



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA, Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE
PLANTA PARA INDUSTRIAS VALENCIA.**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor

Abad Lara David Ricardo

Tutor

Mgr. Sánchez Díaz Patricio Eduardo

AMBATO – ECUADOR

2024

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Abad Lara David Ricardo, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INDUSTRIAS VALENCIA”, como requisito para optar al grado de INGENIERO INDUSTRIAL y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, al primer día del mes de abril de 2025, firmo conforme:

Autor: Abad Lara David Ricardo

Firma:

Número de Cédula: 0603952060

Dirección: Chimborazo, Riobamba, Lizarzaburu, José Martí.

Correo Electrónico: dabad@indoamerica.edu.ec

Teléfono: +593958731861

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INDUSTRIAS VALENCIA” presentado por Abad Lara David Ricardo, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte de los Lectores que se designe.

Ambato, 1 de abril de 2025

Mgtr. Sánchez Díaz Patricio Eduardo.
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de “PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INDUSTRIAS VALENCIA”, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 1 de abril de 2025

.....

Abad Lara David Ricardo
0603952060

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INDUSTRIAS VALENCIA, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 10 de abril de 2025

.....

Mgtr. Naranjo Mantilla Olga Marisol
LECTORA

.....

Mgtr. Ruales Martínez María Belén
LECTORA

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mi madre, Silvia Lara, por ser mi mayor apoyo y guía en este trayecto académico. También dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi fortaleza y ha iluminado mi camino en cada paso que he dado. A ambos, les agradezco profundamente por su amor, apoyo incondicional y por ser mi inspiración constante en la búsqueda de mis metas.

David Ricardo Abad Lara

AGRADECIMIENTO

A cada uno de mis docentes, por compartir generosamente su conocimiento y sabiduría, tanto dentro como fuera del aula, y por contribuir de manera significativa a mi formación como profesional.

¡Gracias!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	2
Justificación	4
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	5

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa	6
--	---

Información general de la empresa	6
Distribución del personal en la empresa	7
Productos que ofrece Industrias Valencia	8
Diagrama Multiproducto.....	10
Diagramas de flujo del proceso de fabricación de productos Industrias Valencia.	12
Situación actual.....	12
Materia prima que usa Industrias Valencia	18
Aplicación de la lista de comprobación ergonómica en Industrias Valencia	18
Análisis de “prioridades” y “si” de la lista de comprobación ergonómica	20
Diagrama de recorrido	21
Modelo actual de la planta de Industrias Valencia.....	22
Diagrama de Recorrido del Flujo de Materiales en Industrias Valencia.....	23
Área de estudio:	24
Modelo Operativo	24
Desarrollo del modelo operativo.....	25
Rediseño de planta:.....	25
Localización del área a organizar:	25
Diagrama Origen – Destino (OD) de Industrias Valencia.	25
Diagrama de Relaciones de Industrias Valencia.	29
Programación Lineal para encontrar la asignación óptima.....	33
Formulación del Problema.....	33
Algoritmo de la programación lineal de asignación de áreas en Python	34
Código de programación de asignación óptima para Industrias Valencia	35
Aplicación de matrices para asignación de áreas optimas mediante Solver.	38
Distribución detallada:.....	41

Producción por procesos: Evaluación por Afinidad – Distancia	49
Permutación	49
Selección de Opción 3 para la Optimización de la Distribución de Planta	51

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta.....	54
Alternativas para la Distribución de Planta de Industrias Valencia.	54
Alternativa 1	54
Alternativa 2	55
Alternativa 3	56
Costos de alternativas	57
Resultados Esperados	58
Cronograma de actividades.....	62
Análisis de costos.....	62
Análisis Costo – Tiempo (Curva “S”).....	63

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:.....	65
Recomendaciones:	66
Literatura citada	67
Anexos	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información general de Industrias Valencia.....	6
Tabla 2: Distribución del personal en Industrias Valencia.....	7
Tabla 3: Producción de Industrias Valencia años 2022 -2023	9
Tabla 4: Resumen del diagrama de flujo de proceso.	13
Tabla 5: Resumen del diagrama de flujo de cocinas de hierro.	15
Tabla 6: Resumen del diagrama de flujo de Hornos Industriales.	17
Tabla: 7: Cantidad de materia prima utilizada	17
Tabla 8: Porcentaje y Porcentaje acumulado de la Lista de comprobación.....	20
Tabla 9: Área de estudio	24
Tabla 10: Designación de códigos a cada área.....	26
Tabla 11: Resumen del diagrama Origen Destino.	28
Tabla 12: Diagrama de relaciones de áreas en Industrias Valencia	29
Tabla 13: Tabla de evaluación de categorías.....	31
Tabla 14: Resumen del diagrama de Relaciones	32
Tabla 15: Distribución de numero de máquinas calculo área estática.	43
Tabla 16: Distribución de numero de máquinas calculo área gravitatoria.....	46
Tabla 17: Distribución de máquinas por área calculo área de evolución.....	47
Tabla 18: Comparación de opciones por permutación de relación de áreas.	52
Tabla 19: Costos de las alternativas 1-2-3	57
Tabla 20: Costos de Implementación de Propuesta	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Ventas de Industrias Valencia años 2022 – 2023	8
Gráfico 2: Diagrama Multi producto de los productos más vendidos	11
Gráfico 3 Diagrama de flujo de proceso fabricación de cocina sencilla	12
Gráfico 4: Diagrama de flujo de proceso fabricación de cocina de hierro fundido.	14
Gráfico 5: Diagrama de flujo de proceso fabricación de horno industrial.....	16
Gráfico 6: Lista de comprobación ergonómica resultados de acciones prioritarias.	19
Gráfico 7: Diagrama de Recorrido de Industrias Valencia	23
Gráfico 8: Modelo Operativo.....	24
Gráfico 9: Diagrama Origen - Destino de Industrias Valencia	27
Gráfico 11: Diagrama de Pareto: Acciones "Sí" y "Prioritarias".	42
Gráfico 12 Comparación de Distancia y Tiempo de la cocina Sencilla.....	59
Gráfico 13: Comparación de Distancia y Tiempo en la Cocina de Hierro Fundido.	60
Gráfico 14: Comparación de Distancia y Tiempo en el Horno Industrial.	61
Gráfico 15: Cronograma de actividades para la implementación de la propuesta.	62
Gráfico 16: Curva S de Industrias Valencia.....	64

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Vista satelital de Industrias Valencia	21
Imagen 2: Modelo actual de la planta de Industrias Valencia en ArchiCAD.	22
Imagen 3: Entorno de Programación para la asignación óptima parte 1.	36
Imagen 4: Entorno de Programación para la asignación óptima parte 2.	36
Imagen 5: Entorno de Programación para la asignación óptima parte 3.	37
Imagen 6: Entorno de Programación para la asignación óptima parte 4.	37
Imagen 7: Resultado del entorno de programación	38
Imagen 8: Matriz de importancia.....	39
Imagen 9: Matriz de alternativas iniciales.....	39
Imagen 10: Matriz de costo	40
Imagen 11: Matriz de asignación.....	41
Imagen 12: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia. ...	49
Imagen 13: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia. ...	50
Imagen 14: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia ...	50
Imagen 15: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia ...	50
Imagen 16: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia. ...	51
Imagen 17: Distribución actual de las áreas en Industrias Valencia.	51
Imagen 18: Alternativa 1 de distribución de planta para Industrias Valencia.....	54
Imagen 19: Alternativa 2 de distribución de plantaindustrias Valencia.	54
Imagen 20: Alternativa 3 de distribución de planta para Industrias Valencia.....	56
Imagen 21: Propuesta de distribución para Industrias Valencia.	58

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Superficie de gravitación.	45
Ecuación 2: Superficie de evolución.	47
Ecuación 3: Superficie total.	47
Ecuación 4: Cálculo de la eficiencia para la cocina sencilla	59
Ecuación 5: Cálculo de la eficiencia para la cocina de hierro fundido.....	60
Ecuación 6: Cálculo de la eficiencia para el Horno Industrial.	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Lista de comprobación ergonómica (OIT).....	69
Anexo 2: Horno Industrial de Industrias Valencia.....	86
Anexo 3: Cocina Industrial de Industrias Valencia	86
Anexo 4: Cocina de Hierro Fundido de Industrias Valencia	87
Anexo 5: David Abad en Industrias Valencia.	87
Anexo 6: Certificado de Industrias Valencia	88

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA, Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INDUSTRIAS VALENCIA

AUTOR: Abad Lara David Ricardo

TUTOR: Mgtr. Sánchez Díaz Patricio Eduardo

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación presenta una propuesta para optimizar la distribución de planta en Industrias Valencia utilizando el método de Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (*Systematic Layout Planning*, SLP). El estudio comienza con una descripción de los productos, las características del proceso y la situación actual de la distribución de la planta en la fabricación. Se utilizan herramientas de la ingeniería industrial como el diagrama de flujo, el diagrama multiproducto, el diagrama de recorrido, el diagrama de origen-destino y el diagrama de relaciones. Los hallazgos incluyen lo siguiente: el proceso de fabricación se desarrolla en catorce áreas; se estima que se transportan 965 kg de materiales entre las áreas anualmente; y la distribución actual tiene una evaluación de 37 puntos. La optimización se logra utilizando el algoritmo Planificación de la distribución de planta basada en relaciones asistidas por computadora (CORELAP por sus siglas en inglés) programado en Python, adaptando un modelo existente, lo que resulta en una relación entre áreas con un valor de 21 puntos. Se identifican los limitantes de la solución óptima y se establece la planificación y los costos de la implementación. La propuesta se completará en un plazo de tres meses con un costo total de 6.850 dólares estadounidenses. La empresa deberá destinar los recursos necesarios para la implementación.

DESCRIPTORES: algoritmo, diagrama, distribución en planta, optimización, procesos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: ABAD LARA DAVID RICARDO

TUTOR: MG. SANCHEZ DIAZ PATRICIO EDUARDO

ABSTRACT

Proposal for Plant Layout Optimization for Valencia Industries

This research presents a proposal for optimizing the plant layout at Valencia Industries using the Systematic Layout Planning (SLP) method. The study begins with a description of the products, process characteristics, and the current plant layout, i.e., the current situation. Industrial engineering tools such as flow diagrams, multi-product diagrams, routing diagrams, origin-destination diagrams, and relationship diagrams are used. The findings include the following: the manufacturing process is carried out in fourteen areas; an estimated 965 kg of materials are transported between areas annually; and the current layout has an evaluation score of 37 points. The optimization is achieved using the CORELAP algorithm programmed in Python (adapting an existing model), resulting in an inter-area relationship score of 21 points. The limitations of the optimal solution are identified, and the planning and costs of implementation are set up. The proposal is expected to be completed in 3 months, at a total cost of \$6,850 USD. The company must allocate the necessary resources for implementation.

KEYWORDS: Algorithm, Diagram, Optimization, Processes, SLP (Systematic Layout Planning).



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La optimización de la distribución de planta es crucial en entornos industriales altamente competitivos, donde la eficiencia en la ejecución de las actividades productivas se convierte en un factor determinante para la supervivencia empresarial. Desde la década de 1950, se ha observado una proliferación de métodos y enfoques para abordar este desafío, cada uno adaptándose a las particularidades del proceso y buscando maximizar la utilización del espacio y los recursos disponibles (Diego-Más, 2020).

Empresas líderes en diversas industrias han abrazado metodologías innovadoras para mejorar la disposición física de sus instalaciones, reconociendo que esto no solo impacta en la productividad, sino que también influye en su posición en el mercado internacional (Naranjo, 2023).

Industrias Valencia, se enfrenta a desafíos particulares, como la adaptabilidad a la demanda. Este reto resalta la importancia fundamental de implementar una estrategia eficiente en la distribución de planta para responder de manera óptima a las dinámicas del mercado

Con una trayectoria de más de dos décadas, Industrias Valencia ha experimentado un crecimiento significativo, generando cambios sustanciales en su infraestructura y procesos productivos.

Este estudio tiene como objetivo optimizar la distribución de planta en Industrias Valencia mediante el método *Systematic Layout Planning* (SLP). Se diagnostica la distribución actual, se cuantifican las tareas del proceso y se especifican directrices técnicas para

mejorar el movimiento de materiales. Se busca así optimizar el uso del espacio en producción.

Antecedentes:

Industrias Valencia, con más de dos décadas en el mercado de fabricación de equipamiento industrial, ha experimentado un crecimiento productivo significativo en los últimos años. A lo largo de su trayectoria, la empresa se ha especializado en la producción de una amplia gama de productos, desde cocinas industriales y hornos rotativos hasta amasadoras, equipos de panificación y más, adaptándose a las exigencias de sus clientes.

En particular, el área de producción se ve limitada por la disposición actual del espacio y las dimensiones de las máquinas utilizadas en la fabricación. Estos factores han dado lugar a recorridos innecesarios entre áreas y una distribución que no favorece para la fabricación de sus productos.

La necesidad de una redistribución de planta se manifiesta para mejorar los procesos de producción en Industrias Valencia. La metodología *Systematic Layout Planning* (SLP) se presenta como la herramienta idónea para abordar estos desafíos, buscando organizar el proceso de fabricación de manera más eficiente y alcanzar una mejor redistribución en el área de producción.

Proceso productivo

Se presenta el proceso productivo de la fabricación de Cocinas Industriales para lo cual lo primero que debe tener en cuenta según las siguientes definiciones propuestas por (García & Hernández, 2015):

Recepción de materia prima y almacenaje: Se recibe y se clasifican toda la materia prima, laminas y piezas, necesaria para la fabricación de los equipos (García & Hernández, 2015).

Operación de corte: En esta etapa se cortará cada una de las piezas con un equipo automatizado, dependiendo de la naturaleza de la pieza se usará la máquina correspondiente (García & Hernández, 2015).

Operación de doblado: Luego de haberse realizado todos los cortes necesarios se proseguirá con el proceso de doblado, el cual se realizará con una máquina de doblado y

con ayuda del personal encargado. Allí se realizará los dobleces adecuados según lo indicado en la planimetría (García & Hernández, 2015).

Operación de pintado: En esta etapa se pintan las piezas manualmente (García & Hernández, 2015).

Operación de ensamblaje: Luego de haber preparado todas las piezas, en este proceso se realizan todas las operaciones necesarias para ensamblar las piezas provenientes de la fase de corte y doblado. En esta etapa se contará con una mesa para el acople de las piezas y así facilitar todo el proceso en la línea de ensamblaje. En esta fase se realizan fundamentalmente dos tipos de actividades, las cuales son soldadura y atornillado (García & Hernández, 2015).

La primera actividad constara con la participación de un personal calificado para realizar las soldaduras en las partes que lo ameriten y en la segunda actividad el trabajador encargado realizara el acople de las partes restantes (García & Hernández, 2015).

Operación de acabado: En este proceso, se inspecciona y se elimina cualquier imperfección remanente del proceso de fabricación. Una vez terminados los equipos, se embala de acuerdo con el destino que tenga, y se lleva al almacén de producto terminado, donde espera para ser despachado (García & Hernández, 2015).

Rediseño de planta: En su obra "Distribución en Planta", Bravo y Sánchez destacan que la función primordial de la planta es la producción, influenciada por las condiciones del mercado del producto fabricado. El diseño de instalaciones industriales enfrenta desafíos complejos y significativas incertidumbres, debiendo considerar el tipo de producto, las cantidades a lo largo del tiempo y los estándares de calidad correspondientes (Bravo & Sánchez, 2011).

Optimización

La optimización es un proceso crucial en la investigación de operaciones que implica la mejora de un sistema para alcanzar el mejor desempeño posible bajo las condiciones dadas. Este proceso se basa en el uso de modelos matemáticos y técnicas analíticas para determinar la mejor solución entre un conjunto de alternativas disponibles (Hillier & Lieberman, 2015).

Producción

La producción se refiere al proceso mediante el cual se crean bienes y servicios utilizando recursos como materias primas, mano de obra, tecnología y capital, implicando la transformación de insumos en productos finales con el objetivo de satisfacer las necesidades y demandas del mercado (Chase, 2021).

Planta industrial

El término "planta industrial" se refiere a una instalación física diseñada para la producción, fabricación o procesamiento de bienes. En su diseño, es crucial considerar aspectos como el flujo de materiales, la disposición de equipos y espacios, y la seguridad de los trabajadores (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2019).

Una planta industrial bien planificada debe ser capaz de adaptarse a cambios en la demanda del mercado y maximizar la eficiencia operativa. La distribución adecuada de la planta puede contribuir significativamente a la reducción de costos y tiempos de producción, optimizando así los recursos disponibles (Heragu, 2016).

Justificación

Este proyecto es **importante** para mejorar la producción en Industrias Valencia mediante la aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial se propone una redistribución de planta adaptada a las necesidades específicas de la empresa permitiendo así aumentar la productividad en la fabricación de sus productos.

La propuesta de optimización en la distribución de planta de Industrias Valencia tendrá un **impacto** significativo en la mejora de sus procesos productivos. Al reorganizar el espacio y optimizar el movimiento de materiales, se espera reducir tiempos de producción y eliminar recorridos innecesarios. Esto permitirá una producción más fluida, con el uso eficiente del espacio en la planta.

Esta investigación es **útil** al proporcionar una comprensión detallada de los procesos internos de Industrias Valencia. La propuesta de redistribución de la planta, respaldada por recomendaciones específicas, beneficia directamente a la empresa y se convierte en un recurso valioso para empresas similares

Los **beneficiarios** de este proyecto de titulación son tanto la empresa Industrias Valencia como su equipo de trabajo. Se anticipa que estas mejoras repercutirán positivamente en las operaciones.

Existe la **factibilidad** de elaborar este proyecto porque se respalda en la disponibilidad de datos y recursos necesarios gracias a la cercanía que se tiene con la empresa, así como en la metodología sólida utilizada para abordar el problema de la distribución de planta, además existe el conocimiento necesario, información bibliográfica y la guía de los docentes.

Objetivos:

Objetivo General

Realizar una propuesta de optimización de la distribución de planta en Industrias Valencia a través del método *Systematic Layout Planning* (SLP).

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la distribución actual de la planta de Industrias Valencia, identificando áreas de mejora en los procesos de fabricación de sus productos.
- Determinar cuantitativamente las tareas del proceso actual considerando el movimiento de materiales.
- Especificar directrices técnicas de la distribución de planta en Industrias Valencia, con un enfoque eficiente en el movimiento de materiales.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Industrias Valencia es una empresa dedicada a la fabricación personalizada de equipos y soluciones industriales, respondiendo a las demandas específicas de sus clientes. Entre sus principales productos se incluyen cocinas industriales, hornos rotativos, amasadoras, equipos de panificación, hornos domésticos, hornos automáticos para panadería, hornos para pollo, asaderos, cocinas freidoras, estaciones self-service, carretas de comida, planchas para carnes, molinos eléctricos, enfriadores, congeladores y calderos.

Con un equipo de 10 trabajadores altamente capacitados, la empresa ofrece sus servicios tanto dentro como fuera de la ciudad, garantizando sus productos en cada proyecto.

Información general de la empresa

En la tabla 1 se presenta la información de Industrias Valencia.

Tabla 1: Información general de Industrias Valencia

Nombre Comercial	Industrias Valencia
Dirección	Av. Monseñor Leónidas Proaño y El Oro.
Cantón	Riobamba
Provincia	Chimborazo
Actividad	Diseño y Fabricación de equipos destinados a la alimentación
Representante legal	Santiago Valencia C.
Ruc	0601924921001
Cantidad de población	10 personas
Horario de trabajo	Lunes a viernes de 8am a 5pm

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Tabla 1 proporciona la información general de Industrias Valencia, una empresa ubicada en Riobamba, provincia de Chimborazo. Su actividad principal es el diseño y fabricación de equipos para la industria alimentaria, bajo la representación legal de Santiago Valencia C. La empresa cuenta con un equipo de 10 personas y opera en un horario de lunes a viernes de 8:00 am a 5:00 pm. Su RUC es 0601924921001, y se encuentra en la Av. Monseñor Leónidas Proaño y El Oro.

