



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Reubicación de planta
productiva y automatización
de alimentación de proceso
de enchapado**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

Benjamin Pardo Nuñez

ASESORA DE INFORME

Ing. Claudia Ivette González Hernández



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO.	3
CAPITULO I. LA ORGANIZACIÓN Y SU CONTEXTO:	5
1.1 Historia de la empresa y su mercado	5
1.2 Misión, Visión y compromiso con el planeta	6
1.3. Organigrama del Grupo empresarial Grupo CG Maderas.....	6
1.3.1 Organigrama Industrias Forestales CG SA de CV	7
1.4 Planteamiento del problema	8
1.5 Objetivo del proyecto.....	12
1.6 Descripción del puesto	12
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Distribución en planta-almacén y aspectos a considerar	13
2.2 Tipos de distribución según su flujo:.....	15
2.3 Tipos de lay out para una planta industrial.....	16
2.3.3 Lay out combinado	17
2.3.4 Lay out de posición fija.....	18
2.4 La ley y la seguridad industrial en México	18
2.5 Diez aspectos a considerar en el diseño de instalaciones seguras	18
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	21
3.1 Situación inicial.....	21
3.2 Desarrollo de mejoras.	25
3.3 GENERACION DE LTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN.....	26
3.3.1 Nuevo diagrama de proceso mejorado.	26
3.3.2 Alternativas de distribución de planta con base en proceso.....	28
3.3.3 Diagrama de Gantt.	29
3.4 Implementación.	32
3.4.1 Áreas de mejora ubicadas durante la implementación.....	39
CONCLUSIONES.	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO.

La productividad es una variable clave para el desarrollo de una economía, una industria o una empresa. En el ámbito industrial, permite:

Una disminución de los costos y los precios, contribuyendo al crecimiento de la competitividad y el desarrollo del mercado.

En el ámbito empresarial, es una parte fundamental para garantizar la supervivencia de una empresa en el largo plazo, al ser determinante para la creación de valor, lo que repercute en mayores beneficios para los accionistas.

En virtud de que cada vez los mercados son más competitivos y en términos generales: globalizados, un país debe mantener niveles competitivos de productividad en sus industrias y empresas incluso para únicamente conservar sus niveles de vida.

El presente trabajo tiene como finalidad, en un contexto de pandemia determinar algunas acciones y estrategias que contribuyan a la disminución de costos de producción asegurando la permanencia de la empresa en el mercado y maximizando los beneficios económicos de los accionistas.

Este trabajo presenta tanto los detalles que llevaron a determinar la necesidad de la reubicación de planta de un espacio rentado, a una nueva ubicación propia donde se determinó la construcción de una bodega nueva, y la automatización de la alimentación del proceso de enchapados, a fin de aumentar la productividad del equipo de trabajo y disminuir los costos operativos.

Objetivo:

El objetivo del proyecto es dar mayor rentabilidad a la planta productiva ubicada en San Juan del Rio, Qro. Asegurando su permanencia en el mercado, mejorando la productividad global y la calidad de los productos, a través de la disminución de costos y la eficiencia en el proceso, al:

- Optimizar al máximo el espacio disponible (disminuyendo los costos de renta de inmuebles).
- Reducir el número de movimientos, distancias y tiempo dedicado a la manipulación de la carga.
- Facilitar el acceso a la mercancía.
- Facilitar el control de stock.
- Permitir flexibilidad en el caso de que haya que realizar un cambio en la distribución de la mercancía almacenada.

Logrando con esto:

- Una mayor rentabilidad. Al optimizar el espacio de almacenaje, se aprovecha al máximo el espacio disponible y se reducen los costos de arrendamiento.
- Mejora la seguridad del almacén y la fábrica: Al optimizar el flujo de materiales, se eliminan las áreas congestionadas y se evita que los operarios realicen desplazamientos innecesarios.
- Evita pérdidas económicas generadas por almacenar de forma incorrecta la mercancía y haciendo movimientos innecesarios.
- Ayuda a fidelizar al cliente. Gracias a la eficiencia en la gestión del almacén y la fábrica, garantiremos la entrega de la mercancía a tiempo y en condiciones óptimas. De esta forma la atención al cliente mejora e incrementa su satisfacción.

El presente informe se divide en 3 capítulos con la información necesaria para la elaboración y ejecución de la propuesta.

Capítulo I:

Se presenta un marco de referencia, con los datos Generales de la empresa, incluyendo la distribución inicial de fábrica y almacenes, organigrama, así como datos estadísticos que muestra de forma clara como se movió el mercado de madera y sus derivados en un contexto de pandemia.

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

Capítulo II

Se desarrolla la teoría que da sustento a las técnicas y soluciones que se aplicaron para la correcta planeación y ejecución del presente proyecto.

Capítulo III

Se presenta el desarrollo del proyecto teórico y práctico, los problemas detectados y solucionados durante la ejecución. Todo a partir de la disponibilidad de instalaciones y el proceso existente.

Conclusiones

Se presentan los resultados obtenidos después de la implementación, y a su vez se presenta un análisis de nuevas oportunidades de mejora acordes a la realidad actual de la empresa.

CAPITULO I. LA ORGANIZACIÓN Y SU CONTEXTO:

1.1 Historia de la empresa y su mercado

GRUPO CG MADERAS es una empresa con más de 75 años de experiencia, dedicada a la importación y distribución de una gran variedad de productos de madera, desde tableros de fibras, contrachapados, enchapados, madera aserrada y chapas a la industria de la construcción, del mueble, decoración, empaque y carpintería entre otras. Para poder continuar a la vanguardia dentro del sector y manteniendo el liderazgo, Grupo CG se ha transformado continuamente de acuerdo con los requerimientos y exigencias del mercado.

Actualmente Grupo CG cuenta con tres divisiones que marcan su estrategia de crecimiento y actividad en el universo empresarial mexicano e Internacional. Para Grupo CG la calidad es uno de los rubros más importantes tanto en los productos que fabrican como en los servicios que proporcionan a sus clientes.

“En Grupo CG la calidad no es un reto, sino una orgullosa tradición”.

Ventas Mayoreo e Internacionales

Esta división nació con el objetivo de dar servicio y abastecer, entre otros, al sector maderero y mueblera, que requieren en grandes cantidades de material para el desarrollo de su actividad. También está concentrada en la exportación de productos fabricados por Grupo CG y productos producidos por empresas con quien tienen sinergias comerciales.

Es la división más antigua de Grupo CG y entre otros objetivos se encarga de investigar en diferentes partes del mundo nuevos productos para ofrecerlos a sus clientes.

Súper maderas

Esta división se creó en 1995 con el objeto de establecer puntos de venta (tiendas) en donde se ofrece una gran y novedosa gama de artículos madereros, así como la venta de productos relacionados con el sector como herramientas, adhesivos, herrajes, tintas lacas y barnices, etc. EL sector atendido por Súper Maderas es el de pequeñas y medianas industrias, en el área de decoración, construcción, carpintería, particulares, etc. Su objetivo es hacer llegar nuevos productos a sus clientes al mejor precio y con el mejor servicio.

El crecimiento de esta división es acelerado pero prudente. Cuenta con el apoyo y experiencia de Grupo CG. Con Bodegas en:

- Pantitlán, Ciudad de México
- Puebla, Puebla
- San Juan del Río, Querétaro
- Tampico, Tamaulipas
- Nuevo León, Monterrey
- Guadalajara, Jalisco

Industrias Forestales CG SA de CV

Industrias Forestales CG surge como una necesidad de incorporar productos manufacturados propios, como fabricantes de tableros enchapados, con diferentes centros y una amplia gama de chapas de madera clásicas hasta exóticas. En esta división se fabrican productos para proyectos especiales como puertas, vigas, duelas y componentes de muebles, siendo la principal línea comercial los tableros enchapados con centro de MDF y chapas de madera natural provenientes principalmente de África, Asia, América del Norte y América del Sur.

. Grupo CG ha establecido sus industrias en lugares como, Ciudad de México, **San Juan del Rio**, Qro. Iquitos y Pucallpa (Ambos en Perú). Continuamente los socios e inversionistas invierten en la mejora y modernización de los equipos y procesos de esta división.

“Obsesión por el detalle”, esta frase engloba la filosofía de la empresa, siendo pioneros en México, al usar resinas PVA en lugar de resina Urea-Formaldehido, protegiendo a los trabajadores dentro de la empresa y a los usuarios que trabajan con el producto.

1.2 Misión, Visión y compromiso con el planeta

MISIÓN

"Hacer llegar al comercio y a las industrias muebleras, madereras, carpinteras y de la construcción, madera de la mejor calidad, precio y variedad que sirva como materia prima para que una vez transformada, ofrezca satisfactores a la sociedad en productos hechos de madera".

VISIÓN

"Convertirse en un corporativo, que como principal función desarrolle un negocio financiero a través de la industria y comercio maderero, por medio de la penetración y la expansión del mercado, generando así el rendimiento financiero que el grupo requiere por su inversión y riesgo".

COMPROMISO CON EL PLANETA:

Grupo CG está comprometido con el planeta y con las generaciones que nos precederán, por lo que exige a sus proveedores que las materias primas que proveen sean de bosques y selvas que cuenten con un estricto control de explotaciones usando técnicas de manejo sostenible o de preferencia de plantaciones controladas y certificadas, manteniendo una certificación de CxC FSC.

1.3. Organigrama del Grupo empresarial Grupo CG Maderas.

Industrias Forestales CG depende de un grupo empresarial, regulado por un consejo de administración que incluye a los accionistas del grupo. A continuación, se muestra la organización del grupo empresarial.

