



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DEL HÁBITAT

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

TEMA:

# ESTACIÓN DE TRABAJO MÓVIL A PARTIR DE LEAN MANUFACTURING

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

ESPECIALIDAD EN CIENCIAS DEL HÁBITAT  
LÍNEA DE APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN DESARROLLO DE NUEVOS  
PRODUCTOS

Presenta:

**MIGUEL CAMPILLO FERNÁNDEZ**

Asesor:

DR. MIGUEL ADOLFO ORTÍZ BRIZUELA

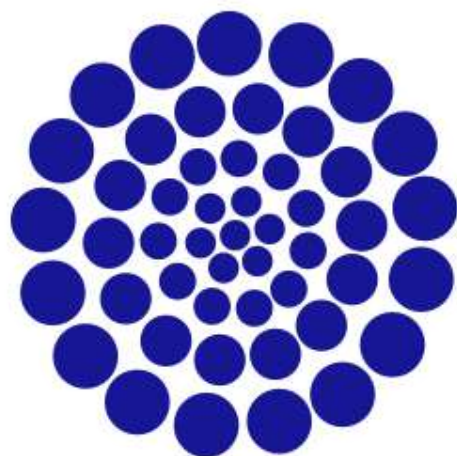
Sinodal por Coordinación de Diseño Industrial:

LDI. MIGUEL ÁNGEL CAMPOS NARVÁEZ

Sinodal por Coordinación de Especialidad:

DRA CLAUDIA RAMÍREZ MARTÍNEZ

NOVIEMBRE 2018



**CONACYT**

*Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres Armando Campillo Chávez, Virginia Fernández Bustamante y a mi hermano Emmanuel Campillo Fernández por su apoyo, consejos, ejemplo y cariño.

A mis profesores de Licenciatura y de Especialidad, particularmente al Dr Miguel Ortiz Brizuela, al LDI Miguel Ángel Campos Narváez y al LDI Jorge Rivera Delgadillo, por su asesoría.

A CONACYT por el apoyo económico recibido durante la especialidad y la realización de este proyecto.

A la empresa Paris Packing Supply Soluciones e Ingeniería de Empaque, en especial, al Ing. Manuel Eguía Dibildox, por confiar en mí y permitirme utilizar su material y sistema productivo, así como desarrollar este proyecto dentro la empresa.

A la empresa Corporativo Industrial CAZVI S.A. DE C.V. por la asesoría recibida y por permitirme conocer algunos de sus procedimientos al realizar observaciones, interactuar con los trabajadores.

"La simplicidad es la máxima sofisticación".  
Leonardo da Vinci

El Diseño Industrial es una actividad proyectual, que coordina la conceptualización, especificación y producción de soluciones físicas a problemas puntuales. Estos problemas surgen de necesidades generadas, tanto por los avances tecnológicos, como por los propios de la evolución del hombre y de los nuevos estilos de vida. Es competencia del diseñador diagnosticar estas necesidades a partir del contexto mercadológico, sociocultural, ambiental, político, psicológico, técnico y ergonómico que las rodea, enfocándose en el usuario, sus exigencias, alcances y limitaciones.

## PROLOGO

Ante la necesidad de realizar un trabajo recepcional que me permitiera demostrar que con las materias cursadas durante la Licenciatura y la Especialidad, así como con las entregas de diseños realizadas periódicamente, acudí a una empresa que me diera la oportunidad de aplicar los conocimientos y capacidades desarrolladas durante dicho período.

Esta empresa fue Paris Packing Supplay, Soluciones e Ingeniería de Empaque, en donde se me proporcionó información relativa a una posible intervención en un área de oportunidad que se detectó. La cual radicó en el desarrollo de este proyecto.

Para llevarlo a cabo, se me proporcionó información de la empresa acerca del sistema y proceso productivo, como la autorización para disponer de algunos materiales, para la realización del prototipo.

Para hacer la validación de mercado y de uso, conté con el apoyo de la empresa Corporativo Industrial Cazvi, S.A. de C.V., En donde se me autorizó realizar un análisis de las actividades en las cuales estaba pensado que se utilizara el objeto que se desarrolló como conclusión de este proyecto.

En cada uno de los capítulos que a continuación se presentan, se explicará en que consistió el panorama al que me enfrenté, mi intervención y la solución a la problemática materializada en un nuevo producto.

## INDICE

|   |     |
|---|-----|
| <b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....                           | 9   |
| <b>2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....             | 11  |
| <b>3 JUSTIFICACIÓN</b> .....                          | 12  |
| <b>4 OBJETIVOS</b> .....                              | 13  |
| <b>5 ALCANCES</b> .....                               | 14  |
| <b>6 MARCO TEÓRICO</b> .....                          | 15  |
| 6.1 LEAN MANUFACTURING .....                          | 15  |
| 6.2 FUNCIONES DEL PRODUCTO.....                       | 23  |
| <b>7 MARCO NORMATIVO</b> .....                        | 25  |
| <b>8 INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS</b> .....               | 28  |
| 8.1 ANÁLISIS DEL PRODUCTO.....                        | 29  |
| 8.2 ANÁLISIS DEL USUARIO .....                        | 36  |
| 8.2.1 ERGONOMÍA.....                                  | 39  |
| 8.3 ANÁLISIS DE LA EMPRESA .....                      | 43  |
| 8.4 ANÁLISIS DE MERCADO .....                         | 49  |
| 8.4.1 ANÁLISIS DEL PRODUCTO EXISTENTE.....            | 53  |
| <b>9 DIAGNÓSTICO</b> .....                            | 58  |
| <b>10 PROBLEMA DE DISEÑO</b> .....                    | 61  |
| 10.1 REQUISITOS, REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS .....    | 62  |
| 10.2 BRIEF.....                                       | 65  |
| <b>11 CONCEPTUALIZACIÓN</b> .....                     | 66  |
| 11.1 PROCESO DE BOCETAJE .....                        | 68  |
| <b>12 PRIMERA VALIDACIÓN (DE LA EMPRESA)</b> .....    | 81  |
| <b>13 PROPUESTA</b> .....                             | 83  |
| <b>14 SEGUNDA VALIDACIÓN (ANTROPOMÉTRICA)</b> .....   | 93  |
| <b>15 TERCERA VALIDACIÓN (MERCADO Y DE USO)</b> ..... | 94  |
| <b>16 ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD</b> .....              | 98  |
| <b>17 REPLANTEAMIENTO DEL CONCEPTO</b> .....          | 115 |
| 17.1 PROBLEMA DE DISEÑO.....                          | 120 |
| 17.2 CONCEPTO DE DISEÑO .....                         | 120 |
| <b>18 PROPUESTA</b> .....                             | 121 |

|  |            |
|--|------------|
| 19 CUARTA Y QUINTA VALIDACIONES (TÉCNICA Y ERGONÓMICA).....                        | 131        |
| 19.1 VALIDACIÓN DE PARIS PACKING SUPPLY.....                                       | 131        |
| 19.2 VALIDACIÓN EN EL LABORATORIO DE ERGONOMÍA DE LA FACULTAD<br>DEL HÁBITAT ..... | 131        |
| <b>20 MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>   | <b>135</b> |
| <b>21 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN .....</b>   | <b>143</b> |
| <b>22 PLANIMETRÍA.....</b>   | <b>160</b> |
| <b>23 ANEXOS .....</b>   | <b>168</b> |
| <b>24 GLOSARIO .....</b>   | <b>181</b> |
| <b>25 BIBLIOGRAFÍA .....</b>   | <b>183</b> |



## 1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto trata sobre el diseño de un producto, que es resultado de la conclusión de mis estudios en la Carrera de Diseño Industrial, la Especialidad en Ciencias del Hábitat Línea de Aplicación del Conocimiento en Desarrollo de Nuevos Productos y la estancia en la empresa Paris Packing Supply Soluciones e Ingeniería de Empaque; con la cual tuve vinculación, como parte del plan curricular de la misma especialidad.

Este diseño representa una solución para una problemática, detectada a partir de una necesidad de esta empresa y debe poder ser producido por la misma.

El diseño consistió en una estación de trabajo móvil, para realizar operaciones de almacén industrial, que ayude al usuario a realizar sus actividades de manera más rápida y eficiente.

Se llegó a esta solución, después de haber mejorado la propuesta inicial, tras varias validaciones ergonómicas, técnicas, de uso, de mercado, etc. Esta propuesta nace del concepto de diseño el cual fue redactado a partir de los requisitos, requerimientos y parámetros, así como del problema de diseño.

Tanto el problema como los requisitos, surgen del diagnóstico de los resultados del análisis de los datos arrojados por la investigación de los elementos con los que tiene relación directa, que son el mercado, el usuario, la empresa a la cual va destinado y el objeto en el cual tiene su origen.

La vinculación con la empresa surge de la solicitud de un Diseñador Industrial, hecha por ellos, a la cual acudí, realizando ahí, el modelado digital de algunos objetos.

Una vez dentro de la empresa, me atrajo el producto y la posibilidad de generar nuevas variantes en su diseño.

Con este proyecto se busca brindarle a la empresa un nuevo producto que se pueda incluir en un catálogo y ofrecerlo a sus clientes, con un enfoque en el usuario.

El propósito de este proyecto, con relación a la especialidad, es aplicar el conocimiento adquirido, tanto en la carrera como en la misma especialidad, aunado a la necesidad real de una empresa, para generar una solución real.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática surge a partir de la estancia que se realizó durante la especialidad en la empresa potosina de producción de soluciones de manejo de materiales, la cual se describirá más tarde; se detectó una problemática que representó la oportunidad de participación, por medio del diseño, y que además, dio inicio a este proyecto.

La vinculación con esta empresa se logró unas cuantas semanas antes del inicio de la especialidad, gracias a una plática con el gerente general y a la realización de modelos digitales y de planos de una estructura para contener material.

Habiendo logrado la vinculación, el gerente general explicó el funcionamiento de la empresa y señaló el mercado al cual está enfocada. Comentó cual es el producto que se fabrica, como es que se basa en la filosofía de Lean Manufacturing, y como la industria potosina actual lo requiere para solucionar problemas de manejo de materiales.

Una vez comenzada la especialidad se expuso el plan de la misma y sus objetivos al gerente, lo que llamó su atención, y lo llevó a aceptar que el proyecto se llevara a cabo dentro de la empresa, argumentando que sería de mucha utilidad. La condición para llevar a cabo el proyecto era que se siguiera utilizando el mismo sistema de producción y la misma materia prima. Ahora el objetivo era encontrar una problemática para poder desarrollar este proyecto.

Esta problemática fue detectada tras un tiempo realizando prácticas dentro de la empresa. Durante esas prácticas hubo observaciones, visitas a clientes y pláticas con el personal y con el gerente general, con quién se llegó a la conclusión que era necesario ampliar el mercado de la empresa, sin embargo, dada la naturaleza del producto, del sistema productivo y de la empresa misma, este mercado, de todas maneras, debía ubicarse en la industria potosina.

La empresa no cuenta con productos de línea, o bien, que pertenezcan a un catálogo, debido a que producen y venden bajo pedido y siguiendo los requerimientos de cada cliente.

Esto sumado a la necesidad de la empresa de ampliar su mercado, dentro del mismo ámbito industrial del estado de San Luis Potosí, y a los requisitos del plan de tesis de la especialidad, condujo a definir la problemática como:

“Diseño de un objeto que se pueda incluir en un catálogo para ofrecerse a la industria potosina, producto de un análisis de mercado”.

### 3 JUSTIFICACIÓN

Los beneficios que este proyecto brinda a los clientes y usuarios son:

- Rapidez y seguridad, a la hora de que el usuario lleve cabo sus actividades.
- Nuevas formas de realizar las operaciones para que el material, el equipo o herramientas que sean utilizadas, cuenten con mayor seguridad.
- Disminución de pasos en los diagramas de flujo de las actividades, en las que sea implementado el nuevo producto.
- Reducción de tiempos y recorridos durante las actividades.
- Alcance de una mejora en la calidad del producto o servicio de la empresa que lo implemente.

Esto representa un ligero incremento en la calidad del producto o servicio que el consumidor final adquiere. Finalmente, el beneficio para la empresa productora es el de ampliar el mercado, mediante el implemento de un nuevo producto.

Los beneficiarios de este proyecto son, la empresa productora, las empresas que compren el nuevo producto, los usuarios y los clientes de las empresas que lo adquirieron.

Lo que se busca con este proyecto es ampliar el mercado de la empresa productora, diseñando un nuevo producto para el mismo, que sea parte de un catálogo y pueda ser ofrecido a los clientes.

Que este nuevo objeto facilite la tarea de los usuarios, y que su implementación represente un beneficio para el proceso de producción de las empresas que lo adquieran, repercutiendo positivamente en la parte administrativa, y en la calidad misma del producto o servicio que estas empresas ofrezcan, generando así, un beneficio para el cliente que los consuma.

La utilidad de este nuevo producto es la de un objeto auxiliar para el usuario, mientras realiza sus actividades dentro del proceso de producción (incluyendo el almacenaje en este proceso).

Este proyecto es significativo porque se centra en el usuario y tiene como propósito ayudarlo a realizar mejor su trabajo, es por eso, que las implicaciones ergonómicas, tienen el mismo peso, que el beneficio económico o la reducción de procesos y costos. Además ayuda a minimizar el tiempo humano u horas- hombre invertidas en el objeto o un servicio.

## 4 OBJETIVOS

### General

- Diseñar y construir un prototipo de un objeto de línea que pueda pertenecer a un catálogo de la empresa productora.

### Específicos

- Lograr una ventaja competitiva a la empresa que lo produzca.
- Facilitar el trabajo del usuario y hacerlo más efectivo.
- Brindar más rapidez y seguridad tanto al usuario como al material y equipo que maneje.
- Lograr significar una mejora en el proceso de producción de la empresa que lo implemente.

## **5 ALCANCES**

El alcance de este proyecto es diseñar un nuevo producto a partir de un concepto generado tras la investigación y análisis del contexto que lo rodea. Desarrollar un plan de producción que incluye costos, tiempos y procedimientos. Planos constructivos, renders explicativos, memoria descriptiva y un prototipo funcional.

## 6 MARCO TEÓRICO

Los temas relacionados al proyecto, a partir de los cuales se sustenta, son Lean Manufacturing, y las Funciones del producto, especialmente, las indicativas. Estos temas, de la mano de la Metodología de Desarrollo de Nuevos Productos, dieron como resultado el diseño y desarrollo de un nuevo producto.

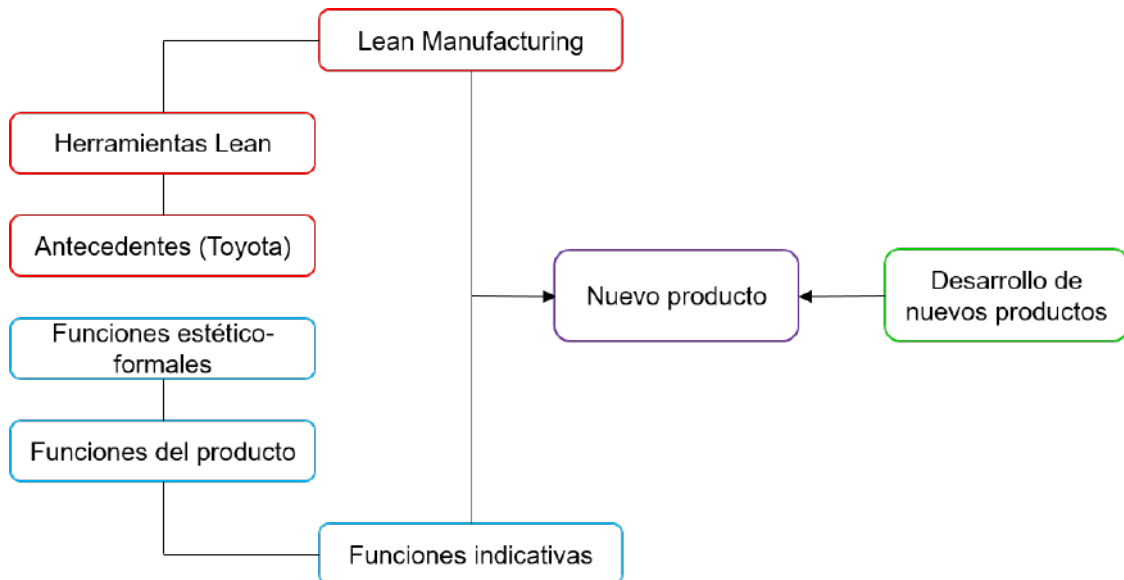


ILUSTRACIÓN 1 MAPA DE FUNDAMENTOS. ELABORACIÓN PROPIA

### 6.1 LEAN MANUFACTURING

El Lean Manufacturing, que en español significa Producción Ligera, es un modelo de gestión que busca la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios. Este modelo se enfoca en reducir los desperdicios de sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procedimientos, inventario, movimientos y defectos. (Salgueiro, 2001)

Los beneficios del Lean Manufacturing son:

- Incremento del 50 % al 70 % en la productividad.
- Mejora del 50 % al 90 % en reducción de tiempos de ciclo.
- Mejora del 40 al 90 % en la calidad.
- Reducción del 50% al 80 % en los inventarios.
- Reducción del 40 % al 80 % en desperdicios.
- Reducción del 50 % al 80 % en espacio dedicado a la manufactura y almacenes.
- Reducción del 75 % al 90 % en tiempos de preparación.

(MDC Manejo de Materiales, 2014)

El Lean Manufacturing es realmente lo mismo que el Sistema de Producción Toyota (TPS). Se le comenzó a llamar así en el mundo occidental para no hacer referencia a la compañía Toyota, cada que fuera mencionada o aplicada. Al TPS se le conocía también como Sistema Just in Time debido a que algunos autores se refieren a esta filosofía con cualquiera de los dos nombres, aunque el Just in Time sea uno de las herramientas del TPS.

Las herramientas principales, o pilares, del TPS son las siguientes:

### **Just in Time**

Significa que, en un proceso continuo, las piezas necesarias para la producción, deben incorporarse a la cadena de montaje justo en el momento en que se necesitan y solo en la cantidad que se necesitan. Este concepto visualiza a la producción al revés, en este sentido invertido, el proceso de fabricación va desde el producto hasta el primer departamento de fabricación de materiales para poder así, requerir las piezas correctas y en la cantidad necesaria. (Ohno, 1991)

### **Kanban**

Para poder lograr una comunicación entre procesos en un sistema Just in Time, es necesario contar con la información del material y la cantidad requerida, por lo que se creó el Kanban, que significa tarjeta o letrero en japonés y es el método para comunicar la información sobre la adquisición o recepción del pedido de producción. (Ohno, 1991)

### **Jidoka**

También llamado automatización, consiste en la adaptación de máquinas que pueden prevenir automáticamente fallos, que generarían la producción en serie de partes defectuosas. Estas “máquinas con un toque humano” están conectadas a un sistema de paro automático, que detiene la producción en caso de que el material o la pieza que maquine, sean introducidos incorrectamente o que presenten una anomalía. La automatización modifica el sentido del uso de la máquina. Cuando esta trabaja correctamente, no es necesario ningún operario. Solo cuando se detiene, como consecuencia de una situación anormal, requeriría la atención de la persona. De este modo, un solo trabajador podría atender varias máquinas. La idea surgió tras la invención del telar automático de Sakiichi Toyoda en 1896. (Ohno, 1991)

### **SMED**

El SMED es un acrónimo de la expresión en inglés “Single Minute Exchange of Die”. Este concepto se refiere a la teoría y las técnicas para realizar operaciones de preparación de máquinas en menos de diez minutos. Hay dos clases de operaciones de preparación: Preparación interna IED, que es la que se realiza solamente cuando la máquina está parada, y la Preparación externa OED, que es la que se realiza mientras la máquina está en operación. (Shingo, 1985)



## **Poka Yoke**

El concepto de Poka Yoke en japonés significa “a prueba de errores” y ha existido desde hace mucho tiempo, sin embargo fue hasta que Shigeo Shingo desarrolló la idea, que se convirtió en una formidable herramienta para lograr el “Cero Defectos”, también desarrollado por él; y así poder eliminar las inspecciones de calidad. La idea detrás de este concepto, es la de respetar la inteligencia de los trabajadores, ya que libera tiempo y por consiguiente, la mente, para que así puedan dedicarse a actividades más creativas o de más valor, sin que tengan que estar verificando. (Hirano, 1991)

## **Kaizen:**

Es un concepto utilizado en Japón desde hace mucho tiempo. Significa mejora continua, o el mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores. El mensaje de la estrategia Kaizen, es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento en algún lugar de la compañía. (Imai, 1989)

## **Antecedentes**

Los antecedentes que fueron tomados en cuenta, son los posteriores a Henry Ford y Frederick Taylor porque son los que pertenecen a la época en la que comienzan las aportaciones que afectaron más directamente al TPS. Es por eso que en este proyecto no serán mencionados los métodos pre-industriales, revolución francesa, revolución industrial a James Watt con la máquina de vapor, a Adam Smith con la Ingeniería de Métodos o a Eli Whitney con su máquina para desgranar algodón.

### *La administración científica de Frederick Taylor*

Propone que la gerencia tenga las funciones de planeación y control y los operarios y supervisores la de ejecución. Tiene como objetivo asegurar la máxima prosperidad tanto para el patrón, como para los empleados y obreros. Motiva al trabajador premiándolo si alcanza o supera la meta establecida, con un incentivo económico y su método es la división del trabajo.

### *El Fordismo de Henry Ford*

Busca mejorar el nivel de vida de los trabajadores y reducir su rotación y contratar y mantener a los mejores trabajadores. Este modelo redujo la jornada laboral de 9 a 8 horas al día, 5 días a la semana e incrementó el salario a 5 Dólares al día.

### *Las relaciones humanas en el trabajo de Elton Mayo*

Propone que el operario no es una máquina programable, sino una persona compleja que en el trabajo se encuentra en situaciones de grupo complejas y que estos grupos de trabajo frecuentemente presentan inquietudes por malas interpretaciones por falta de una comunicación efectiva por parte de la gerencia. Sugiere que el factor humano afecta de mayor manera a la productividad que el factor técnico y que la productividad de trabajador depende más del trato que se le dé, que de las condiciones de trabajo. Sin embargo este modelo detecta problemas pero no los resuelve, sin embargo fue base para otros modelos administrativos posteriores.

### *La administración para la calidad de Edwards Deming*

Consta de “El Ciclo de Deming” el cual busca descubrir mejoras en productos y/o servicios, reducir Incertidumbre y variabilidad en los procesos y cuenta con 4 pasos: planear, hacer, verificar y actuar. Propone también catorce puntos y siete pecados capitales para que al tenerlos en cuenta pueda para transformarse la gestión empresarial y mejorarla.

### *El diagrama de Pareto y la Trilogía de la Calidad de Joseph Juran*

El Diagrama de Pareto prioriza los problemas y las causas que los generan, para saber hacia dónde dirigir los esfuerzos para mejorar y reduce los problemas más significativos. La Trilogía de la Calidad de basa su concepto de gestión en la integración de la planificación, el control y la mejora continua. Juran es acreditado por la adición de la dimensión humana de la gestión de la calidad. Impulsó la formación de directivos. La resistencia al cambio era la causa fundamental de las cuestiones de calidad.

### *Las herramientas SMED, Poka-Yoke de Shigeo Shingo, el Just in Time y Kanban de Taiichi Ohno y el concepto de Kaizen.*

(Colunga, 1994) (Hernández, 1997) (Duran, 1989)

(Toyota Industries Corporation, 2018)

## **Aakichi toyoda, Kiichiro toyoda, Eiji toyoda y el inicio de Toyota**

Sakichi Toyoda, fundador de Toyota, nació en 1867 en el pueblo campesino de Yamaguchi-mura, Fuchi-no-kori, Totomi-no-kuni (actualmente Kosai City, Prefectura de Shizuoka). Hijo de Ikichi y Ei Toyoda. Ikichi se dedicaba a la agricultura y carpintería y Ei trabajaba en un telar.

Sakichi nació durante el período en la historia japonesa cuando el shogunato fue reemplazado por un nuevo gobierno bajo el emperador Meiji. Periodo que es considerado como el comienzo del Japón moderno. En medio de las luchas y cambios sociales, el pueblo donde Sakichi nació estaba plagado de pobreza. Sakichi se graduó de la escuela primaria y comenzó a trabajar como asistente de su padre en la carpintería. Desde los catorce años buscaba como ser útil para su entorno, leía mucho en sus tiempos libres y reunía a los jóvenes locales para hacer grupos de estudio. Posteriormente utilizó sus conocimientos de carpintería para modernizar el viejo telar manual con el que trabaja su madre, cumplió 18 años en 1885, se enteró de la recientemente promulgada Ley de monopolio de patentes y en 1891, patentó su primer telar automático a los 24 años.

Se mudó a Tokio para comenzar un nuevo negocio de telares. En 1893, contrajo matrimonio y tuvo un hijo, Kiichiro. Después volvió a su pueblo natal para concentrar sus esfuerzos en la invención de nuevos y mejores telares. En 1896, desarrolló un telar automático que lograba detenerse de manera instantánea cuando se producía una falla en la tela. Este telar alcanzó el reconocimiento de la compañía exportadora Mitsui (actualmente Mitsui & Co., Ltd.) que comercializó los telares de Toyoda. Estos telares costaban diez veces menos que los fabricados en Alemania y cuatro veces menos que los franceses.

En 1894, Japón estaba en guerra con China. La recesión golpeó muy duramente a la industria del telar y Sakichi decidió dedicarse nuevamente al perfeccionamiento de sus máquinas. Pero en 1904 la guerra entre Rusia y Japón revirtió esta situación. Entonces la demanda de algodón crecía y con ella la demanda de telares Toyoda. En 1907, Sakichi fundó la empresa Toyoda Loom Works con un capital de 1 millón de Yenes y en 1913 nació Eiji Toyoda, su nieto.

En 1910, Sakichi viajó a Estados Unidos y se interesó por la complejidad del automóvil. Habiendo vuelto a Japón, fundó Toyoda Spinning and Weaving Co. Ltd en 1926 y construyó los cimientos de la corporación Toyota.

En 1929, Toyoda vende los derechos de sus patentes (de telares) a la empresa británica Platt Brothers y encarga a su hijo Kiichiro que invierta en la industria automotriz. En octubre de 1930, Sakichi Toyoda falleció, habiendo dedicado sus 63 años a la invención. Kiichiro inicia las investigaciones para el desarrollo de motores de combustión interna a gasolina y dos años más tarde, fundó la División Automotriz de Toyota Automatic Loom Works.

Fue en 1937, cuando Kiichiro logró producir el primer prototipo de automóvil y establecer las bases para fundar Toyota Motor Company Ltd. Cambió la "d" de su apellido por una "t" para facilitar su pronunciación, ya que en japonés la "d" y la "t", suenan prácticamente igual, incluso, en ocasiones se pronuncian invertidamente, y puede causar confusión.

Sakichi Toyoda recibió el Premio del Listón Imperial y la Orden al Mérito de Tercera Clase gracias a sus contribuciones al desarrollo industrial de Japón, se le conoce también, como el "Rey de los inventores Japoneses" el más conocido sin duda es el concepto del "Jidoka. Concepto que ahora es, uno de los tres pilares del sistema de producción de Toyota junto con just-in-time y Kaizen.

En los siguientes años, la demanda de automóviles aumentó a la par del crecimiento económico de Japón. En 1938, Kiichiro Toyoda construyó la primera planta de producción a gran escala que hoy es la Casa Matriz de la Corporación y encargó a su hijo, Eiji supervisar su construcción. En esta planta, Toyota implementó el concepto de producción "Just in Time", el cual busca producir sólo lo que se necesita, en el momento que se requiere y en las cantidades necesarias, para reducir los niveles de stock y lograr significativos ahorros en los costos.

El primer vehículo producido por la firma japonesa fue un camión, el "Toyota G1", y el primer automóvil que se vendió fue fabricado en 1935, con el nombre de AA. Toyota lanzó al mercado su primer auto pequeño, el Modelo SA, en 1947. La producción de autos fuera de Japón comenzó en 1959 en una planta en Brasil, y continuó con una creciente red de plantas en todo el mundo.

La estrategia de desarrollo de Toyota siguió la filosofía de producir en los mercados en donde vende. Después de la apertura en 1957 de Toyota en Estados Unidos, su mercado más importante fuera de Japón, se apuró a establecer presencia en Europa. Los productos Toyota alcanzaron una gran importancia internacional durante la década de los sesentas, durante la presidencia de Eiji

Toyota, cuando se construyeron grandes instalaciones técnicas y de desarrollo en Estados Unidos, Canadá y el Reino Unido. Al inicio de los setentas la compañía llegó a una producción acumulada de un millón de unidades y en 1972 a diez millones.

El 2 de octubre de 1990 Toyota presentó, el nuevo símbolo de la marca. Este emblema simboliza las características avanzadas y la fiabilidad del producto y, hoy en día, es utilizado en cada uno de los nuevos modelos Toyota. En la actualidad, Toyota es uno de los más grandes fabricantes de automóviles del mundo, con una producción de 6,78 millones de vehículos y se estima que pronto será la Número 1, por su crecimiento a nivel mundial. Toyota tiene el honor de ser considerada la empresa automotriz más admirada del mundo. Es líder indiscutible del mercado en Japón y Asia, es también la marca de vehículos no-americana que mejor se vende en los EE.UU., y la marca japonesa líder en Europa. Con respecto a otras automotrices, Toyota posee el mayor valor de capitalización del mercado a escala mundial. La marca Toyota encabeza las investigaciones de calidad efectuadas cada año por empresas especializadas del sector. Toyota también se dedica a la producción y comercialización de Autoelevadores, Equipos Industriales y Casas Prefabricadas, etc.

El “Sistema de Producción Toyota” es uno de los principales legados de Toyota establecido por Shigeo Shingo y Taiichi Ohno que colaboró para desarrollar el Just in Time con Eiji Toyoda.

Basado en los principios de Jidoka, Just-in-time y Kaizen, el TPS es en la actualidad, un factor fundamental en la reducción de inventarios y defectos en sus plantas y de sus proveedores, y sustento de cada vez más empresas alrededor del mundo. El TPS, con su énfasis en la mejora continua y el valor del compromiso de los empleados, es considerado por la industria automotriz como un auténtico benchmarking. (Toyota Industries Corporation, 2018) (MDC Manejo de Materiales, 2014)

## Línea del Tiempo de la historia del TPS

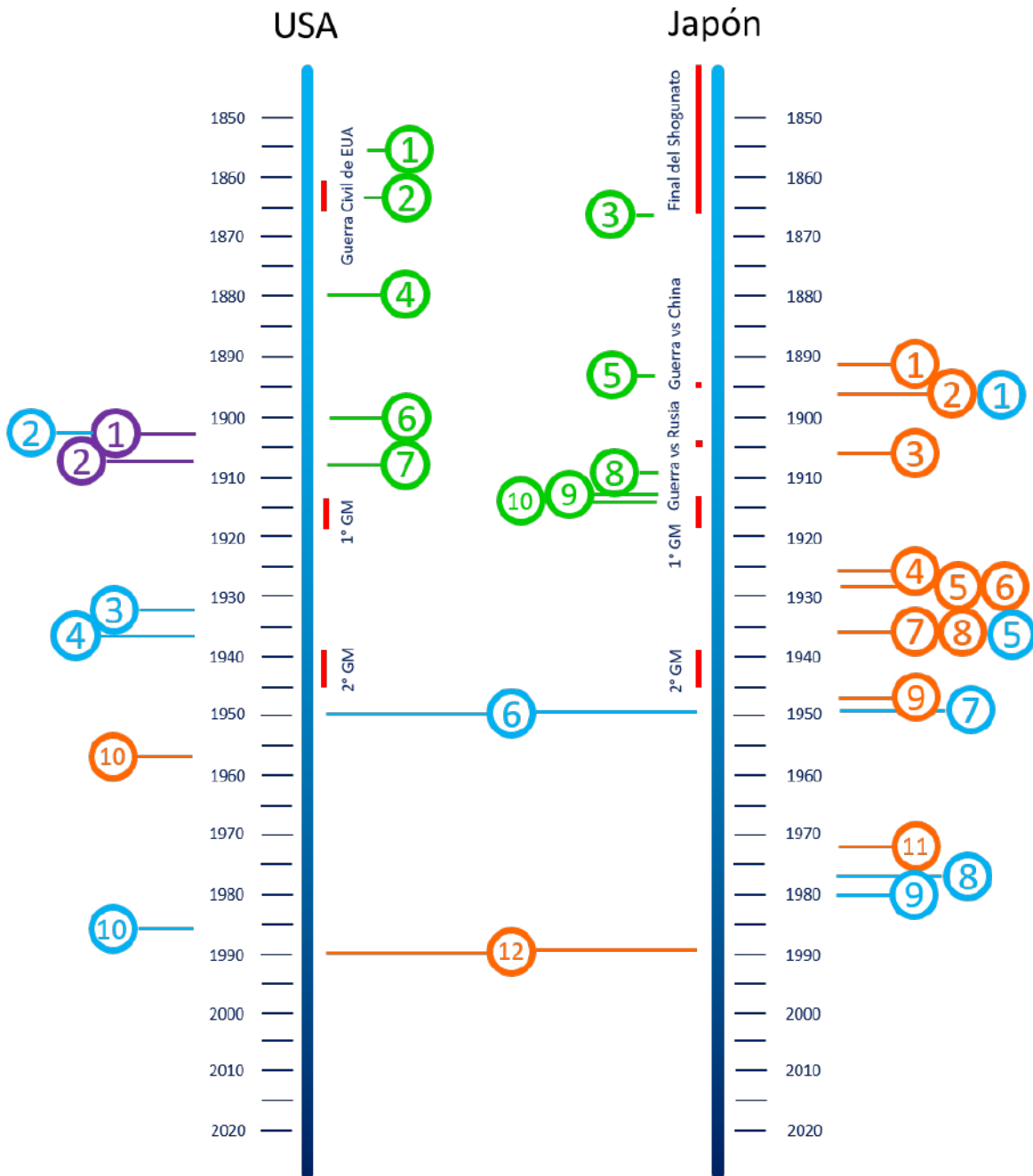


ILUSTRACIÓN 2: LÍNEA DE TIEMPO TPS. ELABORACIÓN PROPIA

### **Nacimiento de los precursores del TPS**

- 1) 1856 Frederick Taylor
- 2) 1863 Henry Ford
- 3) 1867 Sakichi Toyoda
- 4) 1880 Elton Mayo
- 5) 1893 Kiichiro Toyoda
- 6) 1900 Edwards Deming
- 7) 1904 Joseph Juran
- 8) 1909 Shigeo Shingo
- 9) 1912 Taichi Ohno
- 10) 1913 Eiji Toyoda

### **Acontecimientos previos**

- 1) 1903 Ford Motor Company
- 2) 1908 El Modelo Ford T

### **Aportes al sistema productivo**

- 1) 1896 Jidoka de Toyoda
- 2) 1903 Administración Científica de Taylor
- 3) 1932 Modelo de relaciones humanas en el trabajo de Mayo
- 4) 1937 Diagrama de Pareto de Juran
- 5) 1938 primer acercamiento al Just In Time de Toyoda
- 6) 1950 La administración para la calidad de Deming
- 7) 1950 El SMED de Shingo
- 8) 1977 Poka Yoke de Shingo
- 9) 1980 Desarrollo de Just In Time y Kanban de Ohno
- 10) 1986 La Trilogía de la calidad de Juran

### **Acontecimientos de Toyota**

- 1) 1891 Primer patente de talar automático
- 2) 1896 Segunda patente de telar automático comprado por Mitsui
- 3) 1906 Toyoda Loom Works
- 4) 1926 Toyoda Spinning and Weaving Co. Ltd
- 5) 1929 Venta de patentes de telares a Platt Brothers
- 6) 1929 Inversión en industria automotriz
- 7) 1937 Primer prototipo de automóvil
- 8) 1937 Toyota Motor Company Ltd
- 9) 1947 Primer auto producido "SA"
- 10) 1957 Primera planta en USA
- 11) 1972 Llegada a las 10 millones de unidades
- 12) 1990 Renombre y prestigio internacional

## 6.2 FUNCIONES DEL PRODUCTO

Para que el producto pueda realmente ayudar al usuario a realizar su trabajo, es necesario que pueda ser comprendido. Se requiere que el producto pueda expresar su función y hacer entender al usuario, como debe de ser usado. La manera de lograr esto, es utilizar correctamente las funciones estético-formales, dándole un lenguaje indicativo al producto.

Bürdek dice en su libro, *Diseño: Historia Teoría y Práctica del Diseño Industrial*, que *“el marco de la semiótica permite inferir que el primer acercamiento dentro de las funciones de un producto, se pueden diferenciar las prácticas y las señalíticas. Esta distinción se encuentra también en la definición de Maser de “conocedor” y “experto”. El diseñador debe conocer las funciones prácticas de un producto, pero debe actuar como experto en el sector de las funciones de señal. En una fase posterior se diferenciaron mejor las funciones específicas del diseño (Gros 1983), lo que condujo a un esquema conceptual que constituye actualmente el núcleo de la teoría del lenguaje comunicativo del producto.*

*El centro de interés cognoscitivo de la teoría del lenguaje comunicativo del producto son los tres campos estético-formales: las funciones, las funciones indicativas y las funciones simbólicas.”* (Bürdek, 1994) (Ver definiciones en el glosario)

Estas funciones se explican a continuación.

### **Las funciones estético-formales**

Son las que permiten al diseñador comunicar la función del objeto al usuario, por medio de la configuración formal del objeto. Bürdek describe estas funciones de la siguiente manera:

*“En la teoría del lenguaje del producto se califica a las funciones estético formales como aquellos aspectos que pueden considerarse independientemente del significado de su contenido. Dicho en la terminología de la semiótica, se trata de la diferenciación entre la sintaxis y la semántica. Por una parte existen, como pasa en la lengua, reglas y definiciones inherentes a la producción y a la descripción que constituyen casi una gramática del proceso formal. Esta sintaxis está libre de significación. En el diseño, solo mediante la referencia a las funciones prácticas (funciones indicativas) o al contexto histórico social (funciones simbólicas), los signos adquieren una dimensión semántica.”* (Bürdek, 1994)

Las funciones estético-formales, además de la función, que es la manera en la que opera el producto, son:

### **a) Las funciones indicativas:**

Son señales que refieren al usuario a la función y al uso.

Los modos de señalar el uso y las funciones en lenguaje indicativo pueden ser por:

- Delimitación.
- Contraste.
- Estructuras superficiales.
- Formación de grupos.
- Contraste de colores.
- Orientación.
- Solidez.
- Estabilidad.
- Versatilidad y ajustabilidad.
- Manejo.
- Precisión.
- Relación con el cuerpo humano

### **b) Las funciones simbólicas:**

Es la función comunicativa del producto más complicada. No se le prestaba atención en la tradición del funcionalismo, posteriormente fue considerado como la superación del estilo. Hoy en día intenta hacer recapacitar sobre la esencia de las funciones de los objetos. “Los significados simbólicos solo se pueden extraer del contexto socio cultural en cuestión” y funcionan como mensajes de fondo. (Bürdek, 1994)

Fernando Martín Juez, propone un concepto parecido al del simbolismo del objeto, que es el de “la metáfora”, al decir que el diseño es una prótesis, que son herramientas e instrumentos para ampliar las fronteras de nuestro cuerpo, y que también es una metáfora que expresa un sistema de creencias y un conjunto de verosímiles. Entendiendo como verosímiles la percepción de los hechos pasados de un individuo, comunidad y cultura. (Juez, Contribuciones para una antropología del diseño, 2002)

En el capítulo de Problema de diseño, en la tabla de Requisitos Formales, se mencionan las funciones y los modos de señalamiento de uso, que fueron implementados en el diseño del nuevo producto.



## 7 MARCO NORMATIVO

### Normas

Las normas que se utilizan en el país son las “Normas Oficiales Mexicanas NOM”, las cuales abarcan a todos los sectores económicos. En este caso las normas que interesan al proyecto son las ecológicas, en cuanto a producción, sí como las de manejo de materiales y almacenamiento. El proyecto debe estar dentro de los lineamientos que estas normas proponen y además, se debe tomar en cuenta, que las empresas potosinas trabajan (o deberían) bajo estos mismos. Por lo que el proyecto deberá facilitar al cliente y al usuario seguirlos. Las normas bajo las que se rige el proyecto y el aparato gubernamental que las emite son los siguientes: Por parte de la Secretaría de trabajo y previsión social, la norma es:

- *NORMA Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo.*

Por parte de la secretaría de economía, la norma es:

- *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-195-SCFI-2014, Productos de hierro y acero– Especificaciones de Seguridad.*

Por parte de la Secretaria del medio ambiente y recursos naturales, la norma es:

- *NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.*

En la primera norma se establecen los lineamientos que el patrón debe contemplar, hacer cumplir a los trabajadores y lo que tiene que implementar en la planta para poder llevar acabo de mejor manera las actividades que implican manejo de materiales y almacenamiento.

En la siguiente normativa se establecen lineamientos sobre los materiales de acero y hierro utilizados durante procesos de extracción, fundición, transformación o comercialización, acerca de su proveniencia y certificados de cumplimiento.

En la última normativa, los lineamientos son acerca de los desperdicios o residuos urbanos emitidos durante algún proceso de producción, cómo evaluarlos y qué hacer con ellos.

A continuación se muestran los títulos de la normativa, y se describe por qué tienen que ver con el proyecto y de qué manera repercute en él. (Ver anexo con las normativas)

**Secretaría del Trabajo y Previsión Social - NORMA Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo.**

Esta normativa tiene que ver con el proyecto porque el producto está dirigido a centros industriales que, dentro de su quehacer, se encuentra el manejo de materiales y almacenamiento. En base a esta normativa, para que el producto sea seguro y realmente aporte un beneficio al trabajador al momento de usarlo, contempla las características físicas del usuario, así como los aspectos de seguridad, sus desplazamientos, el material que va a manipular y el ambiente de trabajo. Se realizó un análisis de las actividades en las que está pensado introducir el producto y del espacio físico en donde se utilizará.

**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-195-SCFI-2014, Productos de hierro y acero–Especificaciones de Seguridad.**

Esta normativa tiene que ver con el proyecto, porque el producto fue construido, en su mayor parte, con tubos de acero, los cuales son contemplados en esta normativa. Teniendo en cuenta que el tubo que utiliza la empresa se compra como producto terminado a los proveedores, solo hubo que revisar los certificados de cumplimiento de norma de materiales y emitir uno que diga que los materiales utilizados en la producción del nuevo producto, están certificados para cumplir esta norma.

**Secretaría de medio ambiente y recursos naturales - NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.**

Esta norma tiene que ver con el proyecto, sin embargo no aplica en su totalidad. Es la única que trata sobre desperdicios sólidos no tóxicos y sin especificación de materiales especiales, sin embargo no aplica porque su campo de acción son empresas con grandes residuos sólidos excedentes de diez toneladas anuales. Paris Packing Supply no llega a generar ni una tonelada al año (dato proporcionado por el gerente general). Estos residuos son en su mayoría tubo de acero, los cuales se utilizan generalmente para crear prototipos. Aun así se tomaron en cuenta estos lineamientos para la producción del nuevo producto, como el aprovechamiento al máximo del material, evitando desperdicios, y que al momento de que termine el ciclo de vida del producto, sus partes puedan ser reutilizadas para generar otro producto, además la infraestructura de producción de la empresa tiene capacidad de volver a producir reutilizando las piezas y materiales de productos cuyo ciclo de vida ha terminado.

## **Conclusión**

Las normativas son una guía para que cualquier producto o servicio logre llegar a un estándar de calidad. Sin embargo, las normativas mexicanas, tratan más sobre la medición de indicadores y sobre qué hacer ante el no cumplimiento de los mismos, que las normas dictaminadas en sí.

Las normativas que tratan sobre producción y desechos sólidos no llegan a aplicar a este proyecto, porque la empresa en la que se estuvo vinculado, no tiene tanto volumen de producción ni desperdicio. Aun así son tomadas en cuenta, para poder contribuir en pequeña escala a lo que estas buscan.

En cuanto al manejo de materiales, queda mucho a la interpretación de cada empresa, las medidas que deben tomar para cuidar la integridad física y mental de sus trabajadores.

Más adelante, en el apartado de ergonomía, se retoma el tema de las normativas, ahora aplicadas a la ergonomía del trabajo, y además, se toman en cuenta normativas españolas, que son las que tienen más apartados sobre la seguridad y buenas condiciones de trabajo para los empleados.

## 8 INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS

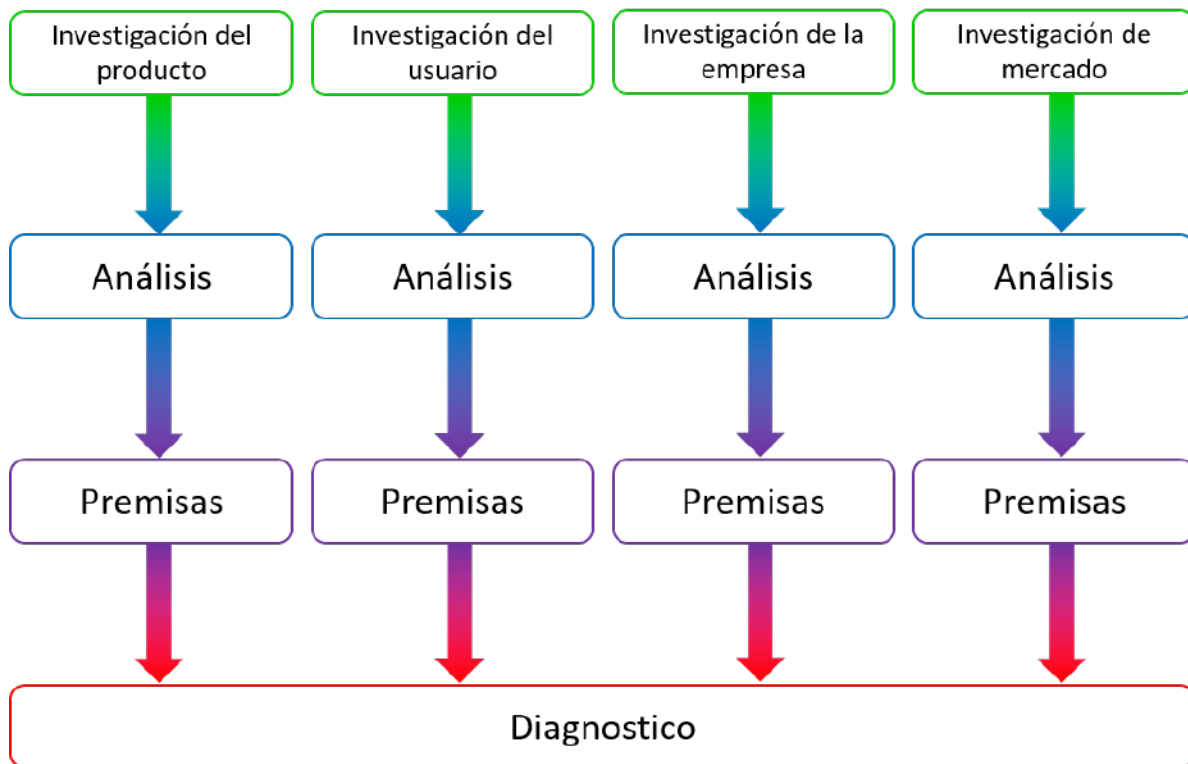


ILUSTRACIÓN 3 DIAGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS. ELABORACIÓN PROPIA

En este capítulo, se analiza la información sobre el producto a partir del cual, se basó este proyecto, que es el Rack Lean. Se analiza también, al usuario de este producto, a la empresa que lo produce, que es con la que se tuvo una vinculación, y al mercado en el que se ve envuelto.

## 8.1 ANÁLISIS DEL PRODUCTO



ILUSTRACIÓN 4 RACK LEAN. TOMADA DE LA PÁGINA DE MDC MANEJO DE MATERIALES

El producto a partir del cual se desarrolló este proyecto es el “Rack Lean” el cual podría definirse como: “Rack industrial utilizado para manejo de materiales. Construido a partir del Sistema Lean, que consta de tubos y uniones que permiten una producción personalizada para cada cliente y que se basa en la filosofía del Lean Manufacturing”.

No hay realmente una definición aceptada para este tipo de racks, ya que salieron al mercado recientemente, y la característica que lo diferencia de los otros racks industriales, es su sistema constructivo, llamado Sistema Lean.

El término Sistema Lean, es utilizado por las empresas distribuidoras de las piezas que conforman este sistema. (MDC Manejo de Materiales, 2014)

## Material que contienen

El material que contienen los racks pueden ser piezas para maquinaria, materia prima o producto terminado. Este material puede agruparse en dos categorías; material *estático* que es material consolidado en cajas selladas y emplayadas llamadas pallets y material *dinámico* que es el material que está preseleccionado y próximo a ser trabajado y/o metido a la línea de producción, este segundo tipo de material no dura mucho en los almacenes.

