



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Propuesta de diseño para distribución
de planta en el sector maderero**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniera Industrial

P R E S E N T A

Madrigal Ramírez Kenia Elizabeth

ASESORA DE INFORME

Ing. Claudia Ivette González Hernández



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2023

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1. LA EMPRESA	6
1.1 Historia de la empresa.....	6
1.2 Mercado	7
1.3 Misión y Visión	8
1.4 Organigrama.....	8
1.4.1 Organigrama general.....	9
1.4.2 Sub- organigrama de áreas operativas	9
1.4.3 Sub- organigrama de áreas administrativas	10
1.5 Planteamiento del problema	10
1.6 Objetivo.....	13
1.7 Descripción del puesto	13
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 Distribución en planta	14
2.2 Diagrama de recorrido	20
2.3 Diseño del trabajo	21
2.4 Seguridad e Higiene industrial.....	22
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	24
3.1 Situación inicial.....	24
3.2 Situación de mejora.....	27
CONCLUSIONES.....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mercado tan competido, obliga a las empresas a ser más productivas, por lo que estas buscan una expansión en todos sus procesos y como complemento una correcta distribución de planta que les ayude a controlar los siguientes factores:

- Maximizar la eficiencia: Ayuda a hacer más eficientes los espacios, maquinaria, materiales y mano de obra.
- Seguridad: Un buen diseño de planta puede garantizar que los trabajadores se desarrollen en un espacio seguro, con una secuencia lógica y estructurada.
- Aumento en calidad del producto: Ayuda a optimizar el movimiento y proceso de materiales, evitando errores y minimizando riesgos de contaminación.
- Aumento de flexibilidad: El buen desarrollo de una distribución de planta puede adaptarse a cambios en su estructura según lo demande el mercado, la detección de nuevos productos o tecnologías.
- Facilita el mantenimiento y limpieza: Ayuda a realizar fácilmente y de forma segura tareas de mantenimiento y limpieza, lo que aumenta la vida útil de la maquinaria.

En resumen, una buena distribución de planta nos permite reducir costos de reprocesos y maquinaria, accidentes, contaminaciones y errores humanos.

Este trabajo propone una nueva redistribución de planta en una nueva instalación de una fábrica del sector maderero, fue necesario analizar la planta anterior y los procesos y movimientos que en ella se llevaban para la fabricación de los productos, para así proponer una distribución que se adaptará a las necesidades y recursos de la empresa.

Esta propuesta surge de la necesidad de reubicación de la planta debida a un aumento de demanda post-COVID-19.

Debido a que, durante la pandemia, en el mundo empresarial, los productos que no eran una necesidad para el tiempo que se estaba viviendo comenzaron a cerrar sus puertas, algunas incluso definitivamente, otras como es el caso de Key Solutions (KS), que es una empresa dedicada a la producción de stands para eventos sociales y elaboración de muebles, debido a su modelo de negocio logró soportar este problema mundial.

Tuvieron que pasar un par de meses hasta la llegada de diversas vacunas, que comenzaron a reforzar a poblaciones enteras, el panorama en diversos países parecía controlado y se

podía tener eventos con cierto porcentaje de aforo de personas y cuidando todas las medidas sanitarias.

Para 2021 el mundo se comienza a reactivar de forma paulatina, los eventos sociales comienzan a incrementar y todo poco a poco vuelve a la normalidad, lo que obligo a las empresas a ser más competitivas y buscar sus áreas de oportunidad dentro de cada uno de sus procesos para volverlos más ágiles.

El presente trabajo surge de la necesidad de satisfacer la demanda que se presenta debido a la reactivación e incremento de eventos sociales. Por tal razón, Key Solutions (KS) comienza a crecer, la reactivación de eventos detonó que se buscaran stands, pasarelas, aparadores, escenarios, entre otras escenografías, lo que hizo que la empresa tuviera que buscar una nave industrial con mayor capacidad.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo presenta una propuesta de diseño funcional que abarca los siguientes requisitos:

- Reducción de riesgos para la salud y aumento de seguridad para los trabajadores
- Incremento de la producción
- Optimización de espacio
- Reducción de tiempos en el traslado de materiales
- Mayor utilización de la maquinaria
- Lograr una mejor supervisión del personal

El informe realizado para el diseño de la propuesta se reporta en cuatro capítulos, que contienen la siguiente información:

Capítulo 1 conoceremos los datos generales de la empresa como son: la distribución que presentaba la antigua planta en la que se localizaba, quiénes son sus clientes y finalmente el organigrama general de la empresa.

Además, en este capítulo se realiza el planteamiento del problema y la descripción del puesto que desempeñaba dentro de la empresa.

Capítulo 2 se habla de la teoría que da sustento a las técnicas y soluciones que fueron tomadas en cuenta para la realización de este proyecto, además de enmarcar el desarrollo de cada una de estas teorías.

El capítulo 3 presenta el paso a paso de cómo se desarrolló este proyecto, los problemas detectados, y que fue lo que nos llevó a que esta distribución de planta se adecuara a las necesidades de la empresa; se debe mencionar que se tomaron como referencia los problemas que presentábamos en la planta anterior para poder realizar una mejor propuesta y así no repetir o caer en los problemas que presentaba.

Finalmente, se mencionan los resultados obtenidos con el nuevo diseño y la implementación, además de detectar nuevas áreas de oportunidad que podrían complementar esta nueva distribución en un futuro.

CAPÍTULO 1. LA EMPRESA

1.1 Historia de la empresa

Key Solutions (KS) es una empresa mexicana que se dedica al diseño y construcción de stands cuenta con 13 años de experiencia en este sector y su principal objetivo es hacer realidad las ideas del cliente.

Key Solutions abrió su primera planta en Camino Real a Xochitepec 9 colonia Santa María Tepepan, alcaldía Xochimilco (planta anterior).

La calle en la que se localizaba es de un solo sentido, la circulación es hacia la calle Netzahualcóyotl (Figura 1. Mapa de localización), para retomar una avenida principal se debía rodear por dentro de toda la colonia, lo que provocaba que los transportistas que iban a recoger los muebles o stands complicaran el tránsito local.

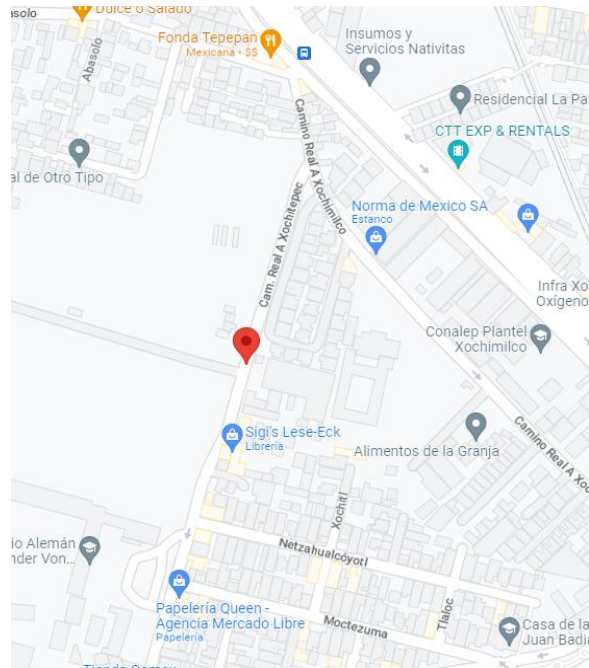


Figura. 1 Mapa de localización. Google Maps



Figura. 2 Fachada de Key Solutions. Google Maps

En la fachada (Figura 2. Fachada de Key Solutions) únicamente se contaba con una cortina metálica enrollable manualmente, adicional había una puerta peatonal.

Por ambos accesos no podían ingresar vehículos motorizados por sus dimensiones, todos los proyectos debían ser trasladados desde el sitio de almacén hasta nivel de calle para poder subirlos al transporte haciendo uso de la fuerza humana.

Key Solutions se conforma por siete áreas operativas entre ellas tenemos: diseño, display, impresión de vinil, textil, producción en madera, electricidad y almacén. En conjunto estas áreas buscan diseñar, modelar con ingeniería y realizar físicamente el proyecto.

A continuación, se muestra una imagen del espacio general del área de producción de madera que conformaba la empresa Key solutions en su nave de camino real a xochitepec.



Figura. 3 Área de producción KS. Tomada de página Web de KS

1.2 Mercado

KS desde sus inicios ha buscado proveer de stands y muebles a las mejores empresas a nivel nacional, comienza con empresas líderes en su industria como es Nintendo, Grupo Formula, Grupo Alsea, AXXA, Xbox, Hisense, Microsoft, Motorola, Best Buy, entre otros.

Posteriormente logró conseguir licitaciones con Grupo Salinas donde comenzó a realizar muebles prototipo para las tiendas departamentales de esta empresa que ayudan a mostrar sus productos, por ejemplo, cabeceras de cama para mostrar la gran variedad de colchones que maneja la tienda Elektra.