ORGANIGRAMA GUPO CG MADERAS (grupo empresarial)

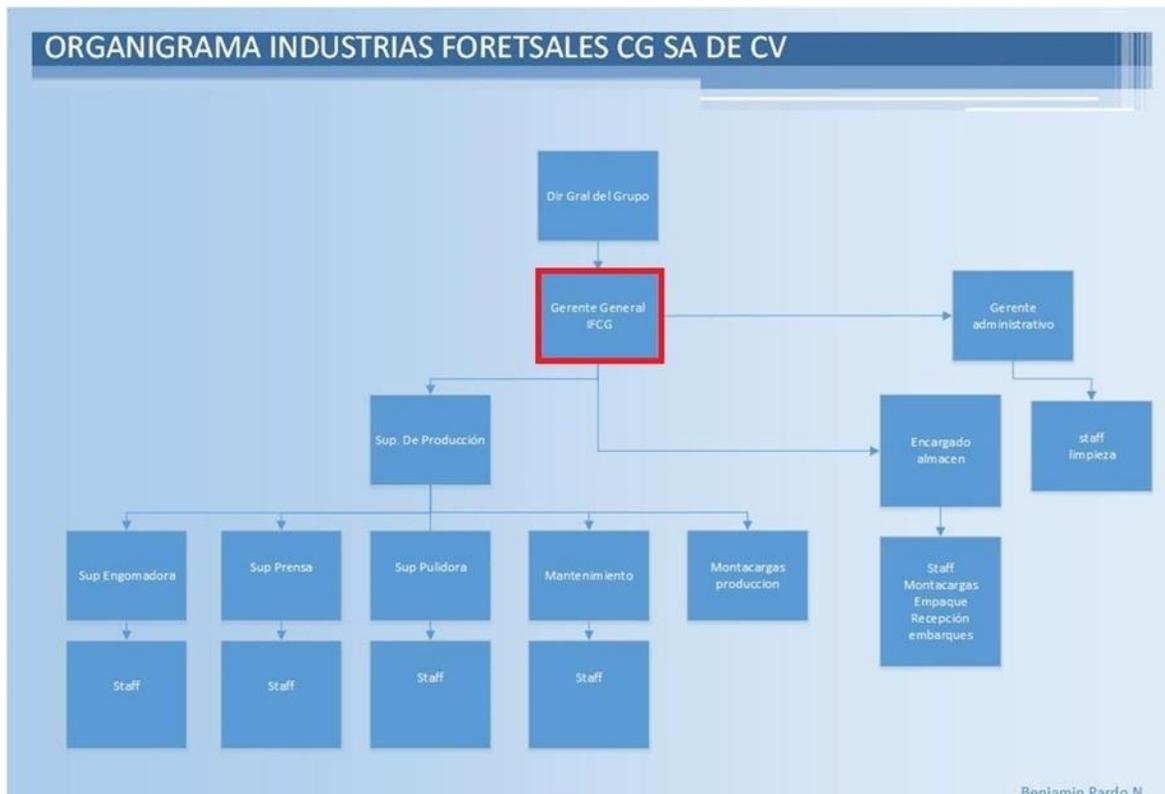


Organigrama empresarial Grupo CG Maderas (Elaboración propia).

1.3.1 Organigrama Industrias Forestales CG SA de CV

Para este proyecto, se trabajó en la empresa encargada de producción denominada Industrias Forestales CG Sa de CV y a continuación se muestra la estructura organizacional de la misma.

ORGANIGRAMA INDUSTRIAS FORETSALES CG SA DE CV



Estructura Organizacional Industrias Forestales CG SA de CV. En rojo se presenta la posición que ocupé en la estructura organizacional. (Elaboración propia).

1.4 Planteamiento del problema

En un contexto de pandemia, donde los ingresos disminuyeron, pero los gastos fijos permanecieron sin cambio se hizo necesario hacer más eficiente el uso de los recursos y a su vez minimizar los gastos y costos de producción, lo que obliga a la empresa a hacer un análisis de rentabilidad a la luz de los estados financieros y el análisis de ventas mes con mes, con lo que se determina buscar estrategias que ayuden a la disminución de gastos y costos asociados a la producción, que permitan dar rentabilidad al modelo de negocio actual, acompañado con estrategias de comercialización que corresponden a la dirección formular y ejecutar.

Por lo anterior se realiza un análisis de viabilidad de propuestas enfocadas en tres ejes centrales:

- El apuntalamiento de las ventas, a través de estrategias comerciales.
- La reducción del costo operativo a través de la reducción de personal.
- La reducción de costos operativos a través de las rentas de inmuebles.

Una vez definidos los ejes se procede a hacer un análisis de viabilidad, para determinar las estrategias necesarias y la ejecución de éstas, teniendo como líder de proyecto.

Mediante la utilización de una herramienta estadística (árboles de decisión), para valorar cada una de las opciones centradas en los ejes definidos por la dirección.

Por lo anterior se procede a realizar un estudio a través de un árbol de decisión, donde se mapean los posibles resultados de una serie de decisiones relacionadas. Permitiendo a la organización se comparen posibles acciones entre sí según sus costos, probabilidades y beneficios.

A través de la experiencia y tendencias del mercado procedí a establecer costos, y probabilidades, a fin de obtener los beneficios probables de cada decisión.

A continuación, se muestra el árbol correspondiente presentado al consejo de administración de la empresa (Figura 1).

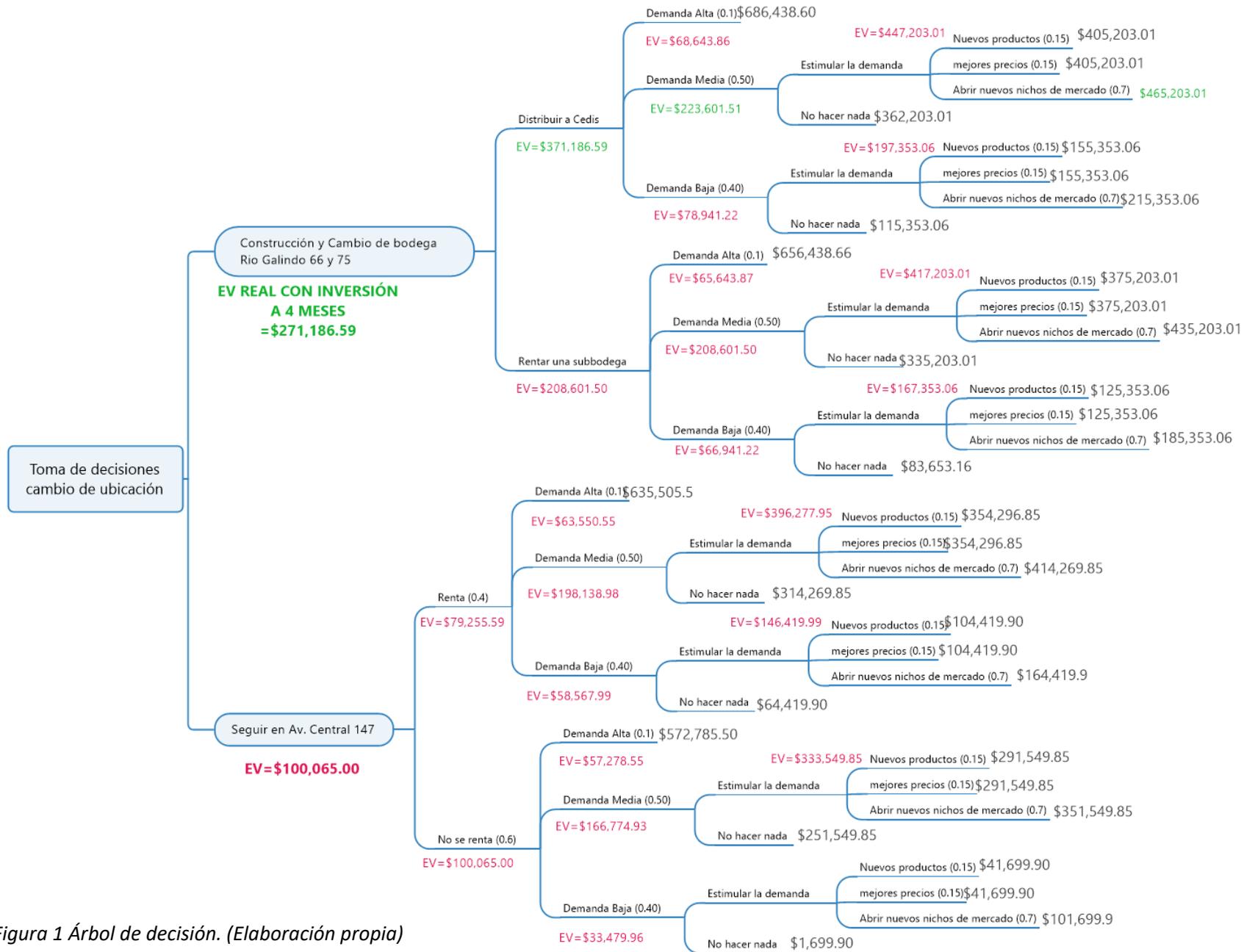
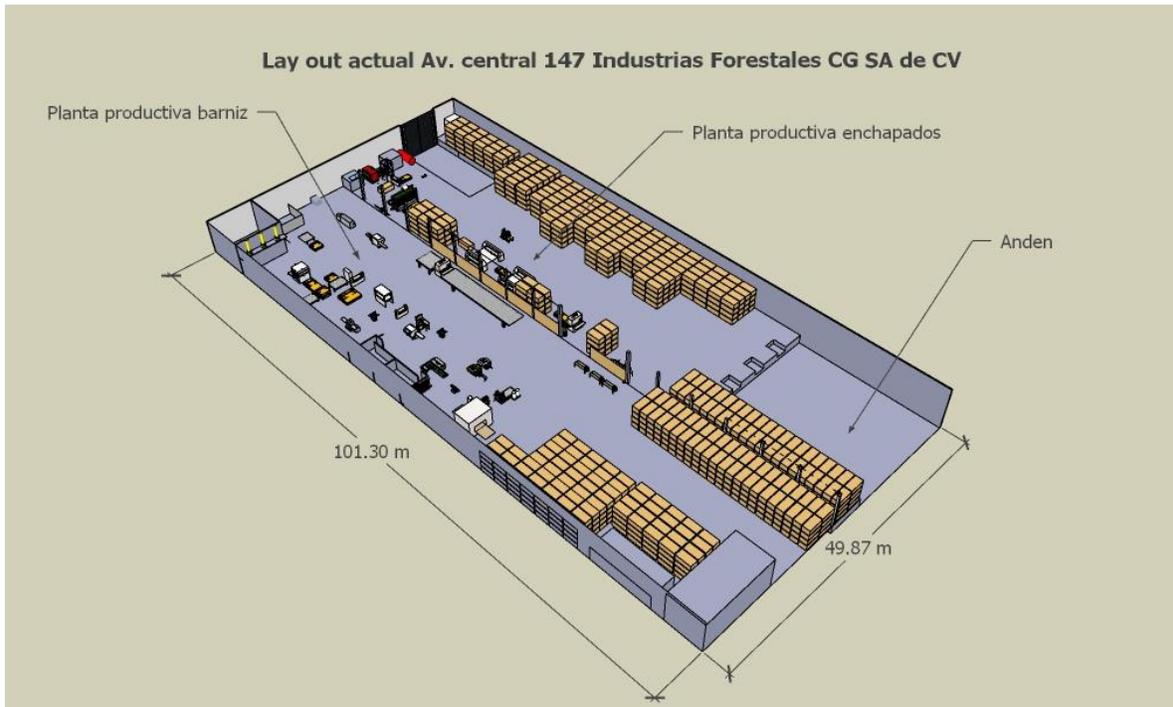