## Origen

Por el momento se desconoce el lugar y el momento del surgimiento del Rack Lean, la única información que se pudo recabar, es que los proveedores, importan los materiales de Korea y de Japón. Se sabe que la idea surgió de una mejora al Rack común y al Rack Industrial. (Ver anexo del origen del rack y tipos de rack) (Ver definiciones en el glosario)

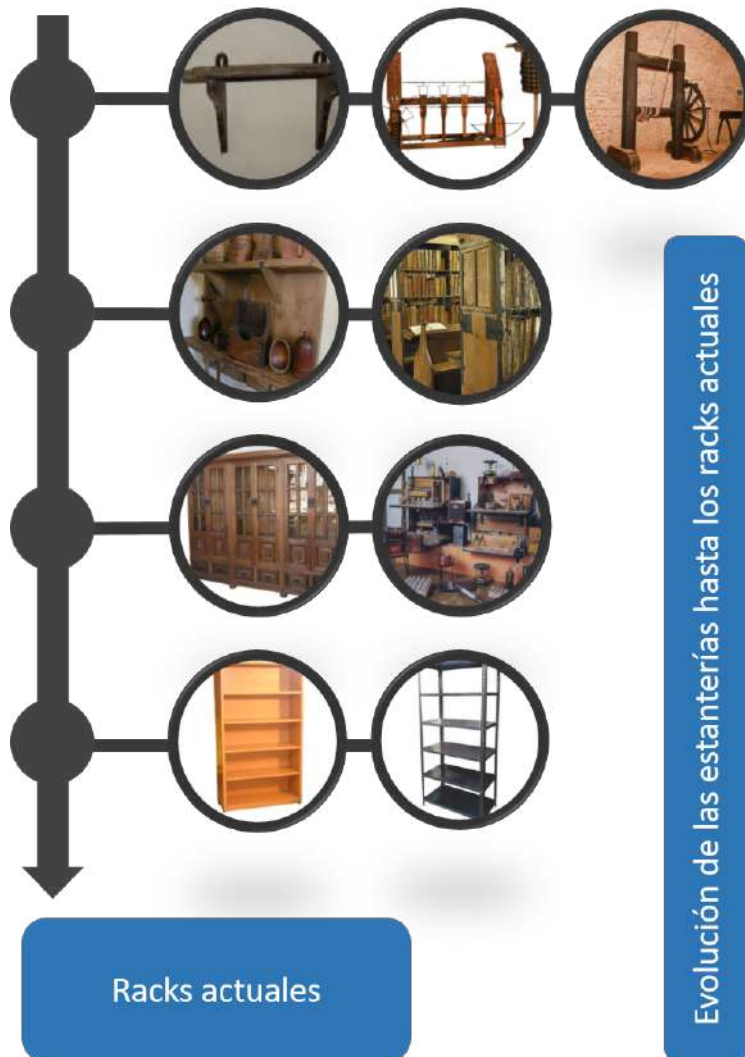


ILUSTRACIÓN 5 DIAGRAMA DE LA EVOLUCIÓN DEL RACK. ELABORACIÓN PROPIA

## **Factores de diseño del producto**

La descripción del producto, en cuanto a diseño, se hace enfocada en los cuatro factores que posee como objeto, factor funcional, factor de uso, factor formal y factor técnico, los cuales se muestran a continuación.

### **Factor funcional**

Sirve para contener material dinámico, ya sea directamente sobre él, o dentro de cajas, para transportar el material y/o como estación de trabajo (esta estación puede ser para distintas funciones, según la empresa a la que pertenezca).

### **Factor de uso**

Se usa poniendo el material dinámico dentro de él, ya sea en sus superficies o en la parte señalada para ponerlo. Adaptándole herramientas o superficies y trabajando en él (en caso de que sea usado como estación de trabajo) y jalándolo o empujándolo para transportar material en él.

### **Factor formal**

Es un objeto conformado por un sistema de objetos, su forma puede variar mucho, puesto que suele fabricarse sobre pedido, siguiendo condiciones específicas según cada cliente; Esta estructura está conformada por tubos y uniones en su mayor parte, también por rollers, rodamientos, superficies, guías y otros accesorios.

### **Factor técnico**

Consta de las partes y materiales que pueden conformarlo. Cada parte consta de muchas piezas y hay diferentes modelos de cada parte. Estas partes, se muestran en la siguiente tabla.

| Parte                       | Material                        | Descripción  | Imagen  |
|-----------------------------|---------------------------------|--|---|
| Tubos                       | Acero recubierto de resina ABS. | Parte estructural del rack   |    |
| Uniones                     | Acero pintado.                  | Piezas que fijan al tubo mediante presión.                             |    |
| Rollers                     | Acero y plástico ABS.           | Rodillos para poder deslizar material por el rack.                     |    |
| Rodamientos                 | Acero y resina ABS.             | Ruedas para movilizar el rack.   |    |
| Ángulos                     | Acero o plástico ABS            | Perfiles para dar estructura o adaptar otros elementos.                |    |
| Tapones para tubo           | Resina ABS.                     | Tapones para el final de los tubos                                     |    |
| Freno                       | Acero y resina ABS.             | Freno de pedal el cual levanta dos de los cuatro rodamientos del rack. |   |
| Adaptadores para rodamiento | Acero pintado.                  | Adaptador al cual se atornillan los rodamientos.                       |  |
| Patas                       | Acero pintado.                  | Base para fijar y/o atornillar el rack al piso.                        |  |
| Gancho                      | Acero                           | Ancla para fijar un rack a otro.                                       |  |

TABLA 1 PARTES DEL RACK LEAN.



## Proceso de construcción

El proceso mediante el cual se diseña y produce un Rack Lean es el que se muestra a continuación en el siguiente esquema.

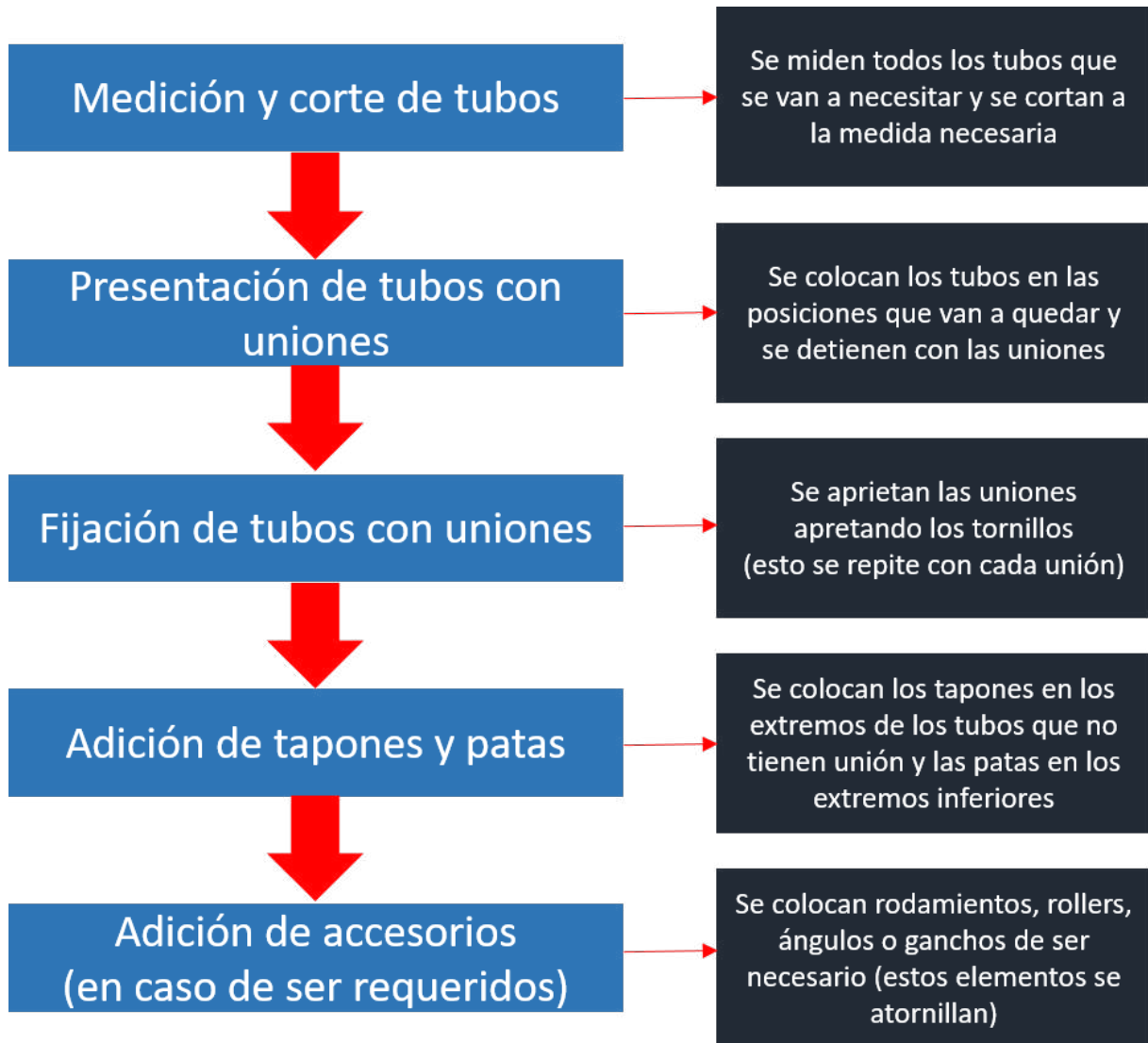


ILUSTRACIÓN 6 DIAGRAMA DE ARMADO DE RACK LEAN. ELABORACIÓN PROPIA

El proceso puede variar según la especificación de cada cliente pero la estructura principal siempre sigue este esquema.

## Tipos de Racks Lean

Si bien este tipo de racks por lo general se produce sobre pedido con requerimientos muy especializados por parte del cliente, estos podrían englobarse en cuatro tipos de racks como se muestra en la siguiente tabla.

| Tipos de Rack Lean   |  |
|--|--|
| <b>Supermercado</b>  |    |
| Son para para contener y organizar el stock (materiales dinámicos).  |  |
| <b>Mesa de trabajo</b>   |   |
| Son para que se realice algún trabajo en ellos. Se les pueden implementar máquinas o herramientas.   |  |
| <b>Ayudas visuales</b>   |  |
| Son para visualizar información. Se les puede implementar pintarrones, carteles, o cualquier implemento que sea para mostrar información.                      |  |
| <b>Carros móviles</b>  |  |
| Cuenta con rodamientos para desplazarse, puede ser además de supermercado, mesa de trabajo o de ayuda visual. Además puede engancharse a otros carros móviles. |  |

TABLA 2 TIPOS DE RACK LEAN

## Empresas distribuidoras en San Luis Potosí

El fabricante de las piezas para armar los Rack Lean es la compañía coreana Ningbo Beilun JIT (NBjit). En San Luis Potosí hay dos empresas que las manejan. Estas son, *Grupo MDC, Manejo de Materiales* y la empresa *Paris Packing supply Soluciones e ingeniería de empaque*.



ILUSTRACIÓN 7 LOGO MDC. TOMADA DE LA PÁGINA DE MDC MANEJO DE MATERIALES



ILUSTRACIÓN 8 LOGO DE PARIS PACKING SUPPLY. BRINDADO POR LA EMPRESA

## Premisas y conclusión

El Rack Lean debe contar con estándares de Lean Manufacturing, en donde:

El material:

- Debe estar colocado sobre una superficie, jamás en el piso.

El Rack:

- Debe agilizar el trabajo.
- Debe ayudar a mantener el orden y organización.
- Debe mantener protegido el material.

¿Qué características debe tener el nuevo producto?

El producto debe continuar con este tipo de estructura y materiales.

Debe tener una de las funciones descritas anteriormente o una nueva, dependiendo del uso que, más adelante, en este proyecto se determinó, cumpliendo con la filosofía de Lean Manufacturing.

## 8.2 ANÁLISIS DEL USUARIO

El usuario a quien se enfocan los Racks Lean es al trabajador industrial, quien por lo general se encuentra en el rango de edad de 18 a 65 años.

Los trabajadores de la industria representan al 38.4% de un total de 409 536 trabajadores registrados al IMSS en el estado de San Luis Potosí, de los cuales el 63% son hombres y el 37% mujeres (al final de Agosto del 2017).

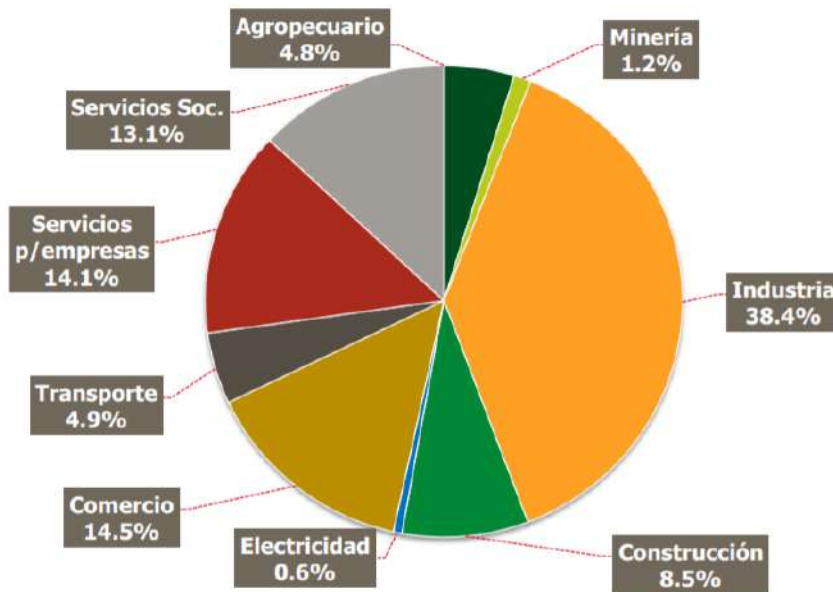


ILUSTRACIÓN 9 GRÁFICA DE TRABAJADORES POR SECTOR. TOMADA DE LA PÁGINA DE LA SEDECO.

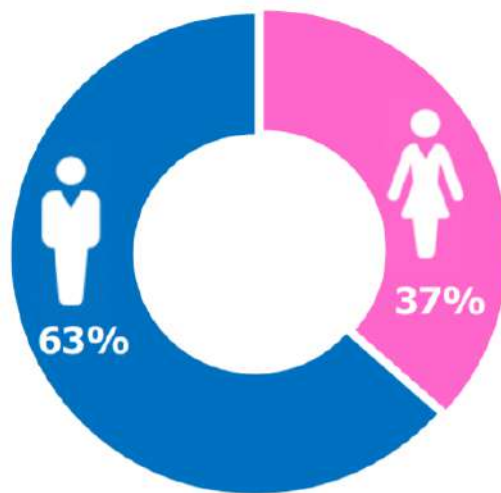


ILUSTRACIÓN 10 GRÁFICA DE TRABAJADORES SEGÚN SU SEXO. TOMADA DE LA PÁGINA DE LA SEDECO

Trabajadores afiliados al IMSS por sexo y edad.

| Sexo y grupos de edad  | Trabajadores   |                |                |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | Total          | Hombres        | Mujeres        |
| <b>San Luis Potosí</b> | <b>424,820</b> | <b>269,403</b> | <b>155,417</b> |
| Menos de 15 años       | 23             | 19             | 4              |
| 15 a 19 años           | 16,471         | 10,707         | 5,764          |
| 20 a 24 años           | 60,077         | 38,305         | 21,772         |
| 25 a 29 años           | 72,144         | 45,229         | 26,915         |
| 30 a 34 años           | 62,784         | 39,305         | 23,479         |
| 35 a 39 años           | 54,943         | 34,142         | 20,801         |
| 40 a 44 años           | 50,775         | 31,791         | 18,984         |
| 45 a 49 años           | 42,007         | 26,362         | 15,645         |
| 50 a 54 años           | 31,477         | 20,365         | 11,112         |
| 55 a 59 años           | 21,564         | 14,553         | 7,011          |
| 60 a 64 años           | 7,832          | 5,437          | 2,395          |
| 65 años y más          | 4,723          | 3,188          | 1,535          |

ILUSTRACIÓN 11 TABLA DE TRABAJADORES AFILIADOS AL IMSS. TOMADA DE LA PÁGINA DE LA SEDECO.

(SEDECO, SEDECO, 2017)

Estos trabajadores pueden dedicarse a alguna de las dos principales ramas de trabajo en la industria, el manejo de materiales o el almacenamiento de material.

Las actividades en las que se usa el Rack Lean son, manejo de materiales, manipulación, transporte, trabajos y re trabajos que se puedan llevar a cabo en las estaciones de trabajo. Estas actividades varían dependiendo de la empresa y del producto que se esté fabricando; por lo que el análisis de la actividad que realiza el usuario, se mostrará más adelante, después de la primera validación y de que haya sido definida la actividad para la cual será enfocado el nuevo Rack Lean.

### **Características físicas y demográficas de los trabajadores**

Se realizó una investigación, sobre las características físicas y demográficas de los trabajadores de la empresa Corporativo Industrial CAZVI (que se describirá en el capítulo de Validación de mercado y uso), donde también se realizó el análisis de la actividad.

Los trabajadores son, auxiliares de almacén, supervisores de almacén y consolidadores, que se dedican a desconsolidar pallets de material, para consolidar nuevos, actividad en la cual, tienen que manipular cargas y materiales.

Para conocer sus características físicas, se tomaron las siguientes medidas a cinco trabajadores. Estas medidas fueron seleccionadas, porque son las pertinentes para un posterior estudio antropométrico

| Características físicas |      |          |            |                  |                         |                     |                         |                        |               |
|-------------------------|------|----------|------------|------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---------------|
| Trabajador              | Sexo | Estatura | Peso en Kg | Altura piso-codo | Altura trocánter mayor. | Distancia codo-mano | Distancia nalga-rodilla | Anchura cadera sentado | Altura de ojo |
| 1                       | F    | 158      | 71         | 93               | 92                      | 43                  | 55                      | 38                     | 148           |
| 2                       | F    | 165      | 69         | 98               | 96                      | 45                  | 57                      | 35                     | 155           |
| 3                       | F    | 171      | 67         | 101              | 100                     | 46                  | 61                      | 35                     | 160           |
| 4                       | F    | 160      | 58         | 96               | 92                      | 44                  | 56                      | 36                     | 151           |
| 5                       | M    | 170      | 72         | 100              | 99                      | 46                  | 60                      | 38                     | 160           |

TABLA 3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL USUARIO.

Para conocer las características demográficas de los trabajadores se realizó una encuesta preguntando su edad, género, puesto, nivel de estudios, estado civil, si tiene hijos, y de qué población son.

| Características demográficas |      |        |                        |                          |              |       |                |
|------------------------------|------|--------|------------------------|--------------------------|--------------|-------|----------------|
| Trabajador                   | Edad | Género | Puesto                 | Nivel de estudios        | Estado civil | Hijos | Población      |
| 1                            | 38   | F      | Supervisora de almacén | Ingeniería               | Casada       | 3     | Villa de Pozos |
| 2                            | 35   | F      | Supervisora de almacén | Licenciatura             | Casada       | 2     | Villa de Pozos |
| 3                            | 28   | F      | Supervisora de almacén | Licenciatura             | Casada       | 2     | La Pila        |
| 4                            | 25   | F      | Auxiliar de almacén    | Estudiante de ingeniería | Soltera      | no    | Villa de Pozos |
| 5                            | 26   | M      | Consolidador           | Secundaria               | Casado       | 2     | La Pila        |

TABLA 4 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DEL USUARIO.

A partir de esta información, y otra brindada por la empresa CAZVI, se puede formar el perfil del usuario que podría usar un Rack Lean el cual es un trabajador industrial potosino, proveniente de poblados aledaños a la zona industrial.

Los trabajadores que se dedican a manejo de materiales suelen ser hombres, por lo general de baja estatura, jóvenes aunque la mayoría casados y con hijos, cuentan con estudios de nivel secundaria o preparatoria.

Los trabajadores que se desempeñan en los almacenes, son en su mayoría mujeres, por lo general de baja estatura, alrededor de los treinta años, casadas y con hijos. Los supervisores, en mayor parte, cuentan con licenciatura y los auxiliares, bachillerato o estudian la licenciatura.

## 8.2.1 ERGONOMÍA

La investigación ergonómica para este proyecto, se basó en la información brindada por el Portal de Ergonomía del Ministerio de Empleo y Seguridad Social del Gobierno de España, ya que es la fuente con información más accesible y completa.

El Portal de Ergonomía del Gobierno de España es manejado por el Ministerio de empleo y seguridad social del Gobierno de España que busca reunir toda la información procedente del Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo (INSHT) relativa a esta disciplina. Brinda información como métodos e instrumentos de medición de estrés, publicaciones, normativa legal que complementa a las NOM de México, actividades formativas, etc. (INSSBT Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo, 2018)

Para este proyecto, solo se enfocaron las dos primeras áreas de la ergonomía, ergonomía física y ergonomía cognitiva, para así determinar en la configuración del producto, la manera de uso y la manera de percibirlo. Se investigaron solo estas dos áreas porque, son las que comprenden las actividades que realizan los trabajadores industriales.

### **Ergonomía física**

En este caso, fue enfocado solamente el tema de manejo de cargas y posturas de trabajo.

Los riesgos de una mala postura (que por lo general son estáticas) de una mala manipulación de cargas o de los movimientos repetitivos, son los trastornos musculoesqueléticos, los cuales pueden manifestarse en forma de dolores de nuca, hombros, región lumbar, muñecas y manos. El riesgo más común es el del síndrome del túnel carpiano. (Ruiz, 2018)

Se entiende por manipulación de cargas *“Cualquier operación de transporte o sugesión de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores”*. (Ruiz, 2018)

Algunas de las recomendaciones que propone el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, son:

- Evitar la manipulación de cargas, utilizando ayudas mecánicas, como cintas transportadoras, polipastos o carros.
- Evitar el mantenimiento prolongado, o repetido de posturas muy forzadas del tronco, de la cabeza o de las extremidades superiores o inferiores, rediseñando el puesto de trabajo o la propia tarea, de modo que se adopten unas posturas adecuadas.

- Debe de manipularse el material a una altura de entre 90 y 110 cm estando de pie.
- Debe de manipularse el material a una altura de entre 70 y 80 cm estando sentado.
- No debe de tomarse material a más de 150 cm de altura.
- No debe tomarse material a menos de 50 cm de altura.

(INSSBT Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo, 2018)

Sumado a esto, están los puntos de las normativas mexicanas. La NOM establece que los pesos máximos que el usuario puede cargar, son: 25 kg para hombres, 10 kg tratándose de mujeres, y 7 kg en el caso de menores de 14 a 16 años.

En cuanto a las posturas de trabajo, existen riesgos derivados de las malas posturas. La mayoría de estos riesgos pueden prevenirse mediante un buen diseño del área de trabajo, organización del trabajo e informando al trabajador acerca de ellos.

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene *El conjunto mesa-silla debería facilitar el cambio de postura y en todo caso debería permitir adoptar una posición parecida a la que se indica en el esquema de la derecha.* (En este caso, que aparece a continuación).

1. Los muslos deben estar horizontales y los pies apoyados en el suelo. De ser necesario debe usarse un reposapiés.
2. El ángulo que forman el brazo y el antebrazo debe ser igual o superior a  $90^\circ$  y los antebrazos deben estar próximos al cuerpo.
3. El borde superior de la pantalla debe quedar a la altura de los ojos.



ILUSTRACIÓN 12 POSTURA DE TRABAJO SENTADO. TOMADA DEL PORTAL DE ERGONOMÍA DEL GOBIERNO DE ESPAÑA.

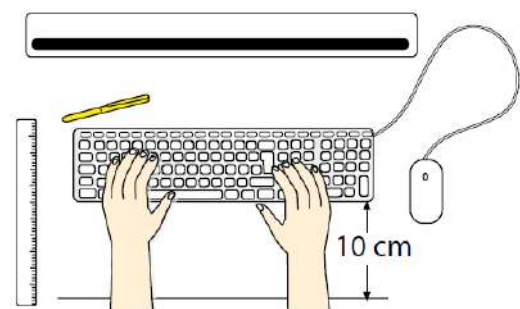


ILUSTRACIÓN 13 DISTANCIA DEL TECLADO. TOMADA DEL PORTAL DE ERGONOMÍA DEL GOBIERNO DE ESPAÑA.

*Deje un espacio mínimo de 10 cm entre el borde de la mesa y la barra espaciadora del teclado. Al teclear no apoye continuamente la muñeca en la mesa. Procure que el ratón quede cerca del teclado, de manera que no tenga que alejar el brazo del cuerpo para emplearlo y, cuando lo haga, mantenga el*



*antebrazo apoyado en la mesa. Es importante que el usuario conozca y utilice las posibilidades de ajuste de los diversos elementos del puesto de trabajo a fin de que pueda adaptarlos tanto como que sea posible a sus características individuales.*

(INSSBT Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo, 2018)

A partir de estas recomendaciones, es necesario dar una configuración formal al objeto adecuada, para que el usuario pueda trabajar de una manera cómoda en una postura adecuada, procurando que la superficie, sobre la cual va a trabajar o colocar cargas, en caso de estar de pie, esté a una altura de entre 90 y 110 centímetros. En caso de que el usuario esté sentado, la altura adecuada para trabajar debe ser de entre 70 y 80 centímetros. Estas alturas obligarán al usuario a que trabaje con la espada recta y con los antebrazos doblados a un ángulo de 90 grados. Para que la muñeca no haga esfuerzo, en caso de trabajar con el teclado de una computadora, esta debe de tener un elemento para ser recargada y que le aporte una ligera elevación; por eso, debe de incluirse en el diseño, un elemento que sirva para apoyar la muñeca. En caso de que el usuario trabaje de pie durante tiempos prolongados, es necesario que descansen los pies; por lo que se debe de incluir un elemento para que pueda subir un pie a la vez, y de esta manera los descansen.

## **Ergonomía Cognitiva**

Para este proyecto el tema de la ergonomía cognitiva radica en la carga mental, la cual se define como: *“El conjunto de requerimientos mentales, cognitivos o intelectuales a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral, es decir, el nivel de actividad mental o de esfuerzo intelectual necesario para desarrollar el trabajo”.*

(Delgado, 2002)

Los efectos que produce la carga mental son: El efecto de calentamiento, que consiste en la merma del esfuerzo necesario para llevar a cabo una actividad poco tiempo después del comienzo. La fatiga mental, que es la disminución transitoria de la eficiencia funcional mental y física. Finalmente el efecto de la práctica genera que la mente busque oponerse a la tensión mental que genera el trabajo, evitándolo inconscientemente. (Ruíz, 2018)

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene sugiere lo siguiente para evitar la carga mental:

- Facilitar el proceso de percepción e interpretación de la información, implementando señalética de calidad y brindando información clara y poco compleja.
- Proporcionar la información y el entrenamiento adecuados para la realización de la tarea.
- Facilitar la realización de las tareas.
- Organizar el tiempo y el ritmo de trabajo poniendo atención en las pausas.

(Ruíz, 2018)

A partir de estas recomendaciones, se debe de configurar el producto, para que pueda darse a entender al usuario. Debe entenderse fácilmente; para ello, es necesario que, además de la configuración formal, cuente con señales que comuniquen al usuario como se usa.

### **Premisas y conclusión**

- Debe hacer que el usuario trabaje en postura correcta.
- Debe adecuarse para personas de baja estatura.
- Debe tener un reposapiés.
- Debe percibirse como útil.
- Debe intuirse como se usa.
- Debe llevar señalética.

En caso de manipulación de cargas:

- Debe ayudar al usuario a cargar y transportar el material o el equipo.
- Debe de manipularse el material a una altura de entre 90 y 110 cm estando de pie.
- Debe de manipularse el material a una altura de entre 70 y 80 cm estando sentado.
- No debe de tomarse material a más de 150 cm de altura.
- No debe tomarse material a menos de 50 cm de altura.

En caso de trabajo con computadora o de retrabado de piezas en estaciones de trabajo:

- Debe permitir que el ángulo que se forma entre el brazo y antebrazo sea de 90° o mayor.
- Debe haber un soporte para el antebrazo.
- El borde superior de la pantalla debe quedar a la altura de los ojos, en caso de que el usuario trabaje sentado.

¿Qué características debe tener el nuevo producto?

Debe de tener los elementos como, recarga pies, soporte para los antebrazos, y las alturas correctas, para generar una buena postura en el usuario. Debe de ser intuitivo, contar con señales que faciliten su uso y percepción, para que se entienda su función y utilidad y así, poder reducir la carga mental.

### 8.3 ANÁLISIS DE LA EMPRESA



ILUSTRACIÓN 14 LOGO DE PARIS PACKING SUPPLY. BRINDADO POR LA EMPRESA.

La empresa a partir de la cual se desarrolló este proyecto, por haber sido con la que estuve vinculado durante la Especialidad en ciencias del Hábitat con línea de aplicación al conocimiento en desarrollo de nuevos productos, es **Paris Packing supply Soluciones e ingeniería de empaque.**

Es una PYME fundada en SLP en el año del 2015. Su giro es proveer soluciones e ingeniería de manejo de materiales y empaque a las empresas. Se dedica a la producción y comercialización de Racks Lean.

Su Misión: *Ser una compañía dedicada a proveer servicios de ingeniería y manejo de materiales a las empresas industriales y agrícolas, que les representen una ventaja en sus costos, calidad y logística.*

Su Visión: *Ser empresa líder en tecnología y servicio en el estado dentro del ramo de manejo de materiales y empaques.*

Se ubica en Av. Ricardo B. Anaya No. 909, Colonia Ponciano Arriaga, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Su organigrama:

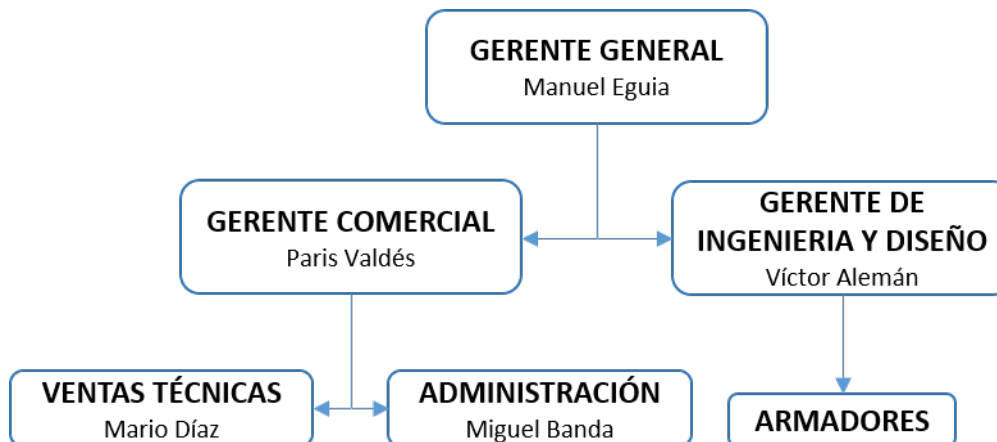
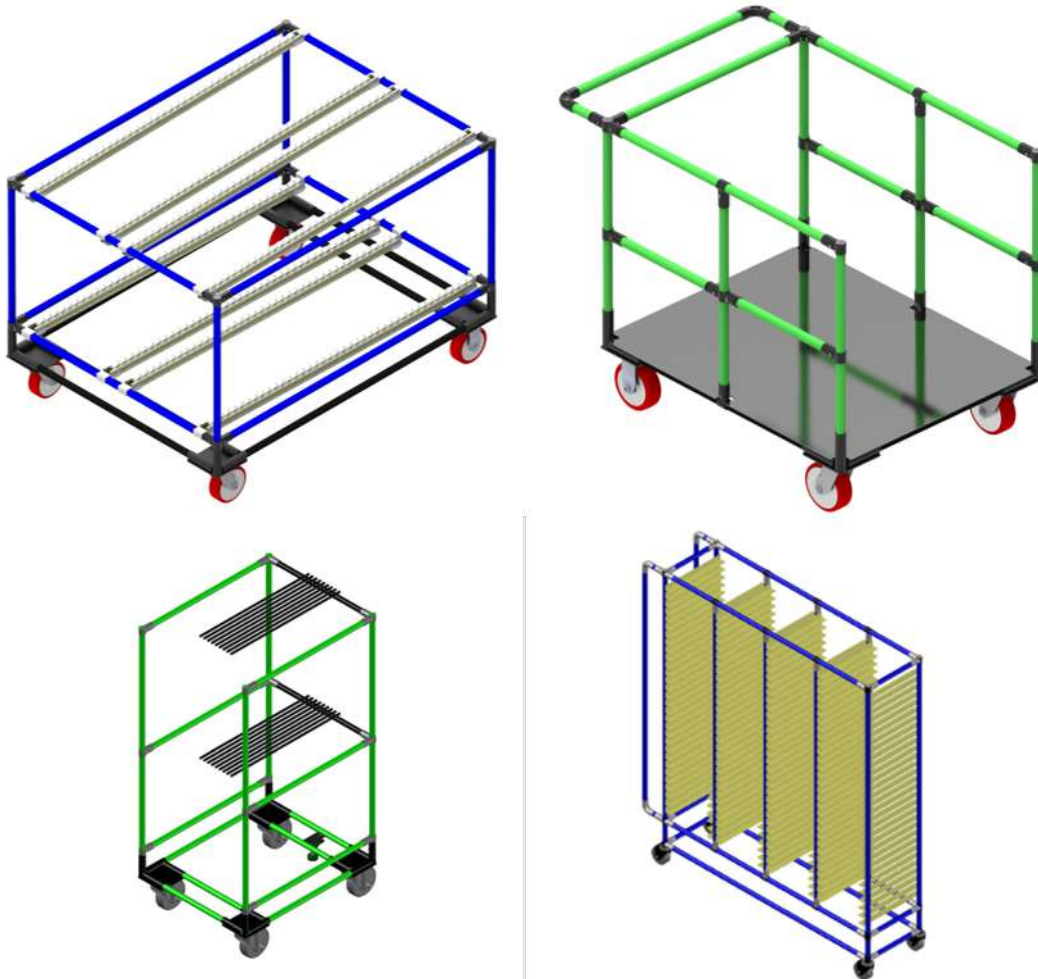


ILUSTRACIÓN 15 ORGANIGRAMA DE PARIS PACKING SUPPLY. BRINDADO POR LA EMPRESA

El producto que la empresa ofrece al mercado es el Rack Lean el cual se maneja sobre pedido y es diseñado según los requerimientos de cada cliente.



*ILUSTRACIÓN 16 PRODUCTOS DE PARIS PACKING SUPPLY. BRINDADOS POR LA EMPRESA.*

El costo de cada Rack Lean varía según sus especificaciones, en promedio cada rack cuesta aproximadamente \$600 USD.

Las líneas de productos que la empresa maneja son Racks de tipo:

- Supermercado
- Mesas de trabajo
- Ayudas visuales
- Carros móviles

Debido a la alta variación de dimensiones y formas del producto, la empresa no cuenta con empaque y solo se entrega el producto emplayado.

La empresa cuenta con materia prima fabricada en Corea, por *NBJIT*. La maquinaria que se utiliza es la que se muestra en la siguiente tabla.



| Maquina                    | Modelo                    | Cantidad | Imagen  |
|----------------------------|---------------------------|----------|---|
| Cortadora de metal         | Dewalt dw872 de 14"       | 1        |  |
| Destornillador inalámbrico | Dewalt DCF060 Inalámbrico | 2        |  |

TABLA 5 MAQUINARIA DE PARIS PACKING SUPPLY.

Los procesos de pailería y de adaptación de superficies, lo realiza Mesodi S.A. de C.V. con quien tiene un convenio de Out Sourcing. El Proceso de producción consta de corte de tubos y ensamblado con las uniones, como se mostró en el capítulo del objeto.

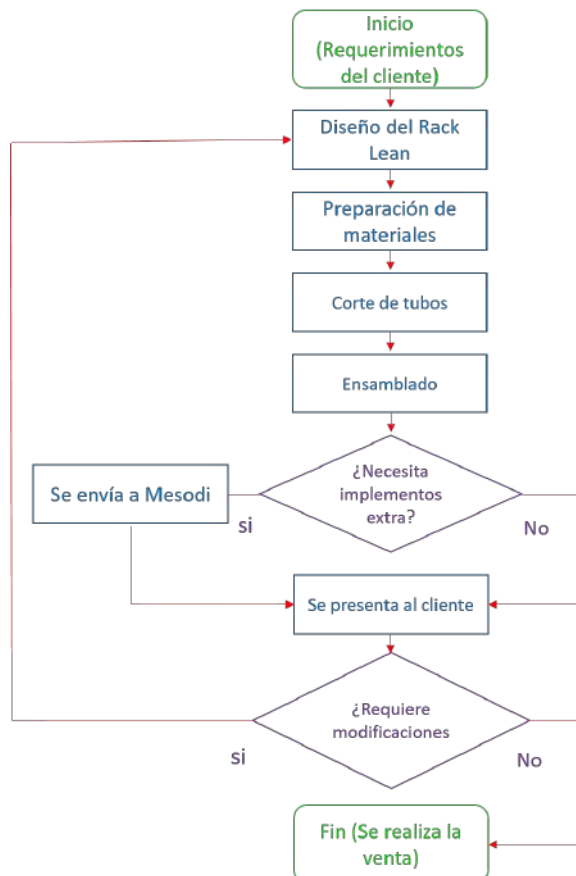


ILUSTRACIÓN 17 DIAGRAMA DE FLUJO DEL DESARROLLO DE UN RACK LEAN. ELABORACIÓN PROPIA.

En caso de necesitar piezas que requieran de un mayor proceso, se diseñan y se mandan fabricar a Mesodi.

La empresa cuenta con la capacidad de producción de uno o dos Racks Lean al día, dependiendo de la complejidad de los requerimientos.

El proveedor de la materia prima es la empresa coreana Ningbo Beilun JIT (NBJIT).

La ventaja Competitiva de la empresa es principalmente su producto, la disposición de la materia prima de NBJIT y su alianza con Mesodi S.A. de C.V.

Las cualidades del producto son:

- El sistema constructivo de los racks.
- La posible reutilización de la materia prima.
- La adaptabilidad y especificidad que se puede lograr con los racks.
- La fusión entre almacén y estación de trabajo que los racks ofrecen a las empresas.
- El ahorro de tiempos y traspaleo al cliente.
- La estandarización de las piezas.
- La movilidad de los racks.

La ventaja competitiva sobre los racks convencionales es la de ofrecer un Rack Lean especializado para cada empresa, dependiendo de sus procesos de producción. Lo que significa un ahorro de tiempo y transporte al evitar el traspaleo de piezas del almacén al área de trabajo, del área de trabajo al almacén y del almacén al transporte, una reducción de accidentes y esfuerzos, lo cual repercute positivamente en la economía a la empresa que lo compre.

Sus clientes, son empresas de la zona industrial, en su mayoría dedicadas a las autopartes o metal-mecánicas las cuales basan su producción o buscan basarla en el sistema de Lean Manufacturing.

La forma de contacto con las empresas es por medio de la gerencia comercial, quienes las contactan para ofrecer los productos y servicios y reciben los requisitos por parte del cliente. Brindándoles también asesoría sobre el uso de los Racks Lean. Es también este departamento el que hace entrega del producto en la planta de la empresa compradora.

La única competencia directa en la mancha urbana de San Luis Potosí, es MDC Manejo de Materiales.

MDC Manejo de Materiales es una empresa perteneciente al Grupo MDC que también se dedica a la producción y comercialización de Racks Lean. Con presencia a nivel nacional, cuenta con distribuidores en varios estados de la república. En cuanto a sus productos, son prácticamente iguales. También entrega sobre pedido y con especificaciones de cada cliente y sus precios son muy similares. Por lo que la única diferenciación sería la capacidad de producción.

A continuación se muestra una tabla comparativa entre los productos de las dos empresas (Las imágenes de la izquierda son tomadas de la página de MDC y las de la derecha son imágenes de modelos CAD, propias de Paris Packing).

| MDC Manejo de materiales  | Paris Packing Supply   |
|---|--|
|    |    |
|    |    |
|   |   |
|  |  |

TABLA 6 COMPETENCIA DE PARIS PACKING SUPPLY.

Por el momento no pueden detectarse alguna ventaja en cuanto a los productos, en el siguiente capítulo, en la parte de análisis de productos existentes, se verán más a fondo.

Se detectó un problema que presentan los racks de tipo de carros móviles, y tiene que ver con sistema de dirección y enganche, ya que cuando hay más de dos carros enganchados al momento de avanzar y dar vueltas, estos no pueden dar vueltas cerradas y al momento de dar vueltas de 90° las llantas no siguen la misma huella, cosa que no encaja con los requisitos de las empresas japonesas.

### **Premisas y conclusión**

- La empresa tiene un sistema de producción eficiente.
- La empresa cuenta con materia prima (partes) estándar.
- La empresa no cuenta con un producto estándar que sea parte de un catálogo a pesar de que sus piezas sean estándar.
- El producto no cuenta con un buen sistema de dirección.

¿Qué características debe tener el nuevo producto?

Debe ser un producto estándar que pueda ser parte de un catálogo para ofrecerlo a los clientes, debe seguir contando con la misma materia prima en su mayor parte y con el mismo sistema de producción. También debe contar con un mejor sistema de dirección en el cual todas sus ruedas puedan seguir la misma huella.



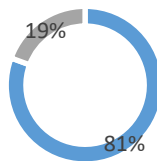
## 8.4 ANÁLISIS DE MERCADO

El mercado al que Paris Packing Supply introduce sus Racks Lean, es el sector industrial del estado de San Luis Potosí.

En el Sector productivo, del Estado San Luis Potosí, según el último estudio de la SEDECO, realizado en 2012, existen 103 empresas de la industria automotriz y de autopartes: una armadora (GM Motriz), 102 proveedoras y una armadora por establecerse (BMW).

En los últimos 10 años la industria automotriz y de autopartes ha representado el 19.4 %, con relación a la Producción Bruta Total manufacturera estatal, y la ocupación de 29,146 personas (al final del 2012) que equivalen al 23.3% del personal ocupado en la industria manufacturera.

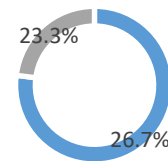
PIB Estatal



■ Otros ■ Automotriz y de autopartes

ILUSTRACIÓN 18 GRÁFICA DE PIB ESTATAL. ELABORACIÓN PROPIA.

Personal de la industria ocupado



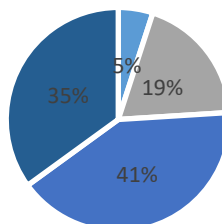
■ Otros ■ Automotriz y de autopartes

ILUSTRACIÓN 19 GRÁFICA DE PERSONAL INDUSTRIAL OCUPADO. ELABORACIÓN PROPIA.

(SEDECO, SEDECO, 2017)

A continuación se muestran los porcentajes de empresas por tamaños del total dedicadas a este tipo de industria.

Industria automotriz y de autopartes en SLP



■ Microempresas ■ Pequeñas empresas ■ Medianas empresas ■ Grandes empresas

ILUSTRACIÓN 20 GRÁFICO DE TAMAÑO DE EMPRESAS DE RAMO AUTOMOTRÍZ Y DE AUTOPARTES EN SLP. ELABORACIÓN PROPIA.

(SEDECO, SEDECO, 2012)

## Segmentación del mercado

El tipo de cliente que compraría estos racks es un cliente industrial.

Los datos de la segmentación de mercado empresarial se muestran en la siguiente tabla.

| Segmentación de mercado       |  |
|-------------------------------|--|
| Región                        | Zona conurbada de SLP y alrededores.           |
| Ubicación                     | Zona industrial y parques industriales         |
| Industria                     | Automotriz y de autopartes                     |
| Tamaño                        | Pequeñas, medianas y grandes                   |
| Estructura de la organización | Departamento de compras                        |
| Tasa de uso                   | Usuarios habituales, esporádicos y no usuarios |
| Procedimiento de compra       | Directamente                                   |
| Tamaño del pedido             | Pequeño, mediano y grande                      |

*TABLA 7 SEGMENTACIÓN DE MERCADO.*

## Mercado meta

Una vez definidos los datos del tipo de cliente al que fue dirigido el producto, se estableció, que el cliente es “Empresas del ramo automotriz y de autopartes, metal mecánica y/o proveedores”.

## Necesidad del mercado

Sabiendo quien es el mercado meta, fue necesario conocer las necesidades que tiene este tipo de empresas. Para recabar esta información se tuvieron pláticas con el Gerente de Paris Packing Supply y con uno de los directores generales de Corporativo Industrial CAZVI S.A de C.V.

También se realizaron visitas a algunas empresas pertenecientes al mercado meta, como Faurecia Automotive Seating Plant 2 y a EKK Eagle Industry México S.A de C.V., acompañando al gerente de Paris Packing Supply, a contactar clientes para recibir requerimientos de Racks Lean y a presentar prototipos. En todos los casos se realizaron entrevistas semi-informales a manera de plática, porque se consideró que era la manera más apropiada.

De las entrevistas y las observaciones durante las visitas a las plantas y almacenes se llegó a las siguientes conclusiones:

1. México es uno de los países con mejores estándares de calidad, y por consiguiente, todas las empresas transnacionales y sus proveedoras, deben tener altos estándares de calidad y contar con departamentos de mejora continua.
2. La mejora continua genera que las empresas busquen implementar nuevas técnicas, sistemas de producción, maquinaria y objetos que ayuden a simplificar cualquier proceso.
3. La mayoría de las empresas aplican o buscan aplicar el sistema de Lean Manufacturing.
4. Las piezas y materiales varían totalmente, en dimensiones y forma, dependiendo de cada producto y empresa, además cada empresa puede hacer varios productos.
5. Siempre se han usado carritos y ayudas para el manejo de materiales, sin embargo, hay una constante búsqueda por mejorarlos.
6. Se pretende que una sola persona pueda realizar todas las operaciones de una actividad, sin necesidad de recibir ayuda de otra u otras personas.
7. Se requieren estaciones de trabajo móviles y carritos, para poder transportar el material ya trabajado.
8. Las empresas, como lo dice el sistema Just in Time, buscan eliminar inventarios de material estático, por lo que contratan otras empresas que brinden el servicio de almacén.
9. La mayoría de las empresas que ofrecen el servicio de almacén, cuentan con el sistema de Just in Time.
10. Estos almacenes, reciben y embarcan el material de la empresa cliente cada que lo requiere, por lo que tienen un flujo de material muy dinámico.
11. Todas las empresas que tienen stock en almacén, ya sea de material estático o dinámico, realizan inventarios, y en algunos casos conteos cíclicos (inventario rutinario de muestras aleatorias de stock). Estas actividades pueden durar desde media hora, hasta días completos, los trabajadores que las realizan, tienen que recorrer largas distancias en los almacenes, y llevar a cabo operaciones repetitivas, sin el equipo completo para hacerlas, ya que llevan consigo solamente lo que pueden cargar con las dos manos y en cada punto del almacén, donde tienen que realizar la operación, improvisan una superficie de apoyo para el equipo.
12. Dichas empresas buscan tener más estaciones de trabajo, para poder:
  - Re trabajar piezas
  - Pre-ensamblar partes
  - Preparar y organizar piezas
  - Poner a secar o a enfriar piezas.

Se agruparon las actividades en las que se puede usar el Rack Lean en dos grupos, manejo de materiales y operaciones de almacén. En manejo de materiales, entran las actividades de transporte, traspaleo, organización, pre ensambles, re trabajos, etc. En operaciones de almacén, se encuentran las actividades de recibo y embarque de material, conteos e inventarios.

### Oportunidad de mercado

Si bien, hay una cantidad infinita de posibilidad de diseños para manejar materiales, estas tienen que ser específicas para cada tipo de material que se vaya a manejar. Sin embargo las empresas buscan constantemente equipo de apoyo que les pueda ayudar con esas actividades.



*ILUSTRACIÓN 21 INDUSTRIA AUTOMOTRÍZ. TOMADA DE LA PÁGINA DE GM.*



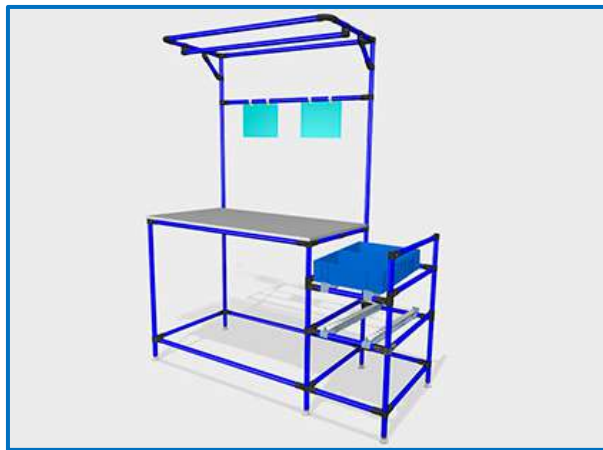
*ILUSTRACIÓN 22 ALMACÉN INDUSTRIAL. FOTO TOMADA EN CORPORATIVO INDUSTRIAL CAZVISA.DE.CV.*

Por otro lado, no hay mucho equipo de apoyo pensado para ayudar a realizar operaciones de almacén. Al sugerir a las personas entrevistadas la idea de equipos de apoyo, que ayuden a las operaciones de almacén, contestaron que sería una muy buena adquisición para sus empresas.

### 8.4.1 ANÁLISIS DEL PRODUCTO EXISTENTE

Debido a que no existe un Rack Lean estándar que sea parte de un catálogo, ya que estos se fabrican bajo pedido, siguiendo requerimientos específicos, no se puede hacer una comparación de productos, por lo que, el procedimiento para realizar el análisis de productos existentes, es generar conclusiones sobre cómo se perciben en su factor formal, cómo funciona, cómo se usa, su factor técnico en las siguientes imágenes de Racks Lean y ubicando sus ventajas y desventajas.

Para hacer este análisis se tomaron dos Racks Lean de la competencia directa de Paris Packing supply, que es MDC Manejo de Materiales. Se eligió uno de tipo estación de trabajo y otro de tipo de carro móvil porque son los dos más complejos.



*ILUSTRACIÓN 23 RAK LEAN-MESA DE TRABAJO. TOMADA DE LA PÁGINA DE MDC MANEJO DE MATERIALES.*

| Factor Formal   | Función   | Uso   | Factor Técnico  |
|---|---|---|---|
| Se percibe como una estructura esquelética y versátil que denota funcionalidad por encima de la estética. Los colores diferencian las partes estructurales y lo hacen ver como un producto más elaborado, que si tuviera un acabado color metal. Por sus formas tubulares, así como sus colores hacen entender que se puede personalizar. | Sirve como superficie para que se pueda trabajar en ella, espacios delimitados para delimitar la operación que se lleve a cabo en él. Cuenta con tubos superiores para poder anclar herramientas en él y tenerlas siempre a la mano, y con un espacio lateral para poder poner el material con el que se va a trabajar. | Se coloca el material y la herramienta sobre la superficie y se trabaja sobre ella. En cuanto a la percepción, se percibe como fácil de usar, después de una breve explicación acerca de su uso o de la actividad a realizar. | Está armado en base a uniones, conformando una estructura esquelética, con una superficie adaptada a los tubos. Y con elementos para adaptar un Kanban. |

| Ventajas  | Desventajas  |
|---|--|
| <p>El material es más accesible y se puede organizar mejor.</p> <p>Facilita el trabajo gracias al uso del kanban y de la configuración de sus partes que permite una rápida ubicación y acceso al material y la herramienta</p> <p>Se puede desarmar y reutilizar para otra cosa.</p> <p>Mantiene un flujo continuo del material.</p> | <p>Muchas veces no se entiende cómo usarlo.</p> <p>Puede llegar a parecer que no soporta mucho peso.</p> <p>Que cada si se requiere para un proceso distinto, podría no adaptarse.</p> |

TABLA 8 ANALISIS DE PRODUCTO EXISTENTE 1.



