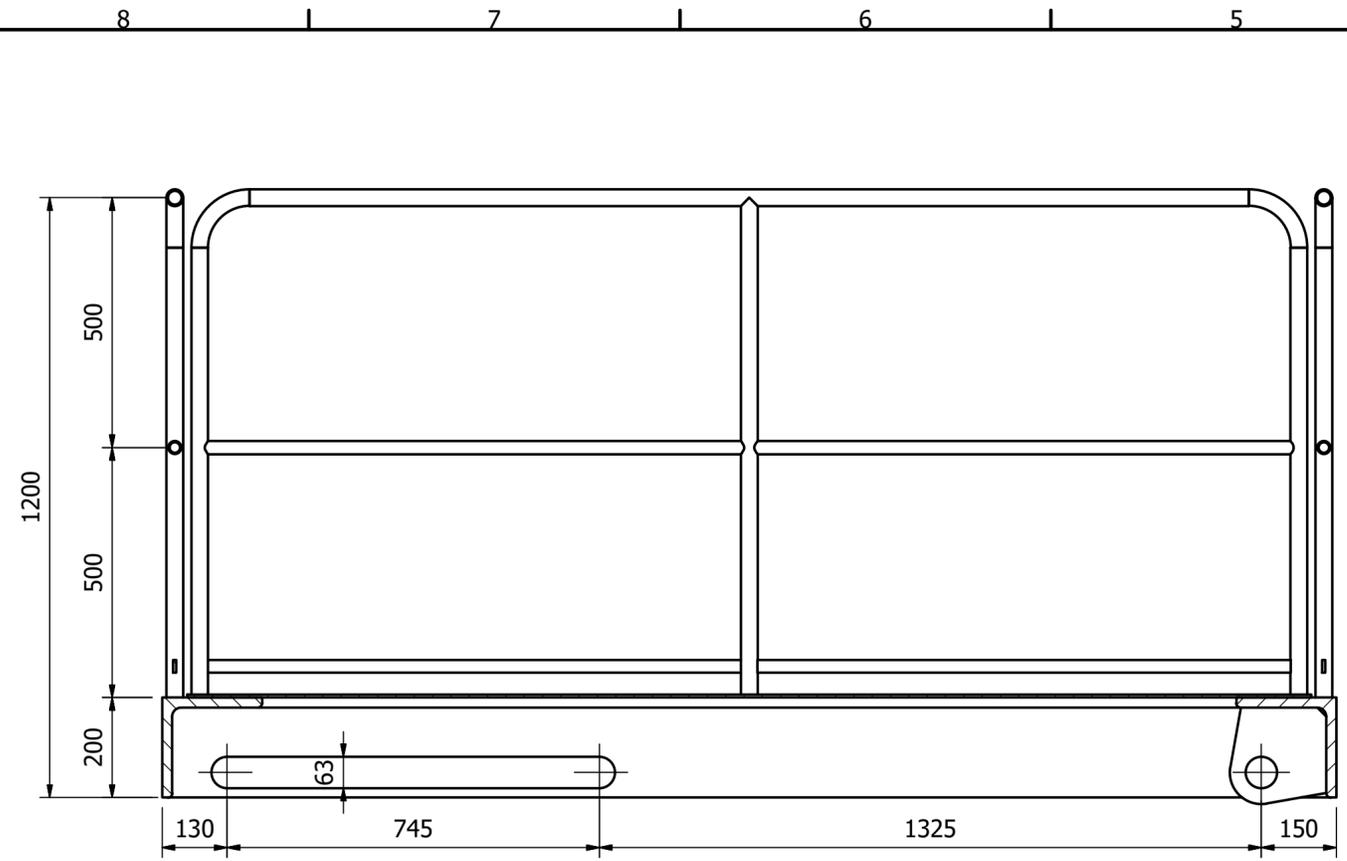


Diseñado por C.Quispe/C.Bernal	Revisado por D.Siguenza	Aprobado por C.Sanchez	Fecha 22-ago-16	Fecha 15-ago-16
ESPOL			ELEVADOR TIPO TIJERA	
			CONJUNTO ELEVADOR	Edición 0

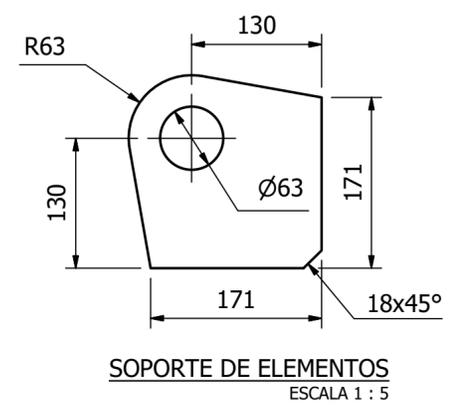
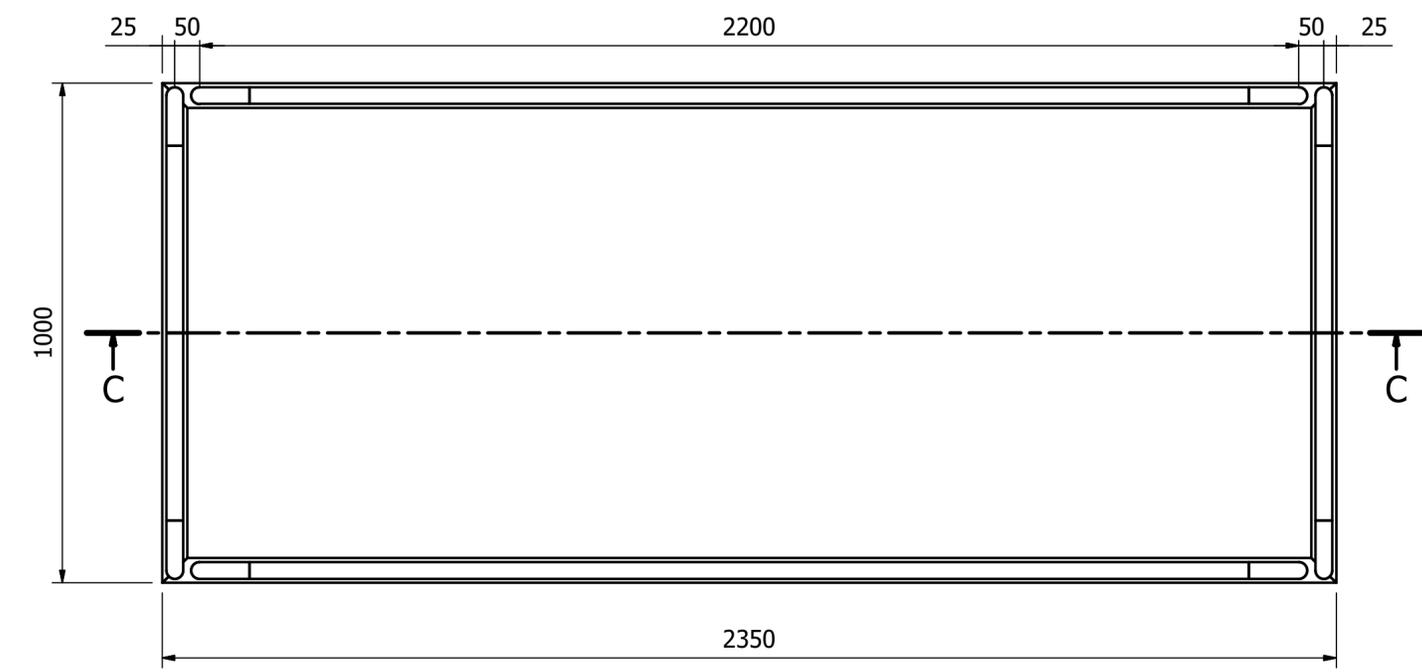


LISTA DE PARTES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UN.
1	ESTRUCTURA SUPERIOR	1	U.
2	ELEMENTO EXTERNO 2250 LG	8	U.
3	CONJUNTO ELEMENTOS INTERNOS SUPERIOR	1	U.
4	CONJUNTO ELEMENTOS INTERNOS	2	U.
5	CONJUNTO ELEMENTOS INTERNOS PRINCIPAL	1	U.
6	ESTRUCTURA BASE	1	U.
7	CILINDRO HIDRÁULICO	2	U.
8	PIN 63 D x 288 LG	2	U.
9	PIN 63 D x 262 LG	20	U.
10	PIN 63 D x 207 LG	2	U.
11	PIN 63 D x 199 LG	2	U.
12	PIN 63 D x 189 LG	2	U.
13	PIN PARA CILINDROS 63 D x 102 LG	4	U.
14	BUJE 63 DI X 77 DE X 110 LG	50	U.
15	SOPORTE DESLIZANTE 150 x 50 x 175	2	U.
16	BARRA DESLIZANTE 150 x 50 x 20	2	U.
17	ARANDELA 2 1/2" TIPO A	46	U.
18	COLLAR DE PIN 63 DI x 73 DE x 30 LG	6	U.
19	PERNO HEXAGONAL 3/8" x 4.0" LG	22	U.
20	PERNO HEXAGONAL 3/8" x 3.5" LG	6	U.
21	TORNILLO CON HUECO HEXAGONAL 1/4" x 1.0" LG	4	U.
22	TUERCA HEXAGONAL 3/8"	28	U.