Distribución del personal en la empresa

La tabla 2 presenta la distribución del personal en Industrias Valencia y se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 2: Distribución del personal en Industrias Valencia.

Cargo	Número de personas	Sexo	Nivel de Estudios
Gerente General	1	M	Tercer nivel
Jefe de Producción	1	M	Tercer nivel
Operador 1:	1	M	Tercer nivel
Operador 2	1	M	Bachiller Técnico
Operador 3	1	M	Bachiller Técnico
Operador 4	1	M	Bachiller Técnico
Operador 5	1	M	Bachiller Técnico
Operador 6	1	M	Bachiller Técnico
Operador 7	1	M	Bachiller Técnico
Operador 8	1	M	Bachiller Técnico
Total	10		

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En la tabla 2 se muestra la distribución del personal de Industrias Valencia según su cargo, sexo y nivel de estudios, se observa que todos los trabajadores son de sexo masculino y que la mayoría de los trabajadores, específicamente los operadores, poseen un nivel de estudios de Bachiller Técnico, lo cual es adecuado para las tareas operativas que realizan en la producción.

Productos que ofrece Industrias Valencia

La empresa fabrica varios productos, pero según el propietario, estos son los que más realiza la empresa y han demostrado tener ventas significativas durante los años 2022 y 2023, en estos dos años, se ha notado un crecimiento notorio en relación con los años anteriores, lo cual ha impulsado a la empresa a concentrarse en estos productos específicos este crecimiento en las ventas refleja una tendencia positiva.

Además del crecimiento notorio, se observa un significativo aumento en las ventas de estos productos, lo que refuerza la importancia de enfocarse en su proceso de fabricación, por lo tanto, se justifica el énfasis en la producción de Cocinas de 2 quemadores (sencillas), Cocinas de Hierro Fundido y Hornos Industriales.

A continuación, se presenta los productos que ofrece Industrias Valencia y el estimado de su producción anual con el valor de cada producto.

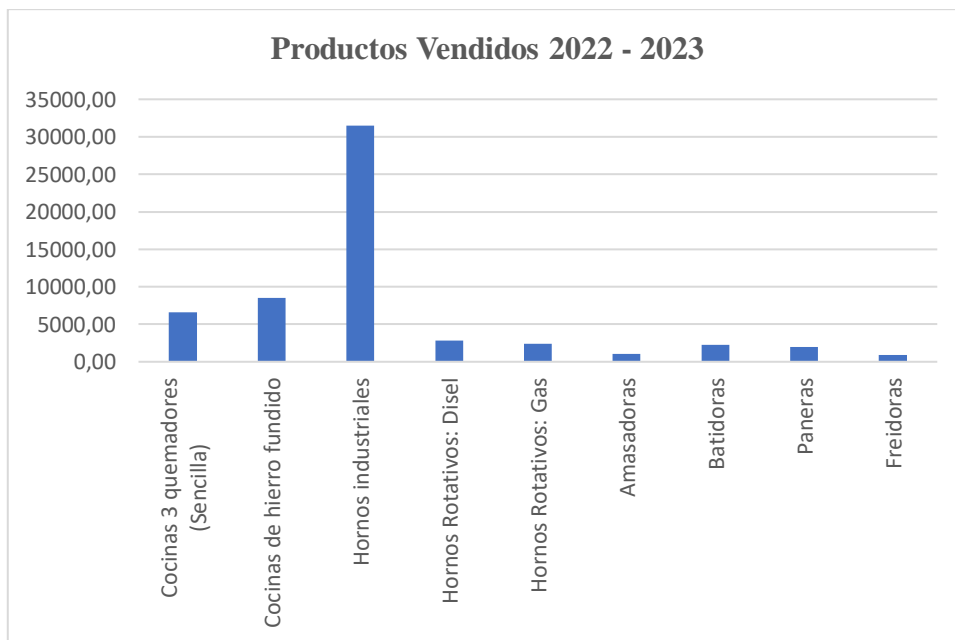


Gráfico 1: Ventas de Industrias Valencia años 2022 – 2023

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

El gráfico 1 muestra que, durante los años 2022 y 2023, los Hornos Industriales han sido el producto más rentable, generando un total de \$31,500 con 7 unidades vendidas, las Cocinas de Hierro Fundido también han tenido un buen desempeño, con un total de \$8,550 provenientes de la venta de 19 unidades, otros productos como los Hornos Rotativos (Diesel y Gas) han generado \$2,800 y \$2,400, respectivamente, aunque en

cantidades más limitadas, las Batidoras y Amasadoras han generado \$2,250 y \$1,050, respectivamente, mientras que las Paneras y Freidoras han alcanzado ventas de \$2,000 y \$900.

A continuación, en la tabla 3 se presenta más detallado las ventas de los principales productos de la empresa durante los años 2022 y 2023, identificando los productos más rentables e ingresos.

Tabla 3: Producción de Industrias Valencia años 2022 -2023

Producto	Precio (dólares)	2022	2023	Total	Cantidad Vendida (dólares)
Cocinas de hierro fundido	450,00	9	10	19	8550,00
Hornos industriales	4.500,00	3	4	7	31500,00
Hornos Rotativos: Diesel	2.800,00	0	1	1	2800,00
Hornos Rotativos: Gas	2.400,00	1	0	1	2400,00
Amasadoras	350,00	2	1	3	1050,00
Batidoras	450,00	2	3	5	2250,00
Paneras	500,00	2	2	4	2000,00
Freidoras	450,00	1	1	2	900,00

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En la Tabla 3 se observa que, durante ese período las cocinas de hierro fundido fueron el producto con mayor cantidad vendida, alcanzando un total de 19 unidades y generando ingresos por 8.550,00 dólares, los hornos industriales representaron el mayor valor monetario, con 7 unidades vendidas, lo que se traduce en un ingreso total de 31.500,00 dólares, otros productos como las batidoras y paneras también tuvieron un desempeño significativo, con 5 y 4 unidades vendidas respectivamente.

La suma total de las ventas de los productos alcanza un monto de 50.450,00 dólares, mostrando la relevancia de cada equipo dentro del portafolio de la empresa en términos de volumen y valor generado.

Diagrama Multiproducto

El Gráfico 2 contiene un diagrama multiproducto que representa el flujo de operaciones para la fabricación de tres productos principales en Industrias Valencia: la cocina sencilla (3 quemadores), la cocina de hierro fundido y el horno industrial, este diagrama detalla las diferentes operaciones involucradas en cada producto, incluyendo diseño, torneado, corte, doblado, pintura, soldadura y montaje, además de las máquinas específicas utilizadas en cada etapa del proceso.

DIAGRAMA MULTIPRODUCTO														Hoja No.:	1	INDUSTRIAS VALENCIA	
No.	No. de Parte	Máquina Operación Modelo	Computador		Cizalla	Baroladora - Prensa Hidráulica	Compresor	Suelda Autógena - MIG	Atomillador - Compresor	Torno				TOTAL	De:		1
			Diseño	Trazado	Corte	Doblez	Pintura	Soldadura	Atornillado	Torneado	Instalación de equipamento	Acabados	Prueba de funcionamiento	MÉTODO ANALIZADO			
1	Producto 1	Cocina Sencilla (3 quemadores)	○	→○	→○	→○	→○	→○	→○		→○	→○	→○	10	ACTUAL		
2	Producto 2	Cocina de Hierro fundido	○	→○	→○	→○		→○	→○		→○	→○	→○	9			
3	Producto 3	Horno Industrial	○	→○	→○	→○		○	○	○				12	LÍNEA DE PRODUCCIÓN		
TOTAL			3	3	3	3	2	4	3	1	3	3	3	31			
Descripción: Se representa el flujo de operaciones para la fabricación de tres productos principales en Industrias Valencia: cocina sencilla, cocina de hierro fundido y horno industrial. Se identificaron las operaciones comunes entre los productos y se analizaron las máquinas y equipos utilizados en cada proceso, como el corte, doblado y pintura. Este análisis resulta clave para optimizar la distribución de planta.								Abad David		Ing. Valencia Andres		Ing. Sanchez Patricio					
								Fecha:	25/6/2023	Fecha:	28/6/2023	Fecha:	15/7/2023				
								Elaboró		Revisó		Aprobó					

Gráfico 2: Diagrama Multi producto de los productos más vendidos en Industrias Valencia.

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En el Gráfico 2 se presenta el flujo de operaciones para la fabricación de tres productos clave en Industrias Valencia; cocina sencilla (3 quemadores), cocina de hierro fundido y horno industrial. Se identifican las operaciones necesarias, como diseño, torneado, y montaje, destacando que la cocina sencilla requiere 10 operaciones, la cocina de hierro fundido 9 y el horno industrial 12. Este análisis permite visualizar las interacciones entre procesos y resaltar oportunidades para optimizar la distribución de la planta.

Diagramas de flujo del proceso de fabricación de: Cocina sencilla, cocina de hierro y horno industrial en Industrias Valencia.

Situación actual

En el Gráfico 3 se presenta el Diagrama de Flujo de Proceso para la fabricación de cocina sencilla de 3 quemadores en Industrias Valencia, este análisis se enfoca en el seguimiento del flujo de materiales, detallando las operaciones realizadas, los transportes entre las diferentes áreas, las inspecciones y los momentos de almacenamiento.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO							Hoja No.:	1		
Objetivo y nivel de análisis:							DE:	1		
Situación Actual				SEGUIMIENTO AL:						
Nombre del procesos analizado:				Operario	X	Material		Equipo		
RESUMEN				Actual		Propuesto		Economía		
Proceso para la fabricación de cocina sencilla de 3 quemadores.				OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	No.	Tiempo	No.	Tiempo
				Operación	○		9	860	0	0
				Transporte	⇒		6	20	0	0
Localización:				Espera	□		1	60	0	0
				Inspección	□		1	30	0	0
Método:				Almacenamiento	▽		1	1	0	0
Actual				X			18	971	0	0
Propuesto										
				Distancia total recorrida (m)			37			
Lugar:				Industrias Valencia			Comentarios			
Operador (es):				1			Este proceso debe ser analizado para conocer la situación actual de la empresa y así poder identificar oportunidades de mejora.			
Elaborado por:				David Abad						
Fecha:				20-nov-23						
Revisado por:				Ing. Patricio Sánchez						
Fecha:				24-nov-23						
Aprobó:				Ing. Andrés Valencia						
Fecha:				27-nov-23						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (u)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	Símbolo					OBSERVACIONES	
Diseño: El operario diseña el producto a fabricar.	1	0	120	X					El uso de una plantilla para comenzar ahorraría tiempo.	
Se dirige a la zona de materiales.	1	10	3		X					
Traslada una lamina de acero al área de trazado.	1	5	1		X				Maniobra con la lámina.	
Trazado: Traza según las especificaciones de diseño.	1	0	60	X						
Traslada la lámina al área de corte.	1	2,5	3		X				Maniobra con la lámina.	
Corte: Con ayuda de una máquina corta las piezas.	1	0	60	X						
Traslada las piezas cortadas al área de dobléz.	1	3	3		X					
Dobléz: Con ayuda de una máquina dobla las piezas.	1	0	300	X						
Traslada las piezas a una zona libre.	1	4,5	5		X				no hay zona específica	
Pintura: Se procede a pintar la parrilla.	1	0	20	X					no hay zona específica	
Esperar que la pintura se seque.	1	0	60			X			no hay zona específica	
Soldadura: Suelta las piezas que exige el diseño.	1	0	120	X					no hay zona específica	
Atornillado: Une las piezas con tornillos según el diseño.	1	0	60	X					no hay zona específica	
Instalación de equipamiento: Se procede al ensamble de perillas, hornillas, válvulas, mangueras.	1	0	60	X					no hay zona específica	
Acabados según exige el diseño.	1	0	60	X					no hay zona específica	
Prueba de funcionamiento.	1	0	30				X		no hay zona específica	
Se traslada el producto al área de almacenaje.	1	12	5		X					
Almacenado.	1	0	1					X		
TOTAL	1	37	971							
				No de plano:		DIAGRAMA No.		REVISIÓN		
				1						
Referencia de diagramas relacionados				Revisión:	Nivel de Ingeniería:	1	1	1		

Gráfico 3 Diagrama de flujo de proceso fabricación de cocina sencilla de 3 quemadores.

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En el Gráfico 3 muestra que el proceso abarca 14 operaciones que incluyen desde el diseño del producto hasta las pruebas finales de funcionamiento, se registra el tiempo asociado a cada actividad y la distancia recorrida en cada traslado, el total es de 240 minutos de tiempo y 37 metros de desplazamiento, el propósito de este diagrama es identificar oportunidades de mejora en el proceso productivo actual.

La Tabla 4 presenta un resumen del Diagrama de Flujo de Proceso, correspondiente a la fabricación de una cocina industrial sencilla de 3 quemadores en Industrias Valencia, este análisis refleja las actividades realizadas por el operario durante el proceso productivo, detallando el tiempo empleado en cada etapa y la distancia recorrida.

Tabla 4: Resumen del diagrama de flujo de proceso.

RESUMEN			Actual		Propuesto	
OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	No.	Tiempo	No.	Tiempo
Operación	○		9	860	0	0
Transporte	⇒		6	20	0	0
Espera	⊖		1	60	0	0
Inspección	□		1	30	0	0
Almacenamiento	▽		1	1	0	0
TOTAL			18	971	0	0
Distancia total recorrida (m)			37			

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En la Tabla 4 se observa que el tiempo total es de 971 minutos, se consideró las tareas que realiza el operario al momento de fabricar una cocina industrial sencilla de 3 quemadores, con una distancia recorrida de 37 metros.

El Gráfico 4 muestra el Diagrama de Flujo de Proceso, correspondiente al proceso de fabricación de cocinas de hierro en Industrias Valencia, en este diagrama, se registran las actividades que el operario realiza desde el diseño del producto hasta su almacenamiento final, también el tiempo total para realizar el proceso y la distancia que recorren los materiales.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO										Hoja No.:	1	
										DE:	1	
Objetivo y nivel de análisis:					SEGUIMIENTO AL:							
Situación Actual					Operario	X	Material		Equipo			
Nombre del procesos analizado:		RESUMEN			Actual		Propuesto		Economía			
Proceso para la fabricación de cocina de hierro fundido.		OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo		
		Operación	○		8	860	0	0				
		Transporte	⇒		6	20	0	0				
Localización:		Espera	□		0	60	0	0				
		Inspección	□		1	30	0	0				
Método:		Almacenamiento	▽		1	1	0	0				
Actual	X	TOTAL			16	891	0	0				
Propuesto		Distancia total recorrida (m)			37							
Lugar:	Industrias Valencia				Comentarios							
Operador (es):	1				Este proceso debe ser analizado para conocer la situación actual de la empresa y así poder identificar oportunidades de mejora.							
Elaborado por:	David Abad											
Fecha:	20-nov-23											
Revisado por:	Ing. Patricio Sánchez											
Fecha:	24-nov-23											
Aprobó:	Ing. Andrés Valencia											
Fecha:	27-nov-23											
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD (u)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	Símbolo					OBSERVACIONES		
Diseño: El operario diseña el producto a fabricar.		1	0	120	X						El uso de una plantilla para comenzar ahorraría tiempo.	
Se dirige a la zona de materiales.		1	10	3	X							
Traslada una lamina de acero al área de trazado.		1	5	1	X						Maniobra con la lámina.	
Trazado: Traza según las especificaciones de diseño.		1	0	60	X							
Traslada la lamina al área de corte.		1	2,5	3	X						Maniobra con la lámina.	
Corte: Con ayuda de una máquina corta las piezas.		1	0	60	X							
Traslada las piezas cortadas al área de dobléz.		1	3	3	X							
Dobléz: Con ayuda de una máquina dobla las piezas.		1	0	300	X							
Traslada las piezas a una zona libre.		1	4,5	5	X						No hay zona específica.	
Soldadura: Suelta las piezas que exige el diseño.		1	0	120	X						No hay zona específica.	
Atornillado: Une las piezas con tornillos según el diseño.		1	0	60	X						No hay zona específica.	
Instalación de equipamiento: Se procede al ensamble de perillas, hornillas, válvulas, mangueras.		1	0	60	X						No hay zona específica.	
Acabados según exige el diseño.		1	0	60	X						No hay zona específica.	
Prueba de funcionamiento.		1	0	30			X				No hay zona específica.	
Se traslada el producto al área de almacenaje.		1	12	5	X							
Almacenado.		1	0	1					X			
TOTAL		1	37	891								
No de plano:					DIAGRAMA No.		REVISIÓN					
2												
Referencia de diagramas relacionados	Revisión:	Nivel de Ingeniería:			1	2		1				

Gráfico 4: Diagrama de flujo de proceso fabricación de cocina de hierro fundido.

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En el Gráfico 4 el diagrama de flujo de proceso presenta una descripción detallada de las actividades involucradas en la fabricación de cocinas de hierro en Industrias Valencia se identifican 16 operaciones, que van desde el diseño del producto hasta su almacenamiento

final, el proceso tiene una duración total de 891 minutos y cubre una distancia de 37 metros.

La Tabla 5 presenta un resumen del Diagrama de Flujo de Proceso, correspondiente a la fabricación de una cocina de hierro en Industrias Valencia, este análisis refleja las actividades realizadas por el operario durante el proceso productivo, detallando el tiempo empleado en cada etapa y la distancia recorrida.

Tabla 5: Resumen del diagrama de flujo de proceso de fabricación de cocinas de hierro.

RESUMEN			Actual		Propuesto	
OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	No.	Tiempo	No.	Tiempo
Operación	○		8	860	0	0
Transporte	⇒		6	20	0	0
Espera	D		0	60	0	0
Inspección	□		1	30	0	0
Almacenamiento	▽		1	1	0	0
TOTAL			16	891	0	0
Distancia total recorrida (m)			37			

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En la Tabla 5 muestra el proceso donde incluye un total de 16 actividades distribuidas en 8 operaciones, 6 transportes, 1 inspección y 1 actividad de almacenamiento, el tiempo total acumulado es de 891 minutos, con una distancia recorrida de 37 metros por parte del operario.

El Gráfico 5 muestra el Diagrama de Flujo de Proceso, correspondiente al proceso de fabricación de Horno Industrial en Industrias Valencia, en este diagrama, se registran las actividades que el operario realiza desde el diseño del producto hasta su almacenamiento final, también el tiempo total para realizar el proceso y la distancia que recorren los materiales.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO										Hoja No.:	1	
										DE:	1	
Objetivo y nivel de análisis:					SEGUIMIENTO AL:							
Situación actual					Operario	X	Material		Equipo			
Nombre del procesos analizado:			RESUMEN			Actual		Propuesto		Economía		
Proceso para la fabricación de Horno Industrial.			OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo	
			Operación	○		10	860	0	0			
			Transporte	⇒		8	20	0	0			
Localización:			Espera	□		1	60	0	0			
			Inspección	□		1	30	0	0			
Método:			Almacenamiento	▽		1	1	0	0			
Actual	X		TOTAL			21	891	0	0			
Propuesto			Distancia total recorrida (m)			197						
Lugar:	Industrias Valencia					Comentarios						
Operador (es):	1					Este proceso debe ser analizado para conocer la situación actual de la empresa y así poder identificar oportunidades de mejora.						
Elaborado por:	David Abad											
Fecha:	20-nov-23											
Revisado por:	Ing. Patricio Sánchez											
Fecha:	24-nov-23											
Aprobó:	Ing. Andrés Valencia											
Fecha:	27-nov-23											
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (u)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	Símbolo					OBSERVACIONES			
Diseño: El operario diseña el producto a fabricar.	1	0	7200	X	○	⇒	□	▽	El uso de una plantilla para comenzar ahorraría tiempo.			
Se dirige a la zona de materiales.	1	10	3		X							
Traslada 10 láminas de acero al área de trazado.	1	50	25		X				Maniobra con la lámina.			
Trazado: Traza según las especificaciones de diseño.	1	0	960	X								
Traslada la lámina al área de corte.	1	25	25		X				Maniobra con la lámina.			
Corte: Con ayuda de una máquina corta las piezas.	1	0	960	X								
Traslada las piezas cortadas al área de doblez.	1	30	25		X							
Doblez: Con ayuda de una máquina dobla las piezas.	1	0	960	X								
Traslada las piezas a una zona libre.	1	30	25		X				No hay zona específica.			
Pintura: Se procede a pintar la parrilla.	1	0	30	X					No hay zona específica.			
Esperar que la pintura se seque.	1	0	120			X			No hay zona específica.			
Soldadura: Suelta las piezas que exige el diseño.	1	0	480	X					No hay zona específica.			
Atornillado: Une las piezas con tornillos según el diseño.	1	0	180	X					No hay zona específica.			
El operador se traslada a la zona del torno	1	10	3		X							
Torneado: Elabora piezas necesarias para la fabricación del horno industrial.	1	0	180	X								
Se traslada a la zona donde esta ensamblando el horno para proceder a instalar las piezas fabricadas y equipo necesario.	1	30	5		X							
Instalación de equipamiento: Se procede al ensamble de perillas, hornillas, válvulas, mangueras.	1	0	480	X					No hay zona específica.			
Acabados según exige el diseño.	1	0	240	X					No hay zona específica.			
Prueba de funcionamiento.	1	0	300				X		No hay zona específica.			
Se traslada el producto al área de almacenaje.	1	12	15		X							
Almacenado.	1	0	2					X				
TOTAL	1	197	12218									
No de plano:					DIAGRAMA No.		REVISIÓN					
3												
Referencia de diagramas relacionados	Revisión:	Nivel de Ingeniería:	1	3		1						

Gráfico 5: Diagrama de flujo de proceso fabricación de horno industrial.