ILUSTRACIÓN 24 RACK LEAN-CARRO MÓVIL. TOMADA DE LA PÁGINA DE MDC MANEJO DE MATERIALES.

| Factor Formal  | Función   | Uso   | Factor Técnico   |
|--|---|---|--|
| <p>Se percibe como una estructura esquelética y versátil que denota funcionalidad por encima de la estética. Los colores diferencian las partes estructurales y lo hacen ver como un producto más elaborado, que si tuviera un acabado color metal. Por sus formas tubulares, así como sus calores hacen entender que se puede personalizar.</p> | <p>Sirve como transporte del material dinámico. Cuenta con rollers inclinados para poder acceder las cajas con material de una manera más rápida. Facilita la organización del material teniendo en cuenta el flujo y el sistema JIT.</p> | <p>Se colocan las cajas con material sobre los rollers y se empuja o jala el carro para transportarlas.</p> | <p>Está armado en base a uniones, conformando una estructura esquelética, con 18 rollers adaptados a los tubos, 4 rodamientos, un elemento para empujarlo y un gancho en la parte inferior para poder anclarlo a otro carro.</p> |

| Ventajas  | Desventajas   |
|---|---|
| <p>Las cajas con material pueden transportarse en la cantidad necesaria, sin necesidad de desorganizarlas o separarlas.</p> <p>Se puede desarmar y reutilizar para otra cosa.</p> <p>Mantiene un flujo continuo del material.</p> <p>Ahorra desplazamientos y tiempo en el transporte de material.</p> <p>Puede engancharse a otros carros.</p> | <p>Muchas veces no se entiende cómo usarlo.</p> <p>Puede llegar a parecer que no soporta mucho peso.</p> <p>El sistema de dirección no permite dar vueltas muy cerradas cuando está anclado a otro carro.</p> |

*TABLA 9 ANÁLISIS DE PRODUCTO EXISTENTE 2.*

La empresa Grainger Industrial Supply, en su catálogo, cuenta con productos para el manejo de materiales, como una variedad de escaleras, engrapadoras, flejadoras, elevadores, grúas, herrajes, carritos para recoger y guardar inventario, carritos de servicio, etc., que son susceptibles de analizarse como producto existente. Sin embargo, nos enfocaremos a los dos últimos, ya que son los que tienen las funciones más parecidas a las del Rack Lean.



*ILUSTRACIÓN 25 CARRO PARA INVENTARIOS 1. TOMADA DEL CATÁLOGO DE GRAINGER.*

| Factor Formal  | Factor Funcional                                   | Factor de Uso  | Factor Técnico   |
|--|--|--|--|
| <p>Son formas estructurales, que mantienen líneas rectas y formas rectangulares.</p> | <p>Tiene la función de contener y transportar.</p> | <p>Se empuja o jala, tomándolo de dos de sus 4 tubos verticales, se accionan los frenos de sus 2 ruedas pisándolos. Se colocan objetos (materiales, piezas) y equipo de trabajo en él.</p> | <p>La estructura la dan 4 tubos que son soldados a 4 bandejas de lámina troquelada. Cuenta con 4 rodamientos locos, dos de ellos con freno. No tiene un elemento para empujarlo o jalarlo. Es de Aluminio.</p> |

*TABLA 10 ANÁLISIS DE PRODUCTO EXISTENTE 3.*



ILUSTRACIÓN 26 CARRO PARA INVENTARIOS 2. TOMADA DEL CATÁLOGO DE GRAINGER.

| Factor Formal   | Factor Funcional                            | Factor de Uso  | Factor Técnico  |
|---|---|--|---|
| Son formas estructurales, que mantienen líneas rectas y formas rectangulares. | Tiene la función de contener y transportar. | Se empuja o jala, tomándolo de la agarradera. Se colocan objetos (materiales, piezas) y equipo de trabajo en él. | La estructura la dan 4 perfiles que son soldados a 4 bandejas de lámina troquelada. Cuenta con 4 rodamientos, dos de ellos locos. Tiene un elemento para empujarlo o jalarlo. Es de Aluminio. |

TABLA 11 ANÁLISIS DE PRODUCTO EXISTENTE 4.

A continuación se describen las ventajas y desventajas de estos dos productos de la marca Grainger.

| Ventajas  | Desventajas   |
|---|---|
| Son productos estándar fabricados en gran volumen y posicionados en el mercado. Son resistentes y están hechos con materiales adecuados que, en caso de ser necesario, pueden ser de grado sanitario. | Son poco flexibles en su diseño en cuanto a la especificación requerida por cada empresa. Son utilizados, en mayor parte, para contener y transportar producto terminado y no material estático o dinámico. |

TABLA 12 ANÁLISIS DE PRODUCTO EXISTENTE 5.



## Premisas y conclusión

- El cliente al que fue dedicado el producto es “Empresas del ramo automotriz y de autopartes, metal mecánica y/o proveedores”.
- Existe la necesidad de agilizar y eficientar el manejo de materiales.
- Existe la necesidad de facilitar el trabajo de los usuarios.
- Es tardado y repetitivo hacer operaciones de almacén.
- Es viable hacer un Rack Lean para ayudar a las operaciones de almacén.
- Debe encontrarse una medida estándar, para poder contener a la mayoría de las piezas que las empresas trabajan.
- Los Racks Lean existentes, si bien se perciben como funcionales, no se entiende bien como se usan a primera instancia.
- Los carritos de servicio y estanterías comerciales, presentan poca flexibilidad y especificación, en los procesos, para los cuales, las empresas los requieren.

¿Qué características debe tener el nuevo producto?

El nuevo producto debe seguir siendo y percibirse como funcional por los usuarios y clientes. Debe ser intuitivo y tener una estética funcional. De igual manera es necesario que pueda ser utilizado por un usuario solamente, facilitando la tarea de manejo de materiales o de realizar operaciones de almacén.

## 9 DIAGNÓSTICO

Una vez realizado el análisis, se determinó que el producto sigue un concepto centrado en el usuario y consistió en implementar modificaciones al Rack Lean.

### **Cliente**

Empresas del ramo automotriz y de autopartes y metal mecánica.

### **Usuario**

Trabajadores industriales de 18 a 65 años.

### **Premisas**

Producto:

- El Rack Lean debe contar con estándares de Lean Manufacturing, en donde:

El material:

- Debe estar colocado sobre una superficie, jamás en el piso. El Rack:
- Debe agilizar el trabajo.
- Debe ayudar a mantener el orden y organización.
- Debe mantener protegido el material.

Usuario:

- Debe hacer que el usuario trabaje en postura correcta.
- Debe adecuarse para personas de baja estatura.
- Debe tener un reposapiés.
- Debe percibirse como útil.
- Debe intuirse como se usa.
- Debe llevar señalética.

En caso de manipulación de cargas:

- Debe ayudar al usuario a cargar y transportar el material o el equipo.
- Debe de manipularse el material a una altura de entre 90 y 110 cm estando de pie.
- Debe de manipularse el material a una altura de entre 70 y 80 cm estando sentado.
- No debe de tomarse material a más de 150 cm de altura.

- No debe tomarse material a menos de 50 cm de altura.

En caso de trabajo con computadora o de retrabado de piezas en estaciones de trabajo:

- Debe permitir que el ángulo que se forma entre el brazo y antebrazo sea de 90° o mayor.
- Debe haber un soporte para el antebrazo.
- El borde superior de la pantalla debe quedar a la altura de los ojos, en caso de que el usuario trabaje sentado.

Empresa:

- La empresa tiene un sistema de producción eficiente.
- La empresa cuenta con materia prima (partes) estándar.
- La empresa no cuenta con un producto estándar que sea parte de un catálogo a pesar de que sus piezas sean estándar.
- El producto no cuenta con un buen sistema de dirección.

Mercado:

- El cliente al que fue dedicado el producto es “Empresas del ramo automotriz y de autopartes, metal mecánica y/o proveedores”.
- Existe la necesidad de agilizar y eficientar el manejo de materiales.
- Existe la necesidad de facilitar el trabajo de los usuarios.
- Es tardado y repetitivo hacer operaciones de almacén.
- Es viable hacer un Rack Lean para ayudar a las operaciones de almacén.
- Debe encontrarse una medida estándar, para poder contener a la mayoría de las piezas que las empresas trabajan.
- Los Racks Lean existentes, si bien se perciben como funcionales, no se entiende bien como se usan a primera instancia.
- Los carritos de servicio y estanterías comerciales, presentan poca flexibilidad y especificación, en los procesos, para los cuales, las empresas los requieren.

## **Necesidades a satisfacer**

Después de un análisis de los capítulos anteriores y a partir de las premisas, se llega a la conclusión de que el nuevo producto debe:

- Ser un producto estándar que pueda pertenecer a un catálogo para ofrecerlo a los clientes.
- Estar conformado en su mayor parte con la misma materia prima que trabaja la empresa.
- Estar hecho en su mayor parte con el mismo sistema de producción.
- Contar con un mejor sistema de dirección en el cual todas sus ruedas puedan seguir la misma huella.
- Contar con los elementos y las alturas adecuadas para trabajar correctamente, en las posturas adecuadas.
- Seguir siendo y percibirse como funcional.
- Poseer un lenguaje indicativo e intuitivo.
- Facilitar las tareas del usuario de manejo de materiales o realización de operaciones de almacén.
- Agilizar las operaciones de almacén reduciendo tiempos y recorridos y riesgos.

A esto se le sumó la condición necesaria para tener en cuenta al usuario, la cual es ser “fácil de usar” esto significa que debe jalarlo, abastecerlo y desabastecerlo, engancharlo y desengancharlo, accionar el freno y limpiarlo fácilmente sin tener que agacharse o estirarse mucho.

## 10 PROBLEMA DE DISEÑO

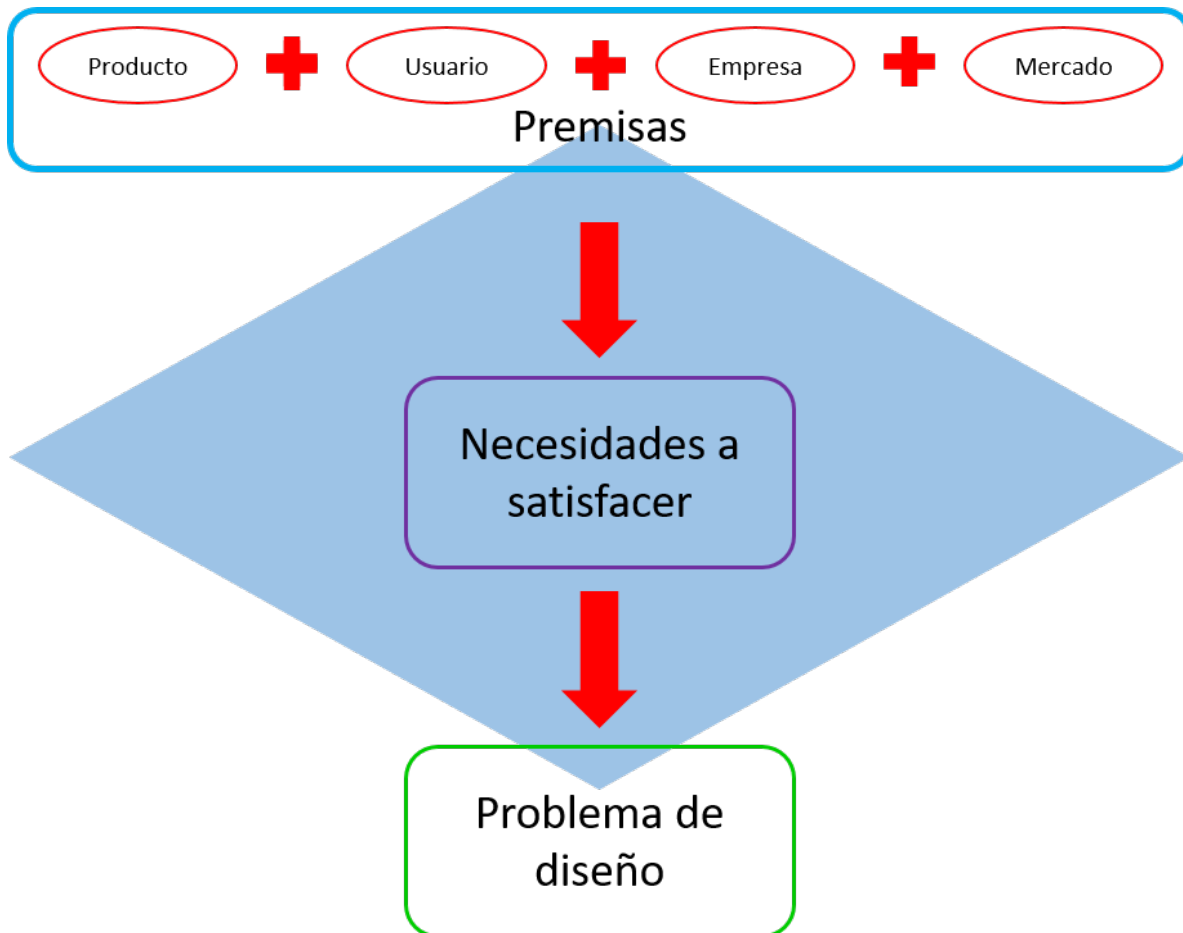


ILUSTRACIÓN 27 DIAGRAMA DE PROBLEMA DE DISEÑO. ELABORACIÓN PROPIA.

### Definición del problema de diseño

A partir del análisis anterior, se logra definir el problema de diseño, el cual consiste en:

“Un Rack Lean estándar, que facilite la tarea del usuario de manejo de materiales o que agilice y reduzca los tiempos, distancias y riesgos de caída del equipo, al realizar operaciones de almacén y que cuente con un lenguaje indicativo”.

La definición concreta de la actividad (manejo de materiales o realizar operaciones de almacén) para la que sería usado el producto, se dará en el capítulo de primera validación, debido a que hubo que consultar con la empresa, que opción era más viable.

## 10.1 REQUISITOS, REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS

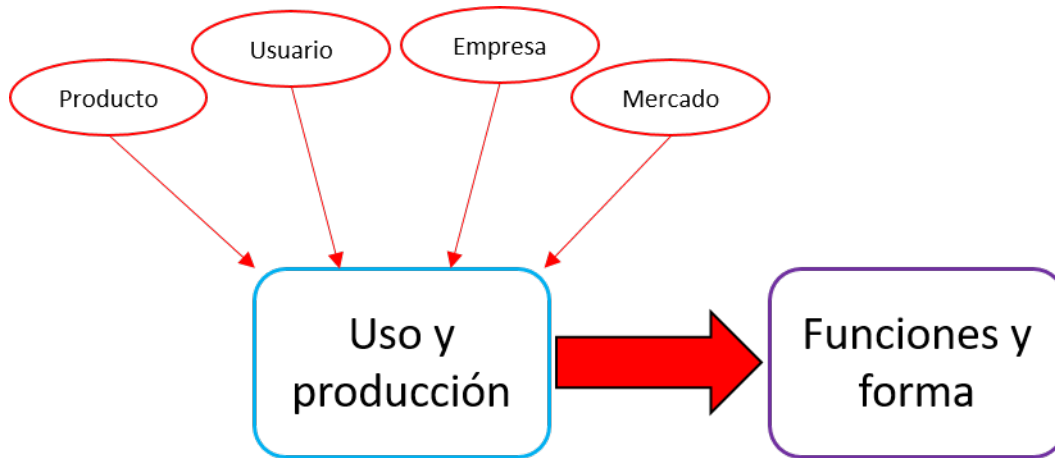


ILUSTRACIÓN 28 DIAGRAMA DE REQUISITOS, REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS. ELABORACIÓN PROPIA.

Una vez definido el problema de diseño se procede a detallar los requisitos, requerimientos y parámetros primarios según los factores, funcional, de uso, formal y técnico. Si mismo se detallan los requisitos, requerimientos y parámetros, según sus factores de impacto, que son, ecológicos, psicológicos y socioculturales.

De acuerdo a las premisas encontradas acerca del producto, del usuario, de la empresa y del mercado se formulan los requisitos, requerimientos y los parámetros para poder configurar el nuevo producto. Los primeros requisitos son los de uso y técnicos que obedecen a las premisas y posteriormente los requisitos de factor funcional y formal que siguen a los primeros para que el objeto tenga las funciones adecuadas para el uso que se le requiere dar y la forma correcta, contruidos con los procesos y herramientas que la empresa posee.

De acuerdo al marco normativo, y a la ergonomía cognoscitiva, se formulan los requisitos, ecológicos, psicológicos y socioculturales.

| <b>Factor de uso</b>   |   |   |
|--|---|---|
| <b>Requisitos</b>  | <b>Requerimientos</b>   | <b>Parámetros</b>   |
| Que el usuario pueda empujarlo fácilmente                    | Que cuente con una agarradera   | Agarradera  |
| Que el usuario pueda abastecerlo fácilmente                  | Que esté bien definido por donde se abastece  | Que estén bloqueados los lados por los cuales no se abastece  |
| Que el usuario pueda desabastecerlo fácilmente               | Que esté bien definido por donde se desabastece   | Que estén bloqueados los lados por los cuales no se desabastece                                     |
| Que el usuario pueda engancharlo y desengancharlo fácilmente | Que pueda engancharlo sin agacharse   | Ganchos con resorte que se enganchen con el pie   |
| Que el usuario pueda accionar el freno fácilmente            | Que lo accione con el pie   | Freno de pedal MT5148   |
| Que el usuario no tenga que agacharse mucho                  | Alturas adecuadas   | Altura mínima de 50cm.  |
| Que el usuario no tenga que estirarse para alcanzar algo     | Que el material baje por gravedad   | Rollers, altura máxima de 150cm.  |
| Que el usuario pueda limpiarlo fácilmente                    | Materiales que no absorban la suciedad  | Materiales de NBJIT   |
| Que soporte malos usos (Dos personas subidas en él, choques) | Que resista a dos personas y que tenga estructura y materiales resistentes a los golpes | Que resista 200kg, materiales de NBJIT, estructuras con refuerzos para las partes que soportan peso |

**TABLA 13 FACTOR DE USO.**

| <b>Factor técnico</b>                    |   |                     |
|--|---|---------------------|
| <b>Requisitos</b>                        | <b>Requerimientos</b>                                   | <b>Parámetros</b>   |
| Que esté hecho de materiales resistentes | Estructura hecha con materiales de NBJIT.               | Materiales de NBJIT |
| Que se produzca fácil y económicamente   | Que se produzca con un diagrama de flujo de pocos pasos | Cortes y ensamblaje |

**TABLA 14 FACTOR TÉCNICO.**

| <b>Factor funcional</b>                    |   |  |
|--|---|--|
| <b>Requisitos</b>                          | <b>Requerimientos</b>   | <b>Parámetros</b>  |
| Que tenga superficie de trabajo            | Que sea de un material resistente   | Aluminio compuesto.  |
| Que soporte cierto peso                    | A dos personas.   | 200kg.   |
| Que sea resistente                         | Que cuente con una estructura y materiales resistentes                        | Materiales de NBJIT, estructuras con refuerzos para las partes que soportan peso |
| Que tenga dirección                        | Que sus ruedas puedan girar   | Ruedas con eje de giro   |
| Que tenga sistema de freno                 | Freno de pedal MT5148   | Freno de pedal MT5148  |
| Que tenga sistema de anclaje               | Ganchos   | Ganchos  |
| Que todas las ruedas sigan la misma huella | Sistema de dirección que haga que las ruedas de atrás sigan a las de adelante | Sistema con barra atravesada   |

**TABLA 15 FACTOR FUNCIONAL.**

| <b>Factor formal</b> |   |  |
|----------------------|---|--|
| <b>Requisitos</b>    | <b>Requerimientos</b>                                       | <b>Parámetros</b>  |
| Que sea intuitivo    | Que la forma comunique su uso                               | Que cuente con delimitaciones del área de trabajo, estructuras superficiales, contraste de colores y orientación |
| Que se vea confiable | Que se vea que no se va a romper y que va a aguantar el uso | Que se noten materiales y uniones sólidos, y que esté armado de modo que sea estable                             |

*TABLA 16 FACTOR FORMAL.*

| <b>Factor ecológico</b>                          |  |  |
|--|--|--|
| <b>Requisitos</b>                                | <b>Requerimientos</b>  | <b>Parámetros</b>  |
| Utilizar materiales no dañinos al medio ambiente | Acero, recubrimiento y triplay   | Revisar la certificación del proveedor                                     |
| Utilizar materiales de proveedores certificados  | Revisar la certificación del proveedor                                   | Revisar la certificación del proveedor                                     |
| Reducir al máximo los desperdicios               | Planear bien el habilitado de materiales y reutilizar piezas y sobrantes | Aprovechar al máximo el tubo y reutilizar las piezas para hacer prototipos |

*TABLA 17 FACTOR ECOLÓGICO.*

| <b>Factor psicológico</b> |   |  |
|---------------------------|---|--|
| <b>Requisitos</b>         | <b>Requerimientos</b>   | <b>Parámetros</b>                        |
| Reducir la carga mental   | Agregando elementos que ayuden a la percepción y a las tareas | Agregar elementos visuales e indicativos |

*TABLA 18 FACTOR PSICOLÓGICO.*

| <b>Factor sociocultural</b>  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Requisitos</b>  | <b>Requerimientos</b>   | <b>Parámetros</b>                                 |
| Que ayude a solucionar los requerimientos de los sistemas de producción actuales | Que esté hecho contemplando los sistemas de producción más eficientes | Sistema de producción Toyota o Lean Manufacturing |

*TABLA 19 FACTOR SOCIOCULTURAL.*



## 10.2 BRIEF

De la problemática encontrada se buscó generar un producto de línea indicativo. Esto condujo a la definición del problema: “Un Rack Lean estándar, que facilite la tarea del usuario de manejo de materiales o que agilice y reduzca los tiempos, distancias y riesgos de caída del equipo, al realizar operaciones de almacén y que cuente con un lenguaje indicativo”.

### **Definición del producto**

Es un Rack Lean para plantas y almacenes industriales, construido en su gran mayoría con material de NBJIT, estructural y esqueléticamente, solo con unas cuantas superficies que sirve para facilitar la tarea al usuario a la hora de manejar materiales y/o realizar operaciones de almacén.

### **Cliente**

Empresas del ramo automotriz y de autopartes, metal mecánica y/o proveedores.

### **Usuario**

Trabajadores industriales de 18 a 65 años.

### **Conexiones**

Un proveedor de materia prima NBJIT a la cual se le compra el material para poder armar los racks y un proveedor de servicio, Mesodi S.A de C.V. para fabricar las adaptaciones extra.

### **Competencia**

Los productos de la competencia (MDC Manejo de Materiales) cumplen la función de contener, organizar y transportar material dinámico. Se trata de producción sobre pedido y específica para cada cliente y pueden ser de tipo de supermercado, mesas de trabajo, ayudas visuales o carros móviles.

### **Amenazas**

- La especificación del producto requerida por el cliente.
- La mayor capacidad de producción que tiene la competencia (MDC).

### **Oportunidades**

Generar conceptos para las actividades de, recolección de material, traspaleos, abastecimiento de material, recibo y embarque de materiales, inventarios y conteos cíclicos. Evaluarlos esos conceptos, seleccionarlos y/o combinarlos.

## 11 CONCEPTUALIZACIÓN

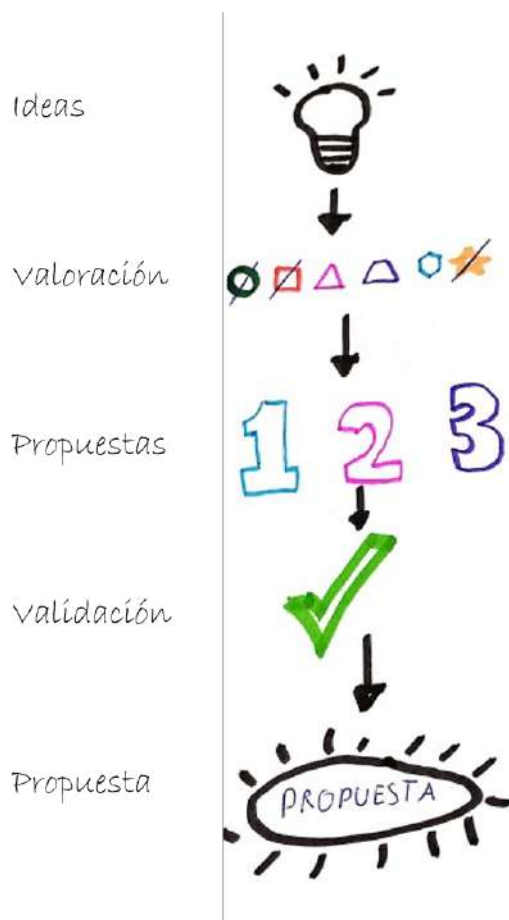


ILUSTRACIÓN 29 CONCEPTUALIZACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.

### Condicionantes

Como resultado de las premisas del análisis de los capítulos anteriores, los conceptos, independientemente de sus características y diferentes funciones, tienen, freno, estética y lenguaje indicativo, se desplazan empujándolos y están conformados en mayor parte por materiales de NBJIT.

### Primeros conceptos

Los primeros conceptos fueron las tres mejores propuestas de una lluvia de ideas de posibles productos. Estos conceptos se explican brevemente a continuación. Posteriormente se habló con la empresa para determinar cuál era el más viable para que fuera desarrollado, hasta llegar a la fabricación de un prototipo.

### **Concepto 1. Rack para contener y transportar material**

Un rack de tipo carro móvil para contener y organizar material dinámico. Cuenta con tres niveles, estos niveles pueden contener bandejas o rollers con una

inclinación de cinco grados para que el material baje por gravedad y no haya que darle la vuelta o estirarse demasiado para poder alcanzarlo. Cuenta con dimensiones pensadas para que quepa cierta cantidad de contenedores estándar en cada nivel.

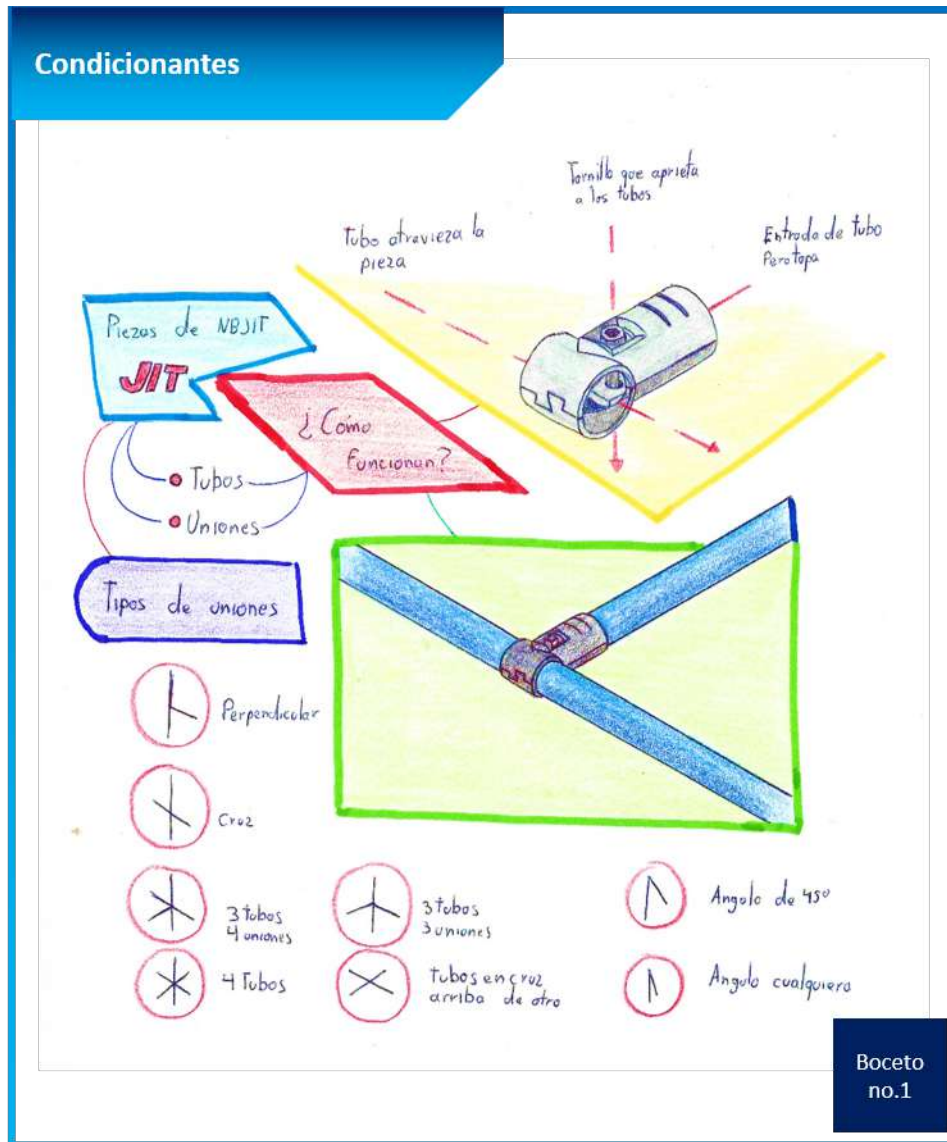
### ***Concepto 2. Estación de trabajo móvil***

Una estructura que conforma un área de trabajo semejante a un escritorio y asiento, o bien a un mesa banco, con llantas para poder ser desplazado. En este rack se puede trabajar con una computadora portátil sobre la superficie frontal y sentarse en la superficie trasera. La altura de la superficie para la computadora tiene la altura ideal para que el usuario pueda trabajar en ella ya sea de pie o sentado.

### ***Concepto 3. Escalera***

Una estructura que conforma una escalera de tres o cuatro escalones y una superficie inclinada un poco arriba del último escalón para colocar el material, esta superficie contará con rollers para que al momento en el que se coloque el material en ella, este baje por gravedad hasta otra superficie en la cual el usuario lo pueda manejar, una vez que haya bajado de la escalera.

## 11.1 PROCESO DE BOCETAJE

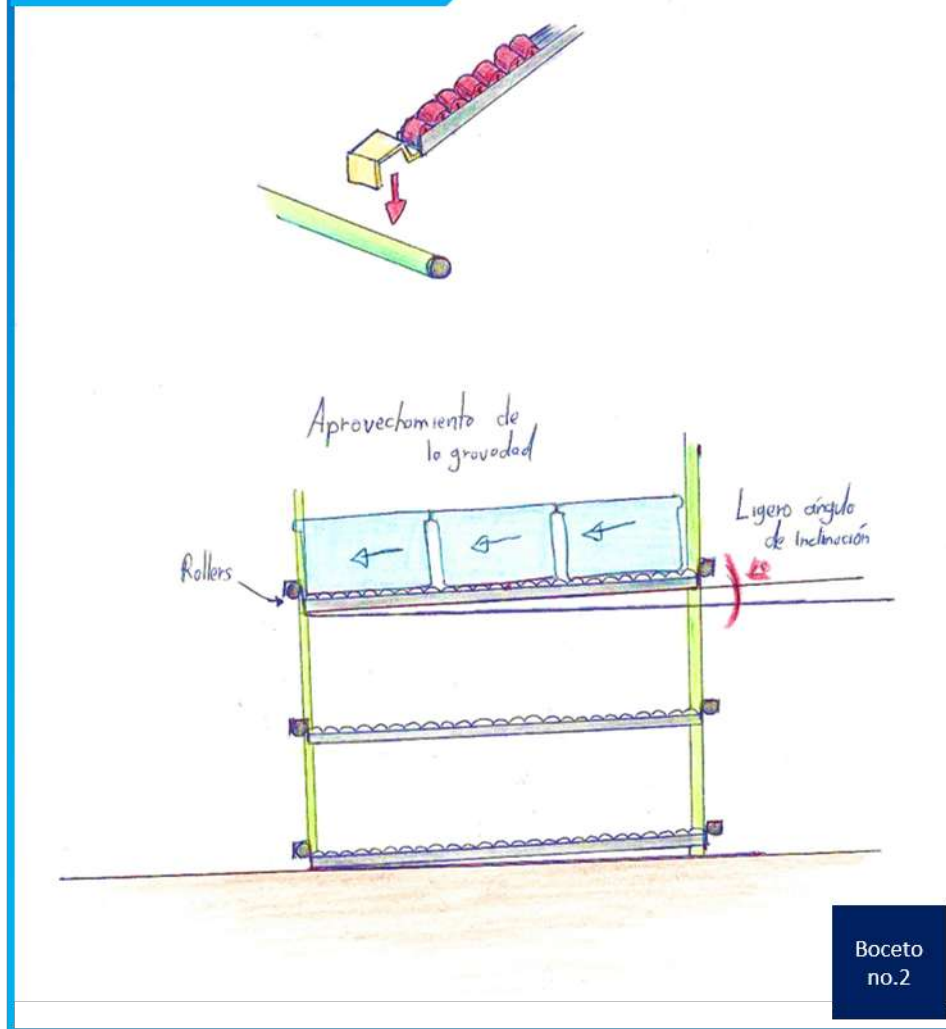


### Uniones

ILUSTRACIÓN 30 BOCETO 1.

En este boceto se muestran los tipos de uniones y cómo funcionan.

## Condiciones

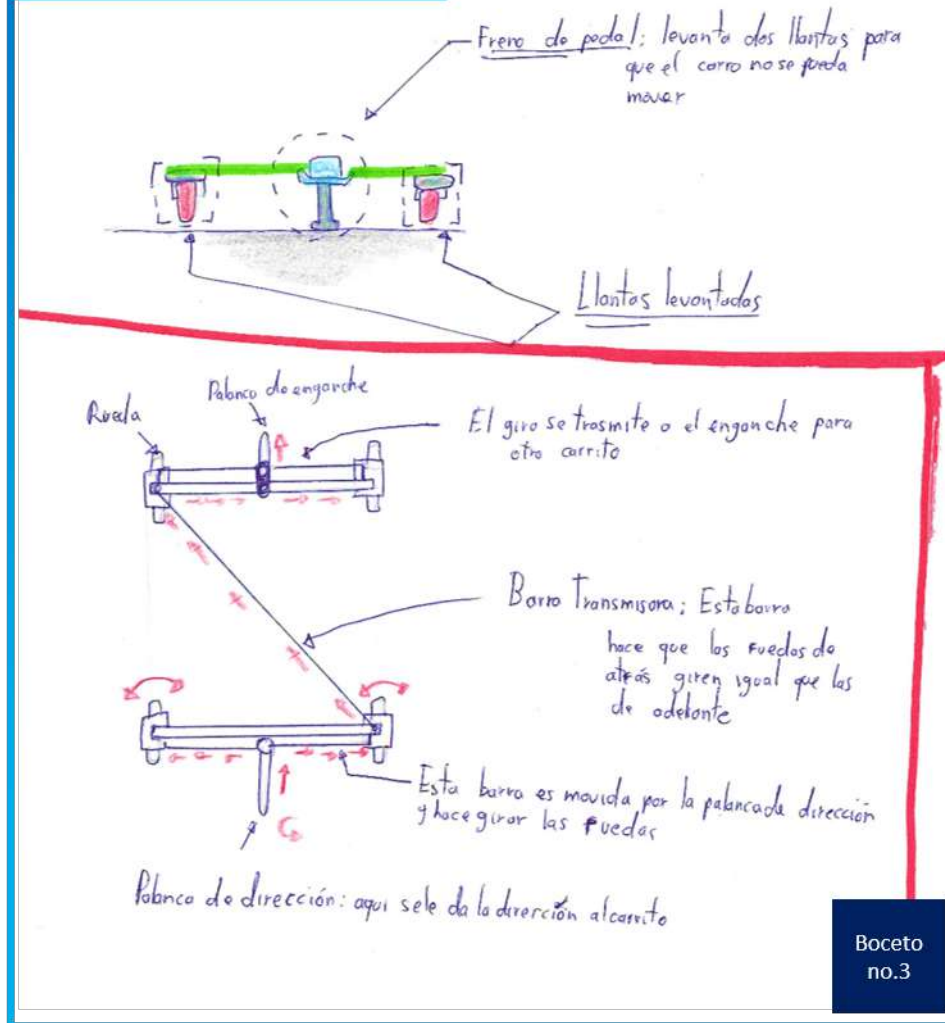


Aprovechamiento de la gravedad

ILUSTRACIÓN 31 BOCETO 2.

En este boceto se muestra como se aprovecha la gravedad inclinando las superficies o rollers cinco grados para que el material pueda correr pero sin alcanzar mucha velocidad. También se muestra como se adaptan los rollers al tubo.

## Condicionantes



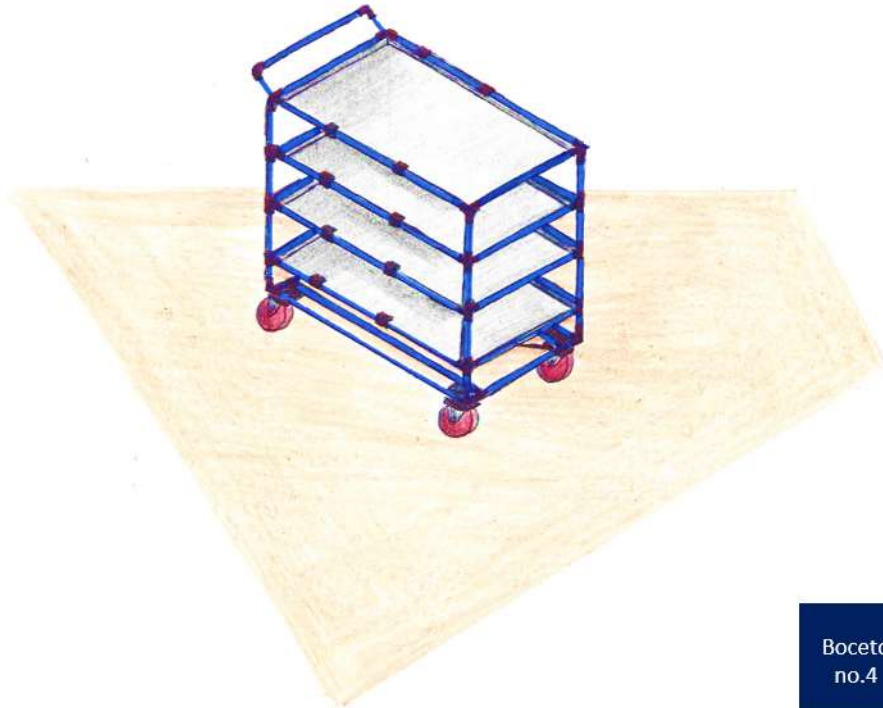
Sistemas de dirección y freno

ILUSTRACIÓN 32 BOCETO 3.

En este boceto se muestra el sistema de freno y como funciona, así mismo se muestra el sistema de dirección de traslación y su funcionamiento.

## Concepto 1

Opción 1: con bandejas



Boceto  
no.4

Propuesta con bandejas

ILUSTRACIÓN 33 BOCETO 4.

En este boceto se muestra el primer concepto, con la opción de superficies con bandejas.

## Concepto 1

Opción 2 : con rollers



Boceto  
no.5

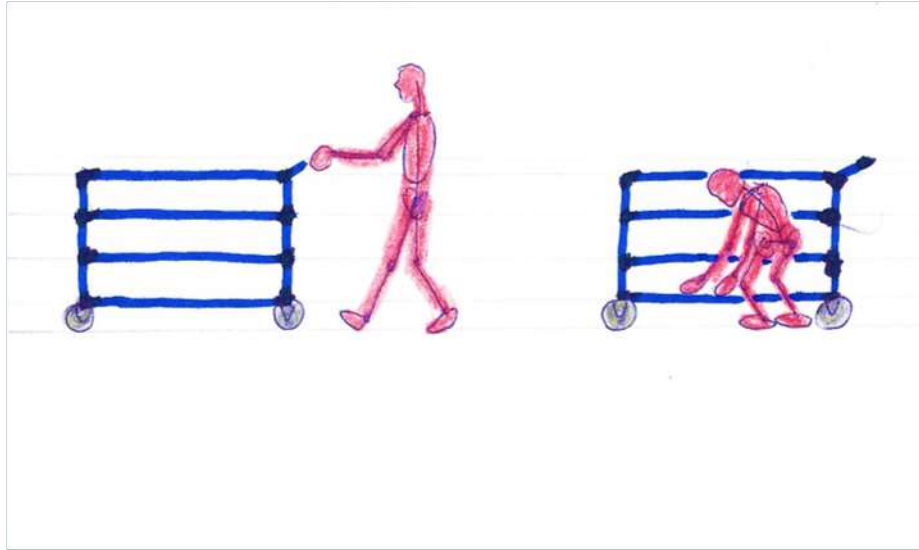
Propuesta con rollers

ILUSTRACIÓN 34 BOCETO 5.

En este boceto se muestra el primer concepto, con la opción de superficies con rollers.



## Concepto 1



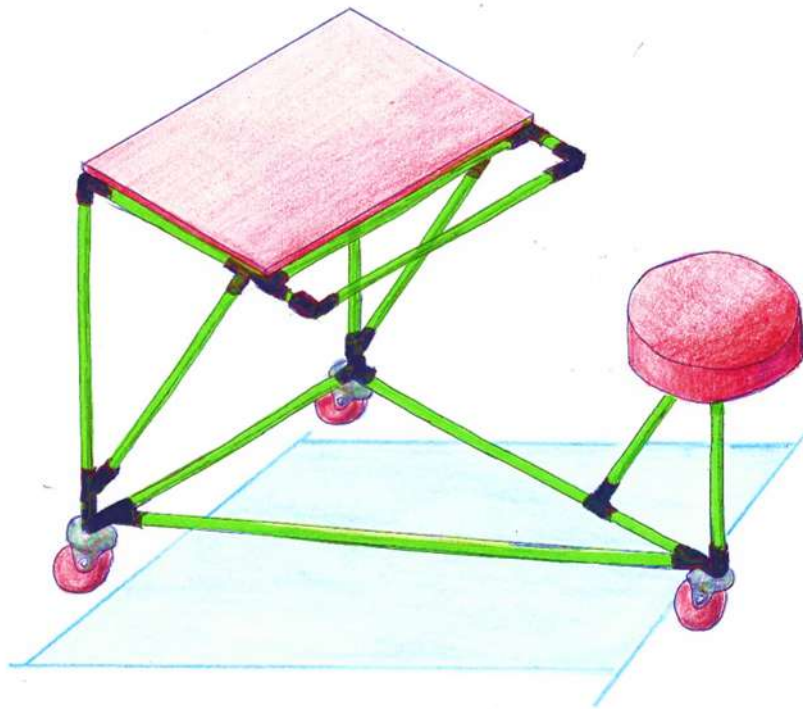
Boceto  
no.7

Diagrama de uso y referencia humana

ILUSTRACIÓN 35 BOCETO 7.

En este boceto se muestran las dimensiones del objeto con respecto a las dimensiones humanas, y la manera en la que se usaría.

## Concepto 2



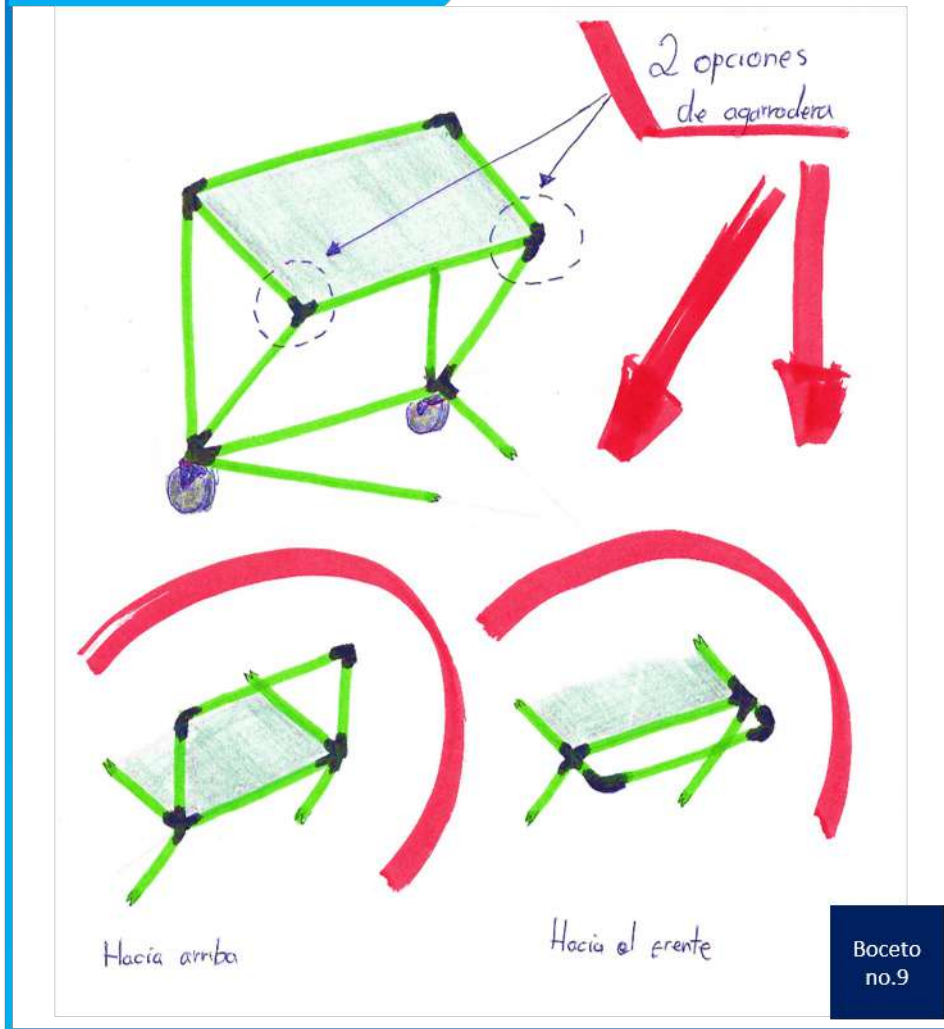
Boceto  
no.8

Carrito para inventarios

ILUSTRACIÓN 36 BOCETO 8.

En este boceto se muestra el segundo concepto, el de carrito para inventarios.

## Concepto 2



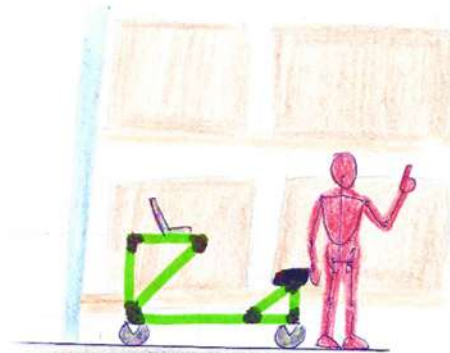
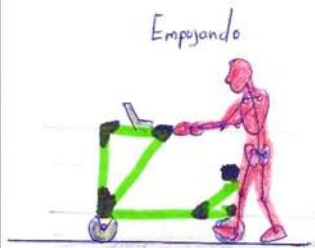
Variantes de agarradera

ILUSTRACIÓN 37 BOCETO 9.

En este boceto se muestran las dos opciones posibles, de implementar la agarradera.

## Concepto 2

Diagrama de uso y referencia humana



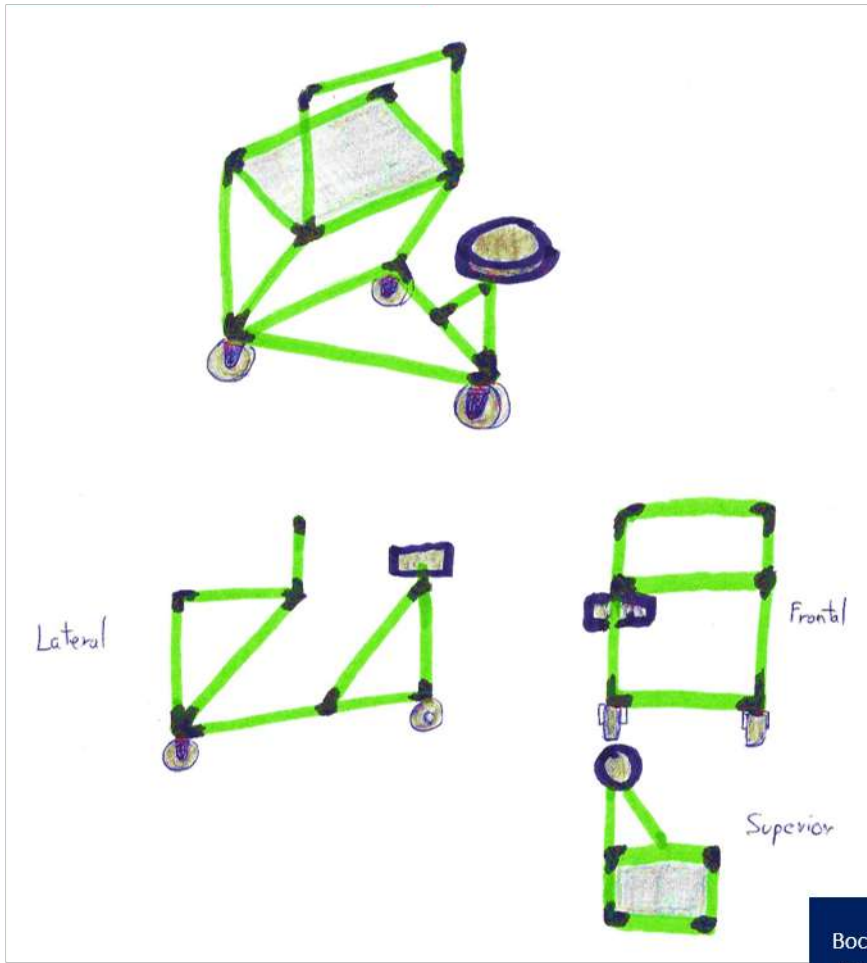
Boceto  
no.10

Diagramas de uso y referencia humana

ILUSTRACIÓN 38 BOCETO 10.