Diseñado por C.Quispe/C.Bernal	Revisado por D.Siguenza	Aprobado por C.Sanchez	Fecha 22-ago-16	Fecha 15-ago-16
ESPOL			ELEVADOR TIPO TIJERA	
			DESPIECE DE ELEVADOR	Edición 0

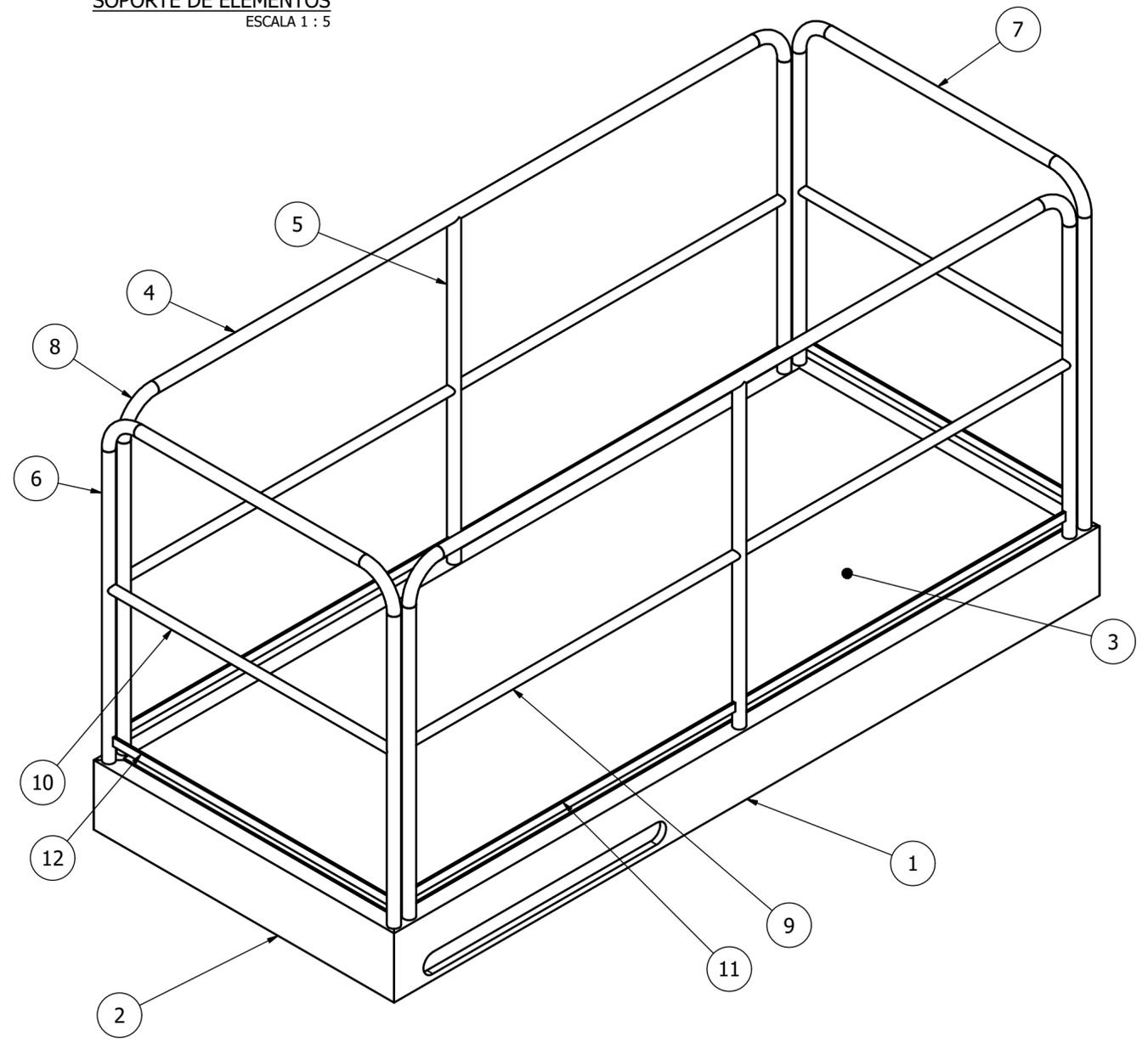


SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 10



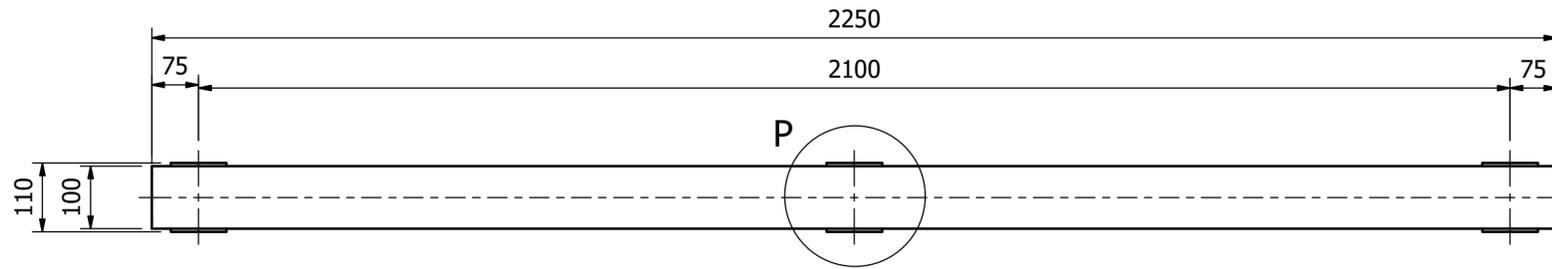
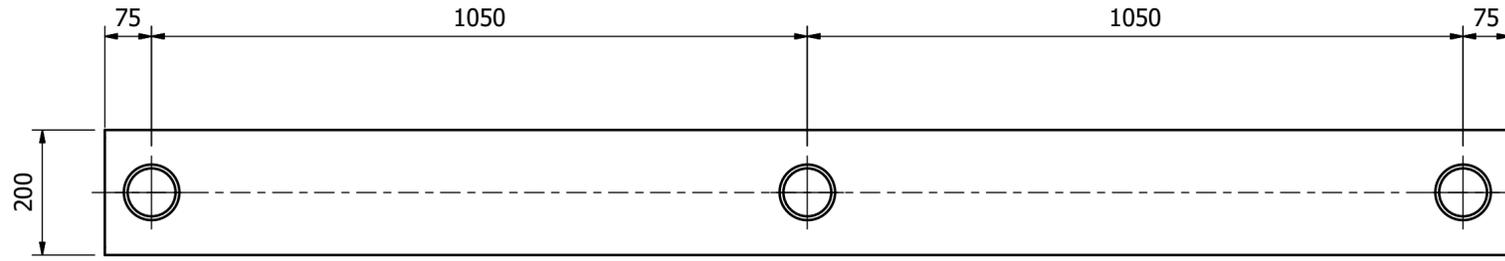
SOPORTE DE ELEMENTOS
ESCALA 1 : 5

LISTA DE PARTES			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UN.
1	ANGULO L200x200x20, ASTM A36	4.7	m
2	ANGULO L200x200x20, ASTM A36	2	m
3	GRATING 30x3 - 1125x900, ASTM A36 GALV.	1	U.
4	TUBO REDONDO 26.9x2, ASTM A500 GR.A	4	m
5	TUBO REDONDO 26.9x2, ASTM A500 GR.A	2	m
6	TUBO REDONDO 26.9x2, ASTM A500 GR.A	7.2	m
7	TUBO REDONDO 26.9x2, ASTM A500 GR.A	1.5	m
8	TUBO REDONDO 26.9x2, ASTM A500 GR.A	1.3	m
9	TUBO REDONDO 21.3x2, ASTM A500 GR.A	4.4	m
10	TUBO REDONDO 21.3x2, ASTM A500 GR.A	1.9	m
11	PLATINA 1"x1/4", ASTM A36	4.4	m
12	PLATINA 1"x1/4", ASTM A36	1.9	m
13	SOPORTE ELEMENTOS 200x200x12, ASTM A36	4	U.