Figura 1 Árbol de decisión. (Elaboración propia)

Dentro de las decisiones estratégicas se determinó el cierre de la línea de producción de barniz, y maquinado de pisos, misma que tenía más de dos años sin uso, por temas de mercado, así que se planeó al embalaje total de la maquinaria y su almacenaje, por lo que también se determinó un espacio de la misma, dentro de las nuevas instalaciones.

Al tomar en cuenta que solo se trasladará el proceso principal de enchapados, a continuación, se detalla el proceso general que esboza el proceso principal que se moverá de ubicación

A continuación, se muestran un modelo de las instalaciones antes del cambio de ubicación (figura2).



(Figura 2) Lay out de planta y almacenes, distribuidos en 5,051 m² antes del cambio. (Elaboración propia).

A continuación, se muestran los espacios de las bodegas donde se reviran los almacenes y la nueva planta productiva, de los cuales se partirá para proponer el nuevo Lay out. (Figura 3 y 4)



Figura 3. Vista satelital de las dos naves industriales a usar para la reubicación de almacenes y planta. (Tomado de Google Eart).

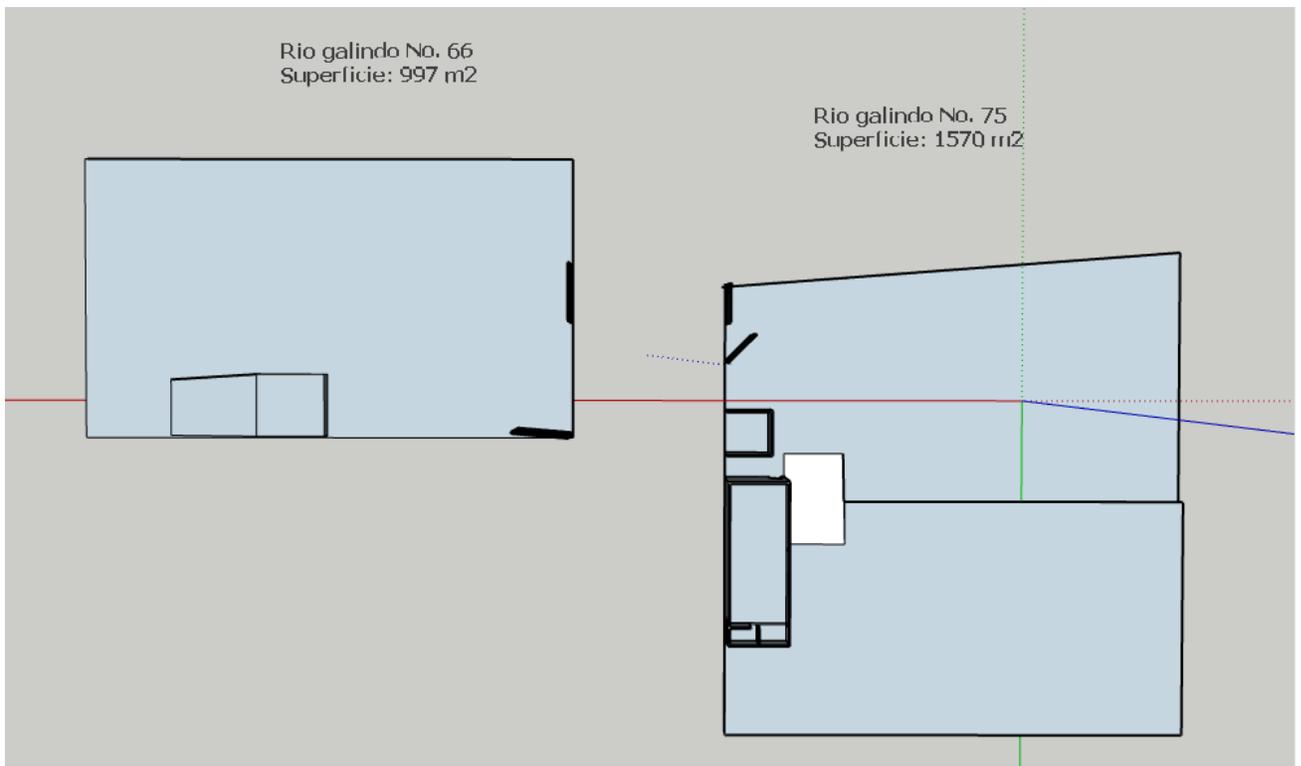


Figura 4. Vista en planta de Naves Industriales. (Elaboración propia).

1.5 Objetivo del proyecto

El objetivo esencial del proyecto es la disminución de costos de arrendamiento de inmuebles utilizando dos bodegas propias, a cuatro cuadras de la ubicación actual, optimizando los espacios de almacenamiento y la distribución de la maquinaria mejorando el flujo de materiales y los costos operativos. Disminuyendo también la cantidad de materia prima, producto en proceso y producto terminado, logrando la eficiencia de los espacios, para lograr reducir a la mitad el espacio necesario de la planta productiva y almacenes

1.6 Descripción del puesto

Desde el año 2010 hasta el año 2022, me desempeñé como Gerente de producción, hasta convertirme en Gerente general con actividades tales como:

- Desarrollo de nuevos productos.
- Análisis de rentabilidad.
- Indicadores financieros.
- Análisis de estados financieros.
- Indicadores de productividad.
- Reporte a los accionistas del grupo empresarial cada tres meses.
- Pronósticos de venta, para realizar la compra de materias primas.
- Elaboración y seguimiento de presupuestos.
- KPI's (indicadores de desempeño).
- Toma de decisiones con herramientas estadísticas. (árboles de decisión).
- Muestreo estadístico de materiales para reducir costos de inspección y tiempos de recibo de materiales.
- Diseño de estrategias de reducción de costos.
- Lay out.
- Planeación agregada.
- Manejo de flota y mantenimiento.

Durante mi gestión, también realicé análisis financieros y diseño de estrategias útiles para el mantenimiento y desarrollo del negocio, como el cambio de ubicación física de planta, siendo responsable de la planeación operativa, y el cambio físico, así como lay outs de proceso, para el correcto funcionamiento de las líneas de producción e implementando mejoras técnicas de automatización, logrando la automatización de la alimentación del proceso de enchapado, disminuyendo el costo operativo para la empresa en un 6%.

Fui Responsable de la certificación Forest Stewardship Council (FSC) (cadena de custodia). Obteniendo la certificación anual.

- Negociación con clientes y proveedores.
- Manejo de personal operativo.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Distribución en planta-almacén y aspectos a considerar

Realizar un diseño correcto de distribución planta-almacén, ayudará a optimizar el espacio, reducir los costes de almacenaje, aumentar la seguridad y mejorar el servicio que ofreces a tus clientes.

Su diseño dependerá de las características del negocio, pero, en cualquier caso, los **objetivos a perseguir con una buena distribución de tu planta** son:

- Optimizar recursos, tanto materiales como energéticos.
- Conseguir el máximo rendimiento de cada persona en tu equipo, garantizando siempre su seguridad.
- Aprovechar al máximo la utilización del espacio y de la maquinaria.
- Optimizar el flujo de productos, materiales y personal.
- Posibilitar la adaptación sencilla de tus instalaciones a tus necesidades futuras.

Con el fin de hacer una correcta distribución de lay out se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Mercancía:

Es necesario atender a las características de la mercancía que vamos a almacenar. Desde el tipo de unidad de carga, hasta las dimensiones y los pesos mínimos y máximos. También se deberá tomar en cuenta condiciones de almacenaje en algunos productos como la Chapa.

Respecto al almacenaje de los productos hay algunas consideraciones a tener en cuenta:

Los productos terminados deberán embalsarse correctamente para garantizar su protección ante el polvo y la humedad.

Características del almacén:

Las dimensiones del almacén definirán la capacidad de almacenaje de la nave, la distribución de las mercancías en el interior y el diseño del sistema de estanterías.

En este caso, partiremos de una infraestructura existente, que consisten en dos naves industriales (una frente a otra), como se detalló en el capítulo anterior.

En el diseño del almacén y fabrica, además de sacar el mayor aprovechamiento de la superficie disponible, utilizaremos al máximo el espacio en altura.

Los flujos y la rotación de la mercancía en el almacén y fábrica:

Conocer los movimientos que se realizan para la entrada y salida de mercancías del almacén, condicionará el diseño del lay out. Los desplazamientos de las mercancías en almacén implican costes y tiempo, por tanto, los minimizaremos al máximo.