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En el Gráfico 5 el diagrama de flujo de proceso presenta una descripción detallada de las actividades involucradas en la fabricación de hornos industriales en Industrias Valencia se identifican 21 operaciones, que van desde el diseño del producto hasta su almacenamiento final, el proceso tiene una duración total de 12218 minutos y cubre una distancia de 197 metros.

La Tabla 6 presenta un resumen del Diagrama de Flujo de Proceso, correspondiente a la fabricación del Horno Industrial en Industrias Valencia, este análisis refleja las actividades realizadas por el operario durante el proceso productivo, detallando el tiempo empleado en cada etapa y la distancia recorrida.

Tabla 6: Resumen del diagrama de flujo de proceso de fabricación de Hornos Industriales.

RESUMEN			Actual		Propuesto	
OPERACIONES	SÍMBOLO	TIEMPO	No.	Tiempo	No.	Tiempo
Operación	○		10	860	0	0
Transporte	⇒		8	20	0	0
Espera	D		1	60	0	0
Inspección	□		1	30	0	0
Almacenamiento	▽		1	1	0	0
TOTAL			21	12218	0	0
Distancia total recorrida (m)				197		

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

Se observa que el tiempo total es de 12218 minutos, es decir 25 días, se consideró las tareas que realiza el operario al momento de fabricar un horno industrial, con una distancia recorrida de 197 metros.

La Tabla 7 presenta la utilización de las láminas de acero inoxidable y tubo de acero inoxidable en la fabricación de cocina sencilla de 3 quemadores, cocina de hierro fundido y horno industrial.

Tabla: 7: Cantidad de materia prima utilizada para cada producto que fabrica Industrias Valencia

Producto	Láminas de acero inoxidable, espesor 2mm, ancho 1,5m, largo 3m	Tubo de acero inoxidable con longitud 6m, espesor 1.5mm, 2mm, 3mm
Cocina sencilla (3 quemadores)	2	-
Cocina de hierro fundido	1	1
Horno Industrial	10	1

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Tabla 7 muestra que para la cocina sencilla se utilizan 2 láminas de acero inoxidable de 2mm de espesor, mientras que no se requiere ningún tubo de acero. La cocina de hierro fundido requiere 1 lámina de acero inoxidable y 1 tubo de acero inoxidable con diferentes espesores. Por último, el horno industrial utiliza 10 láminas de acero inoxidable y 1 tubo de acero inoxidable.

Materia prima que usa Industrias Valencia

Lámina de acero inoxidable: La calidad de acero inoxidable con la que se trabaja es de las series 204, 301, 304, 316, 402, 430 que da una mejor presentación para el producto y además en cuanto a la industria alimenticia es el más recomendado sobre todo cuando este va a estar en contacto directo con los alimentos.

Según Machine MFG en su guía de calidades de acero inoxidable dice que actualmente los aceros inoxidables más utilizados son 304 y 316. En términos de coste, el acero inoxidable 304 es más barato que el 316 (Shane, 2023).

Aplicación de la lista de comprobación ergonómica en Industrias Valencia

La Oficina Internacional del Trabajo, en colaboración con la Asociación Internacional de Ergonomía, ha desarrollado un manual compuesto por 128 intervenciones ergonómicas.

El compendio, conocido como "Lista de comprobación Ergonómica" busca implementar prácticas mejoradas en condiciones de trabajo ya existentes, este recurso se erige como una guía valiosa para la evaluación y mejora de la ergonomía en entornos laborales diversos, proporcionando directrices respaldadas por experiencias concretas y pruebas rigurosas (International Labour Office., International Ergonomics Association., 2000).

Los resultados de la lista de comprobación ergonómica se muestran en el Gráfico 6, centrados en las acciones prioritarias identificadas en Industrias Valencia, este gráfico permite visualizar los ítems que requieren atención inmediata para mejorar las condiciones de trabajo.



Gráfico 6: Lista de comprobación ergonómica resultados de acciones prioritarias.

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

El Gráfico 6 presenta los resultados obtenidos a través de la lista de comprobación ergonómica proporcionado por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), destacando los ítems prioritarios que requieren atención inmediata, estos resultados evidencian la necesidad de desarrollar una propuesta de mejoras para optimizar el entorno laboral. Para mayor detalle, en el Anexo 1 se incluye la aplicación completa de la lista de comprobación ergonómica, lo que permite una visión integral de las áreas evaluadas

Destacan áreas como la "Mejora del Diseño del Puesto de Trabajo" con un total de 14 preguntas que requieren atención, seguida por "Seguridad de la Maquinaria de Producción" con 8 preguntas y "Manipulación y Almacenamiento de los Materiales" con 7 preguntas, este análisis detallado proporciona una base sólida para la formulación de

una nueva distribución de planta que atienda directamente a los puntos críticos identificados por la evaluación ergonómica. Ver anexo 1.

Análisis de “prioridades” y “si” de la lista de comprobación ergonómica mediante el diagrama de Pareto

La Tabla 8 muestra el porcentaje y el porcentaje acumulado de las frecuencias “Sí” y “Prioritario” correspondientes a la lista de comprobación ergonómica aplicada en Industrias Valencia.

Tabla 8: Porcentaje y Porcentaje acumulado de las frecuencias "Si" y "Prioritario" de la Lista de comprobación ergonómica aplicada en Industrias Valencia.

Ítem	Frecuencia "No"	Frecuencia "Si"	Frecuencia Prioritaria	Frecuencia total	%	% Acumulado
Mejora del diseño del puesto de trabajo	1	14	14	28	30%	30%
Seguridad de la maquinaria de producción	11	9	8	17	18%	49%
Manipulación y almacenamiento de los materiales	13	8	7	15	16%	65%
Organización del trabajo	15	6	3	9	10%	75%
Equipos de protección individual	3	7	0	7	8%	83%
Herramientas manuales	12	3	3	6	7%	89%
Servicios higiénicos y locales de descanso	0	4	1	5	5%	95%
Iluminación	8	2	0	2	2%	97%
Riesgos ambientales	4	2	0	2	2%	99%
Locales	5	1	0	1	1%	100%
Total	72	56	36	92	100%	

Fuente: Industrias Valencia

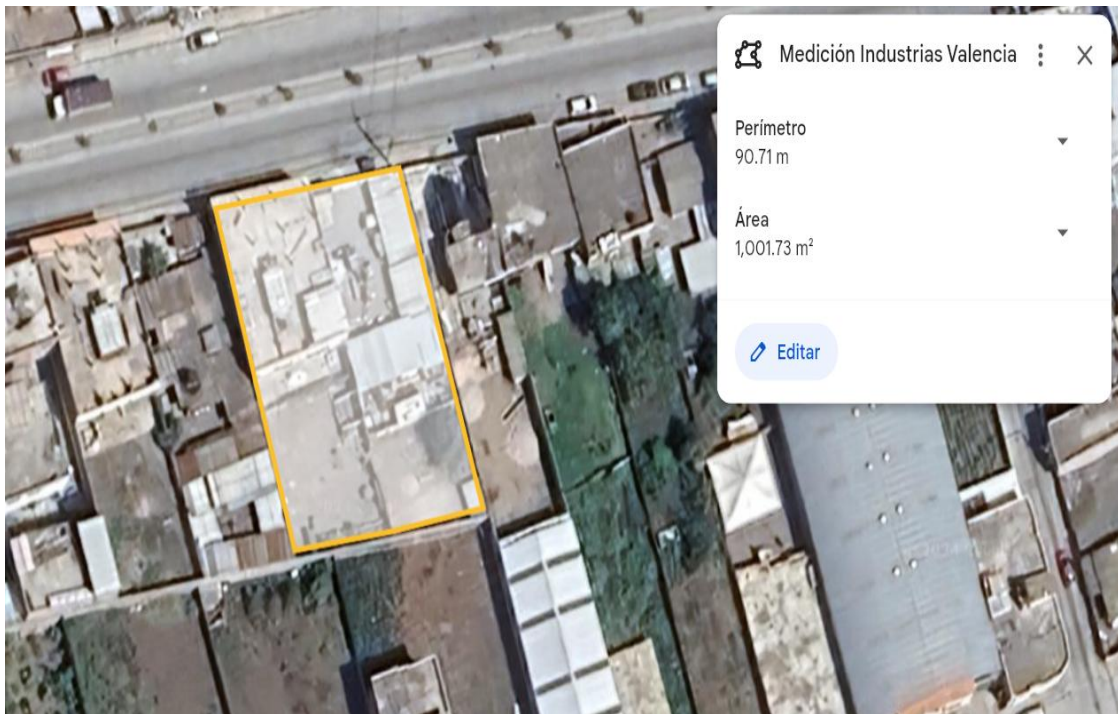
Elaborado por: Abad, David (2023)

En la Tabla 8 los datos revelan que el ítem con mayor porcentaje es la "Mejora del diseño del puesto de trabajo", con un 30% del total de frecuencias, seguido de la "Seguridad de la maquinaria de producción" con un 18% y la "Manipulación y almacenamiento de los materiales" con un 16%, estos tres elementos concentran el 65% de las observaciones prioritarias, los demás ítems, como "Iluminación", "Riesgos ambientales" y "Locales", muestran porcentajes menores, alcanzando el 100% acumulado al incluir todos los ítems evaluados.

Diagrama de recorrido

La imagen 1 muestra la vista satelital de las instalaciones de Industrias Valencia indica el área en m^2 para poder realizar un diagrama de recorrido y tener una noción más clara de cómo es la empresa por dentro.

Imagen 1: Vista satelital de Industrias Valencia



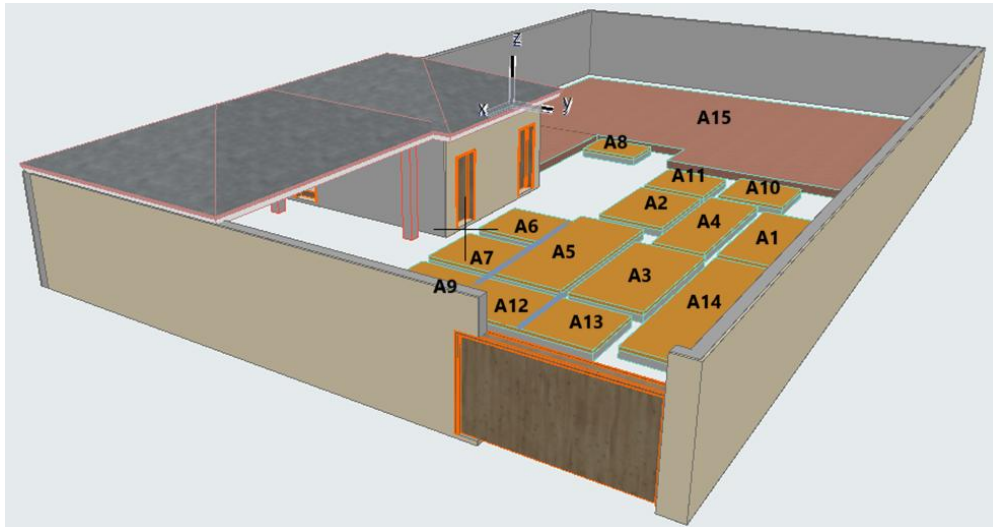
Fuente: Google Earth

La Imagen 1 presenta una vista aérea de Industrias Valencia, que abarcan un área total de 1001,73 m^2 , esta imagen es clave para la elaboración de un diagrama de recorrido, lo que permitirá visualizar con mayor precisión la distribución interna de la empresa.

Modelo actual de la planta de Industrias Valencia

La imagen 2 presenta la clasificación de las áreas de trabajo en Industrias Valencia, asignando un código específico a cada una para facilitar su identificación dentro del modelo de distribución de la planta.

Imagen 2: Modelo actual de la planta de Industrias Valencia en ArchiCAD.



ÁREA	CÓDIGO	COLOR
Almacén de materia prima	A1	
Área de trazo	A2	
Área de corte	A3	
Área de doblaz	A4	
Área de almacenamiento temporal	A5	
Área de ensamble: Soldadura	A6	
Área de ensamble: Unión mediante tornillo/remache	A7	
Área de Torno	A8	
Área de pintura	A9	
Área de ensamble: Aislantes	A10	
Área de ensamble: Accesorios	A11	
Área de pruebas	A12	
Área de embalaje	A13	
Área de almacenamiento de producto terminado	A14	
Área no disponible	A15	

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Imagen 2 muestra el listado de las áreas de trabajo identificadas en el modelo actual de la planta de Industrias Valencia, desarrollado en ArchiCAD, cada una con su respectivo código para facilitar su identificación, las áreas abarcan desde el almacén de materia prima (A1) hasta el almacenamiento de producto terminado (A14), cubriendo todo el proceso productivo, desde el trazo y corte, hasta el ensamblaje, pruebas y embalaje. La última área (A15) corresponde a un espacio no disponible.

Diagrama de Recorrido del Flujo de Materiales en Industrias Valencia

El diagrama de recorrido ilustra el flujo de materiales dentro de las instalaciones de Industrias Valencia, mostrando el trayecto que siguen desde el almacén de materia prima hasta el almacenamiento de producto terminado a continuación se lo presenta en el Gráfico 7.



Gráfico 7: Diagrama de Recorrido de Industrias Valencia

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad David (2023)

El diagrama de recorrido del Gráfico 7 incluye: 12 operaciones, 12 transportes de materiales con distancias largas, 1 espera, 0 inspecciones y 1 almacenamiento. Este recorrido refleja el flujo de materiales para la fabricación de los diversos productos en Industrias Valencia.

Área de estudio:

Tabla 9 Área de estudio

Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de investigación	Sistemas Industriales
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Gestión de sistemas productivos
Aspecto	Distribución de planta
Objeto de estudio	Proponer mejoras de distribución
Periodo de análisis	Octubre 2023 – febrero 2024

Fuente: Universidad Indoamérica

Elaborado por: Abad, David (2023)

Modelo Operativo

En el Gráfico 8 ilustra el modelo operativo de la propuesta para la distribución de planta basado en el método Systematic Layout Planning (SLP) propuesto por Muther (1968).

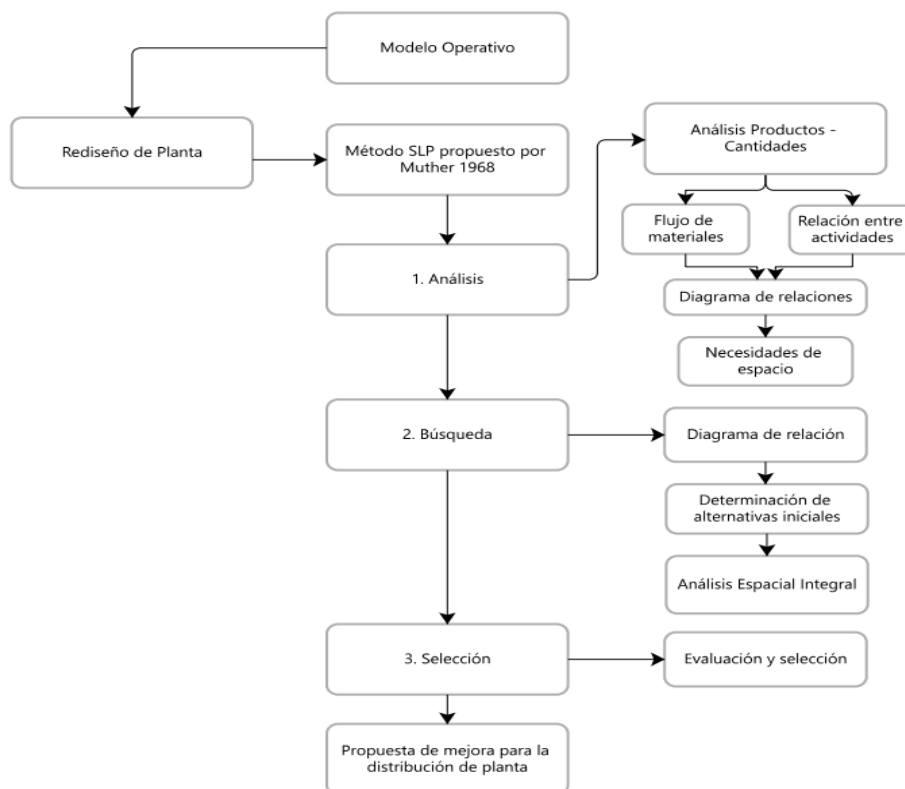


Gráfico 8: Modelo Operativo

Elaborado por: Abad, David (2023)

El Gráfico 8 consta de tres etapas principales: análisis, búsqueda y selección, cada etapa se apoya en herramientas clave, como el análisis de productos y cantidades, flujo de materiales, relación entre actividades y diagramas de relaciones, que convergen en la propuesta de mejora para la distribución de planta.

Desarrollo del modelo operativo:

Rediseño de planta:

El modelo operativo en este proyecto se basa en el método *Systematic Layout Planning* (SLP) propuesto por Richard Muther en 1968, una metodología ampliamente utilizada en la ingeniería industrial para optimizar la distribución de planta, es un instrumento que permite el uso eficaz de los recursos, organización de espacios de trabajo y equipos industriales, optimización de los procesos, aumento de competitividad y mejora continua (Torres-Soto, 2020), contiene simplificados métodos de distribución aplicables a cualquier tipo de industria con espacios nuevos o para readaptaciones.

La distribución en planta es el proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada, alude algunas veces a la disposición física ya existente o a una nueva distribución proyectada, o se refiere al área de estudio o simplemente a la realización de una distribución completamente nueva (Ramón, 2002).

1. Análisis

Localización del área a organizar:

En esta etapa se realiza un diagnóstico exhaustivo de la disposición actual de la planta, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora en el flujo de materiales, la ubicación de áreas clave y la interacción entre diferentes secciones del proceso productivo. Se emplearán diagramas de flujo, de relaciones y de recorrido para mapear los flujos y conexiones entre las diferentes áreas de la planta.

Diagrama Origen – Destino (OD) de Industrias Valencia.

El diagrama OD representa la trayectoria del flujo de materiales en la instalación, en esta etapa, se identificó las rutas críticas y las interacciones clave entre áreas para comprender cómo se mueven los materiales a lo largo del proceso de fabricación. A continuación, en

la tabla 10 se presentan las áreas que comprende Industrias Valencia con su respectiva designación de códigos para cada una.