Además de este grupo, Key Solutions adquiere como cliente a Total Play que ha impactado en su crecimiento, y que de igual forma gana la licitación a nivel nacional para elaborar sus

stands que se localizan en todos los supermercados y centros comerciales, para ofrecer sus servicios de telefonía e internet, entre muchos otros clientes de diferentes ramas de la industria.

1.3 Misión y Visión

MISIÓN

Ser la empresa líder en ejecución de marketing y producción, generando redes de proveeduría más grande a nivel nacional con soluciones financieras a largo plazo buscando justicia y confianza a todos nuestros socios estratégicos.

VISIÓN

Proveer servicios integrales de nuestras siete áreas con la más alta calidad y constante innovación para anticiparnos a las necesidades de nuestros clientes, generando soluciones reales, sustentables e innovadoras, ofreciendo garantía en todos nuestros servicios.

1.4 Organigrama

Key solutions cuenta con una segmentación en su personal:

- **Administrativos:** Son todas aquellas personas que no tienen un alto riesgo de sufrir un accidente, ya que no interactúan con máquinas de uso industrial que pueda provocar daños a su salud (ej. Diseñadores, cotizadores, compradores).
- **Operarios:** Todas aquellas personas que tienen un alto riesgo de sufrir una lesión debido a la interacción constante de maquinaria y además conlleva un esfuerzo físico su labor.

Para junio de 2022 se contaba con 83 empleados en sus dos segmentos tanto operarios como administrativos.

Organigrama general de la empresa y sus dos sub - organigramas según la segmentación explicada anteriormente.

1.4.1 Organigrama general

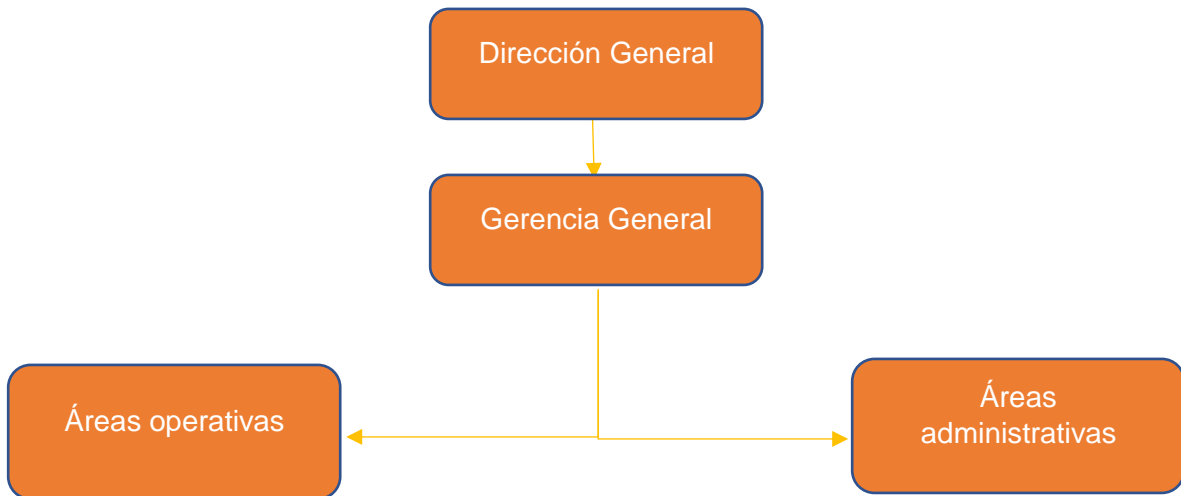


Figura. 4 Organigrama general. Elaboración propia

1.4.2 Sub-organigrama de áreas operativas

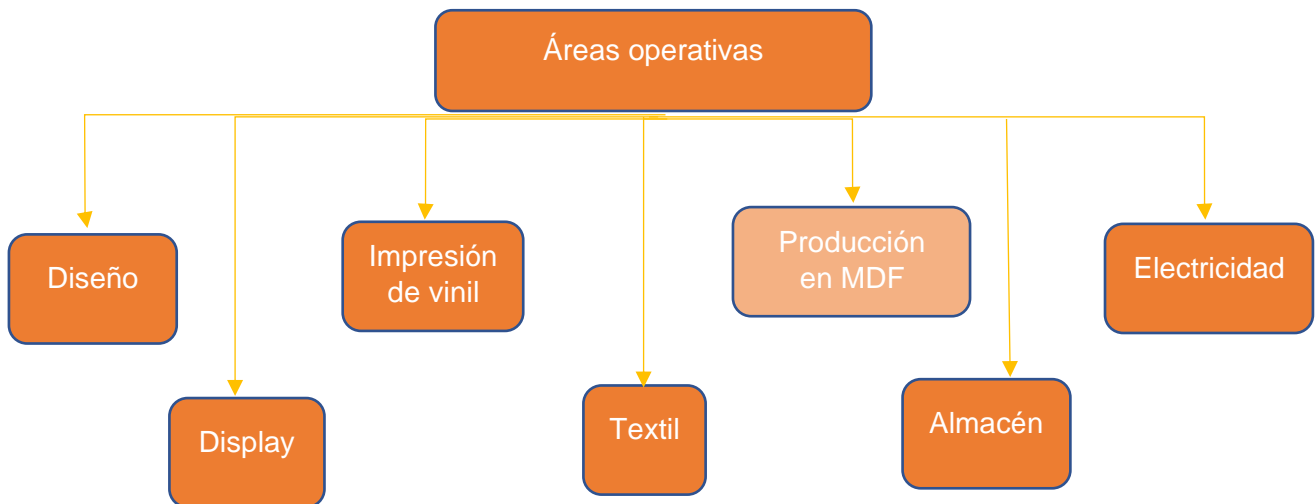


Figura. 5 Sub - organigrama de áreas operativas. Elaboración propia

1.4.3 Sub-organograma de áreas administrativas

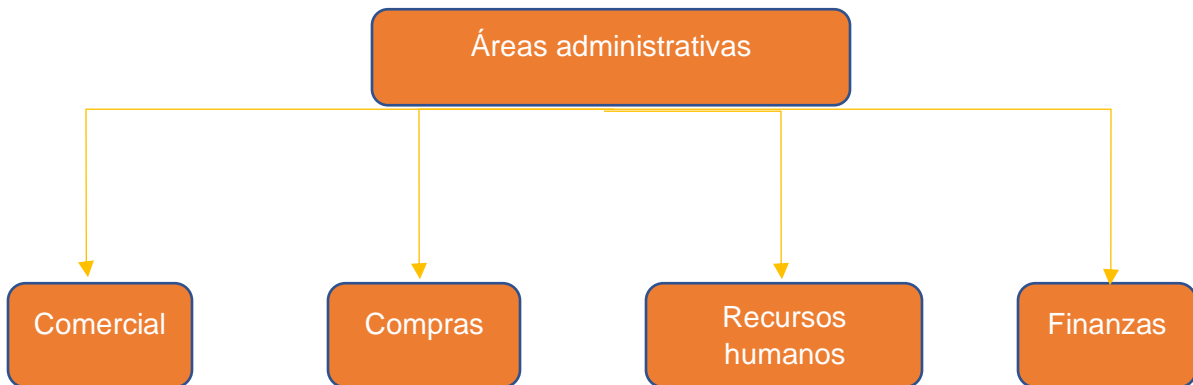


Figura. 6 Sub - organograma de áreas operativas. Elaboración propia

1.5 Planteamiento del problema

El principal problema que se identificó en la nave industrial en el área de producción fue que se contaba con un espacio muy limitado para las actividades que realizaba el personal, generando que se trabajaran en zonas no adecuadas como lo eran los pasillos o almacenes, a continuación, se muestra el croquis de la planta de Xochitepec y una estimación de las dimensiones generales del terreno.

