



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingenierías

PROYECTO DE TITULACIÓN

*MAXIMIZAR EL FLUJO DE MATERIALES Y
PERSONAL, Y CONSEGUIR FLEXIBILIDAD EN LA
OPERACIÓN EN LAS LÍNEAS DE TESLA Y
HONDA EN LA EMPRESA AMINSA ACABADOS
METÁLICOS INNOVADORES S.A DE C.V.*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

PRESENTA:

MARYLIN DONDIEGO VALLEJO

ASESOR:

ALEJANDRO PUGA VARGAS

Mayo



CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

I. Agradecimientos

Primeramente, quiero dar gracias a Dios por darme la sabiduría, paciencia y conocimiento para realizar este proyecto y guiarme en todo momento.

Gracias a mis padres por ser mis principales promotores, quienes con su amor, esfuerzo y paciencia me han permitido llegar a cumplir unos de mis sueños, gracias por brindarme su apoyo incondicional desde que comencé mi carrera.

A mis abuelos y hermanos por su cariño y apoyo durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

A mi esposo e hija que son mi más grande motivación, inspiración y fortaleza para seguir adelante e impulsarme a terminar este proyecto.

A mis amigos, compañeros y maestros por su gran apoyo y motivación para continuar con mis estudios profesionales, por haberme transmitido los conocimientos obtenidos y por compartir momentos agradables conmigo.

También quiero agradecer a mi asesor él Ing. Alejandro Puga Vargas quien con su experiencia, conocimiento y dedicación me guío a lo largo de este proyecto. De igual manera a la empresa AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A de C.V. y al Ing. Jorge Luis Durón Delgado, ya que me brindaron la oportunidad de realizar este proyecto y desde un inicio depositaron su confianza en mí.

II. Resumen

La organización AMINSA se especializa en realizar acabados en cromo, niquelado y niquelado de cromo de partes automotrices.

La planta de giro automotriz elabora alrededor de 80,000 piezas de acabados metálicos mensuales teniendo una capacidad hasta 130,000 de sus productos mensuales, sus principales clientes son: Maindsteel, Metalistik, Complejo Industrial Estrada y Prodomex; manufactura que va de forma directa para las marcas Nissan, Toyota, Honda, Tesla, Seat y Volkswagen.

En la actualidad AMINSA desea optimizar al máximo el espacio que está entre cada máquina de la línea de doblado, del mismo modo reducir al mínimo el tiempo de los productos que se encuentren saliendo de producción y mejorar las condiciones de trabajo de los operarios de la planta de producción.

En las consideraciones que se han tenido presente para la elaboración del layout, están las distancias entre un proceso y el siguiente, los movimientos de los productos, flujo continuo y ágil de los materiales.

Con la nueva propuesta de layout entregada a AMINSA, se logró minimizar las distancias recorridas en toda la línea de doblado y se optimizaron los recorridos. Debido a la disminución de distancias la producción de la línea de doblado incremento, maximizando el flujo tanto de material como del personal.

III. Índice

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES	3
I. Agradecimientos	3
II. Resumen	4
III. Índice	5
Lista de Tablas	6
Lista de Figuras	6
1. Introducción	8
2. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.	9
3. Problemas a resolver	12
4. Justificación	13
5. Objetivos (General y Específicos)	14
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	15
6. Marco Teórico.	15
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	27
7. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	27
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	38
8. Resultados	38
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	41
9. Conclusiones del Proyecto	41
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	42
10. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	42
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	43
11. Fuentes de información	43
CAPÍTULO 9: ANEXOS	45

Lista de Tablas

Tabla 1 Problemas que se han solucionado con un layout. Fuente: Heragu, 2016.	16
Tabla 2 Cronograma de actividades. Fuente: Elaboración propia, 2022.	27
Tabla 3 Mediciones de tiempos con la distribución de planta actual. Fuente: Elaboración propia, 2022.	33
Tabla 4 Mediciones de tiempos con la distribución de planta propuesta. Fuente: Elaboración propia, 2022.	36
Tabla 5 Comparación de los tiempos de cambio de operación. Fuente: Elaboración propia, 2022.	39

Lista de Figuras

Figura 1 Ubicación de AMINSA. Fuente: Google maps, 2022.	10
Figura 2 Organigrama Proyecto Doblado de Tubo 1er Celda. Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.	11
Figura 3 Ejemplo de un layout en una planta. Fuente: SKU Logistics, 2022.	15
Figura 4 Clasificación de los tipos de layout, con base en variedad de referencias y volumen de producción. Fuente: Heragu, 2016.	17
Figura 5 Layout de posición fija. Fuente: Heragu, 2016.	18
Figura 6 Layout por proceso. Fuente: Heragu, 2016.	19
Figura 7 Layout por producto. Fuente: Heragu, 2016.	20
Figura 8 Layout por celda o célula. Fuente: Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly, 2016.	21
Figura 9 Layout del grupo tecnológico. Fuente: Heragu, 2016.	22
Figura 10 Ejemplo de un diagrama de hilo. Fuente: Mejia Jervis, 2021.	23
Figura 11 Ejemplo de un diagrama VSM. Fuente: Marte, 2020.	24
Figura 12 Propuesta de distribución para la planta de Regigantes. Fuente: Isaza Infante, 2014.	26
Figura 13 Layout actual de la línea de doblado de AMINSA. Fuente: Elaboración propia, 2022.	28
Figura 14 Maquinaria de la dobladora uno. Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.	29
Figura 15 Maquinaria de la dobladora dos. Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.	29
Figura 16 Máquina de muescas. Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.	30
Figura 17 Máquina de corrección (prensa de redondeo). Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.	30
Figura 18 Mapa de flujo de valor de las líneas de doblado para Tesla y Honda. Fuente: Elaboración propia, 2022.	31
Figura 19 Diagrama de hilos de la línea de doblado. Fuente: Elaboración propia, 2022.	32
Figura 20 Estudio de tiempos de movimientos con la distribución de planta actual. Fuente: Elaboración propia, 2022.	34

Figura 21 Propuesta de layout para la línea de doblado para AMINSA. Fuente: En colaboración con Hernández Salas Carlos, 2022.....	35
Figura 22 Estudio de tiempos de movimientos con la distribución de planta propuesta. Fuente: Elaboración propia, 2022.	36
Figura 23 Matriz de equipo de seguridad y uniforme. Fuente: Elaboración propia, 2022.....	38
Figura 24 Gráfica de comparación de tiempos de la semana 1. Fuente: Elaboración propia, 2022.....	39
Figura 25 Gráfica de comparación de tiempos de la semana 2. Fuente: Elaboración propia, 2022.....	40
Figura 26 Gráfica de comparación de tiempos de la semana 3. Fuente: Elaboración propia, 2022.....	40

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

1. Introducción

La empresa AMINSA se especializa en realizar acabados en cromo, niquelado, galvanizado y niquelado de cromo de piezas automotrices.

La planta de giro automotriz elabora cerca de 80,000 piezas de acabados metálicos mensuales, teniendo una capacidad hasta 130,000 de sus productos. Sus primordiales consumidores son: Maindsteel, Metalistik, Complejo Industrial Estrada y Prodomex; manufactura que va de manera directa para las marcas Nissan, Toyota, Honda, Tesla, Seat y Volkswagen.

La empresa de Acabados Metálicos Innovadores SA. de C.V. Se prepara para ofrecer las mejores soluciones a sus clientes, la empresa ha puesto como principal importancia la automatización y excelencia en los procesos para obtener la mejor calidad en sus productos.

Actualmente AMINSA desea optimizar al máximo el espacio que se encuentra entre cada máquina de la línea de doblado, así mismo reducir al mínimo el tiempo de los productos que estén saliendo de producción y mejorar las condiciones de trabajo de los operarios de la planta de producción. La distribución actual no favorece el flujo óptimo de los materiales ni del personal, por tal motivo el objetivo del proyecto es proponer una nueva distribución teniendo en cuenta las consideraciones necesarias para realizarla.

Dentro de las consideraciones que se tuvieron en cuenta en el proyecto para realizar el layout, están las distancias entre un proceso y el siguiente, los movimientos de los productos, flujo continuo y ágil de los materiales.

Para desarrollar la propuesta del layout lo primero que se realizó fue un estudio de VSM de la línea de doblado, así mismo como del diagrama de hilos. En seguida se realizó un análisis ergonómico para eliminar lesiones y accidentes. Por último, un estudio de tiempos de cada proceso para así determinar la capacidad de la línea. Finalmente, con los datos obtenidos se desarrolló una nueva propuesta de distribución para AMINSA que favorece el flujo de los procesos y del personal.

2. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

Historia de la empresa

Después de varias décadas de haber trabajado en el ramo textil, los hermanos Juan Carlos y José Gómez iniciaron un nuevo proyecto junto con Carlos Arredondo para migrar a la industria automotriz. AMINSA acabados metálicos innovadores S.A de C.V. inicio operaciones el 23 de febrero del 2015 en el estado de Aguascalientes.

La planta de giro automotriz cuenta con 1,500 metros cuadrados de área, en donde se elaboran cerca de 80,000 piezas de acabados metálicos mensuales teniendo una capacidad hasta 130,000 de sus productos mensualmente, actualmente sus primordiales consumidores son: Maindsteel, Metalistik, Complejo Industrial Estrada y Prodomex; manufactura que va de manera directa para las marcas Nissan, Toyota, Honda, Tesla, Seat y Volkswagen.

Su primer proceso fue el galvanizado, con el cual comenzaron a crecer a un ritmo acelerado permitiéndoles situarse en poco tiempo como líderes del mercado, adquiriendo en un tiempo record la certificación ISO 9000. AMINSA se dedica actualmente al recubrimiento metálico, ofreciendo servicios de cromado, niquelado, galvanizado y niquelado de cromo.

AMINSA está compuesta por más de 30 colaboradores y registra un crecimiento anual mayor al 26%, números que la posicionan como una de las firmas emergentes más fuertes de Grupo MAEN.

En menos de tres años, la organización consiguió lo que muchas empresas del ramo se han planteado más de una vez: expandir sus mercados. Según sus directivos, el cromo formará parte de uno de los tantos mercados que quieren atender dentro de los acabados metálicos. A la par de su expansión, comenzarán su proceso de certificación *ISO 14000*, pues tienen el objetivo de ser una firma socialmente responsable.

La empresa se encuentra ubicada en la calle Municipio de Calvillo 108, Parque Industrial del Valle de Aguascalientes, 20358, San Francisco de los Romos, Aguascalientes.