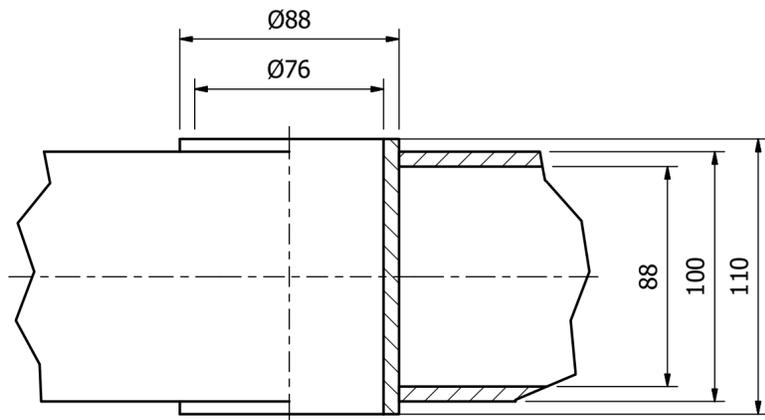


Diseñado por C.Quispe/C.Bernal	Revisado por D.Siguenza	Aprobado por C.Sanchez	Fecha 22-ago-16	Fecha 15-ago-16
ESPOL			ELEVADOR TIPO TIJERA	
			ESTRUCTURA SUPERIOR	Edición 0

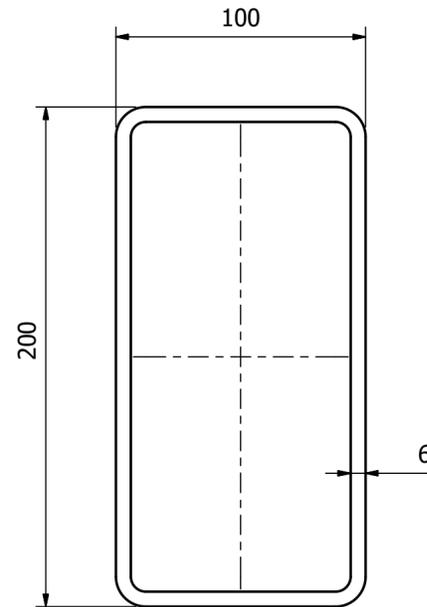
LISTA DE PARTES			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UN.
1	TUBO RECTANGULAR SHS 200x100x6, ASTM A500 GR.A	18	m
2	TUBO REDONDO CHS 88.9x6, ASTM A500 GR.A	2.8	m



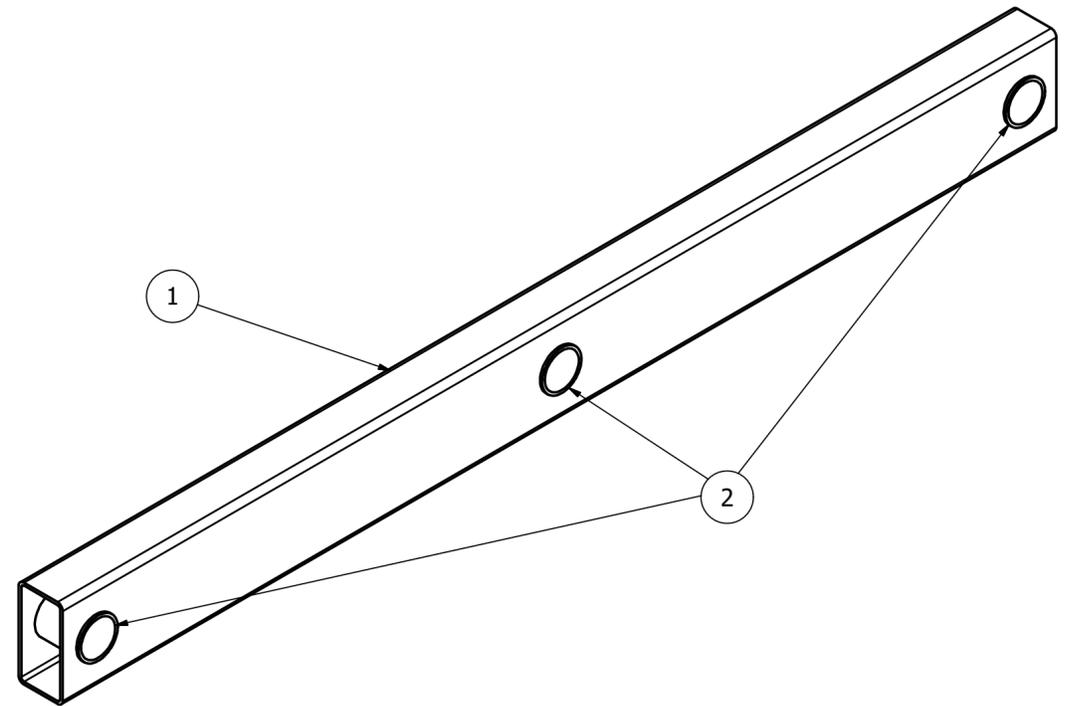
ELEMENTOS EXTERNOS
ESCALA 1 : 8



DETALLE P
ESCALA 1 : 2

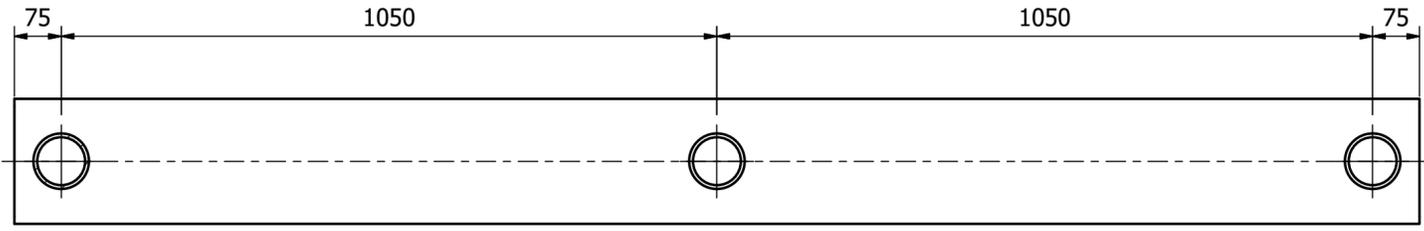


SECCIÓN DE ELEMENTOS
ESCALA 1 : 2

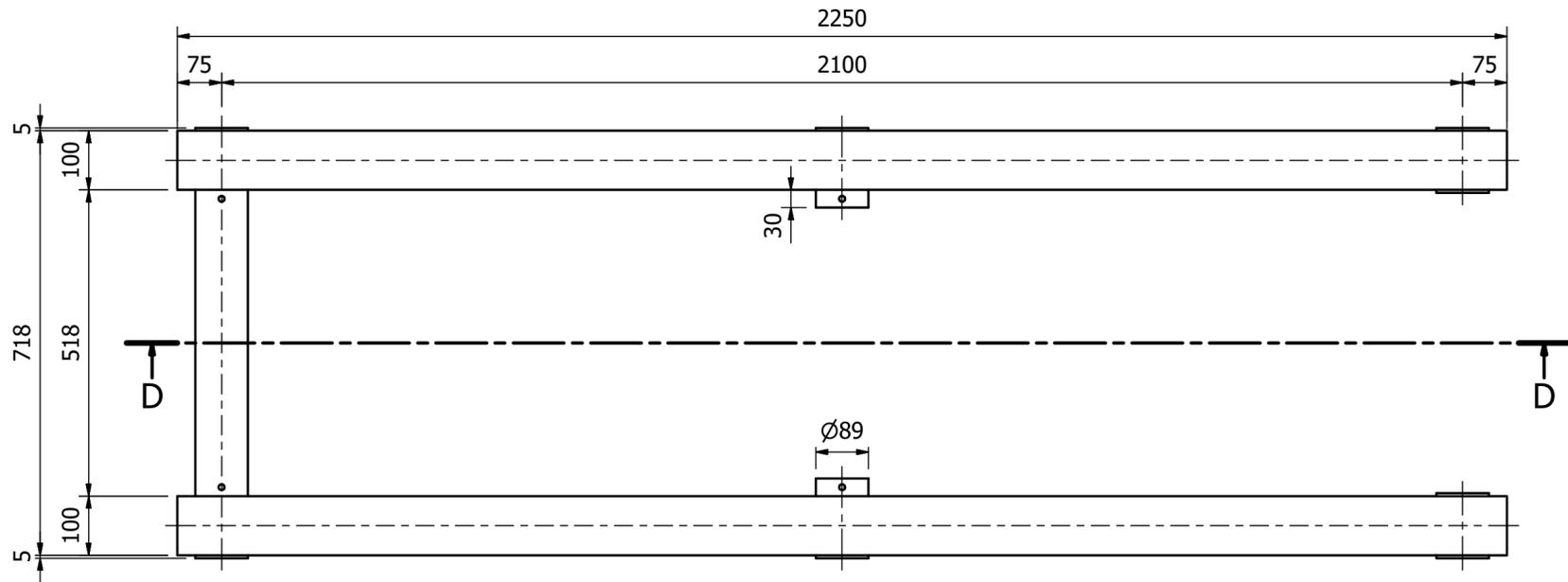


Diseñado por C.Quispe/C.Bernal	Revisado por D.Siguenza	Aprobado por C.Sanchez	Fecha 22-ago-16	Fecha 15-ago-16
ESPOL			ELEVADOR TIPO TIJERA	
			ELEMENTO EXTERNO	Edición 0

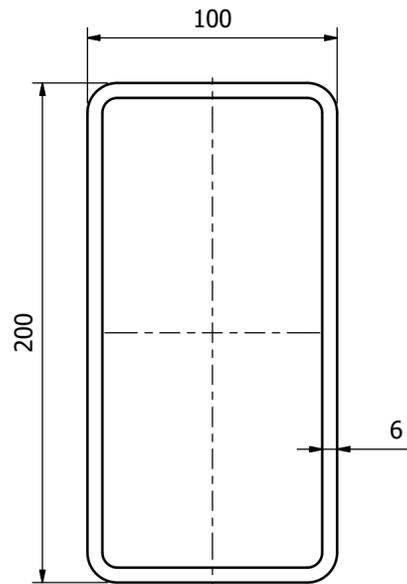
LISTA DE PARTES			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UN.
1	TUBO RECTANGULAR SHS 200x100x6, ASTM A500 GR.A	4.5	m
2	TUBO REDONDO CHS 88.9x6, ASTM A500 GR.A	0.7	m
3	TUBO REDONDO CHS 88.9x6, ASTM A500 GR.A	0.3	m
4	TUBO REDONDO CHS 88.9x6, ASTM A500 GR.A	0.2	m