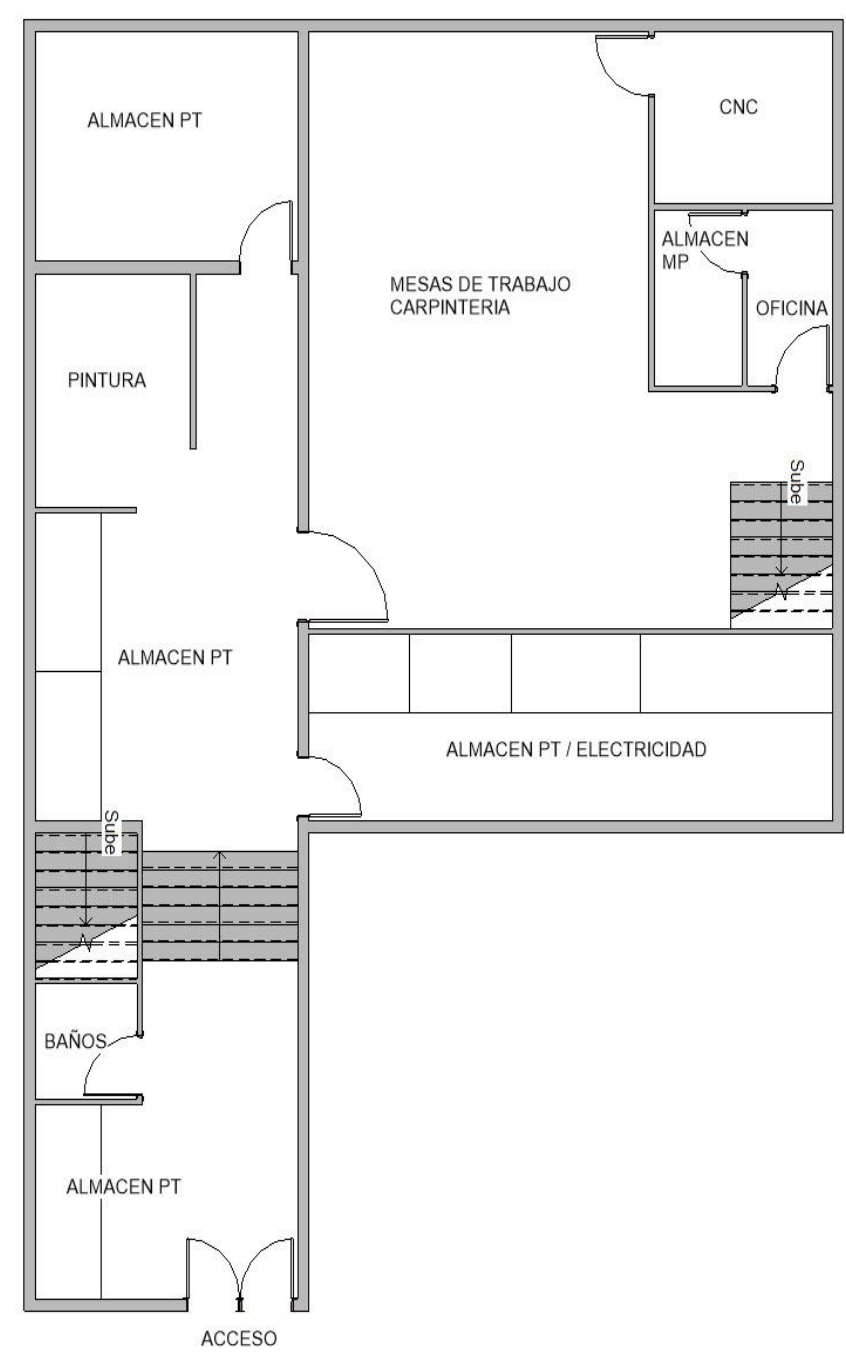


Figura. 7 Croquis de Key Solutions Xochitepec. Elaboración propia

No se cuenta con las dimensiones del terreno de una fuente confiable para poder elaborar un plano, se obtuvieron las medidas a través de Google earth de su perímetro aproximado de 834.55 m² de área (Figura 8. Dimensiones del terreno KS)



Figura. 8 Dimensiones de terreno Xochitepec Key Solutios. Google Earth

En las siguientes figuras, podemos sintetizar varios de los problemas que se presentaban en la planta:



En esta imagen podemos observar los siguientes problemas:

- Desorden de material
- Racks sin orden
- Mangueras en el suelo
- Muebles apilados sin ninguna protección
- Debido al apilamiento de muebles en pasillos, estos se debían mover de un lado a otro, para permitir el paso peatonal.

Figura. 9 Problemas en planta. Archivo propio

En la Figura. 10 Problemas en planta 2, podemos observar que derivado al desorden que se presentaba, los trabajadores trabajan en pasillos y sin condiciones ideales para su seguridad.

En esta fotografía el trabajador estaba detallando nuevamente un mueble que ya estaba listo para su entrega, pero tuvo un detalle en su ensamble de una de las partes que lo conformaban.

En la parte superior del mueble se puede observar la cantidad de polvo que hay en el espacio, las paletas superiores son negras y su apariencia se ve contaminada de polvo, si esas paletas no se limpian adecuadamente con aire comprimido el riesgo por dañarlas es alto, si no se tiene el cuidado de limpieza.

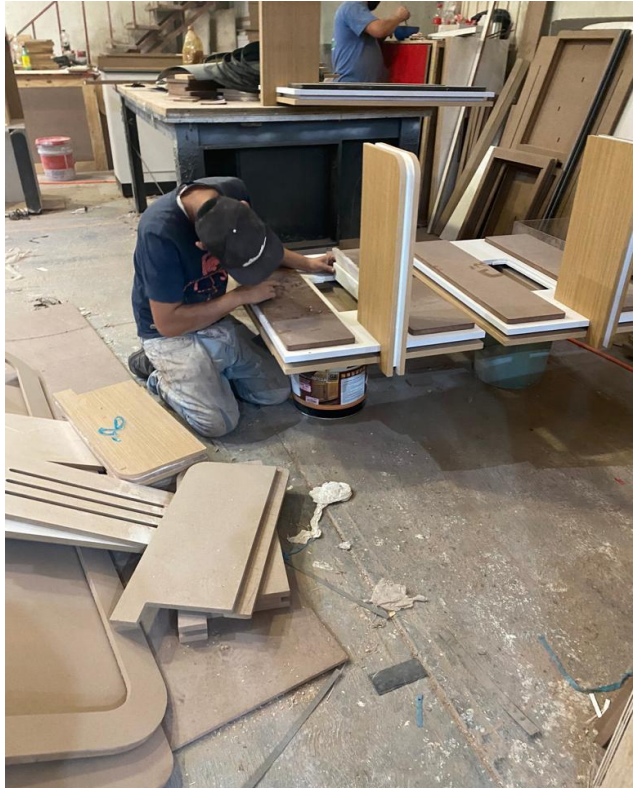


Figura. 10 Problemas en planta 2. Elaboración propia

1.6 Objetivo

Elaborar una propuesta de distribución de planta para una nave industrial.

1.7 Descripción del puesto

Puesto: Planeador Jr. de producción

Objetivo del puesto: Dar soporte a la operación del área comercial y cadena de suministro, anticipando escenarios probables de demanda de producto terminado para producción, con la finalidad de mantener el nivel de servicio y rentabilidad de la organización.

Funciones del puesto:

- Canal de comunicación entre el área de diseño y el área de producción
- Realizar las actividades indicadas por su jefe inmediato dentro del alcance de su función para asegurar el cumplimiento de los objetivos del área y de la organización, una de las tareas asignadas fue la elaboración de propuestas para una distribución de planta
- Generar los reportes necesarios que se deriven de la naturaleza de sus funciones, incluyendo información precisa que pueda ser utilizada para tomar decisiones inherentes al área, incluyendo la programación del trabajo semanal de entrega de proyectos.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Distribución en planta

La distribución en planta constituye el marco general donde se desarrollan los procesos de producción. Así pues, tendrá una importante influencia en la utilización de recursos, procesos de fabricación, mecanismos de control y costos de producción.

La distribución en la planta tiene como objetivo optimizar la ordenación de las máquinas, personas, materiales y servicios auxiliares de manera que el valor añadido por la función de producción sea máximo. De este objetivo se desprenden los siguientes subobjetivos:

- Minimizar el manejo de materiales para que el tiempo de transporte interno sea mínimo por, al menos, dos razones:
 1. Reducir los costos de movimiento de materiales, ya que se utilizan máquinas y personas para realizar esta actividad.
 2. Disminuir las pérdidas en los productos sensibles al transporte.
- Utilizar el espacio disponible de la mejor forma posible, y en general, minimizando el destinado a cada distribución.
- Tratar de realizar la distribución atendiendo las características psicosociales y de seguridad de los trabajadores.

- Alcanzar cierto grado de flexibilidad en el proceso productivo para poder adaptarse con facilidad a los cambios del entorno.¹

Las instalaciones deben tener, en términos generales, un adecuado equilibrio entre la prestación de un servicio fácil y rápido, de un lado, y un flujo eficiente de materiales e información para las operaciones internas de otro.

En general, y aunque parezca excesivamente sencillo, una buena distribución en planta de un proceso de producción tratará esencialmente de lograr una implementación eficiente y equilibrada de la misma basada en:

- Mínimo espacio ocupado
- Mínimo recorrido de materiales y personas
- Máxima comodidad para las personas
- Máxima flexibilidad de las configuraciones
- Disminución de inventarios
- Minimizar la inversión en equipos

Para este proyecto se contaba con una gran ventaja, el hecho de tratarse de una reubicación de planta nos dio la oportunidad de conocer nuestras áreas de oportunidad desde la anterior nave en Xochitepec.

Se ocuparon herramientas como son los diagramas de recorridos y los diagramas de procesos que nos ayudaron a observar detenidamente las funciones y movimientos que se realizan para realizar un proyecto desde que el insumo llega al almacén de materia prima hasta que se le aplica el embalaje, este análisis lo podremos encontrar ejecutado en el desarrollo de este trabajo.