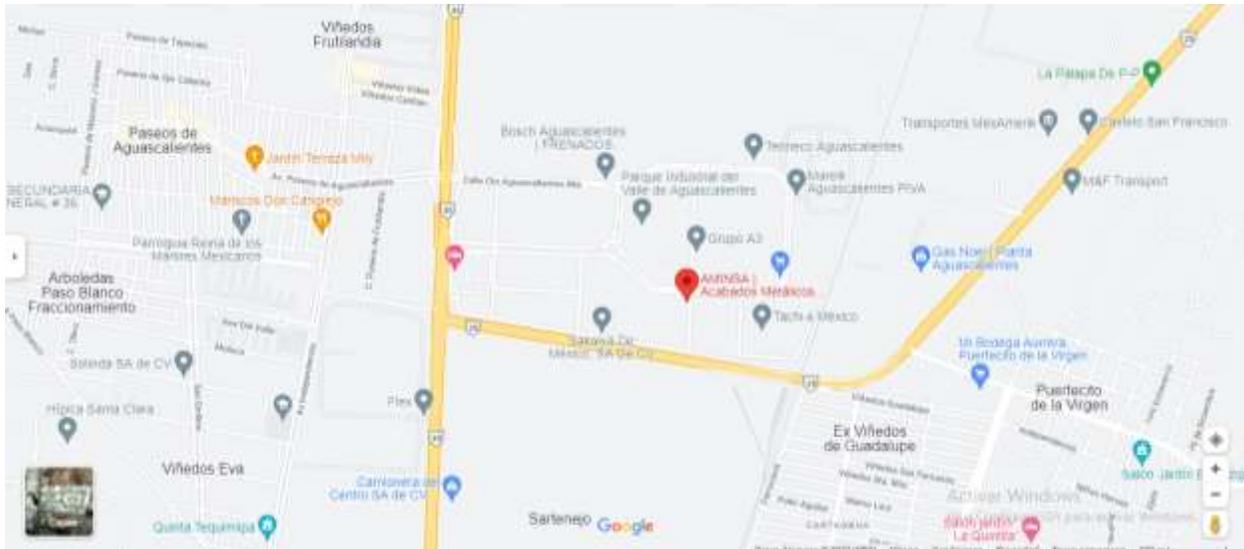


Figura 1 Ubicación de AMINSA.
Fuente: Google maps, 2022.

Misión

En AMINSA satisfacer las necesidades de nuestros clientes es preponderante, mediante un acabado metálico de alta calidad y atención personalizada.

Visión

Ser una empresa líder en el estado cumpliendo y atendiendo las necesidades de nuestros clientes y colaboradores buscando el crecimiento sostenido de la organización.

Política de calidad

En AMINSA S.A de C.V. trabajamos para superar la satisfacción y la confianza de nuestros clientes, a través de la mejora continua en los procesos de manufactura atendiendo los requisitos y normas que nos rigen.

Organigrama

En la Figura 2, se muestra el organigrama de la empresa AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A de C.V.

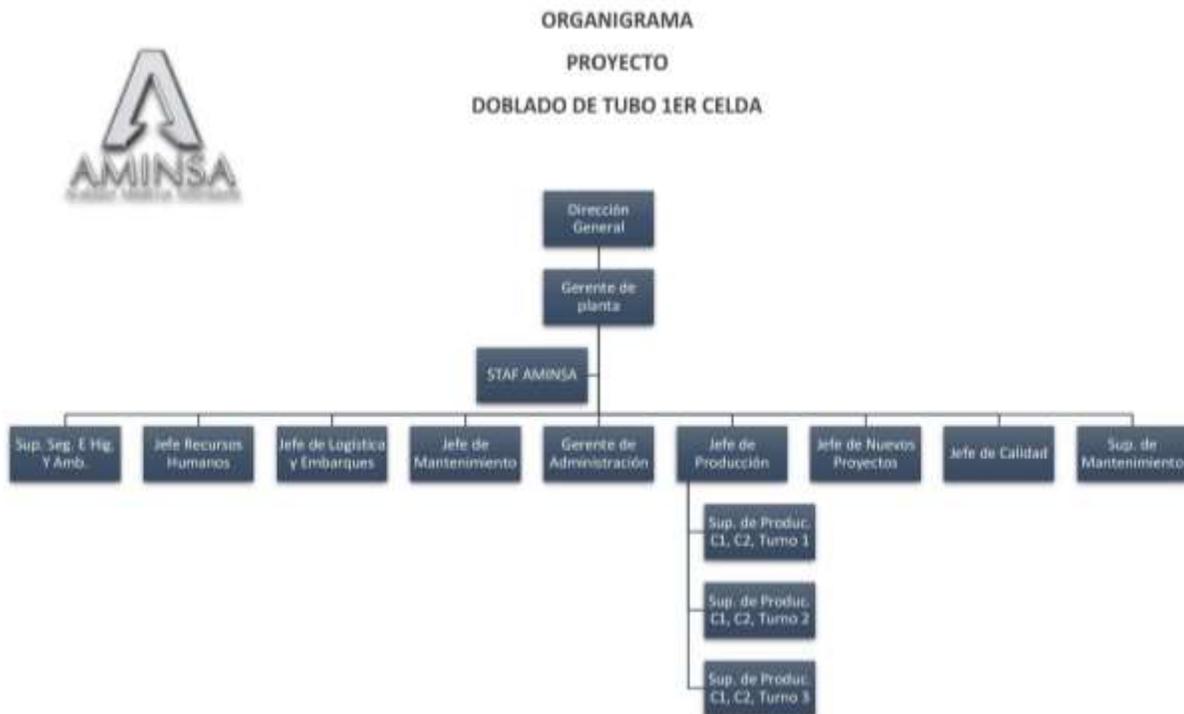


Figura 2 Organigrama Proyecto Doblado de Tubo 1er Celda.
Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.

Área de trabajo

El proyecto se realizará dentro del área de producción de doblado en las líneas de Tesla y Honda. Teniendo contacto con los operadores, los supervisores y el jefe de producción.

La línea de doblado se divide en 4 áreas de trabajo y cada una de ellas cuenta con un operador a cargo de desempeñar dichas tareas que son: abastecer con material los contenedores de las dobladoras, programar la dobladora uno y dos, muescas y prensa de redondeo (corrección).

Actividades desempeñadas

En la empresa AMINSA desempeño el puesto de supervisora de producción del área de doblado, brindando el soporte y herramientas para cumplir con los objetivos del área como calidad y tiempo de entrega. Realicé actividades tales como la toma de tiempos de los procesos y distancias recorridas por los materiales, llenado del formato de control de producción y calidad.

Se lleva a cabo un recorrido de supervisión en toda la línea al inicio de las actividades, para verificar que los operarios cuenten con las herramientas y equipo de seguridad necesaria, tomando nota de las observaciones y hallazgos más importantes a corregir.

3. Problemas a resolver.

El principal problema que se detectó, es que las áreas de producción están mal distribuidas y se pretende estudiar los tiempos de cada máquina con el fin de que estos se reduzcan y el producto tenga una mayor fluidez.

A continuación, se enlistan los problemas encontrados en AMINSA Acabados Metálicos Innovadores, en la cual se han observado que a falta de una adecuada distribución de espacios afecta directamente en el área de producción de las líneas de doblado de Tesla y Honda.

1. No se cumple el tiempo de entrega del producto.

No se cumple con el horario de entrega que se establece en cada uno de los procesos.

2. Tiempo de ciclos no definidos.

No se establecen tiempos de ciclo de acuerdo al modelo de la pieza.

3. Tiempos muertos.

El operario tiene tiempos ociosos, a causa de la falta de piezas por trabajar, o por recorrer distancias largas entre las máquinas.

4. Material sin control de flujo. (primera entradas, primeras salidas)

Es importante tener un sistema FIFO, para poder dar prioridad a las piezas conforme su entrada al área y no generar material rezagado.

5. Obstrucción de pasos.

Los espacios entre las maquinas bloquean la entrada y salida del material como del producto final.

6. Falta de equipo de protección.

Los operadores no cuentan en la mayoría del tiempo con su equipo de protección.

4. Justificación

La empresa AMINSA se especializa en realizar acabados en cromo y niquelado de piezas automotrices, la cual fue diseñada para servir a la industria automotriz.

La empresa mexicana AMINSA se prepara para ofrecer las mejores soluciones a sus clientes de la industria automotriz, la empresa ha puesto como principal importancia la excelencia y la automatización de los procesos para obtener la mejor calidad en sus productos. Es por ello que el presente proyecto se enfocará en mejorar el Layout de las dos líneas de producción de doblado, para poder optimizar al máximo el espacio que se encuentra entre cada máquina, así mismo reducir al mínimo el tiempo de los productos que estén saliendo de producción.

Se contempla que con el Layout se obtenga un ahorro de costes, se optimicen los movimientos de los productos, se garantice un flujo continuo y ágil de los materiales generando más producto.

5. Objetivos (General y Específicos)

Objetivo general

Maximizar el flujo de materiales y personal, y conseguir flexibilidad en la operación de las líneas de Tesla y Honda.

Objetivos específicos

- Eliminar los factores de riesgo por accidente o lesión.
- Eliminar el inventario en proceso.
- Incrementar la producción en un 10% las líneas de trabajo propuestas.
- Incrementar la eficiencia en el uso de espacio en las líneas de producción de Tesla y Honda.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

6. Marco Teórico.

Definición de layout (distribución en planta)

El origen etimológico de *layout* procede de los vocablos *lay* y *out*, *lay* que significa poner o disponer y *out* fuera de o solución de un problema, *layout* en diseño significa disposición de un plan. Otros significados son mapa, boceto o plano. (Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly, 2016)

El layout engloba la disposición de los trabajadores, máquinas y herramientas, materiales, líneas de producción y estaciones de trabajo, de tal manera que se consigue generar un sistema exclusivo y servible.

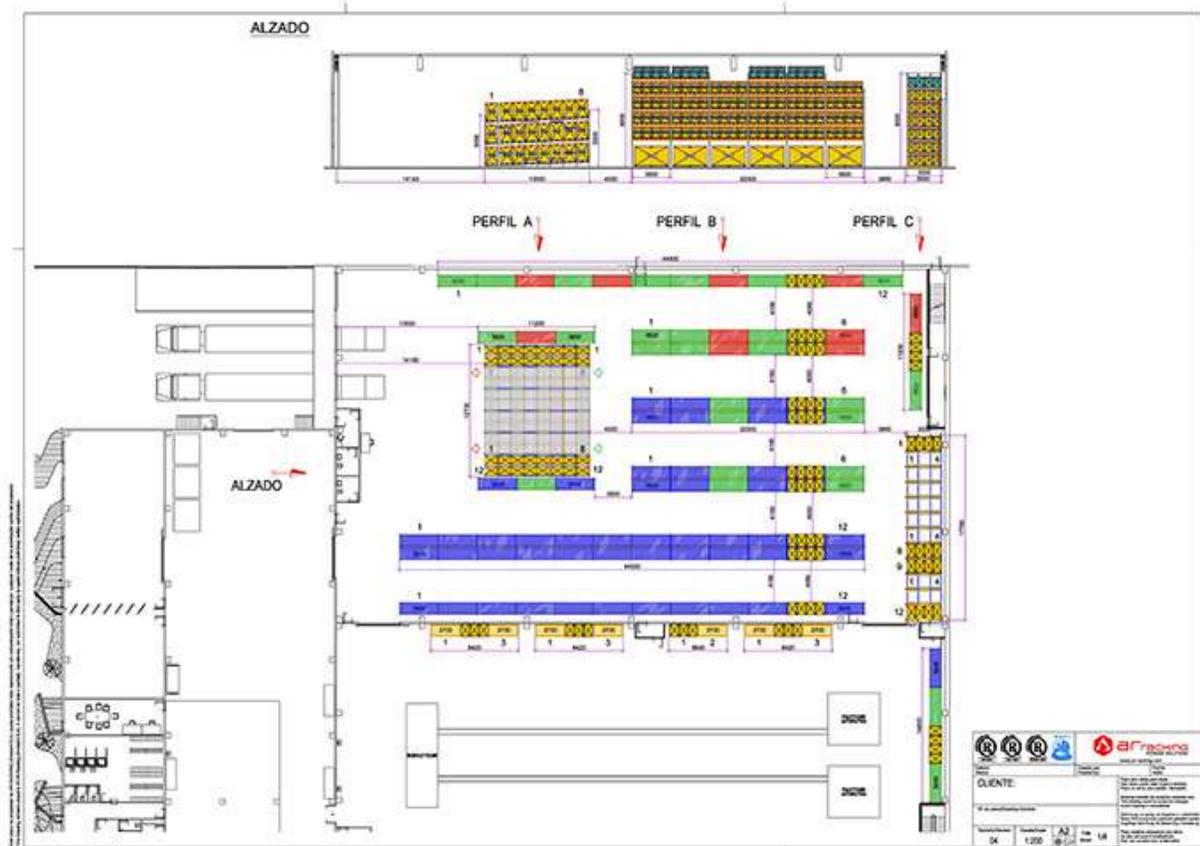


Figura 3 Ejemplo de un layout en una planta.
Fuente: SKU Logistics, 2022.