En este boceto se muestran las dimensiones del objeto con respecto a las dimensiones humanas, y la manera en la que se usaría.

## Concepto 2

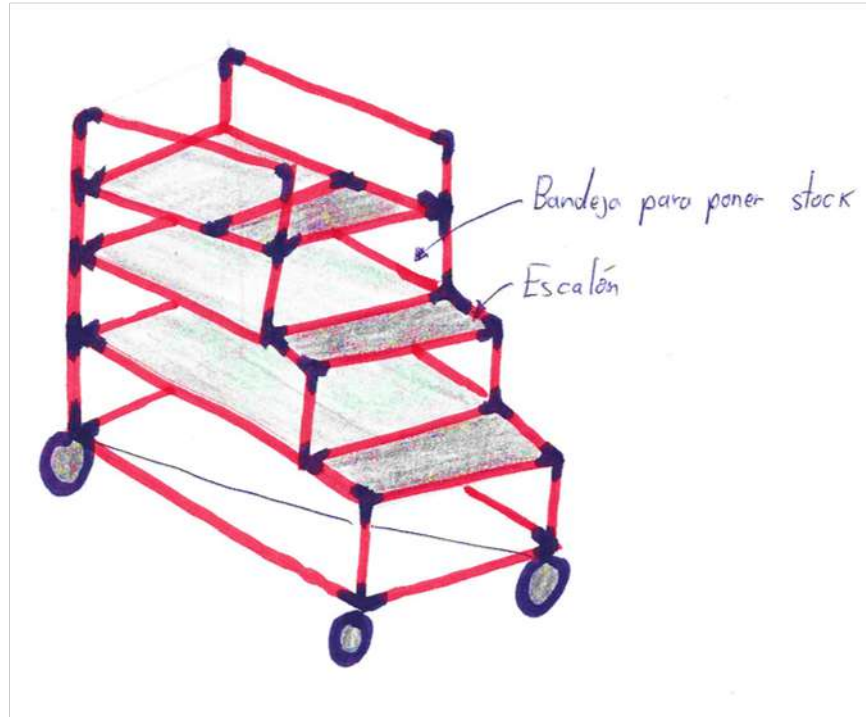


Vistas

ILUSTRACIÓN 39 BOCETO 11

Aquí se muestran las vistas del carrito para inventarios.

### Concepto 3



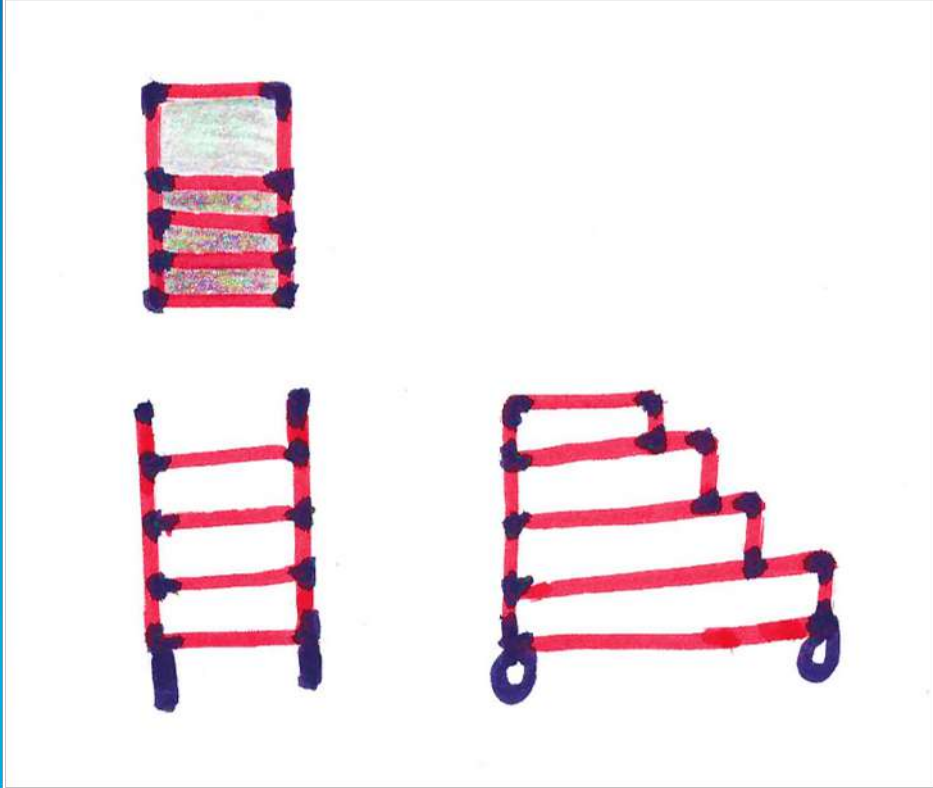
Boceto  
no.12

Carro escalera

ILUSTRACIÓN 40 BOCETO 12.

En este boceto, se muestra el tercer concepto, el de carro escalera para manejar materiales.

Concepto 3



Boceto  
no.13

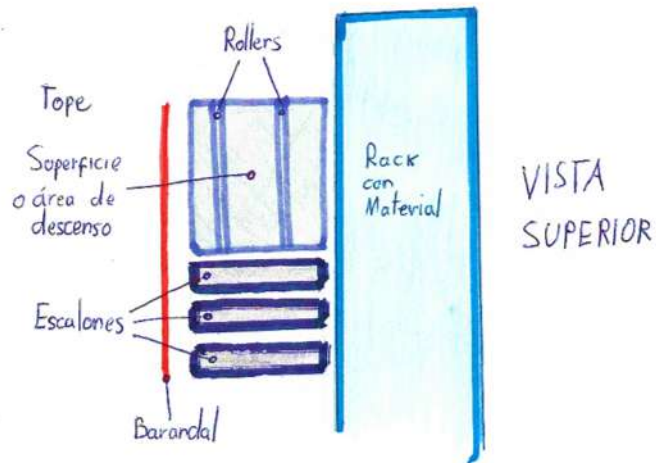
Vistas

ILUSTRACIÓN 41 BOCETO 13.

Aquí se muestran las vistas del carro escalera

### Concepto 3

- Subir
- Tomar el material
- Ponerlo en la superficie inclinada
- Bajar
- Tomar el material



Boceto  
no.14

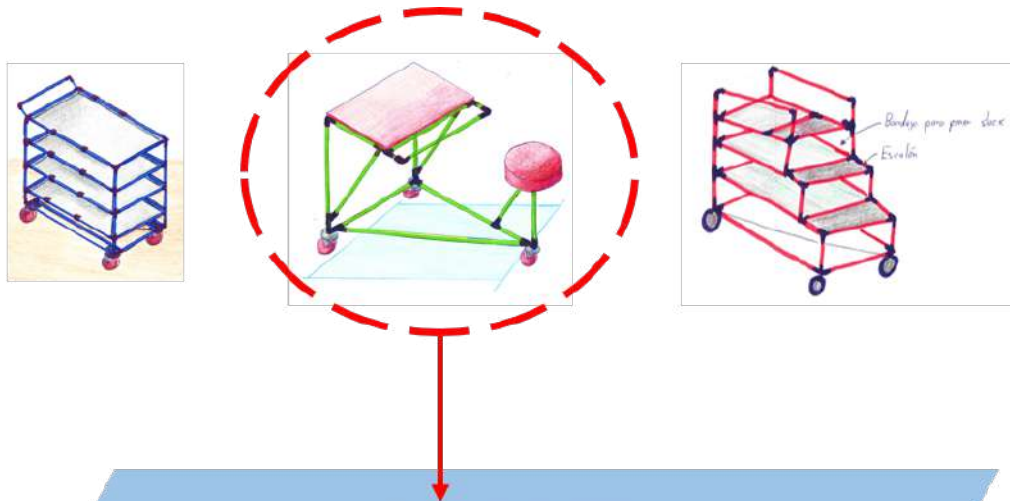
Diagramas de uso y referencia humana

ILUSTRACIÓN 42 BOCETO 14.

En este boceto se muestran las dimensiones del objeto con respecto a las dimensiones humanas, y la manera en la que se usaría.



## 12 PRIMERA VALIDACIÓN (DE LA EMPRESA)



### Concepto 2 Área de trabajo móvil

Una estructura que conforma un área de trabajo semejante a un escritorio y asiento, o bien a un mesa banco, con llantas para poder ser desplazado. En este rack se podrá trabajar con una computadora portátil sobre la superficie frontal y sentarse en la superficie trasera. La altura de la superficie para la computadora tiene la altura ideal para que el usuario pueda trabajar en ella ya sea de pie o sentado.

*ILUSTRACIÓN 43 CONCEPTO. ELABORACIÓN PROPIA.*

El concepto seleccionado fue el número dos, el de “estación de trabajo móvil”, este concepto fue seleccionado por la empresa y además fue el que más puntos obtuvo en una valoración de conceptos, por lo que fue el que se desarrolló, hasta llegar a una propuesta final de la cual se generó el prototipo final.

## Valoración

La valoración consiste en una tabla de doble entrada en la que se evalúa cada uno de los tres conceptos del uno al cinco, según que tan bien cumple con las premisas del producto, usuario, empresa y mercado. Además se le agregan otros factores, que son el del nivel de novedad del producto (en comparación con los existentes) y la similaridad del volumen de los materiales que va a contener, esto se refiere, a si va a contener materiales que varíen mucho de forma, tamaño y peso, ya que es necesario que los materiales a contener sean similares en este aspecto para que el producto que los contenga pueda contar con medidas estándar.

| Concepto | Premisas |         |         |         | Novedad | Similaridad de materiales a contener | Total |
|----------|----------|---------|---------|---------|---------|--------------------------------------|-------|
|          | Producto | Usuario | Empresa | Mercado |         |                                      |       |
| 1        | 5        | 5       | 5       | 5       | 0       | 4                                    | 24    |
| 2        | 5        | 5       | 5       | 5       | 5       | 5                                    | 30    |
| 3        | 5        | 5       | 5       | 5       | 5       | 2                                    | 27    |

TABLA 20 VALORACIÓN DE CONCEPTOS.

El resultado de esta tabla demuestra que el concepto dos es el que obtuvo mayor puntaje

## Validación de la empresa

Se presentaron las propuestas a la empresa y tras una plática se llegó al acuerdo que el concepto de “carrito para inventarios” es la opción más viable ya que, de acuerdo con la tabla de valoración, la mayoría de sus medidas dependen, principalmente, del cuerpo humano y no de los materiales que va a contener.

# 13 PROPUESTA

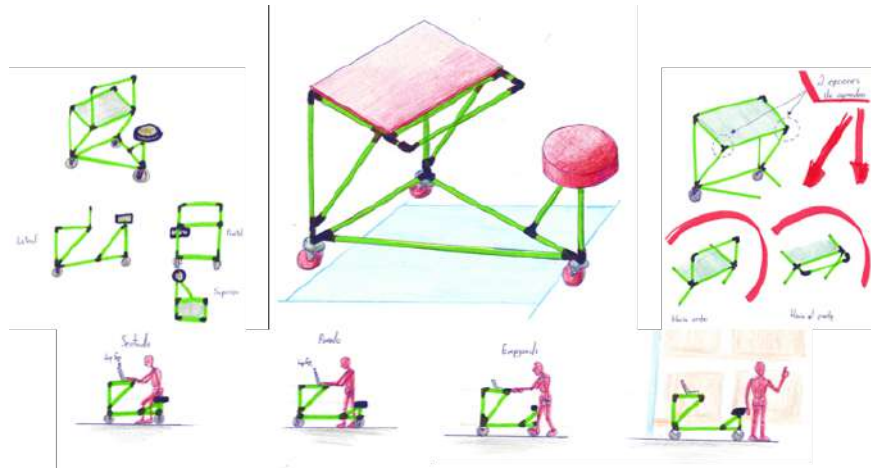


ILUSTRACIÓN 44 PRIMEROS BOCETOS.

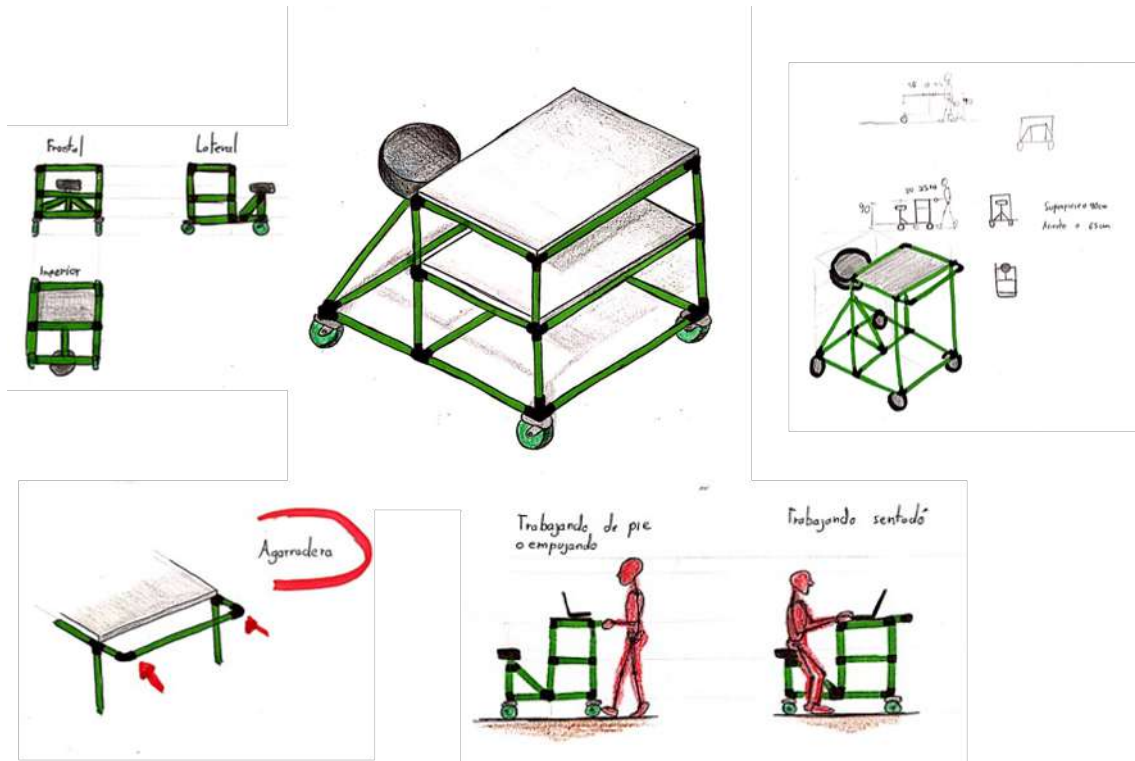


ILUSTRACIÓN 45 SEGUNDOS BOCETOS.

## Desarrollo

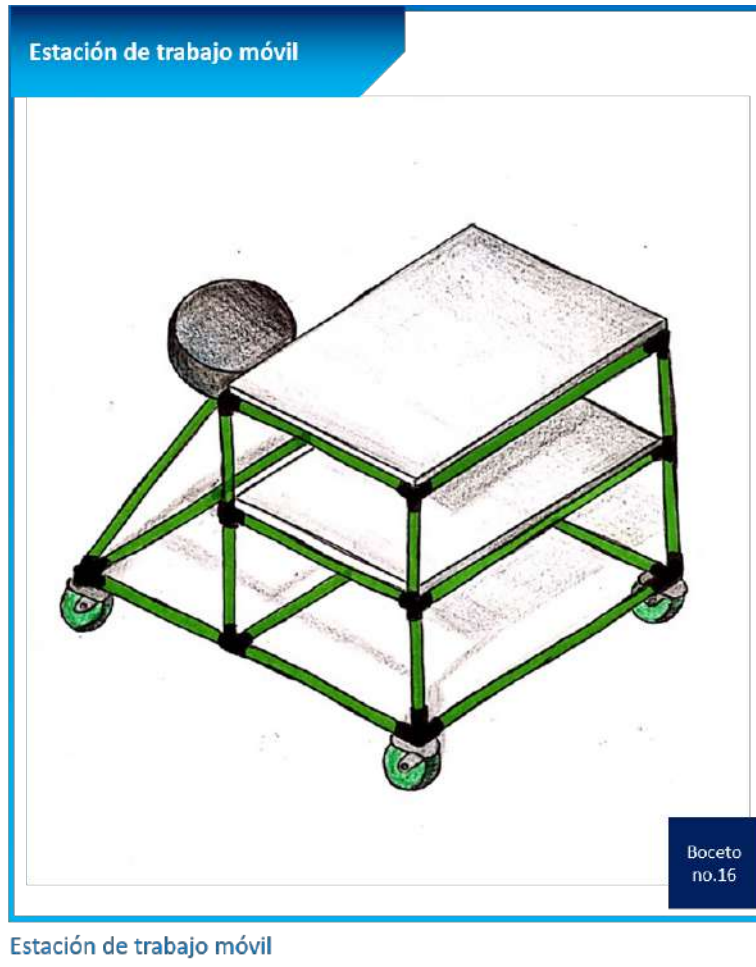
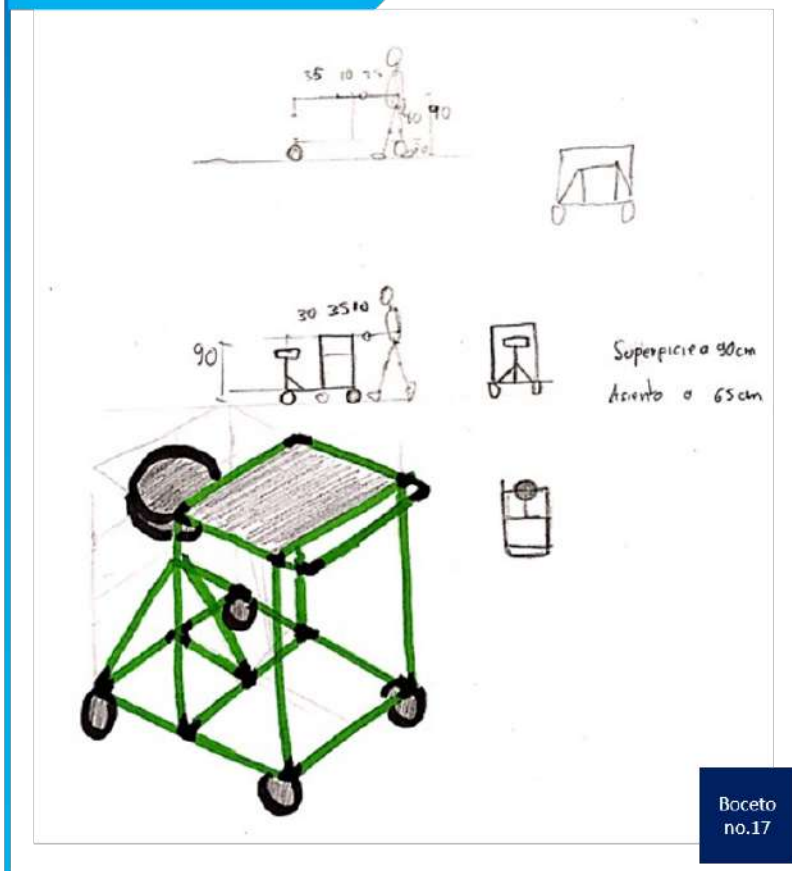


ILUSTRACIÓN 46 BOCETO 16.

Se desarrolló este concepto buscando que el usuario pueda realizar operaciones de almacén, de una manera más rápida y cómoda teniendo donde apoyarse, colocar su laptop o papeles, donde colocar material dañado o muestras que pueda tomar y donde sentarse.

Se tomó la decisión de omitir la premisa de implementar una mejora al sistema de dirección de traslado, ya que, como el usuario “entra” al rack, podría lastimarse o estorbarse con el mecanismo (decisión tomada después de la plática con la empresa).

## Estación de trabajo móvil

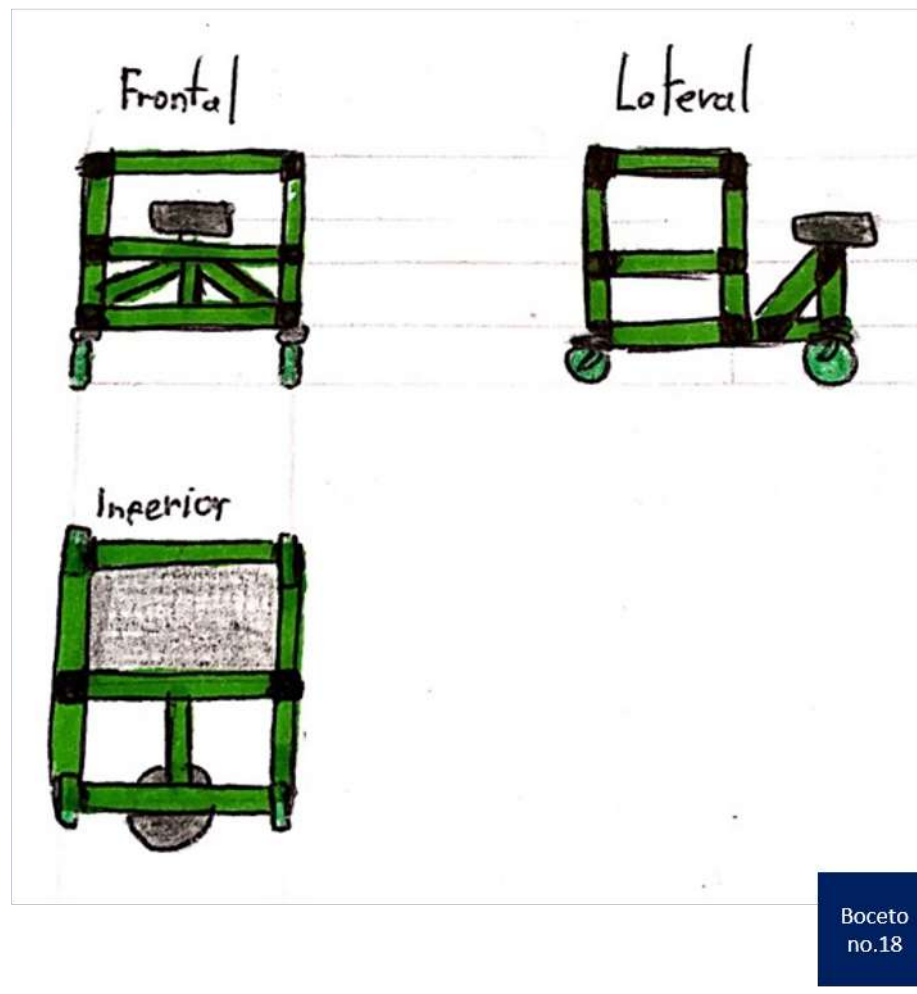


Alturas y primeras dimensiones

ILUSTRACIÓN 47 BOCETO 17.

El punto de partida son las medidas, se busca que la agarradera esté a noventa cm de altura para que el usuario lo agarre y lo empuje sin agacharse. Para que el usuario pueda trabajar sobre una superficie también a noventa cm de pie o sentado. Se agrega un asiento a sesenta y cinco cm de altura. La distancia entre el centro del asiento y la superficie de trabajo es de treinta cm, longitud del codo a la palma de la mano aproximadamente.

## Estación de trabajo móvil



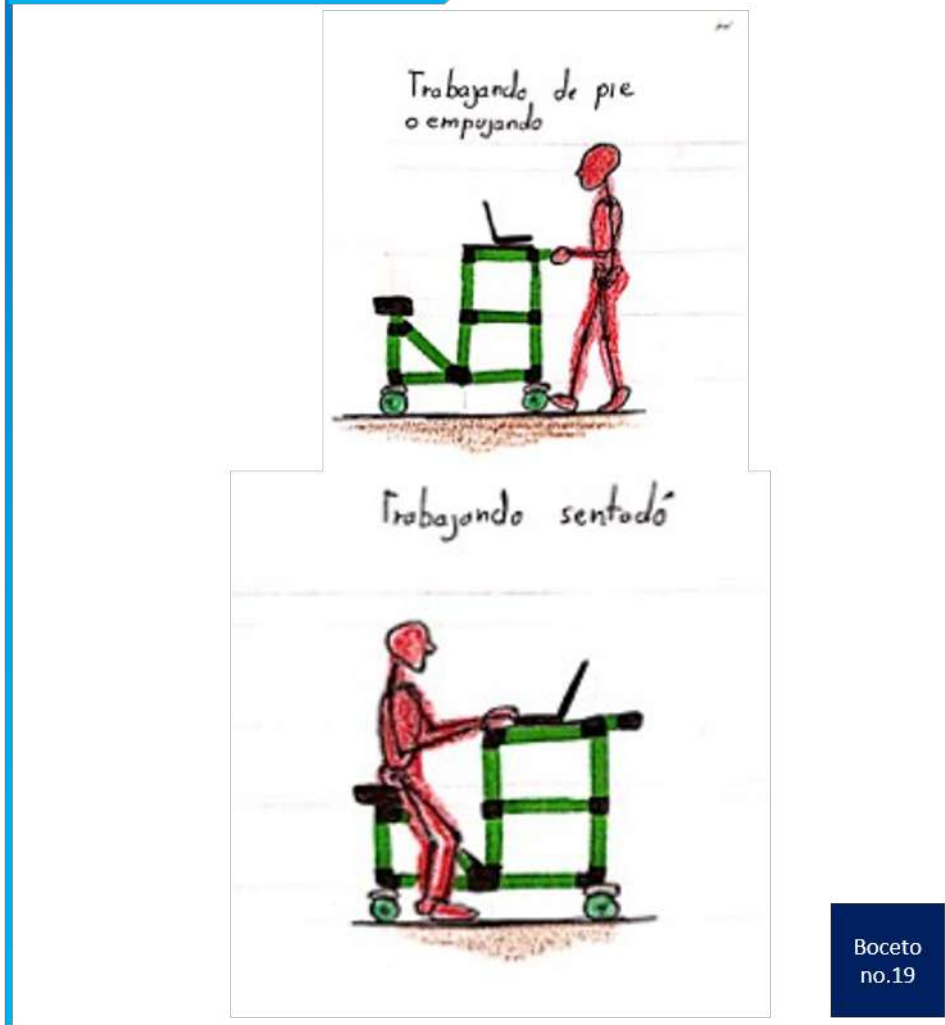
Vistas

ILUSTRACIÓN 48 BOCETO 18.

El asiento debe contar con tres o cuatro tubos de soporte para resistir el peso y resistir algún posible movimiento de palanca.

Los cuatro tubos que soportan a la superficie deben llevar un refuerzo para tener mayor resistencia, este refuerzo puede aprovecharse para ser una segunda superficie para poder colocar algunos otros objetos o material.

## Estación de trabajo móvil



Diagramas de uso y referencia humana

ILUSTRACIÓN 49 BOCETO 19.

Se tomaron en cuenta el percentil cinco de mujeres trabajadoras de la industria de entre dieciocho y sesenta y cinco años para estimar las alturas y el percentil noventa y cinco de hombres trabajadores de la industria de entre dieciocho y sesenta y cinco años para estimar la separación entre el asiento y la superficie de trabajo para que pueda ser utilizado correcta y cómodamente por la mayoría de trabajadores.

## Estación de trabajo móvil



Agarradera

ILUSTRACIÓN 50 BOCETO 20.

La agarradera se une a la superficie para que puedan estar a la misma altura.

Se tomó en cuenta también la altura de la agarradera de los carritos de supermercado para determinar que fuera a noventa centímetros.

La superficie es de aluminio compuesto que entra a presión entre los tubos verticales y se apoya sobre los horizontales (más adelante se muestra).

La superficie inferior (la agregada al refuerzo) es una bandeja para que no vaya a caerse algún objeto o material al momento de que el carrito es empujado, ya que muchas veces estos objetos son tornillos o piezas que podrían rodar.

La superficie es lisa, sin bandeja, debido a que la variante de alturas podría lastimar al usuario o incluso podría cortarlo.



## Modelo

El desarrollo condujo a este modelo el cual cuenta con una estética simple que hace notar funcionalidad por encima de cualquier otra cosa, también lo hace ver intuitivo. A este modelo todavía se le pueden agregar o cambiar cosas dependiendo de la segunda validación.

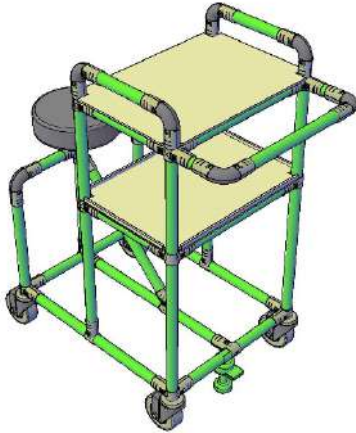


ILUSTRACIÓN 51 MODELO 1 DE FRENTE.

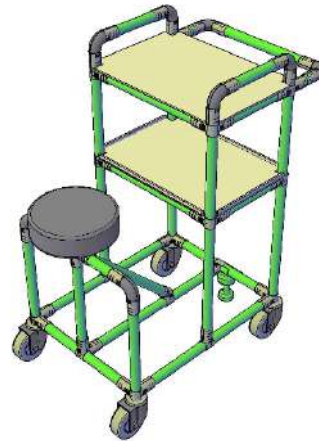


ILUSTRACIÓN 52 MODELO 1 DESDE ATRÁS.

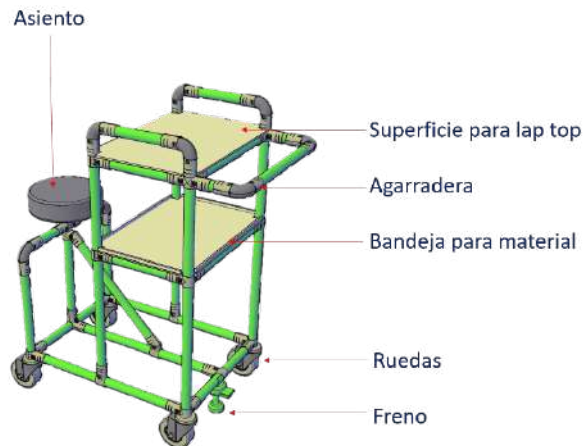


ILUSTRACIÓN 53 MODELO 1, PARTES.

Las dimensiones totales de la estación de trabajo móvil son:

- Alto: 100 cm.
- Largo: 92 cm.
- Fondo: 50 cm.

## Despiece

La estación de trabajo móvil cuenta con un total de sesenta y dos piezas y doce tipos de piezas las cuales se muestran en la siguiente tabla.













| PIEZA            | CANTIDAD | MATERIAL                        | IMÁGEN  |
|------------------|----------|---------------------------------|---|
| Tubo             | 27       | Acero recubierto de resina ABS  |    |
| Superficie       | 1        | Aluminio compuesto              |    |
| Bandeja          | 1        | Aluminio compuesto              |    |
| Asiento          | 1        | Hule espuma recubierto de vinil |    |
| HJ-1             | 3        | Acero pintado                   |    |
| HJ-2             | 10       | Acero pintado                   |  |
| HJ-3             | 2        | Acero pintado                   |  |
| HJ-4             | 1        | Acero pintado                   |  |
| HJ-7A            | 2        | Acero pintado                   |  |
| HJ-16            | 8        | Acero pintado                   |  |
| Rueda JC-S30S-PU | 4        | Acero y resina ABS              |  |
| Freno MT5148     | 1        | Acero y resina ABS              |  |

TABLA 21 DESPIECE DEL MODELO 1.

A continuación se muestran algunos renders de la propuesta.



*ILUSTRACIÓN 54 RENDER 1.*



*ILUSTRACIÓN 56 RENDER 3.*



*ILUSTRACIÓN 55 RENDER 2.*



*ILUSTRACIÓN 57 RENDER 4.*

## **Modelo físico**

El propósito de realizar este primer modelo es, principalmente, la validación ergonómica, para poder definir las alturas y las correctas dimensiones que tengan que ver con la relación objeto usuario. Para ello se construyó un modelo con tubos de PVC, para poder simular sus dimensiones, probar y comprobar si realmente están bien las alturas, la distancia del banco a la superficie de trabajo y que tanto estorba la estructura que une la estación con el banco a la hora de sentarse, trabajar y levantarse.

Se construyó cortando tubos de PVC a las medidas necesarias y uniéndolos con dos tipos de uniones, también de PVC. Los tubos se unieron ensamblándose por presión con las uniones. No se representó la estación en su totalidad, fueron omitidas las superficies y las ruedas, ya que lo que se buscaba conocer, eran las alturas de las dos superficies (la de trabajo y la bandeja para contener materiales), del banco y la distancia entre estos. Para saber la altura del banco se utilizó un banco para batería, ya que se puede ajustar a distintas alturas. El banco solo se debía de colocar a distintas distancias para hacer las pruebas.

El modelo fue construido de esta forma debido a que los tubos son rápidos de cortar y para que, en caso de ser necesario, pudiesen cortarse a la hora de estar haciendo pruebas para poder comprobar algo con más rapidez.

Una vez hechas las pruebas y habiendo sacado los percentiles de las medidas necesarias de los posibles usuarios, durante la validación ergonómica, se designaron las alturas y distancias adecuadas, las cuales se mostrarán en el siguiente capítulo. Sin embargo surgió la duda de si se omite el banco o se deja como parte de la estación de trabajo. Esta duda surge del señalamiento de que los usuarios podrían trabajar de manera menos eficiente al estar sentados, y es otro punto a tratar en la validación de mercado.

## 14 SEGUNDA VALIDACIÓN (ANTROPOMÉTRICA)

Para esta validación se tomó en cuenta el factor antropométrico. Se realizaron pruebas de alturas y distancias con el modelo físico y además se utilizaron las medidas tomadas de 5 trabajadores de la empresa CAZVI y se vaciaron en la siguiente tabla (cm).

| Persona | Sexo | Estatura | Altura piso-codo | Altura trocánter mayor. | Distancia codo-mano | Distancia nalga-rodilla | Anchura cadera sentado | Altura de ojo |
|---------|------|----------|------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---------------|
| 1       | F    | 158      | 93               | 92                      | 43                  | 55                      | 38                     | 148           |
| 2       | F    | 165      | 98               | 96                      | 45                  | 57                      | 35                     | 155           |
| 3       | F    | 171      | 101              | 100                     | 46                  | 61                      | 35                     | 160           |
| 4       | F    | 160      | 96               | 92                      | 44                  | 56                      | 36                     | 151           |
| 5       | M    | 170      | 100              | 99                      | 46                  | 60                      | 38                     | 160           |

TABLA 22 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL USUARIO.

Una vez vaciadas estas medidas en la tabla se obtuvieron los percentiles utilizando las tablas, brindadas por el Laboratorio de Ergonomía de la Facultad del Hábitat

El percentil a partir del cual se basó la estimación de las alturas, es el de altura piso-codo, por ser la medida adecuada, para colocar la superficie de trabajo. A partir de esta superficie, se determinó la altura de las demás superficies, en base a las diferentes estaturas.

Se eligió el percentil 25, correspondiente a la persona más alta, quien mide 95.4cm., permitiendo que esta altura no obligue a los usuarios más altos a agacharse para trabajar.

## 15 TERCERA VALIDACIÓN (MERCADO Y DE USO)

Se realizó una tercera validación y una investigación de campo, para confirmar qué sería realmente útil y/o para encontrar que mejoras se le podían hacer a la estación de trabajo. La validación consistió en observar a los trabajadores desempeñando sus funciones, entrevistas y pláticas con posibles usuarios y compradores. Esto fue en una empresa que de antemano se sabía le podría interesar una estación de trabajo como la que se plantea en este proyecto. La empresa es Corporativo Industrial CAZVI S.A. de C.V. Empresa pionera en el giro de almacenamiento y logística en el estado de San Luis Potosí, proveedora de empresas automotrices y de autopartes y metalmecánica, certificada por ISO 9001 y NEC y que cuenta con altos estándares de calidad y mejora continua. Las actividades que realiza la empresa, en las cuales está pensado que la estación de trabajo móvil podría servir, son las de:

1. *Recibo de material:* durante esta actividad, se descarga el material del tráiler u otro transporte, con montacargas o a mano (solo en el caso de que venga a granel) y se coloca en el área de recibo, se ingresa a la base de datos de la empresa mediante escáneres, o ingresando su número de serie en una laptop para poder imprimir un nuevo número de serie, se pega este número de serie en el material y finalmente, es llevado con el montacargas a la ubicación que el sistema asigna.
2. *Embarque de material:* Durante esta actividad, se ubica en el almacén el material que el cliente requiere, y se mueve con el montacargas al área de embarque, se elimina de la base de datos escaneándolo nuevamente, o ingresando su número de serie y posteriormente, se carga con ayuda del montacargas, en el transporte en el cual se enviará al cliente.
3. *Inventarios y conteos cíclicos:* En estas actividades, se hace un conteo de material y se comprueba que se encuentre en su ubicación correcta, esto puede ser una muestra aleatoria, en caso de los conteos cíclicos, o el requerido por el cliente, en caso del inventario. Durante la actividad, el trabajador debe de escanear o introducir al sistema, los números de serie de los materiales requeridos, para comprobar su existencia y ubicación.

En cualquier caso, dentro estas tres actividades, la estación de trabajo se introduciría durante las operaciones de escaneo e ingreso de los números de serie al sistema, ya que es donde se presentan algunos problemas.

Las entrevistas se realizaron de manera semi-informal platicando con las personas. Se comenzó por entrevistar a uno de los directores de la empresa y al administrador general, quienes encontraron útil la estación de trabajo. Sin embargo, opinaron que sería mejor omitir el asiento, ya que consideraron que es innecesario, debido a que los trabajadores que realizan estas operaciones no les

da tiempo para sentarse, porque se encuentran caminando entre los pasillos del almacén la mayor parte del tiempo que dura la operación y sentarse podría ser contraproducente, ya que al escanear los materiales tienen que acercarse mucho a él, además de que en ocasiones, se tienen que encucillar, o estirar debido a las distintas alturas que se encuentran las etiquetas con números de serie (esa altura depende del tamaño de la caja que contiene el material y de donde hayan colocado la etiqueta). En algunos casos es necesario levantar a los trabajadores con un montacargas para que alcancen a escanear ciertos materiales que se encuentran en las partes altas de los racks.

En cuanto a la estación de trabajo, coincidieron al mencionar que sería necesario agregar la función de contener otros elementos, como una batería llamada “No break”, para poder conectar a ella el demás equipo. Otro aparato necesario, es una impresora de etiquetas y una laptop con su escáner, para reducir el riesgo de que se caigan y/o dañen. Finalmente comentaron que sería útil pero no indispensable, que se pueda transportar la estación con un montacargas. En relación al último punto señalaron una jaula, que es con la que elevan a los trabajadores para escanear las etiquetas de las partes altas, para aportar una idea de cómo podría llevarla el montacargas (sin elevarla más de lo necesario para que no arrastre).



*ILUSTRACIÓN 58 JAULA. FOTO TOMADA EN CORPORATIVO INDUSTRIAL CAZVI.*



*ILUSTRACIÓN 59 USUARIO ELEVADO EN LA JAULA. FOTO TOMADA EN CORPORATIVO INDUSTRIAL CAZVI.*



*ILUSTRACIÓN 60 USUARIO ELEVADO EN LA JAULA REALIZANDO INVENTARIO. FOTO TOMADA EN CORPORATIVO INDUSTRIAL CAZVI.*

Después se entrevistó a una supervisora y a una trabajadora de conteos cíclicos, para saber su opinión sobre qué problemas encontraban a la hora de realizar inventarios y operaciones de recibo y embarque, en base a su experiencia.

Las entrevistadas comentaron que una vez usaron algo parecido a la estación de trabajo propuesta en este proyecto, pero que se sentían más cómodos llevando la laptop recargada en su antebrazo y el escáner en la otra mano, por la movilidad que esto les permite, ya que a veces hay que meterse entre estibas de cajas.

Comentaron también, que los escáneres son alámbricos, y es necesario que estén conectados a la laptop y que cuando no se puede escanear algún material, tienen que ingresarlo tecleando su número en la computadora, por lo que tenían que traerla en la mano. Coincidieron en algunos puntos con el director y el

administrador general, al mencionar que sería muy útil otra estación de trabajo pero con diferentes características a la que anteriormente usaban, ya que a la hora de realizar las operaciones ocurrían los siguientes problemas:

1. Alta probabilidad de caída del equipo debido a que lo llevan todo en las manos.
2. No hay un punto medio para tomar o colocar material entre la oficina y el área de recibo o embarque.
3. Los trabajadores tienen que regresar a la oficina para imprimir los nuevos números de serie o fichas y volver para colocarlas en el material que fue asignado.
4. Algunas veces hay problemas con la señal de internet en los escáneres y las computadoras.

Al preguntar qué características les serviría que tuviera una nueva estación de trabajo para poder realizar las operaciones que abarcan desde ingresar los números de serie hasta dejar listo el material para que sea acomodado en su ubicación o cargado en el transporte (en caso de que se trate de un embarque) y realizar inventarios, contestaron lo siguiente.

¿Qué les serviría que contuviera?

- Impresora y papel
- No break (batería portátil)
- Laptop
- Escáner
- Antena que reciba WiFi
- Tableta industrial (en lugar del escáner)

¿Cómo les sería útil?

- Que se pueda llevar para inventarios, operaciones de recibo y embarque.
- Que puedan mover la estación.
- Que el usuario no tenga que ir a la oficina a imprimir.
- Que pueda realizar toda la operación en un radio cercano a la estación de trabajo.
- Que se pueda desconectar la laptop y el escáner de la estación para meterse entre las cajas y volverlos a conectar a la estación fácilmente.
- Que se pueda llevar con montacargas.
- Que se pueda instalar una antena (no hay problema con cables porque la antena es USB y se conecta a la laptop)\*.

Posteriormente hubo una plática con el ingeniero de sistemas de la empresa, para saber qué tan viable es portar estos aparatos conectados a un “no break”, a lo que



también respondió, que ya hubo un prototipo de este tipo de estación fallido, al cual no se le dio continuidad. A continuación las causas del fracaso del prototipo.

¿Por qué falló?

- No lo quisieron usar porque les pareció impráctico.
- Tenía dimensiones muy grandes.
- El “No break” no aguantó la impresora (si aguantaba al escáner y la laptop).
- Había entonces que conectarla con una extensión.
- Se hizo con computadora de escritorio.
- Los usuarios preferían usar una laptop para poder desconectarla y caminar entre las cajas con el escáner.
- Se implementó un escáner inalámbrico pero se perdía la señal.
- Hubo un presupuesto muy bajo y fue construido con equipo sobrante de las oficinas.

También comentó que hay muchos aparatos que dejan de funcionar o comienzan a presentar fallas debido a las vibraciones, caídas y posibles malos usos que se les dan a la hora de ser transportados por los usuarios. Mencionó que propuso el uso de tabletas electrónicas industriales que tienen las mismas funciones que la laptop y que además cuentan con cámara y escáner. Finalmente comentó que el problema de la señal podría resolverse usando una antena que se conecta vía USB con la computadora.



**ILUSTRACIÓN 61**  
**APARATOS**  
**DESCOMPUESTOS.**



**ILUSTRACIÓN 62**  
**ANTENA USB.**



**ILUSTRACIÓN 63**  
**ESCÁNER.**



**ILUSTRACIÓN 64**  
**ESCÁNER POR ATRÁS**



**ILUSTRACIÓN 65 NO BREAK.**



**ILUSTRACIÓN 66 ANTENA DE WIFI**  
**COLOCADA.**



**ILUSTRACIÓN 67 ANTENAS DE WIFI.**

## 16 ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD

Se analizó la operación de recibo de material, ya que es la más compleja y la que cuenta con más actividades. Las otras dos operaciones (embarque e inventarios) cuentan con menor cantidad de actividades, además estas mismas actividades pueden encontrarse dentro del diagrama de flujo de la operación de recibo. La empresa proporcionó y dio autorización de mostrar el diagrama de flujo con definiciones de cada operación para poder señalar las actividades en las cuales se presentan los problemas descritos previamente.

Una vez comprendido el diagrama y habiendo platicado con el personal sobre los pasos en los que puede intervenir la estación de trabajo, el diagrama se marcó con color rojo en las actividades en las que se detectaron los problemas y que puede intervenir la estación de trabajo. En verde se muestran las actividades en las que no hay problemas.

### *Definiciones*

- *Coop: software para control de inventarios.*
- *Material (es) o mercancía: materia prima, producto terminado u otros materiales propiedad del Cliente que envía a Cazvi para su almacenamiento.*
- *Materiales o mercancía de comercio exterior: materiales de importación que llegan directamente de una aduana a Cazvi o materiales que directamente de Cazvi se embarcan hacia otro país, para su exportación.*
- *Materiales nacionales: materiales que llegan a Cazvi de la planta de un proveedor de nuestro Cliente, ubicado dentro del país.*
- *Materiales locales: materiales que viajan entre Cazvi y la planta de nuestro Cliente.*

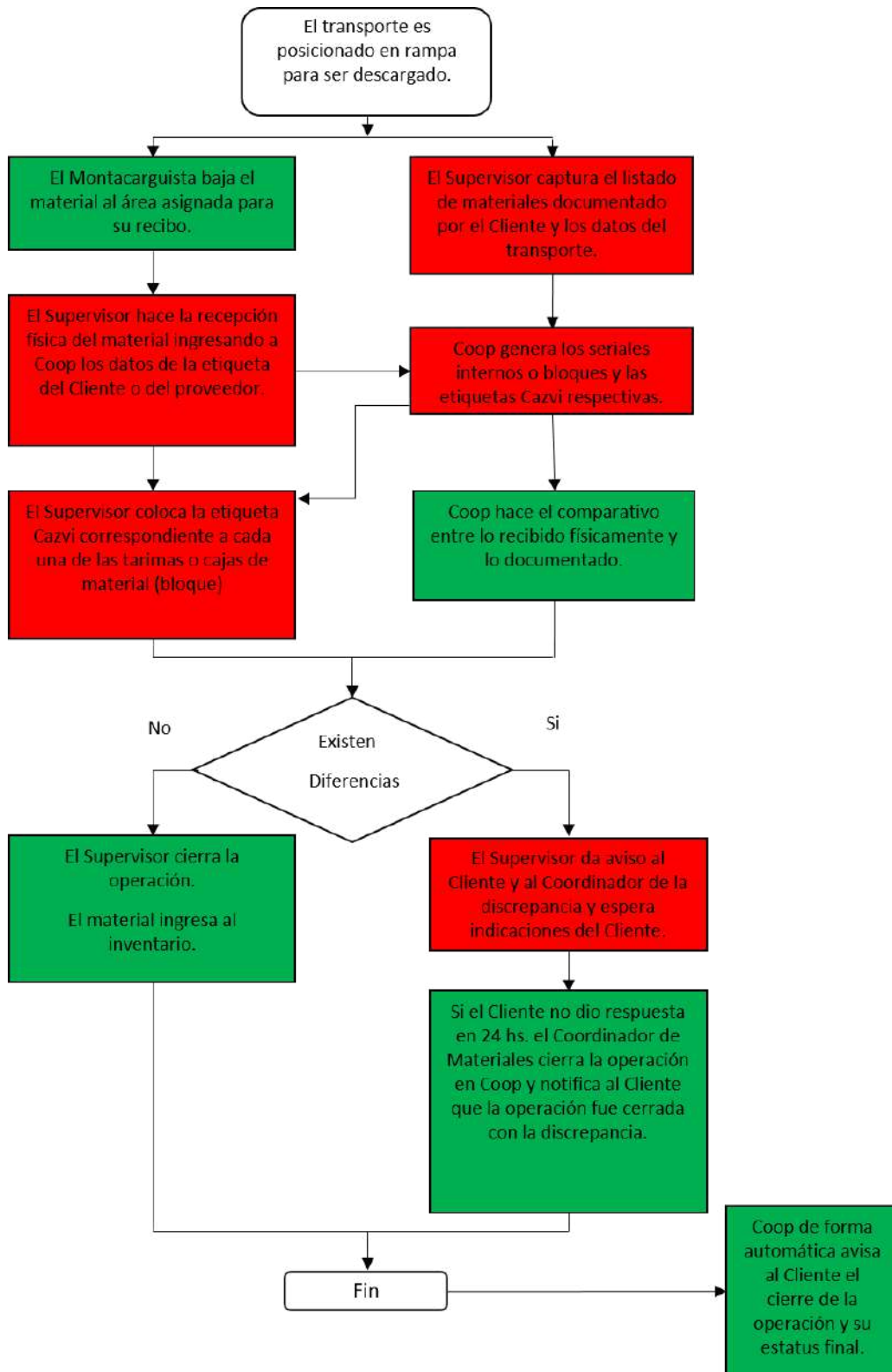


ILUSTRACIÓN 68 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ACTIVIDAD DE RECIBO DE MATERIAL. BRINDADO POR CAZVI.

Una vez que se conocieron las actividades del diagrama de flujo en las que se presentan los problemas, se ilustraron todos los movimientos que se realizan, a su vez mediante diagramas de flujo de elaboración propia, para que se pueda comprender mejor en cuales se presentan más problemas, y como poder solucionarlos. Para poder explicar esto de una mejor manera, se realizaron observaciones e incluso hubo participación durante algunos procesos de recibo de material durante la visita a la empresa.

A continuación se muestra un diagrama nuevo para cada paso del diagrama de flujo brindado por la empresa, observaciones acerca de cada actividad, los problemas que se detectaron y oportunidades que podrían solucionar esos problemas.

El supervisor captura el listado de materiales documentados por el cliente y los datos del transporte.