También consideraremos la rotación de los productos. Aquellos productos con mayor rotación se colocarán en zonas de fácil acceso para su localización y manipulación.

Recursos humanos

Conocer el número de operarios que trabaja en el almacén, sus turnos y organización, será considerado para diseñar un almacén y una planta optimizada.

Principales zonas que debe contemplar el diseño de lay out de un sistema productivo y almacenes.

Aunque el lay out de planta depende de múltiples factores, tanto físicos del propio almacén como organizativos, a la hora de realizar su distribución en planta, todos deben tener unas determinadas zonas perfectamente delimitadas.

Por tanto, el diseño en planta contemplará las siguientes áreas del almacén:

Zona de carga y descarga:

Es necesario disponer del espacio suficiente para que los vehículos encargados de transportar la mercancía accedan sin problemas.

Zona de recepción:

Esta zona estará situada lo más cerca posible del área de descarga. En ella se realizan los controles de calidad, se clasifica la mercancía y si es necesario, se cambia de embalaje para su correcto almacenamiento. Por tanto, en esta zona del almacén tendremos que prever las siguientes áreas.

- Área de control de calidad
- Área de clasificación
- Área de adaptación

Zona de almacenaje:

En ella se depositan y almacenan los productos. Para poder localizar correctamente las referencias almacenadas, dentro de esta zona contemplaremos las siguientes áreas:

- Área de rotación baja
- Área de rotación alta
- Área de productos especiales
- Área de selección y recogida de mercancías

Zona de Producción:

En ella se realiza la transformación o integración de los productos para la creación del producto terminado

Zona de preparación de pedidos, empaque y almacenaje de producto Terminado y expedición:

Es el lugar del almacén en el que se organiza la selección y preparación del pedido. En este caso estará integrada en la zona de almacenaje.

La distribución de esta zona del almacén contemplará:

- Área de consolidación de la carga
- Área de embalaje
- Área de control de salidas

Zonas auxiliares:

En el lay out, además de las zonas propias destinadas al almacenaje y a la manipulación de las mercancías, también hay que tener en cuenta zonas auxiliares que son necesarias para el funcionamiento óptimo de la planta y el almacén:

- Área de devoluciones
- Área de envases o embalajes
- Área de materiales obsoletos
- Área de oficinas o administración
- Área de servicios y vestuarios
- Área de taller
- Área de almacenaje de herramientas especializadas y herramienta de corte.

En este caso, se usará como base para la distribución de planta el flujo, ya que los inmuebles ya existen en una distribución predeterminada

2.2 Tipos de distribución según su flujo:

Para realizar el diseño en planta y almacén debemos conocer todos los movimientos y operaciones que se realizan con la mercancía en su interior.

Podemos contemplar tres tipos de flujos operativos:

Flujo en forma de U: (Figura 5).



Figura 5. Esquematación de flujo en forma de U o Herradura. (Fuente. <https://www.polypal.com/>)

La recepción y expedición de la mercancía se realiza desde el mismo muelle y en la misma dirección. La mercancía entra por uno de los lados de la nave, se almacena, pasa al área de preparación de pedidos y sale por el muelle que está situado al lado del muelle de acceso.

La distribución en forma de U flexibiliza la carga y descarga de vehículos y, facilita futuras ampliaciones o modificaciones del almacén.

Flujo en forma de T (Figura 6)



Figura 6. Esquemización de flujo en forma de "T" (Fuente. [https://www.polypal.com/.](https://www.polypal.com/))

En esta variante del flujo en U, la entrada y salida de mercancías se realiza en muelles independientes, situados en un mismo frente, pero en extremos opuestos. En este caso, como los muelles están separados se pueden utilizar de forma independiente.

Flujo en línea recta (figura 7)



Figura 7. Esquemización de flujo en línea recta. (Fuente. [https://www.polypal.com/.](https://www.polypal.com/))

Aquí las zonas de carga y descarga se sitúan en zonas alejadas entre sí y no es tan flexible como los flujos en U o T. Las mercancías siguen su ruta sin volver a pasar por la parte central del almacén. Este flujo es menos flexible al no tener acceso inmediato a los puntos de entrada y salida de mercancías.

2.3 Tipos de lay out para una planta industrial

La función de un buen lay out es ayudarte a aumentar al máximo la productividad al mismo tiempo que optimizas recursos. Para lograrlo, debes tener en cuenta cómo son tu producto, su variedad y su volumen de producción.

Estos son los 4 principales tipos de lay out para una planta industrial.

2.3.1. Lay out de procesos.

El lay out de procesos (o funcional) concentra máquinas o procesos similares en un mismo espacio de tu fábrica. Es una distribución muy efectiva en procesos de bajo volumen de producción con alta variedad de producto. Suele utilizarse en fábricas dedicadas a la producción por encargo para diferentes tipos de clientes y necesidades.

Ventajas del lay out de procesos

- Flexibilidad a la hora de asignar tareas a los miembros de tu equipo.
- Mayor aprovechamiento del equipamiento del área de trabajo y menor inversión necesaria en maquinaria.
- Independencia respecto al resto de operaciones de tu fábrica; los procesos no se estorban entre ellos ni se ven alterados por posibles incidencias en otros trabajos en curso.
- Mejora de la focalización de tus equipos, que pueden centrar su atención en un único tipo de maquinaria y de proceso.

2.3.2 Lay out de productos

El lay out de productos (o de línea) sigue un flujo lineal a lo largo del cual las operaciones se hacen de manera secuencial.

La habitual cadena de montaje es el mejor ejemplo del lay out de línea, en el que cada estación de trabajo lleva a cabo siempre la misma acción sobre el producto que pasa por ella.

Ventajas del lay out de productos

- Mejor aprovechamiento del espacio.
- Reducción del número de movimientos durante la manipulación.
- Reducción del tiempo de producción de cada producto.
- Disminución del inventario en proceso.
- Simplificación de las tareas de planificación y control.
- Flujo de trabajo constante y regular.

2.3.3 Lay out combinado

Este lay out combina características del lay out de productos y el de procesos y funciona como un taller dividido en varios subtalleres que trabajan de manera independiente.

También es conocido por el nombre de lay out celular, y es muy útil para la fabricación de distintas variedades de un mismo producto. Puede tratarse de un mismo artículo en diferentes tamaños, colores o modelos, por ejemplo.

Ventajas del lay out combinado

- Disminución del tiempo de puesta en marcha.
- Reducción del tiempo de traslado de materiales.
- Descenso de los inventarios de trabajo en proceso.
- Reducción del tiempo de producción.

2.3.4 Lay out de posición fija

El lay out de posición fija es el utilizado para la construcción de productos de gran tamaño, como barcos, aviones, infraestructuras o edificios.

A diferencia de los otros casos, en el lay out de posición fija no es el producto el que se desplaza, sino que son los trabajadores y la maquinaria los que se van moviendo a lo largo de las instalaciones para llevar a cabo su trabajo.

Ventajas del lay out de posición fija

- Menor movimiento de materiales.
- Flexibilidad para posibles cambios tanto en el producto como en el proceso de fabricación.
- Posibilidad de aprovechamiento del mismo lay out para otros proyectos similares.

2.4 La ley y la seguridad industrial en México

La Seguridad Industrial es el área que se encarga de identificar los peligros y los factores de riesgo, cuantificando la gravedad con base en las consecuencias de un posible accidente laboral y el número de personas expuestas de acuerdo con el proceso.

Cuando no le damos importancia a la Seguridad Industrial en la planta, nos exponemos a accidentes que pueden llegar a ser fatales, multas, pagos a familiares, sanciones gubernamentales, investigaciones y afectación del clima laboral.

El artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el principal fundamento del marco normativo de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en México. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social se encarga de vigilar dicho marco normativo.

La Ley Federal del Trabajo norma el derecho al trabajo. Su razón es el equilibrio entre factores de la producción y justicia social: asegurar el trabajo digno y decente. Junto con todo lo anterior, cuenta con diferentes instrumentos jurídicos vinculados directamente al SST.

2.5 Diez aspectos a considerar en el diseño de instalaciones seguras

Norma 1: Vigilar los riesgos mecánicos

Los riesgos mecánicos aparecen con el uso de herramientas y máquinas que pueden lesionar al trabajador. Hay que verificar las partes en movimiento y procurar condiciones seguras para los puestos de trabajo.

Otros aspectos para considerar son: el uso de ropa y equipo de protección personal (EPP) apropiados, autorización para el uso de máquinas sólo por personal capacitado, instalación de guardas o dispositivos de seguridad, mantenimiento con equipo desconectado. Prestar atención a estos factores es fundamental para la seguridad e higiene industrial.

Revisa también la distancia mínima entre las máquinas y/o las paredes, en lo posible usar **sistemas de alimentación automática**, herramientas adecuadas, ejecución del programa de mantenimiento preventivo, y buenas condiciones de orden y aseo.

Norma 2: Seguridad al transportar objetos y materiales

Es una operación muy común en la planta, por lo que es una de las mayores causas de lesión en los trabajadores.

Se deben controlar las cargas máximas para hombres y mujeres. En general se ha establecido: 25 kilos para hombres y 14 kilos para mujeres.

Los trabajadores que realizan esta labor deben recibir entrenamiento sobre la forma segura de realizarla evitando lesiones músculo esqueléticas. También deben dotarse con Elementos de Protección Personal, como guantes, indumentaria y calzado de seguridad.

En caso de tener montacargas, estos deben operarse por personal autorizado y hacer parte del programa de mantenimiento. La capacidad de carga debe ser visible, de modo de garantizar la seguridad industrial.

Norma 3: Promueve orden y aseo para la seguridad industrial en la planta

Una adecuada higiene personal, aseo del uniforme y los EPP, organización de objetos y herramientas, así como lavado de manos cuando sea necesario, son acciones que reducen riesgos.