Ahora bien, después de conocer los principales objetivos de una correcta distribución de planta existen cuatro tipos de diseños básicos de disposición del proceso de producción: Por proceso o funcional, por producto o en cadena, celular y de posición fija.

A continuación, se describen los tipos de distribuciones:

- Distribución por proceso: En esta distribución todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso están agrupadas en una misma área junto con los operarios que las desempeñan. Esta agrupación da lugar a “talleres” en los que se

¹ Richard Muther. (1970). Distribución en Planta. España: Ediciones Hispano Europea. Pág. 15 – 19.

realiza determinado tipo de operaciones sobre los materiales, que van recorriendo los diferentes talleres en función de la secuencia de operaciones necesaria. La secuencia será asignada según cada tipo de producto, por lo que un número elevado de productos distintos crea una gran diversidad de flujos de materiales entre talleres.

Para esta distribución se requiere gran flexibilidad en los sistemas de transportes de materiales entre áreas de producción para poder hacer frente a estas variaciones.

- Distribución por producto o en cadena: En esta distribución todas las operaciones se encuentran de forma lineal, el material pasa por todos los módulos recibiendo una modificación. Todas las operaciones se encuentran uno al lado de la otra, de forma ordenada. Este tipo de distribución es la adecuada para la fabricación de grandes cantidades de productos ya normalizados, ya que nos ayuda a reducir tiempos de fabricación, minimizar el trabajo en curso y hacer fluido el manejo de materiales.
- Distribución celular: Este sistema propone la creación de unidades productivas capaces de funcionar con cierta independencia denominadas células de fabricación flexibles. Dichas células son agrupaciones de máquinas y trabajadores que realizan una sucesión de operaciones sobre un determinado producto o grupo de productos. Las salidas de las células pueden ser productos finales o componentes que deben integrarse en el producto final o en otros productos finales (conlleva un ensamble), facilitando la inclusión del componente en el momento y lugar oportuno.
- Distribución fija: El material se encuentra en un lugar fijo y todas las herramientas, maquinarias, hombres y otras piezas de material concurren a ella.²

Por lo general se trata de grandes productos de los que se fabrican pocas unidades de forma variable en el tiempo, derivado a su fijación en el espacio se debe considerar la herramienta a ocupar.

² Suñe, Gil, Arcusa. (2004). Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos. España: Díaz de Santos. Pág. 144 - 150

Ventajas y desventajas de las distribuciones

DISTRIBUCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Por proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor utilización de la maquinaria. • Se adapta a una gran variedad de productos. • Permite cambios en la secuencia de las operaciones. • Se adapta a altas demandas. • Mayor nivel de producción. • Es más fácil mantener la continuidad de la producción en caso de averías de maquinaria o equipo, escasez de material, ausencia de trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor manejo de materiales. • Control más sofisticado de la producción. • Mayor cantidad de material en proceso. • Requiere mano de obra y supervisión calificada. • Procesos de producción más extensos.
Producto o en cadena	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir el manejo del material. • Reducir la cantidad de material. • Disminuye tiempo de producción. • Uso efectivo de mano de obra ya que se especializan en su actividad, los trabajadores no requieren muchas capacitaciones, no requiere mano de obra experta. • Facilidad de control de producción. • Mejora la supervisión. • Resumir la congestión y el área del suelo ocupado, por almacenamiento de materiales y piezas en pasillos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere supervisión general. • El equipo de trabajo debe dominar todas las operaciones. • Control de producción deberá equilibrar el flujo de las celdas. • Si el flujo entre celda no es controlado provoca acumulación de materiales.
Celular	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad en las instalaciones. • Reduce stocks debido al flujo de unidad por unidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Duplicidad de equipos necesarios.

	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla la participación de los operarios. • Reducción de distancia entre máquinas. • Los desequilibrios de las células se pueden detectar fácilmente. • Facilita la comunicación y la ayuda mutua de los trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para definir células de fabricación en determinados procesos. • Contar con trabajadores que ejecutas varias actividades.
Fija	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce el manejo de piezas. • Hace responsable a cada operario de su actividad. • Permite cambios frecuentes en el producto diseñado y en la secuencia de operaciones. • Se adapta a una gran variedad de productos y a la demanda intermitente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta el movimiento de equipamiento y mano de obra. • Requiere un mayor espacio la localización. • Genera más trabajo en proceso. • Requiere mayor coordinación con el programa de fabricación.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las distribuciones. Elaboración propia

Es normal que encontremos más de una alternativa de solución para un mismo problema, cuya elección de la mejor distribución de planta dependerá de los criterios que se empleen en la evaluación.

Tompkins presento³ un proceso detallado para elegir la mejor distribución de planta que consta de 10 pasos, entre los cuales se presenta en el siguiente diagrama:

³ Tompkins et al., 25, Pág. web. <https://acortar.link/gCg5GB>, consultado. 17/11/22

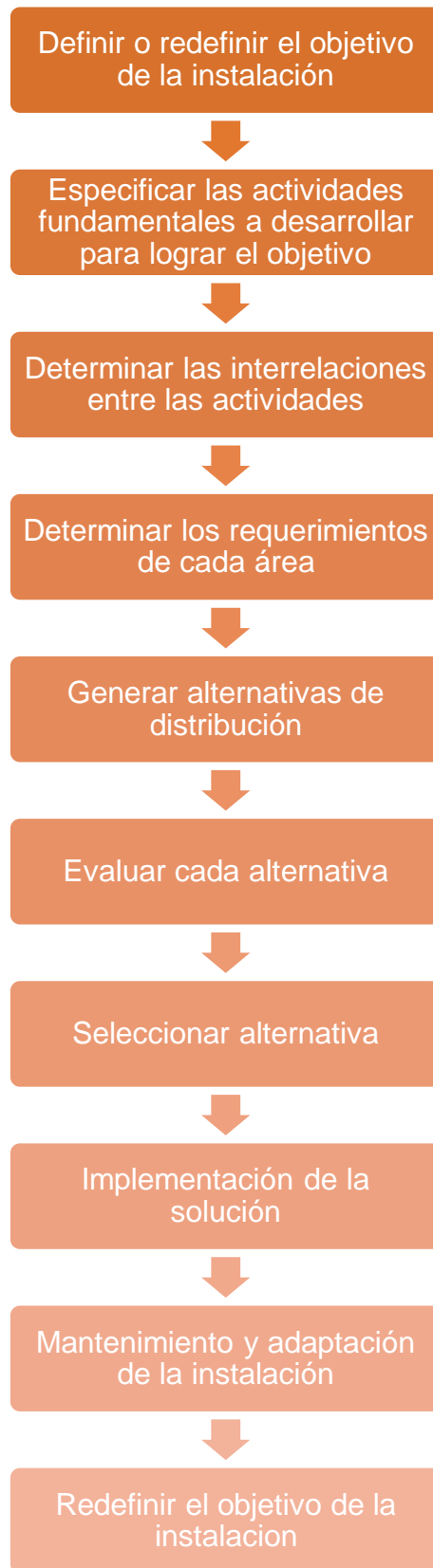


Figura. 11 Aplicación de procesos para selección de distribución de planta. Tompkins

2.2 Diagrama de recorrido

Es un procedimiento de prueba y error que busca reducir al mínimo posible los flujos no adyacentes colocando en la posición central a los departamentos más activos. Se desarrolla un diagrama de recorrido para mostrar el número de movimientos efectuados entre departamentos y así identificar los departamentos más activos. La solución se

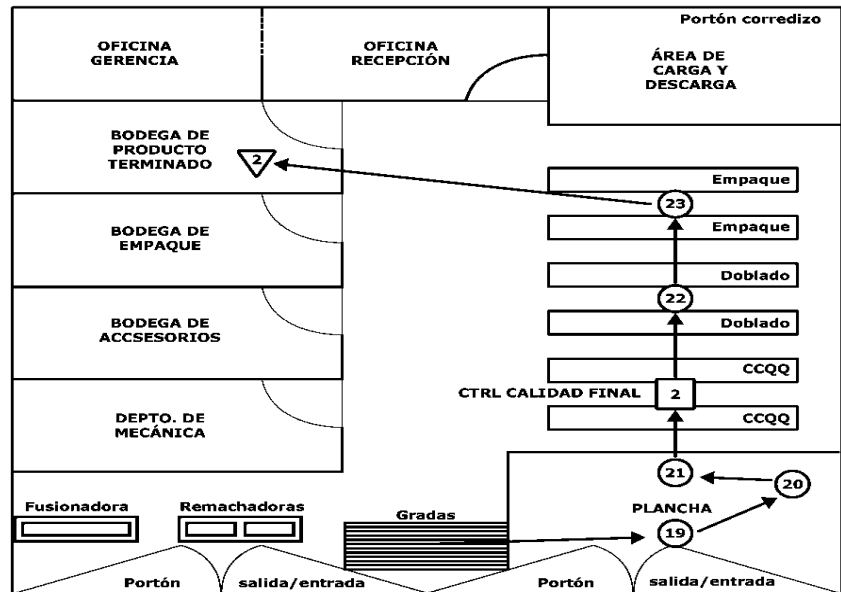


Figura. 12 Diagrama de recorridos. Castillo, Oscar

logra por medio de una serie de pruebas usando círculos para detonar los departamentos y líneas conectoras para representar las cargas transportadas en un periodo.