Es una herramienta que busca anticipar problemas de capacidad de espacio, y mejorar la distribución de espacios de localizaciones y optimizar el flujo de productos. Entre los problemas que ha solucionado un layout se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Problemas que se han solucionado con un layout.
Fuente: Heragu, 2016.

Problemas de espacio	Problemas de procesos	Problemas de planeación de recursos
<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de ubicación. • Tipo, volumen de productos que se fabrican o servicios a proveer. • Diseño de equipo dentro de cada celda. • Control de inventario. • Distribución de bienes. • Estampación y determinación de accesorios. • Valor del M^2. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manufactura (servicios) procesos requeridos. • Diseño de componentes (servicios). • Planeación de procesos. • Determinación de métodos manipulación de materiales. • Programación y planificación de trabajos (procedimientos). • En general diseño de sistema. • Control de calidad y servicio al cliente. • Determinación de flujo de productos y personas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos, número de equipos requeridos. • Determinación de servicio de máquinas–celdas individuales. • Tipo, número de dispositivos de manipulación de materiales.

De acuerdo a Somengil (2021), las diversas ventajas de un layout optimizado, son las siguientes:

- Aumenta el nivel de seguridad.
- Incrementa la productividad.
- Minimiza los retrasos en la producción.
- Optimiza el espacio disponible.
- Mejora la supervisión.

- Mejora el control de calidad.
- Mejora la ergonomía.
- Mejora la comunicación.

Sectores económicos en los que aplica

En razón de que la distribución de espacios brinda solución de la colocación más eficiente de los inventarios, es con el fin de ser más rápidos en la preparación de pedidos y por lo tanto en el nivel de servicio al cliente. Los problemas de distribución de espacios se han solucionado desde la etapa de diseño y se han beneficiado en muchos sectores como plantas de producción, hospitales, sector de los servicios, restaurantes, bancos, entretenimiento, aeropuertos, puertos y terminales de transporte, centros de distribución, logística y distribución, tecnología, oficinas, entre otros. (Heragu, 2016)

Tipos de Layouts

Los layouts ayudan a maximizar la productividad al mismo tiempo que optimiza los recursos. Para lograrlo, se deben de tener en cuenta los tipos de productos, la variedad y el volumen de producción. De acuerdo a la Figura 4, se infiere que los layouts se clasifican según el número de referencias con el movimiento de demanda o producción. A mayor rotación y mayor volumen es necesario más tecnificación en los procesos y por consiguiente el flujo tiene una prioridad en el diseño.

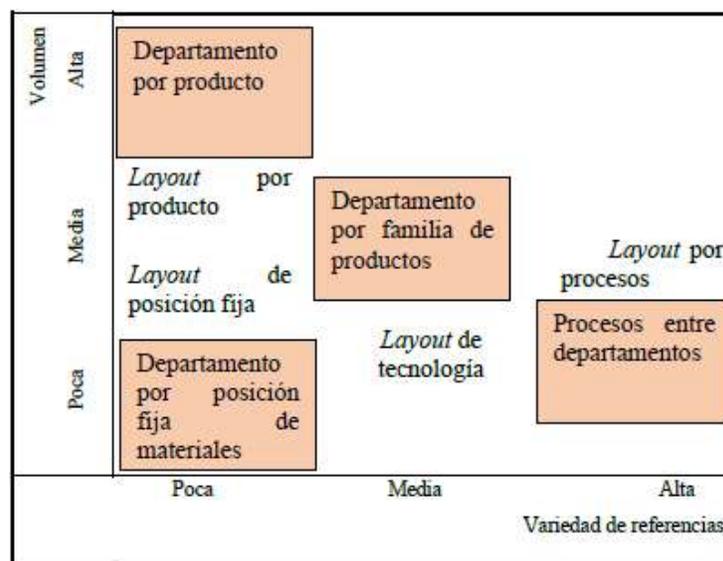


Figura 4 Clasificación de los tipos de layout, con base en variedad de referencias y volumen de producción.
Fuente: Heragu, 2016.

A continuación, se definirán los tipos de layouts.

Layout por posición fija

Este tipo de distribución de espacios, se utiliza cuando existe un bajo número de referencias y un bajo volumen de flujo o de producción debido a limitaciones de tamaño, forma y otras características.

Tipos de aplicación: Los productos no pueden ser movidos, la máquina y los operadores se mueven alrededor del producto, su flujo depende del proceso y su cronograma. Este tipo de Layout se define para empresas de tipo ingenieril, en donde existe un gran número de productos de alto tamaño, peso o volumen, éstos generalmente son desplazados una vez hasta su sitio de trabajo y por lo tanto el tipo de transporte solo se utiliza dos veces: una para ser instalado y la otra al finalizar su etapa de uso. (Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly, 2016)

Ventaja:

- “Se requiere menor inversión en este diseño y menor costo, ya que las maquinas voluminosas no se mueven.” (Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly, 2016)
- Posibilidad de aprovechamiento del mismo layout para otros proyectos similares.
- Flexibilidad para posibles cambios tanto en el producto como en el proceso de fabricación.

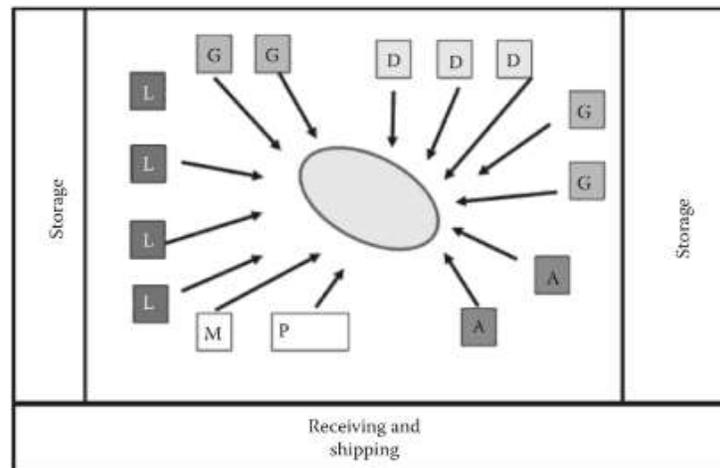


Figura 5 Layout de posición fija.
Fuente: Heragu, 2016.

Layout por proceso

Este tipo de layout se basa en muchas referencias de productos en pequeños volúmenes.

Tipo de aplicación:

- Muy flexible.
- Permite una mejor supervisión.
- La capacidad de la línea de productos diferentes se puede ampliar fácilmente.

Ventajas:

- Mejor utilización del hombre y de la máquina.
- Mayor aprovechamiento del equipamiento del área de trabajo y menor inversión necesaria en maquinaria.
- Independencia respecto al resto de operaciones de la empresa.

Desventajas:

- Requiere más espacio.
- Más trabajo en proceso
- Más distancia recorrida por el producto.

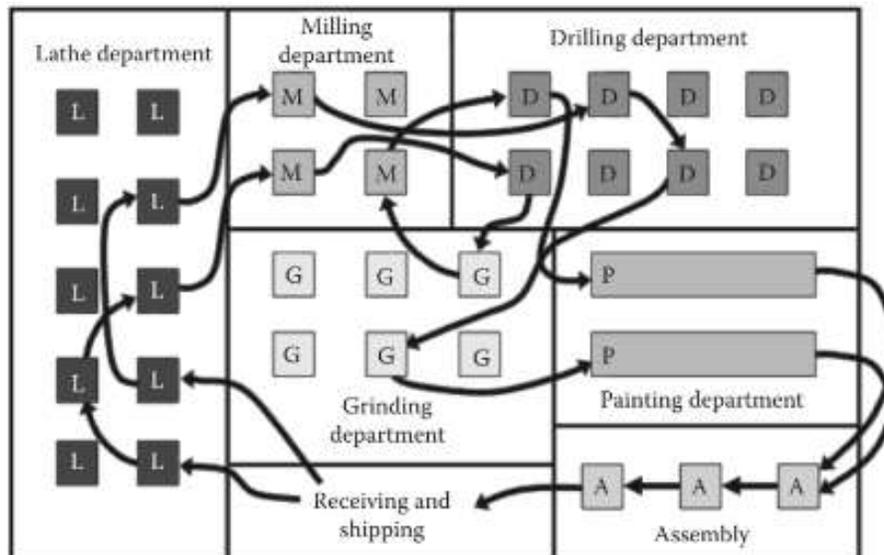


Figura 6 Layout por proceso.

Fuente: Heragu, 2016.

Layout por producto

“Se utiliza esta distribución cuando hay baja variedad de productos y altos volúmenes de producción o flujos” (Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly, 2016)

Tipos de aplicación: Este tipo de distribución se divide en aplicación de producción en línea y producción de tipo continuo. Las máquinas están ubicadas según las etapas progresivas por las que el producto es hecho.

Ventajas:

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

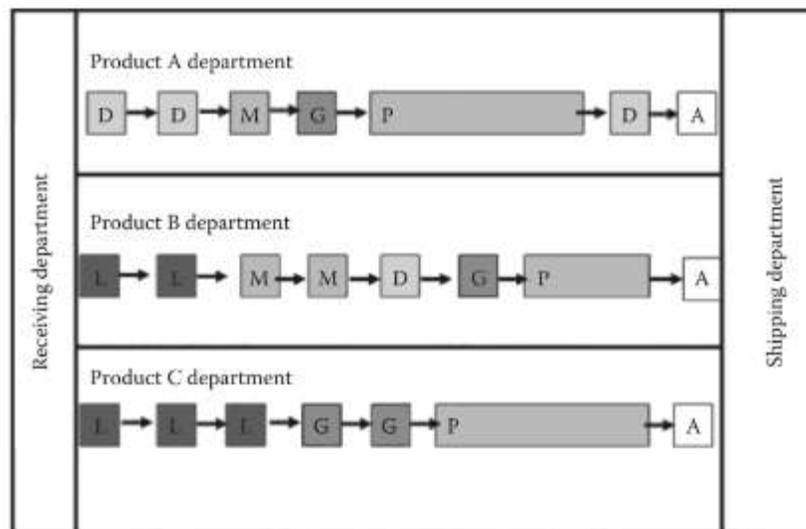


Figura 7 Layout por producto.
Fuente: Heragu, 2016.