Mantener el lugar de trabajo ordenado, no arrojar residuos o desperdicios en el suelo, limpiar los derrames si se ocasionan y mantener los pasillos y escaleras despejados, ayudará a mantener un espacio de trabajo seguro y agradable, sin disparar los costos por seguridad.

Norma 4: Cuida las superficies dentro de la planta

Las superficies son causantes de caídas, por lo que es importante verificar que se encuentren en buen estado, sin huecos, baldosas sueltas u obstáculos para el paso de personas o equipos mecánicos como montacargas.

Si se tienen procesos donde se maneja humedad, es necesario que se instalen drenajes con las respectivas rejillas. El personal debe usar calzado adecuado impermeable.

Norma 5: Monitorea riesgos de instalaciones y los cambios de nivel

Las instalaciones de la planta pueden generar riesgos, por lo que es importante hacer inspecciones a techos, escaleras, ascensores, cárcamos, tanques, y puntos que puedan causar caídas o desprendimiento de objetos.

Un adecuado mantenimiento de instalaciones, con personal entrenado en trabajo en alturas y espacios confinados, a quienes se les ha suministrado los correspondientes EPP, y con la supervisión adecuada, ayuda a mantener un bajo indicador de condiciones inseguras de las instalaciones.

Norma 6: Previene el riesgo eléctrico

La electricidad es la fuente de energía para la mayor parte de los equipos y máquinas usados en la planta, haciendo latente el riesgo eléctrico. Se deben mantener los cuartos y subestaciones eléctricas cerrados, aseados, con su respectiva señalización y con acceso sólo a personal autorizado.

No se debe trabajar con riesgos eléctricos en pisos húmedos, tampoco usar conexiones defectuosas o provisionales. Los equipos deben tener conexión con polo a tierra, y realizar las reparaciones con personal capacitado y autorizado.

El riesgo eléctrico siempre debe estar señalizado. Cajas de fusibles y tableros de control deben permanecer cerrados e identificados. En lo posible tener procedimientos de acuerdo con la tensión de voltaje que se trabaje.

Norma 7: Busca mitigar el riesgo de incendio y explosión

Sucede cuando es necesario trabajar con sustancias combustibles, comburentes, pinturas o gases. Es prioritario mantener la distancia normativa entre materiales y procesos.

Está prohibido fumar, calentar recipientes cerrados, o usar líquidos inflamables de acuerdo con el caso. Los equipos de llama abierta solo pueden ser usados por personal autorizado. Una brigada capacitada y personal entrenado en extinción de incendios es necesaria.

Norma 8: Organiza el trabajo para más seguridad industrial en la planta

Los accidentes en gran medida son provocados por estrés o preocupación. Es importante organizar las labores, revisar los tiempos asignados, evitar el retrabajo, y que el trabajador omita normas de prevención por ganar tiempo.

La preocupación y el estrés afectan a las personas, provocando errores al operar máquinas o levantar los objetos. También afecta las relaciones interpersonales afectando el clima laboral.

Norma 9: Asegura la capacitación de tu brigada y establece normas generales en la planta

La capacitación de la brigada es vital para la Seguridad Industrial en la planta, se debe dar seguimiento al avance de los brigadistas, nombra un jefe de brigada idóneo y asegura que se realicen los simulacros y prácticas pertinentes.

Establece indicaciones de seguridad que deben ser conocidas por todas las personas, incluso visitantes y contratistas, publícalos en lugares visibles. por ejemplo:

- Siempre caminar, no correr.
- No obstruya los pasillos ni zonas de tránsito.
- Mantenga despejada la zona de seguridad del extintor, botiquín y camilla.
- Reporte la iluminación deficiente.
- Use los EPP que corresponden a su puesto de trabajo.
- Mantenga presente las salidas de emergencia.

Norma 10: Capacita al personal y automatiza el sistema.

Trabajadores capacitados facilitan la implementación de programas de seguridad. Ellos son parte del programa y reducen tu esfuerzo para lograr resultados. Enfoca la **capacitación y programa los entrenamientos.**

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Situación inicial

La imperiosa necesidad de eficientar los procesos de producción, reducir los gastos operativos y el diseño de una correcta estrategia financiera, en un contexto de pandemia, se toma la decisión en conjunto con la alta dirección, de usar instalaciones propias a fin de trasladar la planta productiva y almacenes de materia prima y producto terminado en bodegas que se encontraban sin uso productivo actual.

Lo anterior significó el diseño de un proceso más eficiente, adaptando a los espacios existentes, agilizando la logística interna y externa de la empresa, en un ambiente de seguridad adecuado para los colaboradores.

Como primer paso se definieron las áreas y las estaciones de trabajo como parte del proceso central, así como el personal requerido para cada área y/o estación.

Estación de proceso	Maquinas, equipo y/o herramienta que involucra	Personal requerido
Selección de chapas	Lámpara de inspección	2
Engomado	Encoladora y despachador de pegamento	4
Prensado	Prensa de 6 platos y caldera de aceite termico	4
Desbaste	Desbastadores manuales	4
Pulido	Maquina Pulidora, extractor de polvos	3
Volteado y montacargas	Volteadora automática	1

Posteriormente, estableció un diagrama de proceso (Figura 8. Diagrama de bloques) y estudio de movimientos en las instalaciones anteriores, por lo que se realizó un diagrama de procesos con la finalidad de observar los movimientos de los operarios al realizar un proyecto:

Adicional al diagrama de bloques y de proceso, se realiza el diagrama de recorrido.

INDUSTRIAS FORESTALES CG SA DE CV Div. Enchapados

COUGAR WOODS INDUSTRIES®

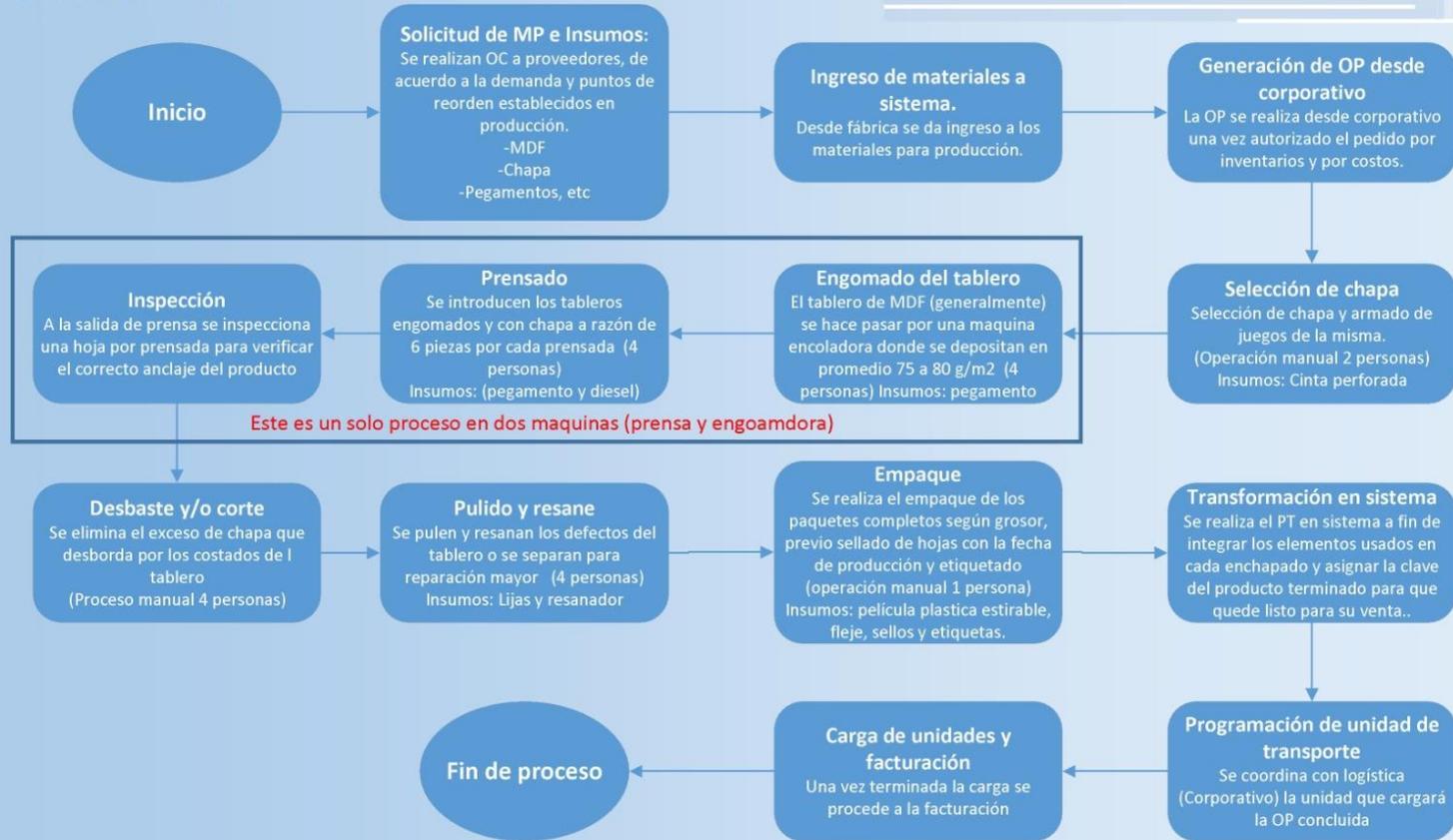


Figura 8. Diagrama de bloques de proceso de enchapados (proceso principal de la empresa). (Elaboración propia).