Tabla 10: Designación de códigos a cada área específica de Industrias Valencia.

ÁREA	CÓDIGO
Almacén de materia prima	Área 1
Área de trazo	Área 2
Área de corte	Área 3
Área de dobléz	Área 4
Área de almacenamiento temporal	Área 5
Área de ensamble: Soldadura	Área 6
Área de ensamble: Unión mediante tornillo/remache	Área 7
Área de Torno	Área 8
Área de pintura	Área 9
Área de ensamble: Aislantes	Área 10
Área de ensamble: Accesorios	Área 11
Área de pruebas	Área 12
Área de embalaje	Área 13
Área de almacenamiento de producto terminado	Área 14

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Tabla 10 presenta la designación de códigos específicos asignados a cada área operativa de Industrias Valencia, en ella, se enumeran 14 áreas, que abarcan desde el almacén de materia prima hasta el almacenamiento de producto terminado, cada área ha sido identificada con un código que facilita su reconocimiento y referencia dentro del proceso de optimización de la distribución de la planta, los códigos asignados van desde el Área 1, correspondiente al almacén de materia prima, hasta el Área 14, que representa el almacenamiento de producto terminado.

DIAGRAMA ORIGEN-DESTINO														HOJA:	1	
														DE:	1	
ORIGEN \ DESTINO	Almacén de materia prima	Área de trazo	Área de corte	Área de dobléz	Área de almacenamiento temporal	Área de ensamble: Soldadura	Área de ensamble: Union mediante tornillo/remache	Área de Torno	Área de pintura	Área de ensamble: Aislantes	Área de ensamble: Accesorios	Área de pruebas	Área de embalaje	Área de almacenamiento de producto terminado	T O T A L	MÉTODO ANALIZADO
																ACTUAL:
PROPUESTO:																
LINEA DE PRODUCCIÓN																
Almacén de materia prima		2270													2270	ESTACIONES DE TRABAJO CON ALTO GRADO DE INTERACCIÓN CON EL ORIGEN
Área de trazo			2270												2270	
Área de corte				2270											2270	
Área de dobléz					2270										2270	
Área de almacenamiento temporal						1119	695	96	360						2270	
Área de ensamble: Soldadura										1119					1119	
Área de ensamble: Union mediante tornillo/remache											695				695	
Área de Torno									96						96	
Área de pintura											360				360	
Área de ensamble: Aislantes										96	2174				2270	
Área de ensamble: Accesorios											96				96	
Área de pruebas												2270			2270	
Área de embalaje													2270		2270	
Área de almacenamiento de producto terminado														2270	2270	
TOTAL		2270	2270	2270	2270	1119	695	96	360	96	2270	2270	2270	4540	REVISIÓN	
CONTROL DE CAMBIOS EN INFORMACIÓN DE MANUFACTURA																
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	NÚMERO: 1													
ABAD DAVID	ING SANCHEZ	ING	NOTIFICACIÓN DE CAMBIO: DIAGRAMA NÚM.													
FECHA	FECHA	FECHA	DESCRIPCIÓN:DIAGRAMA ORIGEN DESTINO													
20/10/2023	6/7/2024	25/11/2023	INDUSTRIAS VALENCIA													

INDUSTRIAS VALENCIA

Gráfico 9: Diagrama Origen - Destino de Industrias Valencia

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad David (2023)

El Gráfico 9 muestra el Diagrama Origen-Destino correspondiente a Industrias Valencia, el cual representa el flujo de materiales entre las diversas áreas de trabajo de la planta, este diagrama nos permite visualizar las interacciones entre las diferentes estaciones de producción, facilitando la comprensión de los movimientos de materiales dentro de la fábrica, cada fila del diagrama representa un área de origen, mientras que cada columna corresponde a un área de destino, de este modo, es posible identificar con precisión las transferencias de materiales entre los diferentes departamentos productivos.

Los valores numéricos ubicados en las celdas del diagrama indican la cantidad de material que se transfiere de un área de origen a su respectiva área de destino, se observa que el almacén de materia prima envía 2270 unidades al área de trazo y así sucesivamente, que el almacén de materia prima tiene una alta interacción con varios departamentos, el área de pintura y el área de torneado presentan un menor movimiento de materiales como se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11: Resumen del movimiento de materiales en el diagrama Origen Destino.

DESDE	DESDE A	HASTA	HASTA D	TOTAL, UNIDADES EN MOVIMIENTO	%	% ACUMULADO
Área 1	Almacén de materia prima	Área 2	Área de trazo	2270	11,1%	11%
Área 2	Área de trazo	Área 3	Área de corte	2270	11,1%	22%
Área 3	Área de corte	Área 4	Área de doblez	2270	11,1%	33%
Área 4	Área de doblez	Área 5	Área de almacenamiento temporal	2270	11,1%	44%
Área 5	Área de almacenamiento temporal	Área 6	Área de ensamble: Soldadura	1119	5,5%	50%
Área 5	Área de almacenamiento temporal	Área 7	Área de ensamble: Unión mediante tornillo/remache	695	3,4%	53%
Área 5	Área de almacenamiento temporal	Área 8	Área de Torno	96	0,5%	54%
Área 5	Área de almacenamiento temporal	Área 9	Área de pintura	360	1,8%	55%
Área 6	Área de ensamble: Soldadura	Área 11	Área de ensamble: Accesorios	1119	5,5%	61%
Área 7	Área de ensamble: Unión mediante tornillo/remache	Área 11	Área de ensamble: Accesorios	695	3,4%	64%
Área 8	Área de Torno	Área 10	Área de ensamble: Aislantes	96	0,5%	65%
Área 9	Área de pintura	Área 11	Área de ensamble: Accesorios	360	1,8%	66%
Área 10	Área de ensamble: Aislantes	Área 11	Área de ensamble: Accesorios	96	0,5%	67%
Área 10	Área de ensamble: Aislantes	Área 12	Área de pruebas	2174	10,6%	77%
Área 11	Área de ensamble: Accesorios	Área 12	Área de pruebas	96	0,5%	78%
Área 12	Área de pruebas	Área 13	Área de embalaje	2270	11,1%	89%
Área 13	Área de embalaje	Área 14	Área de almacenamiento de producto terminado	2270	11,1%	100%
Total				20526	100%	

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En la Tabla 11 se describe el resumen del diagrama origen destino y proporciona una visión detallada de los movimientos de materiales entre las diversas áreas de Industrias Valencia, en este análisis, se destaca que las Áreas 13 y 14 representan puntos cruciales,

ya que están involucradas en el traslado del producto terminado y su almacenamiento, abarcando el 22,2% del total de movimientos.

Asimismo, las Áreas 1 a 5 y 12 también juegan un papel fundamental, sumando el 33% del movimiento total, las relaciones específicas, como el flujo desde el Área de corte hasta el Área de almacenamiento temporal, o desde el Área de ensamble: Aislantes hasta el Área de pruebas, ofrecen información crucial para diseñar una distribución óptima de planta en Industrias Valencia.

Diagrama de Relaciones de Industrias Valencia.

El diagrama de relaciones ilustra la proximidad y la interdependencia entre las distintas áreas de la planta. Mediante este análisis, se identificó la conectividad y las relaciones espaciales entre actividades, proporcionando información crucial para la distribución eficiente.

El Gráfico 10 muestra el diagrama de relaciones de áreas en Industrias Valencia, donde se detallan las conexiones y proximidades necesarias entre las 14 áreas de trabajo, cada relación está clasificada por su grado de importancia: absolutamente necesaria (A), importante (I), ordinaria (O) o sin importancia (U), en el análisis, se observan 6 relaciones esenciales clasificadas como 'A', 4 como 'I' y 5 como 'O', estas categorizaciones permiten visualizar de manera efectiva las interacciones críticas, facilitando la planificación de una distribución de planta.

DIAGRAMA DE RELACIONES														Hoja: 1 De: 1							
NÚM	Áreas o Estación de trabajo													Tipo de Relación							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Cant.	Code.	Relación		
1	ÁREA 1	1	2														6	A	ABSOLUTAMENTE NECESARIA		
2	ÁREA 2	A 1	2	3													0	E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE		
3	ÁREA 3		A 1	3	4												4	I	IMPORTANTE		
4	ÁREA 4			A 1	4	5											5	O	ORDINARIA		
5	ÁREA 5				I 1	5	6										0	U	SIN IMPORTANCIA		
6	ÁREA 6						6	7									0	X	NO DESEABLE		
7	ÁREA 7							I 1		7	8						ARGUMENTO EMPLEADOS				
8	ÁREA 8								O 1		8	9					NUM.	ARGUMENTO			
9	ÁREA 9									O 1		9	10				1	PROCESOS RELACIONADOS			
10	ÁREA 10										O 1		10	11			2	PELIGRO DE INCENDIO			
11	ÁREA 11									I 1	I 1		O 1	O 1	11	12		3	POLVO SUSPENDIDO		
12	ÁREA 12												A 1	O 1	12	13		4	SEGURIDAD DEL OPERARIO		
13	ÁREA 13														A 1	13	14	5	FLUJO DE OPERARIOS		
14	ÁREA 14															A 1	14	15	6	SOBRANTE DE MATERIAL	
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ												NÚMERO:					
David Abad		Ing. Andres Valencia		Ing. Patricio Sanchez												1					
FECHA		FECHA		FECHA												REVISIÓN					
20/10/2023		21/10/2023		24/11/2023												1					
														DIAGRAMA NUMERO							
														2							
DESCRIPCIÓN: Entre las 14 áreas de trabajo en Industrias Valencia, categorizando las relaciones de acuerdo con su grado de importancia: absolutamente necesaria (A), importante (I), ordinaria (O) y sin importancia (U). En el análisis, se identifican 6 relaciones clasificadas como "A", 4 como "I" y 5 como "O", lo que resulta fundamental para optimizar la distribución de planta.																					

INDUSTRIAS VALENCIA

Gráfico 10: Diagrama de relaciones de áreas en Industrias Valencia.
Fuente: Industrias Valencia
Elaborado por: Abad, David (2023)

En el Gráfico 10 la evaluación se realiza considerando el rango de datos obtenido, la diferencia entre el dato mayor y menor proporciona una escala para categorizar las áreas en el Diagrama de Relaciones, el incremento indica el intervalo entre categorías como se observa en la Tabla 13.

Tabla 12: Tabla de evaluación de categorías.

Categoría	Desde	Hasta
A	1726,5	2270
E	1183	1726,5
I	639,5	1183
O	96	639,5

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

La evaluación de categorías que se muestra en la Tabla 13 facilita la identificación de áreas críticas y estratégicas en el proceso de distribución, contribuyendo a la toma de decisiones informadas en la ubicación de espacios en el Diagrama de Relaciones.

Categoría A:

Áreas evaluadas en la categoría A muestran una alta interdependencia y proximidad. Se consideran áreas críticas y estratégicas para mantener en cercanía debido a su fuerte conexión en el proceso productivo.

Categoría E:

Las áreas en la categoría E poseen una interacción significativa, aunque no tan intensa como las de la categoría A, la distribución de estas áreas debe mantenerse eficiente, pero con menos énfasis en la proximidad inmediata.

Categoría I:

Categoría I incluye áreas con interacciones moderadas, aunque no son críticas en términos de proximidad extrema, se busca optimizar la distribución para mejorar la eficiencia general.

Categoría O:

Las áreas en la categoría O presentan una baja interdependencia, aunque no requieren una proximidad extrema, aún se considera su ubicación para evitar movimientos innecesarios.

Esta evaluación proporciona una base objetiva para la toma de decisiones en el Diagrama de Relaciones, asegurando que las áreas críticas se encuentren estratégicamente ubicadas para mejorar la distribución de Industrias Valencia en la Tabla 14 se presenta un resumen detallado del diagrama.

Tabla 13 Resumen del diagrama de Relaciones de áreas en Industrias Valencia

DESDE	HASTA	TOTAL, UNIDADES EN MOVIMIENTO	%	% ACUMULADO	A	E	I	O
Área 1	Área 2	2270	11,1%	11%	A			
Área 2	Área 3	2270	11,1%	22%	A			
Área 3	Área 4	2270	11,1%	33%	A			
Área 4	Área 5	2270	11,1%	44%	A			
Área 5	Área 6	1119	5,5%	50%			I	
Área 5	Área 7	695	3,4%	53%			I	
Área 5	Área 8	96	0,5%	54%				O
Área 5	Área 9	360	1,8%	55%				O
Área 6	Área 11	1119	5,5%	61%			I	
Área 7	Área 11	695	3,4%	64%			I	
Área 8	Área 10	96	0,5%	65%				O
Área 9	Área 11	360	1,8%	66%				O
Área 10	Área 11	96	0,5%	67%				O
Área 10	Área 12	2174	10,6%	77%	A			
Área 11	Área 12	96	0,5%	78%				O
Área 12	Área 13	2270	11,1%	89%	A			
Área 13	Área 14	2270	11,1%	100%	A			
Total		20526	100%		7	0	4	6

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

La evaluación detallada del flujo de materiales en la Tabla 14 revela que las Áreas 1 a 5, 10, 12, 13 y 14 constituyen el 100% del movimiento total, siendo especialmente críticas las Áreas 13 y 14, clasificadas como Categoría A, esta categorización refleja la necesidad de una atención específica para optimizar la eficiencia en estas áreas.

Se identificaron movimientos significativos en las Áreas 6, 7 y 11, clasificadas como Categoría I, y en las Áreas 8, 9 y 10, clasificadas como Categoría O, la propuesta de distribución óptima de planta debería priorizar la mejora en las Áreas A, mientras considera estrategias específicas para las Categorías I y O, asegurando así una reorganización efectiva que minimice el movimiento y optimice los procesos de Industrias Valencia.

2. Búsqueda

Con base en el análisis realizado, se generarán diversas alternativas de distribución de planta que mejoren la eficiencia del proceso, estas alternativas estarán diseñadas para minimizar el recorrido de los materiales y optimizar el uso del espacio disponible, se aplicará un modelo de programación lineal para determinar la mejor alternativa en función de la minimización de costos y tiempos de transporte de materiales, el algoritmo CORELOP, se utilizará para realizar el ajuste óptimo en la distribución de áreas.

Programación Lineal para encontrar la asignación óptima

La programación lineal ayuda a encontrar la asignación óptima de áreas en la planta de Industrias Valencia es una técnica matemática utilizada para maximizar o minimizar una función objetivo, sujeta a una serie de restricciones, esta técnica es particularmente útil en la ingeniería industrial para resolver problemas de asignación y optimización de recursos.

Formulación del Problema

La formulación del problema corresponde a un problema de asignación en el que se busca maximizar la importancia de las asignaciones entre las diferentes áreas de la planta, a continuación, se presenta la formulación matemática del problema:

Variables de Decisión:

$$1 \& \textit{si el área } i \textit{ se asigna al área } j \setminus 0 \& \\ \textit{en caso contrario} \end{cases} \setminus]$$

Función Objetivo:

La función objetivo busca maximizar la suma de las importancias asignadas:

$$\text{Maximizar } \sum_{i=1}^{14} \sum_{j=1}^{14} c_{ij} \cdot x_{ij}$$

Restricciones:

Cada área debe ser asignada a exactamente una otra área:

$$\sum_{i=1}^{14} c_{ij} = 1 \quad \forall j$$

Cada área debe recibir exactamente una asignación de otra área:

$$\sum_{i=1}^{14} x_{ij} = 1 \quad \forall j$$

Algoritmo para aplicación de la programación lineal de asignación de áreas para Industrias Valencia en Python

Se utilizó la biblioteca SciPy para resolver el problema de programación lineal mediante el método *linprog*, que resuelve problemas de minimización. Para convertir el problema de maximización en uno de minimización, se multiplicó la función objetivo por -1.

Código en Python:

```

from scipy.optimize import linprog
import numpy as np
# Definición de la matriz de importancia
importancia = np.array([
    #matriz de importancia completa])
# Aplanar la matriz de importancia para usarla en linprog
c = -importancia.flatten()
# Crear las restricciones de igualdad
A_eq = []
b_eq = []
# Restricciones de asignación única por fila (área)
for i in range(14):
    row = np.zeros(14 * 14)
    row[i * 14:(i + 1) * 14] = 1
    A_eq.append(row)

```

```

    b_eq.append(1)
# Restricciones de asignación única por columna (área)
for j in range(14):
    col = np.zeros(14 * 14)
    col[j::14] = 1
    A_eq.append(col)
    b_eq.append(1)
# Convertir A_eq y b_eq a arreglos numpy
A_eq = np.array(A_eq)
b_eq = np.array(b_eq)
# Llamada a la función linprog
res = linprog(c, A_eq = A_eq, b_eq = b_eq, bounds = (0, 1), method = 'highs')

# Reshapear el resultado para obtener la matriz de asignación
asignacion = res.x.reshape((14, 14))
# Mostrar la matriz de asignación
print("Matriz de Asignación:")
print(asignacion)

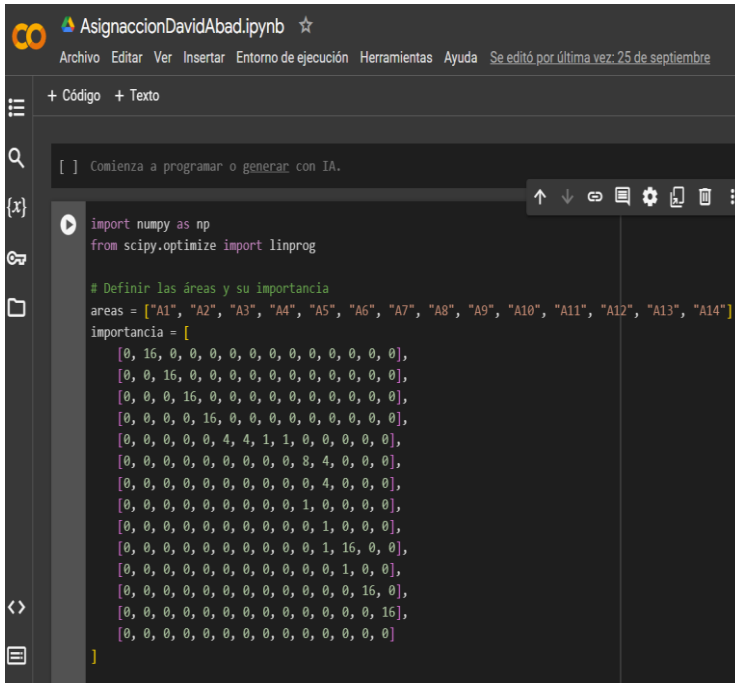
```

La matriz de asignación resultante indica las áreas asignadas entre sí, optimizando la distribución de la planta de acuerdo con la importancia definida en la matriz c_{ij} . Los resultados obtenidos mediante *linprog* confirmaron la validez del modelo, y se logró un valor objetivo óptimo de -710, lo que corresponde a un valor de 710 en la función de maximización original.

Código de programación de asignación óptima para Industrias Valencia

En la siguiente serie de imágenes se presentan capturas de pantalla del proceso de ejecución del código de programación lineal ya existente pero adaptado para ser desarrollado y probado en Google Colab, estas imágenes documentan cada paso clave del código, desde la carga de bibliotecas y definición de variables hasta la resolución del modelo y visualización de los resultados.