Layout por celda o célula

Las celdas de trabajo se asocian con las líneas de montaje, organizando máquinas y personal en un mismo enrutamiento, fabricando un único producto o familia de productos afines, es un sistema híbrido entre distribución por proceso y por producto. Proporciona flujo rápido y eficiente, flexibilidad, permitiendo que

productos de otra familia, pero similares se agreguen a la línea, sin afectar el proceso. (Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly, 2016)

Ventajas:

- Cada trabajador domina una gama completa de habilidades operativas requeridas por su célula.
- Permite el mejoramiento de relaciones humanas y habilidades de trabajadores.
- Reducción de tiempo de producción.
- Reducción del tiempo de traslado de materiales.

Desventajas:

- Se requiere entrenamiento completo de los trabajadores para asegurar que las tareas de los operarios sean flexibles y puedan ser cumplidas.
- Disminuye el material de proceso, los tiempos de fabricación y preparación.
- Facilitan la supervisión y control visual.

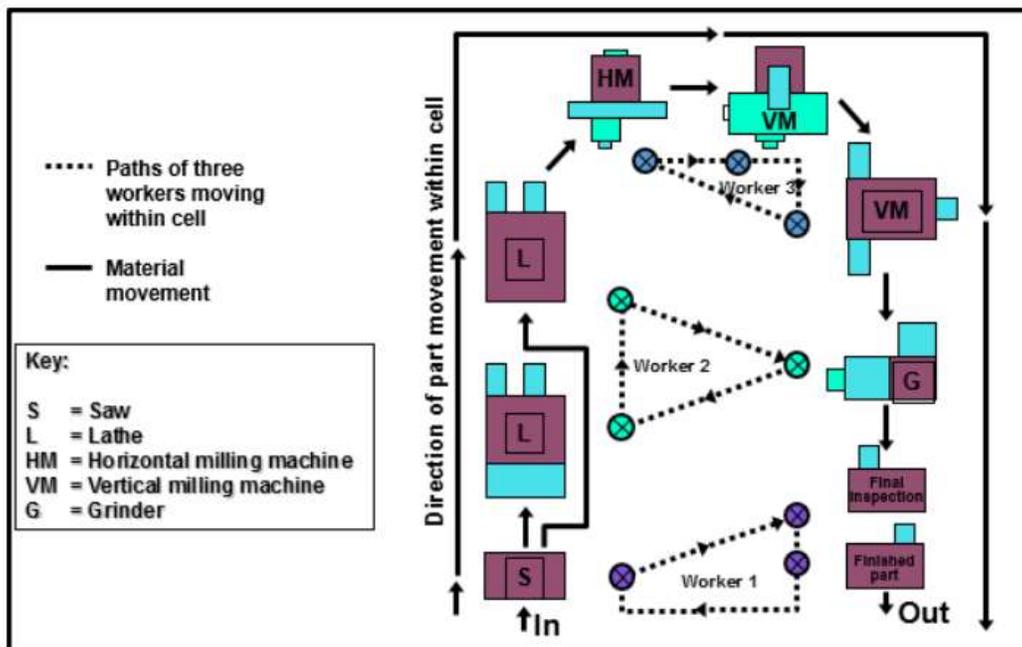


Figura 8 Layout por celda o célula.
Fuente: Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly, 2016.

Layout de grupo tecnológico

“En esta disposición las maquinas semejantes se agrupan en células y cada célula funciona como la disposición del producto. Se agrupa la disposición de la tecnología para la construcción celular. La disposición se hace para una familia de una sola pieza, es decir partes con características comunes.” (Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly, 2016)

Ventajas:

- Reduce los costes de manipulación de materiales.
- Simplifica los cambios de máquina.

Desventajas: reduce el inventario en proceso y automatiza la producción, pero reduce la flexibilidad.

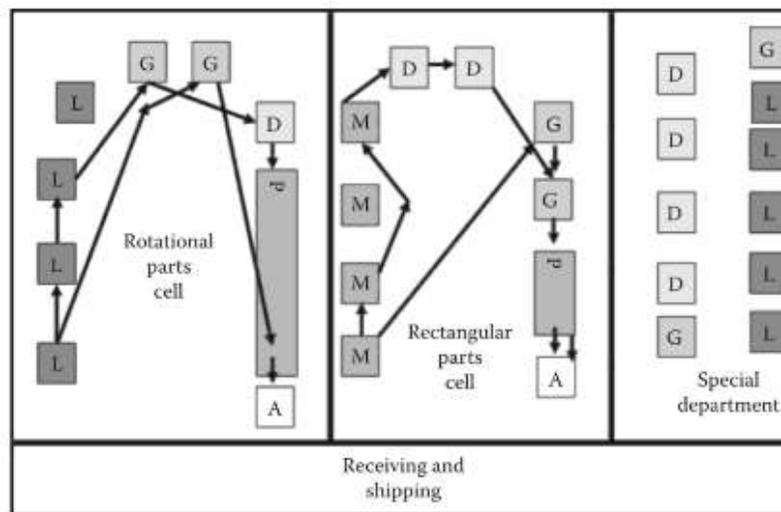


Figura 9 Layout del grupo tecnológico.
Fuente: Heragu, 2016.

Diagrama de hilos

Es una estrategia organizacional, la cual permite medir todo tipo de distancias o recorridos. Usualmente, se utiliza para planificar trayectos que van a ser recorridos por un trabajador o materia prima.

En otras palabras, este tipo de método es un diagrama con el cual se miden distancias o recorridos utilizando un hilo de por medio. Las mediciones de dichos trayectos se realizan de forma presencial, anotando los sucesos más importantes del proceso, y

midiendo los tiempos y distancias del mismo, para luego pasarlas al diagrama. Estableciendo de esta forma los trayectos que son más eficientes o a las que se les deben de realizar cambios de mejora.

Este consta de un tablero de corcho, madera o cartón, sobre el cual se dibuja a escala el plano del sector que se desee medir. Este debe de incluir la disposición de las máquinas o cualquier objeto que influya en el recorrido. Se utilizan alfileres o chinchas para establecer los puntos en donde se detienen o cambia de dirección el personal o material cuyo trayecto se esté midiendo. Finalmente, para realizar la medición se emplea hilo, el cual se va pasando por cada punto recorrido.

A continuación, se mencionan los fines por el cual es utilizado un diagrama de hilos:

- Disminución de recorridos.
- Medición de distancias totales recorridas.
- Visualización del recorrido.
- Asignar un recorrido fijo invariable.
- Optimización del tiempo.

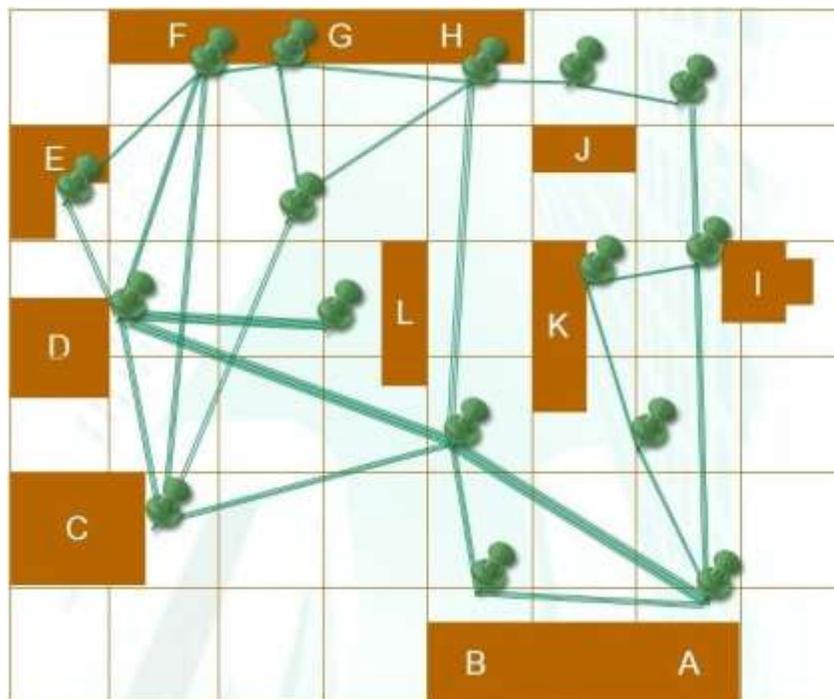


Figura 10 Ejemplo de un diagrama de hilo.
Fuente: Mejia Jervis, 2021.

Value Stream Mapping (VSM)

Un value stream mapping o un mapa de flujo de valor es una herramienta visual que permite hacerse una idea de todo el proceso de fabricación de un producto, a partir de la recepción de la mercancía, pasando por los procesos de fabricación y almacenaje, hasta la entrega final del comprador. Analizando el VSM se tiene la posibilidad de tomar decisiones para mejorar los distintos procesos y mejorar la productividad.

Es un diagrama o mapa que tiene como objetivo visualizar, analizar y mejorar el flujo dentro de un proceso de producción. Este flujo se refiere a los procesos y la información que se realizan a partir del principio del proceso hasta su entrega al cliente.

Su principal objetivo es identificar las actividades o tareas que no generan valor en el proceso de fabricación de un producto. Para eso, “representa el flujo de materias primas, el flujo de información y los indicadores clave durante todos los procesos de la cadena de producción.” (Marte, 2020)

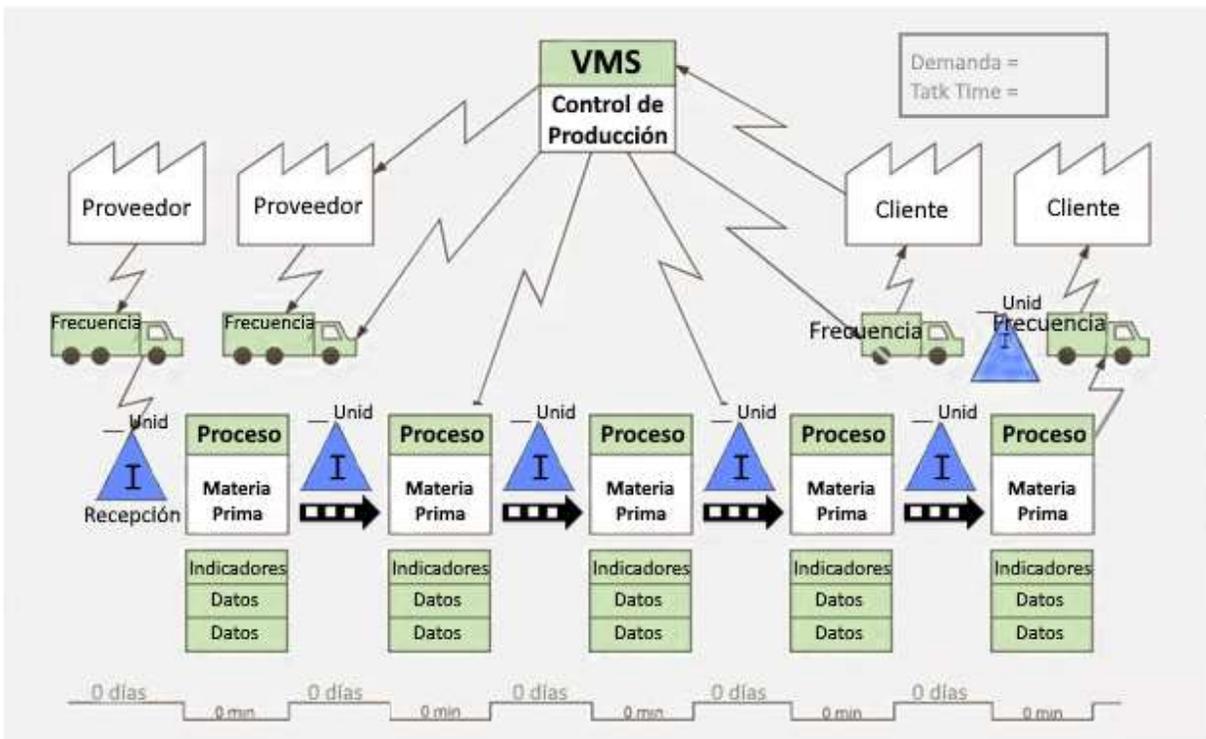


Figura 11 Ejemplo de un diagrama VSM.
Fuente: Marte, 2020.