DIAGRAMA DE PROCESOS INDUSTRIAS FORESTALES CG SA DE CV

UBICACIÓN: Av. Central No. 147, Col. Betanía. San Juan del Río, Qro.
 FECHA DE ELABORACION: 8/18/2021
 RESPONSABLE: Benjamín Pardo N

#	Operación	Operación Inspección Transporte Demora Almacenaje					Observaciones
		●	■	➔	◐	▼	
1	Selección de M.P. de acuerdo a OP	●					La chapa de madera y los MDF se seleccionan del almacén de MP de acuerdo a la OP
2	Almacenaje de de MP seleccionadas					●	La materia prima se pone en resguardo hasta ser trasladada al almacén de fábrica
3	Traslado de MP de almacén de MP a almacén de planta productiva			●			El traslado se hace por medio de montacargas
4	Traslado a producción			●			un día antes del ingreso a producción se traslada al almacén de fabricación
5	Traslado a área de engomado			●			se traslada paquete por paquete al área de engomado por medio de montacargas
6	Engomado de tableros	●					Se aplica de manera automática pegamento blanco en ambas caras del tablero de MDF
7	Prensado de tableros	●					Se carga la prensa con 6 tableros a presión y temperatura controlada
8	Inspección de calidad en pegado		●				Se inspecciona cada tablero a la salida de prensa, para evitar partidas con problemas de calidad
9	Transporte a área de curado			●			Los paquetes son puestos en un área de espera por 24 hrs. Se transportan en montacargas
10	Almacenaje en el área de curado					●	El producto se almacena durante 24 horas para asegurar el 85% del curado de pegamento
11	Transporte al área de desbaste			●			Se transporta el paquete en montacargas
12	Desbaste	●					Se eliminan los excedentes de chapa
13	Transporte a área de almacén de pulido			●			Se transporta el paquete en montacargas
14	Inspección de calidad de chapa pegada		●				Se inspeccionan grietas, nudos, y más defectos de chapa para ser reparados.
15	Pulido de tableros	●					Pulido de tableros con máquina automática y granos de 220-330
16	Transporte a área de volteado			●			Movimiento con montacargas
17	Volteado de tableros	●					el volteado se realiza en una máquina
18	Transporte a área de pulido			●			Transporte con montacargas
19	Inspección de calidad de chapa		●				Se inspeccionan grietas, nudos, y más defectos de chapa en traseras para ser reparados.
20	Pulido de tableros	●					Pulido de tableros con máquina automática y granos de 220-330
21	Transporte de paquete al área de empaque			●			Transporte con montacargas
22	Empaque y flejado	●					Se colocan etiquetas, película estirable y flejes en cada paquete
23	Transporte a almacén de PT			●			Cada paquete terminado es trasladado por montacargas al almacén de PT
24	Almacenaje en almacén de PT					●	El producto terminado espera hasta tener terminado el pedido completo.
TOTAL		8	3	10	0	3	

Simbología	Actividad	Total
●	Operación	8
■	Inspección	3
➔	Transporte	10
◐	Demora	0
▼	Almacenaje	3

Figura 9. Diagrama de proceso de enchapado.)(Elaboración propia).

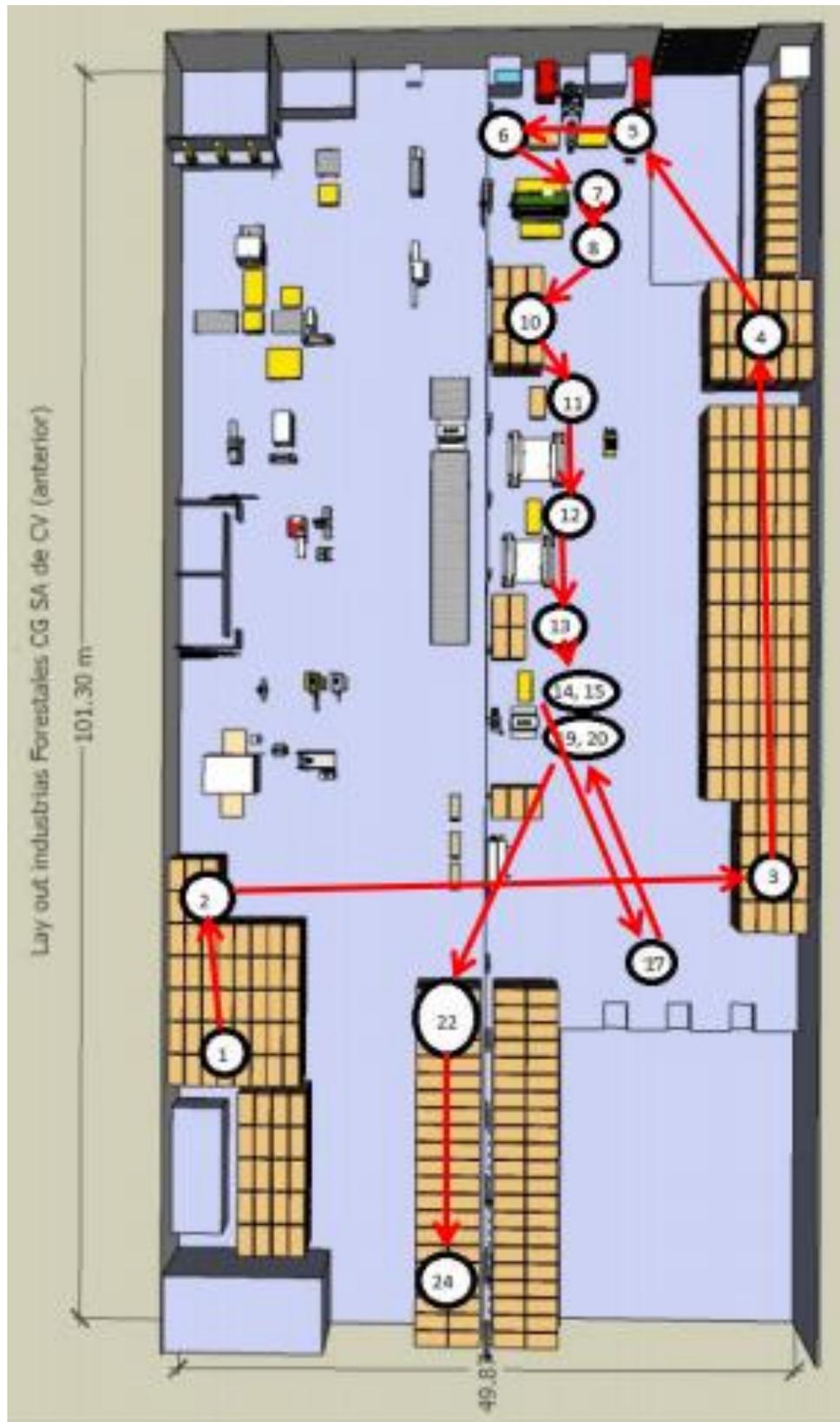


Figura 10. Diagrama de recorrido. (Elaboración propia).

A partir de la figura 8, 9 y 10, podemos inferir las grandes distancias y la gran cantidad de traslados que se llevan a cabo para cada operación, a pesar de que el flujo, tiene cierta constancia, Las distancias son largas e involucran en todo momento el uso de equipo de manejo de materiales, lo que puede llegar a generar demoras, si el equipo de manejo de materiales no está disponible de inmediato, para hacer el flujo de materiales constante y no tener paros por falta de materia prima, en cada proceso.

Planteadas las áreas de oportunidad en el proceso y el lay out, se busca intervenir en los puntos más importantes, optimizando el proceso y el recorrido de materiales, ajustando la operación a los espacios disponibles, ya mencionados en el punto 1.4 de este trabajo.

3.2 Desarrollo de mejoras.

Se consideran como principales directrices los siguientes puntos:

- Flexibilidad en el proceso*
- Espacios seguros y señalizados
- Áreas amplias
- Asegurar la integridad del personal respecto al pase de equipos de manejo de materiales.
- Uso eficiente de instalaciones
- Reducir los traslados

* Se analizó el caso particular del proceso productivo central, sin embargo, como en la mayor parte de las empresas, (no siendo esta la excepción), es necesario tener flexibilidad del proceso, a fin de conseguir atender la demanda de algunos otros productos con maquinaria (estaciones) común, al “core process”.

Estableciendo los requerimientos mínimos por área, se desarrolla la siguiente tabla a fin de no perder de vista durante el diseño de alternativas para el Lay out.

Requerimientos por estación de trabajo	
Area y/o Estación de proceso	Requerimientos generales
Almacenes	Cercanía con la planta. Espacio suficiente para organizar y almacenar. Seguridad. Instalación eléctrica.
Selección de chapas	Toma eléctrica Espacio suficiente para manipulación y separado de chapas
Engomado	Toma eléctrica. Toma neumática. Despachador de pegamento. Instalación hidráulica.
Prensado	Espacio suficiente para carga y descarga de tableros. Instalación eléctrica. Instalación de aceite térmico. Depósito y suministro de diesel.
Área de reposo de material	Espacio suficiente de almacenaje.
Desbaste	Espacio suficiente para la manipulación de los paquetes
Pulido	Máquina Pulidora. Extractor de polvos. Instalación eléctrica. Debe considerarse la instalación lo más cercana a la rampa para evitar pérdidas de carga en la tubería de extracción.
Volteado	Instalación eléctrica. Espacio suficiente para la manipulación de paquetes. Cercanía con el área de pulido.
Empaque	Espacio necesario. Herramientas manuales.

Tabla de requerimientos por área y/o estación de trabajo. (Elaboración propia).

3.3 GENERACION DE ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN.

Se procede a elaborar un nuevo diagrama de proceso, logrando reducir un área de almacenaje y un transporte, tomando en cuenta esta consideración, se elabora un nuevo diagrama de proceso.

3.3.1 Nuevo diagrama de proceso mejorado.

En este punto se eliminó una fase de almacenaje y un transporte, a fin de efficientar el proceso, se eliminan dos transportes y un área de almacenaje en producción pasando directamente el material desde el almacén de materia prima a producción, debido a que la cercanía entre las áreas, lo permite, dejando el nuevo diagrama de la siguiente manera:

DIAGRAMA DE PROCESOS INDUSTRIAS FORESTALES CG SA DE CV

UBICACIÓN: Av. Central No. 147, Col. Betania. San Juan del Río, Qro.
 FECHA DE ELABORACION: 8/30/2021
 RESPONSABLE: Benjamín Pardo N.