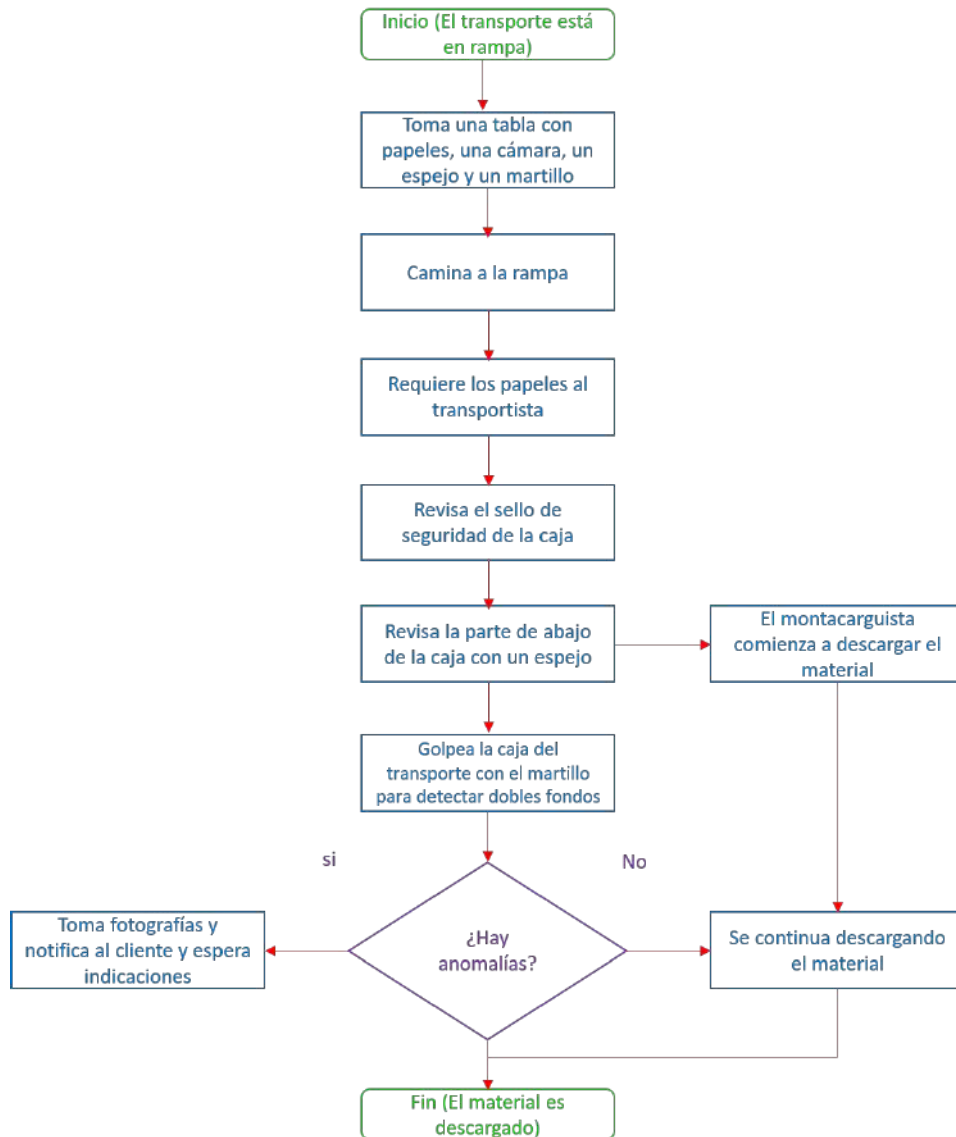


ILUSTRACIÓN 69 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD 1. ELABORACIÓN PROPIA.

Observaciones:

- El supervisor realiza las revisiones al transporte que viene de frontera para cumplir con C-TPAT/NEEC/OEA que son asociaciones de aduanas contra el terrorismo que aplica en empresas cuyo inventario cruza aduanas.
- Durante estas revisiones el supervisor debe verificar que la caja del transporte no esté intervenida por lo que la golpea con un martillo mientras camina alrededor de ella para detectar si hay espacios huecos. Después camina, ahora con un espejo, para revisar que no hay nada extraño en la parte de debajo de la caja.
- El supervisor espera a que el montacarguista termine de bajar el material y supervisa la operación.
- Por lo general van a regresar el martillo y el espejo a la oficina mientras el montacarguista ubica el material en el área de recibo.

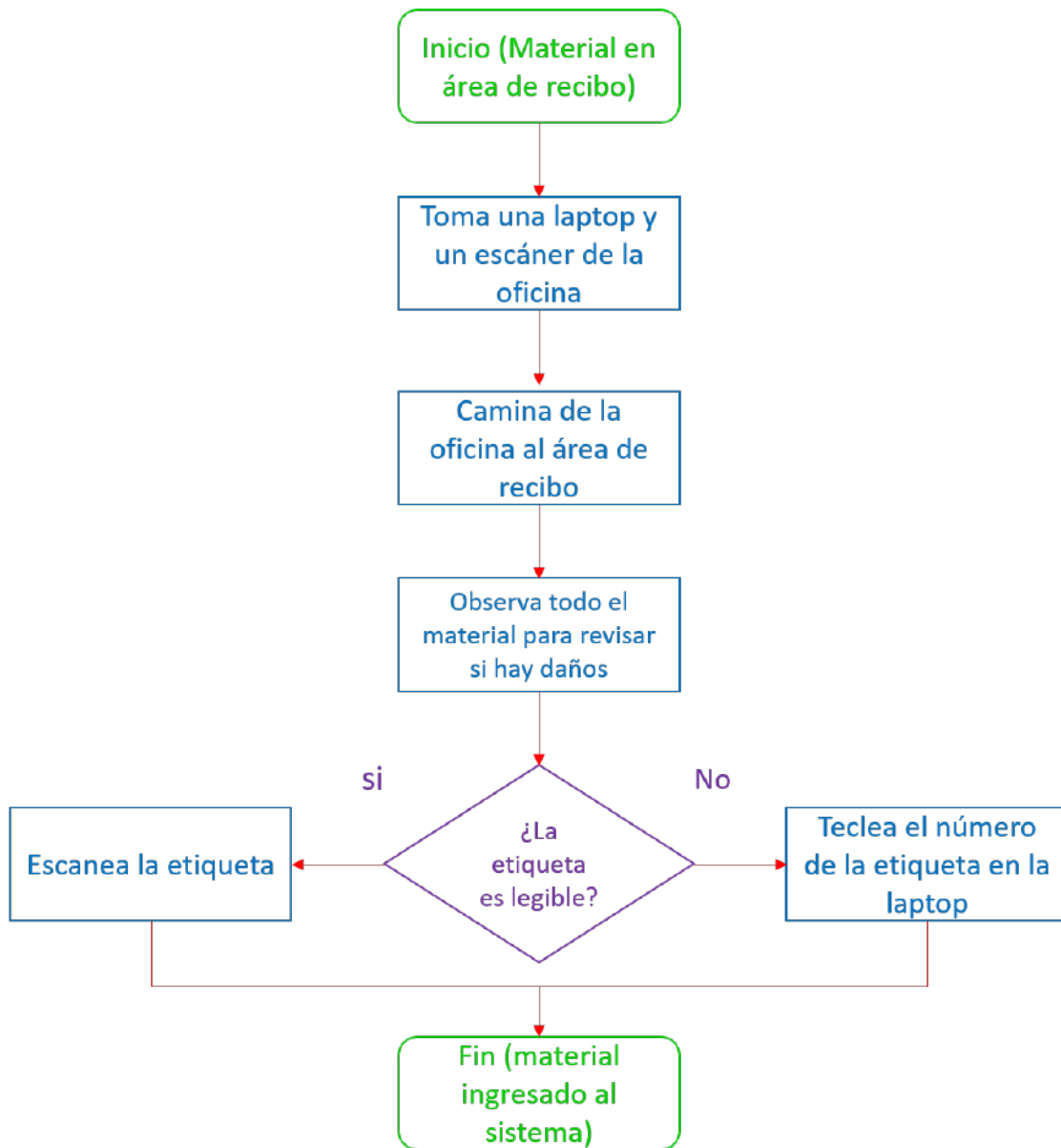
Problemas detectados:

- Ir y venir de la oficina a la rampa por las herramientas.

Oportunidades:

- Un lugar para guardar el martillo y el espejo.

*El supervisor hace la recepción física del material ingresando a Coop los datos de la etiqueta del cliente o del proveedor.*



*ILUSTRACIÓN 70 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD 2. ELABORACIÓN PROPIA.*

Observaciones:

- El supervisor coloca la laptop en su antebrazo y agarra el escáner con la otra mano.
- El escáner es alámbrico y va conectado vía wi-fi a la laptop.
- El supervisor camina y se mete entre las cajas por espacios muy estrechos para poder escanear algunas etiquetas.
- Para teclear los números en la laptop, el supervisor sostiene el escáner entre el brazo y el cuerpo.

Problemas detectados:

- Hay probabilidad de que se les caiga la laptop o el escáner.
- Algunas veces se pierde la señal de internet.
- Algunas veces tienen que agacharse o estirarse mucho para alcanzar las etiquetas.
- Algunas veces se agota la batería del equipo.

Oportunidades:

- Que haya una antena más cerca de ellos.
- Que pudieran contar con una pequeña escalera para alcanzar ciertas etiquetas.
- Que tengan donde colocar el equipo durante los traslados.
- Que tengan una fuente eléctrica cercana para cargar el equipo.



Coop genera los seriales internos o bloques y las etiquetas Cazvi respectivas.

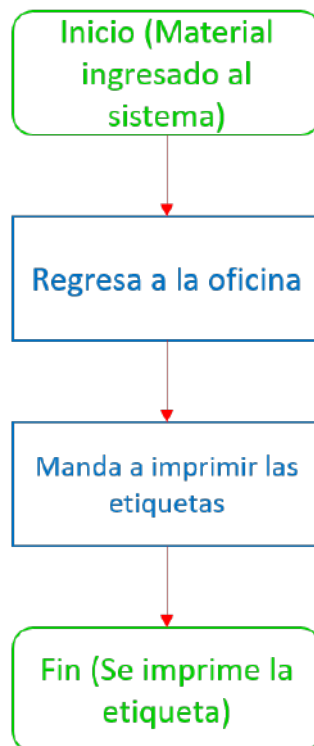


ILUSTRACIÓN 71 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD 3. ELABORACIÓN PROPIA.

Observaciones:

- La oficina cuenta con una impresora para cada operación (recibo y embarque).
- Los supervisores tienen que revisar si no se está imprimiendo otra cosa antes de mandar a imprimir las tarjetas.

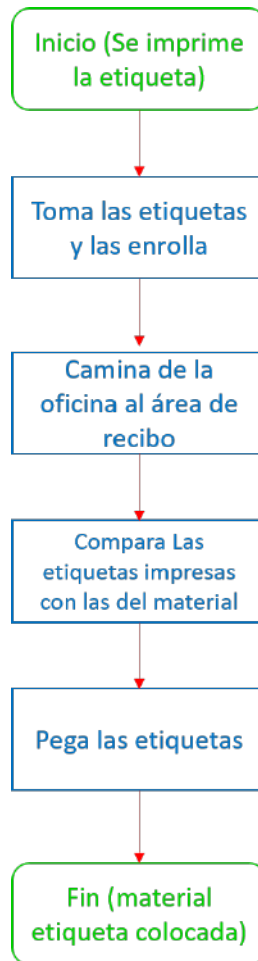
Problemas detectados:

- Los recorridos del área de recibo a la oficina.
- El riesgo de caída del equipo (laptop y escáner) por transportarlo en la mano durante los trayectos.

Oportunidades:

- Que tengan donde colocar el equipo durante los traslados.
- Que pudieran llevar una impresora al área de recibo.

*El supervisor coloca la etiqueta Cazvi correspondiente a cada una de las tarimas o cajas de material (bloque).*



*ILUSTRACIÓN 72 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD 4. ELABORACIÓN PROPIA.*

Observaciones:

- El supervisor deja el equipo en la oficina y ahora solo lleva las etiquetas

Problemas detectados:

- Los recorridos de la oficina al área de recibo.
- A veces se tienen que estirar mucho o subirse a algo para alcanzar algunas cajas con material y pegar la etiqueta.

Oportunidades:

- Que pudieran contar con una pequeña escalera para alcanzar ciertas etiquetas.

El supervisor da aviso al cliente y al coordinador de la discrepancia y espera indicaciones del cliente.

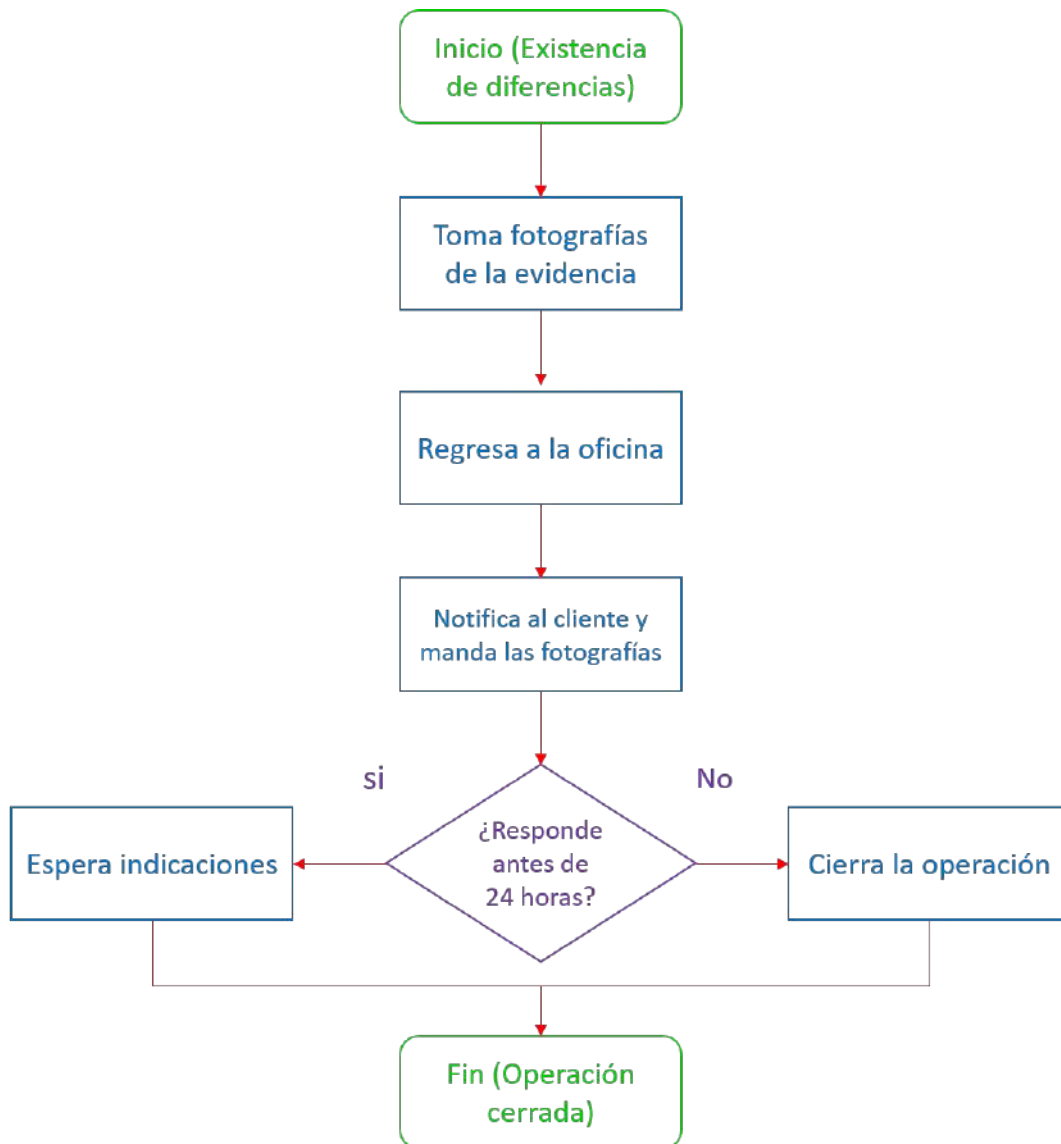


ILUSTRACIÓN 73 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD 5. ELABORACIÓN PROPIA.

#### Observaciones:

- Después de fotografiar el material dañado o sobrante se le envía un correo al cliente para darle aviso.
- Para mandar el correo regresan a la oficina a mandarlo desde ahí.
- A veces la cámara la dejan en la oficina y solo van por ella cuando es necesaria.

#### Problemas detectados:

- Los recorridos de la oficina al área de recibo.
- Se les hace más fácil ir a la oficina a mandar el correo debido a que es más cómodo ahí.

#### Oportunidades:

- Que puedan tener la cámara cerca.
- Que tengan donde poder poner la laptop para mandar el correo.
- Que tengan buena señal para poder mandar el correo.

El motivo por el cual se tomó la decisión de analizar esta operación, es porque según la experiencia adquirida durante visitas a otras empresas, pláticas y en sus anteriores trabajos, el director, el administrador general y algunos trabajadores de CAZVI coinciden en que la mayoría de empresas en la zona industrial sigue estos pasos, bajo las mismas condiciones, no necesariamente en el mismo orden, cantidad u objetivos, pero si se realizan este tipo de actividades para hacer sus inventarios, conteos cíclicos, recibos o embarques.

### **Espacio físico, recorridos y tiempos**

El espacio físico donde se realiza la actividad, es dentro de las bodegas. Estas se intercomunican en su interior, mediante puertas, por las que, el personal puede pasar de una bodega a otra sin necesidad de salir de ellas. Cada una tiene su oficina, acceso, rampa, veintiún anaqueles con cincuenta ubicaciones cada uno, para colocar el material, un área de recibo de material y otra de embarque. Las áreas de recibo y embarque, se encuentran contiguas a los accesos de las rampas, y son espacios delimitados en el suelo, para coloca el material que se descargó del transporte del cliente, o bien, que se trajo del propio almacén para ser embarcado.

El material se descarga y se coloca en el área de recibo de la bodega que el coordinador indique. Por lo que el área en la que se realiza la actividad, no es siempre la misma, entonces, las distancias y tiempos de los recorridos del trabajador, varían.

A continuación se muestra un layout de la distribución de las bodegas.



ILUSTRACIÓN 74 LAY OUT DE DISTRIBUCIÓN DE BODEGAS. BRINDADO POR CAZVI.

Las oficinas de almacén, de donde parten los trabajadores para realizar sus actividades, se encuentran en las bodegas cinco y seis, que son las que se encuentran en la mitad del camino entre las bodegas uno y ocho. Las otras oficinas (en las que se realizan otras actividades), accesos, intercomunicación entre bodegas y áreas de recibo y embarque se muestran en el siguiente esquema

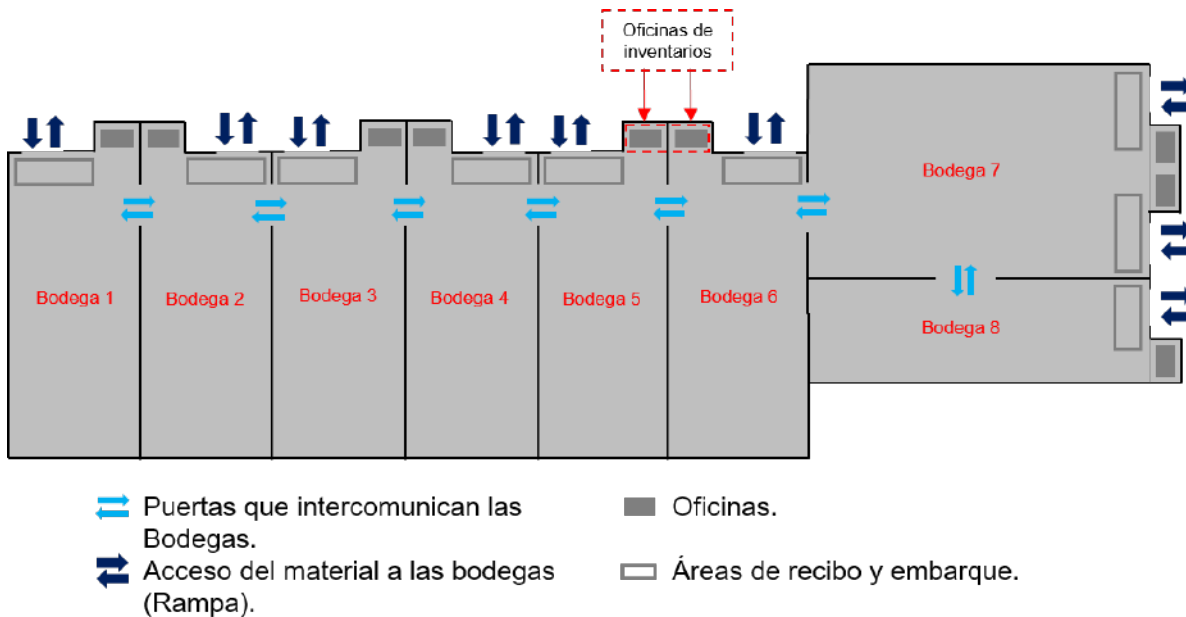
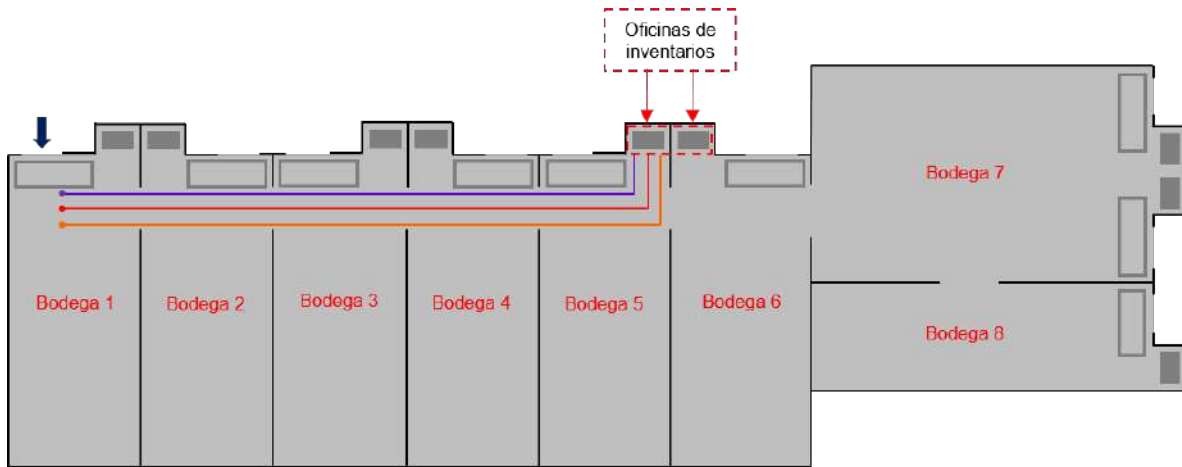


ILUSTRACIÓN 75 LAY OUT DE BODEGAS CON RAMPAS, OFICINAS Y ACCESOS. ELABORACIÓN PROPIA.

Ahora se muestran las trayectorias de los recorridos que los trabajadores realizan cuando llevan a cabo una operaciones de recibo en la bodega uno y otro en la ocho, que son las más alejadas de la oficina de inventarios.



- — Supervisa la descarga del transporte, ingresa al sistema los números de parte.  
Imprime etiquetas con la clave de identificación y coloca las etiquetas.
- — Informa al cliente si hay alguna discrepancia y cierra la operación.

Cada recorrido es de  
**100 metros de ida y  
100 de vuelta**

**4min – 6min.**

Tiempo total

**400m – 600m.**

Distancia total

*ILUSTRACIÓN 76 DIAGRAMA DE RECORRIDOS DURANTE LA ACTIVIDAD. ELABORACIÓN PROPIA.*

El tiempo que el trabajador tarda en cada operación, depende de la cantidad de material recibido, por lo que los tiempos que se tomaron, fueron los de los recorridos de los desplazamientos, de la oficina al área de recibo, en este caso, de la bodega uno.

Si no hay anomalías, y el trabajador lleva cargando el material necesario para las dos primeras actividades, pueden ahorrarse uno o dos recorridos, por lo que la distancia que camina para realizar una operación en la bodega uno, es de 400m a 600m. Y puede tardar de 4 a 6 minutos en recorrerlos, a un buen paso.

## Nuevos requisitos

En base a el análisis de la actividad hecho previamente, se hace el vaciado de las oportunidades encontradas para poder formular los nuevos requisitos que debe de cumplir la estación de trabajo.

Listado de oportunidades:

- Que haya un lugar para guardar el martillo y el espejo.
- Que haya una antena más cerca de ellos.
- Que pudieran contar con una pequeña escalera para alcanzar ciertas etiquetas.
- Que tengan donde colocar el equipo durante los traslados.
- Que tengan una fuente eléctrica cerca para cargar el equipo.
- Que pudieran llevar una impresora al área de recibo.
- Que puedan tener la cámara cerca.
- Que tengan donde poder poner la laptop para mandar correos al cliente.
- Que tengan buena señal para poder mandar el correo.

A partir de estas oportunidades, se define lo que la estación de trabajo debe contener y cómo se debe de usar, En la siguiente tabla se muestran los nuevos usos que debe de tener la estación de trabajo y lo que ahora debe contener.

| Nuevos usos  | Nuevos elementos a contener        |
|--|------------------------------------|
| Poder enchufarse a una toma de corriente eléctrica                     | Martillo para revisión C-TPAT/NEEC |
| Contener los nuevos elementos  | Espejo para revisión C-TPAT/NEEC   |
| Poder transmitir señal de wifi   | Laptop                             |
| Poder alimentar de energía eléctrica al equipo que contiene            | Escáner                            |
| Ser práctica y cómoda para trabajar en ella                            | Cámara fotográfica                 |
| Que se puedan conectar y desconectar fácilmente la laptop y el escáner | Batería "No break"                 |
| Que el material vaya seguro y fijo en ella mientras es trasladada      | Antena                             |
| Que sea adaptable para distintos tipos de equipos                      | Escalera                           |
|  | Impresora*                         |
|  | Extensión eléctrica                |

TABLA 23 NUEVOS USOS Y ELEMENTOS A CONTENER.

Ahora, se comparan los requisitos de uso y los elementos que deberá poder contener, obtenidos del análisis de la actividad, contra los sugeridos por los trabajadores de CAZVI para poder complementarlos y llegar a un mejor resultado. Para hacer la comparación, se muestran en una tabla los requisitos encontrados y los sugeridos. Se van eliminando los requisitos sugeridos, si ya están contemplados en la columna de los requisitos detectados durante el análisis de

actividad, o si ya están descritos en el capítulo de problema de diseño. La casilla del requisito o elemento que es eliminado se marca con azul.

| Requisitos de uso detectados   | Requisitos de uso sugeridos   |
|--|---|
| Poder enchufarse a una toma de corriente eléctrica                     | Que se pueda usar para inventarios, operaciones de recibo y embarque.     |
| Contener los nuevos elementos  | Que puedan mover la estación.   |
| Que reciba señal de wifi   | Que el usuario no tenga que ir a la oficina a imprimir.                   |
| Poder alimentar de energía eléctrica al equipo que contiene            | Que pueda realizar toda la operación en un radio cercano a la ET.         |
| Ser práctica y cómoda para trabajar en ella                            | Que se pueda desconectar y conectar la laptop y el escáner de la estación |
| Que se puedan conectar y desconectar fácilmente la laptop y el escáner | Que se pueda instalar una antena  |
| Que el material vaya seguro y fijo en ella mientras es trasladada      | Que se pueda llevar con montacargas.                                      |
| Que sea adaptable para distintos tipos de equipos                      |   |

TABLA 24 REQUISITOS DETECTADOS Y SUGERIDOS.

| Elementos a contener detectados    | Elementos a contener sugeridos             |
|------------------------------------|--|
| Martillo para revisión C-TPAT/NEEC | Impresora y papel                          |
| Espejo para revisión C-TPAT/NEEC   | No break (batería portátil)                |
| Laptop                             | Laptop                                     |
| Escáner                            | Escáner*                                   |
| Cámara fotográfica                 | Conexiones                                 |
| Batería "No break"                 | Antena*                                    |
| Antena                             | Tableta industrial (en lugar del escáner)* |
| Escalera                           | Extensión                                  |
| Impresora*                         |  |
| Extensión                          |  |

TABLA 25 ELEMENTOS A CONTENER DETECTADOS Y SUGERIDOS.

Como resultado de la comparación, el único requisito sugerido que no contemplan ni el problema de diseño ni el análisis de la actividad, es el de "poder ser transportada con el montacargas" por lo que será incluido en la lista de requisitos. En el caso de los elementos a contener, el elemento no contemplado es la tableta industrial, así que se agregó a la lista

### Jerarquización y viabilidad de los requisitos

Ahora que se tienen los requisitos establecidos, es necesario hacer una jerarquización, ya que existe la posibilidad de que algunos sean omitidos, dependiendo de la viabilidad técnica. La jerarquización se hace en función del uso y la viabilidad tiene que ver más con los elementos a contener, por lo que se hizo una relación uso-elemento contenido, para poder determinar las funciones, jerarquizaciones y finalmente establecer si son viables o no.



| Relación Uso-elemento contenido-función |  |   |                             |
|---|--|---|-----------------------------|
| jerarquía                               | Uso  | Elemento contenido  | Función                     |
| 1                                       | Contener los nuevos elementos  | Batería “no break”, impresora, laptop, escáner, antena, cámara y tableta industrial | Contener                    |
| 2                                       | Que sea adaptable para distintos tipos de equipos                      | Todo  | Conectividad                |
| 3                                       | Poder enchufarse a una toma de corriente eléctrica                     | Batería “no break”, extensión   | Conectividad                |
| 4                                       | Poder alimentar de energía eléctrica al equipo que contiene            | Batería “no break”  | Fuente de energía eléctrica |
| 5                                       | Que el material vaya seguro y fijo en ella mientras es trasladada      | Todo  | Contener                    |
| 6                                       | Que reciba señal de wifi   | Antena  | Transmisión de señal        |
| 7                                       | Que se puedan conectar y desconectar fácilmente la laptop y el escáner | (Conexiones), laptop, escáner   | Conectividad                |
| 8                                       | Ser práctica y cómoda para trabajar en ella                            | Laptop, (conexiones)  | Superficie de trabajo       |
| 9                                       | Que se pueda llevar con montacargas.                                   | Todo  | Movilidad                   |

TABLA 26 JERARQUIZACIÓN DE REQUISITOS.

Estos requisitos son indispensables para que la ETM sea útil realmente, sin embargo, el requisito de movilidad por medio de montacargas, fue descartado debido al riesgo que correría el equipo y la estación de trabajo en sí, en caso de que el montacargas llegara a golpearla con las uñas. Por lo que este requisito se cambió por otro, que es: “que la ETM quepa dentro de las jaulas usadas para elevar al personal”, o bien, que el área de la base de la ETM, no sea mayor al de una tarima” (ya estaba previsto que las dimensiones no sean mayores a las del marco de una puerta), para que la ETM pudiera fijarse a alguna tarima y después esta ser llevada por el montacargas. Sea como sea el caso, el elemento que fuera llevado por montacargas, por seguridad de la ETM, tendría que ser un accesorio externo a la ETM.

En cuanto a la viabilidad de los otros requisitos, se tuvo otra plática con el ingeniero de sistemas de CAZVI para saber qué tan compatibles podrían ser los aparatos que se piensa que contenga la ETM. Comentó que todos los aparatos pueden funcionar dependiendo de la calidad y precio de cada uno, que las baterías “no break” convencionales aguantan perfectamente las laptops, escáneres y las impresoras conectados, el problema surge al momento de imprimir, ya que, debido al amperaje que consumen las impresoras, la batería se descarga completamente en quince o veinte minutos (tiempo en el que la mayoría de las veces se imprimen todas las fichas necesarias). Dijo también, que hay baterías “no break” de precios más elevados, que resisten sin problemas el

consumo de amperes de la impresora durante las impresiones. En cuanto a las baterías utilizadas en CAZVI, resisten una impresión, lo que significa solo un proceso de recibo, debido a que la impresión de fichas es uno de los últimos pasos del proceso, por lo que tendrían forzosamente, que ser realimentadas después de cada impresión. Por último, comentó que las baterías tardan una hora en realimentarse aproximadamente.

Finalmente, al hacer la propuesta al director y al administrador general, comentaron que el equipo para revisiones de C-TPAT/NEEC y la escalera no deberían estar en la ETM, ya que es mejor, en caso del material de C-TPAT/NEEC, que se encuentre en un lugar específico, en donde se tenga un mayor control por parte de los coordinadores. La escalera, es mejor que no esté, porque se presta a que pudiera haber algún accidente, como caída del usuario o del equipo. Así que al final estos elementos serán omitidos y no se llevarán en la ETM.

## **Conclusiones**

Teniendo en cuenta que la operación de recibo, es la más compleja en CAZVI, que es una operación que trata de ingresar fichas y números de serie al sistema (inventarios, que es para lo que está pensada la ETM), y que hay otras operaciones con menos pasos, pero que también se realizan durante la operación de recibo; fue elegida para ser analizada, y así poder saber qué equipo debe de poder contener la ETM y cómo debe de ser usada. A partir de las observaciones y la participación en esta operación dentro de CAZVI, y de las pláticas con los operadores y el ingeniero de sistemas, se llegó a las siguientes conclusiones.

- La ETM contará con una extensión y espacio para todo el equipo mencionado anteriormente y dependerá ya del cliente, cual es el equipo que quiere poner.
- La batería es un apoyo, realmente se utilizaría para cargar el equipo en caso de que se encuentre con batería escasa, y para imprimir fichas o etiquetas.
- La estación contará con una extensión para poder estar conectada a una toma de corriente en caso de haber una cerca.
- La extensión sería corta (tres a cinco metros) para que no estorbe o entorpezca el tránsito, ya sea de personas o de vehículos.
- Tendrá un sistema de organización y distinción de cables con un poka-yoke para facilitar la correcta conexión y desconexión del equipo.
- Contará con un área de base no mayor a la de una tarima, para que posteriormente pueda tener un accesorio para ser transportada en montacargas.
- Ya no será necesario un sistema de anclaje entre ETMs y dirección en el cual todas las ruedas sigan su misma huella, ya que cada usuario usaría una ETM y la regresaría a su lugar.
- Ya no será necesario el banquito debido a que no se usaría realmente.
- Tendrá espacio para papel y algunos repuestos.

## 17 REPLANTEAMIENTO DEL CONCEPTO

### Validación de requisitos anteriores

Ahora que se tienen nuevos requisitos y que hubo algunos cambios en la ETM, es necesario evaluar si los requisitos propuestos durante el capítulo de problema de diseño, siguen siendo necesarios para el proyecto. Para ello, se presenta nuevamente el cuadro de requisitos mostrado en el brief pero con el sistema de semáforo donde los requisitos en verde se quedan y los requisitos de rojo ya no son necesarios.

| Requisitos   |  |  |                      |  |
|--|--|--|----------------------|--|
| De uso   | Técnicos                                 | Funcionales                                | Formales             |  |
| Que el usuario pueda jalarlo fácilmente                      | Que esté hecho de materiales resistentes | Que soporte cierto peso                    | Que sea indicativo   |  |
| Que el usuario pueda abastecerlo fácilmente                  | Que se produzca fácilmente               | Que sea resistente                         | Que sea estético     |  |
| Que el usuario pueda desabastecerlo fácilmente               |  | Que tenga sistema de dirección             | Que se vea confiable |  |
| Que el usuario pueda engancharlo y desengancharlo fácilmente |  | Que tenga sistema de freno                 |                      |  |
| Que el usuario pueda accionar el freno fácilmente            |  | Que tenga sistema de anclaje               |                      |  |
| Que el usuario no tenga que agacharse mucho                  |  | Que todas las ruedas sigan la misma huella |                      |  |
| Que el usuario no tenga que estirarse para alcanzar algo     |  |  |                      |  |
| Que el usuario pueda limpiarlo fácilmente                    |  | Que tenga superficie de trabajo            |                      |  |
| Que soporte malos usos (Dos personas subidas en él, choques) |  |  |                      |  |

TABLA 27 VALIDACIÓN DE REQUISITOS ANTERIORES.

Los requisitos que ya no son operantes después de las primeras tres validaciones, son los que tienen que ver con anclaje entre ETMs y dirección en el cual todas las ruedas sigan su misma huella, ya que, como se mencionó anteriormente, cada usuario usaría una ETM y la regresaría a su lugar.

## Nuevos requisitos, requerimientos y parámetros

Ahora se muestra una tabla con todos los requisitos, los primeros y los que se añaden.

| Requisitos  |  |  |                      |
|---|--|--|----------------------|
| De uso  | Técnicos                                 | Funcionales  | Formales             |
| Que el usuario pueda jalarlo fácilmente                                   | Que esté hecho de materiales resistentes | Que soporte cierto peso  | Que sea indicativo   |
| Que el usuario pueda abastecerlo fácilmente                               | Que se produzca fácilmente               | Que sea resistente   | Que sea estético     |
| Que el usuario pueda desabastecerlo fácilmente                            |  | Que tenga sistema de freno   | Que se vea confiable |
| Que el usuario pueda accionar el freno fácilmente                         |  | Que tenga superficie de trabajo  |                      |
| Que el usuario no tenga que agacharse mucho                               |  | Que puedan conectarse y alimentarse de energía eléctrica los aparatos que contenga |                      |
| Que el usuario no tenga que estirarse para alcanzar algo                  |  | Que pueda contener variantes del equipo necesario                                  |                      |
| Que el usuario pueda limpiarlo fácilmente                                 |  | Que reciba y retransmita la señal de wifi  |                      |
| Que el usuario pueda conectar y desconectar fácilmente todos los aparatos |  |  |                      |
| Que el usuario pueda trabajar en el fácilmente                            |  |  |                      |

TABLA 28 TODOS LOS REQUISITOS.

Una vez establecidos todos los requisitos necesarios para hacer el cambio de diseño, se muestra la siguiente tabla con los requerimientos y parámetros de los nuevos requisitos.

|             | <b>Requisitos</b>  | <b>Requerimientos</b>   | <b>Parámetros</b>  |
|-------------|--|---|--|
| De uso      | Que el usuario pueda conectar y desconectar fácilmente todos los aparatos          | Que cuente con un sistema de conexiones y extensión para conectarse a corriente   | Conductos por donde pasar los cables y salidas para cada uno con diferenciación con poka yoke  |
|             | Que el usuario pueda trabajar en el fácilmente                                     | Que la altura de la superficie de trabajo sea la ergonómicamente adecuada.  | Superficie de trabajo a una altura de 1m   |
|             | Que el usuario pueda conectar el equipo a la batería o a la toma de corriente      | Que se pueda hacer cambio de conexión de los cables del equipo a la batería o a la extensión que va a toma de corriente | Que los enchufes de la extensión estén al lado de los de la batería y cerca de la salida del conducto por el que se pasan los cables |
| Funcionales | Que puedan conectarse y alimentarse de energía eléctrica los aparatos que contenga | Que cuente con un sistema de conexiones y extensión para conectarse a corriente   | Conductos por donde pasar los cables y salidas para cada uno con diferenciación con poka yoke  |
|             | Que pueda contener variantes del equipo necesario                                  | Que pueda contener todo el equipo previsto y sea adaptable para variantes de tamaño en cada uno                         | Que cuente con dimensiones en las que quepa cualquier aparato.   |
|             | Que reciba y retransmita la señal de wifi  | Que pueda contener una antena   | La antena se conecta directamente a la laptop en la superficie   |

*TABLA 29 NUEVOS REQUISITOS, REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS.*

A partir de los requerimientos y los parámetros de los nuevos requisitos, se puede comenzar a rediseñar la ETM, para satisfacer las nuevas necesidades detectadas.

## Cuadro de lista de cambios en las especificaciones

Una vez descartados los requisitos innecesarios de la primera lista, y agregados los nuevos, se generó un cuadro con la lista de cambios de las especificaciones del proyecto a manera de conclusión, donde se muestra cada cambio, por qué se hizo el cambio y para qué se hizo.

| ¿Qué cambia?  | ¿Por qué cambia?  | ¿Para qué cambia?  |
|---|---|--|
| Se agregó elementos a contener  | Por las necesidades observadas y sugeridas para la realización de la actividad.                       | Para que el usuario pueda tener una estación de trabajo, que de señal, que brinde energía eléctrica y donde conectar y desconectar su equipo de trabajo. |
| Se agregó la función de conectividad  | Porque la actividad necesita de aparatos conectados a una fuente de energía eléctrica y entre sí.     | Para que el usuario pueda conectar y desconectar fácil, rápido y de manera correcta el equipo de trabajo.  |
| Se agregó función de fuente de energía eléctrica  | Porque la actividad necesita de aparatos conectados a una fuente de energía eléctrica.                | Para que se alimente eléctricamente el equipo de trabajo contenido en la ETM.  |
| Se agregó la función de transmisión de señal  | Porque los aparatos necesitan de internet para ingresar al sistema y a veces la señal no los alcanza. | Para que el equipo de trabajo tenga señal wifi y pueda funcionar correctamente.  |
| Se omitió el banquito   | Porque analizando la actividad se observó que no es necesario.  | Para evitar retrasos durante la actividad, material, procesos y costos extra.  |
| Se omitieron los sistemas de anclaje entre ETMs y dirección en el cual todas las ruedas sigan su misma huella | Porque no hay necesidad de llevar varias ETMs a la vez, y cada usuario llevaría la suya               | Para agilizar la producción y ahorrar material, procesos y costos extra.   |

TABLA 30 LISTA DE CAMBIOS 1.

Estos cambios se plantearon en los ajustes de diseño y fue a partir de ellos, que se generó una nueva propuesta de diseño con base en la ETM diseñada previamente.

## Material que la ETM debe contener

El material que la ETM debe contener y en los niveles que lo debe contener, se muestran en la siguiente imagen.



ILUSTRACIÓN 77 MATERIAL A CONTENER. IMÁGENES TOMADAS DE UN CATÁLOGO DE BEST BUY.

La laptop, escáner y antena, están en el tercer nivel, el más alto, porque es en el que más interacción tendrá el usuario. La impresora se encuentra en el segundo nivel, porque se utiliza una vez por operación. El No Break, el multicontacto y los cables se ubican en el primer nivel, el más bajo, debido a que, es el nivel en el cual, el usuario tiene menos interacción.

## Ajustes al diseño

Partiendo de la primera propuesta de la ETM se hicieron los cambios, manteniendo la estructura agregando y omitiendo elementos. Los ajustes al diseño son:

- Se omitió el banquito.
- Se agregó una superficie para la batería a cincuenta centímetros de altura.
- De la superficie de la batería se hizo un conducto para pasar los cables por dentro y que los distribuyera hacia las diferentes superficies.
- Se agregó una extensión con multicontacto.
- Se agregaron poka-yokes para los aparatos y los cables.
- Se agregó una superficie para la impresora.
- Las superficies serán de material antiderrapante.
- Las llantas serán de goma o tendrán una suspensión para evitar las vibraciones.

## 17.1 PROBLEMA DE DISEÑO

La nueva definición del problema de diseño, tiene como base a la anterior, pero ahora si enfocada a una actividad en concreto.

A partir de los problemas detectados durante el análisis de la actividad, los cuales se resumen en:

- Repetición de recorridos de las oficinas al área de almacén.
- El transporte del equipo en la mano, por parte de los trabajadores y que no pueden llevar todo el necesario.
- Perdida ocasional de la señal de internet.
- Probabilidad de agotamiento de la batería del equipo.
- Falta de superficies para trabajar e improvisación de las mismas.

Se pudo redactar el problema de diseño, el cual consiste en:

Un Rack Lean estándar, de tipo estación de trabajo, que sea móvil, que facilite la tarea del usuario de realizar operaciones de almacén, reduciendo el número de recorridos y el tiempo en que los realiza, permitiendo llevar todo el equipo necesario para realizar la actividad, y que el trabajador trabaje en él. Debe contar con un lenguaje indicativo y permitir al usuario trabajar en las posturas correctas.

## 17.2 CONCEPTO DE DISEÑO

Una estación de trabajo móvil para contener equipo y realizar operaciones de almacén.



## 18 PROPUESTA

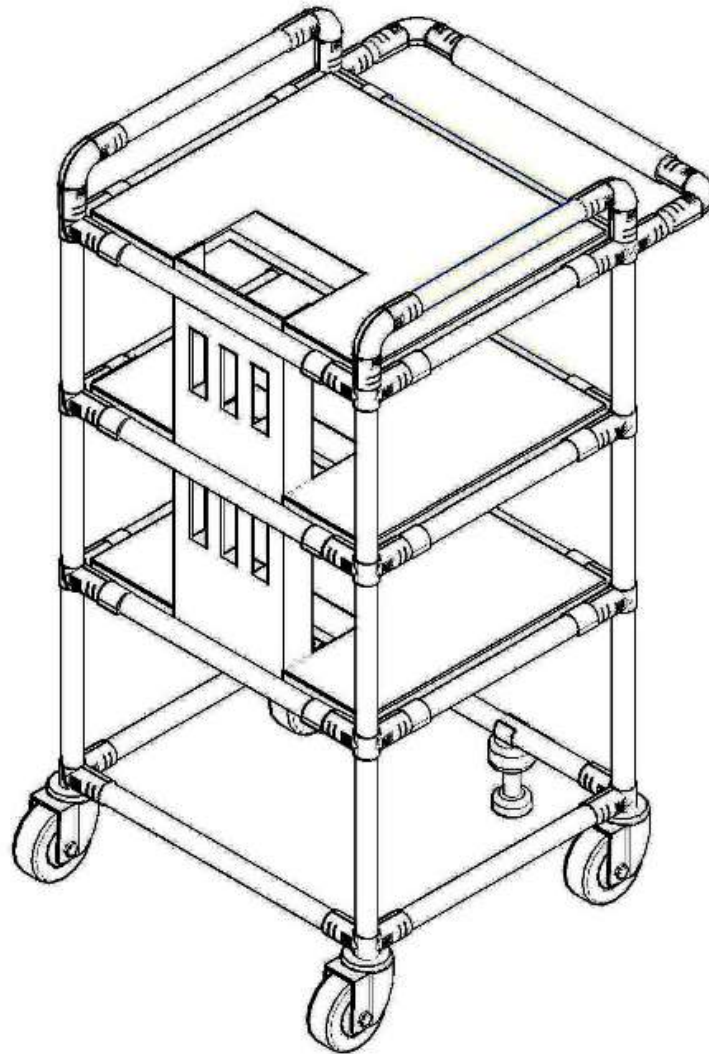


ILUSTRACIÓN 78 MODELO 2.

## Primeras modificaciones

Partiendo del nuevo problema de diseño se hicieron las modificaciones se muestran en la siguiente imagen. Los indicadores rojos señalan los elementos que se omitieron en la primera propuesta y los indicadores verdes señalan a los elementos que se agregaron en la segunda propuesta.

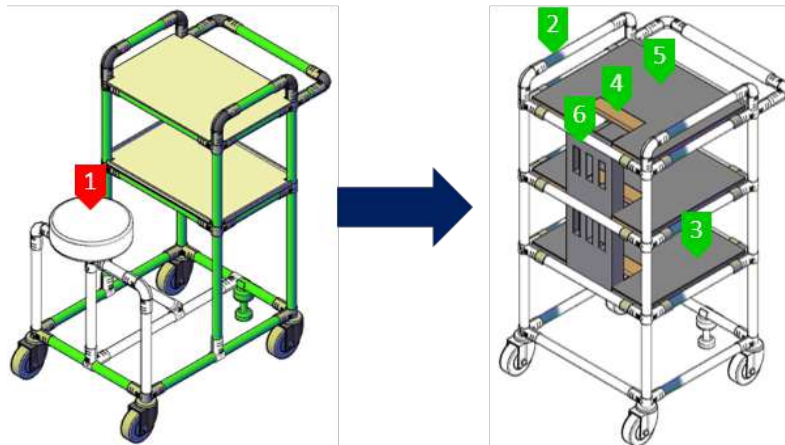


ILUSTRACIÓN 79 DIFERENCIAS ENTRE MODELO 1 Y 2.

- ❶ Se eliminó el banquito y la estructura que lo soportaba
- ❷ Se le dio más profundidad
- ❸ Se le agregó una tercera superficie
- ❹ Se le hizo un recorte rectangular a cada superficie
- ❺ Se recubrieron las superficies con fomi industrial
- ❻ Se le adaptó una bandeja con dobleces que sirve como organizador de cables

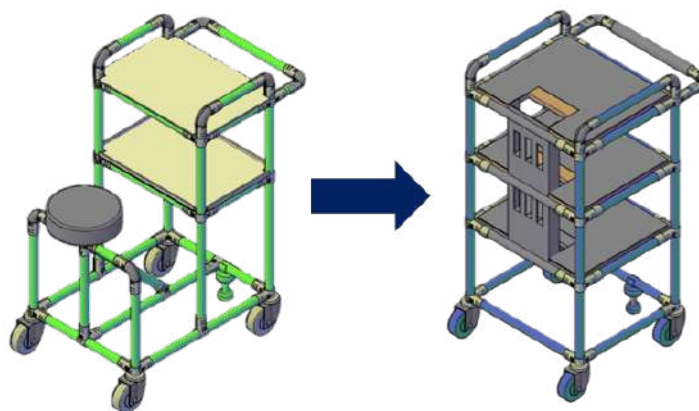


ILUSTRACIÓN 80 MODELOS 1 Y 2.