Caso éxito implementando un layout

En la planta de reencauche de llantas de Regigantes S.A se tenía una distribución en la cual las tres líneas de producción (camión, OTR y protectores) se cruzaban en los primeros procesos generando cuellos de botella y obstaculizando los pasillos de circulación de las llantas en proceso, así mismo como de las personas dentro de la planta. Las distancias recorridas por las llantas en la planta eran largas e innecesarias, las llantas son pesadas por ende los operarios las deben de mover de un proceso a otro por lo cual, disminuyendo las distancias entre los procesos, mejorará el tiempo de espera y disminuye el desgaste físico del operador.

El layout que se implementó fue para los primeros procesos (inspección, pelado y preparación) en una distribución por procesos en el cual conviven las líneas de camión y OTR, para después continuar con una distribución por producto, en la cual cada una de las líneas sigue su flujo por separado. Luego el flujo se realizó en “U” con una portería para la entrada de materia prima y llantas desgastadas, y otra portería para la salida del producto terminado.

Gracias a esta propuesta se logró disminuir las distancias recorridas en cada una de las líneas. En la línea de camión la distancia se redujo 10 metros, se mejoró un área crítica del proceso (preparación), los pasillos de circulación se extendieron y se descongestionó el cuello de botella. Por otra parte, la línea OTR disminuyó un 26% de sus distancias recorridas y en la de protectores en un 4%. (Isaza Infante, 2014)

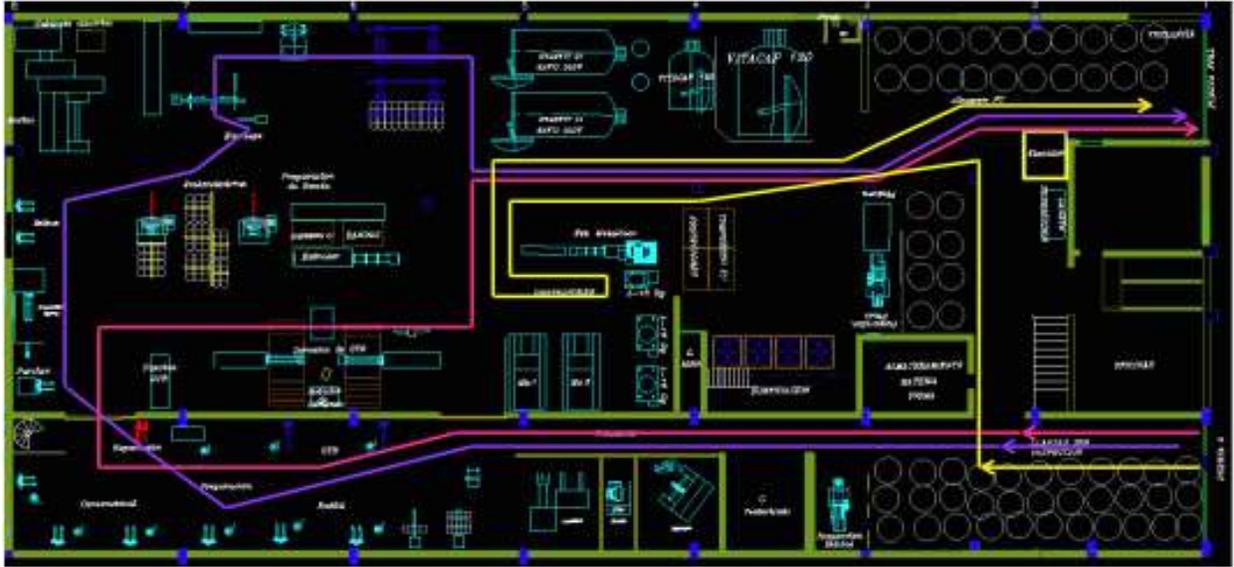


Figura 12 Propuesta de distribución para la planta de Regigantes.
 Fuente: Isaza Infante, 2014.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

7. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Para poder desarrollar este proyecto se realizó un cronograma de actividades, el cual se muestra en la Tabla 2, esto nos ayudará a seguir una secuencia de pasos para lograr los objetivos establecidos, de la misma manera se establecieron los tiempos para cumplir con cada una de las actividades.

Tabla 2 Cronograma de actividades.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Actividades	Agosto	Septiembre	octubre	Noviembre	diciembre
1. Análisis del problema.					
2. Realizar un VSM.					
3. Elaborar un diagrama de hilos.					
4. Realizar una planeación de ergonomía y tiempos de movimientos y mejorar la eficiencia de los operadores y su producción.					
5. Elaborar el diseño de layout de las dos líneas de producción de doblado.					
6. Verificación de los resultados de las acciones.					

La distribución en planta que se tiene actualmente en la línea de doblado se muestra en la Figura 13.

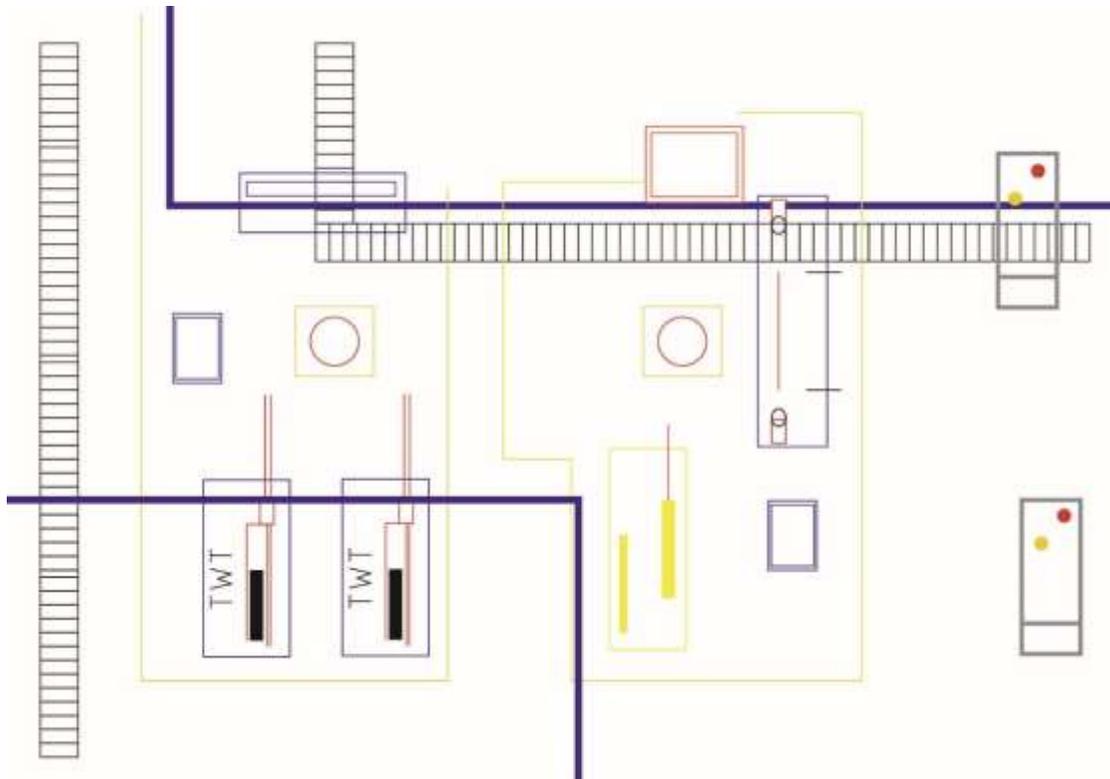


Figura 13 *Layout actual de la línea de doblado de AMINSA.*
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se tienen dos tipos de dobladoras, cada una de estas se conforman por otras tres maquinarias, las cuales son dos dobladoras y un robot Yaskawa. El robot se encarga de recoger el material del contenedor, trasladarlo y depositarlo en la primera dobladora, regresar al contenedor por nuevo material y nuevamente transportar y depositarlo en la dobladora dos. El robot regresa a la primera dobladora por la primera pieza y la deposita en unos tubos para que el operador se lo pueda llevar a la maquinaria de muescas, este proceso lo hace para las dos dobladoras.

Una vez teniendo las piezas estas se llevan a la maquinaria de muescas en la cual el operario la coloca en los orificios para que se puedan hacer las ranuras y con ello por fin llevar la pieza a la corrección (prensa de redondeo) en donde de igual manera el operador coloca la pieza en el orificio para que este vuelva a su forma.

En las Figuras 14 y 15 se muestran las maquinarias que conforman la dobladora uno y dos, así mismo como es que están posicionadas cada una de ellas.



Figura 14 Maquinaria de la dobladora uno.
Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.



Figura 15 Maquinaria de la dobladora dos.
Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.

La Figura 16 muestra la maquinaria que es usada para realizar las muescas en las piezas.



Figura 16 Máquina de muescas.

Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.

La Figura 17 muestra la prensa de redondeo que es usada para corregir la pieza.



Figura 17 Máquina de corrección (prensa de redondeo).

Fuente: AMINSA Acabados Metálicos Innovadores S.A De C.V., 2022.

Mediante la herramienta VSM se determinó el proceso de producción de las líneas de doblado para Tesla y Honda. Por medio del mapa de flujo realizado se estableció que el área que requiere una mejora es toda la línea de producción de doblado en cuestión a su logística, esto con el fin de reducir los tiempos de producción y los espacios recorridos por cada operador.

En la Figura 18 se aprecia el VSM del control de producción de las líneas de doblado para Telsa y Honda en base a una semana.

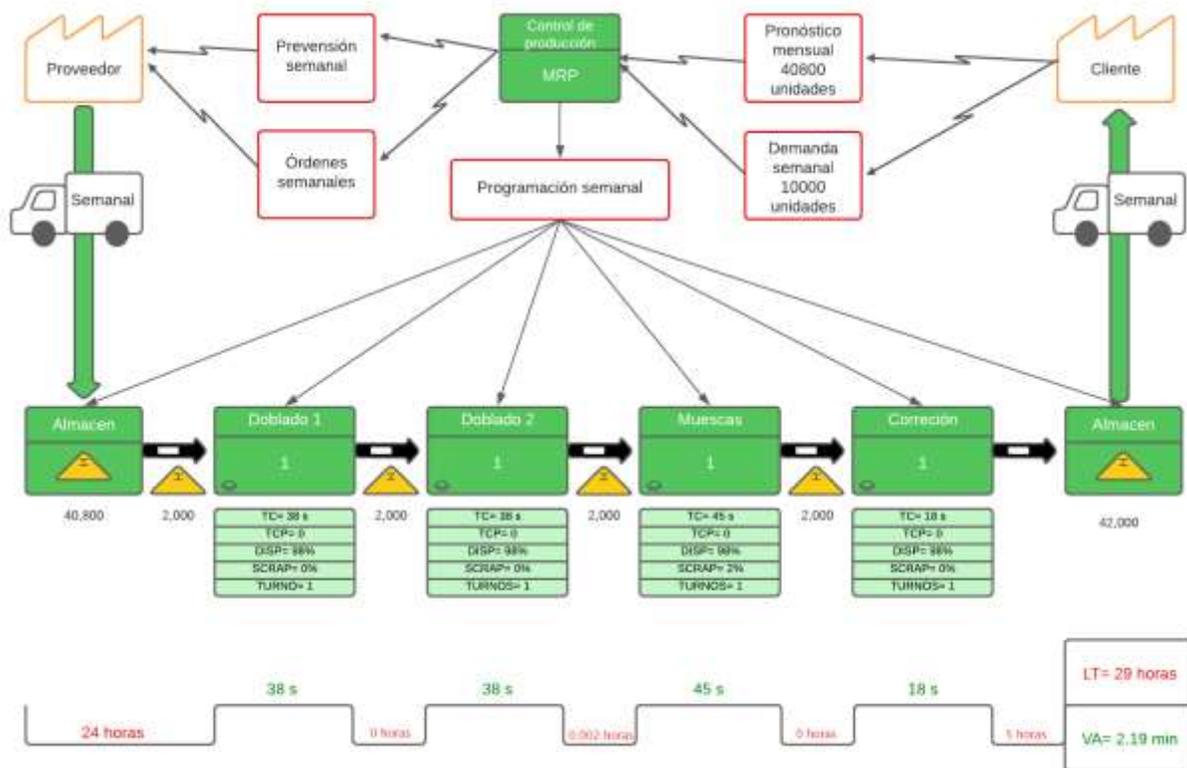


Figura 18 Mapa de flujo de valor de las líneas de doblado para Tesla y Honda.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para determinar la distancia recorrida de cada pieza entre cada maquinaria hasta el almacén, se empleó el diagrama de hilos, este se puede ver de acuerdo a la Figura 19, con una distancia total equivalente de 33 cm.

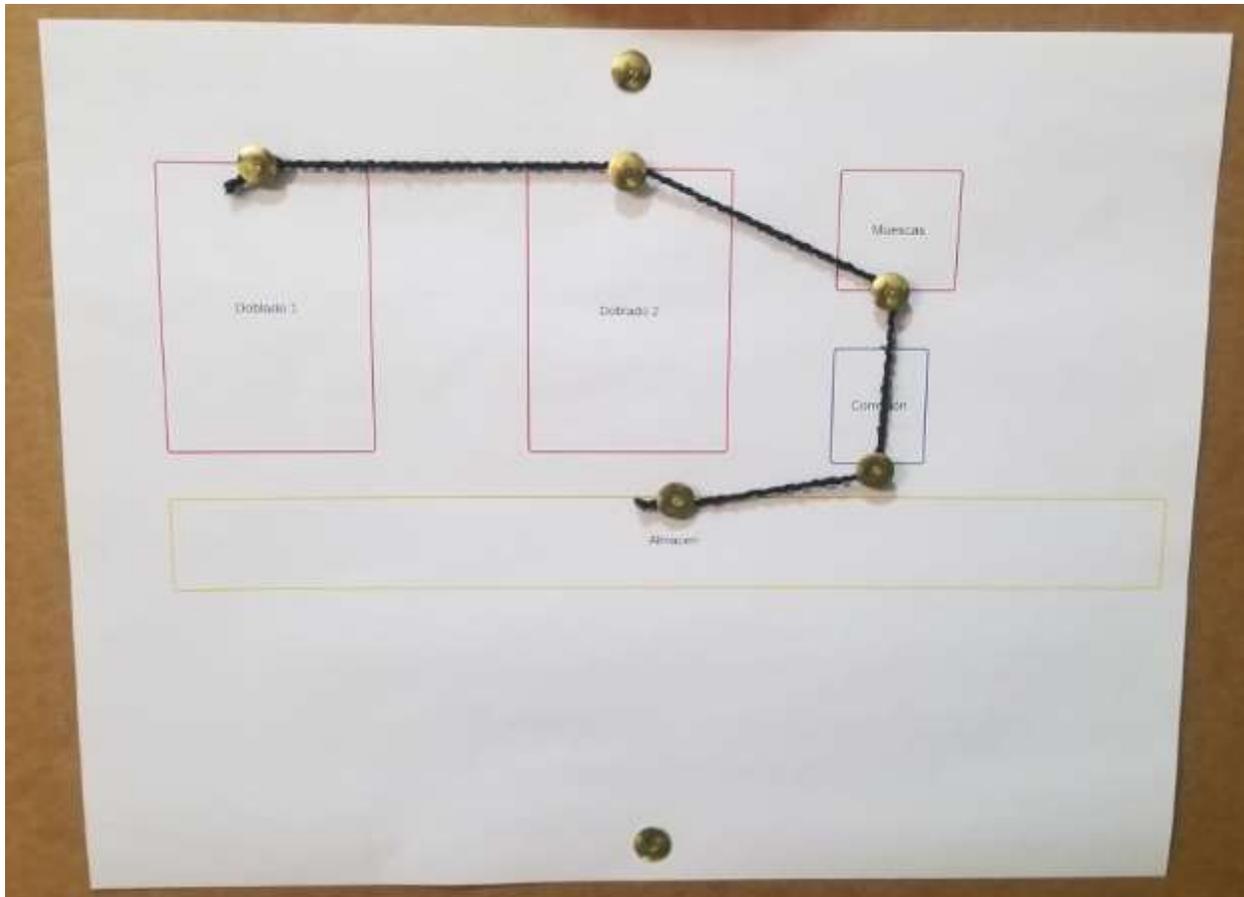


Figura 19 Diagrama de hilos de la línea de doblado.
 Fuente: Elaboración propia, 2022.

De acuerdo al análisis realizado para la planeación de ergonomía pudimos darnos cuenta que AMINSA cumple y está bajo las Normas ISO 11226:2000, ISO 9241-420:2011, ISO 6385:2016, ISO 8995-1:2002, ISO 11690-1:2020 y la ISO 19734:2021. Por lo que no se implementará por el momento ninguna planeación ergonómica de mejora.

Sin embargo, la mayoría de los operadores tienden a quitarse o entrar al área de doblado sin su equipo de protección. Por lo que se propuso y se diseñó una lona de la matriz de equipo de seguridad y uniforme del área. Con el fin de prevenir cualquier accidente o lesión en los trabajadores.

Se realizaron mediciones de tiempo en cada proceso, así mismo como el tiempo de cambio de proceso de cada pieza, en un lapso de 3 semanas, de acuerdo con los tiempos tomados se obtuvieron algunas observaciones con base a la Tabla 3:

1. En la primera máquina dobladora, las piezas tardan en un promedio de 61.3 segundos en llegar a la maquinaria de muescas, por lo que esta causa que el flujo del proceso de producción sea más lento y genere tiempos muertos.
2. Debido a que la máquina dobladora dos está más cerca de la maquinaria de muescas, el proceso de producción es más fluido que a comparación de la dobladora uno.

Tabla 3 Mediciones de tiempos con la distribución de planta actual.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Operación	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	Tiempo en proceso (seg)	Tiempo de cambio de operación (seg)	Tiempo en proceso (seg)	Tiempo de cambio de operación (seg)	Tiempo en proceso (seg)	Tiempo de cambio de operación (seg)
Dobladora 1	38	62	38	60	38	62
Dobladora 2	38	34	38	34	38	34
Muecas	45	11	45	11	45	10.8
Corrección	18	-	18	-	18	-

Se implementó de igual forma un estudio de tiempos de movimientos, como se muestra en la Figura 20, con el propósito de analizar más a detalle el proceso de producción, para así poder mejorar la eficiencia de los operadores y la línea de producción.



CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario/ Material/ Equipo						
Diagrama no. 01		Hoja: 01	De: 01		Resumen						
Proceso: Doblado		VH:			Actividad	Actual	Propuesto	Economía			
Actividad:					Operación ○	13					
Método: Actual / Propuesto					Inspeccion □	1					
Lugar: Línea de doblado					Espera D	0					
Operarios: 4					Transporte ⇨	3					
Compuesto por: Marilyn Dondiego Vallejo					Almacenamiento ▽	1					
Aprobado por: Valbimir Sánchez					Total de operaciones	18					
Fecha: 10/10/2022					Tiempo min/hombre	11.19					
					Distancia total en mts.						
No.	Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo Segundos	Actividad					Observaciones	
					○	□	D	⇨	▽		
Dobladora 1											
1	Abastecer de material el contenedor	2000		180	●						
2	Programar la dobladora			23	●						
3	Proceso de doblado			38	●						
4	Colocar la pieza en el tubo transportador			5	●						
5	Trasladar la pieza a la muescas			62	●						
Dobladora 2											
6	Abastecer de material el contenedor	2000		180	●						
7	Programar la dobladora			27	●						
8	Proceso de doblado			38	●						
9	Colocar la pieza en el tubo transportador			5	●						
10	Trasladar la pieza a la muescas			34	●						
Muecas											
11	Colocar la pieza			4,5	●						
12	Proceso de corte			45	●						
13	Trasladar la pieza a corrección (Prensa de redondeo)			11	●						
Prensa de redondeo (Corrección)											
14	Colocar la pieza			4,8	●						
15	Proceso de corrección			18	●						
16	Sacar el producto			5,7	●						
17	Inspeccionar el producto			6	●						
18	Almacenar el producto			8	●						

Figura 20 Estudio de tiempos de movimientos con la distribución de planta actual.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Con base al estudio de tiempos de movimiento la línea de doblado tiene un tiempo total de min/hombre de 11.19 minutos, se confirma que el traslado que más tiempo lleva es de la dobladora uno y por ultimo abastecer las maquinarias también lleva un tiempo de 180 segundos cada una.

En la propuesta que se presentó a AMINSA para la nueva distribución, se buscó:

- Disminución en el tiempo de cambio de operación principalmente en la dobladora uno hacia las muscas.
- Mejora de la supervisión y control gracias a una mejor visualización de la planta con un mejor flujo.
- Mejorar la seguridad laboral con vías de circulación más amplias.

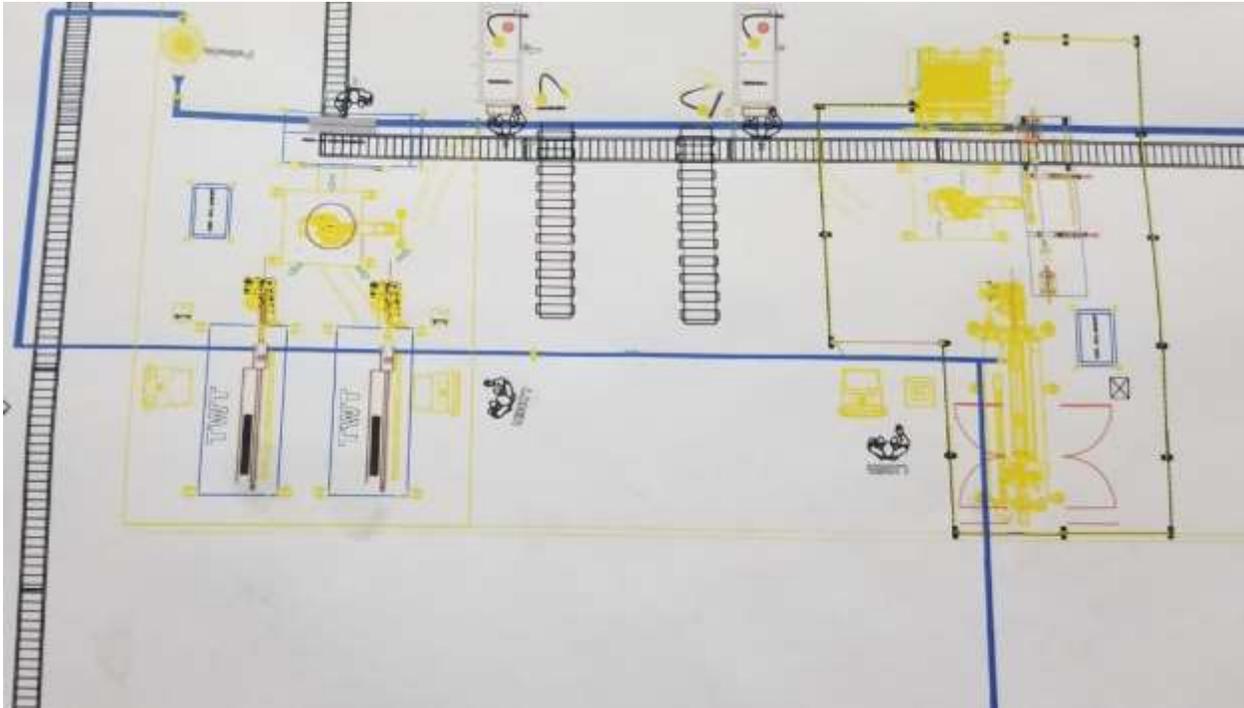


Figura 21 Propuesta de layout para la línea de doblado para AMINSA.
Fuente: En colaboración con Hernández Salas Carlos, 2022.

Cubriendo con estas necesidades se determinó que mover la maquinaria de muescas y corregidora en medio de las dos dobladoras era mejor opción, ya que se reducía el tiempo de traslado (tiempo de cambio de operación) de la dobladora uno hacia las muescas, también reduciendo los tiempos muertos haciendo que el flujo se maximice. La propuesta presentada a la empresa se puede apreciar en la Figura 21.

A la hora de implementar el layout propuesto en la línea de doblado, se realizaron de la misma manera mediciones de tiempo en cada proceso, el tiempo de cambio de proceso de cada pieza y el estudio de tiempos de movimientos, estas se muestran en la Tabla 4 y la Figura 22.

Tabla 4 Mediciones de tiempos con la distribución de planta propuesta.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Operación	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	Tiempo en proceso (seg)	Tiempo de cambio de operación (seg)	Tiempo en proceso (seg)	Tiempo de cambio de operación (seg)	Tiempo en proceso (seg)	Tiempo de cambio de operación (seg)
Dobladora 1	38	28	38	28	38	28
Dobladora 2	38	28	38	28	38	28
Muecas	45	6	45	6	45	6
Corrección	18	-	18	-	18	-

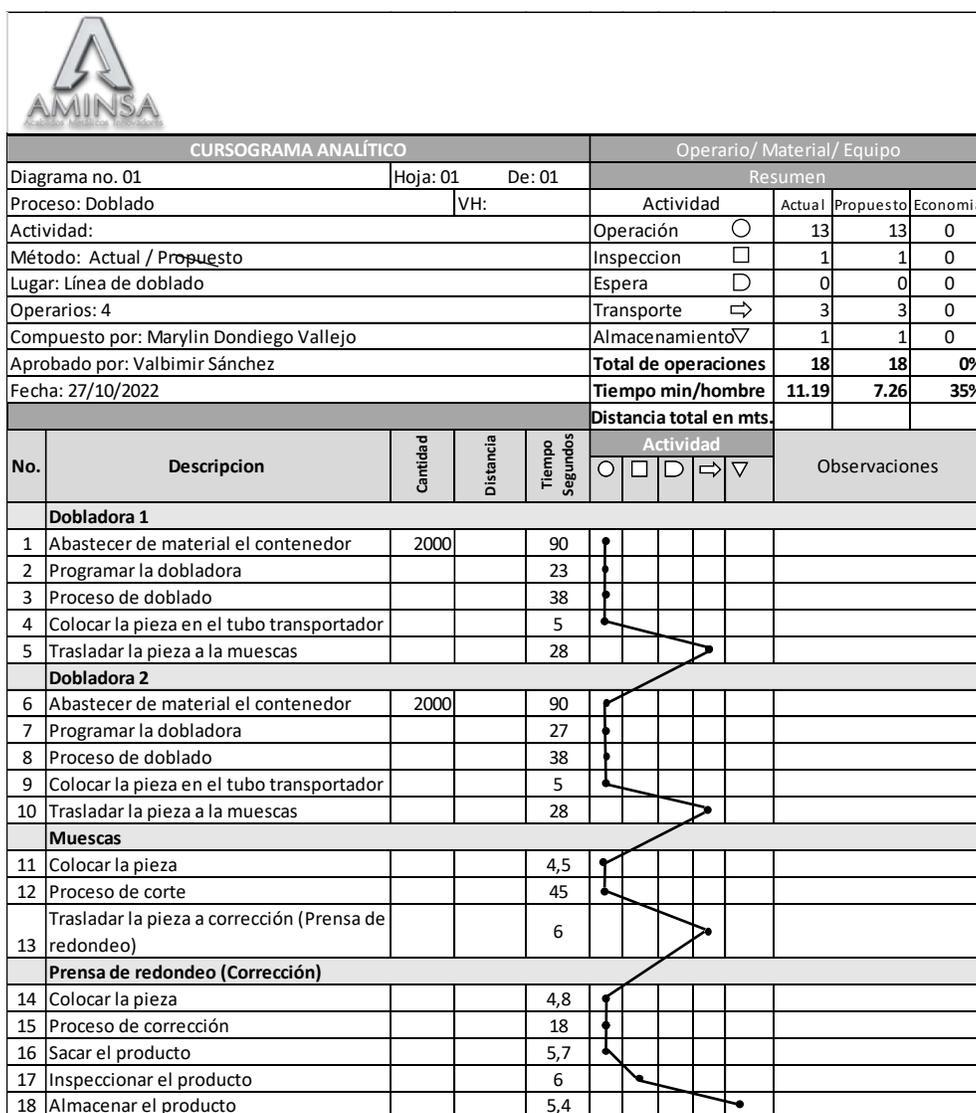


Figura 22 Estudio de tiempos de movimientos con la distribución de planta propuesta.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Implementando el layout propuesto en la línea de doblado, el estudio de tiempos de movimientos nos arroja un tiempo min/hombre de 7.26, así mismo se observa que el tiempo de abastecimiento ahora es de 90 segundos, también que el traslado de piezas hacia las muescas de la dobladora uno y dos es igual a 28 segundos.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

8. Resultados

Para eliminar los factores de riesgo por accidentes o lesiones, se implementó una matriz de equipo de seguridad y uniforme en todas las áreas de la empresa (ver Figura 23). Gracias a la matriz los empleados portan completo y adecuadamente su equipo de seguridad de protección personal.



Figura 23 Matriz de equipo de seguridad y uniforme.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

La propuesta de layout entregada a AMINSA fue aceptada y considerada para su implementación, ya que logra que las distancias recorridas disminuyan en toda la línea de producción y esto a su vez permite que el flujo de material y personal se maximice.

Para la línea de doblado la distancia recorrida de las piezas de la dobladora uno hacia las muescas disminuye en un 55%, pasando de un tiempo de 62 segundos a 28 segundos.

La distancia recorrida de las piezas de la dobladora dos hacia las muescas disminuyó de 34 segundos a 28 segundos, siendo este el 18%. De las muescas hacia la corregidora disminuye en un 45%, pasando de 11 segundos a 6 segundos.

Las maquinarias de muescas y corregidora fueron colocadas en medio de las dos dobladoras, para con ello el material saliente de estas llegaran al mismo destino en un mismo tiempo haciendo que el flujo se maximice.

Se realizaron las comparaciones de las tablas de mediciones de tiempos antes de la implementación del layout propuesto, así como del layout propuesto y se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 5 y Figuras 24, 25 y 26).

Tabla 5 Comparación de los tiempos de cambio de operación.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Operación	Semana 1			Semana 2			Semana 3		
	Tiempo de cambio de operación (seg) antes	Tiempo de cambio de operación (seg) después	Tiempo reducido (seg)	Tiempo de cambio de operación (seg) antes	Tiempo de cambio de operación (seg) después	Tiempo reducido (seg)	Tiempo de cambio de operación (seg) antes	Tiempo de cambio de operación (seg) después	Tiempo reducido (seg)
Dobladora 1	62	28	34	60	28	32	62	28	34
Dobladora 2	34	28	6	34	28	6	34	28	6
Muecas	11	6	5	11	6	5	10.8	6	4.8

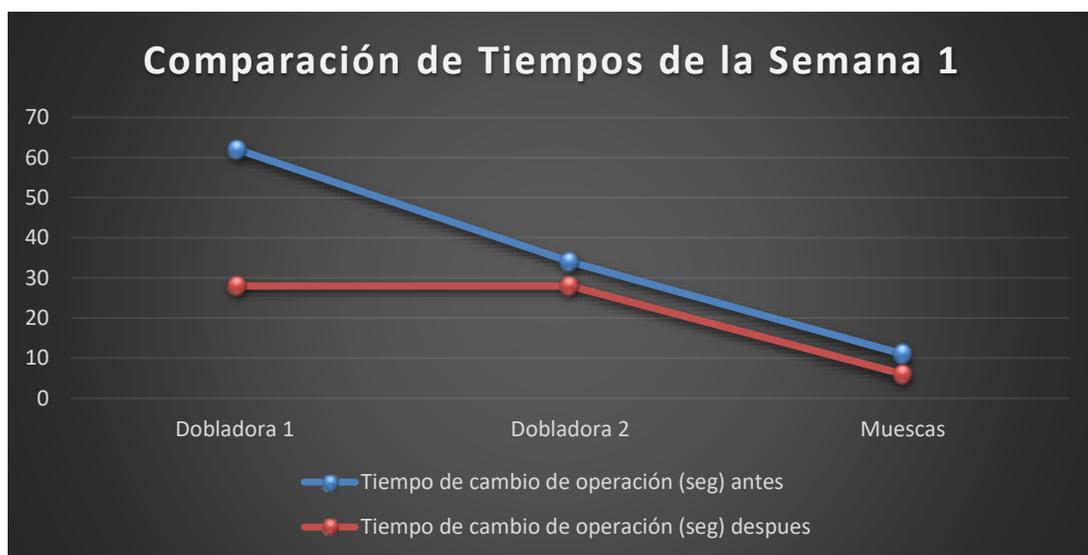


Figura 24 Gráfica de comparación de tiempos de la semana 1.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

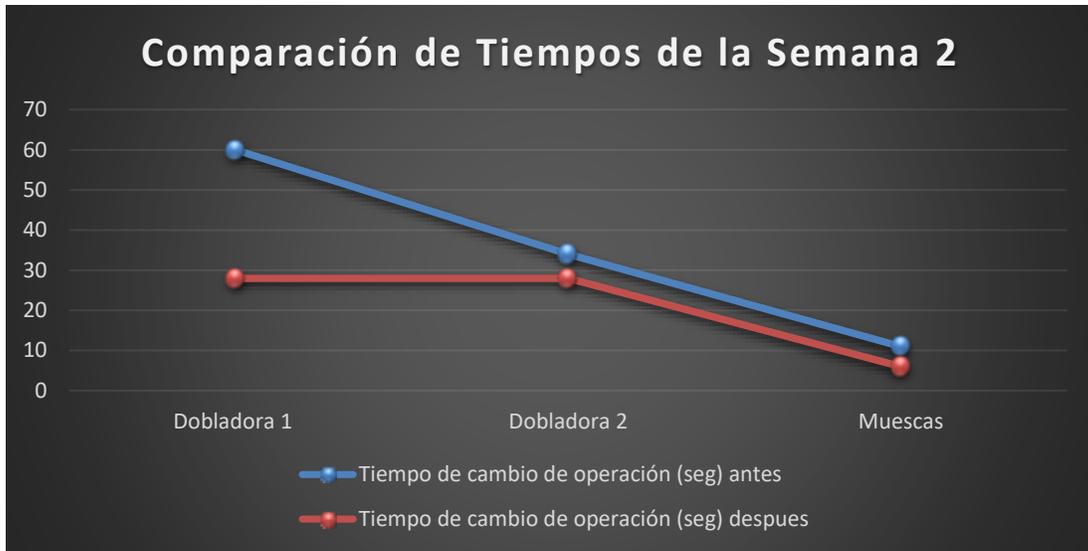


Figura 25 Gráfica de comparación de tiempos de la semana 2.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

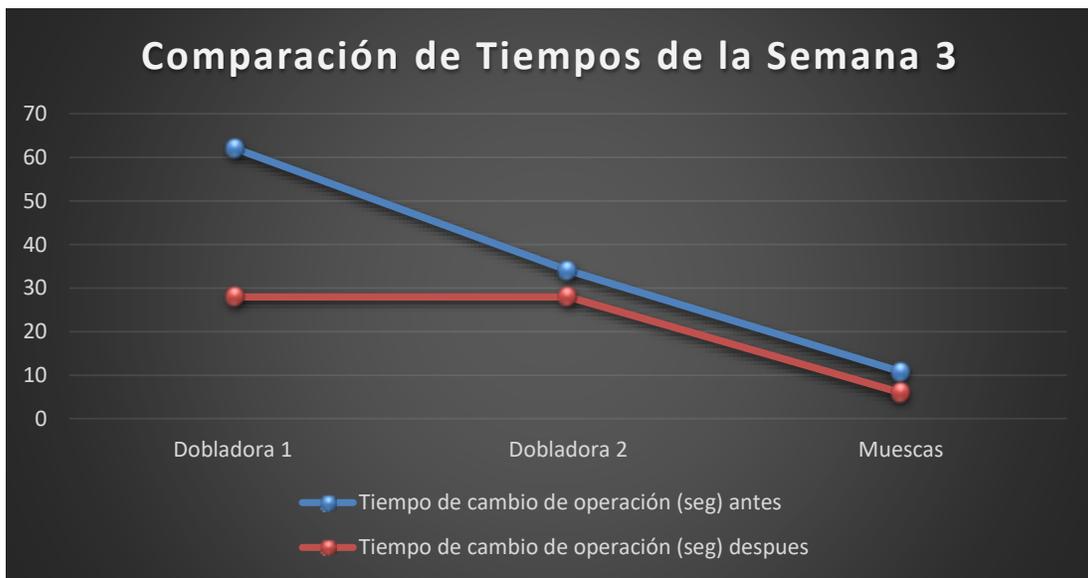


Figura 26 Gráfica de comparación de tiempos de la semana 3.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

9. Conclusiones del Proyecto

El layout propuesto se consultó con el jefe de nuevos proyectos, con el jefe de producción, jefe de mantenimiento y los supervisores de producción, estas personas dieron la aprobación para la aplicación de la distribución en planta.

Se logró minimizar las distancias recorridas en toda la línea de doblado y se optimizaron los recorridos evitando los innecesarios. Se logró también la eliminación de factores de riesgos por accidente o lesión por medio de la implementación de una matriz de equipo de seguridad y uniforme.

Para la línea de doblado la distancia recorrida de las piezas de la dobladora uno hacia las muescas disminuye en un 55%, para la dobladora dos hacia las muescas disminuyó un 18% y de las muescas hacia corrección (prensa de redondeo) disminuyó en un 45%. Por lo que se redujo un total de 35% en todo el proceso.

Gracias a la disminución de distancias la producción de la línea de doblado aumentó, maximizando el flujo tanto de material como del personal. Al disminuir la congestión en las operaciones se logra una mayor flexibilidad de respuesta, también ayuda al jefe de producción a tener mayor visibilidad y control y a los operarios les brinda seguridad y satisfacción laboral.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

10. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

Para desarrollar este proyecto conocí, desarrollé y aplique métodos, técnicas y herramientas de calidad las cuales fueron de suma importancia en la elaboración de dicho proyecto, a continuación, hago mención de algunas de ellas.

Apliqué las herramientas de VSM, diagrama de hilos, análisis de problemas, herramientas estadísticas para poder realizar la medición de tiempos y movimientos en cada una de las etapas del proyecto e ir verificando porcentualmente cada uno de ellas.

Así mismo apliqué gráficas y tablas de tiempo de medición, para con ello llevar un mejor control del proceso de producción. Utilice las nuevas tecnologías de información para optimizar los procesos. Implementé un plan de seguridad e higiene para el fortalecimiento del entorno laboral.

Gracias a la implementación de estas técnicas, métodos y herramientas se logró obtener los resultados deseados, generando una satisfacción por parte de la empresa y mejorando la producción, puesto que se redujo la distancia recorrida de las piezas al momento de hacer el cambio de operación (tiempo muerto), maximizando así el flujo del material y personal.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

11. Fuentes de información

Referencias de Libros

Heragu, S. S. (2016). *Facilities Design 4th Edition*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.

Isaza Infante, M. (2014). *Propuesta de una distribución de planta (Layout) para la empresa manufacturera Regigantes S.A.* Antioquia: Escuela de Ingeniería de Antioquia.

Mejía Fuentes, C. M., Orozco Zapata, B., & Palencia Caly, J. M. (2016). *PROPUESTA PARA UN LAYOUT DEL ALMACÉN DE LA COMERCIALIZADORA S&E, EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN*. Medellín: Institución Universitaria Esumer.

Referencias de internet:

Bases y soportes. (2022). Normas Básicas de la Ergonomía en un puesto de trabajo. Recuperado el 26 de octubre de 2022, de <https://blog.basesysoporters.com/Norma-7250-iso-9241-entorno-laboral-ergonomia-colombia.html>

Líder Empresarial. (2019). De hilos a metales: La empresa que evoluciono por su cultura de hacer negocios. Recuperado el 25 de septiembre de 2022, de <https://www.liderempresarial.com/de-hilos-a-metales-la-empresa-que-evoluciono-por-su-cultura-de-hacer-negocios/>

Marte, C. (2020). Cómo hacer un Value Stream Mapping (VSM). Recuperado el 27 de septiembre de 2022, de <https://www.ambit-bst.com/blog/c%C3%B3mo-hacer-un-value-stream-mapping-vsm#>

Mejía Jervis, T. (2021). Diagrama de hilos: para qué sirve, cómo hacerlo, ejemplos. Recuperado el 27 de septiembre de 2022, de <https://www.lifeder.com/diagrama-de-hilos/>

México Industry. (2019). Aminsá, acabados metálicos hidrocálidos para el sector automotor. Recuperado el 25 de septiembre de 2022, de <https://mexicoindustry.com/noticia/aminsa-acabados-metlicos-hidroclidos-para-el-sector-automotor>

Somengil. (2021). La importancia de la distribución en planta o layout. Recuperado el 26 de septiembre de 2022, de <https://blog.somengil.com/es/la-importancia-de-la-distribucion-en-planta-o-layout/>

Structuralia. (2022). El diagrama de hilos y ejemplo de su aplicación profesional. Recuperado el 27 de septiembre de 2022, de <https://blog.structuralia.com/diagrama-de-hilos->

*ejemplo#:~:text=Un%20diagrama%20de%20hilos%20es,un%20trabajador%20o%20ma-
teria%20prima.*

Veranos de investigación. (2021). Normas ISO acerca de la ergonomía, iluminación y lugares de trabajo. Recuperado el 26 de octubre de 2022, de http://www.veranos.ugto.mx/wp-content/uploads/2021/08/Normas-ISO-acerca-de-la-ergonom%C3%ADa_-MA.-EUGENIA-S%C3%81NCHEZ-RAMOS.pdf

CAPÍTULO 9: ANEXOS



ACABADOS METALICOS INNOVADORES, S.A. DE C.V.

San Francisco de los Romo, Ags. A 04 de octubre del 2022.

INSTITUTO TECNOLOGICO DE PABELLON DE ARTEAGA
Julissa ELayne Cosme Castorena
Jefa del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

Por medio de la presente me dirijo a Usted, para enviarle un cordial saludo y hacer de su conocimiento que la **C. MARILYN DONDIEGO VALLEJO** alumno de la carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL** con número de control **181050226** es **ACEPTADO Y BIENVENIDO** para que dentro de la empresa **ACABADOS METALICOS INNOVADORES, S.A. DE C.V.** Ubicada la calle Municipio de Calvillo No. 108, en colonia Valle de Aguascalientes en San Francisco De Los Romo, Aguascalientes, realice sus estadias, como parte ultima de su carrera y le sea posible poner en práctica los conocimientos ya adquiridos en la institución, esto con un periodo de agosto a diciembre del 2022.

Atentamente

Lic. Francisco Javier Orneas Masero Gerente de Recursos Humanos



Calle: Municipio de Calvillo #108, Colonia: Valle de Aguascalientes, C.P. 20358, San Francisco De Los Romo Aguascalientes.



ACABADOS METALICOS INNOVADORES, S.A. DE C.V.

San Francisco de los Romo, Ags. A 16 de diciembre del 2022.

INSTITUTO TECNOLOGICO DE PABELLON DE ARTEAGA
Julissa ELayne Cosme Castorena
Jefa del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

Por medio de la presente me dirijo a Usted, para enviarle un cordial saludo y hacer de su conocimiento que la **C. MARILYN DONDIEGO VALLEJO** alumna de la carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL** con número de matrícula **181050226** Termino satisfactoriamente sus estadias en esta empresa con un total de **500 horas**.

Reciba un cordial saludos,

Atentamente:

Lic. Francisco Javier Ornelas Mascorro
Gerente de Recursos Humano



Calle: Municipio de Calvillo #108, Colonia: Valle de Aguascalientes, C.P. 20358, San Francisco De Los Romo Aguascalientes.