Se llaman departamentos adyacentes aquellos que en la distribución hayan quedado juntos, arriba, abajo, a los lados o en forma diagonal.⁴

El diagrama de recorrido tiene como objetivo ayudar a determinar y eliminar o disminuir los reprocesos, desplazamientos innecesarios, y los puntos de acumulación de tránsito.

Una buena distribución de planta no es efectiva si el empleado no está en condiciones ideales para el desarrollo de su trabajo, por ello una forma de involucrar al empleado consiste en formar diversos equipos de trabajo, a través de una estructura ergonómica.

⁴ Castillo, Oscar, (2005). Estudio de Tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera. Guatemala. Pág. web. <https://acortar.link/DtNFcE>. Consultado. 17/11/2022

2.3 Diseño del trabajo

El diseño del trabajo define las tareas que constituyen un trabajo para un individuo o grupo. Un trabajo incluye varias tareas, una tarea consiste en un número de elementos, y un elemento está formado por micro movimientos. Se examinará el diseño del trabajo desde la perspectiva de cuatro componentes:

1. Especialización y enriquecimiento del trabajo: Adam Smith sugirió que una división del trabajo también conocida como especialización del trabajo podría ayudar a reducir los costos del trabajo en varias maneras.
 - En la destreza a través de un aprendizaje más rápido del empleado debido a las repeticiones.
 - Menor pérdida de tiempo debido a que el empleado no estaría cambiando trabajos o herramientas.
 - Desarrollo de herramientas especializadas y la reducción de la inversión debido a que cada empleado tiene solamente unas cuentas herramientas necesarias para una tarea específica.
2. Ergonomía y métodos de trabajo: Se busca construir una buena interfase entre el humano y la maquinaria. Los estudios de esta interfase se conocen como ergonomía (estudio del trabajo).

El personal entra en configuraciones limitadas. Por lo tanto, el diseño del lugar de trabajo depende de los datos biomecánicos y antropométricos. Estos datos ofrecen la información básica de fuerzas y medidas necesarias para diseñar herramientas y el lugar de trabajo. Ambos elementos pueden hacer trabajos fáciles o difíciles.

El ambiente físico en el que trabaja el empleado afecta su desempeño, seguridad y calidad de su vida laboral. La iluminación, ruido y/o vibración, temperatura, humedad y calidad del aire son factores del ambiente de trabajo que están bajo la responsabilidad de la organización y deben ser controladas.⁵

⁵ Carro, González, Roberto, Daniel, (2012), Diseño y medición de puestos de trabajo. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Pág. 4- 10

2.4 Seguridad e Higiene industrial

La higiene industrial es el conjunto de conocimientos y técnicas que reconocen, evalúan y controlan aquellos factores del medio ambiente, psicológicos o tensionales que provienen del trabajo que pueden causar enfermedades o deteriorar la salud.

Seguridad industrial: Conjunto de conocimientos técnicos que nos ayudan a reducir, controlar y eliminar accidentes de trabajo, por medio de sus causas.

La seguridad industrial toma el carácter de responsabilidad social y necesariamente conlleva la resolución de los problemas de conservar la salud del trabajador.

Por lo tanto, la seguridad y la higiene industrial buscan la protección de los trabajadores dando vigencia al centro de trabajo.

A continuación, se mencionan algunos aspectos que se deben cuidar en una planta industrial:

Aspecto	A considerar
Pasillos y almacenamiento	Tránsito de un buen número de personas en movimiento rápido.
Válvulas u controles	Deberán estar en un acceso rápido.
Superficies calientes con temperaturas mayores a 93°C	Si están al alcance del personal deberán impedir el contacto a través de rejillas de protección.
Operaciones o procesos ruidosos	Se recomienda la separación en áreas especiales preparadas para la eliminación de procesos ruidosos.
Equipo de seguridad integrado especial	Si se involucra el manejo de materiales químicos o inflamables, se recomienda la instalación de regaderas o rociadores y métodos para el lavado de ojos.
Salidas y escaleras	Se recomiendan dos salidas (independientes entre sí) por cada piso, estas deben conducir a un lugar seguro, la apertura no debe incidir en una escalera.

Carteles	Especificar zonas en donde esté permitido fumar o no y las rutas que se deben seguir en caso de emergencia.
Tuberías	Utilizar un sistema lógico de identificación de tuberías, que consten en la identificación de marcadores y por colores distintivos de cada una de las tuberías.
Iluminación	<p>Iluminación general: Distribuidas a tres metros o más del piso.</p> <p>Iluminación general localizada: Se requiere iluminar una maquina o áreas en específico de trabajo.</p> <p>Iluminación suplementaria: Ilumina tareas que son difíciles con detalle.</p> <p>Iluminación de emergencia: Su aplicación es iluminar pasillos, escaleras de emergencia y salidas importantes.</p>
Ventilación	Nos ayuda a controlar el ambiente, protegiéndolo de riesgos físicos (incendios-ventilación de vapores).

Tabla 2. Aspectos que considerar para implementar seguridad industrial. Elaboración propia.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Situación inicial

Derivado al crecimiento de la empresa y a las solicitudes de los clientes el lugar exigía mayor capacidad de trabajadores y de espacio físico, por lo que se toma la decisión de mudarse a una nueva planta.

Eso significo la oportunidad de diseñar un espacio desde cero, tomando en consideración todas las áreas de mejora que fueron mencionadas en el planteamiento del problema.

Primero se comenzó con el estudio de movimientos en la planta anterior, por lo que se realizó un diagrama de procesos con la finalidad de observar los movimientos de los operarios al realizar un proyecto:

DIAGRAMA DE PROCESOS EN EMPRESA KEY SOLUTIONS	
LOCALIZACIÓN	CAMINO REAL A XOCHITEPEC 9, COLONIA. SANTA MARIA TEPEPAN, XOCHIMILCO
FECHA INICIAL	12/12/2022
FECHA TERMINO	20/02/2023
RESPONSABLE	KENIA E. MADRIGAL RAMÍREZ

Descripción de las operaciones	●	■	➔	◐	▼	Comentarios
Corte de MDF	●					Se corta el MDF en CNC o sierra
Transportar MDF cortado a lugar de trabajo			➔			Se transporta el MDF procesado a la mesa de trabajo
Traslado por insumos a almacén						Traslado del personal a almacén de materia prima
Recolección de insumos	●					Se surten insumos por parte del equipo del almacén
Traslado a mesa de trabajo			➔			El personal se transporta a la mesa de trabajo
Comienza elaboración proyecto	●					El operador comienza la elaboración del proyecto
Traslado del producto a procesos adicionales de corte						Traslado del operario a maquinaria de corte en caso de que se requiera elaborar otro elemento o haya faltado
Aplicación de procesos adicionales al producto	●					Se cortan piezas adicionales con maquinaria
Traslado de piezas complementarias del proyecto a mesa de trabajo						Traslado de elementos
Demora por recolección de insumos faltantes				◐		Demora por esperar que el operador vaya a recolectar insumos faltantes al almacén
Traslado del personal por insumos no recolectados de almacén						Traslado de mesa de trabajo a almacén
Recolección de insumos	●					Se surten insumos faltantes por parte del equipo del almacén
Traslado del personal a la mesa de trabajo			➔			Se transporta el personal a la mesa de trabajo con los insumos faltantes
Afinando detalles finales de proyecto en madera	●					El personal realiza revisión general de medidas
Finalización de proyecto por parte de carpintería	●					Fin de carpintería
Traslado de proyecto a pintura						Traslado de proyecto puede ser parcial o unitario dependiendo el proyecto
Traslado a materia prima por pintura						Traslado de personal de pintura al almacen de materia prima por barnices y/o pinturas
Recolección de insumos	●					El equipo de almacen surte de materiales al área de pintura
Demora por recolección de insumos				◐		Demora por recolección de insumos de Pintura
Traslado al área de pintura						Traslado de personal al área de pintura
Aplicación de pintura	●					Se aplica barniz y pintura al proyecto, puede ser parcialmente o unitario
Traslado de proyecto al área de electricidad						Puede ser de forma parcial o unitario que se electrifique
Aplicación de electricidad	●					Se electrifica el proyecto
Traslado de proyecto al área empaque						Traslado área de empaque
Aplicación de vinil en proyecto	●					Se aplica vinil de forma parical o unitaria al proyecto
Aplicación de limpieza y retoque del proyecto	●					Se limpia todo el proyecto y se solicita al área de pintura un retoque en caso de que el proyecto tenga una avería
Supervisión por calidad						Se revisa por calidad que todo el proyecto este con la calidad necesaria
Aplicación de empaque	●					Se comienza el envase y embalaje por parte del personal a cargo
Almacenaje					▼	Se trasporta el proyecto al almacén de Producto terminado
TOTAL	13	1	12	2	1	

SIMBOLO	ACTIVIDAD	TOTAL
●	OPERACIONES	13
■	INSPECCIONES	1
➔	TRANSPORTE	12
◐	DEMORAS	2
▼	ALMACENAJE	1

Figura. 13 Diagrama de procesos de actividades. Elaboración propia

En el diagrama de procesos podemos observar qué hay cerca de 13 operaciones que ejecutaba un producto para poder ser completado en su totalidad, lo que buscamos era poder disminuir este número de operaciones y agilizar el trabajo del operador.