## Características

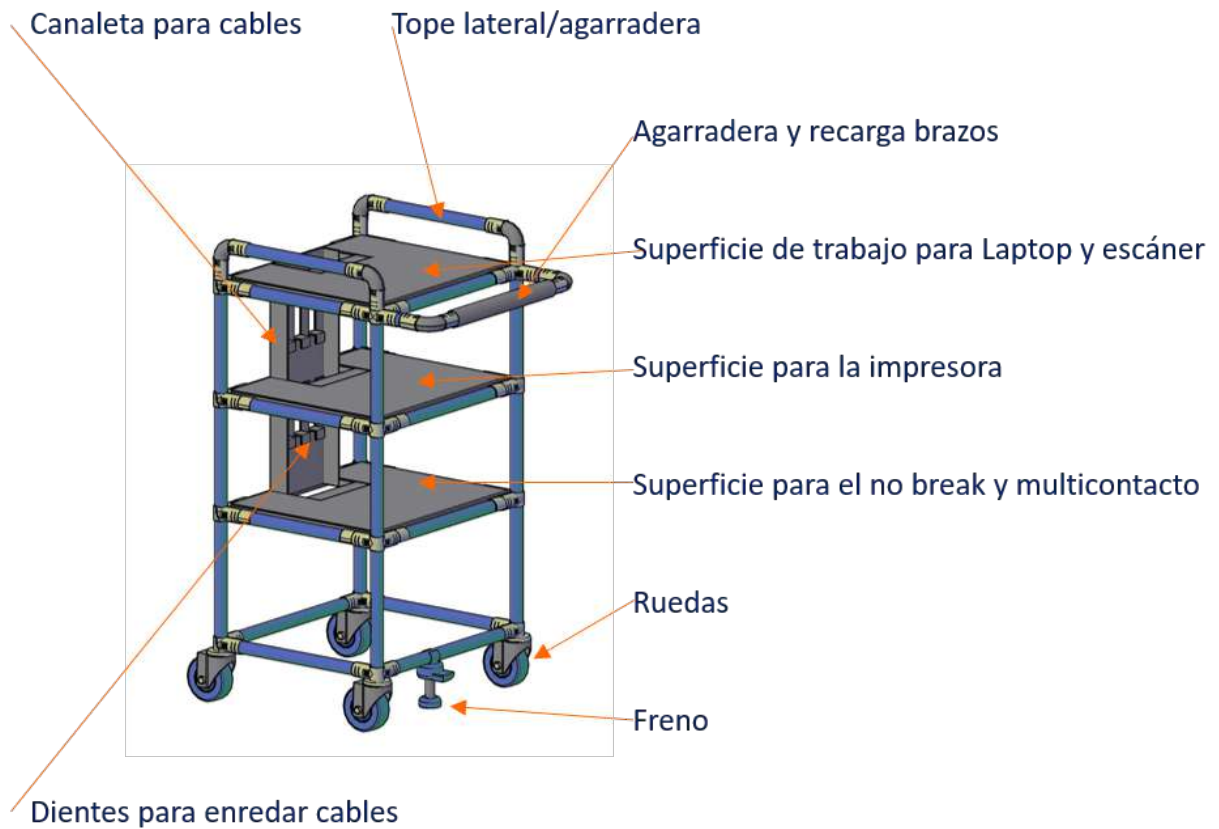


ILUSTRACIÓN 81 MODELO 2, PARTES.

## Prototipo

Con el prototipo se buscó comprobar las medidas ergonómicas planteadas previamente y las soluciones a los nuevos requerimientos.

Se construyó del mismo modo en que se fabrica el producto en la empresa, pero con tubos, uniones, ruedas e insertos sobrantes. Sin embargo estas piezas (pero nuevas), serían con los que construiría en realidad la ETM.

Fue construido de este modo, porque es el más adecuado para poder analizar realmente si cumple con los requisitos establecidos, o que otro elemento se podría implementar para poder cumplirlas.

En este primer prototipo se comprobó que:

1. La estructura y las dimensiones ergonómicas son las correctas.
2. Las piezas utilizadas para la estructura y la fijación de las superficies a la estructura son las correctas.
3. Tiene una correcta movilidad.
4. No se ha comprobado el correcto modo de distribución del cableado a través de las superficies.
5. Los insertos que se colocaron entre las ruedas y los tubos para que estas no se salieran de su lugar no funcionaron correctamente ya que son piezas improvisadas y muy desgastadas.
6. Se usaron estos insertos ya que no hubo la posibilidad de utilizar los correctos por falta de disponibilidad, sin embargo para el siguiente avance se utilizarán los insertos adecuados.

## Proceso fotográfico



*ILUSTRACIÓN 82 FOTO 1 DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPO.*

Medición, preparación de la sierra y corte de tubos.



*ILUSTRACIÓN 83 FOTO 2 DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPO.*

Presentación de tubos con uniones, fijación de tubos, armado del marco que da estructura.



*ILUSTRACIÓN 84 FOTO 3 DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPO.*

Ensamble del marco, con los cuatro tubos que dan estructura.



*ILUSTRACIÓN 85 FOTO 4 DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPO.*

Armado del primer nivel.



*ILUSTRACIÓN 86 FOTO 5 DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPO.*

Armado del segundo nivel.



*ILUSTRACIÓN 87 FOTO 6 DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPO.*

Armado del tercer nivel, tubos laterales de contención y agarradera.

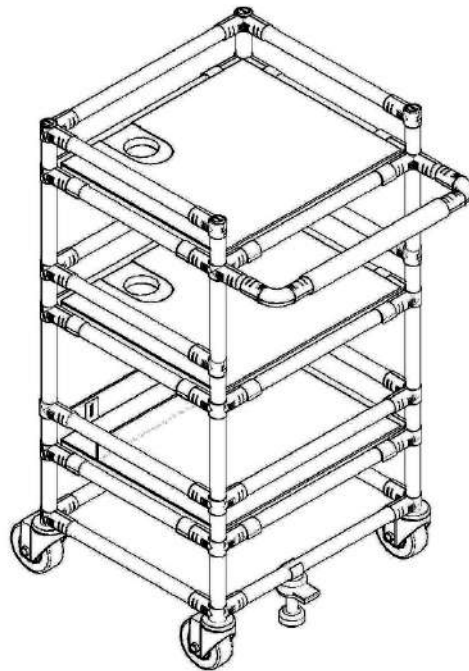


*ILUSTRACIÓN 88 FOTO 7 DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPO.*

Ensamble de insertos y rodamientos

## Ajustes

Después construir el prototipo, se hicieron algunas observaciones acerca de su uso, de cómo se percibía y sobre su producción, de modo que se llegó a la conclusión de que se le debían hacer unos ajustes, los cuales, se hicieron para hacer más pruebas y llegar a la propuesta final.



*ILUSTRACIÓN 89 MODELO 3.*

### Observaciones:

- Daba la sensación de que el equipo se puede caer (aunque tenga material antiderrapante).
- No se entendía muy bien donde debía ir fijo el multicontacto.
- La mayoría de cargadores de laptop tienen un eliminador y se necesita una superficie donde ponerlo.
- No había mucha visibilidad de los cables.
- La bandeja (organizador de cables) hacía más complejo el cambiar de conexión entre no break y multicontacto.
- Si había que pasar los cables por lugares no muy visibles, enredarlos, organizarlos y cambiar su conexión del no break al multicontacto, el usuario probablemente no lo iba a hacer.
- Era preferible que se vieran los cables, a que no fuera usada correctamente la bandeja organizadora.
- La bandeja y los recortes de la superficie implicaban procesos que tardarían casi el mismo tiempo que en el que se fabricaría la estructura, además de que se necesitaría material más caro (en caso de la bandeja).

Los ajustes se muestran en las siguientes imágenes. Una es de la ETM como estaba hasta el momento de hacer el prototipo y otra es de la ETM ya con las modificaciones hechas. Los ajustes son marcados con indicadores rojos y verdes.

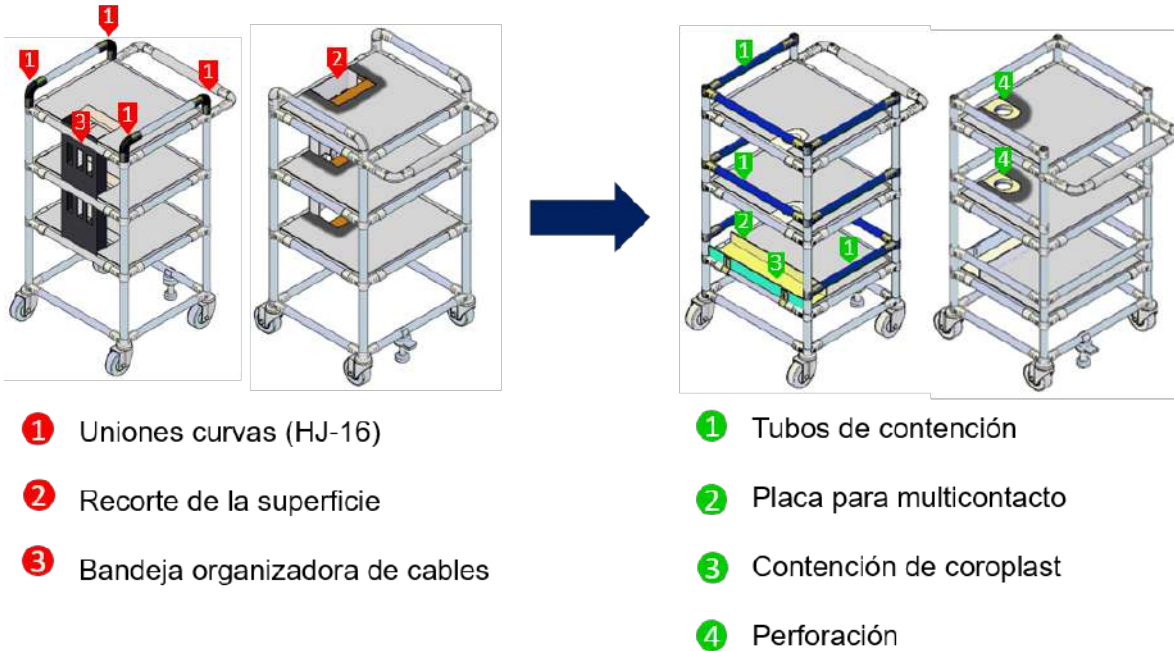


ILUSTRACIÓN 90 DIFERENCIAS ENTRE MODELO 2 Y 3.

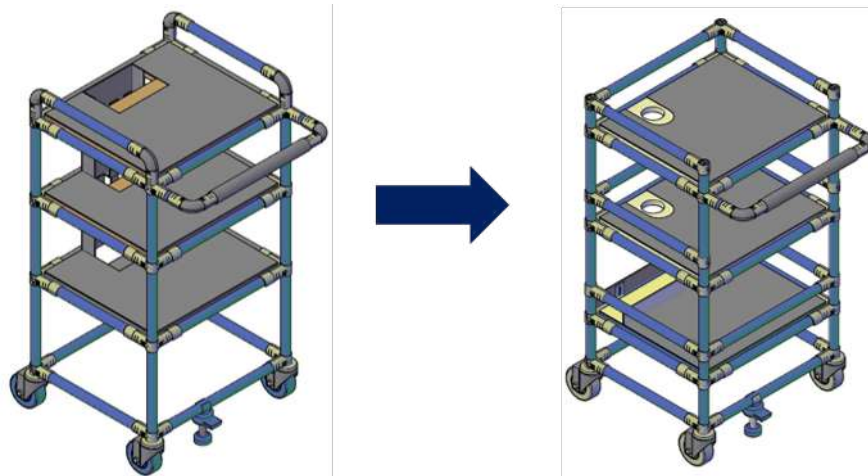


ILUSTRACIÓN 91 MODELOS 2 Y 3.

## Características

- 1 Agarradera - recarga brazos
- 2 Superficie antiderrapante
- 3 Perforación para cables
- 4 Ruedas
- 5 Freno de pedal
- 6 Tubos de contención
- 7 Placa para multicontacto
- 8 Contención de coroplast

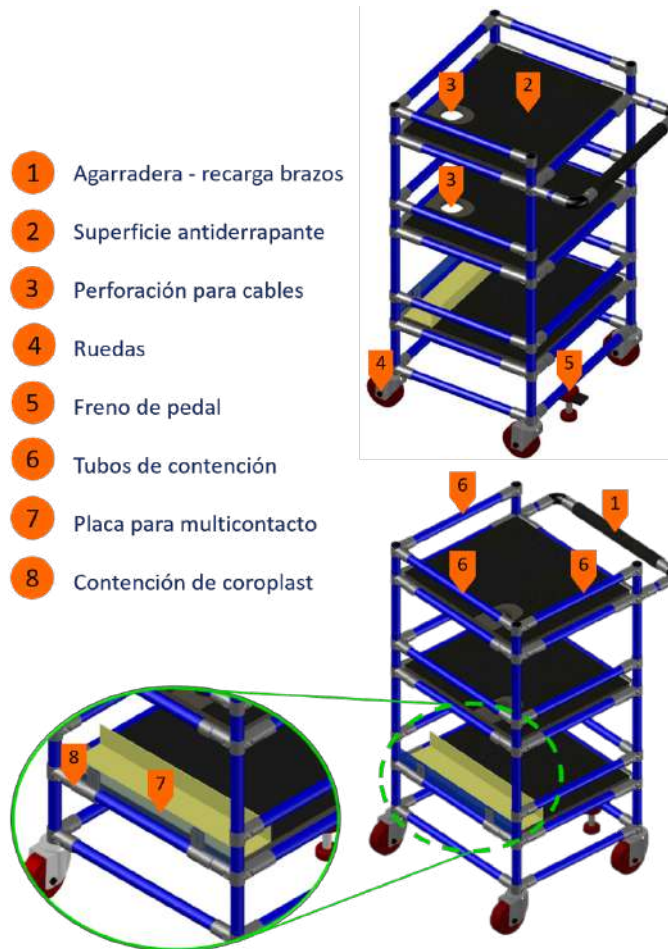


ILUSTRACIÓN 92 MODELO 3 CARACTERÍSTICAS.

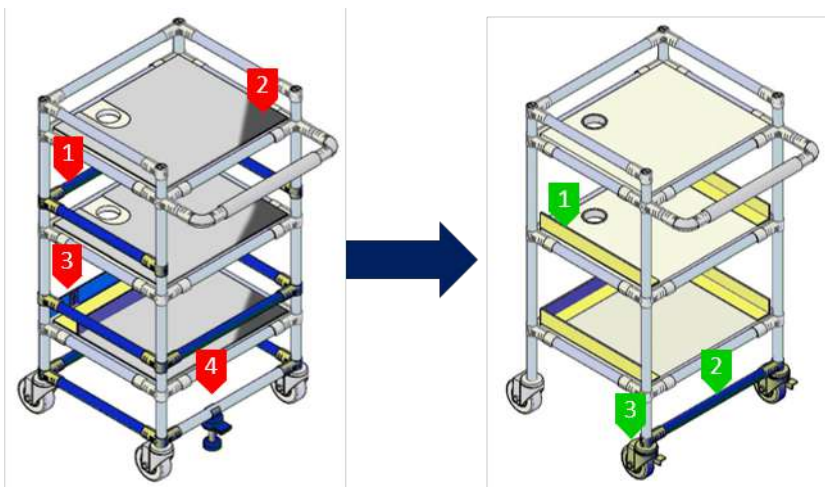
## Ajustes finales

Nuevamente se hicieron observaciones y se llegó a las siguientes conclusiones.

- Eran muchos tubos y piezas y el costo iba a elevarse mucho.
- No era necesario el cuadro de base ya que los cuadros de cada nivel le dan la estabilidad necesaria.
- El fomi hacía que se calienten los aparatos.
- El freno de pedal, hacía que la estación se tambaleara, al momento de estar activado.
- Las placas del multicontacto, en el primer nivel, generaban que si se quería agregar algún otro aparato no se pudiera, además permitía poca flexibilidad de acomodo de elementos a contener.
- Se podían hacer contenciones con ángulos, en lugar de con tubos.
- Si se omitía el cuadro de base, sería necesario un descansa pies.



Los ajustes finales se muestran en las siguientes ilustraciones. En ellas se utilizan los mismos señalamientos de los cambios, que en las ilustraciones anteriores.



- ❶ Se omitieron los tubos de contención de los niveles 2 y 3.
- ❷ Se Omitió el fomi antiderrapante.
- ❸ Se omitieron los ángulos y contención para el multicontacto.
- ❹ Se omitió el freno de pedal.

- ❶ Se agregaron ángulos de contención a los niveles 1 y 2.
- ❷ Se agregó un descansapies
- ❸ Se agregaron rodamientos con freno.

ILUSTRACIÓN 93 DIFERENCIAS ENTRE MODELO 3 Y 4.

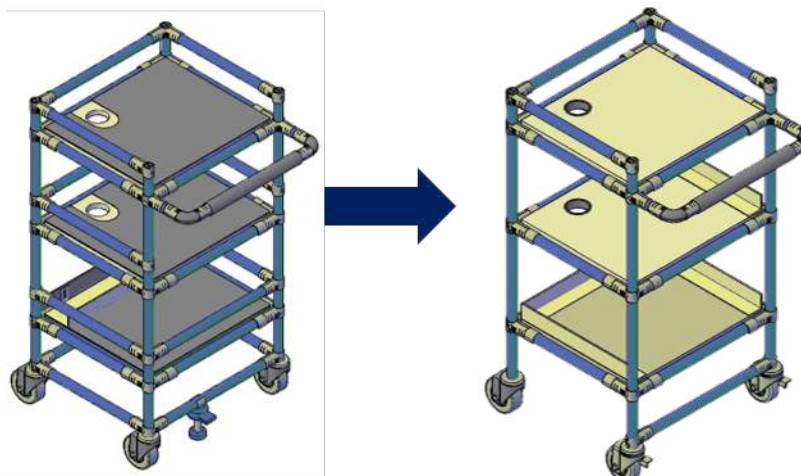


ILUSTRACIÓN 94 MODELOS 3 Y 4.

La omisión e incorporación de elementos se realizó de acuerdo a las observaciones descritas previamente. En la siguiente tabla se muestran los ajustes que se hicieron, por qué se hicieron y para qué se hicieron.

| ¿Qué cambia?  | ¿Por qué cambia?   | ¿Para qué cambia?   |
|---|--|---|
| Se omitieron las contenciones laterales del nivel superior      | Se requirió agregar un tubo más.   | Para poder sostener tres tubos y formar una mayor contención  |
| Se omitió el recorte de la superficie                           | Requiere de más procesos, era para que encaje la bandeja y se sustituye por perforaciones.                     | Para agilizar la producción y pasar los cables por las perforaciones.                                       |
| Se omitió la bandeja organizadora de cables                     | Había que implementar nuevos procesos o mandarla a hacer y porque los cables ahora pasan por las perforaciones | Para no romper el concepto de utilizar piezas estándar y pasar los cables por las perforaciones.            |
| Se omitió la estructura cuadrada de base.                       | Ya no era necesaria, debido a que los niveles le dan estabilidad.  | Reducir costos y Procesos.  |
| Se omitió el freno de pedal                                     | Al estar activo, desnivelaba a la ETM y se tambaleaba.   | Para que haya mayor estabilidad.  |
| Se omitió el fomi antiderrapante                                | No dejaba respirar a los aparatos y se calentaban. Además los aparatos tienen soportes antiderrapantes.        | Que los aparatos no se calienten.   |
| Se agregan tubos de contención al nivel superior                | Daba la sensación de que el equipo se podía caer.  | Para dar sensación de mayor seguridad y por si, llegara a haber un movimiento brusco el equipo no se caiga. |
| Se agregaron ángulos como contenciones en los niveles uno y dos | Daba la sensación de que se podían caer los aparatos.  | Para quitar la sensación de que se podían caer los aparatos   |
| Se agregaron perforaciones a los niveles superiores.            | Es una mejor solución que el recorte de la superficie.   | Para pasar los cables por ahí y para que haya mayor visibilidad de ellos.                                   |
| Se agregó un descansa pies                                      | Al desaparecer el cuadro de base, hacía falta.   | Para que el usuario descansa los pies.  |
| Se agregaron rodamientos con freno.                             | Se omitió el freno de pedal  | Para que no avance al momento de trabajar en ella.  |

TABLA 31 LISTA DE CAMBIOS 2.

Una vez hechos los ajustes se concluyó con el diseño de la ETM, el cual será explicado en su totalidad en la memoria descriptiva, después de las últimas validaciones.

## 19 CUARTA Y QUINTA VALIDACIONES (TÉCNICA Y ERGONÓMICA)

### 19.1 VALIDACIÓN DE PARIS PACKING SUPPLY

Para la cuarta validación, la empresa evaluó la viabilidad técnica y de producción de la ETM. Concluyeron que, efectivamente, es viable y sus costos adecuados, por lo que será presentada a clientes.

### 19.2 VALIDACIÓN EN EL LABORATORIO DE ERGONOMÍA DE LA FACULTAD DEL HÁBITAT

La última validación fue la de ergonomía. En esta validación se comprobó que las alturas y dimensiones de la ETM, son las correctas para que el usuario pueda trabajar, en las posturas correctas para no lastimarse. La validación se realizó en el Laboratorio de Ergonomía de la Facultad del Hábitat de la UASLP, en donde, se le pidió el favor a una persona, de simular el uso de la ETM, para medirla y comprobar que le fuera cómodo su uso.

Los instrumentos que se utilizaron para llevar a cabo las mediciones son los siguientes. (Fotos tomadas en el Laboratorio de Ergonomía de la Facultad del Hábitat)





|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| Estadiómetro  | Vernier   | Goniómetro   | Goniómetro de gravedad  |

TABLA 32 HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS ERGONÓMICO

Lo primero que se realizó fueron las mediciones antropométricas, para comparar las medidas de la persona, con las posturas que, posteriormente adoptaría al simular usar la ETM. Las mediciones se muestran en la siguiente tabla, junto con las fotos, que fueron tomadas mientras se realizaban. (Fotos tomadas en el Laboratorio de Ergonomía de la Facultad del Hábitat)





| Tabla de ilustración de medición antropométrica                                   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| Altura total: piso-vertrex  | Altura piso-codo  | Alcance radial: codo-dedo medio  | Altura piso-ecto-canteón  |
| 157 cm.   | 89 cm.  | 43.9 cm.   | 152 cm.   |

TABLA 33 ILUSTRACIÓN DE MEDICIÓN ANTROPOMÉTRICA.

Posteriormente se tomaron las medidas goniométricas, para conocer los ángulos que adoptaban las articulaciones de la persona al momento de usar la ETM, y las distancias del piso al pie apoyado en el descansa pies y de la distancia del alcance de acción del antebrazo, como se muestra en las siguientes tablas.







| Tabla de ilustración de posturas durante el uso 1   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   |                                        |   |   |
| Ángulo de confort en la acción de empujar o jalar, en el plano sagital, en una flexión pertinente del brazo, en articulación de bisagra | Ángulo de confort en la acción de recoger los papeles impresos, en el plano sagital, en articulación de pivote de cuello | Ángulo de confort en la acción de conectar cables al No Break o al multicontacto, en el plano sagital, en una flexión pertinente del antebrazo, en articulación de bisagra | Ángulo de confort en la acción de conectar cables al No Break o al multicontacto, en zona de rodilla, en el plano sagital, en articulación condilea |
| 50°   | 30°  | 140°   | 116°  |

TABLA 34 ILUSTRACIÓN DE POSTURAS DURANTE EL USO.

**Tabla de ilustración de posturas durante el uso 2**

|   |   |  |
|---|---|--|
|  |  |   |
| <p>Alcance de acción, antebrazo-dedo medio, con computadora</p>                   | <p>Altura piso- pie en posición de pie, en descanso</p>                           | <p>Ángulo de confort, en soporte de descanso en posición de pie, en el plano sagital, en zona de rodilla, en articulación condílea</p> |
| <p>42 cm.</p>   | <p>16.5 cm</p>  | <p>125°</p>  |

*TABLA 35 ILUSTRACIÓN DE POSTURAS DURANTE EL USO 2.*

La postura adoptada al momento de conectar los cables, no es la más correcta, sin embargo, no había forma de omitirla sin afectar a las otras o a las dimensiones de la ETM, que además son uno de los requisitos principales, para que la superficie de trabajo esté a una altura adecuada, para que quepa el equipo, y para que se pueda pasar por el espacio de una puerta. El usuario adopta esta postura una o dos veces por operación, solo al momento de conectar los aparatos al multicontacto o al No Break, el resto del tiempo trabaja sobre las superficies superiores.

Se hicieron pruebas de biomecánica, para comprobar que el esfuerzo que se realiza al empujar y jalar la ETM no es, ni cerca, la capacidad máxima de empuje, de pie, que en el caso de esta persona, es de 11.5 KG. A continuación se muestran fotos tomadas durante la medición.

### Tabla de ilustración de medición biomecánica

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| Capacidad de empuje, de pie, con brazos   | Capacidad de jalar, de pie, con brazos   |
| 11.5 Kg.  | 11.5 Kg.   |

TABLA 36 ILUSTRACIÓN DE MEDICIÓN BIOMECÁNICA.

A continuación se muestran las posturas principales en las que el usuario debe de trabajar



ILUSTRACIÓN 95 POSTURA DE EMPUJE.  
FOTO TOMADA EN EL LAB. DE ERGONOMÍA.

Postura de empuje. En esta postura el usuario camina empujando o jalando a la ETM, sin necesidad de realizar un gran esfuerzo de empuje o de jalar.



ILUSTRACIÓN 96 POSTURA DE TRABAJO.  
FOTO TOMADA EN EL LAB. DE ERGONOMÍA.

Postura de trabajo. En ella se recargan los antebrazos y se pone el pie en el descansa pies. Al subir un pie, este descansa, mientras el otro sigue sosteniendo al cuerpo.



ILUSTRACIÓN 97 RECARGA BRAZOS.  
FOTO TOMADA EN EL LAB. DE ERGONOMÍA.

El recargabrazos genera que, al estar en postura de trabajo, el antebrazo se recargue en él, y se eleve ligeramente la muñeca, al momento de teclear en la computadora. Esto hace que las muñecas no generen esfuerzo al teclear.

Se observó que la persona pudo realizar las actividades de teclear en la primera superficie, recoger papel de la segunda superficie y conectar cables en la tercera superficie, sin hacer notar problema alguno, significando que las dimensiones de la ETM son las adecuadas.

## 20 MEMORIA DESCRIPTIVA



*ILUSTRACIÓN 98 RENDER 5.*

## Descripción

Es un Rack Lean, de tipo estación de trabajo, que además es móvil. Sirve para contener y transportar y utilizar, trabajando en él, equipo de trabajo necesario para realizar operaciones de almacén, como inventarios, recibo y embarco de materiales o conteos cíclicos.

Está construido modularmente, con piezas Lean, que son tubos y uniones estándar. Tiene una estructura esquelética y tres superficies en tres niveles distintos. Además cuenta con rodamientos y freno.



ILUSTRACIÓN 99 RENDER 6.



ILUSTRACIÓN 100 RENDER 7.

## Problema de diseño

Un Rack Lean estándar, que facilite la tarea del usuario de realizar operaciones de almacén, que cuenta con un lenguaje indicativo.

## Concepto de diseño

Una estación de trabajo móvil para contener equipo y realizar operaciones de almacén.

## Descripción

Es un Rack Lean, adaptado como estación de trabajo móvil, que sirve para contener equipo de trabajo necesario para realizar operaciones de almacén, como inventarios, recibo y embarco de materiales o conteos cíclicos.

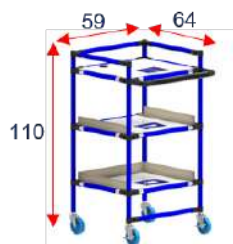
## Cliente

Empresas del ramo automotriz y de autopartes y metal-mecánica.

## Usuario

Trabajadores industriales de 18 a 65 años.

## Dimensiones totales



59 cm. De ancho  
110 cm. De alto  
64 cm. De fondo

ILUSTRACIÓN 101 ETM, DIMENSIONES.



## Evolución del producto



ILUSTRACIÓN 102 ETM EVOLUCIÓN.

## Características y Partes

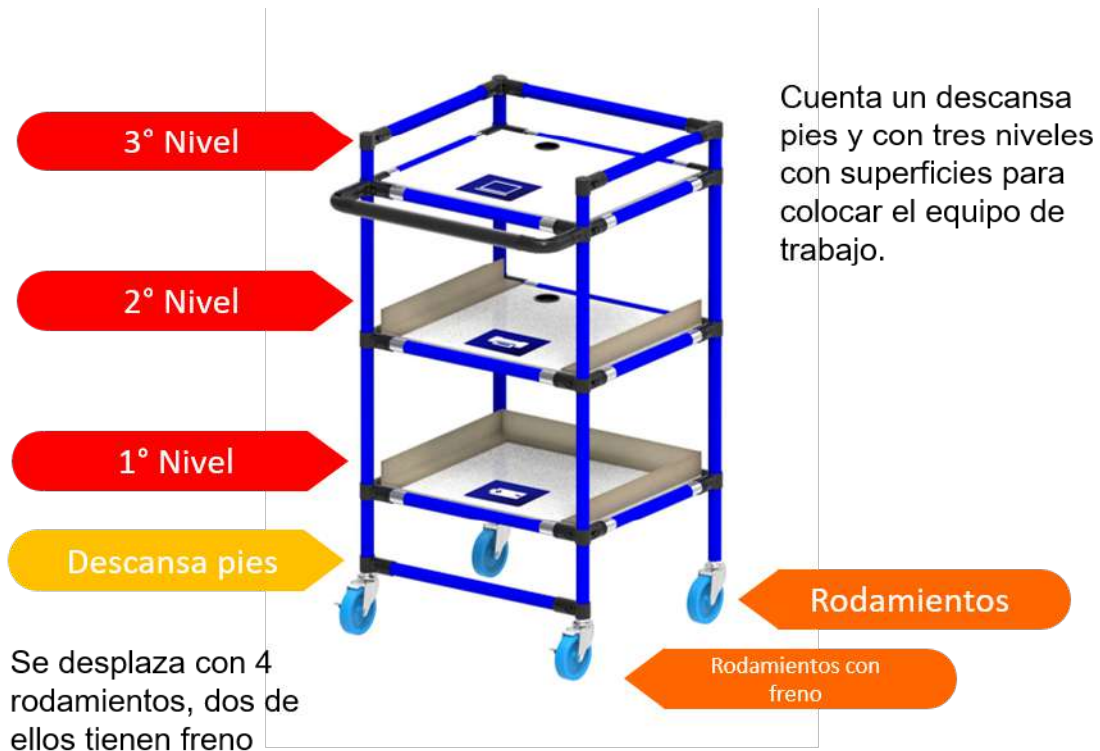


ILUSTRACIÓN 103 ETM, PARTES Y CARACTERÍSTICAS 1.

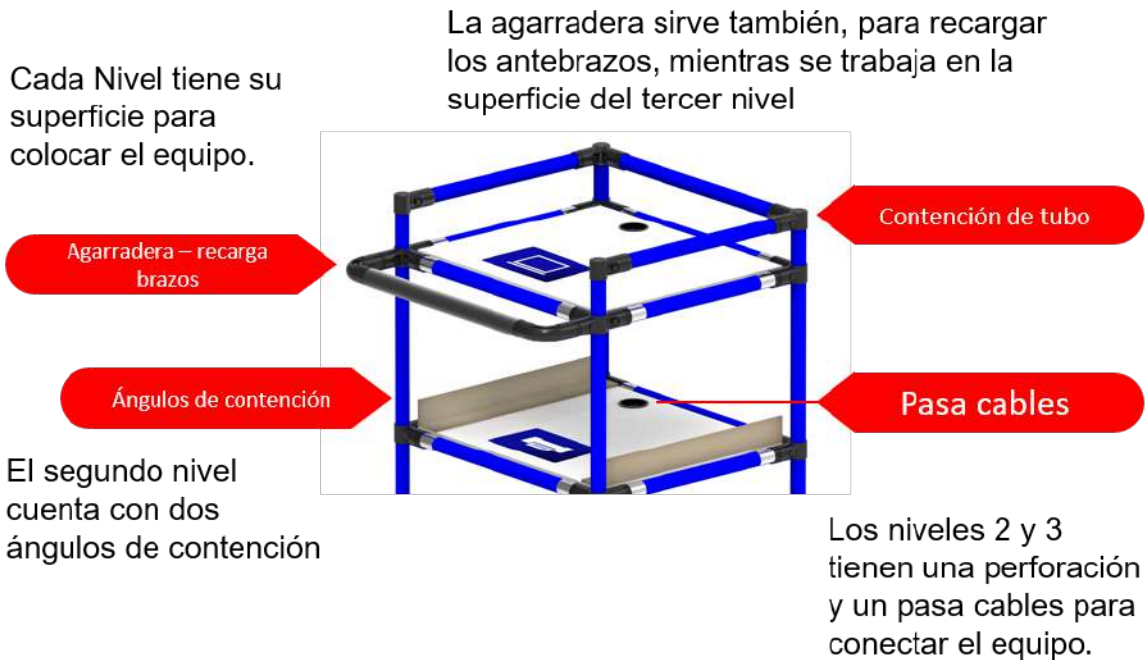
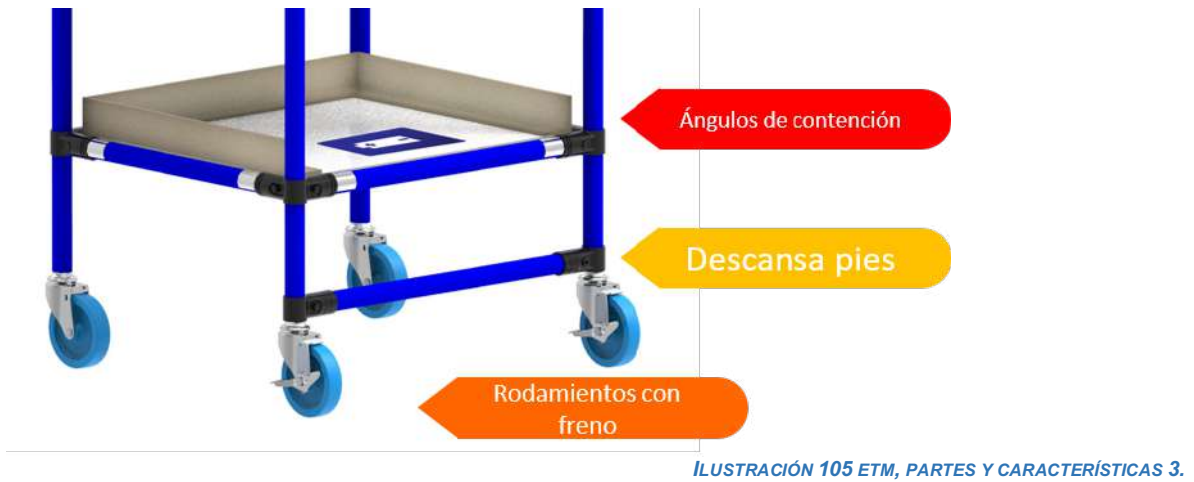


ILUSTRACIÓN 104 ETM, PARTES Y CARACTERÍSTICAS 2.



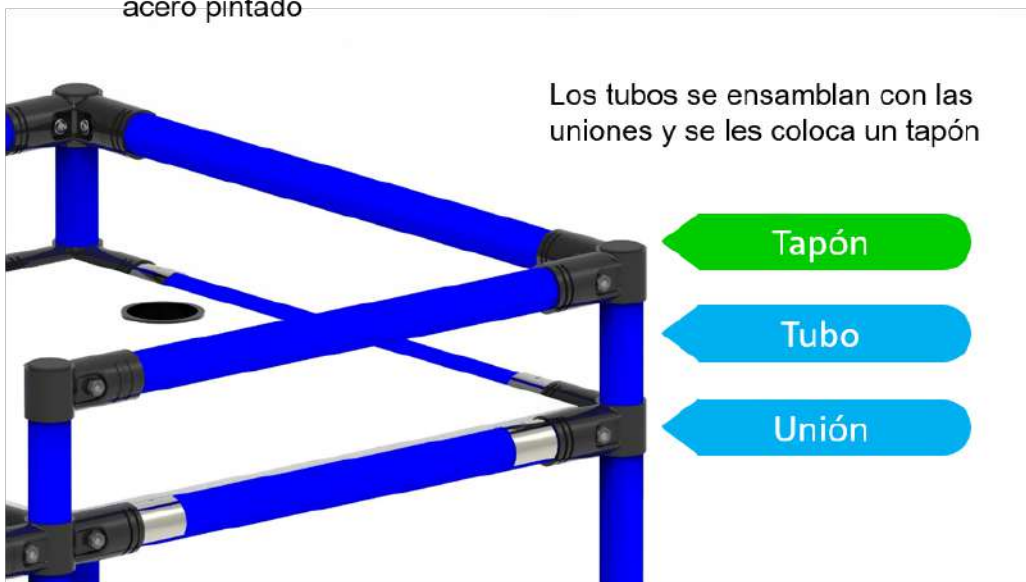
En la superficie de trabajo se coloca la laptop



En el primer nivel, se hacen las conexiones a los alimentadores de energía y el cableado se pasa por las perforaciones de los otros 2 niveles

*ILUSTRACIÓN 106 ETM, PARTES Y CARACTERÍSTICAS 4.*

Los tubos son de acero recubierto de resina ABS y las uniones son de acero pintado



Las uniones abrazan al tubo y lo detienen por presión

ILUSTRACIÓN 107 ETM, PARTES Y CARACTERÍSTICAS 5.

## CFMs

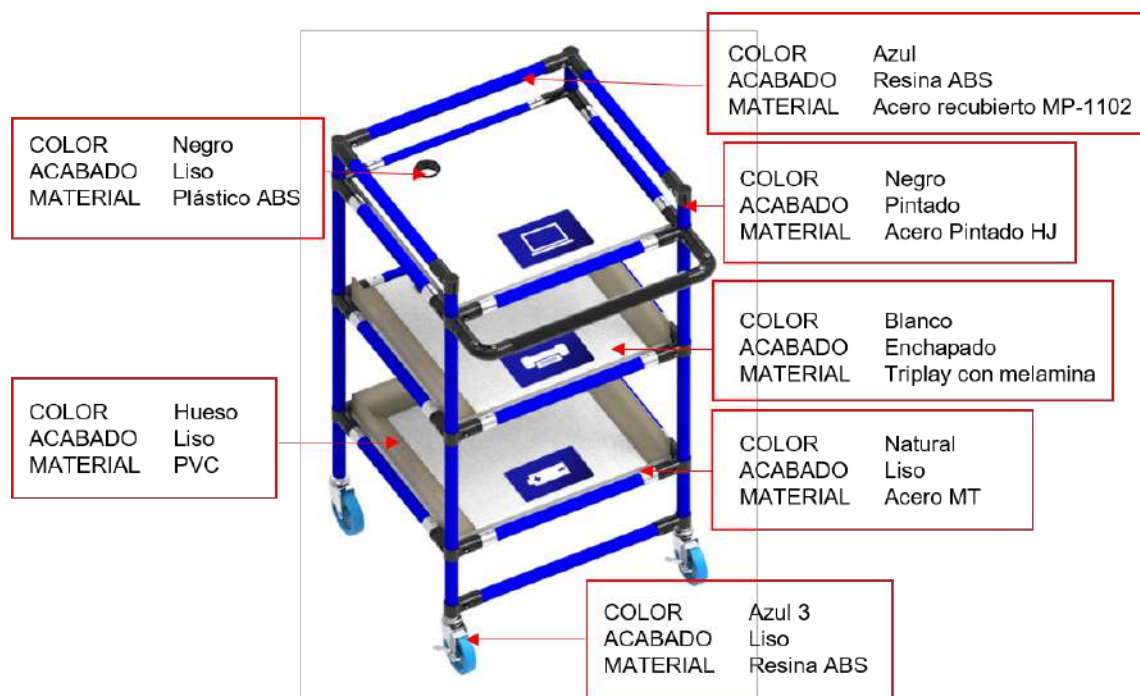


ILUSTRACIÓN 108 ETM, COLOR, FINISH, MATERIAL.

## Señalética

Las señales utilizadas, son símbolos de una laptop, de una impresora y de una batería, una para cada nivel.

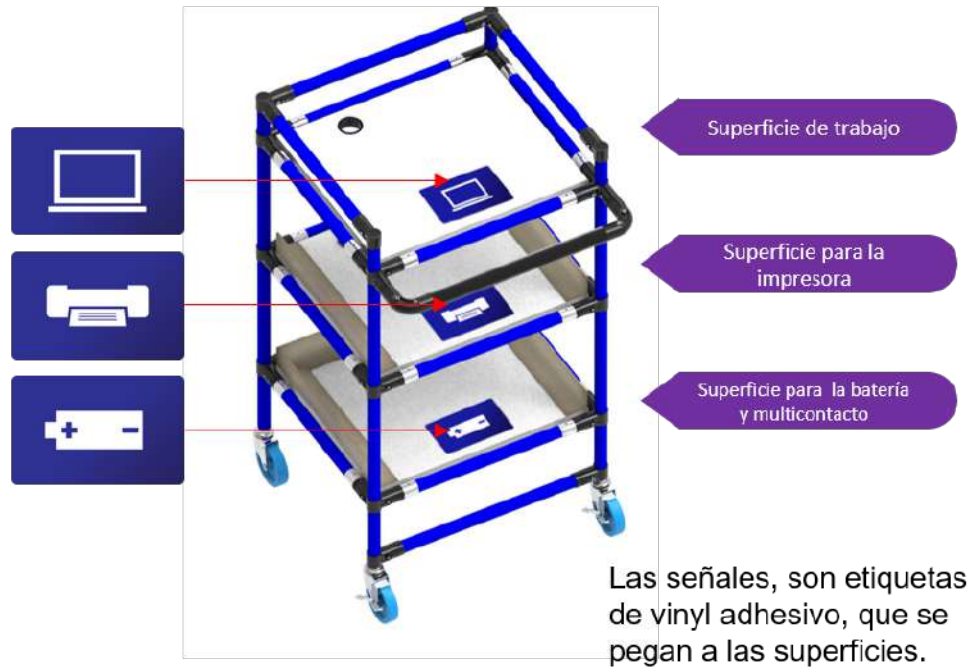


ILUSTRACIÓN 109 ETM, SEÑALÉTICA.

La ETM puede estar hecha de tubos verdes, blancos o rojos además de los azules.

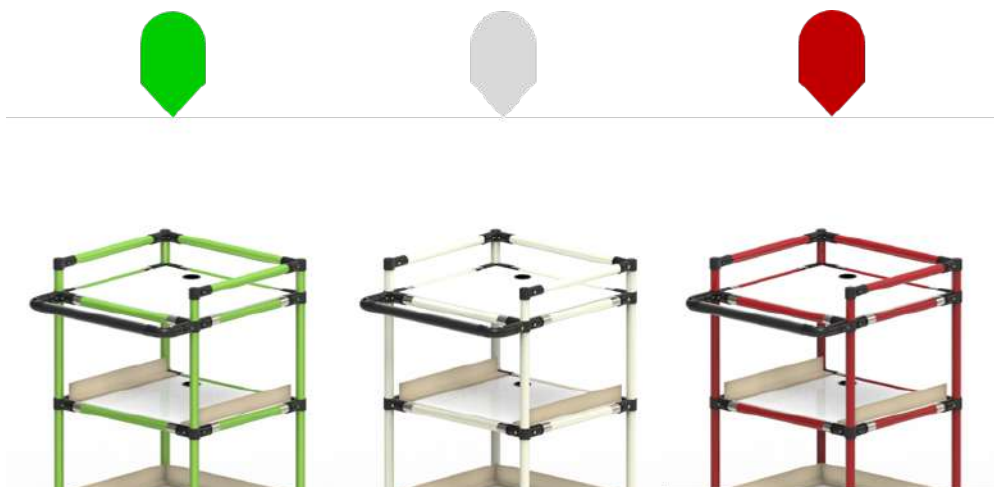


ILUSTRACIÓN 110 ETM, COLORES DISPONIBLES.

## Diagramas de uso

Los usos para los que está hecha la ETM, son, transportar el equipo empujándola, trabajar en el nivel 3 ya sea en la laptop, o escribiendo, o leyendo, recoger las impresiones del nivel 2, y conectar el equipo en el nivel 1. A continuación se muestra como se usa.

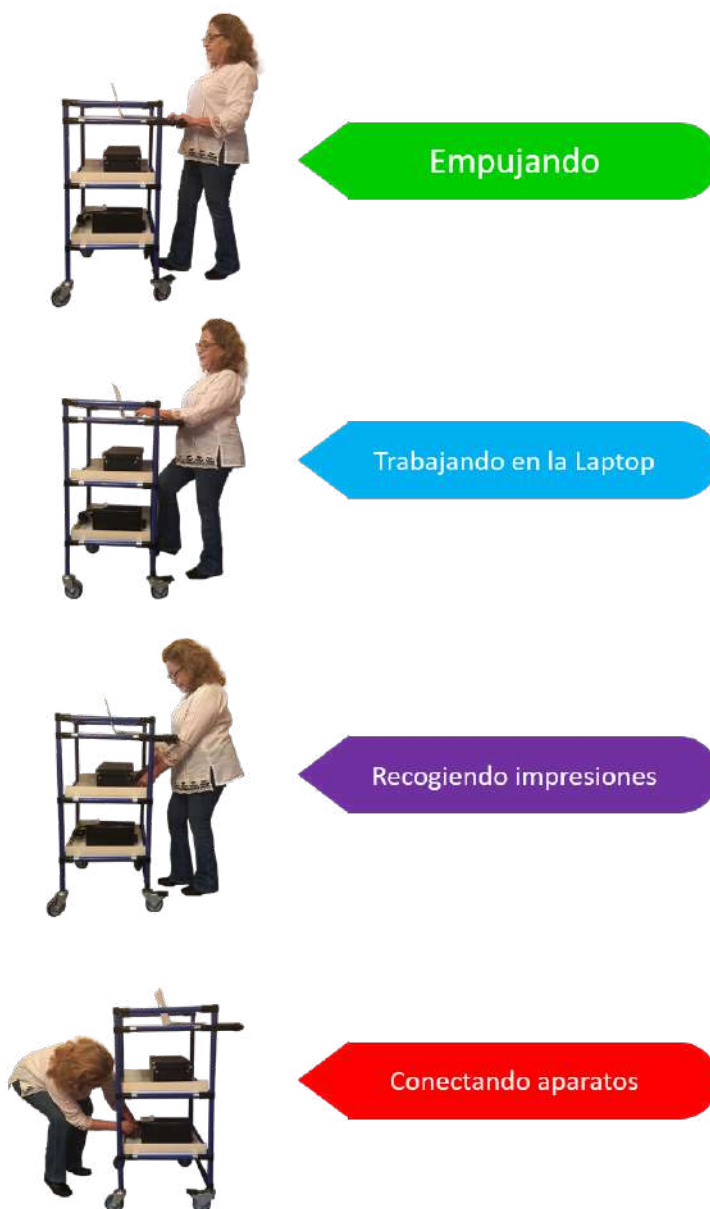
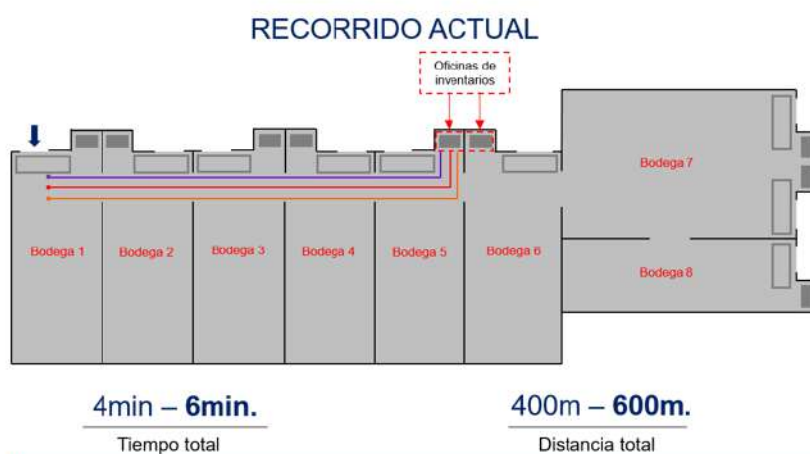


ILUSTRACIÓN 111 ETM, DIAGRAMA DE USO.

## Diagrama de los recorridos durante la actividad

Con la ETM el usuario realizaría menos desplazamientos oficina-almacén y oficina-áreas de recibo o embarque. En los siguientes diagramas, se comparan los recorridos que realizaría el usuario, de la oficina a una de las áreas de recibo más lejanas con la ETM, y como los realizan sin la ETM.

ILUSTRACIÓN 112 ETM, DIAGRAMA DE RECORRIDOS. ELABORACIÓN PROPIA.



**66.6%**

Ahorro de tiempo y distancia

| BODEGA       | RECORRIDO REDONDO ACTUAL | TIEMPO ACTUAL  | RECORRIDO REDONDO CON ETM | TIEMPO CON ETM |
|--------------|--------------------------|----------------|---------------------------|----------------|
| 1            | 400m.                    | 360s.          | 200m.                     | 180s.          |
| 2            | 320m.                    | 288s.          | 160m.                     | 144s.          |
| 3            | 720m.                    | 648s.          | 360m.                     | 324s.          |
| 4            | 480m.                    | 432s.          | 240m.                     | 216s.          |
| 5            | 80m.                     | 72s.           | 40m.                      | 36s.           |
| 6            | 80m.                     | 72s.           | 40m.                      | 36s.           |
| 7            | 360m.                    | 324s.          | 180m.                     | 162s.          |
| 8            | 400m.                    | 360s.          | 200m.                     | 180s.          |
| <b>Total</b> | <b>2,840m.</b>           | <b>2,556s.</b> | <b>1,420m.</b>            | <b>1,278s.</b> |

**21.3min.**

Ahorro de tiempo diario

**532.5min.**

Ahorro de tiempo mensual

Mayor eficiencia para la empresa

**1,420m.**

Ahorro de distancia diaria

**35,500m.**

Ahorro de distancia mensual

Menor esfuerzo y fatiga para los trabajadores

**50%**

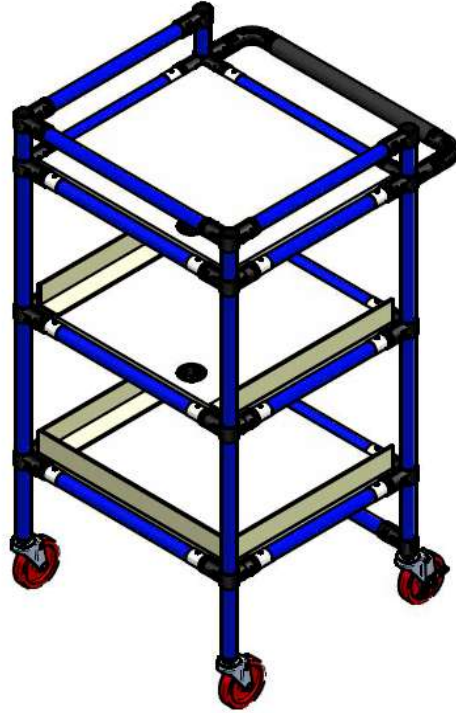
Ahorro de tiempo y distancia

La ETM aporta:

- Reducción de recorridos oficina-almacén, almacén oficina, que hace el usuario, a uno solamente.
- Reducción de tiempo de traslados a un 50% como mínimo.
- Mínima probabilidad de caída del equipo.
- Una superficie de trabajo.
- Posibilidad de llevar todo el equipo necesario para realizar la operación.
- Posibilidad de contar con alimentación de energía eléctrica y recepción de wifi.
- Un elemento estético que brinda identidad a la empresa.



## 21 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN



*ILUSTRACIÓN 113 ISOMÉTRICO.*

## Habilitado

La estructura está conformada por tubo de acero, recubierto de resina ABS, modelo MP-1102, de 28mm de diámetro, espesor de 1mm. La medida comercial de este tubo es de 4m. El aprovechamiento se aprecia en la siguiente ilustración, en la cual, se muestra cada longitud de tubo utilizado, con un color distinto, la cantidad y las longitudes.

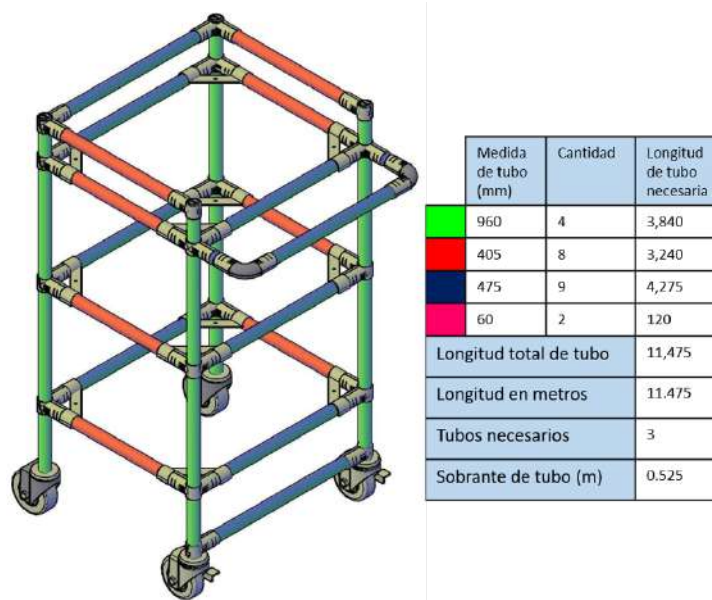


ILUSTRACIÓN 114 HABILITADO 1.

Se necesitan 3 tubos y 23 cortes para construir la ETM. La longitud de los tubos y de los cortes, se muestra en el siguiente esquema.

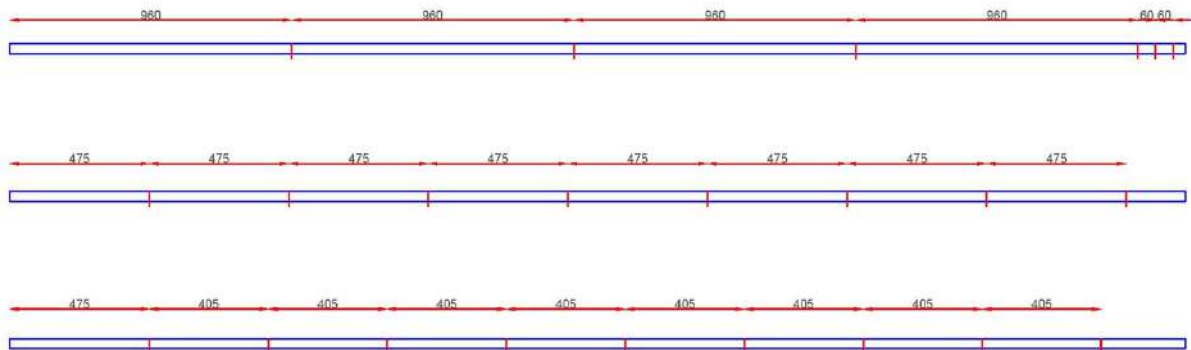


ILUSTRACIÓN 115 HABILITADO 2.

Las piezas que se utilizan para construir la ETM, cantidad y foto de cada una, se muestran en la siguiente tabla. Las uniones están conformadas por dos piezas, las cuales se venden por separado, por lo que se acomodarán en tablas separadas.

| Tabla de piezas                     |         |          |   |
|-------------------------------------|---------|----------|---|
| Pieza                               | Clave   | Cantidad | Foto  |
| Tubo                                | MP-1102 | 3        |    |
| Inserto para rodamientos            | MT-5136 | 4        |    |
| Rodamientos                         | CT-704S | 2        |    |
| Rodamientos con freno               | CT-704B | 2        |    |
| Tapones para tubo                   | PJ-110A | 4        |    |
| Esquineros para adaptar superficies | MT-5116 | 12       |    |
| Ángulos                             | PA-2503 | 5        |   |
| Unión para dos tubos                | HJ-1    | 4        |  |
| Unión para tres tubos               | HJ-2    | 14       |  |
| Unión para cuatro tubos             | HJ-3    | 2        |  |
| Unión para dos tubos curva          | HJ-13   | 2        |  |
| Superficie                          | ---     | 1        |  |
| Superficie perforada                | ---     | 2        |  |
| Pasa cables                         | ---     | 2        |  |
| Tubo de hule espuma                 | ---     | 1        |  |

TABLA 37 PIEZAS DE LA ETM.

| Tabla de piezas |          |  |   |
|-----------------|----------|--|---|
| Pieza           | Cantidad |  | Foto  |
| H-1             | 8        |  |    |
| H-2             | 8        |  |    |
| H-3             | 4        |  |    |
| H-4             | 2        |  |    |
| H-13            | 4        |  |    |
| WB0610          | 48       |  |   |
| NU0600N         | 48       |  |  |

TABLA 38 PIEZAS DE LA ETM 2.

Las piezas se piden al proveedor en las cantidades necesarias para producir una unidad o un lote.

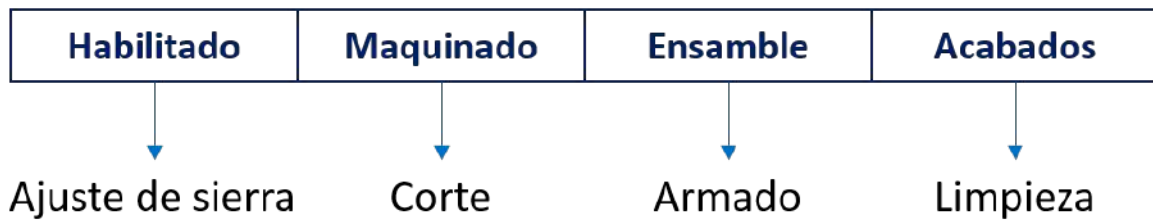
#### 10.4 Proveedores / cotización

| Proveedores                 |                          |                                     |            |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------|
| Material                    | Proveedor                | Dirección                           | Costo      |
| Tubos, uniones y accesorios | MDC Manejo de Materiales | Eje 122 #105, Col. Zona Industrial  | \$3,627.43 |
|                             | NBJIT                    | ----                                | \$3,627.43 |
| Triplay enchapado           | MESODI                   | Eje 104 #230, Col. Zona Industrial. | \$510.00   |

TABLA 39 PROVEEDORES.

## 10.5 Proceso de producción

Se pueden reconocer los elementos que intervienen en el costo de producción partiendo del análisis del proceso de producción como se muestra en el siguiente gráfico.



*ILUSTRACIÓN 116 PROCESO DE PRODUCCIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.*

Como la ETM se arma con piezas que son adquiridas como producto terminado, la única actividad del habilitado es ajustar la sierra, y la única actividad de acabados es limpiar la ETM, no hay necesidad de dar acabado a ningún material.

## Lista de actividades

A continuación se desglosa el proceso de producción de una ETM en una lista detallada de actividades a seguir para posteriormente identificar todos los elementos que se involucran en la producción.

MESODI provee las superficies de triplay, también como producto terminado, ensambladas con los ángulos PA-2503 y con el pasa cables colocado. A MESODI se le facilitan los ángulos y los pasa cables, ellos consiguen el triplay y la melamina.

| Actividad | Descripción                                   | Actividad anterior |
|-----------|---|--------------------|
| 1         | <b>INICIO</b>                                 | -                  |
| 2         | Obtención de los materiales                   | 1                  |
| 3         | Preparación de sierra                         | 1                  |
| 4         | Corte de tubos de 960mm                       | 3                  |
| 5         | Preparación de sierra                         | 4                  |
| 6         | Corte de tubos de 475mm                       | 5                  |
| 7         | Preparación de sierra                         | 6                  |
| 8         | Corte de tubos de 405mm                       | 7                  |
| 9         | Preparación de sierra                         | 8                  |
| 10        | Corte de tubos de 60mm                        | 9                  |
| 11        | Quitar rebaba de tubos (x23)                  | 10                 |
| 12        | Medir y marcar tubo de 960mm                  | 4                  |
| 13        | Ensamble de HJ-2 con tubos (x14)              | 12                 |
| 14        | Ensamble de HJ-1 con tubos (x4)               | 13                 |
| 15        | Ensamblar HJ-3 con tubos (x2)                 | 14                 |
| 16        | Ensamblar HJ-13 (x2)                          | 15                 |
| 17        | Voltear la ETM                                | 16                 |
| 18        | Colocar los insertos a los tubos (x4)         | 17                 |
| 19        | Colocar los rodamientos en los insertos (x4)  | 18                 |
| 20        | Voltear la ETM                                | 19                 |
| 21        | Colocar los esquineros MT-5116 (x12)          | 20                 |
| 22        | Colocar superficies en los esquineros (x3)    | 21                 |
| 23        | Colocar tapones Pj-110A en los tubos de 960mm | 13                 |
| 24        | Limpiar la ETM                                | 23                 |
| 25        | Emplayar la ETM                               | 24                 |
| 26        | <b>TERMINADO</b>                              | 25                 |

TABLA 40 LISTA DE ACTIVIDADES.

## Layout y ruta crítica

El lay out se distribuye partiendo del almacén, de donde los tubos se pasan directamente a la estación de corte de tubos, y las piezas a usar, se seleccionan y se colocan en un Rack móvil, para que estén a la mano en el área de ensablado. Una vez armada la ETM se mueve a la estación de empleado y almacén para ser limpiado y empleado.

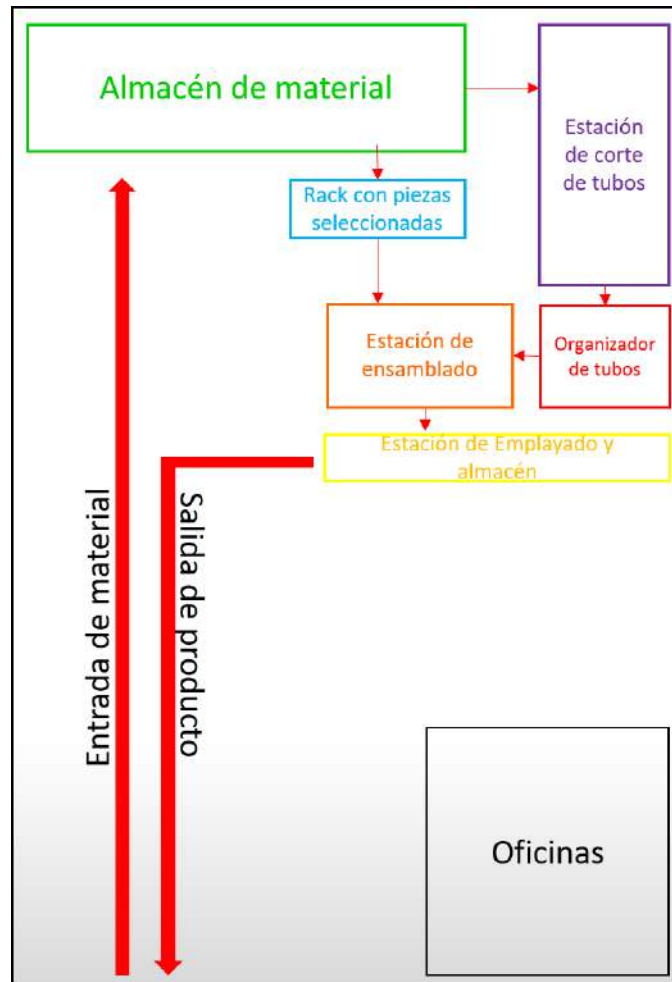


ILUSTRACIÓN 117 LAY OUT DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.

La ruta crítica es la siguiente

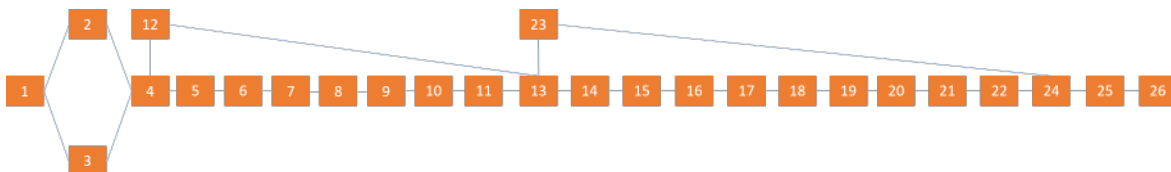


ILUSTRACIÓN 118 RUTA CRÍTICA. ELABORACIÓN PROPIA.

## Estructura de costos de producción

En el siguiente cuadro se identifican los elementos del costo para la producción de un lote de ETMs clasificados en costo fijo y costo variable.

| Elementos del costo de producción                        | Costo fijo | Costo variable |
|--|------------|----------------|
| <b>Insumos</b>   |            |                |
| Tubos  |            | X              |
| Uniones  |            | X              |
| Accesorios   |            | X              |
| <b>Mano de obra</b>                                      |            |                |
| Operario   | X          |                |
| <b>Gastos generales</b>                                  |            |                |
| <b>Depreciación de máquinas, equipos y herramientas</b>  | X          |                |
| Sierra de inglete para metales                           | X          |                |
| Desatornillador inalámbrico                              | X          |                |
| <b>Mantenimiento de máquinas, equipos y herramientas</b> | X          |                |
| <b>Renta de metros cuadrados con servicios</b>           | X          |                |
| <b>Salario de trabajadores</b>                           | X          |                |

TABLA 41 ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.



## Diagrama de proceso-flujo

| Diagrama n.1 Hoja: 1 de: 1        |              |  |   |   |   |           |   |                 |              |
|-----------------------------------|--------------|--|---|---|---|-----------|---|-----------------|--------------|
| Producto: ETM                     |              | Resumen  |   |   |   |           |   |                 |              |
| Actividad: Elaboración completa.  |              | Lote: 4 unidades   |   |   |   | Propuesto |   |                 |              |
| Lugar: Taller Operario (s): 1     |              | Operación<br>Operación combinada<br>Espera<br>Transporte<br>Almacenamiento |   |   |   | 17        |   |                 |              |
| Fecha: 02 / 06 / 18               |              |  |   |   |   | 6         |   |                 |              |
|                                   |              |  |   |   |   | 0         |   |                 |              |
|                                   |              |  |   |   |   | 0         |   |                 |              |
|                                   |              | Total  |   |   |   | 23        |   |                 |              |
| PROCESO                           | REPETICIONES | ○  | ➔ | ⊂ | ▽ | ▭         | ○ | TIEMPO REAL (s) | TIEMPO TOTAL |
| Preparación de sierra             | 1            |  |   |   |   |           | ○ | 30              | 30           |
| Corte de tubos de 960mm (X4)      | 16           | ○  |   |   |   |           |   | 104             | 416          |
| Preparación de sierra             | 1            |  |   |   |   |           | ○ | 30              | 30           |
| Corte de tubos de 475mm (X9)      | 36           | ○  |   |   |   |           |   | 234             | 936          |
| Preparación de sierra             | 1            |  |   |   |   |           | ○ | 30              | 30           |
| Corte de tubos de 405mm (X8)      | 32           | ○  |   |   |   |           |   | 208             | 832          |
| Preparación de sierra             | 1            |  |   |   |   |           | ○ | 30              | 30           |
| Corte de tubos de 60mm (X2)       | 8            | ○  |   |   |   |           |   | 40              | 160          |
| Quitar rebaba de tubos (X23)      | 92           | ○  |   |   |   |           |   | 230             | 920          |
| Medir y marcar tubo de 960mm (X4) | 16           |  |   |   |   |           | ○ | 240             | 960          |
| Ensamble de HJ-2 con tubos (X14)  | 56           | ○  |   |   |   |           |   | 840             | 3,360        |
| Ensamble de HJ-1 con tubos (X4)   | 16           | ○  |   |   |   |           |   | 180             | 720          |
| Ensamblar HJ-3 con tubos (X2)     | 8            | ○  |   |   |   |           |   | 180             | 720          |
| Ensamblar HJ-13 (X2)              | 8            | ○  |   |   |   |           |   | 120             | 480          |

|   |    |   |  |  |  |  |   |       |        |
|---|----|---|--|--|--|--|---|-------|--------|
| Voltear la ETM  | 4  | o |  |  |  |  |   | 10    | 40     |
| Colocar los insertos a los tubos (X4)   | 16 | o |  |  |  |  |   | 480   | 1,920  |
| Colocar los rodamientos en los insertos (X4)  | 16 | o |  |  |  |  |   | 240   | 960    |
| Voltear la ETM  | 4  | o |  |  |  |  |   | 10    | 40     |
| Colocar los esquineros MT-5116 (X12)  | 48 | o |  |  |  |  |   | 60    | 240    |
| Colocar superficies en los esquineros (X3)  | 12 | o |  |  |  |  |   | 90    | 360    |
| Colocar tapones Pj-110A en los tubos de 960mm (X4)  | 16 | o |  |  |  |  |   | 20    | 80     |
| Limpiar la ETM  | 4  |   |  |  |  |  | o | 60    | 240    |
| Emplayar la ETM   | 4  | o |  |  |  |  |   | 60    | 240    |
| Total   |    |   |  |  |  |  |   | 3,426 | 13,745 |
| <p><b>TOTAL</b><br/> <b>Lote de 4 unidades = 13,745 seg = 229.1 min = 3.81 hrs</b><br/> <b>1 pieza = 0.95hr = 1hr</b><br/> <b>20 piezas por semana = 80 piezas al mes</b></p> |    |   |  |  |  |  |   |       |        |

TABLA 42 PROCESO-FLUJO.

## Costos fijos

Para poder calcular el costo por unidad es necesario dividir el costo mensual entre el número de piezas que se pueden producir al mes según el diagrama anterior; Tomando en cuenta que se producen 80 ETMs al mes:

| Vida útil = 5 años             |                     |                      |                |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|----------------|
| MÁQUINA                        | PRECIO DE COMPRA    | DEPRECIACIÓN MENSUAL | POR UNIDAD     |
| Desatornillador inalámbrico    | \$ 889.00           | \$ 14.81             | \$ 0.18        |
| Sierra de inglete para metales | \$ 10,199.00        | \$ 169.98            | \$ 2.12        |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>\$ 11,088.00</b> | <b>\$ 184.79</b>     | <b>\$ 2.30</b> |

TABLA 43 DEPRECIACIÓN DE MÁQUINAS.

| Vida útil = 10 años |                  |                      |                 |
|---------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| HERRAMIENTA         | COSTO            | AMORTIZACIÓN MENSUAL | POR UNIDAD      |
| Martillo            | \$ 60.00         | \$ 0.50              | \$ 0.006        |
| Flexómetro          | \$ 106.00        | \$ 0.88              | \$ 0.01         |
| <b>TOTAL</b>        | <b>\$ 166.00</b> | <b>\$ 1.38</b>       | <b>\$ 0.016</b> |

TABLA 44 DEPRECIACIÓN DE HERRAMIENTAS.

| Vida útil = 10 años |                     |                      |                |
|---------------------|---------------------|----------------------|----------------|
| OTROS GASTOS        | COSTO               | AMORTIZACIÓN MENSUAL | POR UNIDAD     |
| <b>TOTAL</b>        | <b>\$ 25,000.00</b> | <b>\$ 208.33</b>     | <b>\$ 2.60</b> |

TABLA 45 DEPRECIACIÓN DE OTROS GASTOS.

| Salarios       |                     |                              |                 |
|----------------|---------------------|------------------------------|-----------------|
| TRABAJADOR     | SALARIO MENSUAL     | SALARIO POR HORAS TRABAJADAS | POR UNIDAD      |
| Administrativo | \$ 15,000.00        | \$ 1,500.00                  | \$ 18.75        |
| Chofer         | \$ 6,541.00         | \$ 1,308.20                  | \$ 16.35        |
| Operario       | \$ 6,541.00         | \$ 2,616.40                  | \$ 32.70        |
| <b>TOTAL</b>   | <b>\$ 28,082.00</b> | <b>\$ 5,424.60</b>           | <b>\$ 67.80</b> |

TABLA 46 SALARIOS.

| <b>Costos fijos</b>         | <b>Mensuales</b>    | <b>Unitarios</b> |
|-----------------------------|---------------------|------------------|
| Metros cuadrados            | \$ 3,750.00         | \$ 46.87         |
| Salario (3 personas)        | \$5,424.60          | \$ 67.80         |
| Mantenimiento               | \$ 1,000.00         | \$ 12.50         |
| Amortización y depreciación | \$ 394.50           | \$ 4.91          |
| <b>TOTAL</b>                | <b>\$ 10,569.10</b> | <b>\$ 132.10</b> |

*TABLA 47 COSTOS FIJOS.*

## Costos variables

Tomando en cuenta que se tiene una producción de 80 ETMs al mes se calcularon los siguientes costos variables:

| Insumos   |  |          |             |                   |
|---|--|----------|-------------|-------------------|
| Clave   |  | Cantidad | Costo (USD) | Costo Total (USD) |
| H-1   |  | 8        | \$0.52      | \$4.16            |
| H-2   |  | 8        | \$0.68      | \$12.24           |
| H-3   |  | 4        | \$0.79      | \$11.06           |
| H-4   |  | 2        | \$0.74      | \$1.48            |
| H-13  |  | 4        | \$1.22      | \$4.88            |
| WB0610  |  | 48       | \$0.15      | \$7.20            |
| NU0600N   |  | 48       | \$0.15      | \$7.20            |
| MP-1102   |  | 3        | \$10.43     | \$31.29           |
| MT-5136   |  | 4        | \$0.56      | \$2.24            |
| CT-704S   |  | 2        | \$12.02     | \$24.04           |
| CT-704B   |  | 2        | \$16.72     | \$33.44           |
| PJ-110A   |  | 4        | \$0.12      | \$0.48            |
| MT-5116   |  | 12       | \$1.58      | \$18.96           |
| PA-2503   |  | 1        | \$17.12     | \$17.12           |
| Pasa cables   |  | 2        | \$2.40      | \$4.80            |
| Tabla de triplay enchapado y trabajado con utilidad de Mesodi         |  | 3        | \$8.47      | \$25.41           |
| Tubo de hule espuma   |  | 1        | \$0.15      | 0.15              |
| Total   |  |          | \$73.82     | \$206.15          |
| Total en pesos mexicanos (Tipo de cambio el 02/06/18 = \$20.07 pesos) |  |          | \$1,481.56  | \$4,137.43        |

TABLA 48 INSUMOS.

| Insumos      | Costo mensual        | Costo unitario    |
|--------------|----------------------|-------------------|
| <b>Total</b> | <b>\$ 330,994.40</b> | <b>\$4,137.43</b> |

TABLA 49 INSUMOS TOTALES.

| <b>Costo variable para la producción de 1240 colgadores de banak</b> |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|
|  | <b>COSTOS MENSUAL</b> | <b>COSTO UNITARIO</b> |
| <b>Insumos</b>   | \$ 330,994.40         | \$ 4,137.43           |
| <b>Total</b>   | <b>\$ 330,994.40</b>  | <b>\$ 4,137.43</b>    |

TABLA 50 COSTOS VARIABLES

### Costo total de producción

$$\text{Costo Total (CT)} = \text{Costo Fijo Total} + \text{Costo Variable Total}$$

| <b>Vaciado de información</b> |                      |                       |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
|                               | <b>COSTO MENSUAL</b> | <b>COSTO UNITARIO</b> |
| <b>COSTOS FIJO</b>            | \$ 10,569.10         | \$ 132.10             |
| <b>COSTO VARIABLE</b>         | \$ 330,994.40        | \$ 4,137.43           |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>\$ 341,563.50</b> | <b>\$ 4,269.53</b>    |

TABLA 51 COSTO TOTAL.

Como vemos, el costo total de producción de los 80 ETMs es de **\$341,563.50**

### Costo unitario de producción

$$\text{Costo Unitario de Producción (CUP)} = \frac{\text{Costo Total de Producción (CTP)}}{\text{Unidades Producidas}}$$

$$CUP = \$341,563.50 / 80 = \$ 4,269.53$$

El costo unitario de producción de una ETM es de **\$ 4,269.53 pesos.**

### Precio

- **COSTO = \$4,269.53**
- **PRECIO A EMPRESAS = (10% de utilidad) + \$ 427.00 = \$ 4,697.00**

## Punto de equilibrio

El Punto de Equilibrio es el punto en el que coinciden los Ingresos por Ventas y el Costo Total. Si no se llega al Punto de Equilibrio, la empresa genera pérdidas. Pasado el Punto de Equilibrio, la empresa gana.

$$\text{P.E.} = \frac{\text{Costo Fijo Total (CFT)}}{\text{Precio de venta (PV)} - \text{Costo Variable Unitario (CVU)}}$$

$$CFT = \$ 341,563.50$$

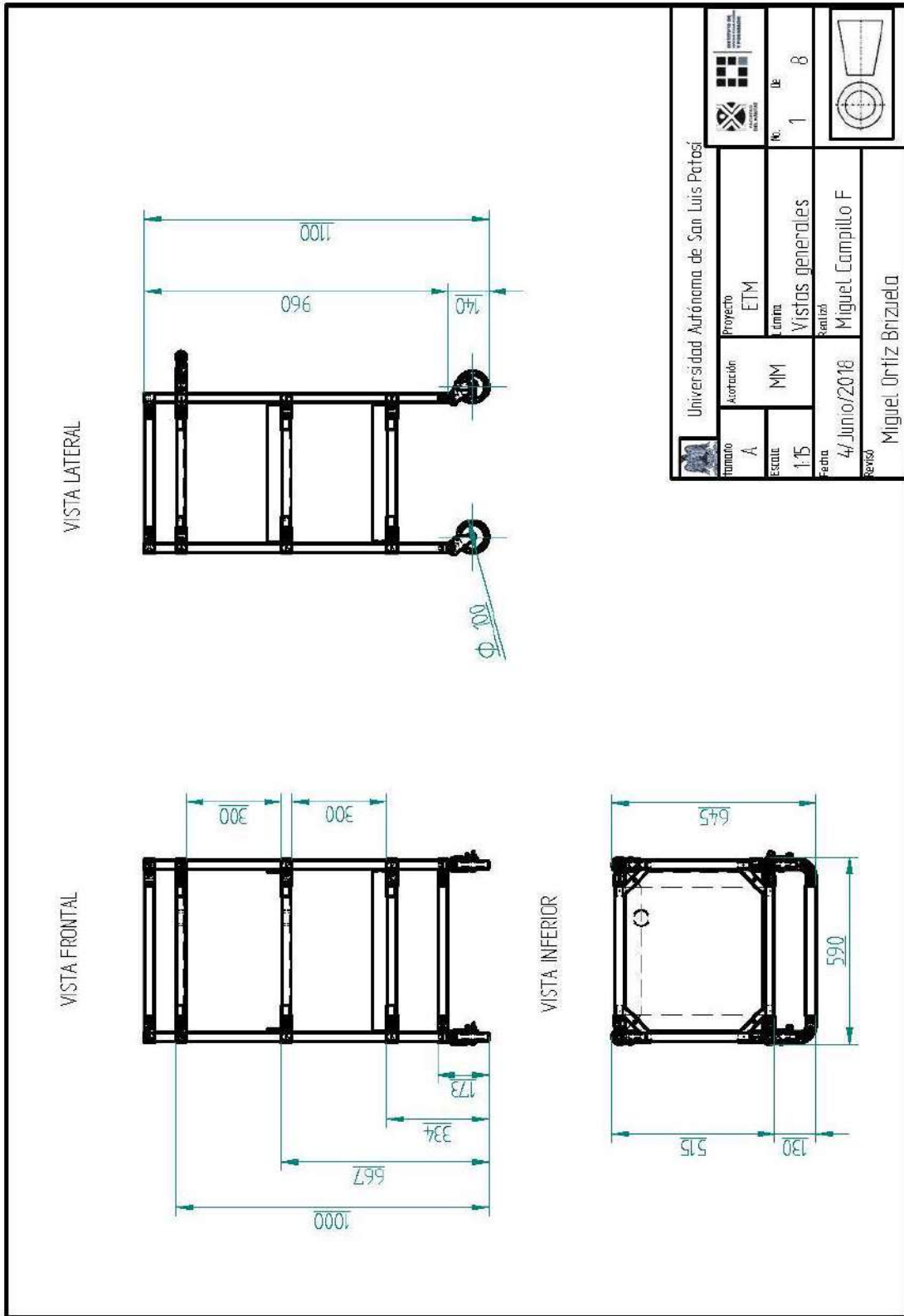
$$CVU = \$ 4,137.43$$

$$PV = CTU + (10\% \text{ utilidad}) = \$4,269.53 + \$ 427.00 = \$ 4,697.00$$

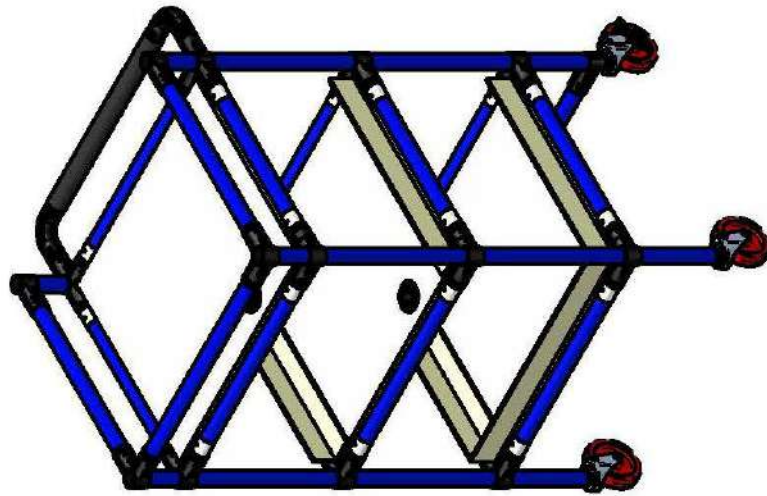
$$PE = \$ 341,563.50 / (4,697.00) - (4,137.43) = 610.40$$


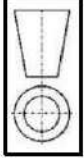
El Punto de Equilibrio (P.E.) se obtiene con la producción y venta de 611 ETMs al mes.

## 22 PLANIMETRÍA

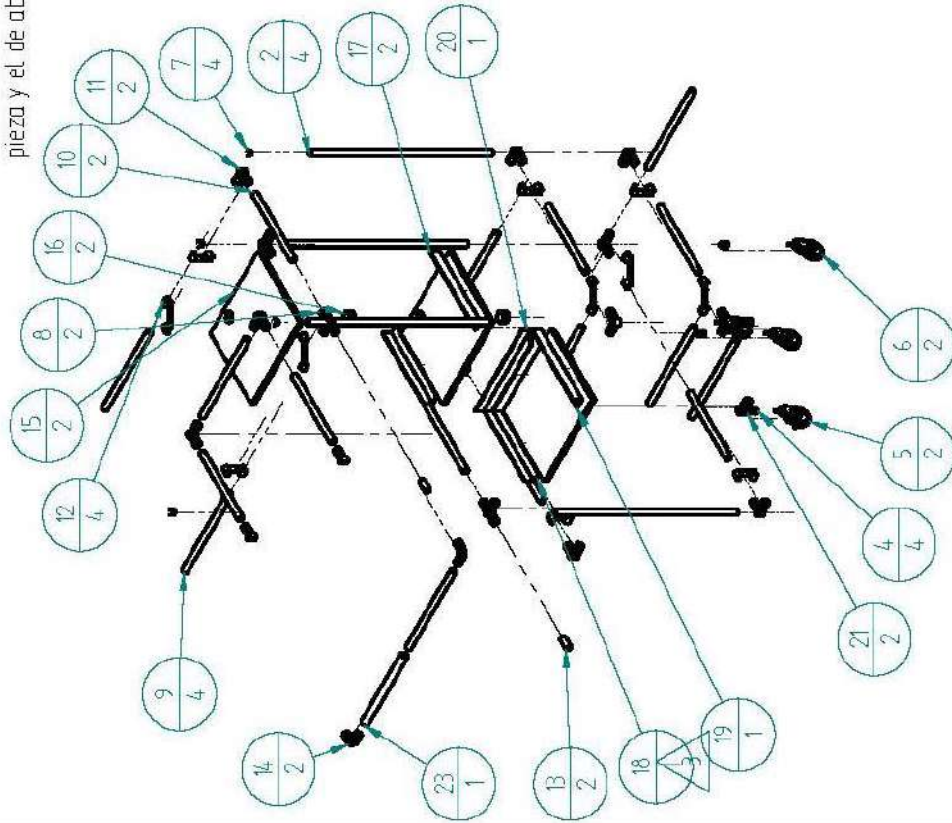







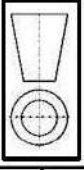


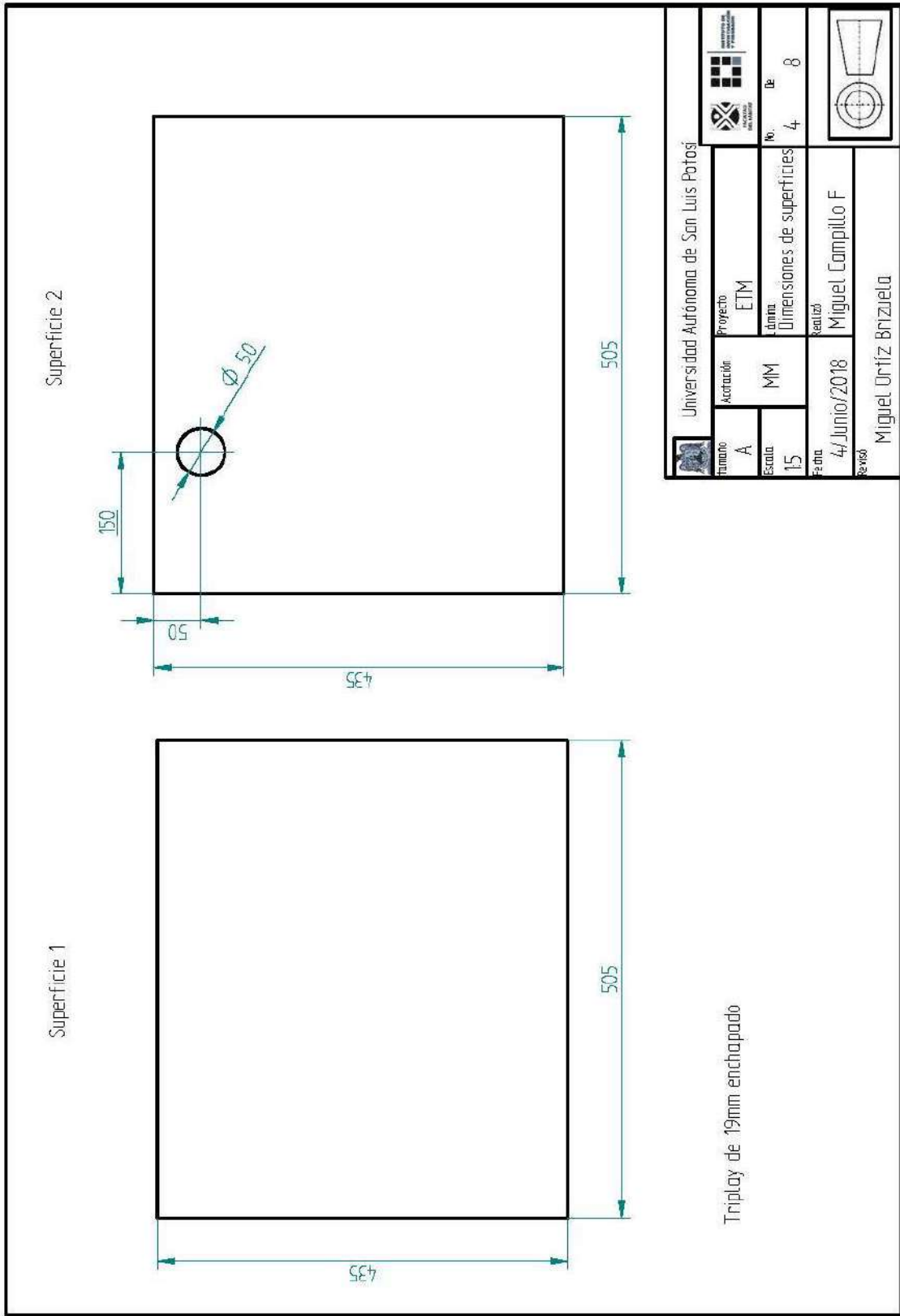
|   |                              |   |         |
|---|------------------------------|---|---------|
|  |                              | Universidad Autónoma de San Luis Potosí   |         |
| Título<br>A   | Proyecto<br>ETM              |   |         |
| Escala<br>1:10  | Unidad<br>MM                 | No.<br>2  | de<br>8 |
| Fecha<br>4/ Junio/2018  | Realizó<br>Miguel Campillo F |  |         |
| Revisó<br>Miguel Ortiz Brizuela   |                              |   |         |

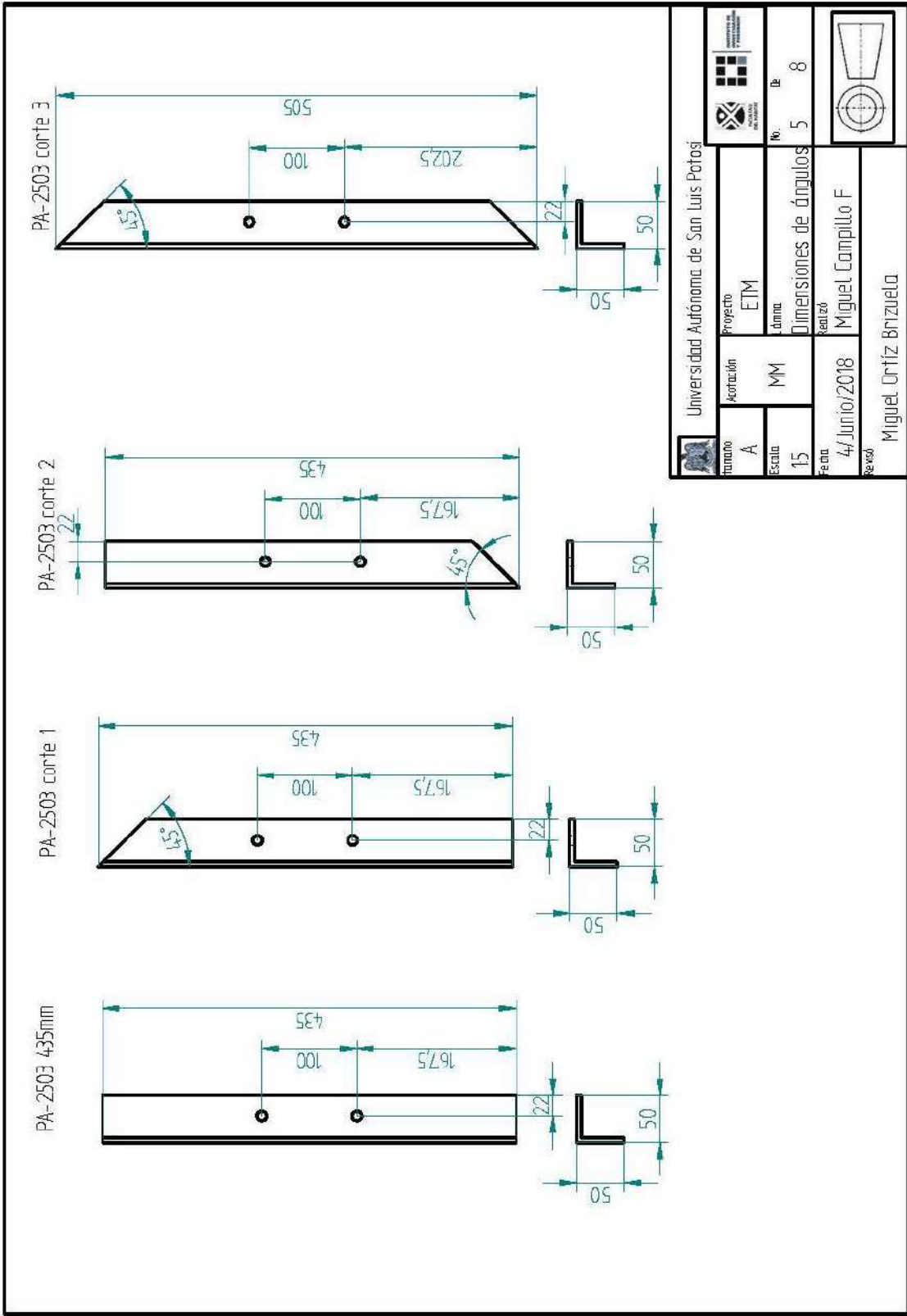
Nota: El número de arriba es el No. de pieza y el de abajo es la cantidad.

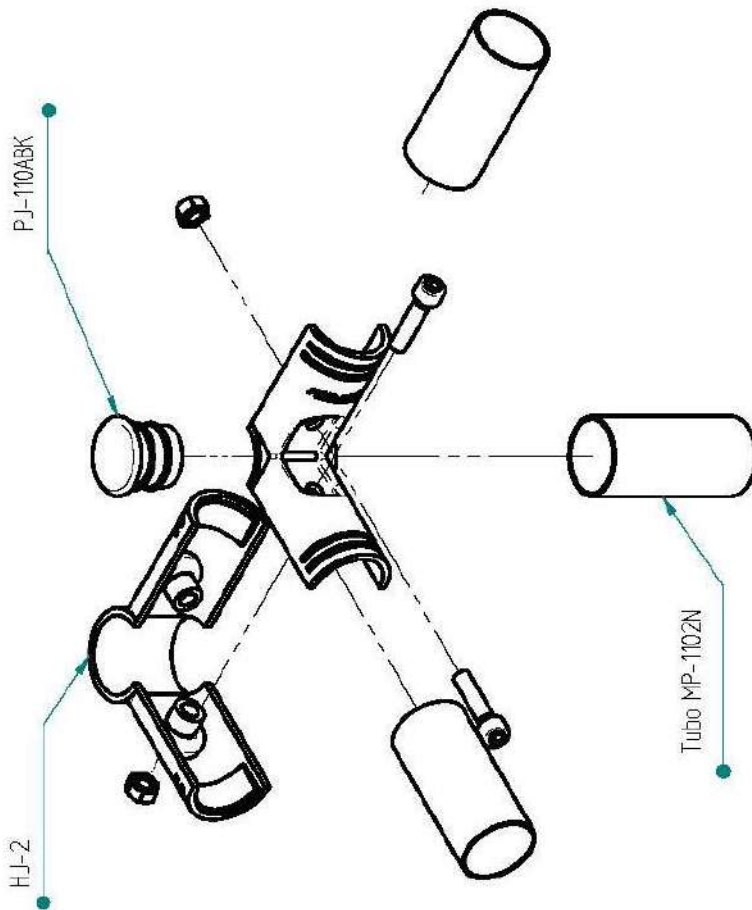


| No. | Pieza          | Cantidad |
|-----|----------------|----------|
| 2   | MP1102N 960    | 4        |
| 4   | MT5136         | 4        |
| 5   | CT704B         | 2        |
| 6   | CT704S         | 2        |
| 7   | PJ110ABK       | 4        |
| 8   | HJ3BK          | 2        |
| 9   | MP1102N 475    | 4        |
| 10  | MP1102N 405    | 2        |
| 11  | HJ2BK          | 2        |
| 12  | MT5116         | 4        |
| 13  | MP1102N 80     | 2        |
| 14  | HJ13BK         | 2        |
| 15  | Superficie 2   | 2        |
| 16  | Pasa Cables    | 2        |
| 17  | PA2503 435mm   | 2        |
| 18  | PA2503 corte 1 | 1        |
| 19  | PA2503 corte 2 | 1        |
| 20  | PA2503 corte 3 | 1        |
| 21  | HJ1BK          | 2        |
| 23  | Fondo          | 1        |

|   |                       |   |   |
|---|-----------------------|---|---|
|  |                       |  |   |
|  | Proyecto<br>ETM       | No.<br>3  | Dr.<br>8  |
| Tamaño<br>A   | Acotación<br>MM       | Tema<br>Explosivo   | Relato<br>Miguel Campillo F   |
| Escala<br>1:25  | Fecha<br>4/Junio/2018 | Autor<br>Miguel Ortiz Brizuela  |  |




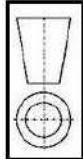


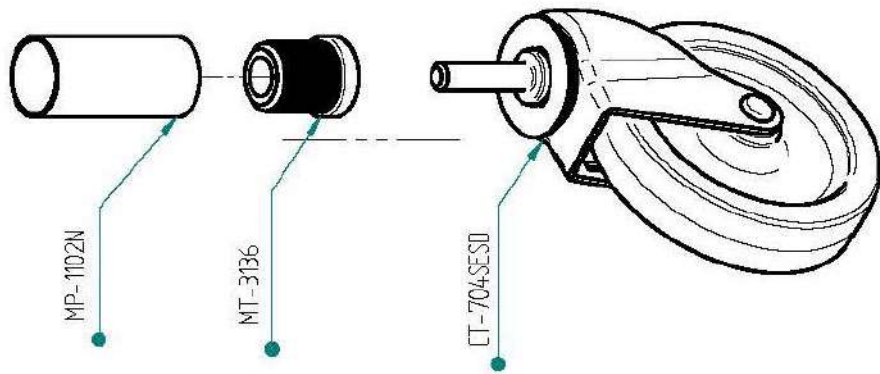


Nota: Todos los tipos de uniones se arman bajo el mismo principio.




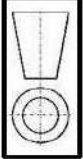
El tapón P.J-110ABK se coloca a presión tapando el hueco del tubo.

Las uniones se ensamblan con los tubos, sujetándolos a presión. Son apretadas por tornillos y los tubos quedan en medio de ellas.

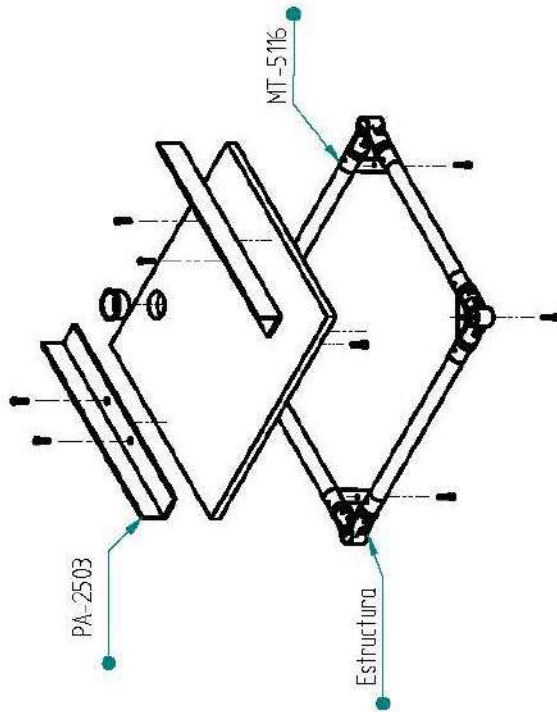
|   |                       |   |   |
|---|-----------------------|---|---|
|  |                       | Universidad Autónoma de San Luis Potosí |   |
| Formato<br>A  | Acomodación<br>MM     | Proyecto<br>ETM                         | No. DE<br>6 DE 8  |
| Escala<br>1:2   |                       | Lámina<br>Ensamble de uniones           | No.<br>6 DE 8   |
| Fecha<br>4/ Junio/2018  |                       | Revisión<br>Miguel Campillo F           |  |
| Revisión  | Miguel Ortiz Brizuela |   |   |



El inserto MT-3136 se inserta en el tubo MP-1102N, y el rodamiento CT-704SESD se introduce al inserto enroscándolo.

|   |     |   |                         |   |   |
|---|-----|---|-------------------------|---|---|
|  |     |  |                         |  |   |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí   |     | Proyecto  | ETM                     | No.   | 7 |
| Acrobación  | MM  | Edición   | Ensamble de rodamientos | De  | 8 |
| Tamaño  | A   | Realizó   | Miguel Campillo F       |  |   |
| Escala  | 1:2 | Fecha   | 4/Junio/2018            |   |   |
|   |     | Revisó  | Miguel Ortiz Brizuela   |   |   |

Nivel 2



Nota: En el caso del nivel 1, solo se atornillan a la superficie los 3 ángulos PA-2503 cortados a 45°, y la superficie a las piezas MT-5116 ensambladas en la estructura.

En el caso del nivel 3, solo se atornilla la superficie a las piezas MT-5116 ensambladas en la estructura.

Se atornillan los ángulos PA-2503 a la superficie, y la superficie a las piezas MT-5116 ensambladas a la estructura.

Se coloca el paso cables en la perforación de la superficie.

|               |                       |   |     |    |
|---------------|-----------------------|---|-----|----|
|               |                       | Universidad Autónoma de San Luis Potosí |     |    |
| Tamaño        | Acotación             | Proyecto                                | No. | de |
| A             | MM                    | ETM                                     | 8   | 8  |
| Escala        |                       | Unidad                                  |     |    |
| 1:10          |                       | Armado de niveles                       |     |    |
| Fecha         | Realizó               |   |     |    |
| 4/ Junio/2018 | Miguel Campillo F     |   |     |    |
| Revisó        | Miguel Ortiz Brizuela |   |     |    |

## 23 ANEXOS

### NORMATIVAS

A continuación se muestran los objetivos, el campo de aplicación y los puntos o lineamientos de cada normativa que tengan que ver con este proyecto.