#	Operación	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Observaciones
		●	■	➔	◐	▼	
1	Selección de M.P. de acuerdo a OP	●					La chapa de madera y los MDF se seleccionan del almacen de MP de acuerdo a la OP
2	Traslado de MP de almacen de MP a almacen de planta productiva			➔			El traslado se hace por medio de montacargas
3	Traslado a área de engomado			➔			se traslada paquete por paquete al parea de engomado por medio de montacargas
4	Engomado de tableros	●					Se palica de manera autoamtica pegamento blanco en ambas caras del tablero de MDF
5	Prensado de tableros	●					Se carga la prensa con 6 tableros a presión y temperatura controlada
6	Inspeccion de calidad en pegado		■				Se inspecciona cada tablero a la salida de prensa, para evitar partidas con prplemas de calidad
7	Transporte a area de curado			➔			Los paquetes son puestos en un area de espera por 24 hrs. Se transportan en montacargas
8	Almacenaje en el área de curado					▼	El producto se almacena durante 24 horas paar asegurar el 85% del curado de pegamento
9	Transporte al área de desbaste			➔			Se transporta le paquete en montacargas
10	Desbaste	●					Se eliminan los excedentes de chapa
11	Transporte a área de almacen de pulido			➔			Se transporta le paquete en montacargas
12	Inspeccion de calidad de chapa pegada		■				Se inspeccionan grietas, nudos, y mas defectos de chapa para ser reparados.
13	Pulido de tableros	●					Pulido de tableros con maquina automatuca y granos de 220-330
14	Transporte a área de volteado			➔			Movimeinto con montacargas
15	Volteado de tableros	●					el volteados erealiza en una maquina
16	Transporte a área de pulido			➔			Transporte con montacargas
17	Inspeccion de calidad de chapa		■				Se inspeccionan grietas, nudos, y mas defectos de chapa en trascaras para ser reparados.
18	Pulido de tableros	●					Pulido de tableros con maquina automatuca y granos de 220-330
19	Transporte de paquete al area de empaque			➔			Transporte con montacargas
20	Empaque y flejado	●					Se colocan etiquetas, pelicula estirable y flejes en cada paquete
21	Transporte a almacen de PT			➔			Cada paquete terminado es trasladado por montacargas al almacen de PT
22	Almacenaje en almacen de PT					▼	El producto terminado espera hasta tener temrinado el pedido completo.
TOTAL		8	3	9	0	2	

Simbología	Actividad	Total
●	Operación	8
■	Inspección	3
➔	Transporte	9
◐	Demora	0
▼	Almacenaje	2

Figura 11. Diagrama de proceso de enchapado ajustado. (Elaboración propia).

3.3.2 Alternativas de distribución de planta con base en proceso

Durante esta fase se analizaron varias alternativas de distribución, y a continuación se presentan dos de las alternativas analizadas, y las restricciones y requerimientos, mencionados en la tabla anterior. Es importante resaltar que se hicieron varios modelos, encontrando la solución óptima más acertada. En este trabajo, solo se presenta una de las alternativas analizadas a modo de ejemplo, y la solución final implementada.

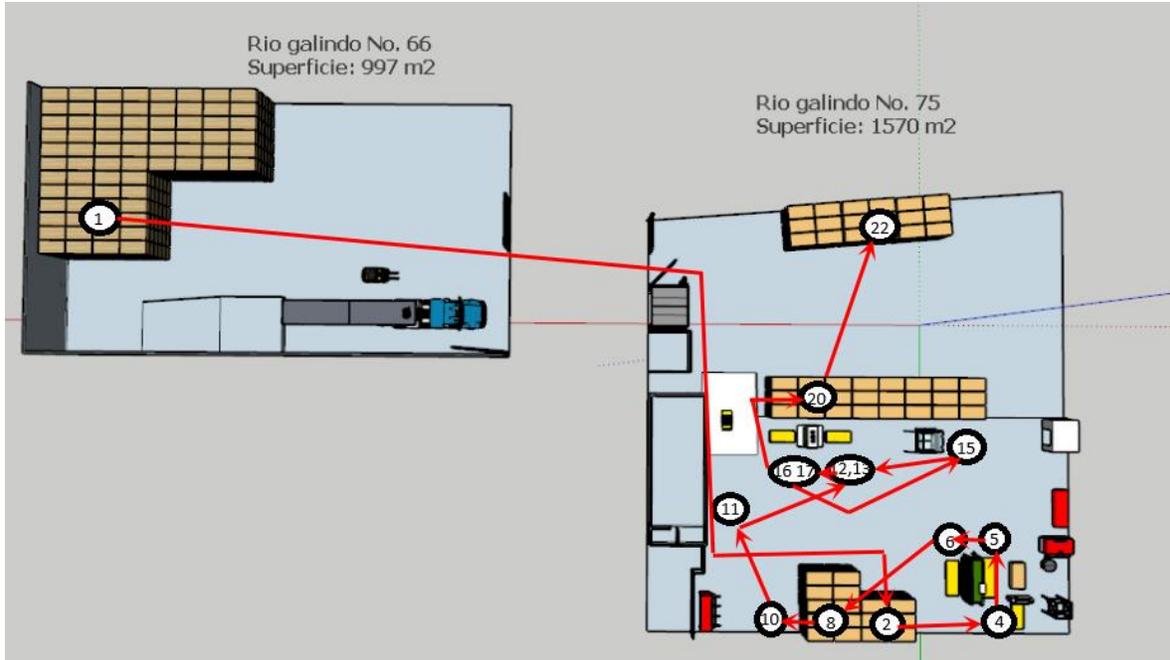


Figura 12: Alternativa de lay out con diagrama de recorrido. (Elaboración propia).

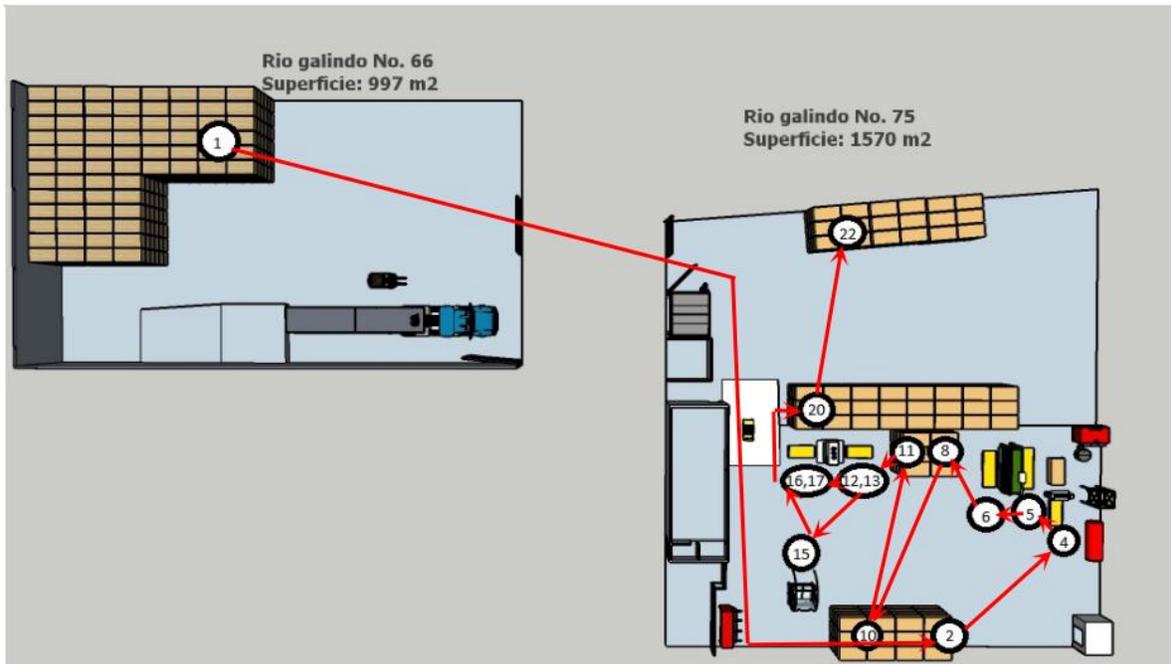


Figura 13: Lay out definitivo y diagrama de recorrido (Elaboración propia).

Derivado de las alternativas analizadas se determina que el recorrido y los cruces mínimos se llegan con la alternativa de la figura 13.

Ya que en la alternativa de la figura 12, tenemos tres cruces de material y un recorrido total de 395m; Mientras que los resultados de la figura 13. no presentan ningún cruce de materiales y un recorrido total de 350 m.

3.3.3 Diagrama de Gantt.

Para poder realizar la implementación, desarrolle un Diagrama de Gantt, que incluye recursos humanos y materiales en Microsoft Project, considerando restricciones de tiempo y recursos; mismo que se adjunta en la siguiente figura.



Diagrama de Gantt correspondiente a la reubicación de planta productiva. (Primera parte). (Elaboración propia)

3.4 Implementación.

Después de realizar un análisis del proceso, así como las restricciones impuestas por las condiciones del proyecto, se determinó como la mejor alternativa, el acomodo de la figura 12, en Forma de U o herradura, atendiendo a la distribución de planta por producto, donde las operaciones se hacen de manera secuencial, donde cada estación de trabajo lleva a cabo la misma acción sobre el producto que pasa por ella, con laguna variación de parámetros según producto, como temperatura, tiempo, presión, entre otros, pero dichos parámetros no afectan donde se hace una línea de producción, con dos cruces, lo que hace una instalación con buen nivel de seguridad para el personal y para el material.

Se buscó tener tanto las entradas como las salidas de material lo más cercano a los accesos de los inmuebles, a fin de reducir el riesgo para el personal por el paso constante del montacargas.

Otra restricción importante fue la extracción de polvos para la maquina pulidora a fin de tener una planta limpia, al menor costo de energía eléctrica posible, la extracción debe ubicarse lo más cercano posible a la tolva previamente instalada, de la misma manera se buscó que la tubería de extracción tuviera el menor recorrido posible, para no interferir con los espacios de almacenamiento.

Los pasillos fueron también una parte importante en el diseño, para poder tener pasos adecuados para el personal evitando riesgos con el equipo de manejo de materiales.

El uso de aire comprimido en la maquinaria, es fundamental, por lo que se diseñó e instaló un compresor de tornillo de 10 HP acoplado con un loop y un tanque de almacenamiento de 1200 litros, a fin de prevenir caídas de presión en las estaciones de trabajo.

Se realizó un cuadro de cargas para el cálculo de conductores para cada máquina, suministrando la energía necesaria, dese un transformador de 140 kVA, con un interruptor central, interruptores termomagnéticos secundarios desde un CCM e interruptores termomagnéticos auxiliares por cada equipo y máquina que los requirió.

El espacio entre máquinas se determinó de acuerdo con la movilidad necesaria de operadores y material según el proceso que se lleva a cabo en cada estación así como su área de espera, en caso de ser requerida.

Se asignó un área de taller con las condiciones e instalaciones necesarias, como tomas de corriente, trifásicas, bifásicas y monofásicas, bancos de prueba y tomas de aire comprimido, banco de trabajo, y sus equipos auxiliares, asignando también un área específica para almacén de refacciones de alto valor.

En el área de recepción de materia prima y atendiendo a que mucha de la materia prima llega en contenedor desde puerto marítimo, se hizo una rampa de nivelación a fin de poder meter el montacargas dentro de los contenedores y descargarlos sin mayor contratiempo.

Todo el diseño de distribución de planta cuida el flujo de los procesos comenzando desde el almacén de materia prima, pasando por la zona de máquinas y finalmente el área de empaque, para posteriormente consolidarse por pedidos en el área de producto terminado.

A continuación, se muestra un croquis de la planta y el acomodo de las maquinas.

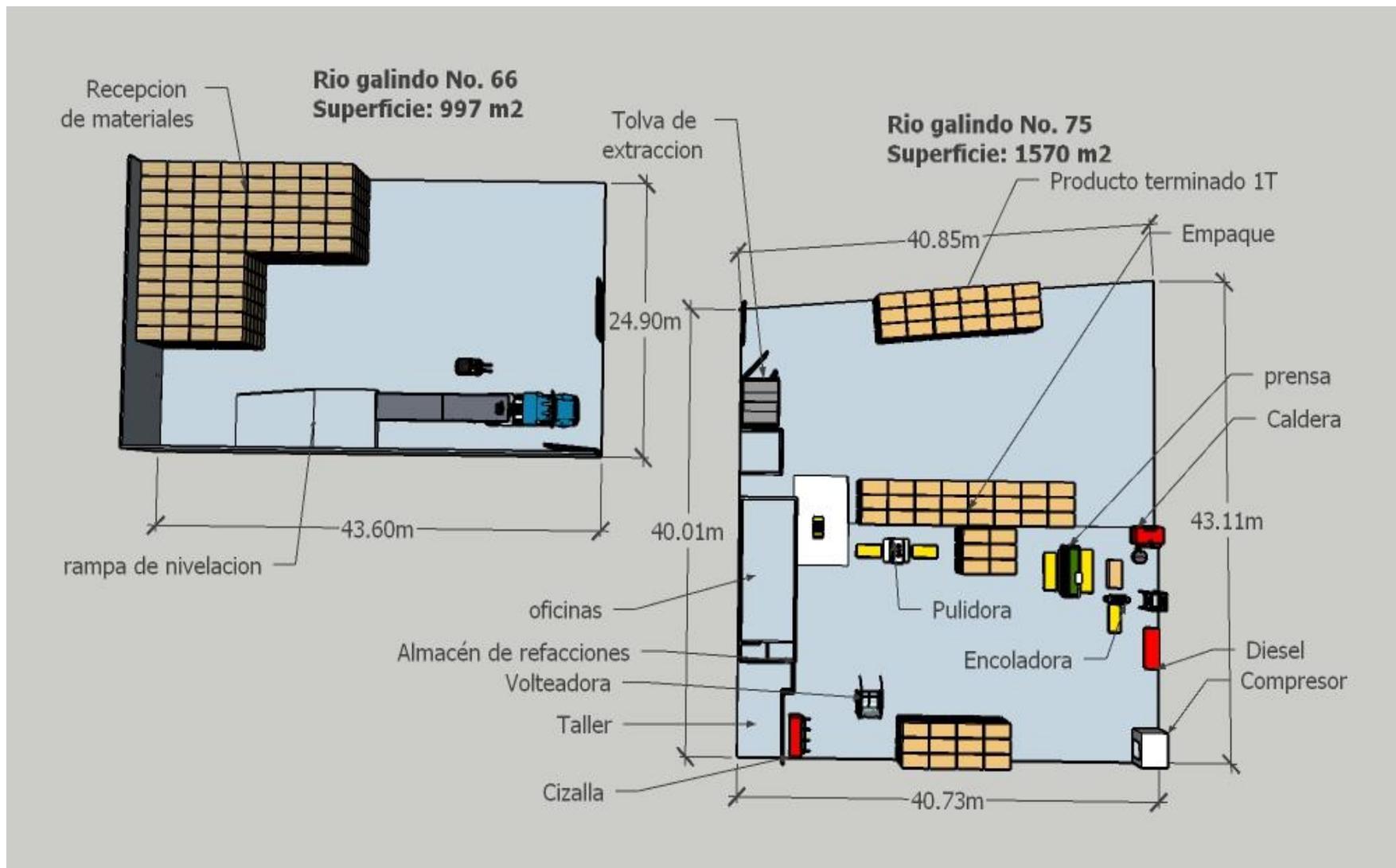


Figura 14: Croquis de planta con áreas. (Elaboración propia).

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



Figura 15. Traslado de maquinaria. (Archivo propio)



Figura 16. Desinstalación de maquinaria. (Archivo propio)



Figura 17. Traslado de maquinaria. (Archivo propio)



Figura 18. Embalaje de maquinaria. (Archivo propio)



Figura 19. Instalación de tanque de expansión de caldera. (Archivo propio)



Figura 20. Instalación de tableros eléctricos secundarios. (Archivo propio)



Figura 21. Obra civil para instalación de encoladora y equipos auxiliares . (Archivo propio)



Figura 22. Vista aérea de máquinas instaladas . (Archivo propio)



Figura 23. Fachada de Industrias Forestales CG SA de CV en su nueva ubicación. (Archivo propio)

3.4.1 Áreas de mejora ubicadas durante la implementación.

Durante la implementación se identificó un área de oportunidad que consistió en realizar la alimentación automática de la encoladora, aprovechando la desinstalación de una prensa semiautomática para duela, de la cual se aprovechó el brazo alimentador, adaptándolo al proceso de enchapados, diseñando un control analógico independiente con doble función (manual y automática), para estandarizar de ese modo la alimentación de la encoladora, dando como resultado una producción constante en la estación de trabajo.



Figura 24. Proceso de instalación de brazo de alimentación automática. (Archivo propio)



Figura 25: Brazo automático de alimentación totalmente instalado . (Archivo propio)

CONCLUSIONES.

Finalmente se mudó la fábrica con la nueva distribución de planta propuesta después del análisis, logrando incrementar el standard de productividad en un 10% pasando de una producción standard de 1000 unidades por turno producidas a 1100 unidades, disminuyendo el esfuerzo y cansancio de los trabajadores, el riesgo a su integridad física y al material. La mejora, también reducir el costo de producción, al disminuir una actividad que no agrega valor (la alimentación de engomadora), destinando ese recurso a actividades de inspección de calidad.

Se logró optimizar las áreas de trabajo dejando espacios suficientes, señalizaciones y condiciones adecuadas para un trabajo seguro, disminuyendo la interacción hombre-equipo móvil, lo que contribuyó a aumentar la seguridad en las operaciones.

Se logró almacenar tanto materias primas como producto terminado en cantidades óptimas a fin de que el espacio al que se trasladó la planta y almacenes, fueran suficientes, optimizando los espacios de almacenamiento, asignado espacios específicos por grupo de materiales, cuidando de mejor manera el inventario y llevando un mucho mejor control de materias primas, al tener materiales exactos por órdenes de producción programadas.

La contaminación en el ambiente por polvo disminuyó considerablemente al instalar la máquina pulidora cercana a la extracción y usando un impulsor adecuado.

De la misma manera y para un futuro medio, se propone un análisis ABC de inventario, ya que hay productos aun con baja rotación de inventario, que impactan de manera negativa la optimización de espacios, y también en el tema económico por la manutención del inventario.

BIBLIOGRAFÍA.

-Cuéllar, M., Guillermo A. (2013). Universidad del Cauca Modelado de procesos diagrama de flujo de datos especificación de procesos. Ed. Unicauca.

-Lior Rokach and Oded Maimon (2008). Data mining with decision trees: theory and applications. World Scientific. Ed. ESIC.

-Barros, Gustavo. (2010). Herbert A. Simon and the concept of rationality: boundaries and procedures. Revista de Economía Política. Ed. CEPC.

-Konz, Stephan. (1987) Diseño de instalaciones Industriales. Ed. Limusa S.A. México.

-Muther, Richard (1982). Distribución de planta Ed. Hipano Barcelona-España.

-Riggs, James L. (2001) Sistemas de Produccion: planeación, análisis y control. Ed. Limusa S.A. México.

Sitios Consultados

Hernández. C. (20 de junio de 2020). *Layout de almacén: cómo realizar un correcto diseño en planta y sus beneficios*. POLYPAL. <https://www.polypal.com/blog/>

Quintero. R. (1 de noviembre de 2022). *Seguridad industrial: ¿Qué es y para que sirve?*. Prysmex. <https://www.prysmex.com/blog/seguridad-industrial-que-es-y-para-que-sirve>