Adicional el diagrama nos muestra que se tienen 12 traslados en todo el proceso desde la obtención de materia prima hasta movimientos con el producto terminado.

Adicional se realizó el diagrama de recorrido entre cada una de las áreas, buscando la relación que hay entre cada área:

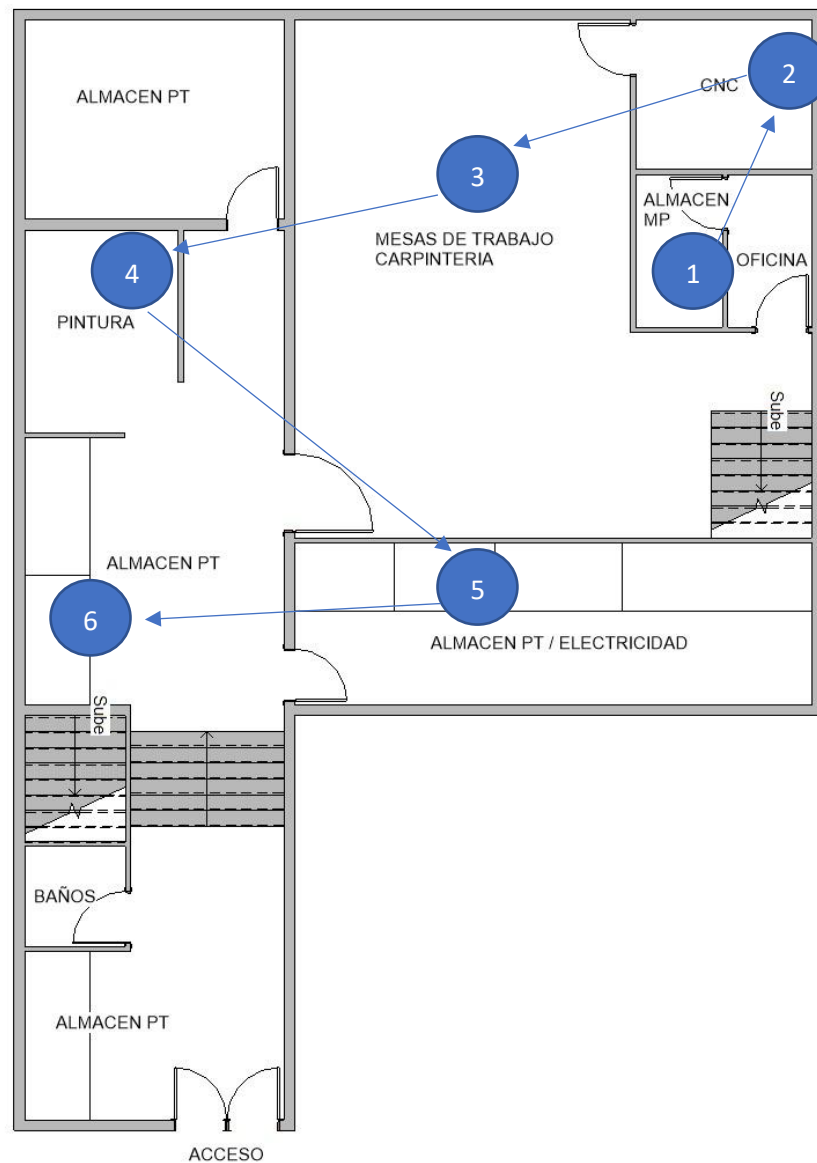


Figura. 14 Diagrama de recorridos. Elaboración propia

De la figura 14. Diagrama de recorridos y de la figura 13. Diagrama de procesos de actividades se puede observar que no tenemos un proceso lineal al tratarse de diferentes productos o proyectos, las necesidades eran diferentes y la relación entre cada área podía variar según lo demandara el proyecto además no se contaba con un área especial para la limpieza final del producto y para ejecutar el proceso de envase y embalaje.

Derivado al desorden que presentaba la planta como lo pudimos observar no se contaba con un espacio seguro para almacenar, esta actividad se estaba distribuyendo en cuatro espacios que podían fungir como almacén de producto terminado tal cual se presenta en las etiquetas del diagrama de recorridos, el principal problema de tener muchas áreas para poder almacenar producto terminado era que complicaba la contabilidad en los stocks de producto terminado.

Una vez planteados todos los problemas que se presentaban en esta planta, se buscó mitigar cada uno de los puntos comentados anteriormente y buscando optimizar el diagrama de procesos y el de recorrido.

3.2 Situación de mejora

Con la estructura que nos presenta Tompkins, se comienza el desarrollo de la distribución de planta en los siguientes puntos:

1. Definir o redefinir el objetivo de la instalación
Realizar un espacio óptimo para el desarrollo organizado de proyectos, cuidando la integridad del personal.
2. Especificar las actividades fundamentales a desarrollar para lograr el objetivo:

Se comenzó buscando una distribución acorde al proceso, en los siguientes puntos:

- ✓ Flexibilidad en máquinas - operarios
 - ✓ Espacios sin contaminación
 - ✓ Áreas amplias
 - ✓ Seguridad para los operarios
 - ✓ Uso eficiente de instalaciones
 - ✓ Fomentar flujo de la producción
 - ✓ Reducir desperdicios
3. Determinar las interrelaciones entre las actividades

Después de estudiar nuestro diagrama de proceso y el diagrama de recorridos, visualizamos que el proceso no estaba basado en funciones, derivado a la diversidad de proyectos que se trabajan además de que se podía disponer de una o varias áreas, no forzosamente de todas, a continuación, se muestra la relación que hay entre áreas y su importancia:

Se obtienen la cantidad de relaciones que tendremos en el diagrama de relación, a través de la siguiente fórmula:

$$N = \frac{n(n - 1)}{2} = \frac{8(8 - 1)}{2} = 28 \text{ Relaciones}$$

N = Número de relaciones entre áreas

n = Cantidad de áreas en la empresa

Posteriormente se desarrolló la tabla de relaciones adecuado para el proceso considerando el número de áreas con relación:

Nomenclatura diagrama de relaciones			
Código	Número	Porcentaje	Definición
A	2	5	Absolutamente necesario que estos departamentos estén uno junto al otro
E	3	10	Especialmente importante
I	4	15	Importante
O	7	25	Ordinariamente importante
U			Sin importancia
X		45	No deseable

Figura. 15 Nomenclatura de diagrama de relaciones. Elaboración propia

Finalmente se obtiene el Diagrama de relación de recorridos y actividades del proceso de Key Solutions, como lo podemos observar a continuación:

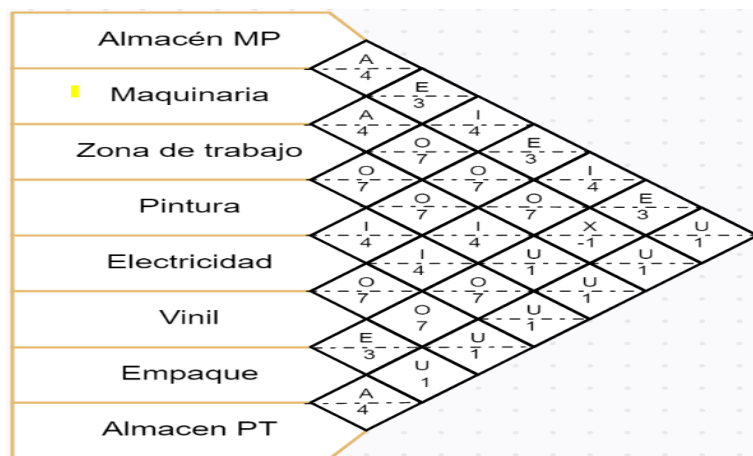


Figura. 16 Diagrama relación de recorridos y actividades del proceso de Key Solutions. Elaboración propia

Resumiendo, las relaciones de la figura 16. Diagrama relación de recorridos y actividades del proceso de Key Solutions, obtenemos el diagrama adimensional de bloques donde se busca acomodar estratégicamente las áreas respetando la continuidad entre áreas y obteniendo el siguiente flujo.