#### **Secretaría del Trabajo y Previsión Social - NORMA Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo.**

##### **1. Objetivo**

*Establecer las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que se deberán cumplir en los centros de trabajo para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual.*

##### **2. Campo de aplicación**

*2.1 La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se realice el manejo y almacenamiento de materiales, a través del uso de maquinaria o en forma manual.*

##### **8. Manejo y almacenamiento de materiales de modo manual**

*8.1 En los centros de trabajo donde se realicen actividades de manejo y almacenamiento de materiales mediante la carga manual, se deberá contar con procedimientos de seguridad que consideren, al menos, lo siguiente:*

- a) Las características de los trabajadores involucrados en estas tareas, tales como: género, edad, peso, complexión y antecedentes patológicos de deformidades físicas o de lesiones que puedan limitar la capacidad de carga manual;*
  - b) El peso, forma, dimensiones y presencia de aristas cortantes o vértices puntiagudos, de los materiales o contenedores por manejar;*
  - c) La intensidad, distancia, repetición, frecuencia, duración, posturas y premura con la que deberán efectuarse las actividades de carga y traslado manual;*
  - d) La posición de los materiales o contenedores a manejar, con respecto a la de los trabajadores: levantamiento o descenso de la carga al piso, o a una cierta altura;*
  - e) Los elementos de sujeción de los materiales o contenedores -facilidad de agarre, sujeción y traslado de los materiales o contenedores-, y visibilidad que el volumen de la carga permite al trabajador;*
  - f) Las condiciones del ambiente que puedan incrementar el esfuerzo del trabajador, tales como condiciones de intemperie: exposición a radiación solar, temperatura y/o condiciones de humedad ambiental extremas, ambiente contaminado, lluvia, nevada o presencia de fuertes vientos;*
  - g) La trayectoria para el transporte de las cargas, subiendo o bajando escaleras, rampas inclinadas, plataformas, vehículos, tránsito sobre superficies resbalosas o con obstáculos que puedan generar riesgo de caídas, y*
  - h) El manejo de materiales peligrosos, tales como: tóxicos, irritantes, corrosivos, inflamables, explosivos, reactivos, con riesgo biológico, entre otros.*
- 8.2 Las actividades de manejo y almacenamiento de materiales a través de la carga manual, se deberá realizar sólo por trabajadores que cuenten con aptitud física avalada por un médico.*
- 8.3 Las mujeres en estado de gestación, y durante las primeras 10 semanas posteriores al parto, no deberán realizar actividades de manejo y almacenamiento de materiales por medio de la carga manual.*
- 8.4 El patrón deberá adoptar medidas preventivas, a fin de evitar lesiones a los trabajadores por sobreesfuerzo muscular o posturas forzadas o repetitivas.*
- 8.5 En las actividades de manejo y almacenamiento de materiales de manera manual se deberán adoptar las medidas de seguridad siguientes:*



- a) Supervisar que se realicen en condiciones seguras, con base en los procedimientos a que alude el numeral 8.1, de esta Norma;
- b) Conservar en condiciones seguras los equipos auxiliares utilizados en el manejo de materiales;
- c) Mantener las áreas de tránsito y de trabajo libres de obstáculos;
- d) Utilizar barras u otros medios cuando se desplacen objetos pesados mediante rodillos para que el trabajador no entre en contacto con la carga en movimiento;
- e) Verificar que la carga manual máxima que manejen los trabajadores no rebase:
  - 1) 25 kg para hombres;
  - 2) 10 kg tratándose de mujeres, y
  - 3) 7 kg en el caso de menores de 14 a 16 años.

Los trabajadores a que se refiere el subinciso 1), podrán manejar una carga superior a 25 kg, que no exceda de 50 kg, siempre y cuando el patrón determine en el procedimiento previsto en el numeral 8.1, las condiciones conforme a las cuales se desarrollará la actividad, de tal manera que no represente un riesgo para su salud;

- f) Proporcionar la ropa y el equipo de protección personal, conforme a lo previsto por la NOM-017-STPS-2008, o las que la sustituyan, a los trabajadores que realicen actividades de carga de:
  - 1) Materiales o contenedores con aristas cortantes, rebabas, astillas, puntas agudas, clavos u otros salientes peligrosos;
  - 2) Materiales con temperaturas extremas, y/o
  - 3) Contenedores con sustancias irritantes, corrosivas o tóxicas;
- g) Ubicar al menos un trabajador por cada 4 metros o fracción del largo de la carga por manipular, cuando su longitud sea mayor a dicha distancia;
- h) Trasladar los barriles o tambos, a través del uso de maquinaria o equipo auxiliar, como diablos, patines o carretillas;
- i) Efectuar el manejo manual de materiales cuyo peso o longitud sea superior a lo que determina la presente Norma, e integrar grupos de carga y asegurar que exista coordinación entre los miembros de éstos;
- j) Realizar el manejo manual de materiales al menos con dos trabajadores, cuando su peso sea mayor de 200 kg y se utilicen diablos o patines;
- k) Asegurar la estabilidad de la carga durante su traslado;
- l) Instruir al trabajador para que jale el diablo, patín o carretilla en el mismo sentido del ascenso al subir una pendiente, y en sentido opuesto al del descenso al bajar, con el objeto de evitar que la carga represente un riesgo, y
- m) Colocar un tope en la zona de descarga cuando se bascule una carretilla para descargarla al borde de una zanja.

## **9. Almacenamiento de materiales**

**9.1** Para el almacenamiento de materiales se deberá contar con procedimientos de seguridad, que al menos consideren lo siguiente:

- a) La forma segura de llevar a cabo las operaciones de estiba y desestiba con y sin el empleo de maquinaria;
- b) La técnica empleada para apilar y retirar los materiales o contenedores de los elementos estructurales, estantes o plataformas;
- c) La altura máxima de las estibas, de acuerdo con las características de los materiales y del área de almacenamiento;
- d) Las instrucciones para dar estabilidad a la estiba, de conformidad con las dimensiones de los materiales o contenedores;
- e) El peso, forma y dimensiones de los materiales o contenedores;
- f) La verificación ocular de que los elementos de sujeción o soporte de los materiales apilados no generen riesgos;
- g) Las indicaciones de prohibición en las maniobras de acomodo o retiro de materiales de la estiba para evitar riesgos de caída, aplastamiento, cortadura, entre otros, y
- h) Las medidas de seguridad que se deberán adoptar para realizar la actividad de modo seguro.

**9.2** Los centros de trabajo deberán disponer de espacios específicos para el almacenamiento de materiales.

**9.3** Las áreas de almacenamiento de materiales deberán contar con:

- a) Orden y limpieza;

- b) Pisos firmes; nivelados, llanos y de resistencia mecánica, con base en el peso de las estibas que soportarán;**
  - c) Delimitación de las zonas de almacenamiento;**
  - d) Pasillos de circulación con anchos en función de la técnica utilizada para la colocación y extracción de los materiales, conforme a:**
    - 1) El mayor ancho de la maquinaria o carga que circulen por ellos, y**
    - 2) La dimensión más amplia de los materiales, contenedores o cajas;**
  - e) Ventilación de acuerdo con el tipo de materiales por almacenar;**
  - f) Niveles de iluminación requeridos para las actividades por desarrollar, de conformidad con lo señalado por la NOM-025-STPS-2008, o las que la sustituyan;**
  - g) Avisos sobre la capacidad máxima de carga; número máximo de productos, contenedores o cajas por estibar en los estantes; elementos estructurales o plataformas, según aplique;**
  - h) Señalización, con base en lo que dispone la NOM-026-STPS-2008, o las que la sustituyan, que indique:**
    - 1) La altura máxima de las estibas;**
    - 2) El equipo de protección personal a utilizar;**
    - 3) La velocidad máxima de circulación de los vehículos, en su caso;**
    - 4) Las rutas de evacuación y salidas de emergencia, y**
    - 5) Los sistemas de alarma, contra incendio y de emergencia;**
    - i) Espejos convexos, donde la altura de los materiales sea superior a 1.8 metros, en los cruces de corredores, pasillos o calles, donde circulen vehículos empleados para el manejo de materiales, y**
    - j) Medios físicos en el piso para reducir su velocidad, en su caso.**
- 9.4 Para el almacenamiento de materiales se deberán cumplir las condiciones de seguridad siguientes:**
- a) Asegurar que los elementos estructurales, estantes o plataformas cuenten con la capacidad para soportar las cargas fijas o móviles, de tal manera que su resistencia evite posibles fallas estructurales y riegos de impacto;**
  - b) Establecer la altura máxima de las estibas, en función de la resistencia mecánica, forma y dimensiones de los materiales y, en su caso, de los envases o empaques, así como la forma de colocarlos, con la finalidad de asegurar su estabilidad;**
  - c) Evitar que las estibas:**
    - 1) Bloqueen la iluminación y la ventilación del local o edificio, y**
    - 2) Impidan el acceso a las rutas de evacuación y salidas de emergencia, así como a los sistemas de alarma; equipos contra incendio y de rescate, entre otros, previstos para casos de emergencia;**
  - d) Disponer de elementos estructurales, estantes o plataformas:**
    - 1) Con elementos de sujeción a las estructuras del edificio o local donde se ubiquen, en su caso, y**
    - 2) Con una relación base-altura que ofrezca la estabilidad, conforme al peso de los materiales y los esfuerzos a que serán sometidos;**
  - e) Contar con protecciones de al menos 30 centímetros de altura y resistentes para absorber golpes, pintadas de color amarillo o amarillo con franjas negras, de modo que se resalte su ubicación en las esquinas exteriores de los elementos estructurales, estantes o plataformas por donde circulen vehículos;**
  - f) Colocar en la parte posterior de los elementos estructurales, estantes o plataformas, de altura mayor a 1.8 metros, elementos que impidan que los materiales puedan desprenderse o caer;**
  - g) Apilar los materiales de manera tal que siempre se coloquen los de mayor peso en la parte inferior;**
  - h) Realizar la desestiba de materiales desde la parte superior, a efecto de no comprometer la estabilidad del apilamiento;**
  - i) Colocar calzas en la capa inferior, cuando se apilen materiales o contenedores cilíndricos tendidos horizontalmente, para evitar deslizamientos accidentales;**
  - j) Prohibir que los materiales sobresalgan con aristas filosas o puntiagudas hacia los pasillos de tránsito;**
  - k) Impedir que los materiales se recarguen en las paredes de los edificios o locales, y**
  - l) Prohibir que se carguen materiales en elementos estructurales, estantes o plataformas que se encuentren dañados o que estén sujetos a mantenimiento.**

**9.5** Previo al almacenamiento de materiales se deberán efectuar revisiones a los elementos estructurales, estantes o plataformas, para identificar:

- a) Condiciones inseguras o daños;
- b) Caída de materiales o elementos de los materiales sobre pasillos o zonas de trabajo;
- c) Deformación de los elementos estructurales, estantes o plataformas;
- d) Modificaciones o improvisaciones en dichos elementos, sin consultar con el fabricante o las especificaciones de diseño, y
- e) Inestabilidad con motivo de fallas del suelo.

**9.6** Los elementos estructurales, estantes o plataformas que se utilicen para el almacenamiento de materiales deberán contar con un programa de mantenimiento:

- a) Con una periodicidad al menos anual, con el propósito de detectar elementos deformados, dañados o desgastados; su no verticalidad; inestabilidad; grietas o hundimientos en el suelo, o alguna condición que pueda generar riesgos, y
- b) Después de la ocurrencia de un evento que pudiera dañarlos y, en su caso, una vez realizadas las adecuaciones, modificaciones o reparaciones, a fin de que no representen riesgo.

**9.7** Los registros sobre los resultados del programa de mantenimiento de los elementos estructurales, estantes o plataformas, deberán contener al menos la información siguiente:

- a) Las fechas en que se realizó la actividad;
- b) Los resultados del mantenimiento;
- c) Las acciones preventivas o correctivas efectuadas, y
- d) El responsable de realizar la actividad.

## **PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-195-SCFI-2014, Productos de hierro y acero—Especificaciones de Seguridad.**

### **3. Referencias**

Para la correcta aplicación de este proyecto de norma oficial mexicana, deben aplicarse las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

**NMX-B-034-1991** Tubos de acero con costura soldados por fusión eléctrica para servicio en alta presión y temperaturas moderadas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de enero de 1992.

**NMX-B-037-1988** Productos siderúrgicos-Tubos de acero, soldados por fusión eléctrica para servicio a temperaturas ambiente y menores. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de junio de 1988.

**NMX-B-038-1988** Productos siderúrgicos-Tubos de acero aleado y al carbono, soldados por fusión eléctrica para servicio en alta presión y altas temperaturas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de julio de 1988.

**NMX-B-040-CANACERO-2012** Industria siderúrgica-Ferromanganeso-Especificaciones y métodos de prueba (cancela a la NMX-B-040-CANACERO-2006). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de diciembre de 2012.

**NMX-B-050-SCFI-2000** Industria siderúrgica-Tubos ranurados de acero al carbono para ademe de pozos de agua para extracción y/o infiltración-absorción de agua-Especificaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de mayo de 2000.

**NMX-B-054-1988** Tubos de acero soldados helicoidalmente. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de octubre de 1998.

**NMX-B-055-1988** Requisitos generales para lámina de acero galvanizada por el proceso de inmersión en caliente. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de septiembre de 1988.

**NMX-B-060-1990** Lámina de acero al carbono galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, acanalada. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de agosto de 1990.

**NMX-B-061-1990** Tubos de acero de bajo carbono, soldados eléctricamente, para la industria química. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de octubre de 1990.

## **7. Evaluación de la conformidad**

*La evaluación de la conformidad de los productos, objeto del presente proyecto de Norma Oficial Mexicana, una vez que sea publicada en el Diario Oficial de la Federación como norma definitiva, debe llevarse a cabo por personas acreditadas y aprobadas en términos de lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, de acuerdo con lo descrito en el “Procedimiento para la evaluación de la conformidad que a continuación se describe:*

### **7.1 Disposiciones generales**

*Este Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC) establece las directrices que deben seguir productor, fabricante, importador, distribuidor o comercializador de “Productos de hierro y acero”. Asimismo, como las que deben observar las personas acreditadas y aprobadas que realicen la Evaluación de la Conformidad con la misma.*

#### **7.1.5 Del muestreo**

*El muestreo debe efectuarse seleccionando los productos conforme a las disposiciones establecidas en la NOM, NMX o NI, en su defecto conforme al presente Procedimiento o en cuyo caso, a los Criterios Generales en materia de Certificación aprobados para tales efectos.*

#### **7.1.6 De la titularidad de los certificados**

**7.1.6.1** *Los certificados de cumplimiento de los productos de hierro y acero (Certificados de Materiales) se expiden por producto o lote de producto en su forma final, de acuerdo a la correspondiente norma del producto con que se comercializa.*

**7.1.6.2** *La titularidad de dichos certificados debe ser el productor nacional o extranjero del producto en su forma final; o el comercializador que lo introduce a territorio de los Estados Unidos Mexicanos.*

**Secretaría de medio ambiente y recursos naturales - NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.**

## **2. Objetivo**

*La presente Norma Oficial Mexicana tiene los siguientes objetivos:*

**2.1** *Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión de otros Residuos de Manejo Especial, de conformidad con la fracción IX del artículo 19 de la Ley.*

**2.2** *Establecer los criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial que estarán sujetos a Plan de Manejo y el Listado de los mismos.*

**2.3** *Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión o exclusión del Listado de los Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo.*

**2.4** *Establecer los elementos y procedimientos para la elaboración e implementación de los Planes de Manejo de Residuos de Manejo Especial.*

**2.5** *Establecer los procedimientos para que las Entidades Federativas y sus Municipios soliciten la inclusión o exclusión de Residuos de Manejo Especial del Listado de la presente Norma.*

## **3. Campo de aplicación**

*Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para:*

**3.1** *Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial.*

**3.2** *Los grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos.*

**3.3** *Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo.*

**3.4** *Las Entidades Federativas que intervengan en los procesos establecidos en la presente Norma.*

Quedan excluidos los generadores de residuos provenientes de la Industria Minero-Metalúrgica, de conformidad con los artículos 17 de la Ley y 33 de su Reglamento.

#### **“6. Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial**

Para que las Entidades Federativas soliciten la clasificación de manejo especial para uno o varios residuos, se deberá cumplir con el criterio establecido en el 6.1 ó 6.2, pero invariablemente deberá cumplirse con el criterio establecido en el 6.3.

**6.1** Que se generen en cualquier actividad relacionada con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios, y que no reúnan características domiciliarias o no posean alguna de las características de peligrosidad en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005,

**6.2** Que sea un Residuo Sólido Urbano generado por un gran generador en una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año y que requiera un manejo específico para su valorización y aprovechamiento.

**6.3** Que sea un residuo, incluido en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos de una o más Entidades Federativas, o en un Estudio Técnico-Económico.

#### **7. Criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial sujetos a Plan de Manejo**

Para que un Residuo de Manejo Especial se encuentre sujeto a un Plan de Manejo, deberá estar listado en la presente Norma.

Para que un nuevo Residuo de Manejo Especial se pueda incluir en el mencionado Listado, deberá cumplir con el criterio señalado en el inciso 7.1 y con alguno de los criterios señalados en los incisos 7.2 ó 7.3.

**7.1** Que con base en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos, o en un Estudio Técnico-Económico, se demuestre que se cuenta con la infraestructura necesaria para manejar el residuo, y que por sus características y cantidad generada, se requiera facilitar su gestión o mejorar su manejo en todo el país;

**7.2** Que se trate de un residuo de alto volumen de generación, lo que implica que el residuo generado represente al menos el 10% del total de los Residuos de Manejo Especial, incluidos en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos; únicamente para efectos del cálculo anterior no se considerarán los residuos de la construcción; y que sea generado por un número reducido de generadores, esto es, que el 80% del mismo, sea generado por el 20% o menos, de los generadores;

**7.3** Que el residuo como tal o los materiales que lo componen tengan un alto valor económico para el generador o para un tercero, es decir, que genere un beneficio en su manejo integral, a través de la reducción de costos para el generador o que sea rentable para el generador o para el tercero, con base en las posibilidades técnicas y económicas del residuo para:

- a. Su aprovechamiento mediante su reutilización, reciclado o recuperación de materiales secundarios o de energía;
- b. Su valorización o co-procesamiento a través de su venta o traslado a un tercero, o
- c. La recuperación de sus componentes, compuestos o sustancias”.

Como complemento a estas normativas, se investigaron algunas normativas de la Ley de España que tienen que ver con las actividades que realizará el usuario

### **El Real Decreto 487/1997 en los artículos 3 al 6 de la Ley Española**

1. El empresario deberá adoptar las medidas técnicas u organizativas necesarias para evitar la manipulación manual de las cargas, en especial mediante la utilización de equipos para el manejo mecánico de las mismas, sea de forma automática o controlada por el trabajador.

2. Cuando no pueda evitarse la necesidad de manipulación manual de las cargas, el empresario tomará las medidas de organización adecuadas, utilizará los medios apropiados o proporcionará a los trabajadores tales medios para reducir el riesgo que entrañe dicha manipulación. A tal fin, deberá evaluar los riesgos tomando en consideración los factores indicados en el anexo del presente Real Decreto y sus posibles efectos combinados.

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban

*una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la manipulación manual de cargas, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.*

*En particular, proporcionará a los trabajadores una formación e información adecuada sobre la forma correcta de manipular las cargas y sobre los riesgos que corren de no hacerlo de dicha forma, teniendo en cuenta los factores de riesgo que figuran en el anexo de este Real Decreto. La información suministrada deberá incluir indicaciones generales y las precisiones que sean posibles sobre el peso de las cargas y, cuando el contenido de un embalaje esté descentrado, sobre su centro de gravedad o lado más pesado.*

*La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes sobre las cuestiones a las que se refiere este Real Decreto se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.*

*El empresario garantizará el derecho de los trabajadores a una vigilancia adecuada de su salud cuando su actividad habitual suponga una manipulación manual de cargas y concurren algunos de los elementos o factores contemplados en el anexo. Tal vigilancia será realizada por personal sanitario competente, según determinen las autoridades sanitarias en las pautas y protocolos que se elaboren, de conformidad con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 37 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. (Ruiz, 2018)*

En cuanto a las malas posturas que generan fatiga, en España, la norma que aplica para este campo es el **Artículo 8 de La Ley de Prevención de Riesgos Laborales**, la cual establece que:

*El empresario está obligado a eliminar los riesgos siempre que sea posible. Si ello no es posible, debe evaluar los riesgos y adoptar las medidas preventivas necesarias para que el trabajo no afecte a la salud de los trabajadores. Además, debe adoptar alguno de los modelos de organización preventiva previstos en la Ley (servicio de prevención propio, ajeno, mancomunado, etc.), dar información y formación a los trabajadores en relación con los riesgos asociados a su trabajo, y adoptar las medidas necesarias para que un profesional sanitario vigile la salud de los trabajadores en relación con su trabajo.*

**El artículo 15 de la Ley Española 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, sobre los Principios de la Acción Preventiva, en el apartado d), establece que:**

*Es responsabilidad del empresario adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.*

## **Origen del rack y evolución del Rack Lean**

El rack tiene su origen en el librero común o estantería, de los cuales no se tiene un registro histórico de la época en la que surgieron o de las fechas en las que fueron evolucionando, o de autores.

Los primeros registros que se tienen sobre los libreros pertenecen a la edad media en monasterios como pequeñas ménsulas que servían para contener manuscritos y pergaminos. En el caso de las estanterías se tiene registro de que existían en armerías y herrerías y como instrumentos de tortura. Los libreros fueron

evolucionando y creciendo conforme se iban acumulando manuscritos y con la invención de la imprenta, lo cual provocó un mayor acumulamiento, ahora de libros. Posteriormente, los libreros y estanterías sirvieron para contener cualquier tipo de objetos y no solo libros, herramientas, o armas; hecho que generó la creación de todo tipo de libreros y estanterías; y que a partir de la revolución industrial, se les comenzó a dar un uso también dentro de las fábricas. Después, vino una serie de especializaciones de las estanterías, según lo que iban a contener y se ampliaron los modos de contener, ya no solo se colocaban objetos sobre sus superficies, sino que también se podían colgar, fijar o sostener sobre dos puntos. Se rompió la manera única de ver a las estanterías como superficies horizontales y se comenzó a utilizarlas como estructuras para contener, sostener o adaptarles objetos (atornillar, colgar, etc.). Es a partir de entonces que a los libreros o estanterías se les comienza a dar un uso industrial y comienzan a especializarse hasta llegar a los racks industriales.

## TIPOS DE RACKS

Hay varios tipos de racks y diversos usos que se les pueden dar. A continuación se muestra una tabla con algunos de ellos y para que se usen.










| Tabla 1 TIPOS DE RACKS |  |   |
|------------------------|--|---|
| Tipo de rack           | Función  | Imagen  |
| Simple                 | Para contener objetos, estos pueden ser estanterías, o libreros.                   |    |
| Exhibidores            | Para contener objetos en mayor cantidad, generalmente se usan en tiendas o museos. |    |
| Para TV                | Para fijar la TV a una superficie vertical.  |    |
| Para percusiones       | Para que sean anclados a él, platillos y/o tambores                                |    |
| Para ejercicio         | Para contener pesas y mancuernas y para que se haga ejercicio en él.               |   |
| Para servidores        | Para contener servidores y organizarlos.   |  |
| Para automóvil         | Para adaptarlo al automóvil y contener maletas o bicicletas.                       |  |
| Para bicicletas        | Para que se fijen en el las bicicletas.  |  |
| Industriales           | Para contener Material.  |  |
| Lean                   | Para contener material, servir como estación de trabajo o transportar material.    |  |

TABLA 52 TIPOS DE RACKS.



## ERGONOMÍA

La definición oficial de ergonomía según el Consejo de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) desde agosto de 2000 es:

*“Derivado del griego ergon (trabajo) y nomos (leyes). La ergonomía (o factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar con el fin de optimizar el bienestar humano y el sistema general de actuación. La ergonomía ayuda a armonizar las cosas que interactúan con las personas en términos de las necesidades, capacidades y limitaciones de las personas”.*

(International Ergonomics Association, 2018)

Esta es la definición adoptada por muchas entidades e instituciones como el Portal de Ergonomía del Ministerio de Empleo y Seguridad Social del Gobierno de España en el cual se basó la investigación ergonómica para este proyecto, ya que es la fuente con información más accesible y completa.

La IEA ha clasificado tres áreas de especialización de la ergonomía, las cuales son:

1. **Ergonomía física:** *“se relaciona con las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas del ser humano en lo que se refiere a la actividad física. (Los temas relevantes incluyen posturas de trabajo, manipulación de materiales, movimientos repetitivos, trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, diseño del lugar de trabajo, seguridad y salud)”.* (International Ergonomics Association, 2018)
2. **Ergonomía cognitiva:** *“se refiere a los procesos mentales, como la percepción, la memoria, el razonamiento y la respuesta motora, ya que afectan las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema. (Los temas relevantes incluyen la carga de trabajo mental, la toma de decisiones, el desempeño calificado, la interacción humano-computadora, la confiabilidad humana, el estrés laboral y la capacitación, ya que pueden estar relacionados con el diseño del sistema humano)”.* (International Ergonomics Association, 2018)
3. **Ergonomía organizacional:** *“se ocupa de la optimización de los sistemas sociotécnicos, incluidas sus estructuras organizativas, políticas y procesos. (Los temas relevantes incluyen comunicación, administración de recursos de la tripulación, diseño de trabajo, diseño de horarios de trabajo, trabajo en equipo, diseño participativo, ergonomía comunitaria, trabajo cooperativo, nuevos paradigmas de trabajo, organizaciones virtuales, teletrabajo y gestión de calidad)”.* (International Ergonomics Association, 2018)

## OTROS CONCEPTOS Y VALORACIÓN

Los tres conceptos anteriores fueron los mejor evaluados en una tabla de valoración, de entre una lista de conceptos concebida por una lluvia de ideas. Estos conceptos fueron:

1. Rack para contener y transportar material
2. Estación de trabajo móvil
3. Escalera
4. Grúa
5. Rack para cocina
6. Cocina desarmable
7. Estructura para transportar personas
8. Carpa
9. Tribuna
10. Escenario
11. Comedor
12. Carrito de limpieza
13. Silla.



ILUSTRACIÓN 119 OTROS BOCETOS.

La valoración consiste en una tabla de doble entrada en la que se evalúa cada uno de los trece conceptos del uno al cinco, según que tan bien cumple con las premisas del producto, usuario, empresa y mercado.

| Concepto  | Premisas |         |         |         | Total     |
|-----------|----------|---------|---------|---------|-----------|
|           | Producto | Usuario | Empresa | Mercado |           |
| <b>1</b>  | 5        | 5       | 5       | 5       | <b>20</b> |
| <b>2</b>  | 5        | 5       | 5       | 5       | <b>20</b> |
| <b>3</b>  | 5        | 5       | 5       | 5       | <b>20</b> |
| <b>4</b>  | 1        | 5       | 4       | 3       | <b>13</b> |
| <b>5</b>  | 5        | 5       | 3       | 3       | <b>16</b> |
| <b>6</b>  | 5        | 5       | 3       | 3       | <b>16</b> |
| <b>7</b>  | 5        | 5       | 5       | 3       | <b>18</b> |
| <b>8</b>  | 5        | 2       | 3       | 1       | <b>11</b> |
| <b>9</b>  | 5        | 1       | 3       | 1       | <b>10</b> |
| <b>10</b> | 5        | 1       | 3       | 1       | <b>10</b> |
| <b>11</b> | 5        | 5       | 5       | 1       | <b>16</b> |
| <b>12</b> | 5        | 5       | 5       | 3       | <b>18</b> |
| <b>13</b> | 2        | 2       | 5       | 0       | <b>9</b>  |

*TABLA 53 VALORACIÓN DE CONCEPTOS 2.*

El resultado de esta tabla demuestra que los conceptos uno, dos y tres son los que obtuvieron mayor puntaje.

## TABLA DE VACIADO DE INFORMACIÓN ANTROPOMÉTRICA


|  <b>LABORATORIO DE ERGONOMÍA</b> |     | <i>Calculo de Percentil</i> |       |           |        |
|---|-----|-----------------------------|-------|-----------|--------|
| <b>DATOS</b>  |     |                             |       |           |        |
| 1   | 93  | <b>Valor Mínimo</b>         | 93    | $P_{5m}$  | 92.30  |
| 2   | 98  |                             |       |           |        |
| 3   | 101 | <b>Valor Máximo</b>         | 101   | $P_{25m}$ | 95.45  |
| 4   | 96  |                             |       |           |        |
| 5   | 100 |                             |       |           |        |
| 6   |     | <b>Rango</b>                | 8     | $P_{50m}$ | 97.60  |
| 7   |     |                             |       |           |        |
| 8   |     |                             |       |           |        |
| 9   |     | <b>Media</b>                | 97.60 | $P_{75m}$ | 99.75  |
| 10  |     |                             |       |           |        |
| 11  |     |                             |       |           |        |
| 12  |     |                             |       |           |        |
| 13  |     | <b>Desviación</b>           | 3.21  | $P_{95m}$ | 102.90 |
| 14  |     |                             |       |           |        |

TABLA 54 VACIADO DE INFORMACIÓN ANTROPOMÉTRICA.

## 24 GLOSARIO

### **Cogitación**

*“Acción y efecto de pensar o meditar algo.” (Océano, 1987)*

### **Cognición**

*“Término empleado para designar todos los procesos que implica la acción de conocer. (Se inicia dándose cuenta inmediata de la existencia de los objetos en la percepción, y se extiende a toda clase de razonamientos...).” (Warren, 1974)*

### **Comunicación**

*“.....el acto de relación entre dos o más sujetos, mediante el cual se evoca en común un significado.” (Paoli, 1989)*

*“En la confección de mensajes visuales, el significado no radica solo en los efectos acumulativos de la disposición de los elementos básicos, sino también en el mecanismo perceptivo que comparte universalmente el organismo humano.” (Dondis, 2017)*

*“Entre el significado general, el estado de ánimo, o el ambiente de la información visual y un mensaje específico y definido se interpone todavía otro campo del significado visual en aquellos objetos diseñados, realizados y manufacturados para servir a un propósito: la funcionalidad.” (Dondis, 2017)*

### **Estación de trabajo**

Si bien no hay una definición como tal, la red de IBM Tivoli Workload Scheduler lo describe como: *un objeto de planificación que ejecuta trabajos. Una estación de trabajo suele ser un sistema individual en el que se ejecutan trabajos y secuencias de trabajos.* (Scheduler, 2017)

### **Intuición**

1. *“Aprehensión inmediata o innata de un grupo complejo de datos o de un principio general.*
2. *Juicio que carece de cogitación preliminar conocida, siendo su rasgo característico lo inmediato del proceso.*
3. *(psic.) Fase final de la síntesis perceptiva.” (Warren, 1974)*

### **Intuitivo**

1. *“Por medio de un proceso de intuición.*
2. *Que se efectúa por intuición.” (Warren, 1974)*

### **Percepción**

1. *“Acto de darse cuenta de los objetos externos, sus cualidades o relaciones, que sigue directamente a los procesos sensoriales, a diferencia de la memoria o de otros procesos centrales.*

2. *Complejo o integración psíquica que tiene como núcleo experiencias sensoriales.*
3. *Acto de darse cuenta de datos presentes, ya sean externos ya intraorgánicos.*
4. *Acto de darse cuenta o de creer en la verdad de una proposición.” (Warren, 1974)*

### **Rack**

*Según el diccionario de Cambridge, es un marco o estantería, a menudo formado por barras, que se usa para contener cosas. (Dictionary, 2018)*

### **Rack industrial**

Es una estantería usada para contener materia prima, partes industriales, máquinas o producto terminado, dentro de alguna empresa del ramo industrial.

### **Semántica**

*“Estudio de la significación de las palabras.” (Océano, 1987)*

### **Semiótica**

*“Se puede concebir como una ciencia que estudia la vida de los signos en el seno de la vida social.” (Saussure, 1986)*

*“Tiene como objeto todo sistema de signos, cualquiera que sea su sustancia, cualesquiera que sean sus límites: las imágenes, los gestos, los sonidos melódicos, los objetos y los complejos de estas sustancias que se encuentran en ritos, protocolos o espectáculos, constituyen si no lenguajes, sí al menos sistemas de significación”.*

*(Barthes, 1971)*

### **Sintaxis**

*“En el lenguaje, la sintaxis significa la disposición ordenada de palabras de una forma y orden apropiado. Se definen unas reglas y lo único que debemos hacer es aprenderlas y utilizarlas inteligentemente. Pero en el contexto de la alfabetización visual, la sintaxis solo puede significar la disposición ordenada de partes, dejándonos con el problema de cómo abordar el proceso de composición con inteligencia y saber cómo afectarán las decisiones compositivas al resultado final.”*

*(Dondis, 2017)*

## 25 BIBLIOGRAFÍA

- Barthes, R. (1971). *Elementos de Semiología*. España.
- Bürdek, B. E. (1994). *Diseño Historia, Teoría y Práctica del Diseño Industrial*. España: Gustavo Gili.
- Colunga, C. (1994). *Administración Para la Calidad*.
- Delgado, O. S. (2002). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Psicosociologia/La%20carga%20de%20trabajo%20mental/carga%20mental.pdf>
- Dictionary, C. (2018). *Cambridge Dictionary*. Obtenido de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/rack?q=Rack>
- Dondis, D. A. (2017). *La sintaxis de la imagen*. España: Gustavo Gili.
- Duran, J. (1989). *Juran y El Liderazgo Para La Calidad: Un Manual Para Directivos*. Díaz de Santos S.A.
- Hernández, S. (1997). *Introducción A La Administración: Un Enfoque Teórico Práctico*. McGraw-Hill.
- Hirano, H. (1991). *Poka-Yoke: Mejorando La calidad Del Producto Evitando Defectos*. Productivity.
- Imai, M. (1989). *Kaizen: The Key of Japan's Competitive Success*. Compañía Editorial Continental S.A. DE C.V.
- INSSBT Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo. (2018). *Gobierno de España: Ministerio de Empleo y Seguridad Social, Portal de Ergonomía*. Obtenido de <http://www.insht.es/portal/site/Ergonomia2/;VAPCOOKIE=1GpjbGBfZ8nY9X33IkS37RQ6VJSmcLD73hGxKlvTm7b1ZQ9mtX52!1659441062!419770902>
- International Ergonomics Association. (2018). *International Ergonomics Association*. Obtenido de <https://www.iea.cc/whats/index.html>
- Juez, F. M. (2002). *Contribuciones para una antropología del diseño*. México: Gedisa Editorial.
- Juez, F. M. (2013). *Homoindicadores*. CIDI UNAM.
- MDC Manejo de Materiales. (2014). *Sistema Lean MDC*. Obtenido de <http://www.leanmdc.com/beneficios-lean.html>
- Norman, D. A. (2005). *El Diseño Emocional*. (Paidós, Ed.) España.
- Océano. (1987). *Diccionario de la lengua española*. México : Océano.
- Ohno, T. (1991). *EL Sistema De Producción Toyota: Más Allá de la Producción a Gran Escala*. Ediciones Gestión 2000, S.A.
- Paoli, J. A. (1989). *Comunicación e información Perspectivas toéricas*. México: Trillas.
- perez, j. (1197). libro.

- Ruíz, Á. L. (2018). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Carga%20Mental/ficheros/DTECargaMental.pdf>
- Ruiz, L. (2018). *Instituto Naconal de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de <http://www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/Formacion%20divulgacion/materiaI%20didactico/GuiatecnicaMMC.pdf>
- Salgueiro, A. (2001). *Indicadores de Gestión y Cuadro de Mando*. Ediciones Díaz de Santos.
- Saussure, F. d. (1986). *Curso de Lingüística General* (24 ed.). Argentina: Losada.
- Scheduler, I. T. (2017). *IBM Tivoli Workload Scheduler*. Obtenido de [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSPLFC\\_7.3.0/com.ibm.taddm.doc\\_7.3/AdminGuide/c\\_cmdb\\_scheduling\\_jobs\\_ws.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSPLFC_7.3.0/com.ibm.taddm.doc_7.3/AdminGuide/c_cmdb_scheduling_jobs_ws.html)
- SEDECO. (2012). *SEDECO*. Obtenido de <http://www.sdeslp.gob.mx/estudios/Industria%20Automotriz.html>
- SEDECO. (2017). *SEDECO*. Obtenido de <http://www.sdeslp.gob.mx/estudios/Asegurados%20del%20IMSS.html>
- Shingo, S. (1985). *Una Revolución En La Producción: EL Sistema SMED*. Productivity.
- Toyota Industries Corporation. (2018). *Toyota Industries Corporation*. Obtenido de [https://www.toyota-industries.com/company/history/toyoda\\_sakichi/](https://www.toyota-industries.com/company/history/toyoda_sakichi/)
- Vinci, L. d. (1999). *Aforismos*. Madrid: S.L.U. Espasa Libros.
- Warren, H. C. (Ed.). (1974). *Diccionario de Psicología*. México: Fondo de Cultura Económica.



## INDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| <i>Tabla 1 partes del rack lean</i> .....                            | 32  |
| <i>Tabla 2 tipos de rack lean</i> .....                              | 34  |
| <i>Tabla 3 características físicas del usuario</i> .....             | 38  |
| <i>Tabla 4 características demográficas del usuario</i> .....        | 38  |
| <i>Tabla 5 maquinaria de paris packing supply</i> .....              | 45  |
| <i>Tabla 6 competencia de paris packing supply</i> .....             | 47  |
| <i>Tabla 7 segmentación de mercado</i> .....                         | 50  |
| <i>Tabla 8 analisis de producto existente 1</i> .....                | 54  |
| <i>Tabla 9 análisis de producto existente 2</i> .....                | 55  |
| <i>Tabla 10 análisis de producto existente 3</i> .....               | 55  |
| <i>Tabla 11 análisis de producto existente 4</i> .....               | 56  |
| <i>Tabla 12 análisis de producto existente 5</i> .....               | 56  |
| <i>Tabla 13 factor de uso</i> .....                                  | 63  |
| <i>Tabla 14 factor técnico</i> .....                                 | 63  |
| <i>Tabla 15 factor funcional</i> .....                               | 63  |
| <i>Tabla 16 factor formal</i> .....                                  | 64  |
| <i>Tabla 17 factor ecológico</i> .....                               | 64  |
| <i>Tabla 18 factor psicológico</i> .....                             | 64  |
| <i>Tabla 19 factor sociocultural</i> .....                           | 64  |
| <i>Tabla 20 valoración de conceptos</i> .....                        | 82  |
| <i>Tabla 21 despiece del modelo 1</i> .....                          | 90  |
| <i>Tabla 22 características físicas del usuario</i> .....            | 93  |
| <i>Tabla 23 nuevos usos y elementos a contener</i> .....             | 111 |
| <i>Tabla 24 requisitos detectados y sugeridos</i> .....              | 112 |
| <i>Tabla 25 elementos a contener detectados y sugeridos</i> .....    | 112 |
| <i>Tabla 26 jerarquización de requisitos</i> .....                   | 113 |
| <i>Tabla 27 validación de requisitos anteriores</i> .....            | 115 |
| <i>Tabla 28 todos los requisitos</i> .....                           | 116 |
| <i>Tabla 29 nuevos requisitos, requerimientos y parámetros</i> ..... | 117 |
| <i>Tabla 30 lista de cambios 1</i> .....                             | 118 |
| <i>Tabla 31 lista de cambios 2</i> .....                             | 130 |
| <i>Tabla 32 herramientas para el análisis ergonómico</i> .....       | 131 |
| <i>Tabla 33 ilustración de medición antropométrica</i> .....         | 132 |
| <i>Tabla 34 ilustración de posturas durante el uso</i> .....         | 132 |
| <i>Tabla 35 ilustración de posturas durante el uso 2</i> .....       | 133 |
| <i>Tabla 36 ilustración de medición biomecánica</i> .....            | 134 |
| <i>Tabla 37 piezas de la etm</i> .....                               | 147 |
| <i>Tabla 38 piezas de la etm 2</i> .....                             | 148 |
| <i>Tabla 39 proveedores</i> .....                                    | 148 |
| <i>Tabla 40 lista de actividades</i> .....                           | 150 |
| <i>Tabla 41 estructura de costos de producción</i> .....             | 152 |
| <i>Tabla 42 proceso-flujo</i> .....                                  | 154 |
| <i>Tabla 43 depreciación de máquinas</i> .....                       | 155 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Tabla 44 depreciación de herramientas.</i>          | 155 |
| <i>Tabla 45 depreciación de otros gastos.</i>          | 155 |
| <i>Tabla 46 salarios.</i>                              | 155 |
| <i>Tabla 47 costos fijos.</i>                          | 156 |
| <i>Tabla 48 insumos.</i>                               | 157 |
| <i>Tabla 49 insumos totales.</i>                       | 157 |
| <i>Tabla 50 costos variables</i>                       | 158 |
| <i>Tabla 51 costo total.</i>                           | 158 |
| <i>Tabla 52 tipos de racks.</i>                        | 176 |
| <i>Tabla 53 valoración de conceptos 2.</i>             | 179 |
| <i>Tabla 54 vaciado de información antropométrica.</i> | 180 |

## INDICE DE IMÁGENES

|   |    |
|---|----|
| <i>Ilustración 1 Mapa de Fundamentos</i> .....  | 15 |
| <i>Ilustración 2: línea de tiempo TPS</i> .....   | 21 |
| <i>Ilustración 3 diagrama de investigación y análisis</i> .....                                     | 28 |
| <i>Ilustración 4 rack lean</i> .....  | 29 |
| <i>Ilustración 5 diagrama de la evolución del rack</i> .....  | 30 |
| <i>Ilustración 6 diagrama de armado de rack lean</i> .....  | 33 |
| <i>Ilustración 7 logo mdc</i> .....   | 35 |
| <i>Ilustración 8 logo de paris packing supply</i> .....   | 35 |
| <i>Ilustración 9 gráfica de trabajadores por sector</i> .....                                       | 36 |
| <i>Ilustración 10 gráfica de trabajadores según su sexo</i> .....                                   | 36 |
| <i>Ilustración 11 tabla de trabajadores afiliados al imms</i> .....                                 | 37 |
| <i>Ilustración 12 postura de trabajo sentado</i> .....  | 40 |
| <i>Ilustración 13 distancia del teclado</i> .....   | 40 |
| <i>Ilustración 14 logo de paris packing supply</i> .....  | 43 |
| <i>Ilustración 15 organigrama de paris packing supply</i> .....                                     | 43 |
| <i>Ilustración 16 productos de paris packing supply</i> .....                                       | 44 |
| <i>Ilustración 17 diagrama de flujo del desarrollo de un rack lean</i> .....                        | 45 |
| <i>Ilustración 18 gráfica de pib estatal</i> .....  | 49 |
| <i>Ilustración 19 gráfica de personal industrial ocupado</i> .....                                  | 49 |
| <i>Ilustración 20 gráfico de tamaño de empresas de ramo automotriz y de autopartes en slp</i> ..... | 49 |
| <i>Ilustración 21 industria automotriz</i> .....  | 52 |
| <i>Ilustración 22 almacén industrial</i> .....  | 52 |
| <i>Ilustración 23 rak lean-mesa de trabajo</i> .....  | 53 |
| <i>Ilustración 24 rack lean-carro móvil</i> .....   | 54 |
| <i>Ilustración 25 carro para inventarios 1</i> .....  | 55 |
| <i>Ilustración 26 carro para inventarios 2</i> .....  | 56 |
| <i>Ilustración 27 diagrama de problema de diseño</i> .....  | 61 |
| <i>Ilustración 28 diagrama de requisitos, requerimientos y parámetros</i> .....                     | 62 |
| <i>Ilustración 29 conceptualización</i> .....   | 66 |
| <i>Ilustración 30 boceto 1</i> .....  | 68 |
| <i>Ilustración 31 boceto 2</i> .....  | 69 |
| <i>Ilustración 32 boceto 3</i> .....  | 70 |
| <i>Ilustración 33 boceto 4</i> .....  | 71 |
| <i>Ilustración 34 boceto 5</i> .....  | 72 |
| <i>Ilustración 35 boceto 7</i> .....  | 73 |
| <i>Ilustración 36 boceto 8</i> .....  | 74 |
| <i>Ilustración 37 boceto 9</i> .....  | 75 |
| <i>Ilustración 38 boceto 10</i> .....   | 76 |
| <i>Ilustración 39 boceto 11</i> .....   | 77 |
| <i>Ilustración 40 boceto 12</i> .....   | 78 |
| <i>Ilustración 41 boceto 13</i> .....   | 79 |
| <i>Ilustración 42 boceto 14</i> .....   | 80 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Ilustración 43 concepto.....</i>  | 81  |
| <i>Ilustración 44 primeros bocetos.....</i>  | 83  |
| <i>Ilustración 45 segundos bocetos.....</i>  | 83  |
| <i>Ilustración 46 boceto 16.....</i>   | 84  |
| <i>Ilustración 47 boceto 17.....</i>   | 85  |
| <i>Ilustración 48 boceto 18.....</i>   | 86  |
| <i>Ilustración 49 boceto 19.....</i>   | 87  |
| <i>Ilustración 50 boceto 20.....</i>   | 88  |
| <i>Ilustración 51 modelo 1 de frente.....</i>                                      | 89  |
| <i>Ilustración 52 modelo 1 desde atrás.....</i>                                    | 89  |
| <i>Ilustración 53 modelo 1, partes.....</i>  | 89  |
| <i>Ilustración 54 render 1.....</i>  | 91  |
| <i>Ilustración 55 render 2.....</i>  | 91  |
| <i>Ilustración 56 render 3.....</i>  | 91  |
| <i>Ilustración 57 render 4.....</i>  | 91  |
| <i>Ilustración 58 jaula.....</i>   | 95  |
| <i>Ilustración 59 usuario elevado en la jaula.....</i>                             | 95  |
| <i>Ilustración 60 usuario elevado en la jaula realizando inventario.....</i>       | 95  |
| <i>Ilustración 61 aparatos descompuestos.....</i>                                  | 97  |
| <i>Ilustración 62 antena usb.....</i>  | 97  |
| <i>Ilustración 63 escáner.....</i>   | 97  |
| <i>Ilustración 64 escáner por atrás.....</i>                                       | 97  |
| <i>Ilustración 65 no break.....</i>  | 97  |
| <i>Ilustración 66 antena de wifi colocada.....</i>                                 | 97  |
| <i>Ilustración 67 antenas de wifi.....</i>   | 97  |
| <i>Ilustración 68 diagrama de flujo de la actividad de recibo de material.....</i> | 99  |
| <i>Ilustración 69 diagrama de actividad 1.....</i>                                 | 101 |
| <i>Ilustración 70 diagrama de actividad 2.....</i>                                 | 103 |
| <i>Ilustración 71 diagrama de actividad 3.....</i>                                 | 105 |
| <i>Ilustración 72 diagrama de actividad 4.....</i>                                 | 106 |
| <i>Ilustración 73 diagrama de actividad 5.....</i>                                 | 107 |
| <i>Ilustración 74 lay out de distribución de bodegas.....</i>                      | 109 |
| <i>Ilustración 75 lay out de bodegas con rampas, oficinas y accesos.....</i>       | 109 |
| <i>Ilustración 76 diagrama de recorridos durante la actividad.....</i>             | 110 |
| <i>Ilustración 77 material a contener.....</i>                                     | 119 |
| <i>Ilustración 78 modelo 2.....</i>  | 121 |
| <i>Ilustración 79 diferencias entre modelo 1 y 2.....</i>                          | 122 |
| <i>Ilustración 80 modelos 1 y 2.....</i>   | 122 |
| <i>Ilustración 81 modelo 2, partes.....</i>  | 123 |
| <i>Ilustración 82 foto 1 de elaboración de prototipo.....</i>                      | 124 |
| <i>Ilustración 83 foto 2 de elaboración de prototipo.....</i>                      | 124 |
| <i>Ilustración 84 foto 3 de elaboración de prototipo.....</i>                      | 125 |
| <i>Ilustración 85 foto 4 de elaboración de prototipo.....</i>                      | 125 |
| <i>Ilustración 86 foto 5 de elaboración de prototipo.....</i>                      | 125 |
| <i>Ilustración 87 foto 6 de elaboración de prototipo.....</i>                      | 125 |
| <i>Ilustración 88 foto 7 de elaboración de prototipo.....</i>                      | 125 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Ilustración 89 modelo 3.</i>                            | 126 |
| <i>Ilustración 90 diferencias entre modelo 2 y 3.</i>      | 127 |
| <i>Ilustración 91 modelos 2 y 3.</i>                       | 127 |
| <i>Ilustración 92 modelo 3 características.</i>            | 128 |
| <i>Ilustración 93 diferencias entre modelo 3 y 4.</i>      | 129 |
| <i>Ilustración 94 modelos 3 y 4.</i>                       | 129 |
| <i>Ilustración 95 postura de empuje.</i>                   | 134 |
| <i>Ilustración 96 postura de trabajo.</i>                  | 134 |
| <i>Ilustración 97 recarga brazos.</i>                      | 134 |
| <i>Ilustración 98 render 5.</i>                            | 135 |
| <i>Ilustración 99 render 6.</i>                            | 136 |
| <i>Ilustración 100 render 7.</i>                           | 136 |
| <i>Ilustración 101 etm, dimensiones.</i>                   | 136 |
| <i>Ilustración 102 etm evolución.</i>                      | 137 |
| <i>Ilustración 103 etm, partes y características 1.</i>    | 138 |
| <i>Ilustración 104 etm, partes y características 2.</i>    | 138 |
| <i>Ilustración 105 etm, partes y características 3.</i>    | 139 |
| <i>Ilustración 106 etm, partes y características 4.</i>    | 139 |
| <i>Ilustración 107 etm, partes y características 5.</i>    | 140 |
| <i>Ilustración 108 etm, color, finish, material.</i>       | 140 |
| <i>Ilustración 109 etm, señalética.</i>                    | 141 |
| <i>Ilustración 110 etm, colores disponibles.</i>           | 141 |
| <i>Ilustración 111 etm, diagrama de uso.</i>               | 142 |
| <i>Ilustración 112 etm, diagrama de recorridos.</i>        | 143 |
| <i>Ilustración 113 isométrico.</i>                         | 145 |
| <i>Ilustración 114 habilitado 1.</i>                       | 146 |
| <i>Ilustración 115 habilitado 2.</i>                       | 146 |
| <i>Ilustración 116 proceso de producción.</i>              | 149 |
| <i>Ilustración 117 lay out de la planta de producción.</i> | 151 |
| <i>Ilustración 118 ruta crítica.</i>                       | 151 |
| <i>Ilustración 119 otros bocetos.</i>                      | 178 |