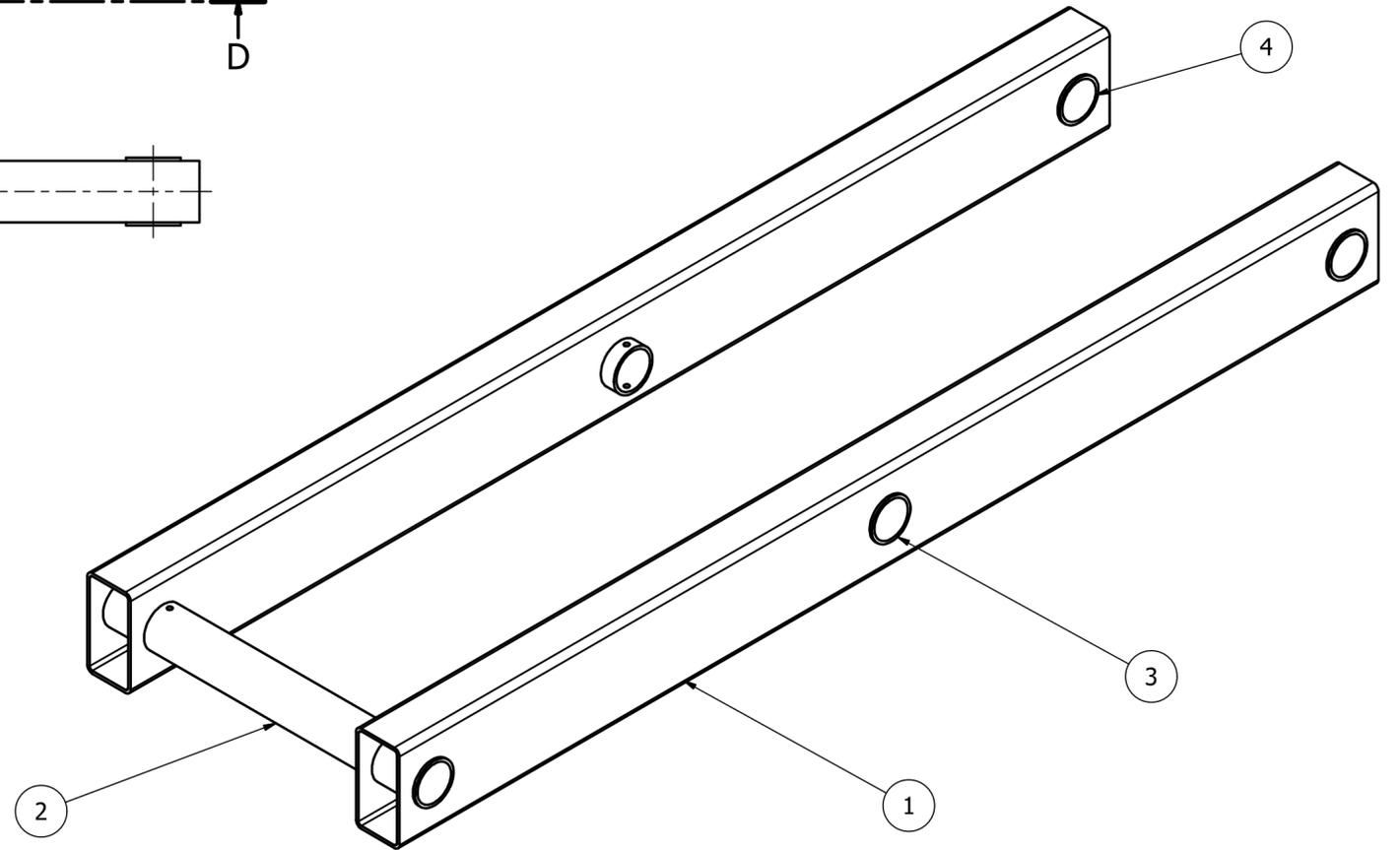
SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 8



CONJUNTO SUPERIOR DE ELEMENTOS INTERNOS
ESCALA 1 : 8

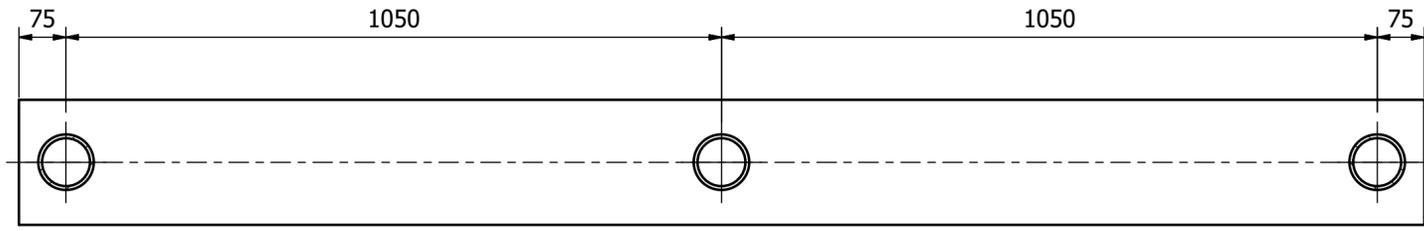


SECCIÓN DE ELEMENTOS
ESCALA 1 : 2

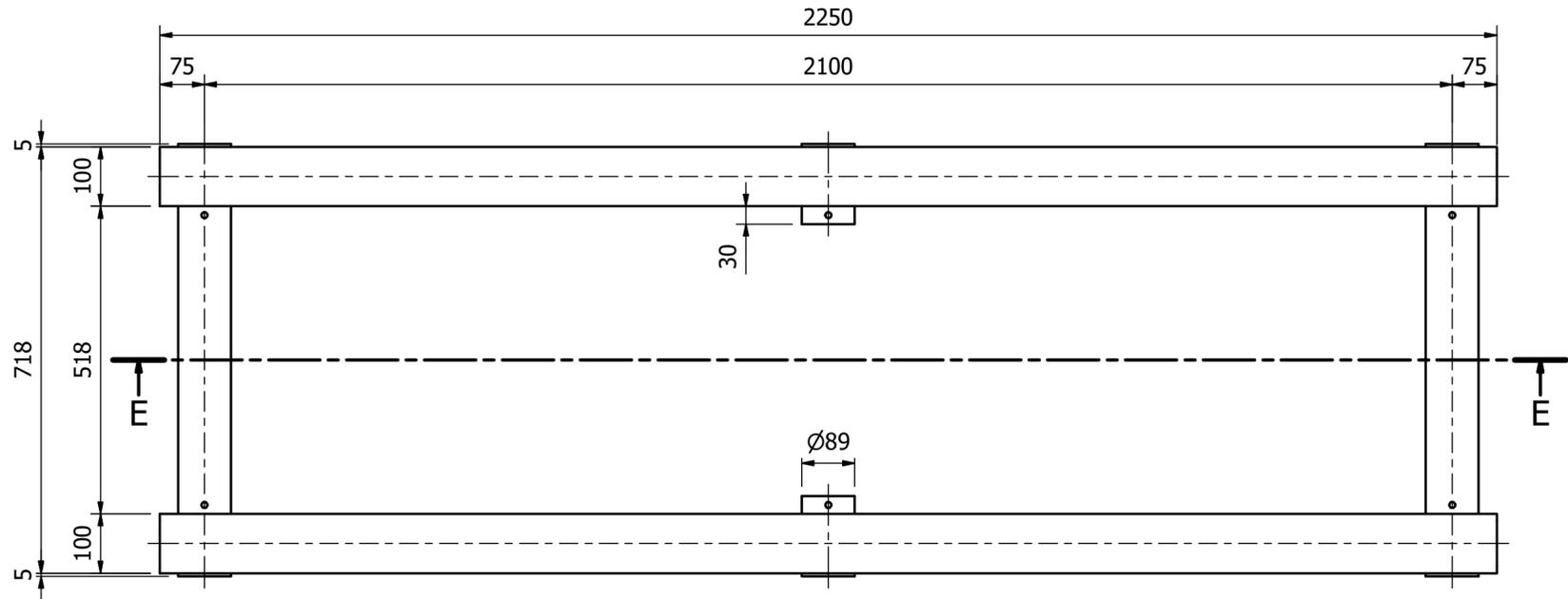


Diseñado por C.Quispe/C.Bernal	Revisado por D.Siguenza	Aprobado por C.Sanchez	Fecha 22-ago-16	Fecha 15-ago-16
ESPOL		ELEVADOR TIPO TIJERA		
		CONJUNTO ELEM. INT. SUPERIOR	Edición 0	Hoja 5 / 9

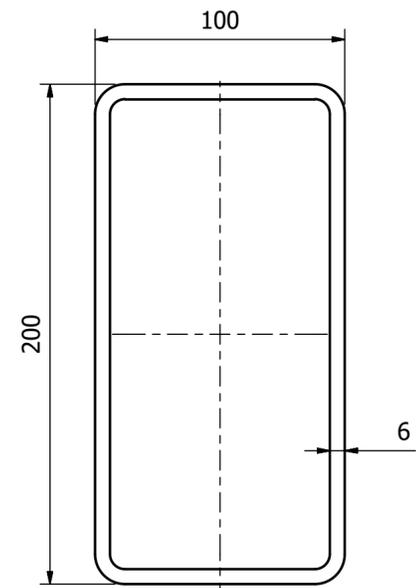
LISTA DE PARTES			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UN.
1	TUBO RECTANGULAR SHS 200x100x6, ASTM A500 GR.A	9	m
2	TUBO REDONDO CHS 88.9x6, ASTM A500 GR.A	0.6	m
3	TUBO REDONDO CHS 88.9x6, ASTM A500 GR.A	3	m



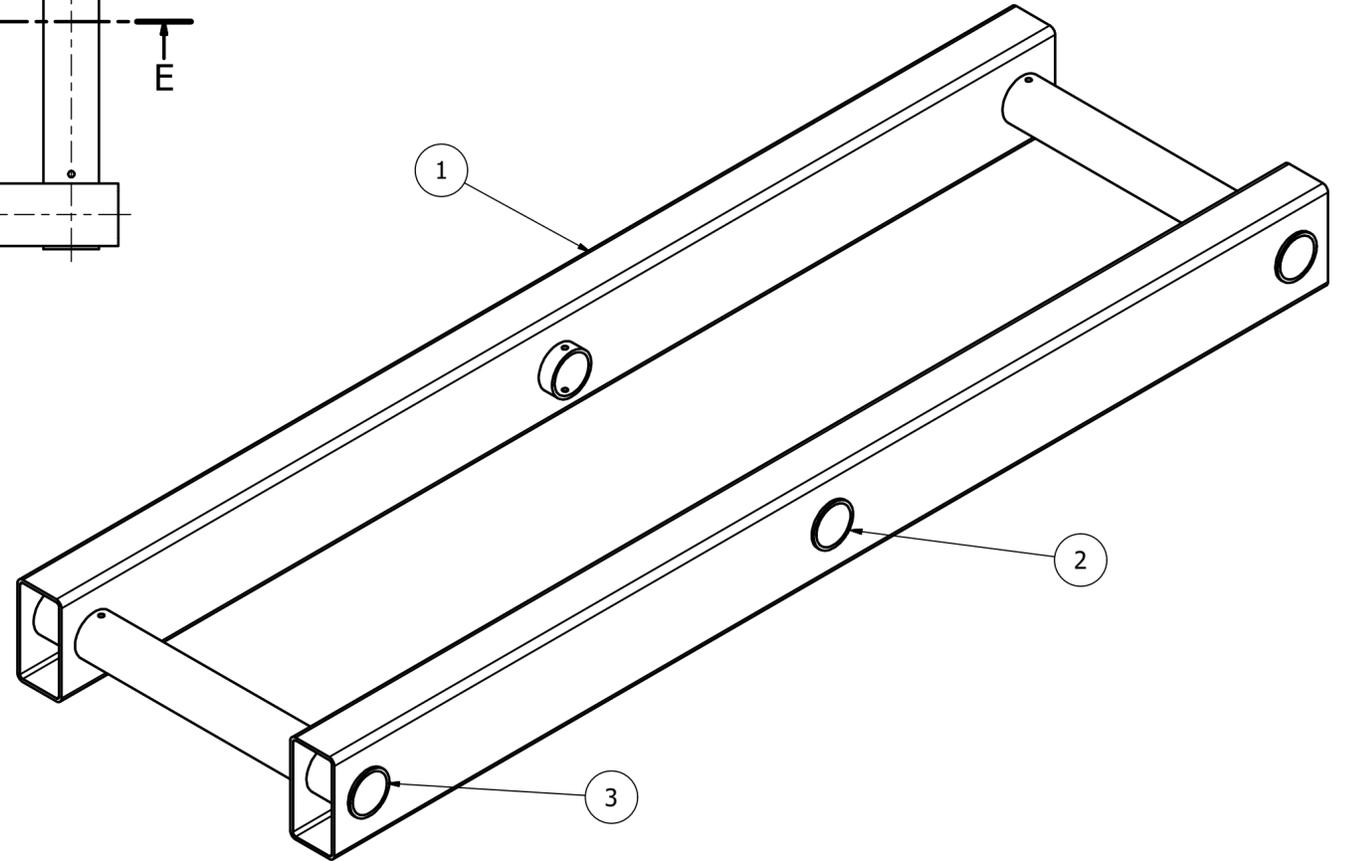
SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 8



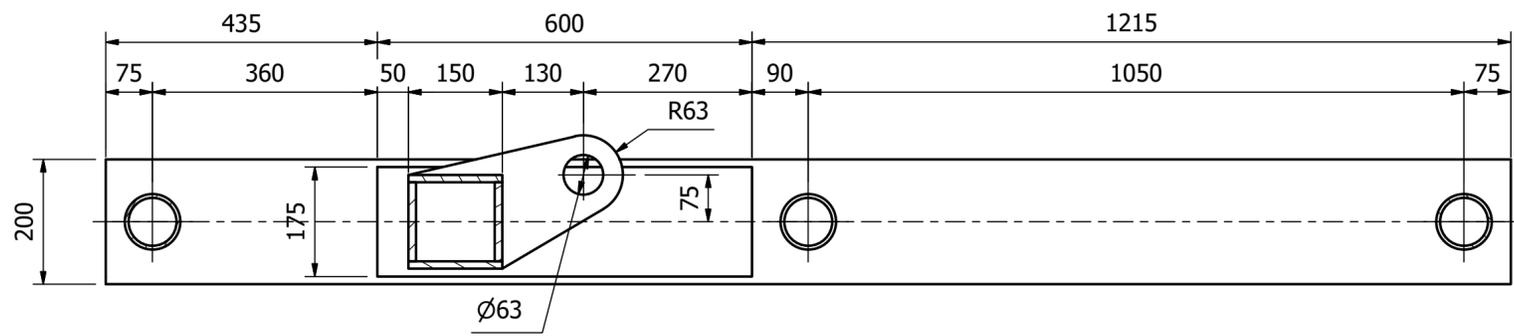
CONJUNTO TIPO DE ELEMENTOS INTERNOS
ESCALA 1 : 8



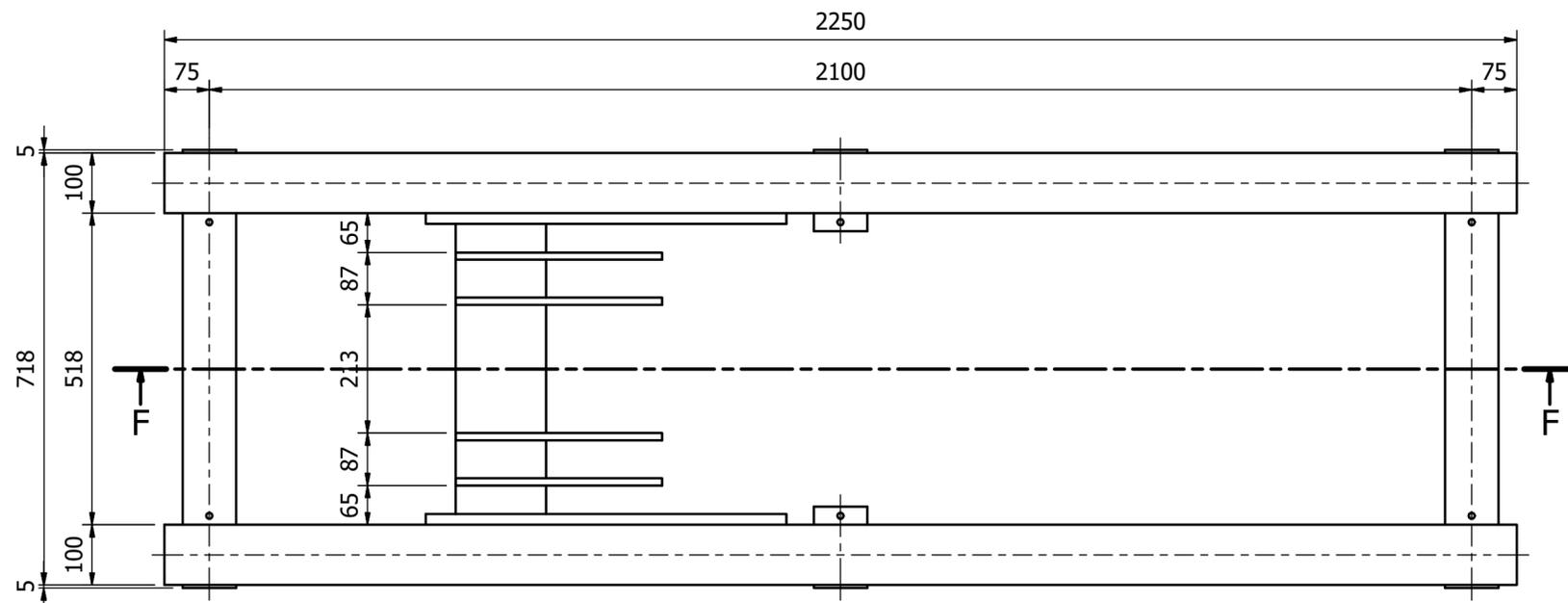
SECCIÓN DE ELEMENTOS
ESCALA 1 : 2



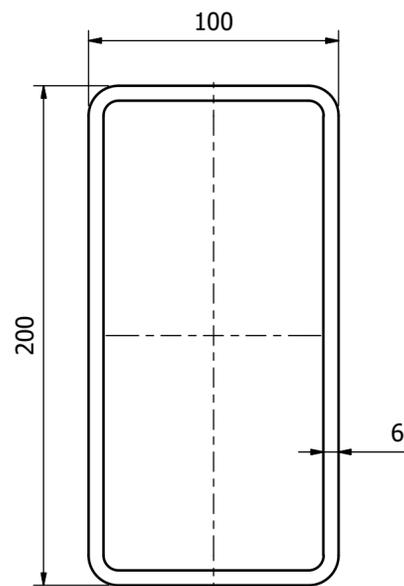
Diseñado por C.Quispe/C.Bernal	Revisado por D.Siguenza	Aprobado por C.Sanchez	Fecha 22-ago-16	Fecha 15-ago-16
ESPOL			ELEVADOR TIPO TIJERA	
			CONJUNTO ELEM. INTERNOS	Edición 0



SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 8

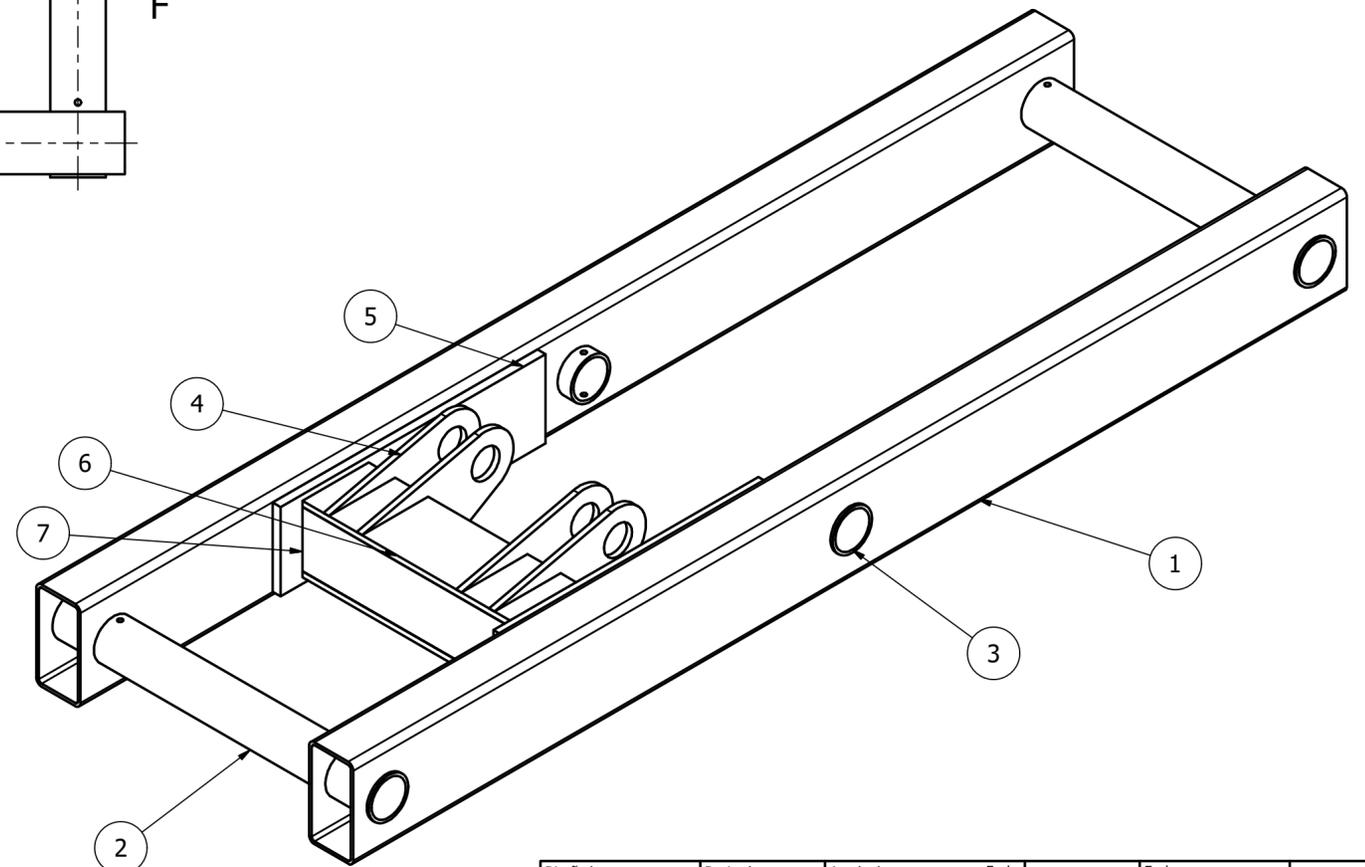


CONJUNTO PRINCIPAL DE ELEMENTOS INTERNOS
ESCALA 1 : 8



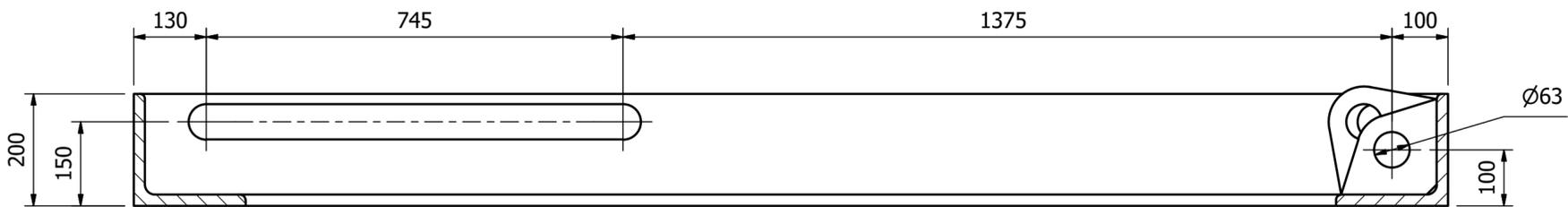
SECCIÓN DE ELEMENTOS
ESCALA 1 : 2

LISTA DE PARTES			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UN.
1	TUBO RECTANGULAR SHS 200x100x6, ASTM A500 GR.A	4.5	m
2	TUBO REDONDO CHS 88.9x6, ASTM A500 GR.A	1.5	m
3	TUBO REDONDO CHS 88.9x6, ASTM A500 GR.A	0.3	m
4	SOPORTE PARA CILINDRO 350x220x12, ASTM A36	4	U.
5	PLACA 600x175x18, ASTM A36	2	U.
6	PLACA 485x150x12, ASTM A36	2	U.
7	PLACA 485x130x12, ASTM A36	2	U.

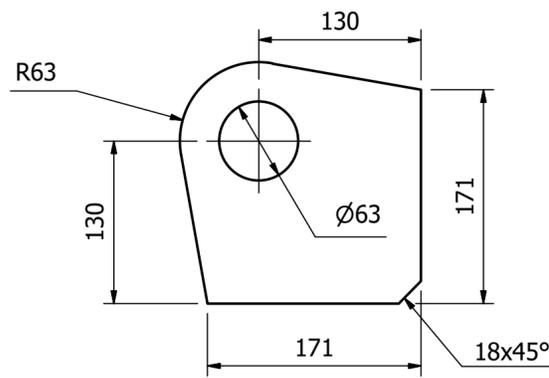
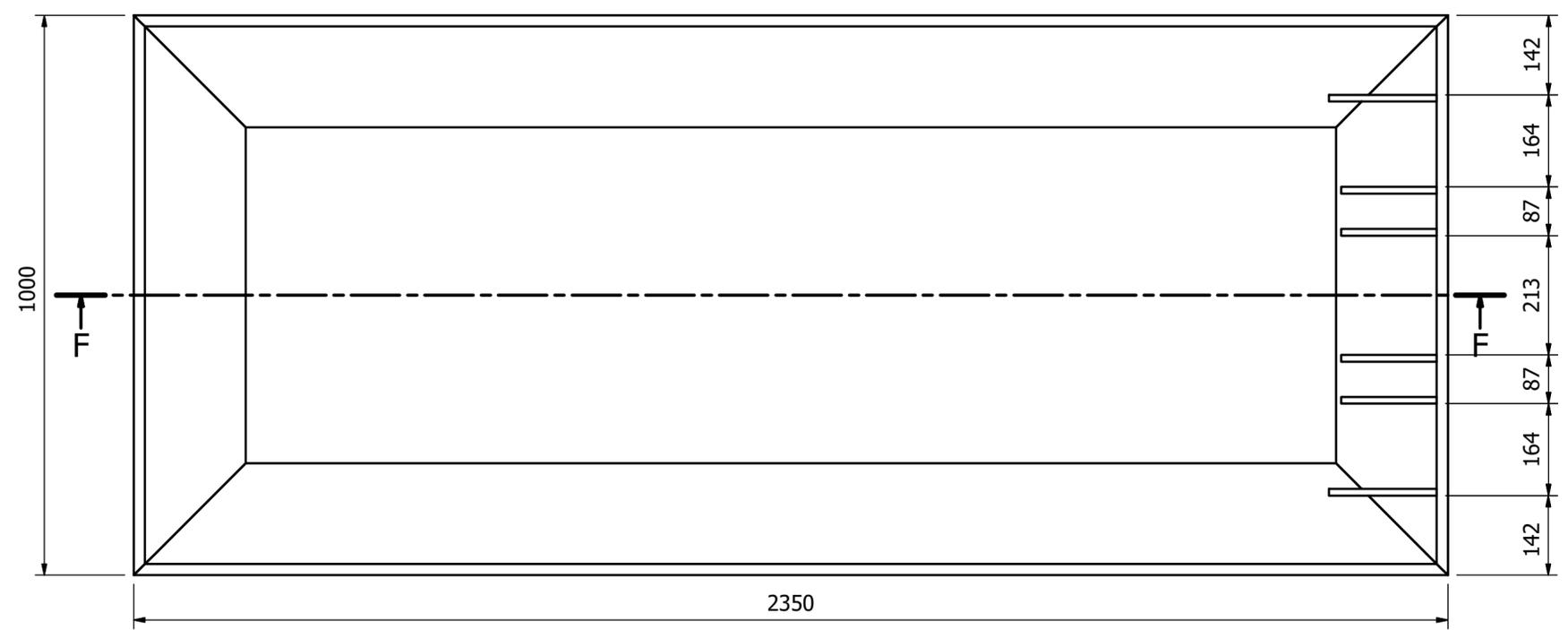
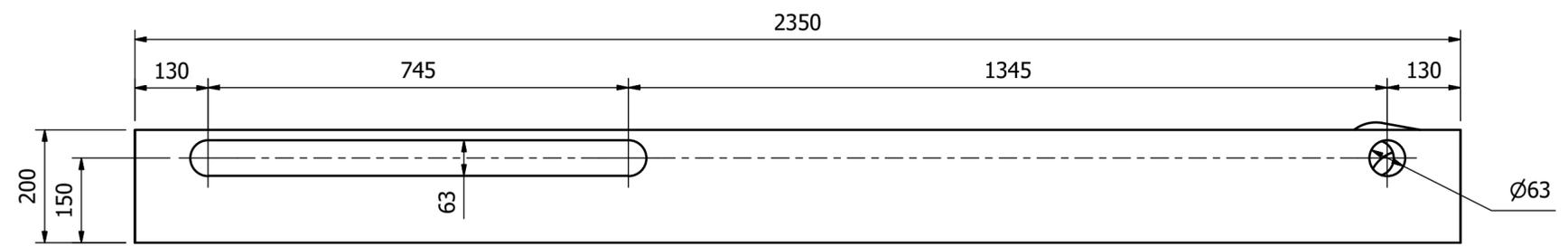


Diseñado por C.Quispe/C.Bernal	Revisado por D.Siguenza	Aprobado por C.Sanchez	Fecha 22-ago-16	Fecha 15-ago-16
ESPOL			ELEVADOR TIPO TIJERA	
			CONJUNTO ELEM. INT. PRINCIPAL	Edición 0

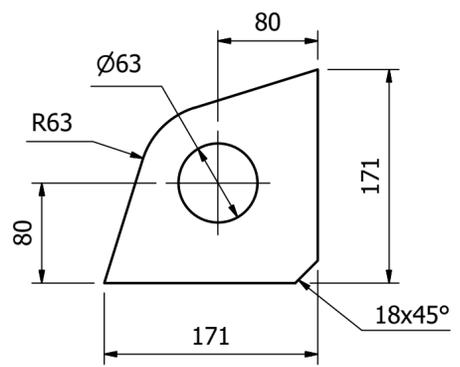
LISTA DE PARTES			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UN.
1	ANGULO L200x200x20, ASTM A36	4.7	m
2	ANGULO L200x200x20, ASTM A36	2	m
3	SOPORTE DE CLINDRO 180x180x12, ASTM A36	4	U.
4	SOPORTE DE ELEMENTO 200x200x12, ASTM A36	2	U.



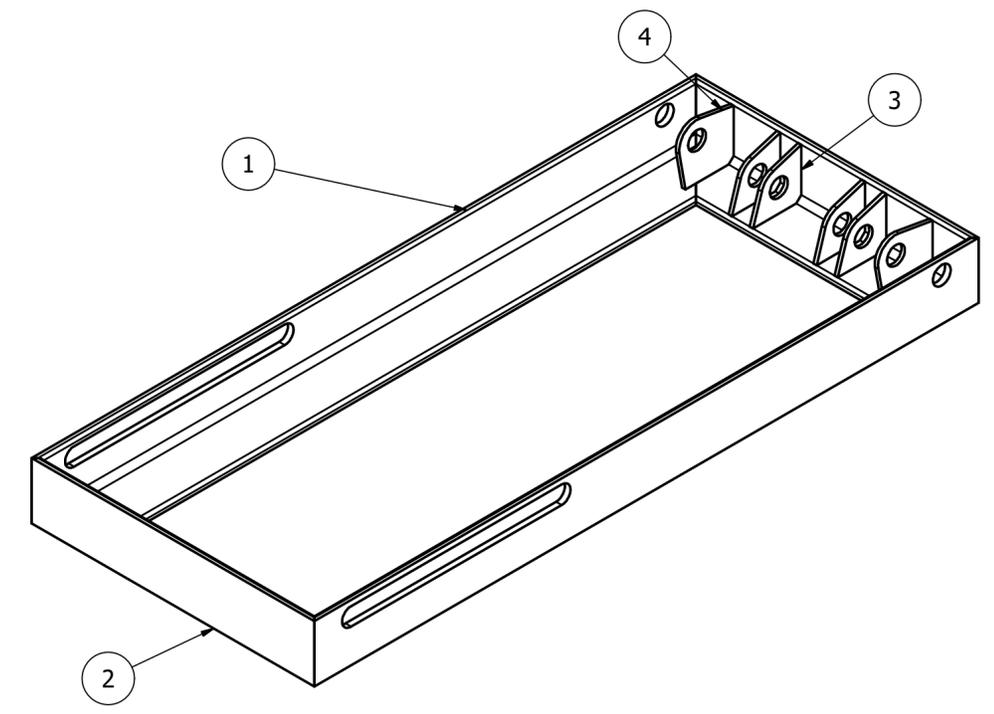
SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 8



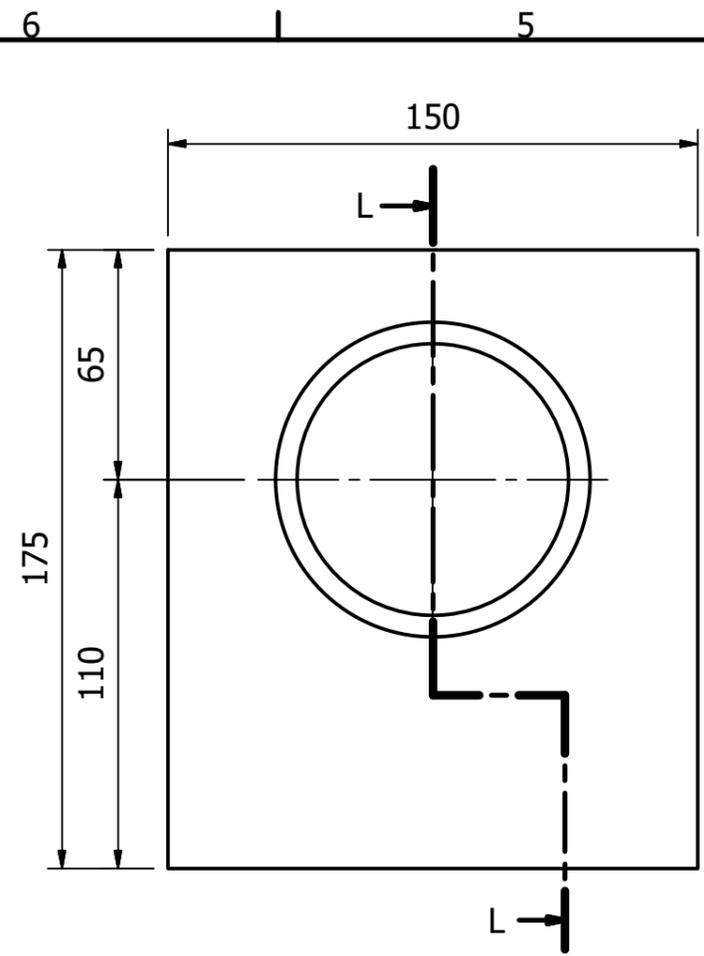
SOPORTE DE ELEMENTOS
ESCALA 1 : 4



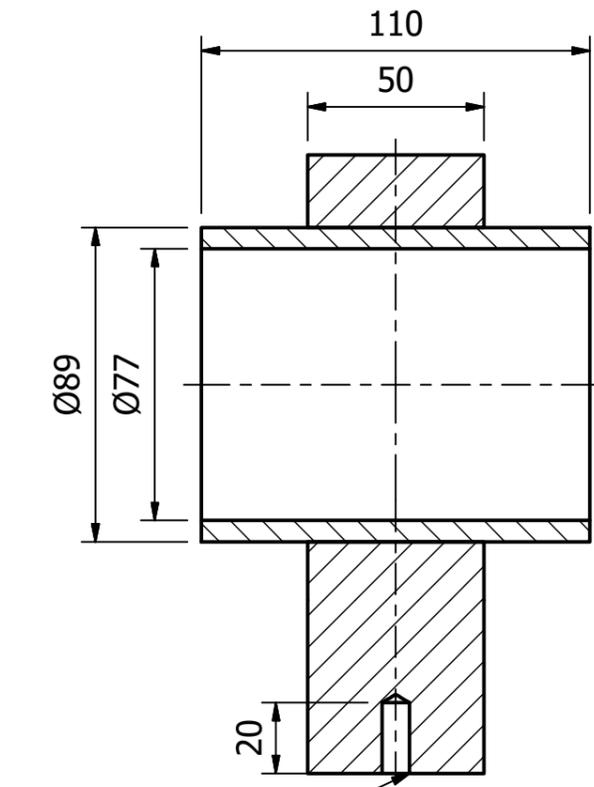
SOPORTE DE CILINDRO
ESCALA 1 : 4



Diseñado por C.Quispe/C.Bernal	Revisado por D.Siguenza	Aprobado por C.Sanchez	Fecha 22-ago-16	Fecha 15-ago-16
ESPOL			ELEVADOR TIPO TIJERA	
			ESTRUCTURA BASE	Edición 0

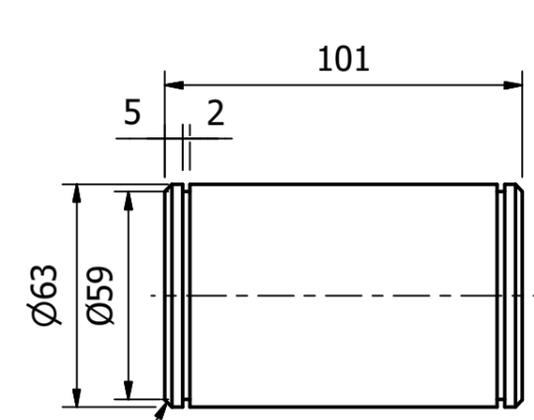


SOPORTE DESLIZANTE
ESCALA 1 : 2

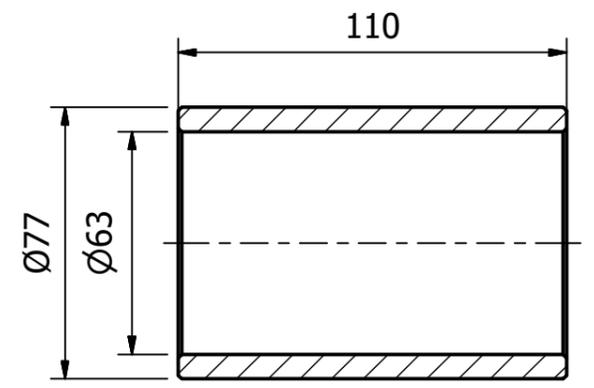


3/8-16 UNC
SECCIÓN L-L
ESCALA 1 : 2

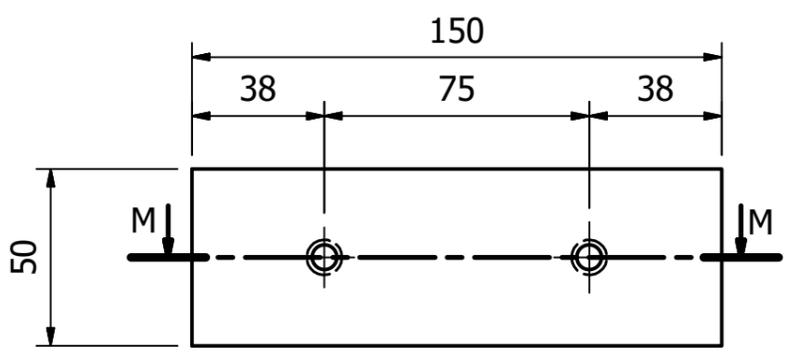
LISTA DE PARTES			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UN.
1	PIN 63 D x 288 LG	2	U.
2	PIN 63 D x 262 LG	20	U.
3	PIN 63 D x 207 LG	2	U.
4	PIN 63 D x 199 LG	2	U.
5	PIN 63 D x 189 LG	2	U.
6	PIN PARA CILINDROS 63 D x 102 LG	4	U.
7	BUJE 63 DI X 77 DE X 110 LG	50	U.
8	SOPORTE DESLIZANTE 150 x 50 x 175	2	U.
9	BARRA DESLIZANTE 150 x 50 x 20	2	U.
10	COLLAR DE PIN 63 DI x 73 DE x 30 LG	6	U.



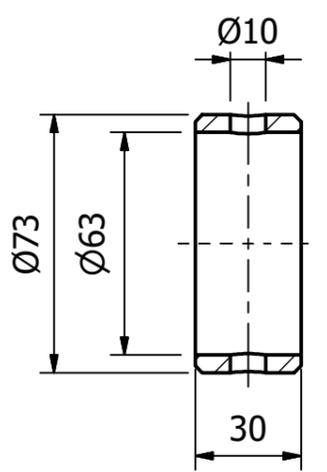
2x45°
PIN DE CILINDRO
ESCALA 1 : 2



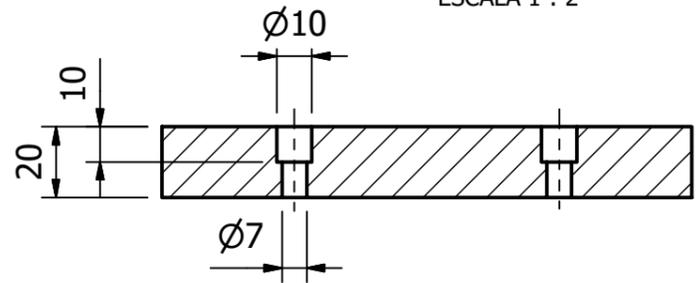
BUJE DE ELEMENTOS
ESCALA 1 : 2



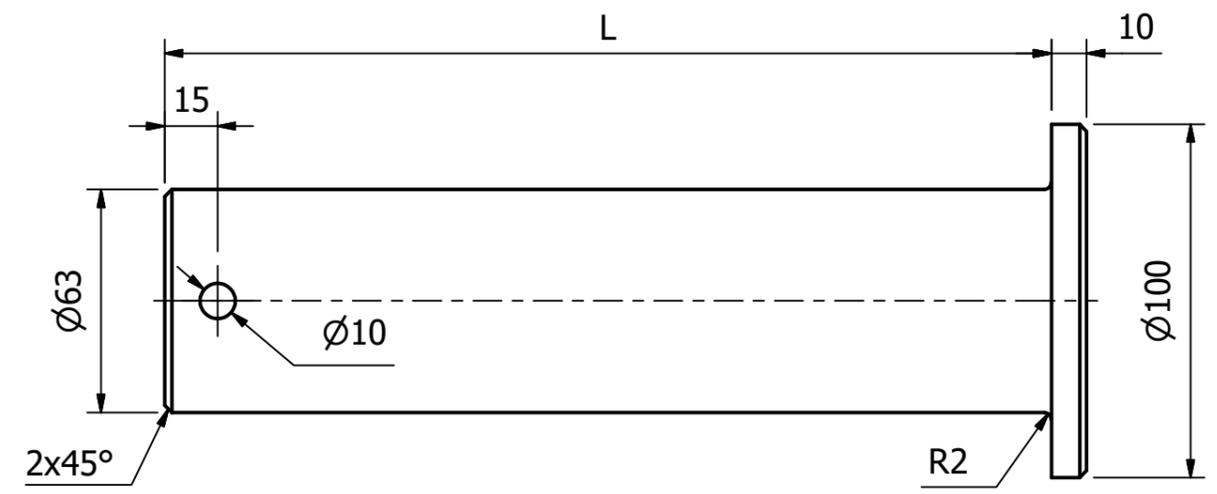
BARRA DESLIZANTE
ESCALA 1 : 2



COLLAR DE PIN
ESCALA 1 : 2



SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 2



PIN DE ELEMENTOS
ESCALA 1 : 2

Diseñado por C.Quispe/C.Bernal	Revisado por D.Siguenza	Aprobado por C.Sanchez	Fecha 22-ago-16	Fecha 15-ago-16
-----------------------------------	----------------------------	---------------------------	--------------------	--------------------

ESPOL	ELEVADOR TIPO TIJERA		
	PARTES DE CONEXIONES	Edición 0	Hoja 9 / 9