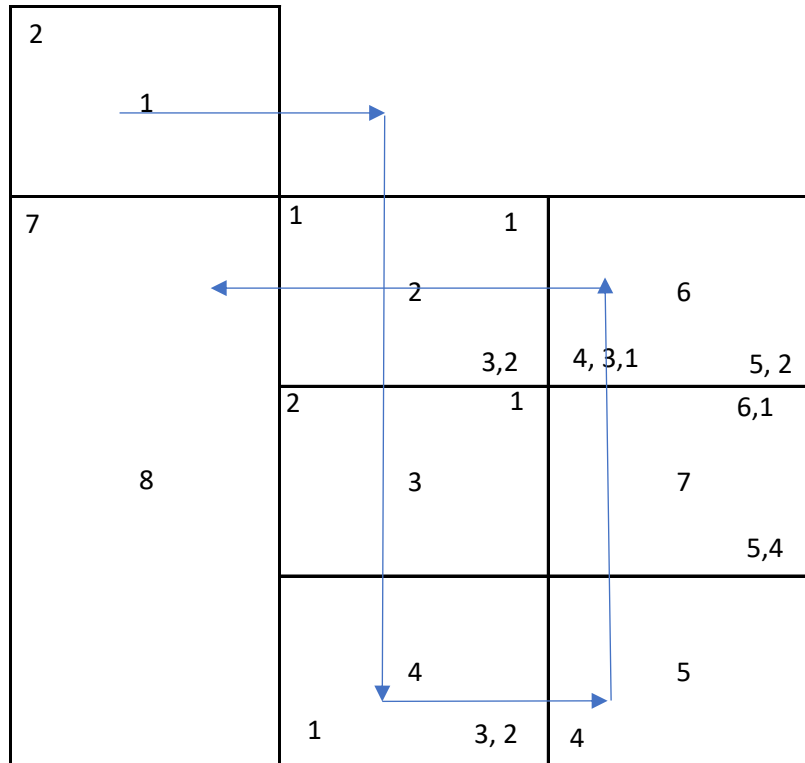


Figura. 17 Diagrama adimensional de bloques. Elaboración propia

Cada número central representa un área como se menciona a continuación:

1. Almacén de materia prima
2. Maquinaria
3. Zona de trabajo
4. Pintura
5. Electricidad
6. Vinil
7. Empaque
8. Almacén de producto terminado

4. Requerimientos entre las áreas

Área	Requisitos
Almacén de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> • Cercanía con el andén para descarga de insumos. • Espacio suficiente para organizar. • Seguridad.
Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de energía especiales. • Espacios físicos suficientes.
Zona de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio entre bancos de trabajo. • Interacción entre personal. • Ventilación. • Instalaciones de electricidad e hidráulica cercanas.
Pintura	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio libre de contaminación. • Espacio de almacenaje para secado de productos. • Ventilación.
Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones de electricidad.
Vinil	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio libre de contaminación de aserrín. • Ventilación.
Empaque	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio libre de contaminación de aserrín.
Almacén de producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio amplio y aislado de movimientos.

Tabla 3. Requisitos en áreas. Elaboración propia

5. Generar alternativas de distribución

Debido al tiempo con el que contábamos para mudarnos no se pudieron realizar varias alternativas de distribución de planta, la propuesta que se desarrollo fue única y fue la que se implementó, por lo que no tuvimos la opción de la selección como lo estructura Tompkins en su aplicación.

6. Implementación

Después de estudiar todas las distribuciones de planta, estudiamos nuestro proceso y un gran detonante que nos guio para la toma de decisión adecuada en nuestra implementación, fue que para proyectos con grandes dimensiones o modulares debíamos realizar células de trabajo con un mayor número de operarios cada uno especializado a respectivas tareas y que entre ellos mantuvieran cierta comunicación para poder conjuntar el proyecto una vez finalizada cada una de sus actividades.

Después de este análisis y de conocer las ventajas y desventajas de las diferentes distribuciones de plantas se tomó la decisión de realizar la distribución de planta de forma celular.

Con el análisis realizado en el diagrama de relación de cada área fueron agrupadas las áreas, se comienza desde el arribo de materia prima, buscamos que los accesos estén cercanos al sitio de almacén, así evitamos que los proveedores ingresen sin protección al taller.

Además, buscamos que el estribillo donde se almacenan los tabloides esté cerca de la bahía de descarga, ya que no se cuenta con un montacargas y esta actividad se realiza de forma manual por proveedores o incluso por los mismos operarios.

Para la distribución de las máquinas se contempló un espacio exclusivo para ellas donde no estuvieran operarios cerca.

Para realizar esta distribución de maquinaria se tomó en cuenta la función de cada máquina, se observó cómo es que operaban cada máquina, el tipo de energía eléctrica que ocupan, dimensiones y funciones.

Se agruparon según sus funciones, las máquinas de banco se situaron en un mismo espacio con un espacio de 90 [cm] entre ellas, espacio suficiente para que dos operarios estén haciendo uso de estas. Para la principal máquina que se ocupa en la industria llamada escuadradora se tomaron sus dimensiones con todas las guías extendidas a su máxima dimensión, con el fin de dejar el espacio suficiente para que en el caso de que se haga el uso de esta máquina en estas condiciones esté considerada la distancia sin afectar pasillos o el uso de otras máquinas.

Actualmente no se cuenta con una dimensionadora, pero se tiene planeada realizar la inversión por lo que se solicitó dejar el espacio para esta máquina.

El uso del compresor de aire es fundamental para esta industria ya que en el van conectadas las pistolas de impacto método principal para la sujeción de los muebles, por lo que teníamos que poner estas máquinas en una zona estratégica de forma en que se distribuyeran líneas a cada una de las mesas de forma aérea para evitar que las mangueras obstruyeran el paso, se colocaron de forma centralizadas al espacio y con ayuda de mangueras de 20 metros y con nodos logramos hacer esta distribución.

Se cuidó la energía que cada una de estas máquinas requería, se colocaron cajas de suministro de luz a un lado de las máquinas con el fin de cortar la energía en caso de emergencia, adicional al tablero de energía de toda la planta que fuera de fácil acceso.

El acomodo de mesas de trabajo se realizó haciendo uso de los conocimientos obtenidos del diseño de trabajo ya que como menciona la teoría se basa en la especialización de las funciones que desempeña cada operario, todos aquellos operarios que desempeñan actividades avanzadas; así como el manejo del uso de las herramientas industriales se situaron en mesas de trabajo con una dimensión de 1.50 x 2 [m], esto derivado a que ese personal podía desarrollar un proyecto por sí solo y debía tener un área de trabajo amplia que le permitiera maniobrar, los operarios que desempeñan funciones básicas o que aún no tenían la capacitación adecuado para hacer uso de las herramientas industriales se situaron en mesas de trabajo con dimensiones de 90 x 2 [m].

Entre cada una de las mesas de trabajo se respetó una distancia de 1.80 [m] entre cada mesa de trabajo, con el fin de tener el espacio suficiente entre mesas para cuidar los espacios del operario y las dimensiones de los muebles.

La colocación de los bancos nos ayudó a concentrar células de trabajo si el proyecto las requería, con el fin de que los operarios con mayor experiencia capaciten en todo momento aquellos que sus funciones son más limitadas, además de la supervisión continua.

En cada una de las mesas de trabajo se colocaron cajas de luz para el uso de maquinarias manuales y así evitamos el uso de extensiones que pudieran ocasionar accidentes, además se diseñaron sus espacios de almacén de cada una de las mesas para el resguardo de su herramienta personal.

Todas las áreas mencionadas anteriormente se localizaron al centro del espacio físico, al contorno de este espacio se colocaron los pasillos con una dimensión de 2 [m] de ancho, en ellos cuidamos que el espacio fuera suficiente para el movimiento de los muebles entre

áreas, así como el acceso a otras áreas y que se tuviera el espacio suficiente para poder transitar sin riesgos en el área de producción para aquellas personas ajenas al área.

En espacios cerrados se colocaron las áreas de pintura, electricidad, láser y almacén. Estos espacios cerrados fueron diseñados para evitar contagios en el ambiente de aserrín y de esta forma cuidar la calidad de cada área.

Todo el diseño de distribución de planta cuidó el flujo de los procesos comenzando desde el almacén de materia prima, pasando por la zona de máquinas para armar los proyectos en las mesas de trabajo y finalmente dando acabado en el área de pintura, para posteriormente y si el proyecto lo requería fuera electrificado y trasladado al área de empaque, todas las zonas están encadenadas para que la integridad del mueble ante el movimiento no se viera afectado.