Imagen 3:Entorno de Programación para la asignación óptima parte 1.



```
AsignacionDavidAbad.ipynb
Archivo Editar Ver Insertar Entorno de ejecución Herramientas Ayuda Se editó por última vez: 25 de septiembre

+ Código + Texto

[ ] Comienza a programar o generar con IA.

import numpy as np
from scipy.optimize import linprog

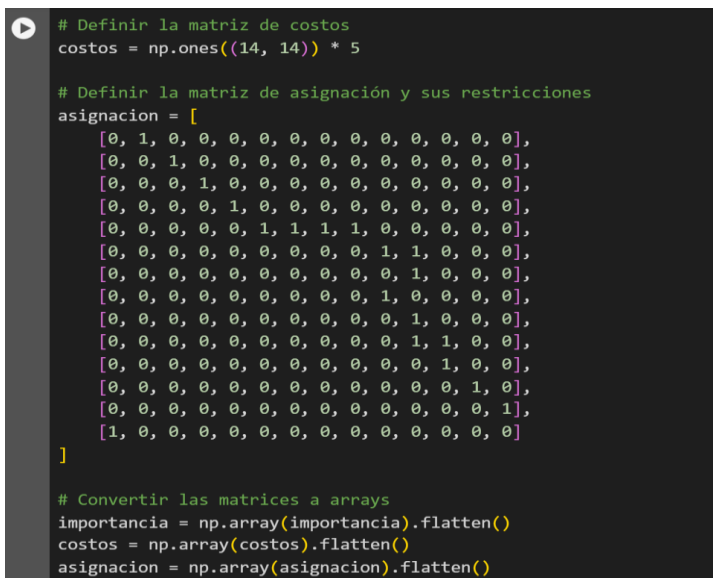
# Definir las áreas y su importancia
areas = ["A1", "A2", "A3", "A4", "A5", "A6", "A7", "A8", "A9", "A10", "A11", "A12", "A13", "A14"]
importancia = [
    [0, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 4, 4, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 4, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 4, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 16, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 16, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 16],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
]
```

Fuente: Google Colab

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Imagen 3 muestra el entorno de programación en Google Colab donde se ejecutó el código, en esta captura se puede observar la interfaz de Colab con el código cargado en la celda de código y la matriz para la asignación.

Imagen 4:Entorno de Programación para la asignación óptima parte 2.



```
# Definir la matriz de costos
costos = np.ones((14, 14)) * 5

# Definir la matriz de asignación y sus restricciones
asignacion = [
    [0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0],
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1],
    [1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
]

# Convertir las matrices a arrays
importancia = np.array(importancia).flatten()
costos = np.array(costos).flatten()
asignacion = np.array(asignacion).flatten()
```

Fuente: Google Colab

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Imagen 4 muestra un fragmento del código donde se define la matriz de costos y la matriz de asignación en Google Colab, en la primera parte del código, se crea una matriz de costos uniforme de 14x14 con valores de 5 utilizando la función *np.ones* de *NumPy*, a continuación, se define la matriz de asignación, representada por una matriz de 14x14, que establece las restricciones y la distribución específica para el problema de optimización.

Imagen 5: Entorno de Programación para la asignación óptima parte 3.

```
# Número de variables
num_variables = 14 * 14

# Función objetivo: maximizar la importancia
c = -importancia

# Restricciones: solo una asignación por área
A_eq = []
b_eq = []
for i in range(14):
    row = [0] * num_variables
    for j in range(14):
        row[i * 14 + j] = 1
    A_eq.append(row)
    b_eq.append(1)

# Restricciones: solo una asignación por área (basado en la matriz de Excel)
for j in range(14):
    row = [0] * num_variables
    for i in range(14):
        row[i * 14 + j] = 1
    A_eq.append(row)
    b_eq.append(1)
```

Fuente: Google Colab

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Imagen 5 muestra la definición de la función objetivo y las restricciones del problema de optimización, se establece el número de variables (14x14) y la función objetivo que maximiza la importancia. también se definen las restricciones que aseguran una única asignación por área, utilizando bucles *for* para construir las ecuaciones correspondientes.

Imagen 6:Entorno de Programación para la asignación óptima parte 4.

```
# Resolver el problema de optimización
res = linprog(c, A_eq=A_eq, b_eq=b_eq, bounds=(0, 1), method='simplex')

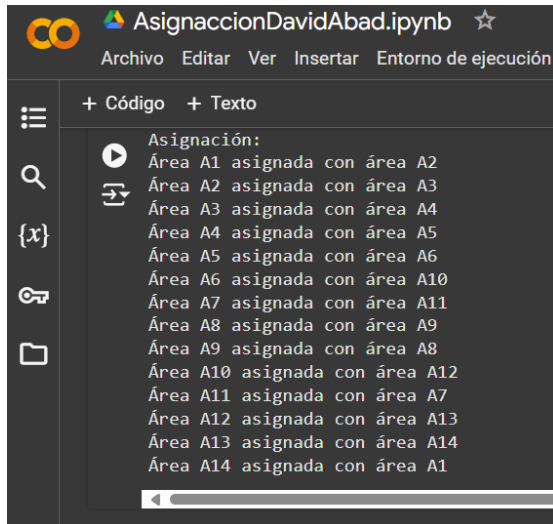
# Imprimir resultados
asignaciones = res.x.reshape((14, 14))
print("Importancia Total:", -res.fun)
print("Asignación:")
for i in range(14):
    for j in range(14):
        if asignaciones[i, j] > 0.5:
            print(f"Área {areas[i]} asignada con área {areas[j]}")
```

Fuente: Google Colab

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Imagen 4 muestra la ejecución de la resolución del problema en donde se ejecuta la función *print* para poder tener la asignación de áreas que se mostrara en la imagen 5 a continuación.

Imagen 7: Resultado del entorno de programación



```
Asignación:  
Área A1 asignada con área A2  
Área A2 asignada con área A3  
Área A3 asignada con área A4  
Área A4 asignada con área A5  
Área A5 asignada con área A6  
Área A6 asignada con área A10  
Área A7 asignada con área A11  
Área A8 asignada con área A9  
Área A9 asignada con área A8  
Área A10 asignada con área A12  
Área A11 asignada con área A7  
Área A12 asignada con área A13  
Área A13 asignada con área A14  
Área A14 asignada con área A1
```

Fuente: Google Colab

Elaborado por: Abad, David (2023)

En la Imagen 7 muestra el resultado de la ejecución del código de programación lineal para asignar la ubicación entre áreas encontrando así la más óptima entre una serie de alternativas, esto se logra por aplicar un modelo de programación lineal ya existente solamente se adaptan los nuevos datos del problema a resolver.

Aplicación de matrices para asignación de áreas óptimas en Industrias Valencia mediante Solver.

En este proceso, se utiliza Excel Solver para realizar una asignación óptima de áreas en Industrias Valencia, el enfoque se basa en el análisis de matrices de importancia y de alternativas iniciales, las cuales se emplean para organizar las áreas de trabajo de manera eficiente, maximizando la funcionalidad y minimizando los costos de operación.

En la Imagen 8 se presenta la matriz de importancia esta muestra la relevancia relativa entre las distintas áreas, cada celda de esta matriz contiene un valor que representa la importancia de la conexión entre las áreas designadas, ayudando a priorizar las ubicaciones que deben estar próximas debido a sus interacciones en el flujo de trabajo.

Imagen 8: Matriz de importancia.

A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A7	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0
A11	0	0	0	0	0	4	4	0	1	1	0	0	0	0
A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0
A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0
A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0

Fuente: Excel

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Imagen 9 muestra la matriz de alternativas iniciales presenta un costo unitario constante asignado a cada posible ubicación para las áreas en este caso, valor de "5" para cada celda, proporcionando una base uniforme sobre la cual *Solver* aplica restricciones y criterios de optimización.

Imagen 9: Matriz de alternativas iniciales

A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
A1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Excel

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Imagen 10 presenta un costo constante asignado a cada posible ubicación para las áreas en este caso, valor de "5" para cada celda, proporcionando una base uniforme sobre la cual *Solver* aplica restricciones y criterios de optimización.

Imagen 10: Matriz de costo

A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
A1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Excel

Elaborado por: Abad, David (2023)

En la Imagen 11 se presenta la matriz de asignación donde cada fila corresponde a un área específica (A1, A2) y cada columna a las ubicaciones posibles (A1, A2, ... A14), la asignación se optimiza mediante restricciones que limitan la cantidad de asignaciones para cada área en función de la importancia de mantener un flujo eficiente, por ejemplo, el área A5 requiere cuatro ubicaciones asignadas, mientras que otras áreas pueden requerir solo una. Las restricciones de *Solver* garantizan que cada área se asigne a una ubicación en función de estos requerimientos.

Imagen 11: Matriz de asignación

A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	<=
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
A2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
A6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
A7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A10	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
A11	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1
A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
															Objetivo:710

Fuente: Excel

Elaborado por: Abad, David (2023)

En la Imagen 11 se presenta el objetivo de la optimización el valor es de "710", que representa la solución óptima en términos de costos o eficiencia para la distribución de áreas en la planta *Solver* ajusta las asignaciones para cumplir con todas las restricciones y obtener el máximo beneficio posible en la disposición de las áreas, lo que apoya la mejora de la distribución de planta de Industrias Valencia.

Distribución detallada:

Se evaluarán las alternativas generadas, incluirá la comparación de distancias recorridas, tiempos de transporte, utilizando el diagrama de Pareto para identificar y priorizar las áreas críticas que requieren mejoras ergonómicas, se utilizará un diagrama de Pareto basado en los resultados obtenidos de una lista de verificación ergonómica aplicada previamente.

El Gráfico 11 presenta un diagrama de Pareto basado en los resultados de la lista de comprobación ergonómica, destacando las acciones marcadas como “Sí” y “Prioritarias”.

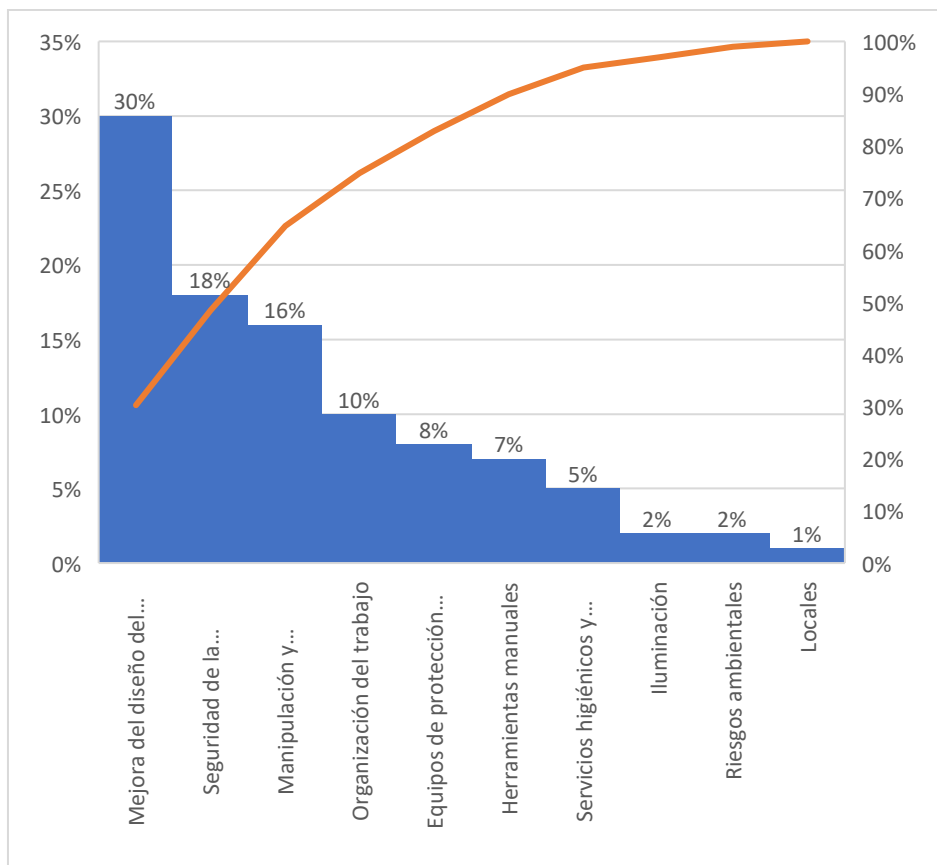


Gráfico 11: Diagrama de Pareto: Acciones "Sí" y "Prioritarias".

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

En el Gráfico 11 indica que La "Mejora del diseño del puesto de trabajo" constituye el 30.43% de las incidencias ergonómicas identificadas, lo que subraya la necesidad de rediseñar los espacios de trabajo según la aplicación de la lista de comprobación ergonómica.

En esta fase, se ha identificado la relación entre cada área, lo que permite proceder con los cálculos correspondientes de los espacios físicos asignados a los puestos de trabajo, utilizando el método de Guerchet, es importante destacar que las áreas obtenidas son aproximadas y están sujetas a modificaciones según las circunstancias (Murther, 1968).

A continuación, se explican las definiciones de los tipos de superficie y las ecuaciones empleadas en la aplicación del método de Guerchet, donde la superficie total de un área se calcula como la suma de la superficie estática, la superficie de gravitación y la superficie de evolución, de acuerdo con (Cuatrecasas, 2009):

Superficie estática (Ses)

Es la superficie en la que se ubican las máquinas e instalaciones, y se calcula utilizando la fórmula correspondiente al área según la forma geométrica de cada sección.

Tabla 14: Distribución de numero de máquinas por área calculo área estática.

Áreas de la planta	Área	N° de máquinas	Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Área Estática (m ²)
Almacén de materia prima	Área 1	1	Área de materiales	4	3	2	12
Área de trazo	Área 2	1	Mesa	3	2	0,8	6
Área de corte	Área 3	3	Cortadora (Cizalla)	4	2	1	24
Área de doblez	Área 4	2	Dobladora (Laminas - Tubos)	4,5	1,5	1,5	13,5
Área de almacena miento temporal	Área 5	1	Área de materiales	5	2	2	10
Área de ensamble: Soldadura	Área 6	2	Soldadoras (1 autógena - oxiacetileno)	2	2	1,2	8
Área de ensamble: Unión mediante tornillo/re mache	Área 7	1	Remachadora - Taladro percutor	2	2	0,5	4
Área de Torno	Área 8	1	Torno	2	1,5	1	3
Área de pintura	Área 9	1	Compresor	2	2	0,5	4
Área de ensamble: Aislantes	Área 10	1	Herramientas	2	2	0,5	4
Área de ensamble: Accesorios	Área 11	1	Herramientas	2	2	0,5	4
Área de pruebas	Área 12	1	Herramientas	2	2	0,5	4
Área de embalaje	Área 13	1	Herramientas	2	2	0,5	4

Áreas de la planta	Área	N° de máquinas	Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Área Estática (m^2)
Área de almacenamiento de producto terminado	Área 14	1	Área de almacenamiento	6	3	2	18

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Tabla 15 en la distribución del espacio en la planta se detalla mediante la interpretación de los datos proporcionados para cada área. En el almacén de materia prima (Área 1), se encuentra una amplia área de materiales con dimensiones de 4 m de largo, 3 m de ancho y 2 m de altura, generando un área estática de $12 m^2$.

El área de trazo (Área 2) alberga una mesa de 3 m de largo, 2 m de ancho y 0,8 m de altura, con un área estática de $6 m^2$. En el área de corte (Área 3), tres cortadoras (Cizalla) ocupan un espacio de 4 m de largo, 2 m de ancho y 1 m de altura cada una, sumando un área estática total de $24 m^2$. La zona de doblado (Área 4) contiene dos dobladoras (Láminas - Tubos) con dimensiones de 4,5 m de largo, 1,5 m de ancho y 1,5 m de altura cada una, generando un área estática de $13,5 m^2$.

El área de almacenamiento temporal (Área 5) comprende un área de materiales con dimensiones de 5 m de largo, 2 m de ancho y 2 m de altura, resultando en un área estática de $10 m^2$. La sección de ensamble para soldadura (Área 6) alberga dos soldadoras (1 autógena - oxiacetileno) con dimensiones de 2 m de largo, 2 m de ancho y 1,2 m de altura cada una, generando un área estática total de $8 m^2$.

El área de ensamble para unión mediante tornillo/remache (Área 7) cuenta con una remachadora - taladro percutor con dimensiones de 2 m de largo, 2 m de ancho y 0,5 m de altura, generando un área estática de $4 m^2$. En el área de torno (Área 8), se encuentra un torno con dimensiones de 2 m de largo, 1,5 m de ancho y 1 m de altura, con un área estática de $3 m^2$.

El área de pintura (Área 9) contiene un compresor con dimensiones de 2 m de largo, 2 m de ancho y 0,5 m de altura, generando un área estática de $4 m^2$. El área de ensamble para aislantes (Área 10) alberga herramientas con dimensiones de 2 m de largo, 2 m de ancho y 0,5 m de altura, resultando en un área estática de $4 m^2$.

El área de ensamble para accesorios (Área 11) contiene herramientas con dimensiones de 2 m de largo, 2 m de ancho y 0,5 m de altura, generando un área estática de $4 m^2$. En el área de pruebas (Área 12), se encuentran herramientas con dimensiones de 2 m de largo, 2 m de ancho y 0,5 m de altura, generando un área estática de $4 m^2$. El área de embalaje (Área 13) alberga herramientas con dimensiones de 2 m de largo, 2 m de ancho y 0,5 m de altura, resultando en un área estática de $4 m^2$.

El área de almacenamiento de producto terminado (Área 14) comprende un área de almacenamiento con dimensiones de 6 m de largo, 3 m de ancho y 2 m de altura, con un área estática de $18 m^2$. Estos datos detallados ofrecen una visión clara de la distribución del espacio y la disposición de las máquinas en cada área de la planta.

Superficie de gravitación (Sg)

Es el área asignada a los operarios que están trabajando en un puesto de trabajo específico. Se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 1: Superficie de gravitación.

$$Sg = Ses * n$$

Donde:

Sg: Superficie de gravitación

Ses: Superficie estática

n: Numero de lados que se utiliza en las máquinas

Tabla 15: Distribución de numero de máquinas por área calculo área gravitatoria.

Áreas de la planta	Área	N° de máquinas	Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Área Estática (m^2) Ss	N° de espacios de atención	Área de Gravitación (m^2) Sg
Almacén de materia prima	Área 1	1	Área de materiales	4	3	2	12	2	24
Área de trazo	Área 2	1	Mesa	3	2	0,8	6	4	24
Área de corte	Área 3	3	Cortadora (Cizalla)	4	2	1	24	2	48
Área de doblez	Área 4	2	Dobladora (Laminas - Tubos)	4,5	1,5	1,5	13,5	2	27
Área de almacenamiento temporal	Área 5	1	Área de materiales	5	2	2	10	4	40
Área de ensamble: Soldadura	Área 6	2	Soladoras (1 autógena - oxiacetileno)	2	2	1,2	8	4	32
Área de ensamble: Unión mediante tornillo/remache	Área 7	1	Remachadora - Taladro percutor	2	2	0,5	4	4	16
Área de Torno	Área 8	1	Torno	2	1,5	1	3	1	3
Área de pintura	Área 9	1	Compresor	2	2	0,5	4	4	16
Área de ensamble: Aislantes	Área 10	1	Herramientas	2	2	0,5	4	4	16
Área de ensamble: Accesorios	Área 11	1	Herramientas	2	2	0,5	4	4	16
Área de pruebas	Área 12	1	Herramientas	2	2	0,5	4	4	16
Área de embalaje	Área 13	1	Herramientas	2	2	0,5	4	4	16
Área de almacenamiento de producto terminado	Área 14	1	Área de almacenamiento	6	3	2	18	2	36

Fuente: Industrias Valencia**Elaborado por:** Abad, David (2023)

La tabla 16 de área de gravitación proporciona una evaluación detallada de la capacidad de cada área en la planta de Industrias Valencia para atraer flujos de trabajo y materiales circundantes, al analizar las áreas individualmente, se observa que el Área de corte (Área 3) destaca con la mayor área de gravitación de $48 m^2$, seguida por el Área de almacenamiento temporal (Área 5) con $40 m^2$. Estas áreas poseen una capacidad significativa para influir en los flujos de trabajo debido a la presencia de múltiples máquinas y espacios de atención. Por otro lado, áreas como el Área de Torno (Área 8) y

el Área de pruebas (Área 12) presentan áreas de gravitación más modestas, indicando una influencia más limitada en comparación con otras secciones de la planta. Este análisis es crucial para comprender la distribución óptima de la planta, identificando áreas estratégicas que pueden maximizar la eficiencia en el movimiento de materiales y procesos de fabricación.

Superficie de evolución (Sev)

Es el área que debe existir entre los departamentos para permitir el movimiento de los operarios, el transporte de materiales o equipos, lo que corresponde a los pasillos. Se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 2: Superficie de evolución.

$$Sev = (Ses + Sg) * k$$

K es una razón que en esta investigación se utilizó con el valor de 2,00 por que pertenece a la industria mecánica.

Superficie total (St)

Es la sumatoria de todas las superficies.

Ecuación 3: Superficie total.

$$St = N(Ses + Sg + Sev)$$

N es el número de elementos móviles o estáticos.

Tabla 16: Distribución de máquinas por área cálculo de la superficie total.

Áreas de la planta	Área	Nº de máquinas	Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Área Estática (m ²) Ss	Nº de espacios de atención	Área de Gravitación (m ²) Sg	K	Área de Evolución (m ²) Se	Área total requerida
Almacén de materia prima	Área 1	1	Área de materiales	4	3	2	12	2	24	2	72	108
Área de trazo	Área 2	1	Mesa	3	2	0,8	6	4	24	2	60	90
Área de corte	Área 3	3	Cortadora (Gizalla)	4	2	1	24	2	48	2	144	216
Área de doblez	Área 4	2	Dobladora (Laminas - Tubos)	4,5	1,5	1,5	13,5	2	27	2	81	121,5

Áreas de la planta	Área	Nº de máquinas	Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Área Estática (m ²) Ss	Nº de espacios de atención	Área de Gravitación (m ²) Sg	K	Área de Evolución (m ²) Se	Área total requerida
Área de almacenamiento temporal	Área 5	1	Área de materiales	5	2	2	10	4	40	2	100	150
Área de ensamble: Soldadura	Área 6	2	Soldadoras (1 autógena - oxiacetileno)	2	2	1,2	8	4	32	2	80	120
Área de ensamble: Unión mediante tornillo/remache	Área 7	1	Remachadora - Taladro percutor	2	2	0,5	4	4	16	2	40	60
Área de Torno	Área 8	1	Torno	2	1,5	1	3	1	3	2	12	18
Área de pintura	Área 9	1	Compresor	2	2	0,5	4	4	16	2	40	60
Área de ensamble: Aislantes	Área 10	1	Herramientas	2	2	0,5	4	4	16	2	40	60
Área de ensamble: Accesorios	Área 11	1	Herramientas	2	2	0,5	4	4	16	2	40	60
Área de pruebas	Área 12	1	Herramientas	2	2	0,5	4	4	16	2	40	60
Área de embalaje	Área 13	1	Herramientas	2	2	0,5	4	4	16	2	40	60
Área de almacenamiento de producto terminado	Área 14	1	Área de almacenamiento	6	3	2	18	2	36	2	108	162

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

La tabla 16 proporciona una evaluación integral de la capacidad y los requerimientos de espacio para cada área en la planta de Industrias Valencia, el Área de corte (Área 3) destaca con la mayor área total requerida de 216 m², debido a la presencia de múltiples máquinas y la necesidad de espacio para la ejecución de las tareas. Le sigue el Área de ensamble: Soldadura (Área 6) con 120 m² y el Área de almacenamiento temporal (Área 5) con 150 m². Estas áreas son críticas para el flujo de trabajo y requieren una atención especial en la distribución de la planta.

El análisis de la tabla revela que, aunque algunas áreas, como el Área de Torno (Área 8) y el Área de ensamble: Unión mediante tornillo/remache (Área 7), tienen requisitos de espacio más modestos, cada área contribuye al total necesario para la planta, este análisis integral es esencial para planificar la distribución óptima, asegurando que cada sección tenga suficiente espacio para su funcionamiento eficiente y contribuya al flujo general de

la planta. La consideración detallada de las áreas de gravitación y evolución añade una capa adicional de precisión al diseño del *layout*, permitiendo una distribución que maximice la eficiencia en el uso del espacio y en el desarrollo de las actividades productivas.

3. Selección:

Comprende el aspecto tangible del diseño de planta, donde se determina la ubicación óptima de la maquinaria y los departamentos, efectuando los ajustes necesarios para garantizar una distribución óptima (Álvarez, De Ávila, & Hurtado, 2022)

Se selecciona la alternativa óptima y se elabora la propuesta de mejora que describe los cambios necesarios en la distribución de la planta. Esta propuesta incluye el rediseño de las áreas clave, la reubicación de estaciones de trabajo.

Producción por procesos: Evaluación por Afinidad – Distancia

Permutación

Se refiere a la reorganización de elementos o procesos en diferentes secuencias o ubicaciones, podría aplicarse a la disposición de equipos, maquinaria o áreas de trabajo dentro de una planta industrial para optimizar, reducir los tiempos de producción o mejorar la logística. En esta investigación se presenta de la siguiente manera.

Opción 1:

Imagen 12: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia.

1	2	3	4
14	13	12	10
5	6	8	
7	11	9	

Fuente: Abad, David (2023)

La Imagen 12 presenta una distribución de planta en la que las áreas de producción están organizadas de manera secuencial, sin embargo, el área de almacenamiento de producto terminado se encuentra distante de la entrada principal, lo que podría generar un aumento en los tiempos de desplazamiento para el manejo de productos hacia el exterior.

Opción 2:

Imagen 13: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia.

1	4	5	6
2	3	7	11
10	12	13	9
14	8		

Fuente: Abad, David (2023)

La **Imagen 13** presenta una distribución más equilibrada entre las áreas de trabajo, lo que podría favorecer el flujo interno de materiales, sin embargo, tanto el área de almacenamiento de producto terminado como el área de almacenamiento de materias primas están ubicadas en posiciones que no facilitan el acceso directo a la entrada principal.

Opción 3:

Imagen 14: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia

3	2	1	
4	5	6	
7	10	8	14
9	13	12	11

Fuente: Abad, David (2023)

La Imagen 14 correspondiente a la opción 3 optimiza la disposición de las áreas de almacenamiento de productos terminados y de materias primas al situarlas cerca de la entrada principal de la empresa.

Opción 4:

Imagen 15: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia

3	2	1	
4	5	6	
11	7	9	14
12	8	10	13

Fuente: Abad, David (2023)

En la Imagen 15 correspondiente a la opción 4 presenta la disposición de las áreas es similar a la de la Opción 3 en términos de proximidad de las áreas productivas, pero el almacenamiento de producto terminado se encuentra más lejos de la entrada principal.

Opción 5:

Imagen 16: Permutación para la distribución de planta de Industrias Valencia.

4	3	2	
5	6	1	
7	11	9	14
8	10	12	13

Fuente: Abad, David (2023)

La Imagen 16 representa a la opción 5 y presenta una distribución en la que las áreas productivas están ubicadas de manera equilibrada, se observa que el área de almacenamiento de materias primas como la de productos terminados están en una cerca de la entrada principal favoreciendo el tránsito de la materia prima y los productos terminados.

Situación actual:

Imagen 17: Distribución actual de las áreas en Industrias Valencia.

	1	14	
10	4	3	13
11	2	5	12
8	6	7	9

Fuente: Abad, David (2023)

La Imagen 17 presenta la distribución actual de la planta presenta ciertas ineficiencias en la disposición de las áreas clave, lo que afecta el flujo de materiales y la producción. Aunque las áreas productivas están organizadas de manera lógica, el almacenamiento de materias primas y productos terminados no sigue un patrón óptimo.

Selección de Opción 3 para la Optimización de la Distribución de Planta

Después de evaluar las diferentes permutaciones, se ha seleccionado la Opción 3 como la más adecuada para la optimización de la distribución de planta en la empresa. La razón principal detrás de esta elección es la accesibilidad estratégica de las áreas de almacenamiento de producto terminado y almacenamiento de materiales, ubicadas cercanas a la puerta de la empresa. Esta proximidad tiene varias ventajas:

Flujo eficiente: Al tener el producto terminado y los materiales cerca de la entrada y salida, se minimizan los tiempos de desplazamiento, lo que agiliza las operaciones de carga y descarga.

Reducción de costos: Menos tiempo y esfuerzo en el transporte interno dentro de la planta contribuye a una reducción de costos operativos y a una mejor gestión de recursos.

Mayor flexibilidad: Esta disposición permite una respuesta más rápida ante cambios en la producción o necesidades de reabastecimiento, ya que los materiales y productos son fácilmente accesibles.

Mejor manejo del inventario: Con los materiales y productos terminados más cercanos a los puntos clave de entrada y salida, se mejora el control del inventario, facilitando las inspecciones y el almacenamiento seguro.

Tabla 17 Comparación de opciones por permutación de relación de áreas.

RELACIÓN	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	ACTUAL
Área 1Área 2	1	1	1	1	1	2
Área 2Área 3	1	1	1	1	1	2
Área 3Área 4	1	1	1	1	1	1
Área 4Área 5	5	1	1	1	1	2
Área 10Área 12	1	1	2	2	1	4
Área 12Área 13	1	1	1	3	1	1
Área 13Área 14	1	3	3	1	1	2
Área 5Área 8	2	4	2	2	2	3
Área 5Área 9	3	3	3	2	3	2
Área 8Área 10	2	2	1	1	1	2
Área 9Área 11	1	1	3	2	1	4
Área 10Área 11	4	4	3	3	1	1
Área 11Área 12	3	3	1	2	2	3
Área 5Área 6	1	1	1	1	1	2
Área 5Área 7	1	1	2	2	1	1
Área 6Área 11	1	1	3	3	1	2
Área 7Área 11	1	1	4	1	1	3
TOTAL	30	30	33	29	21	37

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

El análisis de las permutaciones de la Tabla 17 proporciona una visión comparativa entre la distribución actual y cinco alternativas propuestas, cada número en la tabla representa el grado de preferencia, donde 1 indica la mejor opción y números más altos indican grados de preferencia decrecientes.

En general, se observa que la Alternativa 5 es la que obtiene el menor total de preferencias (21), sugiriendo que es la distribución más optimizada según los criterios considerados. Por otro lado, la distribución actual tiene un total de preferencias de 37, lo que indica que hay margen para mejoras.

Se destacan algunas relaciones específicas, como la del Área 4 a la Área 5, donde las alternativas 2, 3, 4 y 5 muestran una preferencia de 1, indicando que hay consenso en mejorar esta relación en comparación con la distribución actual. Similarmente, en la relación Área 13 a Área 14, la Alternativa 1 obtiene la preferencia más baja, sugiriendo que esta relación podría mejorarse.

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Presentación de la propuesta

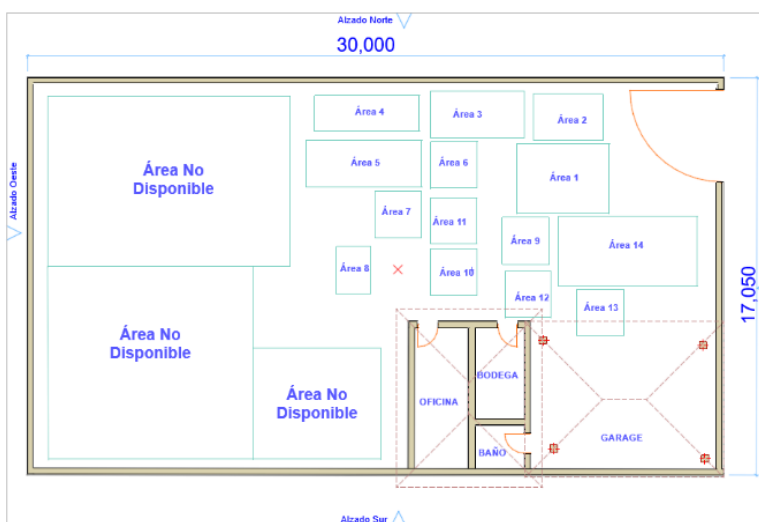
Alternativas para la Distribución de Planta de Industrias Valencia.

Se presentan tres alternativas de redistribución de planta con el objetivo de optimizar la distribución de planta en Industrias Valencia, cada alternativa propone una configuración que busca responder a diferentes necesidades de organización a través de un análisis, para determinar la solución que mejor se adapta a los requerimientos de la empresa.

En la Imagen 17 se presenta la Alternativa 1 plantea una distribución de planta de tipo lineal, diseñada con el objetivo de simplificar el flujo de materiales mediante una disposición en secuencia.

Alternativa 1

Imagen 18: Alternativa 1 de distribución de planta para Industrias Valencia.



Código	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Área 1	4	3	12
Área 2	3	2	6
Área 3	4	2	8
Área 4	4,5	1,5	6.75
Área 5	5	2	10
Área 6	2	2	4
Área 7	2	2	4
Área 8	2	1,5	3
Área 9	2	2	4
Área 10	2	2	4
Área 11	2	2	4
Área 12	2	2	4
Área 13	2	2	4
Área 14	6	3	18

Fuente: Abad, David (2023)

En esta disposición lineal presentada en la Imagen 18, las áreas de corte, ensamblaje y almacenamiento se organizan en una secuencia continua que permite un flujo ininterrumpido de materiales, este diseño ayuda disminuyendo los tiempos de traslado, no obstante, esta alternativa presenta limitaciones en términos de flexibilidad para adaptarse a cambios, ya que su estructura lineal condiciona futuras reconfiguraciones, a pesar de ello, la simplicidad de su configuración un control visual del flujo productivo.

La Imagen 19 presenta a la Alternativa 2 propone una distribución en forma de U, una configuración orientada a optimizar el espacio disponible y a mejorar la accesibilidad de los operarios a cada área, este diseño facilita el transporte de materiales, promoviendo una circulación ágil y organizada alrededor de las estaciones de trabajo, lo cual es clave para mejorar la producción.

La alternativa 2 está orientada a aprovechar el acceso principal de la empresa, ubicado en la parte superior derecha del plano, en esta disposición, el acceso facilita el flujo directo de materiales desde el punto de entrada hacia las áreas de producción y almacenamiento, permitiendo una conexión eficiente entre las distintas etapas del proceso productivo.

Alternativa 2

Imagen 21: Alternativa 2 de distribución de planta para Industrias Valencia.



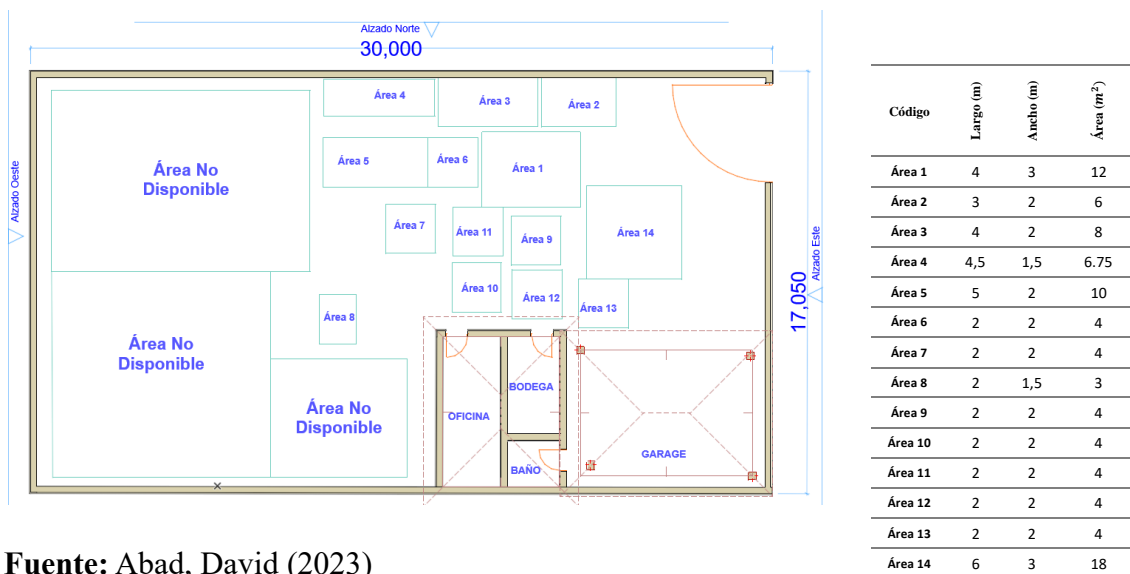
Fuente: Abad, David (2023)

En la Imagen 19 cada área de trabajo ha sido asignada de acuerdo con sus necesidades de espacio, asegurando un flujo continuo que refleja las interacciones entre las distintas áreas de producción, además, se ha dispuesto de la zona de almacenamiento cerca de las áreas de trabajo, mejorando la gestión de materiales, esta alternativa presenta un costo de implementación moderado y proporciona una buena relación entre simplicidad en el diseño, adaptándose a las necesidades actuales de Industrias Valencia.

En la Imagen 20 se presenta la alternativa 3, que ha sido seleccionada como la opción preferente, ofrece una distribución optimizada que también aprovecha el acceso principal en la parte superior derecha, facilitando el flujo de materiales y personas desde el punto de entrada hacia las áreas de producción y almacenamiento, esta disposición organiza las áreas de trabajo en función de la secuencia del proceso productivo, comenzando desde las áreas de preparación y corte, y avanzando hacia las zonas de ensamblaje y acabado.

Alternativa 3

Imagen 24: Alternativa 3 de distribución de planta para Industrias Valencia.



Fuente: Abad, David (2023)

En esta alternativa presentada en la Imagen 20, se ha priorizado la cercanía de las áreas clave y se ha dispuesto un sistema de almacenamiento estratégico que permite reducir al mínimo los desplazamientos innecesarios, asimismo, la ubicación de las áreas está diseñada para reducir la interferencia entre actividades, contribuyendo a una operación más óptima, con un costo total ligeramente superior a las otras alternativas, esta propuesta se adapta de manera integral a los objetivos de Industrias Valencia.

Costos de alternativas

A continuación, en la Tabla 19, se presenta el resumen de los costos asociados con las tres alternativas propuestas para la optimización de la distribución de planta en Industrias Valencia, esta tabla proporciona un desglose detallado de los conceptos de costo involucrados en cada alternativa, permitiendo una comparación directa de los recursos necesarios para la implementación de cada opción, la tabla facilita la evaluación económica de cada alternativa y constituye un elemento clave para la toma de decisiones en función de la viabilidad financiera del proyecto.

Tabla 18: Costos de las alternativas 1-2-3

Concepto de Costo	Alternativa 1 (USD)	Alternativa 2 (USD)	Alternativa 3 (USD)
Ingeniería y Diseño	\$800,00	\$900,00	\$1000,00
Desmontaje y Montaje de Equipos	\$800,00	\$800,00	\$800,00
Mano de Obra para la Instalación	\$500,00	\$500,00	\$500,00
Capacitación del Personal	\$450	\$450,00	\$450,00
Materiales para la Adecuación del Espacio	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00
Interrupción en la Producción	\$500,00	\$500,00	\$500,00
Gastos Generales	\$600,00	\$600,00	\$600,00
Total	\$5.150,00	\$5.250,00	\$5.350,00

Elaborado por: Abad, David (2023)

La Tabla 19 muestra los costos detallados de las tres alternativas de distribución de planta, cada alternativa contempla los mismos conceptos de costo, incluyendo análisis y diagnóstico, ingeniería y diseño, desmontaje y montaje de equipos, mano de obra para la instalación, capacitación del personal, materiales para la adecuación del espacio, interrupciones en la producción y gastos generales, la diferencia entre las alternativas

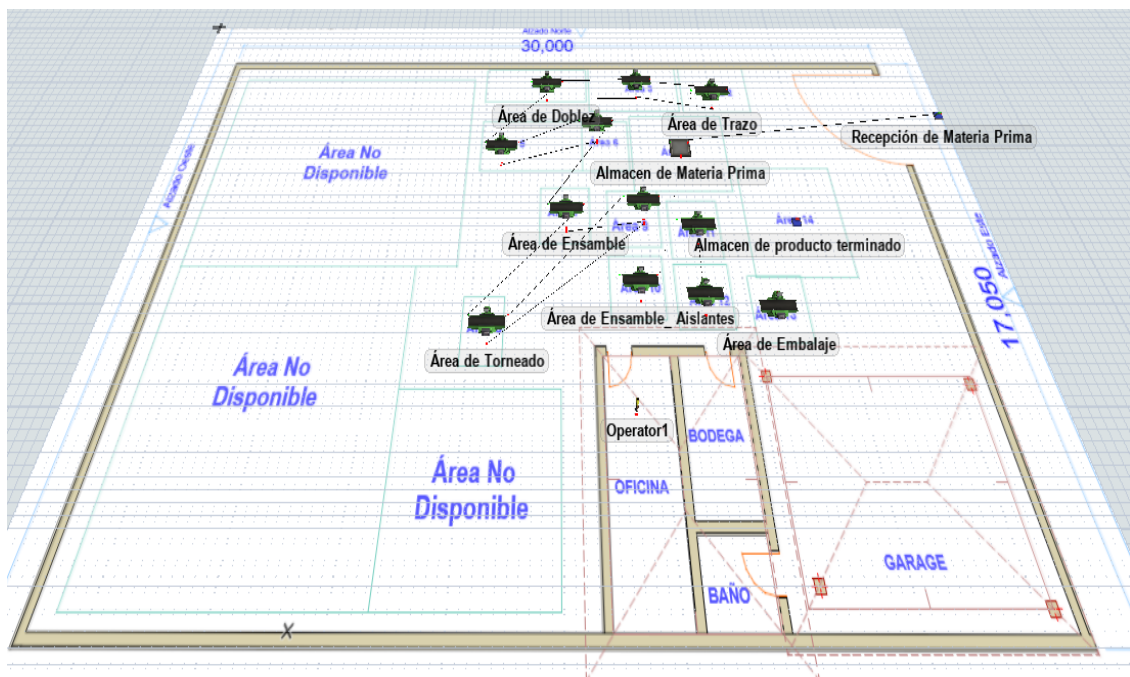
radica en los costos de ingeniería y diseño, que aumentan progresivamente desde \$300,00 en la Alternativa 1 hasta \$500,00 en la Alternativa 3, lo cual explica el incremento gradual del costo total entre las opciones.

El total estimado para cada alternativa es de \$5.150,00 para la Alternativa 1, \$5.250,00 para la Alternativa 2, y \$5.350,00 para la Alternativa 3. Estos valores permiten identificar que la Alternativa 3, a pesar de tener un costo ligeramente mayor, incluye un diseño más detallado y personalizado, lo cual podría traducirse en beneficios. La comparación de estos costos facilita la evaluación de cada alternativa desde una perspectiva financiera, ayudando a identificar la opción que mejor equilibra costo y funcionalidad.

Resultados Esperados

La propuesta de optimización de la distribución de planta para Industrias Valencia, basada en el método Systematic Layout Planning (SLP), seleccionó la Opción 5 como la alternativa más adecuada. Esta opción obtuvo un puntaje de 21, en comparación con los 37 puntos de la distribución actual, lo que refleja una mejora significativa en la relación y el flujo entre las áreas de la planta.

Imagen 26: Propuesta de distribución para Industrias Valencia.



Fuente: Abad, David (2023)

El flujo entre el Área de Corte (Área 3) y el Área de Dobleces (Área 4), que representa 2,270 unidades, mantiene una clasificación prioritaria (clasificación "A"), lo que garantiza la continuidad operativa. Además, la reorganización de las áreas de almacenamiento, como el Área de Producto Terminado (Área 14) y el Área de Almacenamiento de Materia Prima (Área 1), ubicadas cerca de las entradas y salidas de la planta, presenta mejoras operativas significativas, con una reducción en los tiempos de carga y descarga de materiales y productos terminados.

Cocina Sencilla de 3 quemadores

El Gráfico 12 presenta la comparación de la distancia recorrida y el tiempo empleado en la situación actual y la propuesta por el operario y los materiales en la fabricación de la Cocina Sencilla de 3 Quemadores, en la situación actual y la propuesta optimizada.

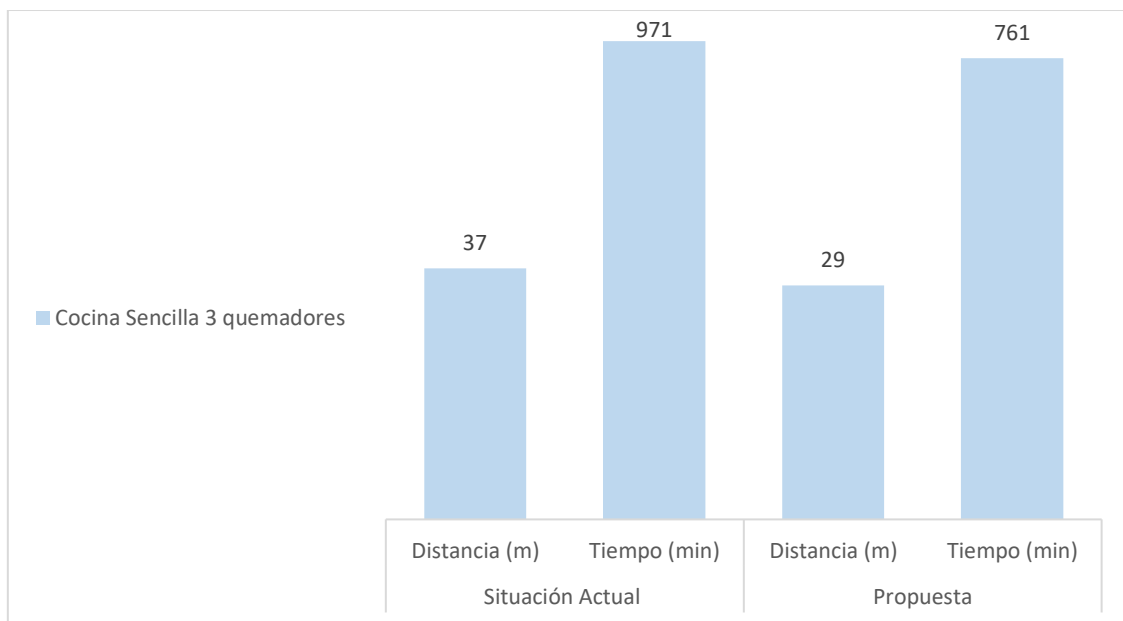


Gráfico 12 Comparación de Distancia y Tiempo de la cocina Sencilla.

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2024)

En el Gráfico 12 se observa que la nueva distribución de planta permitió reducir la distancia recorrida de 37 metros a 29.23 metros, lo que representa una disminución de 7.77 metros. De manera similar, el tiempo empleado pasó de 971 minutos a 767.09 minutos, lo que equivale a una mejora del 21% en eficiencia, calculada con la ecuación 4.

Ecuación 4: Cálculo de la eficiencia para la cocina sencilla de 3 quemadores

$$Eficiencia = \frac{|T_{Actual} - T_{Propuesto}|}{T_{Actual}} * 100\%$$

$$\frac{|971 - 767.09|}{971} * 100\% = \frac{203.91}{971} * 100\% = 21\%$$

Cocina de Hierro Fundido

El Gráfico 13 muestra la comparación de la distancia recorrida y el tiempo empleado en la situación actual y la propuesta optimizada para la fabricación de la Cocina de Hierro Fundido.

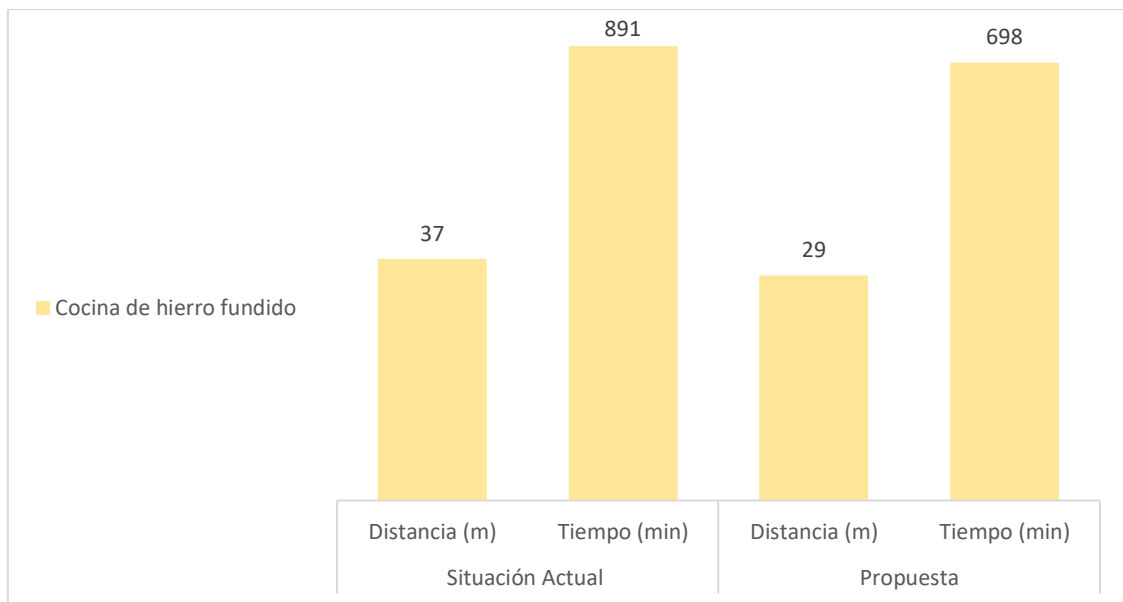


Gráfico 13: Comparación de Distancia y Tiempo en la Cocina de Hierro Fundido.

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2024)

El Gráfico 13 muestra que la distancia recorrida pasó de 37 metros a 29.23 metros, reduciéndose 7.77 metros. El tiempo de fabricación bajó de 891 minutos a 703.89 minutos, logrando también una eficiencia del 21% como se demuestra en la Ecuación 5.

Ecuación 5: Cálculo de la eficiencia para la cocina de hierro fundido

$$Eficiencia = \frac{|T_{Actual} - T_{Propuesto}|}{T_{Actual}} * 100\%$$

$$\frac{|891 - 703.89|}{891} * 100\% = \frac{187.11}{891} * 100\% = 21\%$$

Horno Industrial

El Gráfico 14 ilustra la comparación entre la distancia recorrida y el tiempo empleado en la situación actual y la propuesta para la fabricación del Horno Industrial.



Gráfico 14: Comparación de Distancia y Tiempo en el Horno Industrial.

Fuente: Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2024)

En el Gráfico 14 evidencia una reducción de la distancia recorrida, pasando de 197 metros a 155.53 metros, lo que equivale a una disminución del 41.47, del mismo modo, el tiempo empleado en el proceso se redujo de 12,218 minutos a 9,652 minutos, con una mejora del 21% en la eficiencia como se observa en la Ecuación 6.

Ecuación 6: Cálculo de la eficiencia para el Horno Industrial.

$$Eficiencia = \frac{|T_{Actual} - T_{Propuesto}|}{T_{Actual}} * 100\%$$
$$\frac{|12218 - 9652.25|}{12218} * 100\% = \frac{2665.75}{12218} * 100\% = 21\%$$

La implementación de la propuesta se estima en un plazo de tres meses, con un costo total de \$6,850, considerando tanto el rediseño físico de las áreas como los ajustes necesarios

en los procesos. Sin embargo, es importante señalar que la eficiencia obtenida en la optimización de la distribución de planta puede variar en un rango de $\pm 20\%$.

Cronograma de actividades

Para la implementación de la propuesta se ha considerado el siguiente cronograma con el detalle de las actividades presentes en el Gráfico 11.

Actividades	Tiempo	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Preparación del personal administrativo para los cambios.		X	X										
Socialización de los cambios con el personal operativo.				X									
Limpieza general de la planta.					X								
Desmontaje de equipos y áreas existentes.						X							
Implementación de nuevo diseño de planta.							X						
Realización de pruebas piloto y ajustes iniciales.								X	X				
Implementación de las sugerencias y mejoras identificadas.										X			
Evaluación del avance del proyecto.											X	X	X

Gráfico 15: Cronograma de actividades para la implementación de la propuesta.

Elaborado por: Abad, David (2023)

Análisis de costos

La Tabla 21 presenta el desglose detallado de los costos asociados a la implementación de la propuesta de optimización de la distribución de planta. Se incluyen los conceptos específicos que intervienen en el proceso, con sus respectivos valores en dólares estadounidenses.

Tabla 19: Costos de Implementación de Propuesta

Concepto de Costo	Costo Implementación (USD)
Ingeniería y Diseño (Implementación del nuevo diseño de planta)	\$900,00

Concepto de Costo	Costo Implementación (USD)
Desmontaje de Equipos (Desmontaje de equipos y áreas existentes)	\$800,00
Mano de Obra para la Instalación (Implementación del nuevo diseño de planta)	\$500,00
Capacitación del Personal (Preparación del personal administrativo)	\$450,00
Materiales para la Adecuación del Espacio (Implementación del nuevo diseño de planta)	\$1.500,00
Interrupción en la Producción (Implementación del nuevo diseño de planta)	\$500,00
Gastos de Apoyo Operativo (consumibles, herramientas menores, ajustes, mejoras y evaluación final)	\$600,00
Socialización de la propuesta con Gerencia (Evaluación del avance del proyecto)	\$300,00
Socialización de la propuesta con el Personal (Socialización de los cambios con el personal operativo)	\$250,00
Alquiler de Montacargas (Desmontaje de equipos y áreas existentes)	\$200,00
Alquiler de Volqueta para Escombros (Desmontaje de equipos y limpieza general)	\$150,00
Colocación de Maquinaria en su Nuevo Sitio (Implementación del nuevo diseño de planta)	\$700,00
Total	\$6.850,00

Elaborado por: Abad, David (2023)

La implementación de la propuesta de optimización de la distribución de planta detallada en la Tabla 20 requiere una inversión total de \$6.850,00, distribuida en diversas actividades esenciales para garantizar el éxito del proyecto. Dentro de los principales rubros se encuentran el análisis y diagnóstico, la ingeniería y diseño, y la capacitación del personal, los cuales reflejan la importancia de un enfoque técnico y profesional. Este valor podría presentar una variación del $\pm 10\%$, en función de condiciones operativas y logísticas durante su ejecución.

Análisis Costo – Tiempo (Curva “S”)

En Industrias Valencia el Gráfico 12 representa a la curva S que ha sido utilizada para monitorear la evolución de costos y recursos invertidos durante el proceso de la implementación de la distribución de planta, brindando una visión clara de cómo se distribuyen estos recursos a lo largo de las distintas etapas del proyecto.

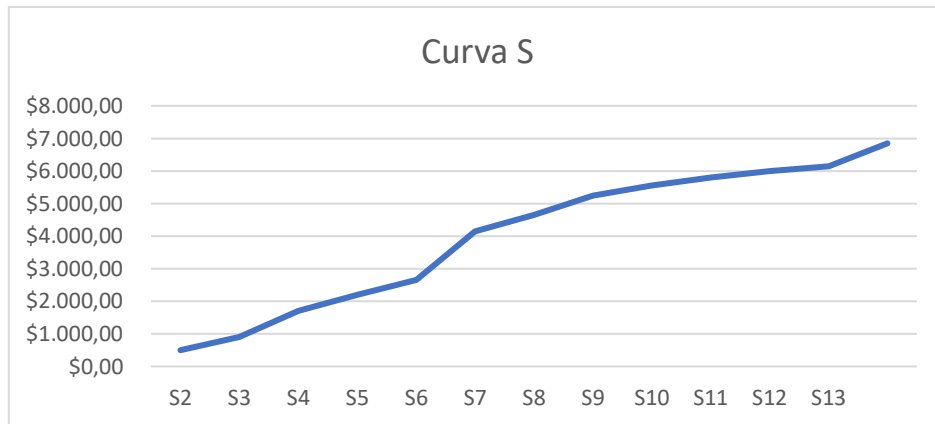


Gráfico 16: Curva S de Industrias Valencia

Elaborado por: Abad, David (2023)

La curva S presentada en el Gráfico 12 inicia con un crecimiento gradual durante las primeras semanas, correspondientes a la fase de "Preparación y planificación," donde se invierte principalmente en la capacitación del personal y en la preparación de la planta. A partir de la semana S6, se observa una aceleración notable en la curva, reflejando el aumento de inversión necesario para las actividades de "Desmontaje de equipos y áreas existentes" y la "Implementación del nuevo diseño de planta." Esta fase es crucial para la redistribución y optimización de áreas en la planta, y se traduce en un incremento en el costo acumulado.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Luego de un análisis detallado de la distribución de planta en Industrias Valencia, se aplicó el método Systematic Layout Planning (SLP) para identificar oportunidades de mejora en la disposición de las áreas de trabajo y el flujo de materiales; Para optimizar la distribución, se utilizó el algoritmo CORELAP, cuya implementación se realizó en Python mediante la adaptación de un código preexistente con los datos específicos de la empresa, como resultado se obtuvo una reducción en la puntuación de la distribución de planta, pasando de 37 puntos en la configuración actual a 21 puntos en la propuesta optimizada, lo que evidencia una mejora significativa en la relación entre áreas.

Los resultados obtenidos demostraron una reducción considerable en la distancia recorrida y el tiempo empleado en la fabricación de los productos analizados, para la cocina sencilla de tres quemadores, la distancia recorrida por los operarios y materiales disminuyó de 37 metros a 29.23 metros, mientras que el tiempo de producción se redujo de 971 minutos a 767.09 minutos, alcanzando una eficiencia del 21%. De manera similar, en la fabricación de la cocina de hierro fundido, la distancia pasó de 37 metros a 29.23 metros y el tiempo se redujo de 891 minutos a 703.89 minutos, con la misma mejora del 21%. En el caso del horno industrial, la distancia recorrida disminuyó de 197 metros a 155.53 metros, mientras que el tiempo de producción pasó de 12,218 minutos a 9,652.25 minutos, logrando también una eficiencia del 21%.

Además, la reorganización estratégica de las áreas de almacenamiento, específicamente el área de producto terminado y el área de almacenamiento de materia prima, ubicadas cerca de la entrada y salida de la planta, permite una mejora en la carga y descarga de productos y materiales.

La implementación de esta propuesta se proyecta en un plazo de tres meses, con un costo estimado de \$6,850. No obstante, es importante considerar que este valor puede variar en un rango de $\pm 20\%$, dependiendo de factores externos a esta investigación.

Recomendaciones:

Industrias Valencia debería considerar la ejecución de la propuesta presentada en este proyecto con el objetivo de optimizar su distribución de planta, mejorando así la eficiencia operativa y reduciendo los tiempos de traslado de materiales.

Una vez implementada la nueva distribución de planta, se recomienda a Industrias Valencia realizar un seguimiento continuo para medir su impacto y verificar el cumplimiento de los resultados esperados.

Para minimizar interrupciones en la producción y facilitar la adaptación del personal, se recomienda a Industrias Valencia implementar los cambios de manera progresiva. Esto permitirá una transición más ordenada y reducirá posibles impactos negativos en la operación.

Se sugiere a Industrias Valencia desarrollar programas de capacitación para el personal involucrado en la implementación de la nueva distribución de planta. Esto garantizará que los trabajadores comprendan los cambios, se adapten rápidamente y puedan desempeñar sus funciones en el nuevo entorno de trabajo.

Para futuras investigaciones, se recomienda considerar el uso del método CORELAP con la implementación de herramientas de programación como Python, ya que su capacidad de adaptación permite optimizar la distribución de planta en distintos entornos industriales, además el uso de inteligencia artificial (IA) en la programación de algoritmos puede mejorar la precisión de los modelos, permitiendo una mayor personalización según las características específicas de cada empresa.

LITERATURA CITADA

Álvarez, D., De Ávila, J., & Hurtado, J. (2022). Aplicación de metodología SLP para redistribución de planta en micro empresa colombiana del sector marroquiner: Un estudio de caso / Application of SLP methodology for plant redistribution in Colombian micro-enterprise in the leather sector: A case study. *BILO*, 1 - 11.

Bravo, D., & Sánchez, C. (2011). *Distribución en planta*. doi:<https://idoc.pub/documents/distribucion-en-planta-libro-rc-134wdy67owl7>

Chase, R. J. (2021). *Operaciones y administración de la cadena de suministro: conceptos y casos globales*. McGraw-Hill. doi:ISBN: 9781260570020

Cuatrecasas, L. (2009). *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible*. Barcelona: Profit Editorial.

Curillo, M. (2014). *Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador*. Obtenido de Análisis y propuesta de mejoramiento de la productiviadd de la fábrica artesanal de Hornos Inindustriales FACOPA: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7302>

Diego-Más, J. A. (2020). Semantic Scholar. *Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos. Aportación al control de la geometría de las actividades.*, 444. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Optimizaci%C3%B3n-de-la-distribuci%C3%B3n-en-planta-de-al-de/f3f7458f153a947de27b91413f9cd756224e899b>

García , M., & Hernández, R. (2015). *Saber UCV - Repositorio Institucional de la Universidad Central de Venezuela*. Obtenido de Estudio técnico y económico de una planta para producir equipos de cocinas industriales: <http://hdl.handle.net/10872/18275>

Heragu, S. S. (2016). *Facilities Design*. CRC Press.

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to Operations Research*. New York, NY: McGraw-Hill Education.

International Labour Office., International Ergonomics Association. (2000). *Lista de comprobación ergonómica: ergonomic checkpoints: soluciones prácticas y de sencilla aplicación para mejorar la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo*. OIT.

Murther, R. (1968). *Systematic Layout Planning*. Cahners Books: Boston MA.

Naranjo, P. B. (8 de Junio de 2023). *OBS business School*. Obtenido de ¿Qué es la eficiencia operativa?: <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-la-eficiencia-operativa#:~:text=La%20eficiencia%20operativa%20es%20un%20concepto%20fundamental%20en,el%20%C3%A9xito%20a%20largo%20plazo%20de%20una%20empresa>

Ramón, M. J. (10 de Octubre de 2002). *Gestiopolis*. Obtenido de La distribución en planta: <https://gestiopolis.com/la-distribucion-en-planta/>

Shane. (18 de Diciembre de 2023). *MACHINEMFG*. Obtenido de Calidades de acero inoxidable: La guía definitiva: <https://www.machinemfg.com/es/stainless-steel-grades/>

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. (2019). *Facilities Planning*. Wiley.

Torres-Soto, K. J.-P. (2020). SLP methodology for plant distribution in glue laminated Guadua (GLG) manufacturing companies on en Planta de Empresas. 103–116.

Vallhonrat, J. M., & Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutenzione*. Marcombo. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/utiec/titulos/45871>

ANEXOS

Anexo 1: Lista de comprobación ergonómica de la organización internacional del trabajo (OIT).

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA						
N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
1	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Vías de transporte despejadas y señaladas.		1	1	
2	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Mantener los pasillos y corredores con una anchura suficiente para permitir un transporte de doble sentido		1	1	
3	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Que la superficie de las vías de transporte sea uniforme, antideslizante y libre de obstáculos.	1			
4	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Proporcionar rampas con una pequeña inclinación, del 5 al 8 %, en lugar de pequeñas escaleras o diferencias de altura bruscas en el lugar de trabajo.	1			
5	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Mejorar la disposición del área de trabajo de forma que sea mínima la necesidad de mover materiales		1	1	
6	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Utilizar carros, carretillas u otros mecanismos provistos de ruedas, o rodillos, cuando mueva materiales	1			
7	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Emplear carros auxiliares móviles para evitar cargas y descargas innecesarias.	1			

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA

N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
8	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Usar estantes a varias alturas, o estanterías, próximos al área de trabajo, para minimizar el transporte manual de materiales.	1			
9	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Usar ayudas mecánicas para levantar, depositar y mover los materiales pesados.	1			
10	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Reducir la manipulación manual de materiales usando cintas transportadoras, grúas y otros medios mecánicos de transporte.	1			
11	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	En lugar de transportar cargas pesadas, repartir el peso en paquetes menores y más ligeros, en contenedores o en bandejas.	1			
12	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Proporcionar asas, agarres o buenos puntos de sujeción a todos los paquetes y cajas.	1			
13	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Eliminar o reducir las diferencias de altura cuando se muevan a mano los materiales.		1	1	
14	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Alimentar y retirar horizontalmente los materiales pesados, empujándolos o tirando de ellos, en lugar de alzándolos y depositándolos.	1			
15	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Cuando se manipulen cargas, eliminar las tareas que requieran el inclinarse o girarse.		1		

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA						
N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
16	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Mantener los objetos pegados al cuerpo, mientras se transportan	1			
17	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Levantar y depositar los materiales despacio, por delante del cuerpo, sin realizar giros ni inclinaciones profundas.		1	1	
18	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Cuando se transporte una carga más allá de una corta distancia, extender la carga simétricamente sobre ambos hombros para proporcionar equilibrio y reducir el esfuerzo.	1			
19	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Combinar el levantamiento de cargas pesadas con tareas físicamente más ligeras para evitar lesiones y fatiga, y aumentar la eficiencia.	1			
20	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Proporcionar contenedores para los desechos, convenientemente situados.		1	1	
21	MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	Marcar las vías de evacuación y mantenerlas libres de obstáculos.		1	1	
22	HERRAMIENTAS MANUALES	En tareas repetitivas, emplear herramientas específicas al uso	1			

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA

N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
23	HERRAMIENTAS MANUALES	Suministrar herramientas mecánicas seguras y asegurar que se utilicen los resguardos.	1			
24	HERRAMIENTAS MANUALES	Emplear herramientas suspendidas para operaciones repetidas en el mismo lugar	1			
25	HERRAMIENTAS MANUALES	Utilizar tornillos de banco o mordazas para sujetar materiales u objetos de trabajo.		1	1	
26	HERRAMIENTAS MANUALES	Proporcionar un apoyo para la mano, cuando se utilicen herramientas de precisión	1			
27	HERRAMIENTAS MANUALES	Minimizar el peso de las herramientas (excepto en las herramientas de percusión)	1			
28	HERRAMIENTAS MANUALES	Elegir herramientas que puedan manejarse con una mínima fuerza.	1			
29	HERRAMIENTAS MANUALES	En herramientas manuales, proporcionar una herramienta con un mango del grosor, longitud y forma apropiados para un cómodo manejo.	1			
30	HERRAMIENTAS MANUALES	Proporcionar herramientas manuales con agarres, que tengan la fricción adecuada, o con resguardos o retenedores que eviten deslizamientos y pellizcos.	1			

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA

N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
31	HERRAMIENTAS MANUALES	Proporcionar herramientas con un aislamiento apropiado para evitar quemaduras y descargas eléctricas.	1			
32	HERRAMIENTAS MANUALES	Minimizar la vibración y el ruido de las herramientas manuales.	1			
33	HERRAMIENTAS MANUALES	Proporcionar un "sitio" a cada herramienta		1	1	
34	HERRAMIENTAS MANUALES	Inspeccionar y hacer un mantenimiento regular de las herramientas manuales.	1			
35	HERRAMIENTAS MANUALES	Formar a los trabajadores antes de permitirles la utilización de herramientas mecánicas.	1			
36	HERRAMIENTAS MANUALES	Proporcionar un espacio suficiente y un apoyo estable de los pies para el manejo de las herramientas mecánicas.		1	1	
37	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Proteger los controles para prevenir su activación accidental.	1			
38	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Hacer los controles de emergencia claramente visibles y fácilmente accesibles desde la posición normal del operador.	1			

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA

N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
39	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Hacer los diferentes controles fácilmente distinguibles unos de otros.	1			
40	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Asegurar que el trabajador pueda ver y alcanzar todos los controles cómodamente.	1			
41	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Colocar los controles en la secuencia de operación.	1			
42	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Emplear las expectativas naturales para el movimiento de los controles.	1			
43	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Limitar el número de pedales y , si se usan, hacer que sean fáciles de operar.	1			
44	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Hacer que las señales e indicadores sean fácilmente distinguibles unas de otras y fáciles de leer.		1	1	
45	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Utilizar marcas o colores en los indicadores que ayuden a los trabajadores a comprender lo que deben hacer.	1			
46	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Eliminar o tapar todos los indicadores que no se utilicen.	1			

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONOMÍA						
N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
47	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Utilizar símbolos solamente si éstos son entendidos fácilmente por los trabajadores locales.		1		
48	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Hacer etiquetas y señales fáciles de ver, leer y comprender.	1			
49	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Usar señales de aviso que el trabajador comprenda fácil y correctamente.		1	1	
50	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Utilizar sistemas de sujeción o fijación con el fin de que la operación de mecanizado sea estable, segura y eficiente.	1			
51	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Comprar máquinas seguras.		1	1	Actualización y cambio de maquinas sin certificación por unas mas seguras.
52	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Utilizar dispositivos de alimentación y expulsión, para mantener las manos lejos de las zonas peligrosas de la maquinaria.		1	1	La empresa busca tener una producción mas segura.
53	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Utilizar guardas o barreras apropiadas para prevenir contactos con las partes móviles de la maquinaria.		1	1	
54	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Usar barreras interconectadas para hacer imposible que los trabajadores alcancen puntos peligrosos cuando la máquina esté en funcionamiento.		1	1	

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA						
N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
55	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Inspeccionar, limpiar y mantener periódicamente las máquinas, incluidos los cables eléctricos.		1	1	
56	SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN	Formar a los trabajadores para que operen de forma segura y eficiente.		1	1	
57	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Ajustar la altura de trabajo a cada trabajador, situándola al nivel de los codos o ligeramente más abajo.		1	1	
58	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Asegurarse de que los trabajadores más pequeños pueden alcanzar los controles y materiales en una postura natural.		1	1	
59	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Asegurarse de que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo.		1	1	
60	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Situar los materiales, herramientas y controles más frecuentemente utilizados en una zona de cómodo alcance.		1	1	
61	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Proporcionar una superficie de trabajo estable y multiusos en cada puesto de trabajo.		1	1	

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA

N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
62	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Proporcionar sitios para trabajar sentados a los trabajadores que realicen tareas que exijan precisión o una inspección detallada de elementos, y sitios donde trabajar de pie a los que realicen tareas que demanden movimientos del cuerpo y una mayor fuerza.		1	1	
63	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Asegurarse de que el trabajador pueda estar de pie con naturalidad, apoyando sobre ambos pies, y realizando el trabajo cerca y delante del cuerpo.		1	1	
64	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Permitir que los trabajadores alteren el estar sentados con estar de pie durante el trabajo, tanto como sea posible.		1	1	
65	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Proporcionar sillas o banquetas para que se sienten en ocasiones los trabajadores que están de pie.		1	1	
66	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Dotar, de buenas sillas regulables con respaldo a los trabajadores sentados.		1	1	
67	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Proporcionar superficies de trabajo regulables a los trabajadores que alteren el trabajar con objetos grandes y pequeños.		1	1	
68	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Hacer que los puestos con pantallas y teclados, tales como los puestos con pantallas de visualización de datos (PVD), puedan ser regulados por los trabajadores.		1	1	

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA

N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
69	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Proporcionar reconocimientos de los ojos y gafas apropiadas a los trabajadores que utilicen habitualmente un equipo con una pantalla de visualización de datos (PVD).		1	1	
70	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Proporcionar formación para la puesta al día de los trabajadores con pantallas de visualización de datos (PVD).		1	1	
71	MEJORA DEL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Implicar a los trabajadores en la mejora del diseño de su propio puesto de trabajo.	1			
72	ILUMINACIÓN	Incrementar el uso de la luz natural.	1			
73	ILUMINACIÓN	Usar colores claros para las paredes y techos cuando se requieran mayores niveles de iluminación.	1			
74	ILUMINACIÓN	Iluminar los pasillos, escaleras, rampas y demás áreas donde pueda haber gente.	1			
75	ILUMINACIÓN	Iluminar el área de trabajo y minimizar los cambios de luminosidad.	1			

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA

N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
76	ILUMINACIÓN	Proporcionar suficiente iluminación a los trabajadores, de forma que puedan trabajar en todo momento de manera eficiente y confortable.		1		
77	ILUMINACIÓN	Proporcionar iluminación localizada para los trabajos de inspección o precisión.		1		
78	ILUMINACIÓN	Reubicar las fuentes de luz o dotarlas de un apantallamiento apropiado para eliminar el deslumbramiento directo.	1			
79	ILUMINACIÓN	Eliminar las superficies brillantes del campo de visión del trabajador.	1			
80	ILUMINACIÓN	Elegir un fondo apropiado de la tarea visual para realizar trabajos que requieran una atención continua e importante.	1			
81	ILUMINACIÓN	Limpia las ventanas y realizar el mantenimiento de las fuentes de luz.	1			
82	LOCALES	Proteger al trabajador del calor excesivo.	1			
83	LOCALES	Proteger el lugar de trabajo excesivo calor o frío procedente del exterior.		1		

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA						
N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
84	LOCALES	Aislar o apartar las fuentes de calor o de frío.	1			
85	LOCALES	Instalar sistemas efectivos de extracción localizada que permitan un trabajo seguro y eficiente.	1			
86	LOCALES	Incrementar el uso de la ventilación natural cuando se necesite mejorar el ambiente térmico interior.	1			
87	LOCALES	Mejorar y mantener los sistemas de ventilación para asegurar una buena calidad del aire en los lugares de trabajo.	1			
88	RIESGOS AMBIENTALES	Aislar o cubrir las máquinas ruidosas o ciertas partes de las mismas.	1			
89	RIESGOS AMBIENTALES	Mantener periódicamente las herramientas y máquinas para reducir el ruido.		1		
90	RIESGOS AMBIENTALES	Asegurarse de que el ruido no interfiere con la comunicación, la seguridad o la eficiencia del trabajo.	1			
91	RIESGOS AMBIENTALES	Reducir las vibraciones que afectan a los trabajadores a fin de mejorar la seguridad, la salud y la eficiencia en el trabajo.	1			

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA						
N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
92	RIESGOS AMBIENTALES	Elegir lámparas manuales eléctricas que estén bien aisladas contra las descargas eléctricas y el calor.	1			
93	RIESGOS AMBIENTALES	Asegurarse de que las conexiones de los cables de las lámparas y equipos sean seguros.		1		
94	SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO	Con el fin de asegurar una buena higiene y aseo personales, suministrar y mantener en buen estado vestuarios, locales de aseo y servicios higiénicos.		1		
95	SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO	Proporcionar áreas para comer, locales de descanso y dispensadores de bebidas, con el fin de asegurar el bienestar y una buena realización del trabajo.		1	1	Implementar un area especifica.
96	SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO	Mejorar, junto a sus trabajadores, las instalaciones de bienestar y de servicio.		1		
97	SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO	Proporcionar lugares para la reunión y formación de los trabajadores.		1		
98	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Señalizar claramente las áreas en las que sea obligatorio el uso de equipos de protección individual.		1		
99	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Proporcionar equipos de protección individual que protejan adecuadamente.	1			

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA						
N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
100	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Cuando los riesgos no puedan ser eliminados por otros medios, elegir un equipo de protección individual adecuado para el trabajador y de mantenimiento sencillo.		1		
101	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Proteger a los trabajadores de los riesgos químicos para que puedan realizar su trabajo de forma segura y eficiente.	1		1	
102	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Asegurar el uso habitual del equipo de protección individual mediante las instrucciones y la formación adecuadas, y periodos de prueba para la adaptación.	1			
103	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Asegurarse de que todos utilizan los equipos de protección individual donde sea preciso.		1		
104	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Asegurarse de que los equipos de protección individual sean aceptados por los trabajadores.		1		
105	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Proporcionar recursos para la limpieza y mantenimiento regular de los equipos de protección individual.		1		
106	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Proporcionar un almacenamiento correcto a los equipos de protección individual.		1		
107	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Asignar responsabilidades para el orden y la limpieza diarios.		1		

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA

N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
108	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Involucrar a los trabajadores en la planificación de su trabajo diario.		1		
109	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Consultar a los trabajadores sobre cómo mejorar la organización del tiempo de trabajo	1			
110	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Resolver los problemas del trabajo implicando a los trabajadores en grupos	1			
111	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Consultar a los trabajadores cuando se hagan cambios en la producción y cuando sean necesarias mejoras para que el trabajo sea más seguro, fácil y eficiente.		1		
112	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Premiar a los trabajadores por su colaboración en la mejora de la producción	1			
113	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Informar frecuentemente a los trabajadores sobre los resultados de su trabajo.	1			
114	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Formar a los trabajadores para que asuman responsabilidades y dotarles de medios para que hagan mejoras en sus tareas.		1		

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA						
N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
115	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Propiciar ocasiones para una fácil comunicación y apoyo mutuo en el lugar de trabajo.	1			
116	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Dar oportunidades para que los trabajadores aprendan nuevas técnicas.	1			
117	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Formar grupos de trabajo, de modo que en cada uno de ellos se trabaje colectivamente y se responsabilicen de los resultados.	1			
118	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Mejorar los trabajos dificultosos y monótonos a fin de incrementar la productividad a largo plazo.		1	1	
119	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Combinar las tareas para hacer que el trabajo sea mas interesante y variado.	1			
120	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Colocar un pequeño stock de productos inacabados (stock intermedio) entre los diferentes puestos de trabajo.	1			
121	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Combinar el trabajo ante una pantalla de visualización con otras tareas para incrementar la productividad y reducir la fatiga.	1			
122	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Proporcionar pausas cortas y frecuentes durante los trabajos continuos con pantallas de visualización de datos.	1			

LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA						
N°	Ítem	Pregunta	¿Propone alguna acción?			Observaciones
			No	Sí	Prioritario	
123	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Tener en cuenta las habilidades de los trabajadores y sus preferencias en la asignación de los puestos de trabajo.		1	1	
124	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Adaptar las instalaciones de equipos a los trabajadores discapacitados para que puedan trabajar con toda seguridad y eficiencia.	1			
125	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Prestar la debida atención a la seguridad y salud de las mujeres embarazadas.	1			
126	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Tomar medidas para que los trabajadores de más edad puedan realizar su trabajo con seguridad y eficiencia.	1			
127	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Establecer planes de emergencia para asegurar unas operaciones de emergencia correctas, unos accesos fáciles a las instalaciones y una rápida evaluación.	1			
128	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Aprender de qué manera mejorar su lugar de trabajo a partir de buenos ejemplos en su propia empresa o en otras empresas.		1	1	



Anexo 2: Horno Industrial de Industrias Valencia.
Fuente: Industrias Valencia



Anexo 3: Cocina Industrial de Industrias Valencia
Fuente: Industrias Valencia



Anexo 4: Cocina de Hierro Fundido de Industrias Valencia
Fuente: Industrias Valencia



Anexo 5: David Abad en Industrias Valencia.
Fuente: Industrias Valencia



INDUSTRIAS "VALENCIA"

FABRICA: HORNOS ROTATIVOS, AMASADORAS, COCINAS INDUSTRIALES, EQUIPOS DE PANIFICACIÓN, INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

CERTIFICADO

Riobamba, 17 de mayo 2024

Yo, VALENCIA ZAVALA ANDRÉS SEBASTIÁN portador de la cedula de identidad 0604952184, jefe de Mantenimiento de Industrias Valencia certifico que el señor **ABAD LARA DAVID RICARDO** con cedula de identidad 0603952060, estudiante de la Universidad Indoamérica, realizo su trabajo de titulación **PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INDUSTRIAS VALENCIA**. La propuesta servirá para la mejora de la distribución de planta que tiene Industrias Valencia.

Luego de conocer la estructura de dicho proyecto puedo certificar que el desarrollo del trabajo de titulación el señor **ABAD LARA DAVID RICARDO**, ha demostrado capacidad responsabilidad y colaboración para poder plasmas los objetivos planteados al inicio de este.

Este certificado se emite para los fines pertinentes que el señor **ABAD LARA DAVID RICARDO** los considere.

Atentamente.



TALLES
De: Saúl

Ing. Andrés Valencia
Jefe de Mantenimiento

Contactos:
+61430029500
+593992794441

Anexo 6: Certificado de Industrias Valencia