El espacio con el que se contaba en la nueva planta era de 1,814.37 m² tenía las siguientes dimensiones según Google earth

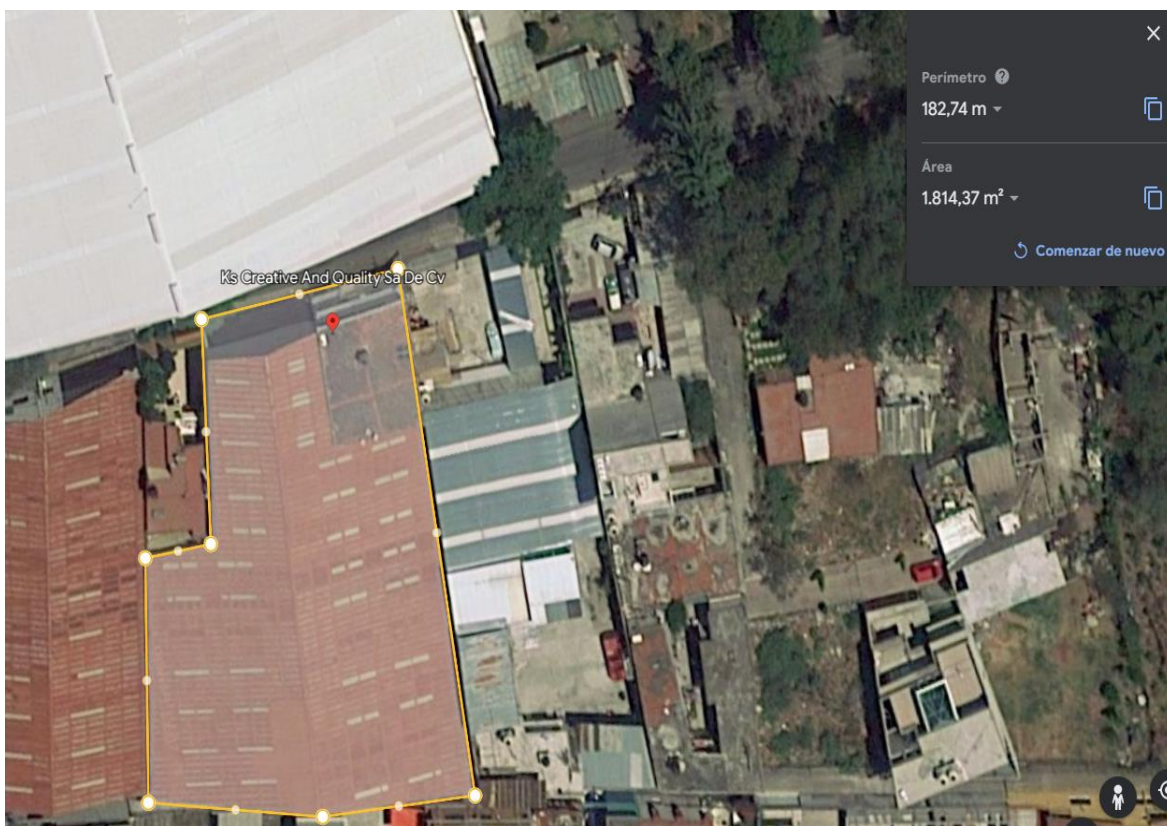


Figura. 18 Dimensiones de terreno Cuauhtémoc KS. Google Earth

A continuación, se muestra un croquis de la planta como quedo segmentada internamente:



Figura. 19 Croquis de planta Cuauhtémoc KS. Elaboración propia

A continuación, se muestran algunas imágenes tomadas durante el periodo de remodelación para poder realizar la mudanza.



Figura. 20 Instalación de tierras físicas. Archivo propio



Figura. 20 Mudanza de maquinaria. Archivo propio

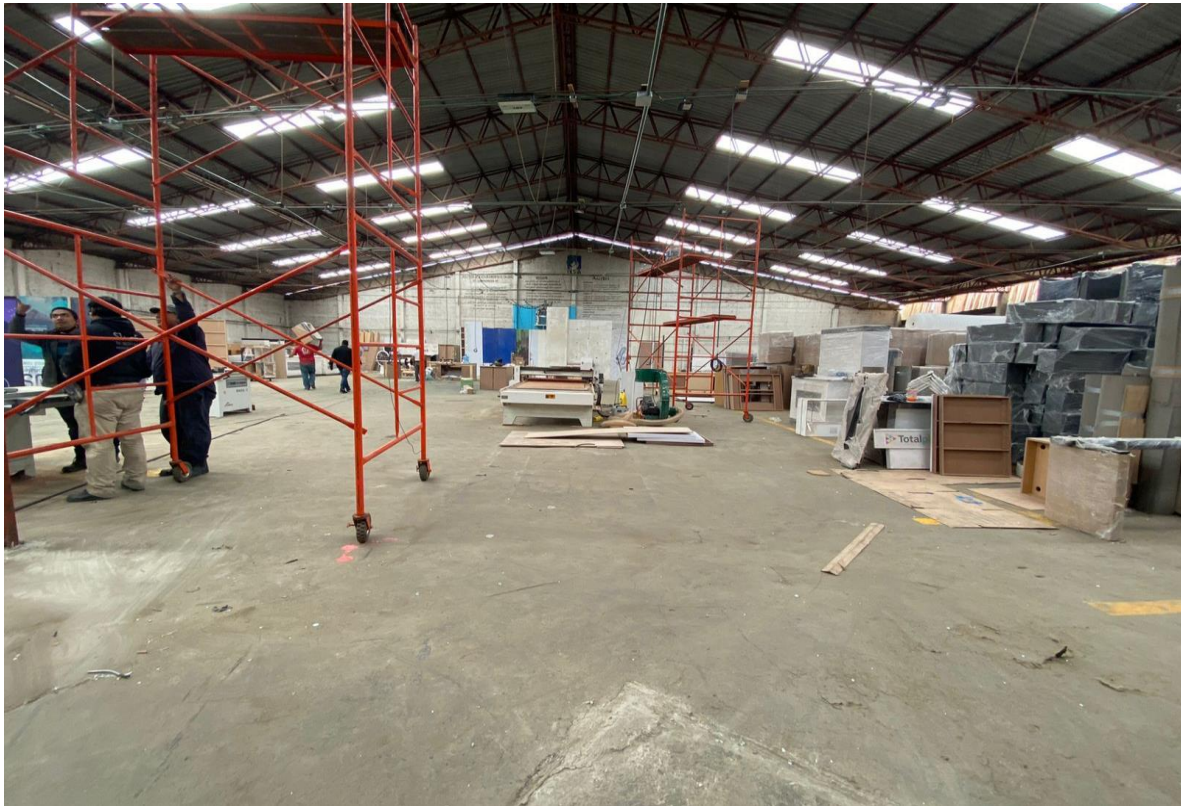


Figura. 21 Instalaciones aéreas eléctricas e hidráulicas. Archivo propio



Figura. 22 Almacén de producto terminado. Archivo propio.



Figura. 23 Almacén de materia prima, bahía de carga y descarga, zona de oficinas. Archivo propio

7. Redefinir el objetivo de la instalación – áreas de oportunidad

Finalmente se concluyó la distribución de planta, no se dejó de producir ni paramos operaciones, todo el traslado a la nueva instalación fue en una semana.

Una vez implementada la distribución se detectaron aun áreas de oportunidad que no fueron consideradas oportunamente, pero que quedan como proyectos futuros a desarrollar en las siguientes áreas.

No.	Área de oportunidad	Comentario
1	Delimitación de áreas.	<ul style="list-style-type: none"> Limitación de visual de áreas y pasillos.
2	Almacén de producto terminado.	<ul style="list-style-type: none"> El espacio no fue suficiente para el almacén de todo el producto terminado.
3	Herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> Área especial para la colocación genérica de herramientas.
4	Acabado a estructuras.	<ul style="list-style-type: none"> Finalización de espacios.
5	Área de descanso para trabajadores.	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de comedor para trabajadores.

Tabla 4 Áreas de oportunidad futuras. Elaboración propia

CONCLUSIONES

Finalmente logramos aplicar la distribución de planta propuesta después del análisis que se elaboró, se observó que se mitigaron muchos de los problemas que presentábamos en la planta anterior, sin en cambio no todo mejoró, se detectó que era mucha la cantidad de producto terminado y que se debía contar con un espacio para poder almacenar los muebles ordenadamente ya que en este espacio deben ser apilados entre ellos y por ende corren un alto riesgo de ser lastimados y debían ser reprocesados nuevamente desperdiciando material, mano de obra y tiempo.

Se alcanzo a optimizar las áreas de trabajo dejando espacios suficientes, señalizaciones y condiciones adecuadas para un trabajo más seguro.

La contaminación en el ambiente disminuyó considerablemente siendo menores los retrocesos para el área de pintura.

También se optimizaron los espacios seguros como son pasillos, áreas descongestionadas de cables en el suelo.

La distancia entre cada área era menor y eso ayuda a conectarlas entre ellas. Se detectó la necesidad de la inversión de un montacargas ya que la cantidad de muebles almacenados era mayor y las dimensiones de cada proyecto han ido en aumento, el cargar manualmente los muebles ya no es opción.

BIBLIOGRAFÍA

Muther, R. (1970). *Distribución en Planta*. España: Hispano Europea.

Suñe, Gil, Arcusa. (2004). *Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos*. España: Diaz de Santos.

Castillo, Oscar, (2005). *Estudio de Tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera*. Guatemala. Pág. web. <https://acortar.link/DtNFcE>

Tompkins et al., 25, Pág. web. <https://acortar.link/qCg5GB>

Carro, González, Roberto, Daniel, (2012), *Diseño y medición de puestos de trabajo*. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata.