

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA
INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA IDMH PERÚ S.A.C, LIMA, AÑO 2021.”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Autora:

Dulia Gabriela Lopez Monteza

Asesor:

Mg. María Elizabeth Labán Salguero
<https://orcid.org/0000-0001-6931-5156>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Julio Winston Torres Velásquez	73572096
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Juan Alejandro Ortega Saco	07640732
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Miguel Angel Oruna Rodríguez	07973939
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

1library.co

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

doku.pub

Fuente de Internet

1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.uptc.edu.co

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.utp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres y hermanas por su amor, apoyo incondicional, soporte e impulso a lograr las metas que me he trazado. Así mismo, a mis Teros, por ser fuente inagotable de ternura, fundamental en momentos complicados durante el desarrollo de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la empresa IDMH PERÚ SAC por permitirme realizar esta investigación en sus instalaciones.

También agradezco a mi asesora Ing. María Elizabeth Labán Salguero, por el apoyo y las enseñanzas brindadas para la realización de esta investigación.

Por último y no menos importante al Ing. Antony Apolinario Cruz por el soporte técnico y la Ing. Jackeline Correa Mozo por sus valiosos aportes durante el desarrollo de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	11
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	31
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	69
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	105
REFERENCIAS	110
ANEXOS	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Exportaciones totales del sector metalmecánico de la alianza del pacífico	15
Tabla 02. Cálculo de coeficiente de Cronbach para instrumento cuestionario	37
Tabla 03. Ocupación en horas de estaciones de trabajo por producto	71
Tabla 04. Productividad actual por producto.....	72
Tabla 05. Producción actual por producto	72
Tabla 06. Resumen de costos de implementación del proyecto	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del Planeamiento sistemático de Distribución (SLP)	27
Figura 2. Cálculo de coeficiente de Cronbach para instrumento cuestionario.....	29
Figura 3. Diagrama Multiproducto	30
Figura 4. Valores promedios de coeficiente de superficie evolutiva (k).....	30
Figura 5. Valoración de fiabilidad de ítems según el coeficiente de Cronbach	37
Figura 6. Resultados cuestionario	42
Figura 7. Pastecas	47
Figura 8: Motones Ovais	47
Figura 9: Carros mineros.....	48
Figura 10: Piezas en serie.....	48
Figura 11. Piezas complejas.....	48
Figura 12. Áreas de producción de la empresa IDMH PERU SAC	49
Figura 13. Secuencia de producción de las diferentes familias de productos de la empresa IDMH PERU SAC.....	49
Figura 14. Distribución actual de planta de la empresa IDMH PERU SAC	51
Figura 15. Diagrama DAP – Producto Pastecas	54
Figura 16. Diagrama de recorrido – Producto Pastecas	54
Figura 17. Diagrama DAP – Motón Oval	57
Figura 18. Diagrama de recorrido – Producto Motón Oval.....	57
Figura 19. Diagrama DAP – Producto Carrito Minero	57
Figura 20. Diagrama de recorrido – Producto Carrito minero	60
Figura 21. Diagrama DAP- Producto piezas en serie	61
Figura 22. Diagrama de recorrido – Producto Piezas en serie.....	62
Figura 23. Distribución de personal en planta de la empresa IDMH PERU SAC	64
Figura 24 . Detalle de materiales por pieza para producto Pastecas	65
Figura 25. Detalle de materiales por pieza para producto Motón oval	65
Figura 26 . Detalle de materiales por pieza para producto piezas en serie.....	65

Figura 27. Detalle de materiales por pieza para producto carrito minero	66
Figura 28. Detalle maquinaria actual en la empresa IDMH PERU SAC	68
Figura 29. Frecuencia de ocurrencia de problema en la actual distribución de planta de la empresa IDMH PERU SAC según la percepción de operarios de producción.....	69
Figura 30. Diagrama correlacional de actividades en el área de producción de la empresa IDMH PERU SAC.....	73
Figura 31. Cuadro resumen de las correlaciones halladas en el área de producción de la empresa IDMH PERU SAC.	73
Figura 32. Plano de diagrama correlacional de áreas de producción en la empresa IDMH PERU SAC.....	73
Figura 33. Resultados diagrama P-Q aplicado a las principales familias de productos de la empresa IDMH PERU SAC.....	78
Figura 34. Resultados diagrama ABC aplicado a las principales familias de productos de la empresa IDMH PERU SAC.	78
Figura 35. Resultados análisis diagrama multiproducto.....	79
Figura 36. Diagrama multiproducto actual.	80
Figura 37. Diagrama multiproducto propuesto.....	80
Figura 38. Distribución de planta actual en base al flujo de la familia principal de productos: pastecas.....	81
Figura 39. Propuesta de redistribución de planta en base al flujo de la familia principal de productos: pastecas.	82
Figura 40. Variación de la productividad con la propuesta de redistribución en base al análisis matricial de esfuerzos.....	83
Figura 41. Cuadro de elementos fijos en la empresa IDMH PERU SAC.....	84
Figura 42. Cuadro de elementos móviles en la empresa IDMH PERU SAC.....	84
Figura 43. Cuadro superficies de estaciones ya definidos por la empresa IDMH PERU SAC.....	84
Figura 44. Resumen cálculo de elementos fijos y móviles.....	85
Figura 45. Comparativas superficies actuales vs técnica Gurchet	86
Figura 46. Plano de propuesta de redistribución de planta manteniendo superficies actuales asignados a cada área en la empresa IDMH PERU SAC.....	88
Figura 47. Plano de propuesta de redistribución de planta de la empresa IDMH PERU SAC incluyendo redistribución de superficies de acuerdo con los resultados de la metodología Gurchet.	89

Figura 48. Cronograma de implementación del proyecto de redistribución de planta en la empresa IDMH PERU SAC.	91
Figura 49. Detalle de costos de implementación del proyecto por recurso.	97
Figura 50. Incremento de productividad y producción mensual, así misma valorización de facturación y margen adicional.	99
Figura 51 Presupuesto de preparación y ejecución del proyecto.....	101
Figura 52: Flujo de caja incremental.....	102
Figura 53: Costo promedio ponderado del capital (Tasa)	103
Figura 54: Cálculo del VAN y TIR.....	103
Figura 55. Costo beneficio (B/C).	105
Figura 56. Payback	105
Figura 57. Datos obtenidos en la aplicación del instrumento cuestionario a los operarios de producción (31) de la empresa IDMH PERÚ SAC respecto a la percepción de frecuencia de los principales problemas de distribución.	116
Figura 58. Ficha de observación: áreas de producción y distribución actual de la empresa IDMH PERU SAC, 2021.....	117
Figura 59. Formato DAP para recojo de información de tiempos, distancias y flujos por familia de producto.	118
Figura 60. Flujograma actual de procesos de la empresa IDMH PERU SAC	119
Figura 61. Análisis matricial de la distribución actual.	132
Figura 62. Análisis matricial de la distribución PROPUESTA	133
Figura 63. Variación de la productividad de distribución según análisis matricial.....	132
Figura 64. Área de Torno convencional. Fuente: IDMH PERÚ SAC, 2021.	134
Figura 65. Área de patio de pintura. Fuente: IDMH PERU SAC 2021.....	134
Figura 66. Área de fresado convencional. Fuente: IDMH PERÚ SAC, 2021.....	135
Figura 67. Área de CNC. Fuente: IDMH PERÚ SAC, 2021.	135
Figura 68. Área de Soldadura. Fuente: IDMH PERÚ SAC, 2021.....	136
Figura 69. Toma de cuestionario a operarios de producción en la empresa IDMH PERÚ SAC, 2021.....	136

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de la productividad	25
Ecuación 2. Cálculo de superficie estática (Ss)	31
Ecuación 3. Cálculo de superficie gravitacional (Sg)	31
Ecuación 4. Cálculo de superficie evolutiva (Se)	31
Ecuación 5. Cálculo de coeficiente de superficie evolutiva	31
Ecuación 6. Cálculo de alfa de Cronbach	37

RESUMEN

La presente investigación parte como un estudio realizado en una empresa de metalmecánica dedicada a la fabricación de piezas mecanizadas a base de metal. El objetivo principal de la misma, proponer una redistribución de planta mediante la aplicación de herramientas de planeación sistemática de la distribución (PSD) para determinar la posible mejora de dicha propuesta en la productividad de la empresa IDMH PERU S.A.C, Lima, año 2021.

El enfoque de esta investigación es mixta del tipo propositivo y diseño secuencial. Las técnicas utilizadas fueron la entrevista, revisión documental y observación directa. Tras el levantamiento de información se obtuvo el diagnóstico de la situación actual en cuanto a la distribución y productividad. Seguidamente, con la aplicación de la metodología PSD, se pudo determinar una propuesta de redistribución de planta y mediante simulación se calculó la posible mejora que generaría dicha propuesta tal como la reducción de tiempos de traslado en hasta un 41% y en consecuencia mejora de la productividad en hasta un 5.01%. Por otro lado, se aplicó la metodología Gurchet con el fin de determinar el requerimiento de superficies necesarias para las condiciones actuales, dando como resultado que la empresa cuenta con un excedente de hasta 7% en el área total (1,053 m² vs 976 m²) y la necesidad de reasignación de espacios en 8 de las 10 áreas de producción.

PALABRAS CLAVE: Productividad, redistribución de planta, metalmecánica, planeamiento sistemático de la distribución, Gurchet.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

La magnitud del sector metalmecánico, en general, radica en su relación con otras industrias puesto que abastece de bienes intermedios y finales en diversos rubros como la minería, manufactura, pesca, automotriz, etc. Por tal motivo, los países con mayor índice de desarrollo presentan una alta dinamización en este sector.

En un marco internacional, Estados Unidos, Japón, China, Corea del Sur, Alemania y España se encuentran entre los países con el sector metalmecánico más desarrollado. No es de extrañar, por lo mismo, la relación de desarrollo económico de estos países con sus índices de participación o relevancia en esta industria. (Posada, 2019).

A nivel de Latino América, el sector metalmecánico ha sido un pilar importante como opción de desarrollo en diferentes regiones. Representa aproximadamente el 16% del PBI industrial en la región, da empleo a casi 4.1 millones de personas de manera directa y a casi 19.7 millones de forma indirecta. Entre los países miembros de la Alianza del Pacífico, México es el país líder de exportación de productos industriales con un 98.34% de presencia en el año 2018. Esto debido a que el país Azteca tiene como principales industrias metalmecánicas el ensamblaje de autos y la producción de sus partes, así como maquinaria pesada para diversos rubros de producción como el minero, construcción, alimenticio, agrícola, etc. En segundo lugar, se encuentra Colombia con un 0.6%, luego Chile con un 0.5% y por último Perú con un 0.2% del total exportado en tal alianza. Si bien se revela un porcentaje conservador en este último, su crecimiento ha sido continuo en los últimos tres años con un promedio de 1.18%. La tabla 01, resume las cifras antes descritas desde el año 2014 al 2018. (Posada, 2019).

Tabla 01.

Exportaciones totales del sector metalmecánico de la alianza del pacífico

PAÍSES/AÑO	2014	2015	2016	2017	2018
MÉXICO	246.924,817	251.790,512	247.362,315	270.190,703	295.384,481
COLOMBIA	1.866,075	1.767,820	1.829,054	1.864,154	1.956,427
CHILE	3.155,148	2.478,206	2.442,415	2.471,706	1.508,680
PERÚ	608,172	554,017	468,423	537,571	613,346

Nota: Valor expresado en miles de US\$. Recuperado de Posada (2018).

A nivel local, cuando se habla del sector exportador peruano siempre se menciona a industrias como el minero, pesquero, agroindustrial u otros; sin embargo, poco se habla y posiblemente poco se conoce que el Perú, exporta más de S/2,000 millones de soles en el sector manufacturero y metalmecánico.

De acuerdo con el Instituto de Investigación y desarrollo de Comercio Exterior de la CCL (Idexcam), tras el análisis de este sector clave en nuestra economía, las exportaciones entre el 2017 y 2018 registraron un crecimiento promedio del 14,4 %. Así mismo, según este mismo centro de investigación, de entre enero a agosto del 2021, la industria metalmecánica generó un PBI de hasta 59 millones de dólares y generó 17,366 empleos de los cuales 8,552 fueron empleos directos, 578 indirectos y 8,236 inducidos. En comparación con el mismo periodo del año anterior, se habrían generado 3,643 nuevos empleos.

Terranova (2022), destaca que el sector resulta muy importante en la industria peruana ya que el largo proceso y los detalles de fabricación que requieren la mayoría de los productos contribuye significativamente a la generación de más puestos de trabajo. Según datos de la AEPME (Asociación de Empresas privadas de Metalmeccánica del Perú), este sector contribuye con la generación de hasta 148 mil empleos directos y tiene un efecto multiplicador de 1 a 4 (por cada puesto de trabajo directo, se generan 4 indirectos). Por otro lado, los salarios de casi el 80% de empleos en este segmento son mayores al promedio de la economía. Finalmente, este sector representa alrededor del 1% del PBI total y poco más del 6% del PBI de la industria manufacturera.

La empresa IDMH PERU SAC, ubicado el distrito de Los Olivos – Lima, fue fundada en el año 2016 e inició sus operaciones con solo cuatro áreas en planta y con poco más del 35% de máquinas de las que ahora cuenta: Almacén, ensamble-empaquetado, mecanizado convencional (dos tornos y una fresa) y área de CNC (dos máquinas de centro mecanizado). Desde sus inicios, la empresa centró su mercado en fabricaciones diversas para el sector minero, así como el pesquero. La exigencia de mayores demandas de sus clientes y la especialización en determinados grupos de productos tuvo efectos en el incremento de ventas y la necesidad de expansión de áreas y maquinaria. Sin embargo, los márgenes obtenidos no permitieron prever y/o evaluar un crecimiento ordenado y eficiente de las diversas áreas de producción. Es decir, después de las condiciones de arranque inicial, la ampliación de sus recursos (máquinas y áreas) se dieron a la medida de disponibilidad de espacios del área total.

En tal sentido, se ha considerado conveniente analizar la realidad actual de la empresa metalmecánica IDMH PERU S.A.C, respecto a la distribución actual de planta y la productividad de esta. Por lo mismo la aplicación de la metodología de Planeamiento sistemático de la distribución para el planteamiento de una propuesta de redistribución que permita la mejora de la productividad.

1.2. Determinación del problema

En un entorno globalizado, las compañías están cada vez más exigidas a asegurar a través de los detalles, márgenes de beneficio para su subsistencia en el tiempo. Por lo cual, se hace imperativo analizar y evaluar con total minuciosidad, mediante una adecuada distribución de planta todos los pormenores, la capacidad de esta de tal manera se logre el mejor funcionamiento de las instalaciones. Barón y Zapata (2012), fundamentan que la distribución de planta se considera de importancia significativa para la supervivencia de pequeñas y grandes empresas. Por otro lado, Huatuco & Sagástegui (2019), mencionan que uno de los factores fundamentales en el sector metalmecánico es la productividad. Sin embargo, son muy pocas las empresas de este sector

que evalúan una adecuada distribución de planta afectando la eficiencia productiva de sus procesos.

IDMH PERU S.A.C es una empresa limeña del sector de metalmecánica, la cual, durante los últimos 5 años viene ejecutando proyectos de fabricación y mecanizado de productos de acuerdo con las necesidades de sus clientes. Cuenta con un total de 40 empleados (33 en producción) y un área de producción de 1,053 metros cuadrados. Sus clientes principales están abocados a actividades de minería y pesca y en los últimos años vienen presentando altas demandas de producción las mismas que han generado que la empresa empiece a atravesar por una serie de desafíos para el cumplimiento de los requerimientos. Estos desafíos también se presentan en cuanto a seguridad y condiciones de trabajo puesto que, son requeridos directamente por los sectores a los que la empresa atiende. Es por ello, que están sometidos a auditorías paulatinas en las que se pueda determinar que IDMH PERU SAC cuenta y cumple con las condiciones adecuadas para los proyectos postulados y licitados.

Es menester por lo tanto resaltar que, la deficiente distribución de planta viene impactando directamente en la productividad y sumando al bajo ratio de esta respecto a lo esperado debido al exceso de traslados que se ejecutan en la fabricación de cuatro familias de productos que abarcan aproximadamente el 95% de su producción: pastecas, motones ovales, carros mineros y piezas en serie tales como bujes, pines, bocinas, etc.

1.2.1. Problema general

¿Cómo debe abordarse una redistribución de planta para mejorar la productividad en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la productividad actual en las principales familias de productos de la empresa IDMH PERU S.A.C, Lima, año 2021?

- Cuál será el resultado de la aplicación de la propuesta de redistribución de planta mediante simulación respecto a la mejora de la productividad actual de las principales familias de productos en la empresa IDMH PERU SAC, Lima, año 2021?
- ¿Cuál será el resultado de evaluación económico financiera de la propuesta de redistribución de planta en los beneficios económicos en la empresa IDMH PERU SAC, Lima, año 2021?

1.3. Justificación

Pérez (2020), postula que cualquier cambio a ejecutarse en el proceso de producción con el objeto de mejorar la productividad en las industrias, debe abordarse desde el estudio, diseño y definición de la mejor distribución de planta, puesto que resulta totalmente imprescindible que exista un buen flujo de materiales el cual debe ser lógico y con la coherencia de evitar traslados excesivos o aparcamientos de espera.

Por otro lado, Ortiz y Zúñiga (2022) concluyen que, una correcta distribución de planta genera un aumento de la productividad de las empresas que las implementan, al agilizar los procesos y acelerar la producción puesto que existe una estrecha relación entre ambas variables. Como consecuencia el incremento de la producción y beneficios económicos

Por tal motivo, el presente proyecto de investigación es relevante porque beneficia económicamente a la industria metalmecánica, especialmente a la empresa IDMH PERÚ S.A.C ya que se realiza con la finalidad de identificar problemas relacionados a la deficiente distribución de planta; de tal manera determinar una propuesta de redistribución para el incremento de la productividad en la misma.

- **Justificación académica**

En lo académico, el presente trabajo servirá como consulta para estudiantes interesados en conocer metodologías de redistribución de planta en empresas

principalmente del sector metalmecánico mediante la aplicación de herramientas de Planeamiento sistemático de la distribución.

- **Justificación teórica**

Así mismo, en lo teórico, esta investigación se realiza con el objeto de aportar conocimiento respecto a las metodologías de distribución de planta y su impacto sobre la productividad en los procesos productivos.

- **Justificación práctica**

Por otro lado, en lo práctico, los temas tratados en la presente investigación servirán de base para la empresa IDMH PERU como fundamentos estándar de reingeniería para la correcta aplicación de una propuesta de redistribución de planta.

- **Justificación valorativa**

Finalmente, de manera valorativa, la aplicación del presente proyecto significará para la empresa un incremento de la producción en sus procesos productivos por lo mismo reducción de costos e incremento de utilidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Proponer una redistribución de planta basado en la metodología de planeamiento sistemático de la distribución para mejorar la productividad en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- Calcular la productividad actual de las principales familias de productos en la empresa IDMH PERU S.A.C, año 2021.
- Determinar mediante simulación la mejora de la productividad de las principales familias de productos con la propuesta de redistribución de planta en la empresa IDMH PERU SAC, Lima, año 2021.

- Realizar la evaluación económico financiero de la propuesta de redistribución de planta en la empresa IDMH PERU SAC, Lima, año 2021.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La redistribución de planta propuesta con la metodología de planeamiento sistemático de la distribución mejorará la productividad en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La productividad actual en las principales familias de productos en la empresa es adecuada IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021.
- La aplicación de la propuesta de redistribución de planta mediante simulación sí dará como resultado una mejora en la productividad actual de las principales familias de productos en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021.
- La evaluación económica financiera de la propuesta de redistribución de planta dará como resultado una mejora en los beneficios económicos en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, en el año 2021.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Castro y Galindo (2018) realizaron una tesis de investigación para la denominada “Propuesta de diseño y distribución en planta para la nueva infraestructura de la empresa congelados Trust. S. A a través de técnicas de ingeniería” en donde se tuvo como objetivo contribuir con el mejoramiento del desempeño operativo en la empresa a mediante del diseño y distribución de planta del área de producción de sus productos pre cocidos. En la investigación se concluyó que a través de la aplicación de la propuesta determinada a través de planeamiento sistemático de la distribución (SPL) se evidenció una disminución de 10.52% en min dentro de los tiempos en el ciclo de los procesos y de un decrecimiento del 21.63% en la distancia recorrida dentro de las etapas del proceso productivo. Además, se determinaron indicadores financieros para determinar si el proyecto es viable o no, como Valor Actual Neto (VAN) se tuvo un valor de \$ 136,029.03, un Retorno de la Inversión (ROI) de 66.27%, un periodo de recuperación de la inversión de 11 meses, con esto se concluyó que el proyecto debe ejecutarse puesto que es viable financieramente.

Martínez (2017) realizó un trabajo de investigación titulado “Diseño y Mejoramiento de la Distribución en Planta de la Empresa de Metalmecánica SOLDIMONTAJES DIAZ.LTDA Ubicada en Paipa, Boyacá”, dicho trabajo tuvo como objetivo general diseñar una propuesta de distribución en planta (LAYOUT) de las áreas de producción en la empresa, de tal manera que permita optimizar el espacio, la organización de los procesos, y el adecuado funcionamiento de las instalaciones, con la finalidad de mejorar su capacidad de producción, fortaleciendo productiva y finalmente la respuesta a los requerimientos del actual y futuro sector siderúrgico nacional. Como resultado se diseñó una propuesta detallada de las instalaciones y distribución final de la planta mediante un diseño de modelado 3D o Render, para evidenciar los cambios y mejoras planteada, la organización y optimización de los ambientes, mejoramiento de las condiciones de trabajo y sistemas de almacenamiento, lo que garantizó el buen funcionamiento de las instalaciones, dando solución a los problemas encontrados. La propuesta tuvo un impacto en la

productividad de 36.07% y se adecuó de mejor manera el espacio de trabajo para la elaboración de proyectos con una mejora del 28.2%,

2.1.2. Nacionales

Coronel (2021) realizó el trabajo de investigación titulado “Propuesta de distribución de planta y estudio de trabajo para incrementar la productividad en la línea metalmeccánica en una empresa de fabricación de muebles, 2021” en donde se estableció como objetivo la descripción de una propuesta de distribución de planta y el estudio de trabajo para incrementar la productividad en la línea metalmeccánica. El autor utilizó instrumentos como: Planeación sistemática de distribución (SLP) y el método de Guerchet. Como resultado de esta investigación, se describió que se podría incrementar la productividad en la línea metalmeccánica bajo dos pronósticos; eficiencia y eficacia. Además, en ambos casos se superó el 85%, estos resultados fueron superiores al 67% que se tenía inicialmente, con esto se demostró que lo planteado por el autor mejoraría en 18% la productividad inicial. Finalmente, la investigación permitió describir que la planta podría reducir los tiempos de transporte en la línea metalmeccánica de 41.85 a 16.40 minutos, con lo cual se lograría una mejora de 60.81%.

Carbonel (2020) realizó la investigación titulada “Rediseño de distribución de planta y su efecto en la productividad de la empresa metalmeccánica Rocagu SRL. Pacasmayo, 2020” que tuvo como objetivo determinar cuál fue el efecto de un rediseño de planta en la productividad en la empresa ROCAGU S.R.L. Los principales problemas de la empresa fueron los desplazamientos innecesarios de los materiales y del personal. En la investigación se llegó a concluir en que el rediseño de la distribución de planta tuvo un impacto positivo en la productividad, la cual llegó a un incremento del 8.33% en el índice combinado de la productividad, también el porcentaje de utilización aumentó de 57% a 64%. Finalmente, el rediseño de la distribución de la planta, las distancias que los trabajadores recorren en el área productiva disminuyeron de 844 metros a 688 metros.

Giuttari (2021) en su investigación denominada realizó el trabajo de investigación titulado “Diseño y distribución de planta para mejorar la productividad del proceso de fabricación de estructuras metálicas en una empresa metalmeccánica” plantea como objetivo el diseño y distribución de planta para el

aumento de la productividad del proceso de fabricación de estructuras metálicas, en este estudio se abordaron problemáticas como; mala distribución de las zonas de trabajo, pérdida de espacios, baja eficiencia, baja eficacia y la baja productividad del proceso de manufactura de las estructuras metálicas. Como conclusión, se diseñó y se distribuyó la planta lográndose incrementar la productividad total de la empresa de 69.1% a 81.2% (. También, se realizó el análisis de flujo de caja, en donde se obtuvieron los siguientes resultados VAN de S/136,515.87, el TIR de 147% y un IR de S/. 7.01.

Mendo (2021) en su trabajo de tesis titulado “Diseño de una distribución de planta para incrementar los niveles de productividad en la empresa Inversiones Cimas E. I. R. L.” indicó como objetivo general proponer un diseño de distribución de planta para incrementar los niveles de productividad de la empresa. Con respecto a la metodología de investigación, el enfoque de este trabajo fue mixto (Cuantitativo y cualitativo). Asimismo, se eligió un diseño de distribución de planta mediante la metodología SLP y tuvo como resultado el aumento de productividad de 66.51% a 74.74%. Finalmente, en el análisis económico financiero de la propuesta del diseño de distribución, el VAN tuvo un valor mayor que cero ($22,807.03 > 0$), el TIR, obtuvo un valor del 45.25%, y por último, el IR indica que por cada sol invertido la empresa gana 0.79 céntimos.

Canto y Rojas (2018) realizaron una investigación titulada “Distribución De Planta Para Mejorar La Productividad, Sub-Área De Habilitado Y Producción. Empresa Epin S.A.C. Chimbote, 2018”, el objetivo principal de este trabajo fue implementar la óptima distribución de planta con el método SLP (Planificación sistemática de distribución en planta) para mejorar la productividad en el sub-área de habilitado y producción de la empresa EPIN S.A.C. Además del método SLP se aplicaron herramientas como: diagramas, método Güerchet, diagrama Pareto, distancias recorridas, análisis P-Q, relación de flujo y actividades, instrumento de validación de la investigación. La investigación concluyó en que se logró un incremento del índice de productividad en 18,64% de mano de obra y en 18,50% en maquinaria. Finalmente, se confirmó que la aplicación del método SLP mejoró la productividad, consiguiendo el 85% de fiabilidad sobre el instrumento aplicado.

Espinoza (2017) realizó el trabajo de tesis titulado “Distribución de planta para incrementar la productividad en la empresa TEJIDOS GLOBAL S.A.C. del Distrito de Santa Anita, Lima, 2017” la cual tuvo como objetivo determinar la forma en que la distribución de planta incrementa la productividad de la empresa Tejidos Global S.A.C. Se utilizaron herramientas de distribución de planta como el método Guerchet diagnosticando la falta de espacio que requería las maquinarias y equipos. Finalmente, se concluyó en que el índice de productividad en la empresa tuvo un aumento del 29% a través del uso de la distribución de planta, asimismo, logrando con ello las visibles mejorías para reducir distancias y tiempos y elevar la producción.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Producción

Fontalvo T. (2018) menciona que la producción es la acción de generar valor para crear productos o servicios, y que se necesitan de recursos para realizar los procesos y satisfacer la demanda. Los recursos pueden ser: la mano de obra, capital y materia prima. También indica que se debe conocer el rendimiento de cada uno de los recursos y la forma en que están aportando para lograr las metas.

2.2.2 Productividad

Gutiérrez (2014) indica que la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades ,mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse pro número de trabajadores ,tiempo total empleado ,horas máquina, etc. en otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.

Espino (2018) afirma que el objetivo de estudiar la productividad es determinar las causas que la deterioran y establecer las bases para incrementarlas en las empresas. Nos dice que la productividad es el grado de rendimiento en relación con los recursos disponibles para lograr los objetivos, en el cual se logra la

fabricación de productos a un menor costo, mediante la mejora del uso eficiente de los recursos de la producción: materiales, mano de obra y máquinas. Además, indica que los índices de productividad se determinan mediante la relación producto – insumo, y que hay tres maneras de incrementarlos:

- Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Cuantía de recursos}}$$

Ecuación 1: Cálculo de la Productividad. Fuente: Espino , 2018.

2.2.3 Distribución de planta

Es uno de los elementos que conformar el sistema de producción en el área de trabajo, con el fin de lograr los objetivos de fabricación de la manera más eficiente posible. Además, se le considera como una de las decisiones más significativas de estrategia en las operaciones, ya que la distribución tiene un impacto y directo en la producción y el nivel de productividad de las empresas industriales (Pérez, 2016).

Buitrago (2019) menciona que la distribución de planta es una metodología usada para el ordenamiento de sistemas manufactureros, basados en métodos cuantitativos y técnicas multicriterio. También, son utilizadas por diferentes compañías, con el propósito de lograr diferentes caminos para el flujo de producto, perfeccionar el tiempo de ciclo de producción y aumentar la eficiencia.

Según Garza y Martínez (2019), el óptimo desempeño de las industrias de producción de bienes o servicios pasan por una correcta distribución, de manera que les permita responder exitosamente tanto a las situaciones actuales como a los escenarios futuros. En este contexto, existen estudios que estiman que del 20 al 50% de los gastos totales que intervienen en el área de

producción, se le puede designar a la disposición de la planta, y un layout eficiente minimiza los costos entre el 10 y 30%. Por esta razón, se puede decir que la distribución de planta es una de las tareas más importantes y una de las más críticas para mejorar la tasa de la producción y lograr el flujo de trabajo.

Gonzales (2015) indica que los objetivos que busca la correcta distribución de planta son:

- **Unidad:** alcanzar la correcta integración los componentes de toda la producción.
- **Circulación mínima:** lograr la optimización de los recorridos, tanto de los materiales como de los hombres.
- **Seguridad:** procurar la seguridad, satisfacción y comodidad de los operarios.
- **Flexibilidad:** en las ocasiones en que la distribución de planta deba realizar cambios.

2.2.3.1. Objetivos de la distribución de planta

Según Platas y Cervantes (2015) establecen objetivos de la distribución de planta:

- Reducción de riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores
- Elevación de la moral y satisfacción del obrero
- Incremento de la producción
- Disminución de los retrasos de la producción
- Optimización del uso de los espacios para las distintas áreas
- Reducción del manejo de materiales
- Maximización del uso de maquinarias, mano de obra y/o servicios
- Reducción del material en proceso
- Acortamiento del tiempo de fabricación
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto en general
- Supervisión fácil y efectiva
- Disminución de la congestión o confusión

2.2.4 Planeamiento sistemático para la disposición de Planta (PSD)

Aguilar y Sáenz (2017) indican que el método SLP “fue acuñado por Richard Muther como un procedimiento sistemático multifacético, el cual es parcialmente sencillo para la resolver problemas de distribuciones de plantas, está conformado por una secuencia de pasos. Además, mencionan que para su desarrollo se analizan elementos basados en la distribución en planta. Los autores mencionan que los pasos para realizar el desarrollo del SLP son:

- a. **(P) Productos:** incluye las materias primas.
 - b. **(Q) Cantidad:** numeración de productos utilizados para la realizar estudio.
 - c. **R (Recorrido):** se encarga de analizar las operaciones o actividades por las que pasan cada producto desde su inicio hasta ser un producto terminado.
 - d. **(S) Servicios:** Conjunto de series auxiliares requeridas para el desarrollo de las actividades.
 - e. **T (Tiempo):** Esta determinado en base al tiempo del ciclo del sistema.
- Se muestran las fases para la implantación de un SLP:

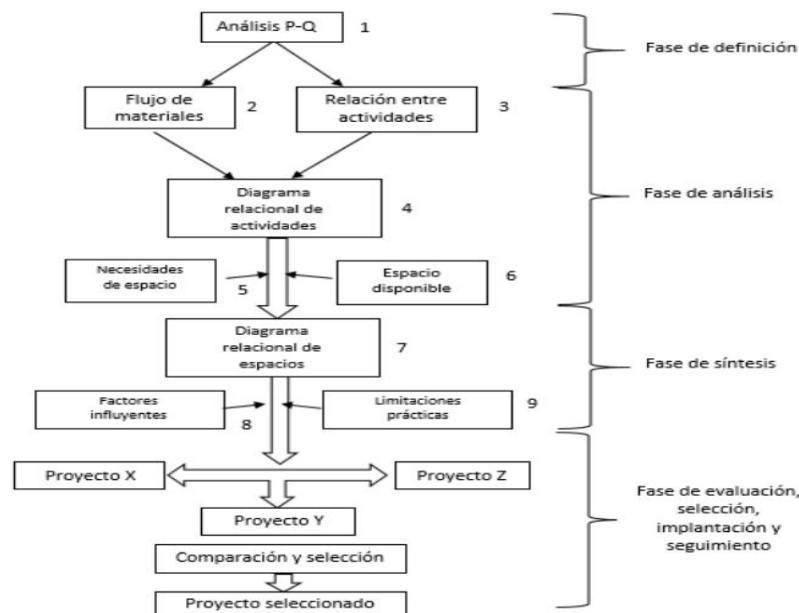


Figura 1. Esquema del Planeamiento sistemático de Distribución (SLP)

Fuente: Aguilar y Sáenz (2017)

2.2.4.1. Herramientas Análisis Producto – Cantidad (P-Q)

Aguilar y Sáenz (2017) comentaron que el análisis P-Q es primer paso para realizar la planificación de distribución de planta, este paso de debe tomar con mucho cuidado debido a que con el se previene los futuros pedidos, ello implica analizar base de datos de los últimos años, además para que el proceso sea más sencillo se pueden asociar productos por familias que van a ser producidos conforme el mismo proceso.

Procedimientos por seguir para el Análisis (P-Q)

Aguilar y Sáenz (2017) indican que los procesos a seguir para realizar los procedimientos P-Q son:

- a. Ordenar por familias a los productos.
- b. Encontrar inclinación de las principales características del conjunto de productos y estimarlos futuro.
- c. Definir el número a fabricarse anual o mensualmente de cada producto.
- d. Representar en grafico (P-Q) en un eje de coordenadas.
- e. Juntar los puntos trazados.
- f. Analizar la conducta de la curva.

Aguilar y Sáenz (2017) explican que el “análisis (P-Q) ayuda para poder tomar decisiones, siendo (M= solo uno o algunos productos estandarizados en gran variedad), (I= la variedad de productos), (J= muchos artículos de poca variedad)”

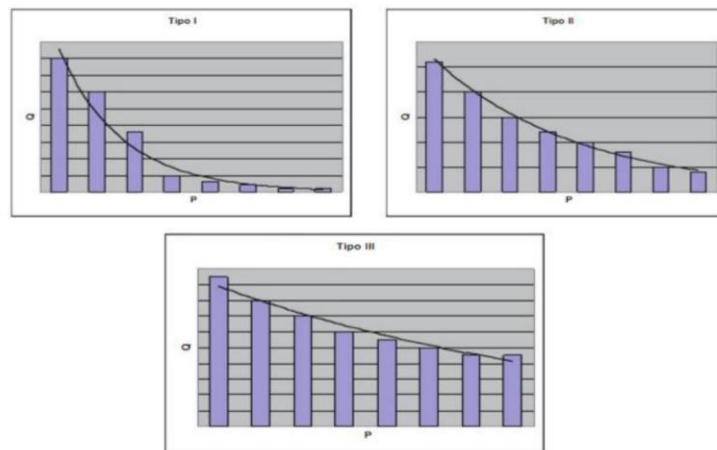


Figura 2. Esquema análisis PQ-ABC

Fuente: Aguilar y Sáenz (2017)

Recorrido de los Productos (R)

Según Aguilar y Sáenz (2017) el recorrido de los productos muestra la secuencia de las operaciones en el proceso de productos terminados, los cuales son de vital importancia.

- Los desplazamientos de materiales son parte fundamental en el proceso de producción.
- Cuando se trabaja con productos de tamaño o peso considerable, se pueden generar dificultades al momento de movilizarlos.
- Los costos de movimientos internos son elevados para cualquier circunstancia.

Para cada etapa del recorrido de los productos se debe analizar si es posible realizar lo siguiente:

- Examinar: Aquí debemos analizar si todas las operaciones son realmente imprescindibles o prescindible.
- Combinar: Aquí estudiaremos si se podrá agrupar a dos o más operaciones en una sola.
- Cambiar: En este caso se tendrá que plantear y analizar la probabilidad de cambiar el orden de las operaciones, personas.

- Mejora: Acá se tiene que considerar si es factible mejorar los métodos, herramientas, equipos.

Aguilar y Sáenz (2017) citan a Díaz, Jarufe y Noriega (2007) quienes mencionan que existen diferentes maneras de estudiar el proceso, estas pueden ser aplicadas según el tipo de producto que se elabora y realizando un ABC de los productos y cantidades.

- **Tipo A:** Se recomienda un diagrama de recorrido fácil ya que se trata de pocas referencias distintas o muy estandarizadas.
- **Tipo B:** Al trabajar con más cantidades de productos lo recomendable es utilizar un diagrama multiproductos.
- **Tipo C:** Para realizar el análisis de una cantidad de productos muy alta, se hará en agrupando para luego poder trabajarlos como el tipo B.
- **Tipo D:** Para este tipo es recomendable realizar una tabla matricial.

Operación	Producto					% Utilización
	P1	P2	P3	P4	P5	
a	①	①			①	70,07
b	②	②-③	①		②	86,68
c	③		②-③	①		73,33
d			③	②	③	56,66
e	④	④	④	③	④	100,00
% de importancia o intensidad de recorrido	3,34	40	16,67	13,33	26,66	

Figura 3. Diagrama Multiproducto

Fuente: Aguilar y Sáenz (2017)

2.2.5 Método Gouchet

Sánchez y Soberon (2017) mencionan que para realizar el método se calculan los espacios físicos que se requerirán en la planta. Además, es necesario identificar el número total de maquinaria y equipo (elementos “estáticos”), y también el número total de operarios y equipo de acarreo (“elementos móviles”).

$$S_s = L \times A$$

Donde: L= Largo y A=Ancho

Ecuación 2: Cálculo de superficie estática (Ss)

Fuente: Sánchez y Soberon, 2017

$$S_g = N \times S_s$$

Donde: N= número de lados y Ss=Superficie estática

Ecuación 3: Cálculo de superficie gravitacional (Sg)

Fuente: Sánchez y Soberon, 2017

$$S_e = K \times (S_s + S_g)$$

Donde: k= coeficiente de superficie evolutiva

Ecuación 4: Cálculo de superficie evolutiva (Se)

Fuente: Sánchez y Soberon, 2017

$$K = 0.5 \times H / 2h$$

Donde: k= coeficiente de superficie evolutiva, regularmente $0.05 \leq K \leq 3.00$

H= altura promedio ponderada de los elementos móviles

h= altura promedio ponderada de los elementos estáticos

Ecuación 5: Cálculo de coeficiente de superficie evolutiva

Fuente: Sánchez y Soberon, 2017

	K
Gran industria, alimentación y evacuación mediante grúa puente . . .	0,05 a 0,15
Trabajo en cadena, con transportador mecánico	0,10 a 0,25
Textil.—Hilado	0,05 a 0,25
Textil.—Tejido	0,50 a 1
Relojería, joyería	0,75 a 1
Pequeña mecánica	1,50 a 2
Industria mecánica	2 a 3

Figura 4. Valores promedios de coeficiente de superficie evolutiva (k)

Fuente: Díaz, Jarufe y Noriega. (2014)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

Por el alcance

Hernández, Fernández y Baptista (2014), argumenta que una investigación propositiva se caracteriza por generar conocimiento al combinar teorías existentes las cuales están relacionados a un hecho situacional o particular que es materia de investigación con el objeto de proponer una solución o iniciativa a la cual se le denomina propuesta. Es menester resaltar que, este tipo de investigación no tiene como requisito su implementación, puesto que concluye con la parte descriptiva, diagnóstico analítico y en base a una teoría que corresponde a tal situación se construye de manera integral una propuesta. Por otro lado, mencionan que una investigación descriptiva se fundamenta en especificar las características, propiedades de cualquier fenómeno que se someta a un análisis. Por lo mismo determino que esta investigación es descriptivo-propositiva ya que primero se determinará el contexto, y condiciones de la empresa a través de la técnica de recolección de datos, realizar el diagnóstico y desarrollo de una alternativa de redistribución de planta en base a la teoría de planeamiento sistemático de la distribución, así como como la evaluación de esta y determinar el posible impacto en la productividad de la empresa IDMH PERU SAC.

Por el enfoque

Hernández, Fernández y Baptista (2014), fundamenta que de acuerdo a la cualitativas, cuantitativas o mixtas. Así mismo, Behar (2008) , define una investigación cuantitativa a aquella en la que se recolecta información empírica respecto a que se pueden pesar, contar o medir y que tras el procesamiento y análisis arrojan números resultados .

Por el diseño

El diseño de la presente investigación se ajustó a los requerimientos del problema estudiado donde en base a la forma de recolección de información de

determina que presenta un diseño secuencial. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), fundamenta que este diseño se caracteriza por que en una primera etapa se recolectan y analizan datos normalmente cualitativos y en una segunda fase se recaban y analizan datos del método cuantitativo.

3.2. Población

Hernández, Fernández y Baptista (2014), define la población como todos los casos que concuerdan una serie de especificaciones. En base a esta definición se consideró como población todas las familias de productos en la planta IDMH PERU SAC.

3.3. Muestra

Hernández, Fernández y Baptista (2014), clasifica las muestras como probabilísticas y no probabilísticas; estas últimas dirigidas a un subgrupo de la población que no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación. Por lo mismo se determinó que la muestra es no probabilística y se centrará en procesos de la planta, de acuerdo con las familias de productos, para determinar los layouts actuales y la productividad de las cuatro familias de productos en evaluación según la siguiente clasificación:

Familia A: Pastecas

Familia B: Motones ovales

Familia C: Carritos mineros

Familia D: Piezas en serie

3.4. Unidad de investigación

Familia A: Unidades producidas de Pastecas

Familia B: Unidades producidas de motones ovales

Familia C: Unidades producidas de carritos mineros

Familia D: Unidades producidas de piezas en serie

3.5. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN COCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable independiente Redistribución de planta	Se entiende por redistribución de planta como la ordenación de áreas, espacios y recursos en una planta considerando la coordinación más efectiva entre todos los elementos. (Mendo, 2018)	Distribución	Eficiencia distribución	Entrevista, Guía de revisión documental, cuestionario Wincha Cronómetro
		Recorridos	Metros recorridos: $\frac{\text{Metros recorridos}}{\text{Producto}}$	
			*Tiempo de traslado por producto: $\frac{\text{Horas traslado}}{\text{Producto}}$	
		*Superficies	*Superficie real y requerida por área $\frac{\text{metros}^2}{\text{área producción}}$	
Superficie total real y requerida en planta $\frac{\text{metros}^2}{\text{Área total planta}}$				
Variable Dependiente Productividad	La productividad está definida como el ratio entre la producción obtenida y cuantía de recursos (Mendo, 2018)	Productividad	Productividad $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo empleado}}$	
			Variación de la productividad: $\frac{\text{Prod. nueva} - \text{Prod. Actual}}{\text{Prod. Actual}}$	

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Observación Directa: Arias (2022), sustenta que la observación directa se utiliza para poder obtener datos que pueden ser recogidos a través de instrumentos o mediante fichas de análisis documental. Razón por la cual, esta técnica se utilizará en esta investigación para observar los tiempos, movimientos y máquinas que se utilizan para la producción y todo el proceso productivo en las distintas familias de productos.

Revisión documental: Arias (2022), Postula que la revisión documental es una técnica que se utiliza para la recolección de información escrita en función a un determinado tema con el fin de proporcionar variables que relaciones directa o indirectamente. Por tal motivo, esta técnica se utilizará para obtener información sobre libros, Documentos virtuales, revistas, así también documentos propios de la empresa para poder establecer las bases teóricas, así como los antecedentes de la presente investigación.

Entrevistas: Arias (2022), Fundamenta la entrevista como una de las técnicas más usadas en la recolección de datos puesto que se obtiene información del sujeto en estudio a partir de la interacción con el investigador. Esta técnica se utilizará para conocer la situación actual de la empresa desde la perspectiva de la gerencia general.

Encuesta: Hernández, Fernández y Baptista (2014), sustenta que la encuesta es una técnica que se utiliza para la obtención de datos de manera rápida y eficaz. La misma consiste en un conjunto de preguntas con respecto a una o más variables a medir. Esta técnica se utilizará para conocer la situación actual de la empresa desde la perspectiva de los operarios de planta.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos para realizar esta investigación serán:

Técnica: Observación directa

- **Cronómetro:** Este instrumento se utilizará para la medición de los tiempos de producción de los productos que se tomarán en cuenta para el desarrollo de esta investigación.
- **Wincha:** Este instrumento se utilizará para la medición de las distancias en los diferentes espacios. A partir de ello determinar y plasmar en los formatos de diagrama de actividades, con la mayor precisión posible, las distancias recorridas durante la producción de cada producto.

Técnica: Revisión Documental

- **Guía de recolección de registros:** Este instrumento se usará para recoger información respecto a la evolución de ventas, planos, y detalle documental respecto al proceso.

Técnica: Entrevista

- **Guía de entrevista:** Aplicado al Gerente General con el objeto de conocer desde un enfoque más global la situación problemática, así como las expectativas y necesidades de producción.

Técnica: Encuesta

- **Cuestionario:** Aplicado a todos los operarios de producción. Servirá como instrumento para recopilación de información respecto a la valoración de los problemas más comunes correspondientes a una mala distribución de planta en la empresa.

Respecto a la metodología que evidencia fiabilidad se incluye en el ANEXO 10 el acta de la validación de tres expertos para todos los instrumentos utilizados en esta investigación. Para el caso del cuestionario se realizó además la evaluación del nivel de confiabilidad según el procedimiento de ALFA DE CRONBACH. A continuación, se presenta los resultados. El consolidado de resultados por cada operario al que se aplicó la encuesta, así como los cálculos de las varianzas se puede verificar en el anexo ANEXO 3

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

α : Alfa de Cronbach
 k : Número de ítems
 V_i : Varianza de cada ítem
 V_t : Varianza del total

Ecuación 6: Cálculo de alfa de Cronbach

Fuente: Chaves, 2018

Intervalo al que pertenece el coeficiente alfa de Cronbach	Valoración de la fiabilidad de los ítems analizados
[0 ; 0,5[Inaceptable
[0,5 ; 0,6[Pobre
[0,6 ; 0,7[Débil
[0,7 ; 0,8[Aceptable
[0,8 ; 0,9[Bueno
[0,9 ; 1]	Excelente

Figura 5: Valoración de fiabilidad de ítems según el coeficiente de Cronbach

Fuente: Chaves, 2018

Tabla 02.

Cálculo de coeficiente de Cronbach para instrumento cuestionario

Descripción	Valores
K	9
V_i	5.94
V_t	17.61
α	0.75

Según los resultados de la tabla 2, se constata en base a la figura 5 que la confiabilidad del instrumento cuestionario aplicado a los 31 operarios de producción de la empresa IDMH PERU SAC, 2021, tiene una calificación **ACEPTABLE**.

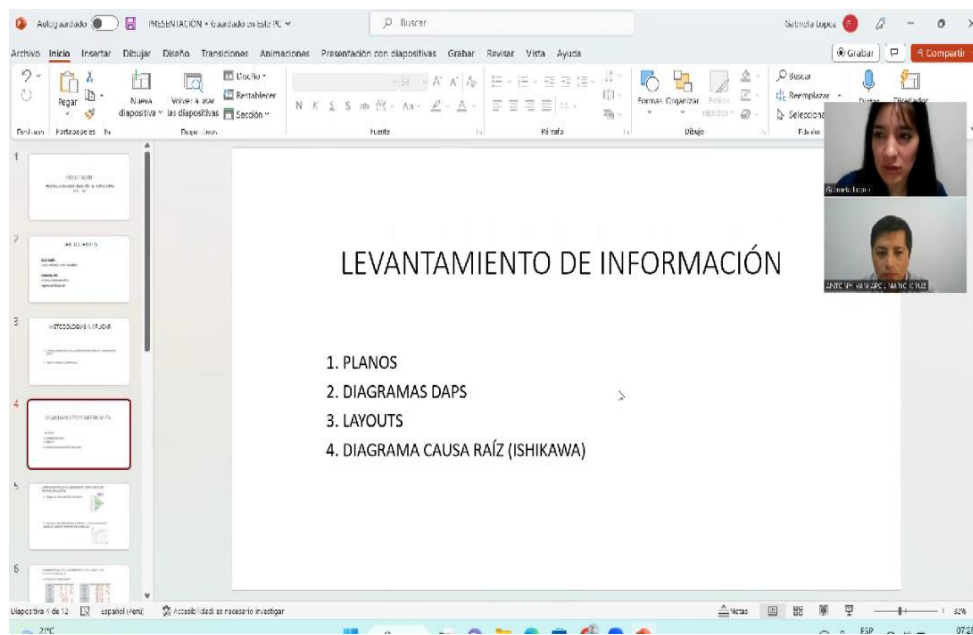
Entrevista a 2 expertos

Expertos profesionales en el sector metalmecánica, área de producción.

Profesional 1:

Nombre: Antony Iván Apolinario Cruz

Perfil Profesional: Ingeniero mecánico de la universidad nacional del Callao. Cuenta con un diplomado en Sistema de Gestión Lean y actualmente el desarrollo de una maestría en Dirección de Operaciones Productivas. Cuenta con más de 10 años de experiencia en el rubro de metalmecánica desempeñándose principalmente en áreas productivas en empresas como Forjados S.A.C, Insermind SAC y actualmente como ingeniero de producción en Siom Perú. En su vasta experiencia ha desarrollado mejoras de gran impacto en procesos de mecanizado y buenas prácticas de manufactura.



Profesional 2:

Nombre: Jorge Luis Marquez Cruz

Perfil Profesional: Profesional de ingeniería industrial de la Universidad César Vallejo. Cuenta con más de 7 años de experiencia en el rubro de metalmecánica en empresas como Crom SAC y desde el 2018 se viene desempeñando como supervisor de producción en la empresa IDMH PERU SAC.



3.7. Matriz de consistencia

u	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo debe abordarse una redistribución de planta para mejorar la productividad en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>1. ¿Cuál es la productividad actual en las principales familias de productos de la empresa IDMH PERU S.A.C, Lima, año 2021?</p> <p>2. ¿Cuál será el resultado de la aplicación de la propuesta de redistribución de planta mediante simulación respecto a la mejora de la productividad actual de las principales familias de productos en la empresa IDMH PERU SAC, Lima, año 2021?</p> <p>3. ¿Cuál será el resultado de evaluación económico-financiera de la propuesta de redistribución de planta en los beneficios económicos en la empresa IDMH PERU SAC, Lima, año 2021?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Proponer una redistribución de planta basado en la metodología de planeamiento sistemático de la distribución para mejorar la productividad en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>1. Calcular la productividad actual de las principales familias de productos en la empresa IDMH PERU S.A.C, año 2021.</p> <p>2. Determinar mediante simulación la mejora de la productividad de las principales familias de productos con la propuesta de redistribución de planta en la empresa IDMH PERU SAC, Lima, año 2021.</p> <p>3. Realizar la evaluación económico financiero de la propuesta de redistribución de planta en la empresa IDMH PERU SAC, Lima, año 2021.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La redistribución de planta propuesta con la metodología de planeamiento sistemático de la distribución mejorará la productividad en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021.</p> <p>Hipótesis específica</p> <p>1. La productividad actual en las principales familias de productos en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021, no es adecuada.</p> <p>2. La aplicación de la propuesta de redistribución de planta mediante simulación dará como resultado una mejora en la productividad actual de las principales familias de productos en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, año 2021.</p> <p>3. La evaluación económica financiera de la propuesta de redistribución de planta dará como resultado una mejora en los beneficios económicos en la empresa IDMH PERÚ S.A.C, Lima, en el año 2021.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Redistribución de planta</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Productividad</p>	<p>*Distribución</p> <p>*Recorridos</p> <p>*Superficies</p> <p>*Productividad</p>	<p>*Eficiencia de distribución</p> <p>*Metros recorridos:</p> $\frac{\text{Metros recorridos}}{\text{Producto}}$ <p>*Tiempo de traslado por producto:</p> $\frac{\text{Horas traslado}}{\text{Producto}}$ <p>*Superficie real y requerida por área</p> $\frac{\text{metros}^2}{\text{área producción}}$ <p>*Superficie total real y requerida en planta</p> $\frac{\text{metros}^2}{\text{Área total planta}}$ <p>Productividad</p> $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo empleado}}$ <p>Variación de la productividad:</p> $\frac{\text{Prod.nueva} - \text{Prod.Actual}}{\text{Prod.Actual}}$	<p>Enfoque de investigación:</p> <p>Mixta</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Descriptivo - Propositiva</p> <p>Diseño:</p> <p>Secuencial</p>

3.8. Análisis de datos y procesamiento

El proceso de análisis de datos que se recopilarán en la investigación, se realizarán a través de:

- Excel 2019: Para la elaboración de diagramas, cálculos y simulación de resultados
- Autocad 2D 2020 para validación/levantamiento de planos de planta respecto al layout y distribución actual, así como la propuesta de redistribución.

3.9. Aspectos éticos

Hoy en día un gran dilema ético en los proyectos de investigación es alcanzar un equilibrio entre las exigencias que se requieren en los profesionales y la búsqueda de la verdad, derechos y valores. Mujica (2022) concluye que el fraude, el plagio, el aprovechamiento de ideas de otros, la publicación duplicada y otras inadecuadas conductas éticas están contribuyendo al daño de los cimientos éticos de la comunidad científica.

Se entiende por la ética como la filosofía que estudia la moralidad en los actos humanos. Entendiéndose la investigación científica como un acto humano en la comprensión y mejora de la condición humana y el progreso de la sociedad; en esta investigación se declara el actuar en conformidad con la verdad, honestidad y transparencia durante todo el proceso de este trabajo y la expresión pública del mismo para la consulta de diversos usuarios. Así mismo, se declara el cumplimiento del código de ética del investigador científico UPN y sus principios de humanidad, justicia, igualdad, veracidad y trabajo en equipo.

En adición a lo antes suscrito, toda la información y recolección de datos para la presente investigación será tratada con autorización de la empresa y los modelos de producción no es parte de su divulgación, el cual se reserva a estos.

3.10. Procedimiento.

3.10.1. Determinación de la situación actual

Como punto de partida en la recolección de información de esta investigación se realizó una primera visita a las instalaciones de IDMH para evaluar de manera subjetiva el enfoque de la propuesta de mejora y la selección de los instrumentos a utilizar. Una vez definidos y validados, se procedió a una siguiente visita para su aplicación empezando por los del tipo cualitativo:

Aplicación de instrumentos cualitativos

3.10.1.1. Cuestionario a operarios de producción (Instrumento: cuestionario)

ítem	Descripción/Valoración	Positivo			Negativo		Total
		Nunca	Raras veces	Ocasionalmente	Generalmente	Siempre	
1	Encuentra complicado el traslado entre áreas de trabajo	0	0	7	10	14	31
2	Su área de trabajo no se encuentra bien dimensionada	0	1	4	16	10	31
3	Considera que su capacidad de producción se encuentra afectada por la distribución actual de las áreas	1	0	2	18	10	31
4	Considera que las áreas de producción no se encuentran bien distribuidas	0	0	5	10	16	31
5	Las áreas de trabajo están muy distanciadas y le genera pérdida de tiempo al trasladarse	0	2	5	15	9	31
6	El espacio donde ejecuta sus labores se encuentra desordenado y sucio	1	1	4	18	7	31
7	El área donde labora presenta iluminación y ventilación inadecuada	0	2	1	12	16	31
8	Se siente expuesto a accidentes de trabajo durante el desarrollo de sus actividades	0	3	20	8	0	31
9	Los equipos para el traslado de material no es el más adecuado	1	4	5	15	6	31
Total		3	13	53	122	88	279
Distribución %		1%	5%	19%	44%	32%	100%

Figura 6. Resultados de cuestionario

Nota: se procedió a la realización del cuestionario tipo Likert (con escala de:

Nunca, raras veces, ocasionalmente, generalmente, siempre) a los 31 operarios de planta con el objeto de validar la percepción de los mismos

respecto a los principales problemas relacionados a la distribución de planta en una empresa

3.10.1.2. Entrevista con la gerente general (Instrumento: entrevista)

Se procedió una entrevista con la gerente general de la empresa a fin de conocer desde su perspectiva los aspectos que necesitan ser atendidos con prontitud para la mejora de la producción en su representada.

Objetivo: Evaluar la problemática de la empresa desde la perspectiva de la gerencia general de la empresa IDMH PERU SAC.

Nombre: Cecibel Eliane Gutierrez Pruvot

Entrevistador: Dulia Gabriela López Monteza

Pregunta 1. ¿Cuáles son los principales productos que produce la empresa y cuál considera debería ser el ratio de productividad y/o producción de los mismos? Rpta: Casi el 95% de nuestras operaciones se centra en la elaboración de tres tipos de productos Aparejos, los cuales incluyen las pastecas y motones ovales, carros mineros y algunas piezas que se elaboran en serie tales como bujes, pines, bocinas, etc. La diferencia, son productos a pedido específico (diseños diferentes) con frecuencias de producción que no superan las dos o tres piezas por semana. Respecto a la producción esperada si bien no contamos con información documentada, estimamos que actualmente estamos aproximadamente por debajo del 85% de lo esperado.

Pregunta 2: ¿Cuáles considera usted son los principales problemas en el proceso productivo dentro de su empresa? Rpta: Creo que los cuellos de

botella en casi el 50% de los procesos lo que nos ha generado algunos problemas en las entregas ya que no hemos alcanzado a cubrir algunos pedidos. Considero que la congestión en muchas de las áreas es un problema que a la fecha nos ha venido generando mucho desorden, así como tiempos muertos de producción.

Pregunta 3: ¿La distribución de planta con la que se cuenta actualmente se realizó bajo un criterio o metodología estándar? Rpta: No, la ubicación de las maquinarias así como la delimitación de superficies por cada área se fue realizando a medida que se fueron adquiriendo nuevas maquinarias y según la necesidad a tiempo corto. Posteriormente se han intentado cambios, pero han sido mínimos tal vez entre una o dos áreas, que se ajustaban a la temporada de carga o mayor demanda de uno de los productos, pero luego no ha funcionado.

Pregunta 5. ¿Cómo evalúa usted la implementación actual de la empresa a nivel de recursos: maquinaria, equipos, materiales, áreas de trabajo?

Considero que se encuentra dentro de lo esperado, lo necesario para la producción actual de nuestra demanda. De pronto podrían existir algunas falencias como en toda organización de este tipo que está inmerso en el tema productivo y más en esta industria, pero que no son muy relevantes a nivel de implementación. Es decir, los operarios cuentan con todo el equipamiento para el desarrollo de sus actividades y las áreas de trabajo se han ido implementando a la medida que la demanda lo ha requerido, el año pasado (2020), por ejemplo, se adquirió un nuevo torno CNC y un torno convencional para ampliación de capacidad). Si hay un punto que estamos tratando evaluar ahora está más enfocado a los procedimientos más que al equipamiento.

Pregunta 4. ¿Considera usted que una propuesta de redistribución de planta generaría una mejora en el nivel de producción de su representada? Rpta: Sí.

A propósito, como mencioné anteriormente se ha intentado hacer cambios, pero no han tenido un impacto sostenido en el tiempo para la combinación de los productos que abarcan más del 90% de nuestra producción. Aún no tenemos el criterio o la metodología para alcanzar una armonía, una distribución que **permita** un impacto o cambio real de mejora.

3.10.1.3. Instrumento: Guía de Revisión documental

Gracias a la guía de revisión documental consultada al área administrativa se pudo constatar si la empresa contaba con documentación relacionada a diagramas, planos, con la finalidad de determinar si dicha información debía ser considerada según documentos brindados o se tendrían que levantar desde cero, concluyéndose en la ejecución de esta segunda (VER ANEXO 1)

3.10.1.4. Entrevista a dos expertos

Se realizó con el objeto de abordar de manera general la investigación y conocer desde su experiencia y conocimiento las consideraciones a tener en cuenta para un desarrollo más efectivo.

Profesional 1: Ing. Antony Apolinario Cruz

Impresiones generales respecto al planteamiento de una propuesta de redistribución de planta en la empresa IDMH PERU SAC:

- Considero que la propuesta en mención es apropiada como un plan de reingeniería para este tipo de industrias. Ya que por lo general muchas de

ellas se van implementando y distribuyendo en base a métodos empíricos o cargas de producción en determinados periodos. Si bien puede que al inicio resulten adecuadas para la necesidad, posteriormente terminan complicando el flujo de los procesos y generan desorden, así como tiempos muertos. La forma y criterios que se plantea en la metodología expuesta para proponer una redistribución de planta se nota, van de acuerdo a las variables que son necesarias tener en cuenta para este tipo de cambios.

Recomendaciones

- Validar la opción de reducir la frecuencia de traslados para determinados productos a través de equipos de carga pequeña. Ya que en este tipo de industrias es muy usual que gran porcentaje de los traslados se realicen de forma manual a través de equipos no adecuados para la cantidad de peso y unidades que se transporta como es el caso de las stokas. Incurriéndose en tiempos muertos/excedentes para esta actividad debido a la complejidad del manipuleo, así como falta de estos equipos para cubrir la necesidad en toda la planta. En tal sentido, se podría proponer la adquisición de carritos industriales los cuáles son prácticos, económicos y pueden alcanzar cargas de hasta 400 kg para el traslado de productos o piezas en un solo bloque.
- Respecto a la metodología de Gouchet es una muy buena metodología para diagnosticar la mala utilización de espacios: excedentes en algunas áreas, faltantes en otras y otros espacios muertos que generalmente en esta industria de metalmecánica, se usan para mermas o piezas en subprocesos incrementando el desorden. Por lo que la aplicación en esta propuesta sería de gran impacto para validar tal teoría.

Profesional 2: Jorge Luis Márquez Cruz - Supervisor de planta IDMH

Impresiones generales respecto al planteamiento de una propuesta de redistribución de planta en la empresa IDMH PERU SAC:

- Considero que es una muy buena alternativa que se presenta en este momento donde existe un alto índice de desorden en los flujos de producción. Aún más cuando se tiene sobrecargas de pedidos, por ejemplo, para los aparejos (motones ovales y pastecas) en las épocas de veda, los procesos de alguna manera se complican más por el exceso de cruces entre áreas.

Recomendaciones

- Incluir en la propuesta alternativas de accesibilidad para el personal en los ingresos y salidas de planta diferente a la actual. Puesto que en muchos casos cuando se está recibiendo material o se está realizando despacho de productos, la seguridad del personal administrativo, de oficina técnica o de quienes no están directamente involucrados en el momento con el proceso (tal es el caso del ingreso de personal del nuevo turno) están expuestos a cualquier tipo de accidente.
- En mención a la metodología Gurchet para la reasignación de superficies en las distintas áreas de trabajo, es fundamental que el área de soldadura mantenga el espacio destinado actualmente, ya que, si bien los equipos no son de tamaños considerables, es el cúmulo de piezas ya casi terminadas las que podrían complicar el flujo de materiales en caso se proponga una reducción.
- Es importante que la redistribución de áreas aparte de permitir el correcto flujo de materiales en los distintos procesos de producción, se pueda mantener el espacio del patio de maniobras cerca al almacén y este cerca al punto de ingreso por un tema de seguridad y facilidad en los trabajos de carga y descarga de materiales/ productos.

3.10.1.5. Análisis y caracterización del proceso

Información general

Productos

La empresa metal mecánica IDMH PERÚ S.A.C. se especializa en la elaboración de piezas metálicas para uso minero y de pesca. Sus principales piezas metálicas son pastecas de 10", motones ovales de 10", carros mineros, piezas en serie (como bujes, pines, bocinas) productos son altamente cotizados en la industria minera y pesquería.

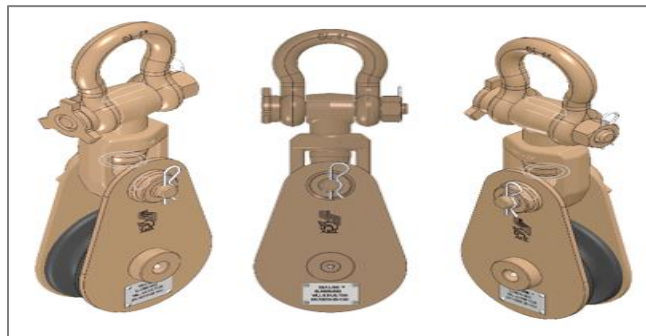


Figura 07. Pastecas

Fuente: IDMH PERÚ SAC



Figura 08: Motones Ovais

Fuente: IDMH PERÚ SAC



Figura 09: Carros mineros

Fuente: IDMH PERÚ SAC



Figura 10: Piezas en serie

Fuente: IDMH PERÚ SAC

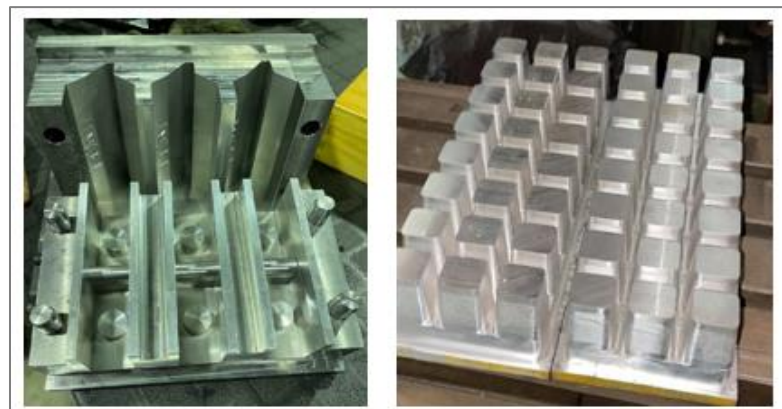


Figura 11. Piezas complejas

Fuente: IDMH PERÚ SAC

Áreas de la empresa

La empresa IDMH PERU SAC cuenta en la actualidad con 10 áreas en su planta de producción, las cuales se detallan a continuación:

ÁREA	NOMBRE
AG	Almacén general
A	Área de mecanizado convencional
B	Área de ensamble
C	Área de soldadura
D	Área de habilitado (corte)
E	Área de mecanizado CNC
F	Área de galvanizado
G	Área de forja
H	Área de pintura
I	Área de empaque

Figura 12. Áreas de producción de la empresa IDMH PERU SAC
Fuente: IDMH PERÚ SAC

Secuencias de producción

A continuación, se detalla las secuencias de producción de las diferentes familias de productos en la empresa IDMH PERU SAC:

CÓDIGO	PRODUCTO	SECUENCIA
P1	Pastecas	AG-D-G-A-E-C-H-B-I
P2	Motón Oval	AG-D-G-A-E-C-F-B-I
P3	Carrito minero	AG-D-G-A-E-C-E-H-B-I
P4	Piezas ne serie	AG-D-E-I
P5	Piezas complejas	AG-D-A-E-I

Figura 13. Secuencia de producción de las diferentes familias de productos de la empresa IDMH PERU SAC

Tipo de distribución

La empresa IDMH PERÚ SAC elabora en la actualidad 2 grupos de productos: 95% piezas continuas y la diferencia, 5%, piezas diversas

Respecto a las piezas en serie la producción se divide en 4 familias: Pastecas, Motones ovales, Carros mineros y piezas en serie. Se realizan en lotes pequeños pero cuentan con gran demanda. Se comparten recursos para su fabricación generando un flujo continuo en la producción de cada lote. Por lo que la empresa realiza una **DISTRIBUCIÓN POR PROCESO**

Distribución actual

A continuación se grafica las distribución actual de la empresa IDMH PERU SAC

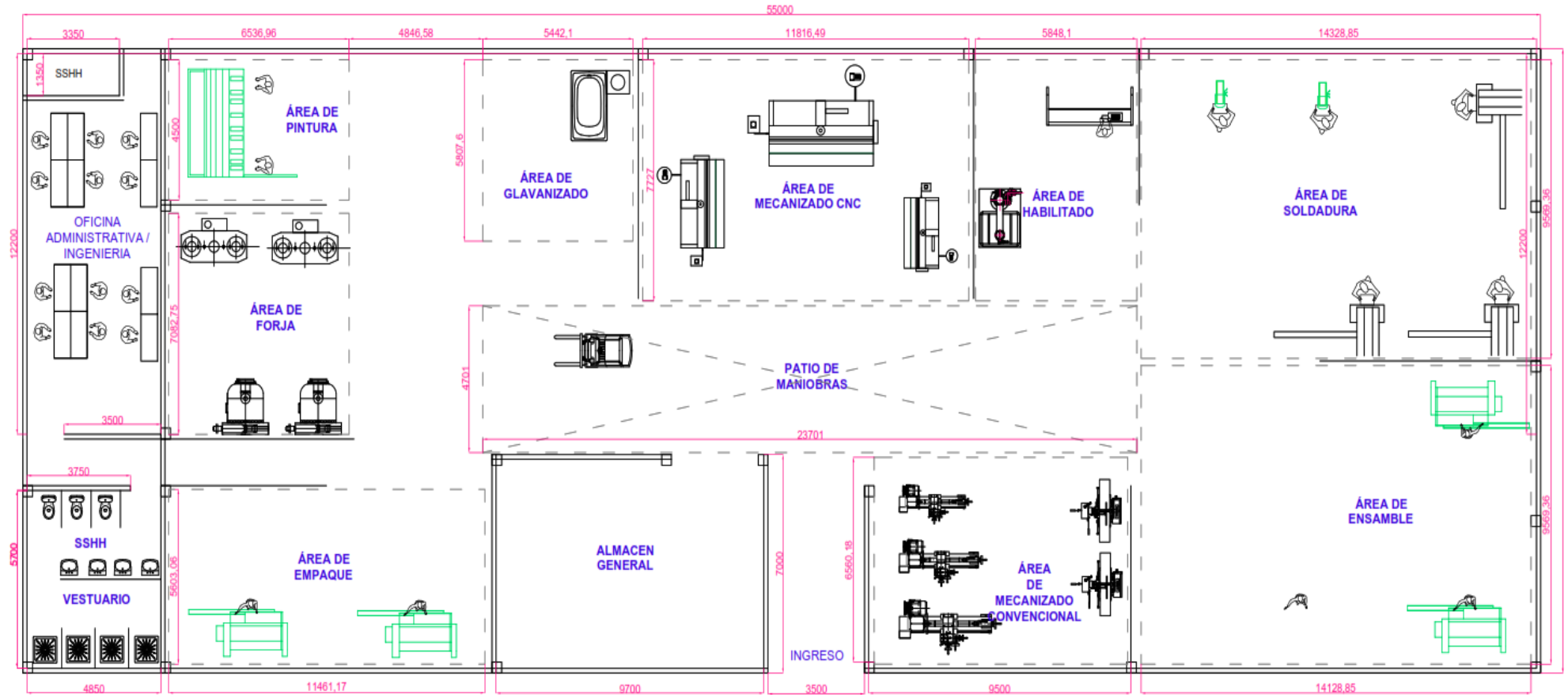


Figura 14. Distribución actual de planta de la empresa IDMH PERU SAC
Fuente: Elaboración en base a información de IDMH PERU SAC

3.10.1.6. Procesos productivos

A. Pastecas¹

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESOS: PASTECAS - IDMH PERU							
DIAGRAMA N° 1			RESUMEN				
Producto: PASTECAS	ACTIVIDAD		ACTUAL	ECONOMIA			
	OPERACIÓN	○	21				
	TRANSPORTE	➡	11				
	MÉTODO: ACTUAL	⏸	9				
LUGAR: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	INSPECCION	□	41				
	ALMACENAMIENTO	▽	10				
OPERARIO: -----	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	⊗	12				
ELABORADO POR: GABRIELA LOPEZ	DISTANCIA (m)		1430	APROBADO POR:			
FECHA: 01-02-2023	TIEMPO (min)		769	FECHA:			
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO				OBSERVACIONES
	(m)	(min)	○	□	➡	▽	
Fundido Ø8" - SAE 1060							
Control Dimensional del Componente				●			Inicia proceso componente: Fundido Ø8" - SAE 1060
Area de Mecanizado CNC	19.6 m	2.3		●			
Cilindrado - Refrentado		27.0	●				
Control de Calidad del Lote		6.8		●			
Area de Pintura	35.2 m	4.1			●		
Pintado de Base y Acabado		40.5				●	
Area de ensamble	51.4 m	6.0			●		
Armado de Pasteca				●			
Plancha ASTM A-36 ESP 1/2"							
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2				●	Inicia proceso componente: Plancha ASTM A-36 ESP 1/2"
Corte Con Plasma		4.5	●				
Area de Soldadura	22.0 m	2.6		●			
Pulido y Limpieza Mecanica		11.3	●				
Area de Mecanizado Convencional	23.4 m	2.7		●			
Fresado de Contorno		15.8	●				
Control de Calidad del Lote		6.8		●			
Area de Pintura	40.7 m	4.7			●		
Pintado de Base y Acabado		11.3				●	
Area de ensamble	51.4 m	6.0			●		
Armado de Pasteca				●			
BarraØ 2" x 60mm - SAE 1045							
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2				●	Inicia proceso componente: BarraØ 2" x 60mm - SAE 1045
Corte en Sierra Cinta		4.5	●				
Area de Mecanizado CNC	21.7 m	2.5		●			
Cilindrado - Refrentado - Roscado		6.8	●				
Control de Calidad del Lote		6.8		●			
Area de ensamble	35.2 m	4.1			●		
Armado de Pasteca				●			
BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045							
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2				●	Inicia proceso componente: BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045
Corte en Sierra Cinta		4.5	●				
Area de Mecanizado Convencional	14.2 m	1.7		●			
Cilindrado - Refrentado - Roscado		11.3	●				
Control de Calidad del Lote		6.8		●			
Area de Pintura	40.7 m	4.7			●		
Pintado de Base y Acabado		11.3				●	
Area de ensamble	51.4 m	6.0			●		
Armado de Pasteca				●			
BarraØ 3" x 100mm - SAE 1045							
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2				●	Inicia proceso componente: BarraØ 3" x 100mm - SAE 1045
Corte en Sierra Cinta		6.8	●				
Area de Forja	37.0 m	4.3		●			
Forjado en Matriz de Martillos		20.3			●		
Area de Mecanizado Convencional	34.5 m	4.0		●			
Cilindrado - Refrentado - Roscado		54.0	●				
Control de Calidad del Lote		6.8		●			
Area de Pintura	40.7 m	4.7			●		
Pintado de Base y Acabado		11.3				●	
Area de ensamble	51.4 m	6.0			●		
Armado de Pasteca				●			
BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045							
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2				●	Inicia proceso componente: BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045
Corte en Sierra Cinta		6.8	●				
Area de Forja	37.0 m	4.3		●			
Forjado en Matriz de Martillos		20.3			●		
Area de Mecanizado Convencional	34.5 m	4.0		●			
Cilindrado - Refrentado - Roscado		27.0	●				
Control de Calidad del Lote		6.8		●			
Area de Pintura	40.7 m	4.7			●		
Pintado de Base y Acabado		11.3				●	
Area de ensamble	51.4 m	6.0			●		
Armado de Pasteca				●			

¹ Revisar detalle de proceso productivo en el anexo 7

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESOS: PASTECAS - IDMH PERU								
DIAGRAMA N° 1	ACTIVIDAD			RESUMEN		ECONOMIA		
Producto: PASTECAS	OPERACIÓN	○	21					
ACTIVIDAD	TRANSPORTE	⇨	11					
MÉTODO: ACTUAL	ESPERA	D	9					
LUGAR: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	INSPECCION	□	41					
OPERARIO: -----	ALMACENAMIENTO	▽	10					
	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	⊗	12					
ELABORADO POR: GABRIELA LOPEZ	DISTANCIA (m)		1430	APROBADO POR:				
FECHA: 01-02-2023	TIEMPO (min)		769	FECHA:				
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
	(m)	(min)	○	□	D	⇨	▽	
BarraØ 2.5" x 140mm - SAE 1045								Inicia proceso componente: BarraØ 2.5" x 140mm - SAE 1045
Area de Habilitado (Corte)		1.4					●	
Corte en Sierra Cinta		4.5	●					
Area de Mecanizado Convencional	14.2 m	1.7					●	
Cilindrado - Refrentado - Roscado		11.3	●					
Control de Calidad del Lote		6.8		●				
Area de Pintura	40.7 m	4.7					●	
Pintado de Base y Acabado		11.3						●
Area de ensamble	51.4 m	6.0						●
Armado de Pasteca					●			
BarraØ 1.5" X 250 mm - SAE 1045								Inicia proceso componente: BarraØ 1.5" X 250 mm - SAE 1045
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2						●
Corte en Sierra Cinta		6.8	●					
Area de Forja	37.0 m	4.3					●	
Forjado en Matriz de Martillos		20.3						●
Area de Mecanizado Convencional	34.5 m	4.0					●	
Cilindrado - Refrentado - Roscado		45.0	●					
Control de Calidad del Lote		6.8		●				
Area de Pintura	40.7 m	4.7					●	
Pintado de Base y Acabado		11.3						●
Area de ensamble	51.4 m	6.0						●
Armado de Pasteca					●			
BarraØ 2" X 40mm- SAE 1045								Inicia proceso componente: BarraØ 2" X 40mm- SAE 1045
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2						●
Corte en Sierra Cinta		6.8	●					
Area de Forja	37.0 m	4.3					●	
Forjado en Matriz de Martillos		9.0						●
Area de Mecanizado Convencional	34.5 m	4.0					●	
Cilindrado - Refrentado - Roscado		11.3	●					
Control de Calidad del Lote		6.8		●				
Area de Pintura	40.7 m	4.7					●	
Pintado de Base y Acabado		11.3						●
Area de ensamble	51.4 m	6.0						●
Armado de Pasteca					●			
Ensamble de todos los componentes (Polea, Eje, Tapa, Horquilla, Ojo, Grillete, Pasadores y Tuercas)		54.0	●					
Control de Calidad del Producto		13.5		●				
Resanado de Imperfecciones de Acabado		11.3	●					
Área de Empaque	39.7 m	4.6					●	
Rotulado y Paletizado		6.8	●					
Area de Almacen General	29.7 m	3.5						●
Area de Almacen General							●	Producto Terminado
	1430	769	21	11	9	41	10	12

Figura 15: Diagrama DAP – Producto Pastecas

Fuente: Elaboración en base a información IDMH PERU SAC

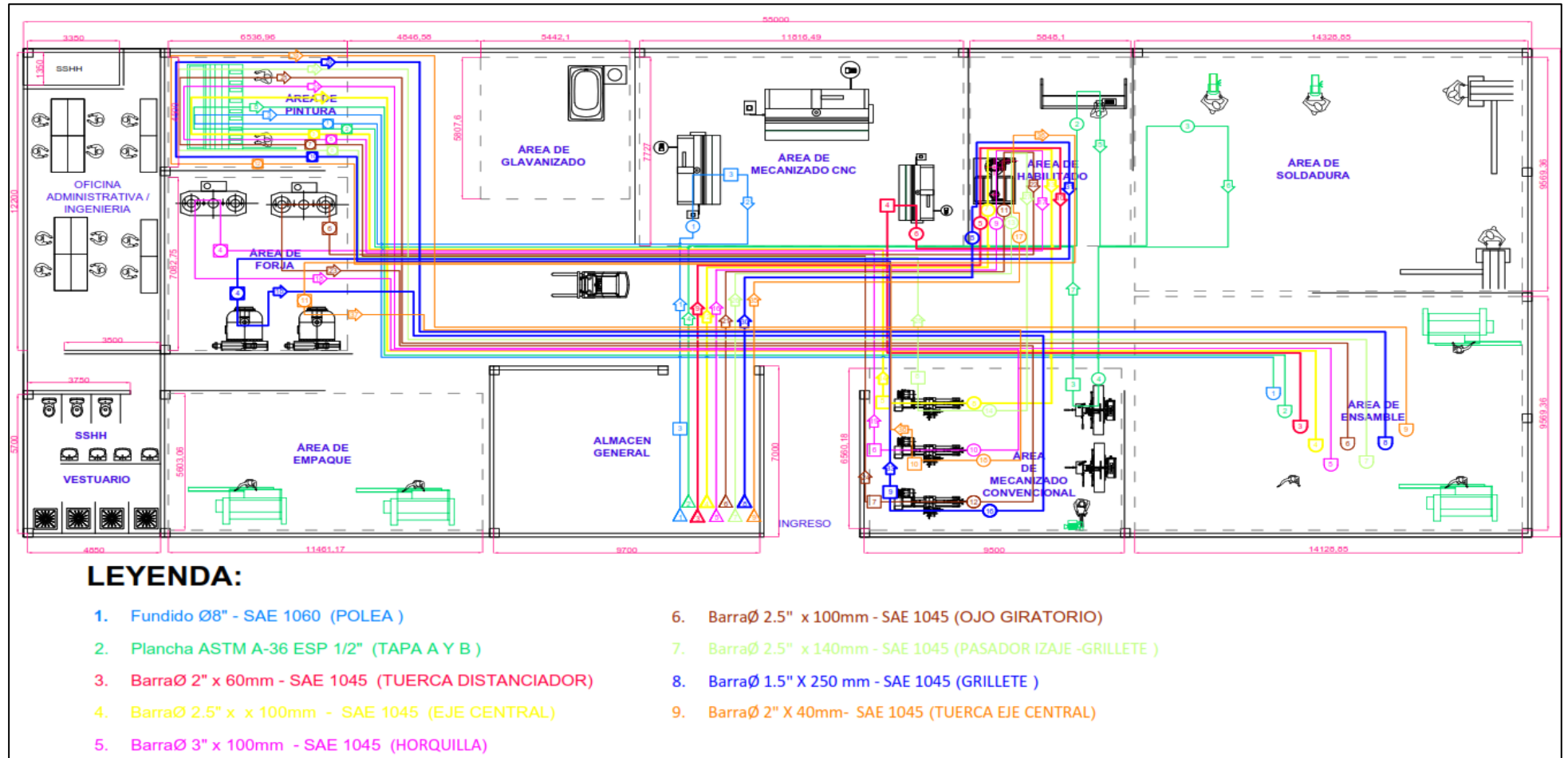


Figura 16. Diagrama de recorrido – Producto Pastecas

Fuente: Elaboración en base a información de IDMH PERU SAC

B. Motones Ovais²

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESOS: MOTONES OVALES - IDMH PERU									
DIAGRAMA N° 2	ACTIVIDAD			RESUMEN ACTUAL		ECONOMIA			
Producto: MOTON OVAL	OPERACIÓN	○		17					
ACTIVIDAD	TRANSPORTE	➡		9			-		
MÉTODO: ACTUAL	ESPERA	D		8			-		
LUGAR: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	INSPECCION	□		31			-		
OPERARIO: -----	ALMACENAMIENTO	▽		7			-		
	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	⊗		8			-		
ELABORADO POR: GABRIELA LOPEZ	DISTANCIA (m)			906			APROBADO POR:		
FECHA: 01-02-2023	TIEMPO (min)			603			FECHA		
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
	(m)	(min)	○	□	D	➡	▽		⊗
Fundido Ø6" - SAE 1060									Inicia proceso componente: Fundido Ø6" - SAE 1060
Control Dimencional del Componente				●					
Area de Mecanizado CNC	19.6 m	2.3					●		
Cilindrado - Refrentado		28.8	●						
Control de Calidad del Lote		7.2		●					
Area de Galvanizado	23.7 m	2.8					●		
Recubrimiento con Zinc Fundido		24.0						●	
Area de Ensamble	39.9 m	4.7							
Armado de Pasteca					●				
Plancha ASTM A-36 ESP 1/4"									Inicia proceso componente: Plancha ASTM A-36 ESP 1/4"
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2					●		
Corte con Plasma		4.8	●						
Area de Soldadura	22.0 m	2.6					●		
Pulido y Limpieza Mecanica		12.0	●						
Area de Mecanizado convencional	23.4 m	2.7					●		
Fresado de contorno, Agujerado y Barrenado		16.8	●						
Control de Calidad del Lote		7.2		●					
Area de Galvanizado	29.2 m	3.4					●		
Recubrimiento con Zinc Fundido		24.0						●	
Area de Ensamble	39.9 m	4.7							
Armado de Pasteca					●				
Platina 2" X 3/8" - ASTMA A36									Inicia proceso componente: Platina 2" X 3/8" - ASTMA A36
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2					●		
Corte con Plasma		4.8	●						
Area de Mecanizado convencional	14.2 m	1.7					●		
Fresado de contorno, Agujerado y Barrenado		14.4	●						
Control de Calidad del Lote		7.2		●					
Area de Galvanizado	29.2 m	3.4					●		
Recubrimiento con Zinc Fundido		24.0						●	
Area de Ensamble	39.9 m	4.7							
Armado de Pasteca					●				
BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045									Inicia proceso componente: BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2					●		
Corte enSierra Cinta		4.8	●						
Area de Mecanizado convencional	14.2 m	1.7					●		
Cilindrado - Refrentado - Roscado		9.6	●						
Control de Calidad del Lote		7.2		●					
Area de Galvanizado	29.2 m	3.4					●		
Recubrimiento de Cabeza con Zinc Fundido		24.0						●	
Area de Ensamble	39.9 m	4.7							
Armado de Pasteca					●				
BarraØ 3" x 120mm - SAE 1045									Inicia proceso componente: BarraØ 3" x 120mm - SAE 1045
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2					●		
Corte enSierra Cinta		7.2	●						
Area de Forja	37.0 m	4.3					●		
Forjado enMatriz de Martillos		28.8						●	
Area de Mecanizado convencional	34.5 m	4.0					●		
Cilindrado - Refrentado - Roscado		57.6	●						
Control de Calidad del Lote		7.2		●					
Area de Galvanizado	29.2 m	3.4					●		
Recubrimiento de Cabeza con Zinc Fundido		24.0						●	
Area de Ensamble	39.9 m	4.7							
Armado de Pasteca					●				

² Revisar detalle de proceso productivo en el anexo 7

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESOS: MOTONES OVALES - IDMH PERU									
DIAGRAMA N° 2	ACTIVIDAD		RESUMEN						
Producto: MOTON OVAL	OPERACIÓN	○	ACTUAL			ECONOMIA			
ACTIVIDAD	TRANSPORTE	⇨	17			-			
MÉTODO: ACTUAL	ESPERA	D	9			-			
LUGAR: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	INSPECCION	□	8			-			
OPERARIO: -----	ALMACENAMIENTO	▽	31			-			
	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	⊙	7			-			
ELABORADO POR: GABRIELA LOPEZ	DISTANCIA (m)	906			APROBADO POR:				
FECHA: 01-02-2023	TIEMPO (min)	603			FECHA				
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO						OBSERVACIONES
	(m)	(min)	○	□	D	⇨	▽	⊙	
BarraØ 2" x 40mm - SAE 1045									Inicia proceso componente: BarraØ 2" x 40mm - SAE 1045
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2				●			
Corte enSierra Cinta		4.8	●						
Area de Mecanizado convencional	14.2 m	1.7				●			
Cilindrado - Refrentado - Roscado		7.2	●						
Control de Calidad del Lote		7.2		●					
Area de Galvanizado	29.2 m	3.4				●			
Recubrimiento de Cabeza con Zinc Fundido		24.0						●	
Area de Ensamble	39.9 m	4.7				●			
Armado de Pasteca					●				
BarraØ 2" x 50mm -SAE 1045							●		Inicia proceso componente: BarraØ 2" x 50mm -SAE 1045
Area de Habilitado (Corte)	27.6 m	3.2				●			
Corte enSierra Cinta		4.8	●						
Area de Mecanizado convencional	14.2 m	1.7				●			
Cilindrado - Refrentado - Roscado		7.2	●						
Control de Calidad del Lote		7.2		●					
Area de Galvanizado	29.2 m	3.4				●			
Recubrimiento con Zinc Fundido		12.0						●	
Area de Ensamble	39.9 m	4.7				●			
Armado de Pasteca					●				
Ensamble de Todos Los Componentes (Polea, Eje, Tapa , Platina,Cancamo y Tuercas)		43.2	●						Inicial proceso de ensamble general
Control de Calidad del Producto		14.4		●					
Resanado de Inperfecciones de Acabado		12.0	●						
Área de Empaque	39.7 m	4.6				●			
Rotulado y Paletizado		7.2	●						
Area de Almacen General	29.7 m	3.5			●				
Area de Almacen General						●			Producto Terminado
	906	603	17	9	8	31	7	8	

Figura 17. Diagrama DAP – Producto Motón Oval

Fuente: Elaboración en base a información IDMH PERU SAC

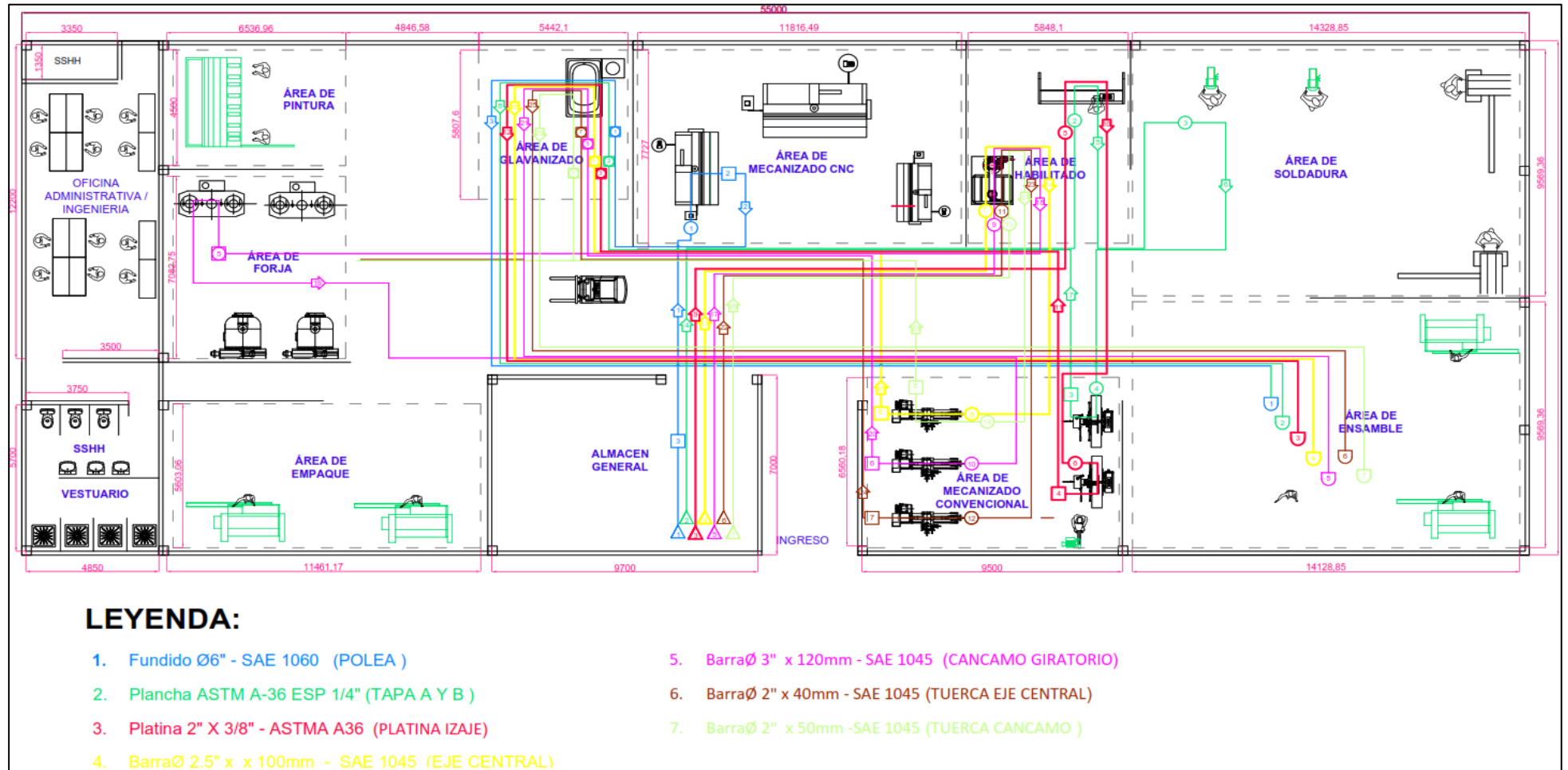


Figura 18. Diagrama de recorrido – Producto Motón Oval

Fuente: Elaboración en base a información de IDMH PERU SAC

C. Carritos Mineros³

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESOS: CARRITO MINERO - IDMH PERU									
DIAGRAMA N° 3	ACTIVIDAD			RESUMEN					
Producto: CARRITO MINERO	OPERACIÓN	○	ACTUAL	21	ECONOMIA				
ACTIVIDAD	TRANSPORTE	⇨		12	-				
MÉTODO: ACTUAL	ESPERA	D		10	-				
LUGAR: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	INSPECCION	□		38	-				
OPERARIO: -----	ALMACENAMIENTO	▽		11	-				
	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	⊗		11	-				
ELABORADO POR: GABRIELA LOPEZ	DISTANCIA (m)		1457	APROBADO POR:					
FECHA: 01-02-2023	TIEMPO (min)		4415	FECHA					
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
	(m)	(min)	○	□	D	⇨	▽		⊗
Fundido Ø 14" - SAE 1060									Inicia proceso componente: Fundido Ø 14" - SAE 1060
Control Dimensional del Componente				●					
Area de Mecanizado CNC	19.6	2.3				●			
Cilindrado - Refrentado y Ajuste		42.0	●						
Control de Calidad del Lote		30.0		●					
Area de Pintura	35.2	4.1				●			
Pintado de Base y Acabado		30.0						●	
Area de Ensamble	51.4	6.0				●			
Armado de Tren					●				
BarraØ 2.5" x 950mm - SAE 1045							●		Inicia proceso componente: BarraØ 2.5" x 950mm - SAE 1045
Area de Habilitado (Corte)	27.6	3.2					●		
Corte en Sierra Cinta		12.0	●						
Area de Mecanizado CNC	21.7	2.5				●			
Cilindrado - Roscado y Ajuste		72.0	●						
Control de Calidad del Lote		18.0		●					
Area de Soldadura	30.9	3.6				●			
Soldeo con Angulo Fijación		108.0			●				
Hierro Fundido Ø4.5" X 450mm - ASTM A 536							●		Inicia proceso componente: Hierro Fundido Ø4.5" X 450mm - ASTM A 536
Control Dimensional del Componente				●					
Area de Mecanizado CNC	30.9	3.6				●			
Cilindrado - Refrentado y Ajuste		18.0	●						
Control de Calidad del Lote		18.0		●					
Area de Ensamble	29.8	3.5				●			
Armado de Tren					●				
ANGULO 2" X 1/4" - ASTM A36							●		Inicia proceso componente: ANGULO 2" X 1/4" - ASTM A36
Area de Habilitado (Corte)	27.6	3.2					●		
Corte en Sierra Cinta		12.0	●						
Area de Mecanizado Convencional	14.2	1.7				●			
Fresado de Contorno, Agujerado y Barrenado		54.0	●						
Control de Calidad del Lote		24.0		●					
Area de Soldadura	23.4	2.7				●			
Soldeo con Eje		108.0						●	
Area de Pintura	52.5	6.1				●			
Pintado de Base y Acabado		54.0						●	
Area de Ensamble	51.4	6.0				●			
Armado de Tren					●				
Hierro Fundido Ø6" X 450mm - ASTM A 536							●		Inicia proceso componente: Hierro Fundido Ø6" X 450mm - ASTM A 536
Control Dimensional del Componente				●					
Area de Mecanizado Convencional	51.4	6.0				●			
Refrentado y Agujerado		54.0	●						
Control de Calidad del Lote		18.0		●					
Area de Pintura	40.7	4.7				●			
Pintado de Base y Acabado		30.0						●	
Area de Ensamble	51.4	6.0				●			
Armado de Tren					●				
CANAL U 4" x 7.25 - ASTM A36							●		Inicia proceso componente: CANAL U 4" x 7.25 - ASTM A36
Area de Habilitado (Corte)	27.6	3.2					●		
Corte con Plasma		42.0	●						
Area de Forja	37.0	4.3				●			
Plegado de Canal		54.0						●	
Area de Soldadura	46.3	5.4				●			
Pulido y Limpieza Mecanica		30.0	●						
Armado y Soldeo de Chasis					●				

³ Revisar detalle de proceso productivo en el anexo 7

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESOS: CARRITO MINERO - IDMH PERU									
DIAGRAMA N° 3	ACTIVIDAD		RESUMEN ACTUAL			ECONOMIA			
Producto: CARRITO MINERO	OPERACIÓN	○	21						
ACTIVIDAD	TRANSPORTE	➡	12			-			
MÉTODO: ACTUAL	ESPERA	D	10			-			
LUGAR: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	INSPECCION	□	38			-			
OPERARIO: -----	ALMACENAMIENTO	▽	11			-			
	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	⊗	11			-			
ELABORADO POR: GABRIELA LOPEZ	DISTANCIA (m)	1457			APROBADO POR:				
FECHA: 01-02-2023	TIEMPO (min)	4415			FECHA				
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO						OBSERVACIONES
	(m)	(min)	○	□	D	➡	▽	⊗	
Plancha ASTM A-36 ESP 3/8"									Inicia proceso componente: Plancha ASTM A-36 ESP 3/8"
Area de Habilitado (Corte)	27.6	3.2					●		
Corte con Plasma		12.0	●						
Area de Forja	37.0	4.3					●		
Plegado de Canal		54.0						●	
Area de Soldadura	46.3	5.4					●		
Pulido y Limpieza Mecanica		30.0	●						
Armado y Soldeo de Chasis					●				
Plancha ASTM A-36 ESP 1/4"									Inicia proceso componente: Plancha ASTM A-36 ESP 1/4"
Area de Habilitado (Corte)	27.6	3.2					●		
Corte con Plasma		42.0	●						
Area de Forja	37.0	4.3					●		
Plegado de Canal		72.0						●	
Area de Soldadura	46.3	5.4					●		
Pulido y Limpieza Mecanica		36.0	●						
Armado y Soldeo de Chasis		360.0	●						
Control de Calidad de Lote		36.0		●					
Area de Pintura	52.5	6.1					●		
Pintado de Base y Acabado		576.0						●	
Area de Ensamble	51.4	6.0					●		
Ensamble Final de Carro Minero					●				
Plancha ASTM A-36 ESP 1/4"									Inicia proceso componente: Plancha ASTM A-36 ESP 1/4"
Area de Habilitado (Corte)	27.6	3.2					●		
Corte con Plasma		72.0	●						
Area de Forja	37.0	4.3					●		
Plegado de Canal		144.0						●	
Area de Soldadura	46.3	5.4					●		
Pulido y Limpieza Mecanica		54.0	●						
Armado y Soldeo de Chasis		288.0	●						
Control de Calidad de Lote		36.0		●					
Area de Pintura	52.5	6.1					●		
Pintado de Base y Acabado		432.0						●	
Area de Ensamble	51.4	6.0					●		
Ensamble Final de Carro Minero					●				
Barra Ø 3/4" x 500mm -SAE 1045									Inicia proceso componente: Barra Ø 3/4" x 500mm -SAE 1045
Area de Habilitado (Corte)	27.6	3.2					●		
Corte en Sierra Cinta		12.0	●						
Area de Forja	37.0	4.3					●		
Plegado de Barra		54.0						●	
Area de Soldadura	46.3	5.4					●		
Pulido y Limpieza Mecanica		30.0	●						
Area de Ensamble	17.4	2.0					●		
Ensamble Final de Carro Minero					●				
Tolva									Validación de medidas de Tova
Traslado de Tolva de Alacén general a Habilitado	27.6						●		
Validación de Medidas				●					
Area de Ensamble	20.9	2.4					●		
Ensamble de Todos Los Componentes (Tren, Chasis y Tolva (Tercero)		576.0	●						Inicial proceso de ensamble general
Control de Calidad del Producto		144.0		●					
Resanado de Inperfecciones de Acabado		288.0	●						
Área de Empaque	39.7	4.6					●		
Rotulado y Paletizado		72.0	●						
Area de Almacen General	29.7	3.5					●		
Area de Almacen General							●		Producto Terminado
	1457	4415	22	12	10	40	12	11	

Figura 19. Diagrama DAP – Producto Carrito minero

Fuente: Elaboración en base a información IDMH PERU SAC

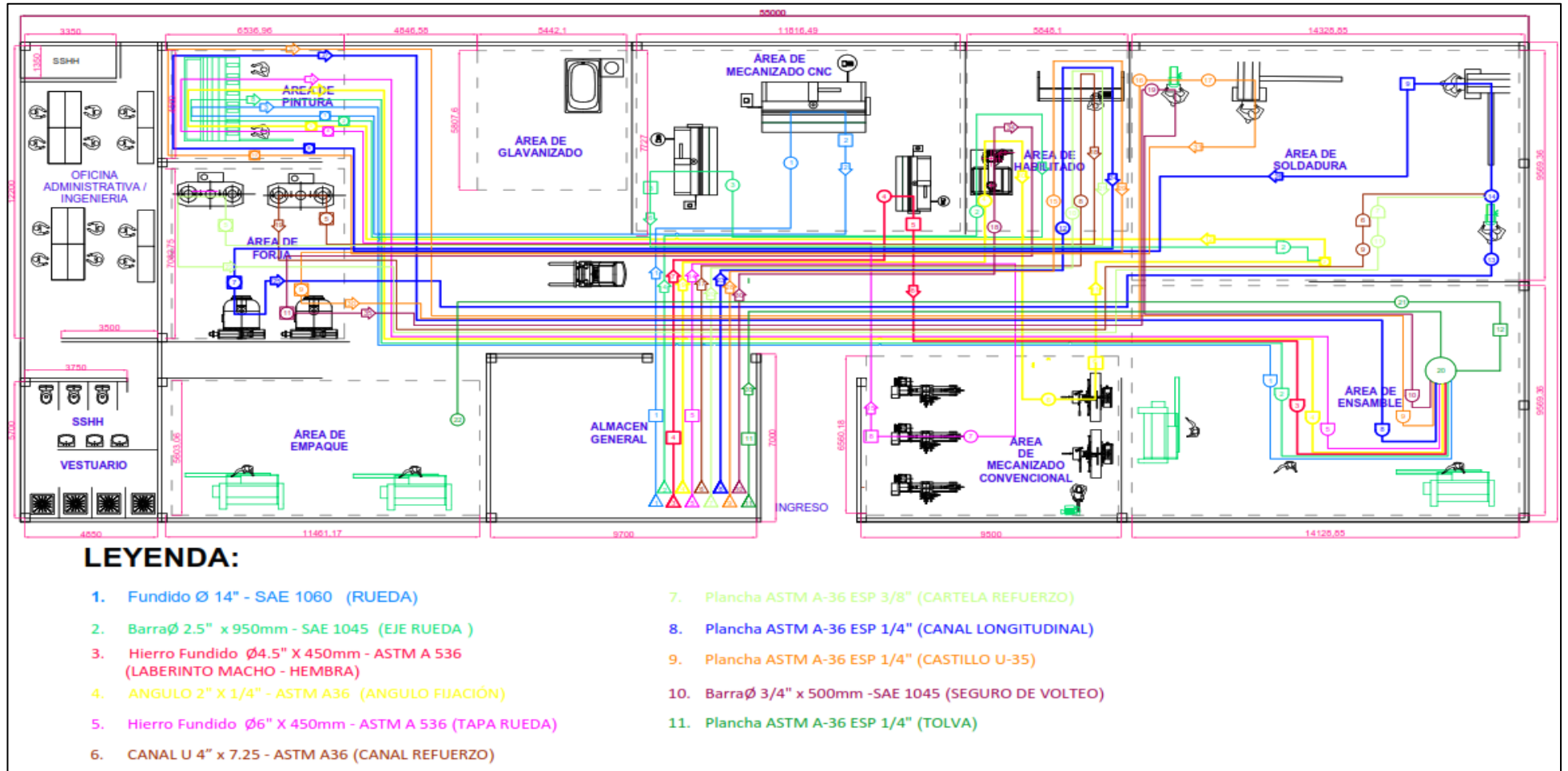


Figura 20. Diagrama de recorrido – Producto Carrito minero
Fuente: Elaboración en base a información de IDMH PERU SAC

D. Piezas en serie

Proceso productivo

El proceso para la elaboración de esta pieza metálica inicia con la el retiro del material desde el almacén general, barras sólidas de acero SAE 1045 cuyo espesor son de 3” (75 mm) por 06 metros de largo. Tras una breve inspección del mismo, se traslada hacia el área habilitado donde se corta en piezas de 1 metro de largo. Estas piezas son posteriormente trasladadas al área de mecanizado CNC. Se procede a la programación del CNC para el mecanizado de las piezas según especificaciones del plano/producto (Bujes, pines, bocinas etc). Cada 5 minutos se mecaniza una pieza al 100%.A continuación, se realiza el proceso de control de calidad (2 minutos por und). Se realiza una limpieza mecánica final y revisión de medidas y estado. Finalmente las piezas son trasladados a la zona empaque donde se almacenarán en cajas y se trasladará al almacén general. Culminada esta etapa, se coordina el recojo con el cliente. El tiempo promedio para la fabricación de un lote 115 piezas puede tomar 2 días (considerando un horario de trabajo de 8 horas diarias)

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESOS: PIEZAS EN SERIE - IDMH PERU									
DIAGRAMA N° 4	ACTIVIDAD		RESUMEN ACTUAL			ECONOMIA			
Producto: PIEZAS EN SERIE	OPERACIÓN	○	3						
ACTIVIDAD	TRANSPORTE	⇒	1						
MÉTODO: ACTUAL	ESPERA	D	0						
LUGAR: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	INSPECCION	□	4						
OPERARIO: -----	ALMACENAMIENTO	▽	2						
	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	⊗	0						
ELABORADO POR: GABRIELA LOPEZ	DISTANCIA (m)	340		APROBADO POR:					
FECHA: 01-02-2023	TIEMPO (min)	905		FECHA					
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
	(m)	(min)	○	□	D	⇒	▽		⊗
Barra Ø 3" x 6m - SAE 1045		0.9					●		Inicia proceso componente: Barra Ø 2.5" x 6m - SAE 1020
Area de Habilitado (Corte)	27.6	3.0				●			
Corte en Sierra Cinta	0.0	102.0	●						Corte en trozos de 1m de largo
Area de Mecanizado CNC	130.3	14.1				●			6 Traslados por lote de 115 und
Cilindrado - Roscado y Ajuste	0.0	510.0	●						
Control de Calidad del Lote	0.0	204.0		●					
Traslado de piezas al área de empaquetado	93.2	10.1				●			3 Traslados por lote de 115 und
Empaque	0.0	51.0	●						
Traslado de piezas al almacén general	89.0	9.6				●			3 Traslados por lote de 115 und
Almacenamiento							●		Piezas de entre Ø2.5"- Ø2 3/4" x 120-150 mm largo
	340	905	3	1	0	4	2	0	

Figura 21. Diagrama DAP- Producto piezas en serie
Fuente: Elaboración en base a información IDMH PERU SAC

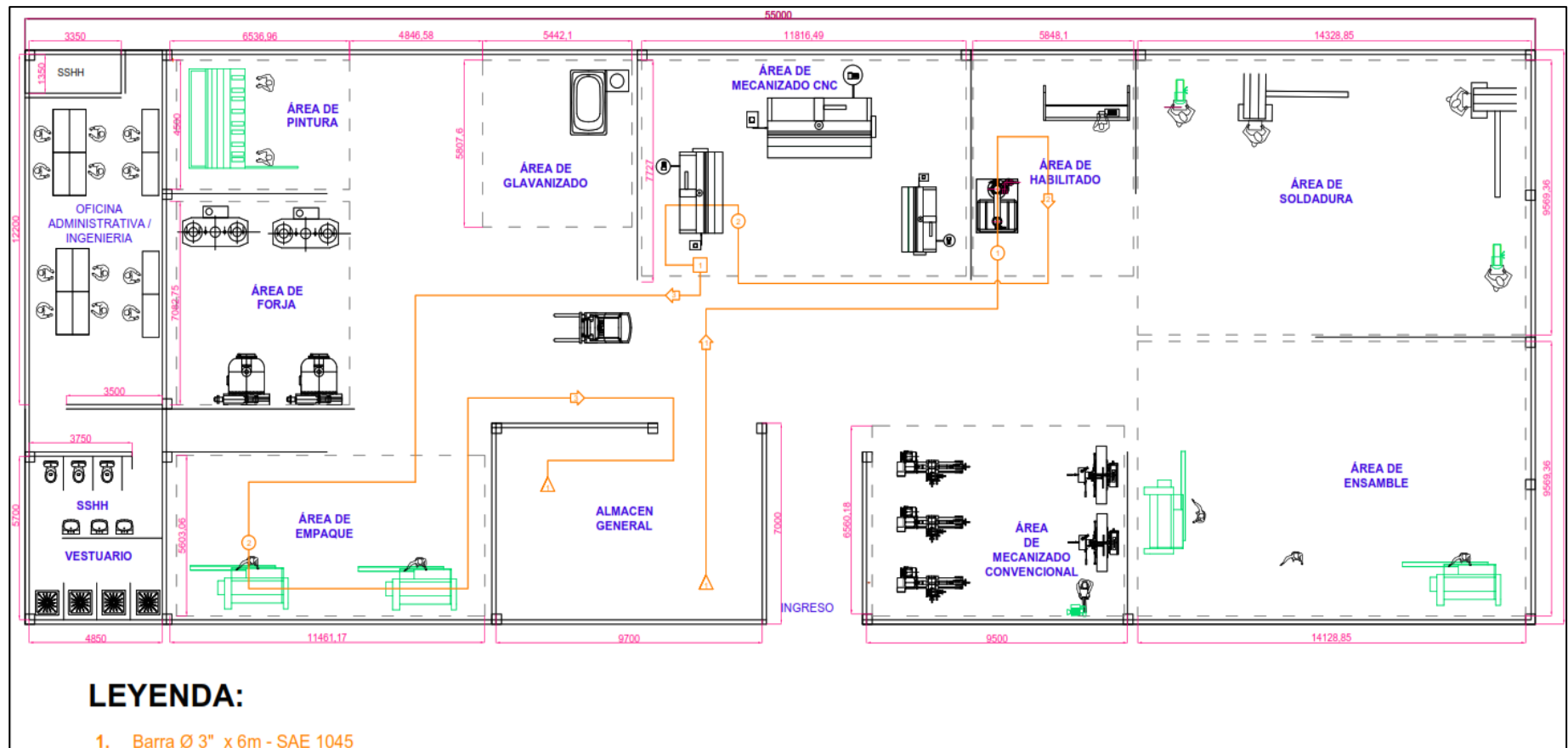


Figura 22. Diagrama de recorrido – Producto Piezas en serie

Fuente: Elaboración en base a información de IDMH PERU SAC

3.10.1.7. Análisis de principios de distribución

Integración total

- La empresa IDMH PERU SAC S.A.C. requiere que todas sus áreas mantengan comunicación constante, sin embargo, el único sistema de integración interna con el que cuentan es correo y almacenamiento en drive.
- Los clientes externos mantienen una relación estrecha (comunicación constante) con la empresa, por lo que se brinda un servicio de postventa.

Recorrido mínimo

- Las piezas en proceso deben ir por casi todas las áreas, lo que genera retrocesos en traslados y mayor tiempo de producción.
- La secuencia que siguen los productos va de extremo a extremo.

Flujo óptimo

- No cuenta con ello porque existen cruces entre áreas. Algunas Piezas deben ir hacia un área de uno de los extremos de la planta y volver hacia otra al otro lado.

Espacio cúbico

- El área de producción tiene una altura considerable por lo que permite un buen manipuleo de piezas apiladas sobre todo en los productos terminados.
- Utilización de estantes de hasta tres metros en almacén para almacenamiento de material prima y productos terminados

Satisfacción y seguridad

- Los operarios solo cuentan con tres baños, sin embargo, este es uso también de las áreas administrativas.
- Se cuenta con 4 bidones de agua distribuidos en toda la planta de producción
- Cuentan con equipo de seguridad como: botas, guantes, casco y mandiles.
- No se cuenta con buena iluminación ni ventilación en algunas áreas de mayor temperatura como soldadura.
-

Flexibilidad

- A pesar de que sus operaciones se encuentran agrupadas en ciertas familias de productos, estos a su vez cuentan con una alta variedad de especificaciones lo que permite a la empresa adaptarse rápidamente a los requerimientos de sus clientes a nivel de diversificación.

3.10.1.8. Factores de distribución

Factor hombre

La empresa cuenta en la actualidad con 30 trabajadores en planta desde jefaturas hasta operarios. En el siguiente cuadro se resume la distribución de los mismos:

Nro	Áreas y Procesos	Personal producción
1	Área de almacén general	3
2	Área de habilitado (corte)	2
3	Área de forja	4
4	Área de mecanizado convencional	5
5	Área de mecanizado CNC	2
6	Área de galvanizado	1
7	Área de soldadura	5
8	Área de pintura	3
9	Área de ensamble	4
10	Área de empaque	2
11	Supervisores	1
12	Jefe de planta	1
Total		33

Figura 23. Distribución de personal en planta de la empresa IDMH PERU SAC

Factor Materiales

Pastecas								
Item	Componente	Tipo material y dimensión	Estado material	Forma	Propiedades		Requerimiento de traslado/manipulación	
					Físicas	Mecánicas	Acarro	Almacenamiento
1	Polea	Fundido - SAE 1060	Sólido	Disco	D= 7850 kg/m3	Tenacidad, Dureza, Maqueabilidad	Manual	Lugar seco
2	Tapa A Y B	Plancha ASTM A-36 ESP 1/2"	Sólido	Rectangular	D= 7860 kg/m3	Maqueabilidad, soldable, Ductibilidad	Manual	Lugar seco
3	Tuerca Distanciador	BarraØ 2" x 60mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico	D= 7850 kg/m3	Dureza, Maqueabilidad, Soldable	Manual	Lugar seco
4	Eje Central	BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco
5	Horquilla	BarraØ 3" x 100mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco - Canastillas de metal
6	Ojo Giratorio	BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco - Canastillas de metal
7	Pasador Izaje - Grillete	BarraØ 2.5" x 140mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco
8	Grillete	BarraØ 1.5" X 250 mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco - Canastillas de metal
9	Tuerca Eje Central	BarraØ 2" X 40mm- SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco

Figura 24. Detalle de materiales por pieza para producto Pastecas
Fuente: IDMH PERU SAC

Motón Oval								
Item	Componente	Tipo material y dimensión	Estado material	Forma	Propiedades		Requerimiento de traslado/manipulación	
					Físicas	Mecánicas	Acarro	Almacenamiento
1	Polea	Fundido - SAE 1060	Sólido	Disco	D= 7850 kg/m3	Tenacidad, Dureza, Maqueabilidad	Manual	Lugar seco
2	Tapa A Y B	Plancha ASTM A-36 ESP 1/2"	Sólido	Rectangular	D= 7860 kg/m3	Maqueabilidad, soldable, Ductibilidad	Manual	Lugar seco
3	Platina Izaje	BarraØ 2" x 60mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico	D= 7850 kg/m3	Dureza, Maqueabilidad, Soldable	Manual	Lugar seco
4	Eje Central	BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco
5	Cancamo Giratorio	BarraØ 3" x 100mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco - Canastillas de metal
6	Tuerca Eje Central	BarraØ 2.5" x 100mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco
7	Tuerca Cancamo	BarraØ 2.5" x 140mm - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico			Manual	Lugar seco

Figura 25. Detalle de materiales por pieza para producto Motón oval
Fuente: IDMH PERU SAC

Piezas en serie								
Item	Componente	Tipo material y dimensión	Estado material	Forma	Propiedades		Requerimiento de traslado/manipulación	
					Físicas	Mecánicas	Acarro	Almacenamiento
1	Barra	Barra Ø 3" x 6m - SAE 1045	Sólido	Cilíndrico	D= 7850 kg/m3	Dureza, Maqueabilidad, Soldable	Manual	Lugar seco

Figura 26. Detalle de materiales por pieza para producto piezas en serie
Fuente: IDMH PERU SAC

Carro Minero								
Item	Componente	Tipo material y dimensión	Estado material	Forma	Propiedades		Requerimiento de traslado/manipulación	
					Físicas	Mecánicas	Acarrero	Almacenamiento
1	Rueda	Fundido Ø 14" - SAE 1060	Sólido	Disco	D= 7850 kg/m ³	Tenacidad, Dureza, Maqueabilidad	Stoka	Lugar seco
2	Eje Rueda	BarraØ 2.5" x 950mm - SAE 1045	Sólido	Rectangular		Dureza, Maqueabilidad, Soldable	Manual	Lugar seco
3	Laberinto Macho - Hembra	Hierro Fundido Ø4.5" X 450mm - ASTM A 536	Sólido	Cilíndrico	D=7150 kg / m ³	Alta Dureza	Manual	Lugar seco
4	Angulo Fijación	ANGULO 2" X 1/4" - ASTM A36	Sólido	Prismático	D= 7860 kg/m ³	Maqueabilidad, soldable, Ductibilidad	Manual	Lugar seco
5	Tapa Rueda	Hierro Fundido Ø6" X 450mm - ASTM A 536	Sólido	Cilíndrico	D=7150 kg / m ³	Alta Dureza	Manual	Lugar seco
6	Canal Refuerzo	CANAL U 4" x 7.25 - ASTM A36	Sólido	Prismático	D= 7860 kg/m ³	Maqueabilidad, soldable, Ductibilidad	Manual	Lugar seco
7	Cartela Refuerzo	Plancha ASTM A-36 ESP 3/8"	Sólido	Rectangular			Manual	Lugar seco
8	Canal Longitudinal	Plancha ASTM A-36 ESP 1/4"	Sólido	Rectangular			Stoka	Lugar seco
9	Castillo U-35	Plancha ASTM A-36 ESP 1/4"	Sólido	Rectangular			Stoka	Lugar seco
10	Seguro De Volteo	BarraØ 3/4" x 500mm -SAE 1045	Sólido	Cilíndrico	D= 7850 kg/m ³	Dureza, Maqueabilidad, Soldable	Manual	Lugar seco - Canastillas de metal
11	Tolva	Tolva en material ASTM A-36	Sólido	Trapezoidal	D= 7860 kg/m ³	Maqueabilidad, soldable, Ductibilidad	Stoka	Lugar seco

Figura 27. Detalle de materiales por pieza para producto carrito minero

Fuente: IDMH PERU SAC

Factor Maquinaria

N°	Áreas y Procesos	Listado de máquinas	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	H: Altura (m)
1	Área de almacén general	Stoka Hidráulica	3	1.10 m	0.80 m	0.50 m
		Estantería metálica	1	(50% área AG)		
2	Área de habilitado (corte)	Sierra Cinta Optimum	1	1.20 m	0.80 m	1.40 m
		Cortador Plasma Hypertherm	1	2.80 m	1.80 m	1.00 m
3	Área de forja	Prensa Rovetta FO 450	1	1.70 m	1.50 m	3.00 m
		Prensa FPM BF 4000	1	2.00 m	1.70 m	3.00 m
		Martillo MP60 NARGESA	1	1.50 m	1.50 m	3.00 m
		Canastas metálicas	2	0.80 m	0.80 m	1.00 m
4	Área de mecanizado convencional	Torno Nardini	1	3.00 m	1.00 m	1.40 m
		Torno Sideral 200	1	3.00 m	1.00 m	1.40 m
		Torno Sideral 250	1	3.50 m	1.00 m	1.40 m
		Torno TOS 500	1	4.50 m	1.50 m	1.50 m
		Fresadora Huron	1	1.40 m	1.20 m	2.00 m
		Mesa metálica	1	1.20 m	0.70 m	0.70 m
5	Área de mecanizado cnc	Torno SL-40	1	3.50 m	2.00 m	3.00 m
		Torno ST-25	1	2.00 m	1.70 m	2.50 m
		Torno GT-20	1	1.80 m	1.50 m	1.80 m
		Mesa metálica	1	1.20 m	0.70 m	0.70 m
6	Área de galvanizado	Horno de 1 M3	1	1.00 m	1.00 m	1.00 m
		Estante metálico - madera de 3 niveles	1	1.50 m	1.50 m	1.50 m
7	Área de soldadura	Soldador Kemppi 300	1	1.20 m	0.60 m	1.50 m
		Soldador Miller 200	1	1.10 m	0.60 m	1.50 m

N°	Áreas y Procesos	Listado de máquinas	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	H: Altura (m)
		Soldador Miller 250Mig	1	1.20 m	0.60 m	1.00 m
		Amoladora Makita 7"	1	0.40 m	0.20 m	0.10 m
		Esmeril de banco 6"	1	0.60 m	0.60 m	1.00 m
		Compresor Atlas 4000 PSI	1	1.50 m	1.50 m	3.00 m
8	Área de pintura	Estante metálico	1	2.00 m	1.50 m	1.50 m
9	Área de ensamble	Mesa hidráulica Valproh 10 Ton	5	1.10 m	1.10 m	1.00 m
		Mesa metálica	5	1.00 m	0.50 m	1.00 m
10	Área de empaque	Plataforma hidráulica 1 - 10 Ton	2	1.50 m	1.00 m	1.00 m

Figura 28. Detalle maquinaria actual en la empresa IDMH PERU SAC

Fuente: IDMH PERU SAC

Factor movimiento

- Sólo lotes finales de carritos mineros o algunos ejes grandes de rectificación o fabricación son movilizados en montacargas debido a que son piezas muy pesadas.
- Los productos en proceso usualmente son transportados por el operario manualmente a través de stokas.

Factor esperar

- Existen piezas de alto nivel de complejidad sobre todo en los carritos mineros los mismos que pueden tomar de entre 10 a 20 horas en áreas ensamble y soldadura. Misma situación para piezas de mecanizado convencional y CNC en pastecas y motones ovales
- Debido a que sólo se cuenta con tres stokas que generalmente es usado por al área de almacén general se pueden generar esperas para el traslado de otras piezas en otras áreas.

Factor esperar

- No cuenta con buena iluminación en la mayoría de sus áreas
- No cuenta con buena ventilación sobre todo en el área de soldadura donde se trabajan a temperaturas ambiente por sobre los 28°C aproximadamente.
- Cuenta con 06 extintores de seguridad para casos de emergencia

Factor edificio

- Cuenta con una única entrada general tanto para personal como tránsito de camiones para recojos y despachos de materiales/productos.
- Cuentan con una única área de SSHH y vestidores tanto para el área de oficina técnica y administrativos, así como para el área de producción.
- Las áreas de SSHH, vestidores y oficina técnica-administrativos son fijas.

Factor cambio

- Se compró un torno CNC el año anterior y un torno convencional para ampliación de capacidad.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Evaluación de la distribución actual y productividad

4.1.1. Entrevista con la gerente general (Instrumento entrevista)

Tras la aplicación de instrumento de guía de entrevista con la gerente general de la empresa IDMH PERU SAC, se pudo determinar que la percepción de esta respecto a uno de los problemas principales en el proceso productivo corresponde a una deficiente distribución de planta (Elaborada sin ningún criterio estándar o de ingeniería) lo que ha generado congestión de áreas, desorden y malestar en el personal. Afectando directamente la productividad de la empresa bordeando a estimación de la gerente resultados por debajo del 85% respecto a la producción esperada.

4.1.2. Cuestionario a operario de producción (Instrumentos cuestionario)

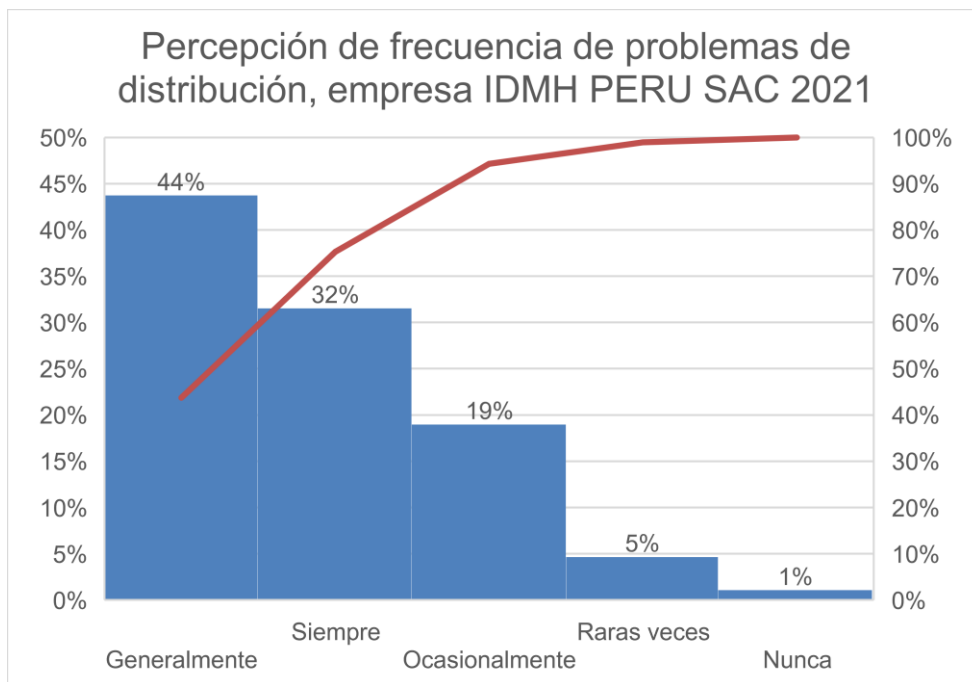


Figura 29. Frecuencia de ocurrencia de problema en la actual distribución de planta de la empresa IDMH PERU SAC según la percepción de operarios de producción.

Nota: Tras llevarse a cabo el cuestionario a todos los operarios de producción (31) de la empresa IDMH PERU SAC (resultados cuyo

detalle se encuentra en el anexo 2), se puede evidenciar que la percepción de los mismos respecto a la distribución de planta es deficiente (negativo) con una valoración total de 77% entre el rango de “generalmente” y “siempre” en cuanto a la ocurrencia de los problemas de distribución expuestos en dicha plantilla.

4.1.3. Análisis de los indicadores

4.1.3.1. Productividad actual

Previamente al cálculo de la productividad actual se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los turnos de trabajo son de lunes a sábado en horario de 8:30 am a 5 pm. Con una 1.5 horas de refrigerio.
- Los mantenimientos de maquinaria se realizan los domingos

La tabla 01 resume los tiempos de procesamiento en horas de cada una las principales familias de productos por todas las áreas de producción. Así mismo se puede observar los cuellos de botella para cada uno de ellos. En base a esto se definirá los tiempos de ciclo: Pastecas 4.3 hr, Motones 3.0 hr, Carrito minero 19.2 hr y piezas en serie 12.1 hr.

Tabla 03

Ocupación en horas de estaciones de trabajo por producto

AREAS	Pastecas	Motones	Carritos	Piezas
Área de almacen general	0.1	0.1	0.1	0.2
Área de habilitado (corte)	1.1	0.8	3.8	1.7
Área de forja	1.5	0.6	6.7	0.0
Área de mecanizado convencional	4.3	2.8	3.8	0.0
Área de mecanizado cnc	0.6	0.6	3.4	12.1
Área de galvanizado	0.0	3.0	0.0	0.0
Área de soldadura	0.2	0.2	18.0	0.0
Área de pintura	2.7	0.0	19.2	0.0

Área de ensamble	2.1	1.7	17.4	0.0
Área de empaque	0.2	0.2	1.3	1.0
Total tiempo de Fabricación (Hrs)	12.8	10.0	73.6	15.1

Tabla 04
Productividad actual por producto:

Producto	Tiempo total en Hrs (T)	Productividad 1/T (Und/hr)
Pastecas	12.8	0.078
Motones	10.0	0.100
Carrito minero	73.6	0.014
Piezas en serie	15.1	0.066

4.1.3.2. Producción actual

En la siguiente Tabla se muestra la producción actual mensual por cada familia de producto.

Tabla 05
Producción actual por producto

Producto	Productividad ad 1/T (Und/hr)	Tiempo de ciclo (Hrs) (A)	Área que define Tiempo de ciclo	Nro estaciones por área	Asinación de recursos (B)	Tiempo operación x estación/ día (Horas) (C)	Tiempo total asignado por área /día (B*C)	Días de trabajo al mes (D)	Lotes Producción mensual ((B*C)/A)*D	Observaciones
Pastecas	0.078	4.31	Convencional	04 estaciones	02 estaciones	7	14	25	81	
Motones	0.100	2.82	Galvanizado	01 estación	01 estación	7	7	25	62	
Carrito minero	0.014	19.15	Pintura	03 estaciones	02 estaciones	7	14	25	18	
Piezas en serie	0.066	12.14	CNC	02 estaciones	01 estación	7	7	25	9	Lotes de 115 unidades

4.2. Determinación de la propuesta de solución

4.2.1. Planteamiento de propuesta de solución

4.2.1.1. Herramientas de planeación sistemática

A. Diagrama relacional de actividades

A continuación se muestra el diagrama correlacional de actividades con el objeto de encontrar la correlación entre las áreas de producción de la empresa IDMH PERÚ SAC:

Leyenda de variables de correlación:

VAR	DEFINICIÓN
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Ordinario o Normal
U	Sin importancia
X	No recomendable

Nº	MOTIVO
1	Esfuerzo
2	Sustancias químicas
3	Flujo de materiales
4	Secuencia de proceso
5	Infraestructura
6	No determinante
7	No necesario

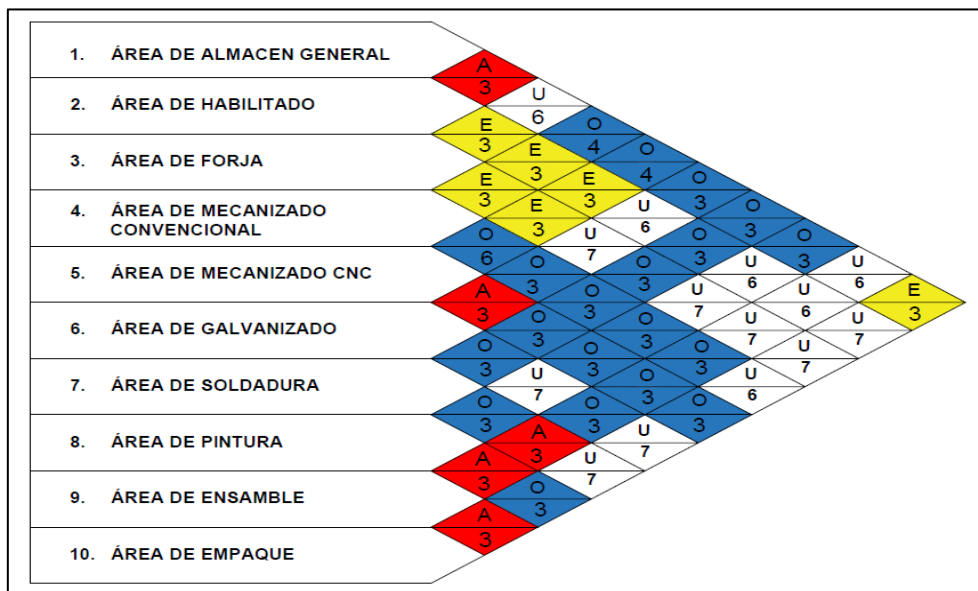


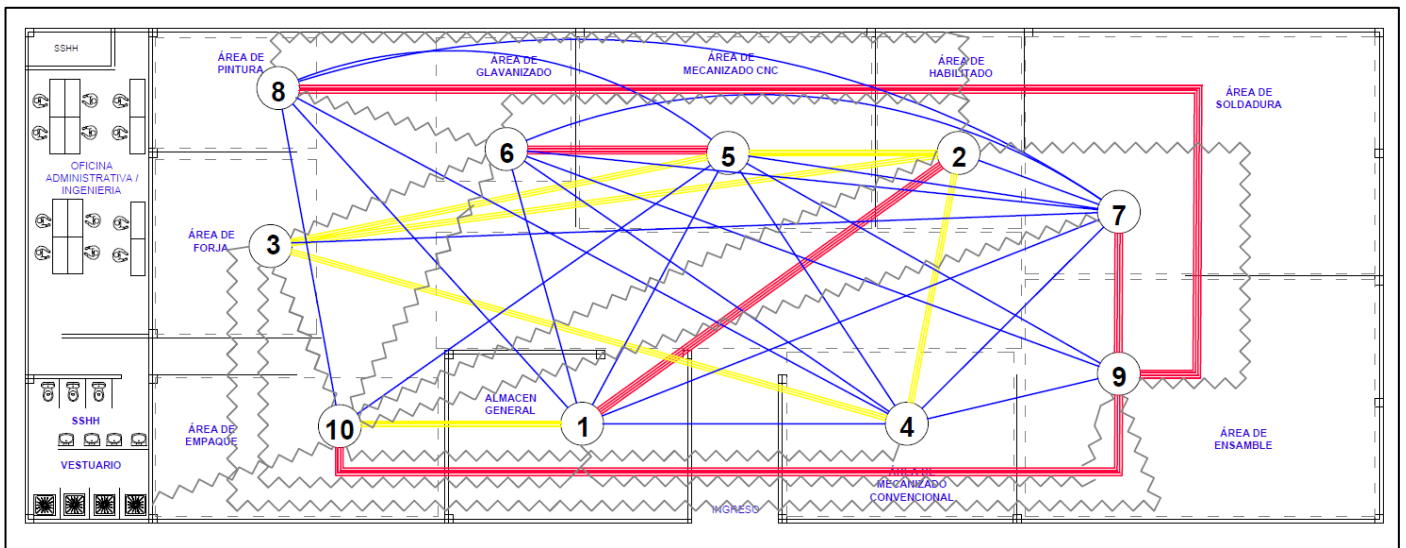
Figura 30. Diagrama correlacional de actividades en el área de producción de la empresa IDMH PERU SAC.

Fuente: Elaboración en base a información de IDMH PERU SAC

VAR	DEFINICIÓN	ÁREAS
A	Absolutamente necesario	(1,2) ; (5,6) ; (7,9) ; (8,9) ; (9,10)
E	Especialmente necesario	(2,3) ; (2,4) ; (3,4) ; (2,5) ; (3,5) ; (1,10)
I	Importante	
O	Ordinario o Normal	(1,4) ; (1,5) ; (4,5) ; (1,6) ; (4,6) ; (1,7) ; (2,7) ; (3,7) ; (4,7) ; (5,7) ; (6,7) ; (1,8) ; (4,8) ; (5,8) ; (7,8) ; (4,9) ; (5,9) ; (6,9) ; (5,10) ; (8,10)
U	Sin importancia	(1,3) ; (2,6) ; (3,6) ; (2,8) ; (3,8) ; (6,8) ; (1,9) ; (2,9) ; (3,9) ; (2,10) ; (3,10) ; (4,10) ; (6,10) ; (7,10)
X	No recomendable	

Figura 31. Cuadro resumen de las correlaciones halladas en el área de producción de la empresa IDMH PERU SAC.

Fuente: Elaboración en base a información de IDMH PERU SAC



Leyenda de colores

VAR	DEFINICIÓN	COLOR	N° LINEAS
A	Absolutamente necesario	ROJO	=====
E	Especialmente necesario	AMARILLO	=====
I	Importante	VERDE	=====
O	Ordinario o Normal	AZUL	=====
U	Sin importancia	PLOMO	=====
X	No recomendable	-	=====

Figura 32. Plano de diagrama correlacional de áreas de producción en la empresa IDMH PERU SAC.

- **Análisis de relaciones halladas.**

En base al análisis desarrollado líneas arriba (Figura 30, 31 y 32), se identificó áreas que necesariamente deben estar juntas, otras que deben reubicarse manteniéndola cercanía y favorecer a los del primer caso sin perjudicar la fluidez y también están las que presentan una relación ordinal o sin importancia que su reubicación es consecuencia de priorizar los dos primeros casos.

En cuanto a lo anterior mencionamos que el área de almacén general (inamovible) debe estar junto al área de habilitado, pues esta área depende íntegramente de los materiales del almacén. Por otro lado, tenemos el caso de del área de mecanizado CNC y el área de galvanizado, la necesidad se evidencia claramente en la fabricación de los motones (segunda en importancia), todas las piezas son galvanizadas a excepción de ejes y tuercas. Un caso que merece atención se da entre el área de soldadura y el área de pintura, el cual mantiene también la relación de absolutamente necesaria, si bien es cierto estas dos áreas deben estar cerca tenemos que considerar aislar y separarlos mediante una pared, lo anterior se debe al riesgo entre el trabajo en caliente de la soldadura y los insumos usados en el área de pintura. También las áreas de pintura y el área de ensamble deben estar cerca, lo mismo ocurre entre el área de ensamble y el área de empaque.

Entre las áreas que mantienen una relación “especialmente necesaria”, se encuentran el área de habilitado con el área de mecanizado CNC, área de mecanizado convencional, área de forja y el área de empaque. Todas esas áreas forman una cadena continua y secuencial del proceso de fabricación de los productos, es decir básicamente el reacomodo es por flujo de materiales y secuencia de procesos.

En cuanto a las áreas que mantengan la “relación ordinaria” y “sin importancia”, estas serán ordenados como consecuencia de priorizar los productos hallados en el ABC y PQ. Finalmente, la nueva distribución que garantice un flujo continuo y lineal será plasmada en un “layout” determinado según las áreas requeridas por el método de GOURCHET.

Relación Absolutamente necesaria:

- Entre área de Almacén General y el área de Habilitado.

- Entre área de Mecanizado CNC y el área de Galvanizado.
- Entre área de Soldadura y el área de Ensamble.
- Entre área de Pintura y el área de Ensamble.
- Entre área de Ensamble y el área de Empaque.

Relación Especialmente necesaria

- Entre área de Habilitado y el área de Forja.
- Entre área de Habilitado y el área de Mecanizado convencional.
- Entre área de Forja y el Mecanizado convencional.
- Entre área de Forja y el área Mecanizado CNC.
- Entre área de Almacén General y el área de Empaque.

Relación Ordinal o Normal

- Entre área de Almacén General y el área de Mecanizado convencional.
- Entre área de Almacén General y el área de Mecanizado CNC.
- Entre área de Mecanizado convencional y el área de Mecanizado CNC.
- Entre área de Almacén General y el área de Galvanizado.
- Entre área de Mecanizado convencional y el área de Galvanizado.
- Entre área de Almacén General y el área de Soldadura.
- Entre área de Habilitado y el área de Soldadura.
- Entre área de Forja y el área de Soldadura.
- Entre área de Mecanizado convencional y el área de Soldadura.
- Entre área de Mecanizado CNC y el área de Soldadura.
- Entre área de Galvanizado y el área de Soldadura.
- Entre área de Almacén General y el área de Pintura
- Entre área de Mecanizado convencional y el área de Pintura
- Entre área de Mecanizado CNC y el área de Pintura
- Entre área de Soldadura y el área de Pintura
- Entre área de Mecanizado convencional y el área de Ensamble
- Entre área de Mecanizado CNC y el área de Ensamble
- Entre área de Galvanizado y el área de Ensamble
- Entre área de Mecanizado CNC y el área de Empaque.

- Entre área de Pintura y el área de Empaque.

Relación Sin Importancia

- Entre área de Almacén General y el área de Forja.
- Entre área de Habilitado y el área de Galvanizado.
- Entre área de Forja y el área de Galvanizado.
- Entre área de Habilitado y el área de Pintura.
- Entre área de Forja y el área de Pintura.
- Entre área de Galvanizado y el área de Pintura.
- Entre área de Almacén General y el área de Ensamble.
- Entre área de Habilitado y el área de Ensamble.
- Entre área de Forja y el área de Ensamble.
- Entre área de Habilitado y el área de Empaque.
- Entre área de Forja y el área de Empaque.
- Entre área de Mecanizado convencional y el área de Empaque.
- Entre área de Galvanizado y el área de Empaque.
- Entre área de Pintura y el área de Empaque.
-

B. Diagrama P-Q

A continuación, se detalla resultados del diagrama PQ:

Familia (Producto)	Producción mensual	%
Pastecas	81	48%
Motones	62	36%
Carrito minero	18	11%
Piezas en serie	9	5%
Total	171	100%

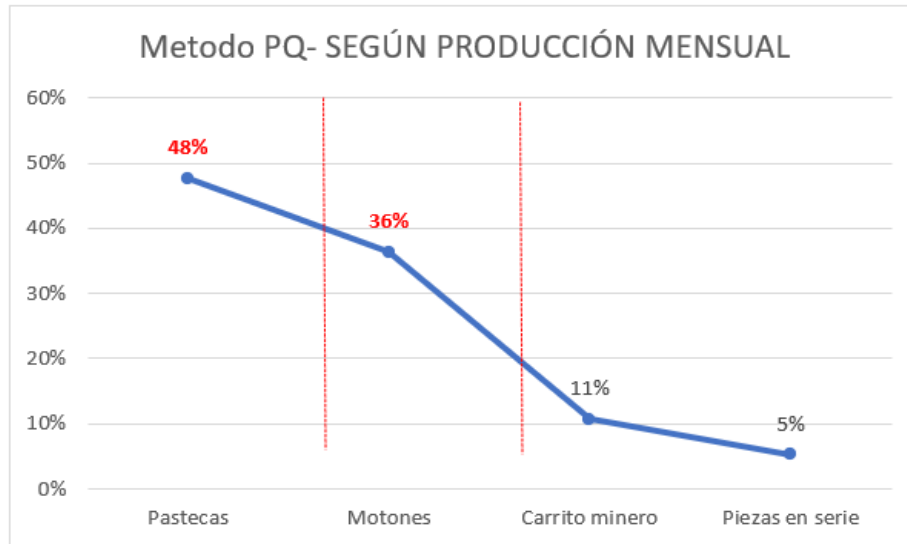


Figura 33. Resultados diagrama P-Q aplicado a las principales familias de productos de la empresa IDMH PERU SAC.

Nota: Se observa en la presente Figura que las pastecas representan el producto más significativo para la empresa en cuanto a cantidad, seguido por los motones ovals el carro minero y finalmente las piezas en serie.

C. Diagrama ABC

A continuación, se detalla resultados del diagrama PQ:

Familia (Producto)	Producción mensual	Precio de venta	Venta mensual	%
Pastecas	81	S/ 1,700.00	S/ 138,167	35%
Carrito minero	18	S/ 7,000.00	S/ 127,913	33%
Motones	62	S/ 1,400.00	S/ 86,789	22%
Piezas en serie	9	S/ 4,100.00	S/ 36,900	9%
Total	171		S/ 389,769	100%

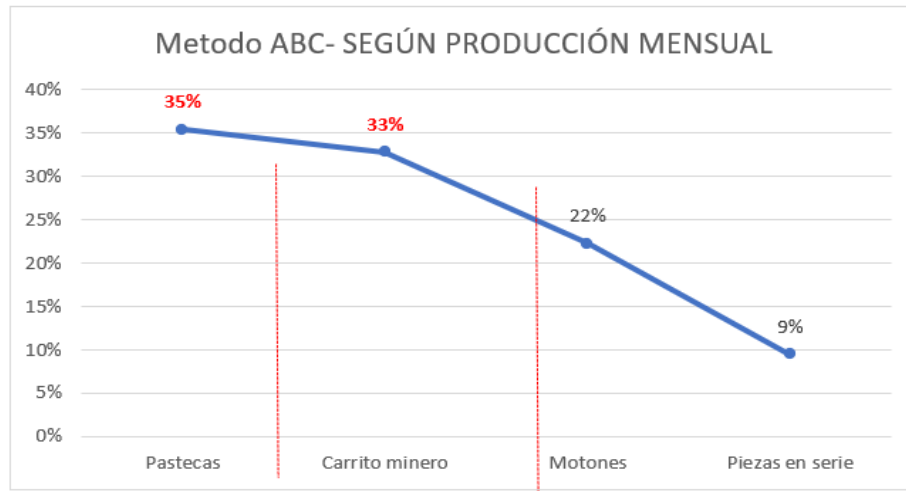


Figura 34. Resultados diagrama ABC aplicado a las principales familias de productos de la empresa IDMH PERU SAC.

Nota: Al igual que en el diagrama PQ, se puede validar que para el diagrama ABC, las pastecas siguen siendo el producto principal de entre todas las familias de productos. En este caso el segundo lugar lo toma los carritos mineros en lugar de los motones ovales, y finalmente las piezas en serie. Con estos resultados se puede considerar una propuesta de redistribución con flujo lineal en base a las pastecas.

D. Diagrama Multiproducto

A continuación, se detalla la secuencia de áreas/procesos que demanda los 4 productos en análisis. Así mismo el diagrama multiproducto actual y el propuesto.

ÁREA	Nomenclatura área	Pastecas	Motón Oval	Carrito minero	Piezas en serie	% Util
Almacén general	AG	1	1	1	1	100%
Área de mecanizado convencional	A	1	1	1		75%
Área de ensamble	B	1	1	1		75%
Área de soldadura	C	1	1	1		75%
Área de habilitado (corte)	D	1	1	1	1	100%
Área de mecanizado CNC	E	1	1	1	1	100%
Área de galvanizado	F		1			25%
Área de forja	G	1	1	1		75%
Área de pintura	H	1		1		50%
Área de empaque	I	1	1	1	1	100%
Importancia %		47.7%	36.4%	10.7%	5.3%	

Figura 35. Resultados análisis diagrama multiproducto.

Nota: De acuerdo a los datos trabajados en los diagramas de actividades se puede consolidar en esta Figura el porcentaje de utilización de cada una de las áreas de producción que involucra la fabricación de todos los productos (“1” = se usa para ese producto y “” = no se usa para ese producto) . Como se puede observar tan sólo 4 de las 10 áreas mantiene una congestión/utilización del 100%, siendo clave para los criterios a tomar en cuenta en el planteamiento de la propuesta de redistribución, puesto que a mayor congestión, estas áreas deben en lo posible mantenerse cercanas a aquellas con las cuenta un alto número de traslados para reducir los tiempos en esta actividad. Así mismo los % de importancia de los productos vienen ya determinados del análisis P-Q y ABC el cual permitirá establecer la prioridad de considerar la cercanía de las áreas de mayor congestión que se utilicen en la fabricación del producto de mayor importancia.

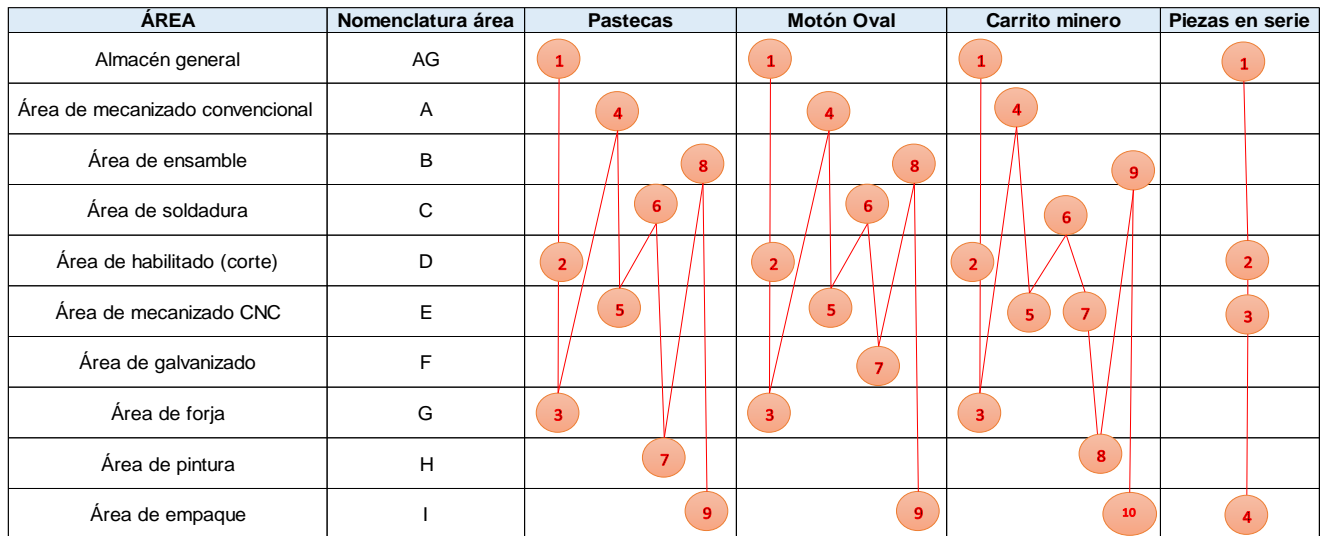


Figura 36. Diagrama multiproducto actual.

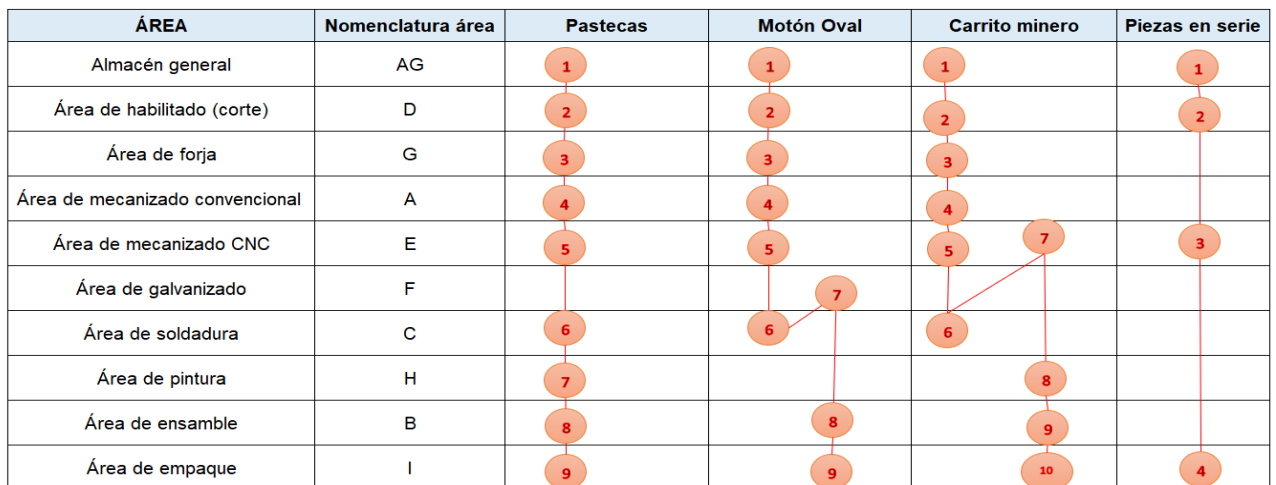


Figura 37. Diagrama multiproducto propuesto.

Nota: En la presente Figura se ha plasmado el flujo general entre áreas de producción para la elaboración de los principales productos según la metodología multiproducto. Como se puede evidenciar en la Figura 35 el producto principal no mantiene una secuencia lineal entre áreas. Por lo que en la Figura 37 el reordenamiento lineal de ese flujo partiendo del producto principal (pastecas) y como consecuencia se logra un casi lineal en los productos de segundo, tercer y cuarto orden.

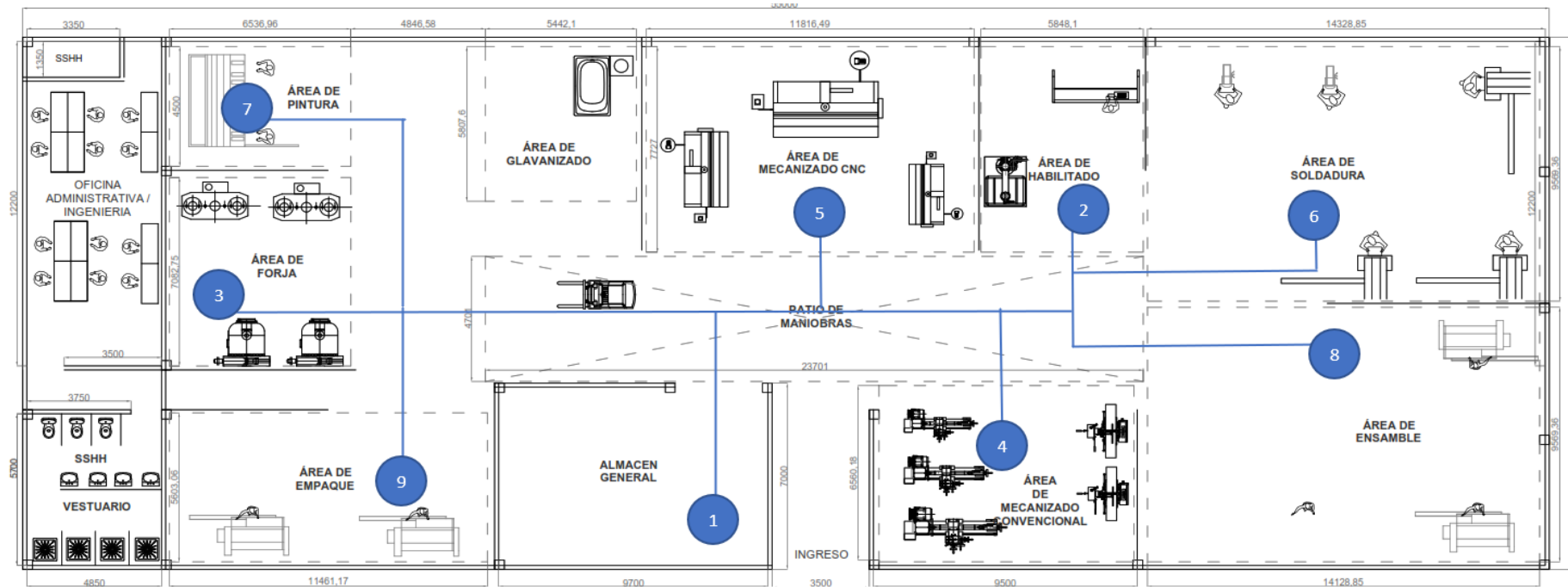


Figura 38. Distribución de planta actual en base al flujo de la familia principal de productos: pastecas.

Nota: En esta Figura se ha representado el layout del recorrido (secuencia AG-D-G-A-E-C-H-B-I) según la distribución actual de planta para la elaboración de las pastecas de producto principal en la empresa IDMH Perú SAC ya determinado mediante los análisis P-Q y multiproducto. Se evidencia un continuo tránsito cruzado entre áreas limitando un flujo de producción lineal. Así mismo, se puede observar cómo los espacios muertos generados por la actual distribución reduce los espacios efectivos y complica el flujo de producción.

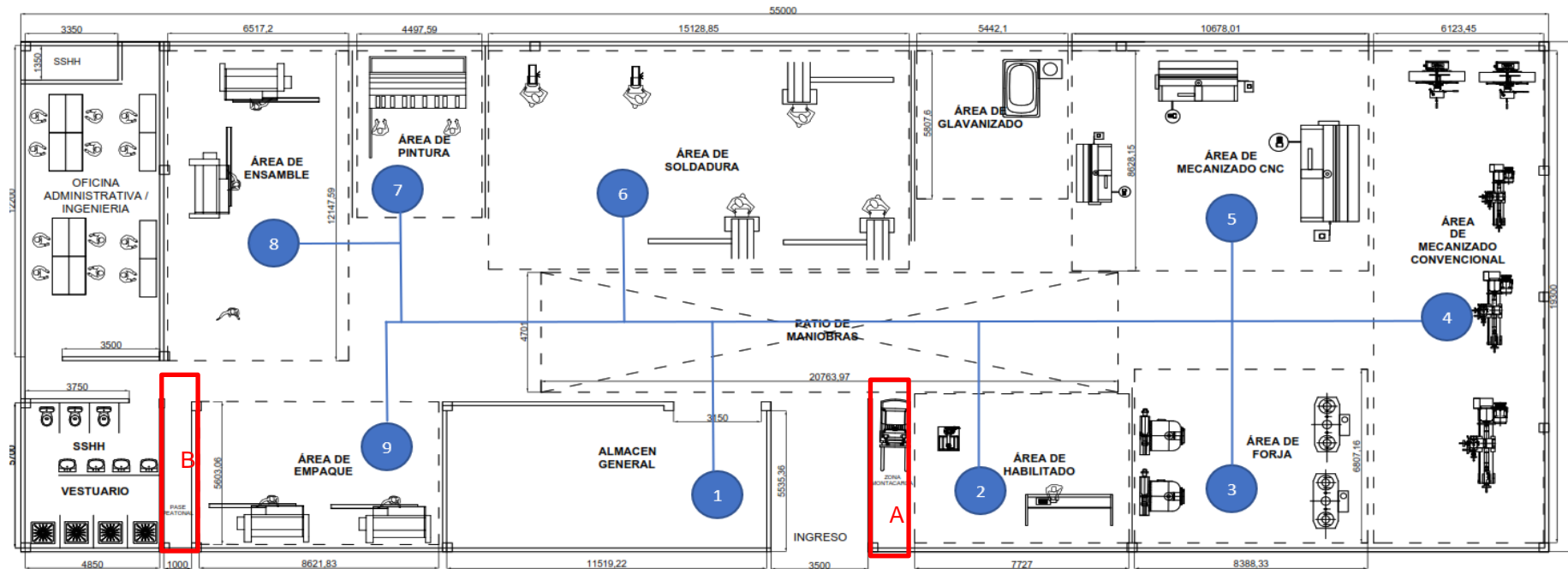


Figura 39. Propuesta de redistribución de planta en base al flujo de la familia principal de productos: pastecas.

Nota: La presente Figura representa la propuesta de distribución planteada considerando un flujo 100% lineal en la producción del producto principal (Pastecas) definida en base a los resultados de análisis multiproducto. Según la secuencia AG-D-G-A-E-C-H-B-I podemos constatar que no existe cruces en el recorrido entre áreas, se ha optimizado la ubicación de las áreas de tal manera que se ha ampliado el pasadizo central y por ende el área de maniobras facilitando aún más el tránsito entre un área y la otra. Por otro lado se ha añadido un espacio para deposición del montacarga en caso de no uso (A) y una entrada adicional para el acceso únicamente peatonal (B) de tal manera reducir los riesgos de ingreso por el acceso actual. Cabe resaltar que las áreas de servicios higiénicos/vestuarios y oficinas se han mantenido intactos por ser áreas fijas.

E. Análisis matricial

A continuación, se muestra detalle de variación de la productividad en los traslados a través de la evaluación de la distribución actual y propuesta bajo la metodología de análisis matricial de esfuerzos⁴.

Esfuerzos Actual (A)	1,743,537
Esfuerzos Propuesto (B)	1,036,054
Variación de la productividad de esfuerzos --->(A-B)/A	41%

Figura 40. Variación de la productividad con la propuesta de redistribución en base al análisis matricial de esfuerzos.

Nota: Tras la aplicación del análisis matricial de esfuerzos se ha podido determinar que el impacto que generaría la redistribución de planta propuesta en la productividad actual de traslados sería del 41%. Por lo que los tiempos de traslados acumulados se reducirían mensualmente también en dicho porcentaje.

4.2.1.2. Método de Gourchet

A continuación, se presenta desarrollo del método de Gourchet para determinar la superficie requerida para cada área de trabajo:

- **Información recopilada**

Máquina	#Máquinas (n)	Largo (m)	Ancho (m)	H: Altura (m)	N
Sierra Cinta Optimum	1	1.20	0.80	1.40	1
Cortador Plasma Hypertherm	1	2.80	1.80	1.00	1
Prensa Rovetta FO 450	1	1.70	1.50	3.00	1
Prensa FPM BF 4000	1	2.00	1.70	3.00	1
Martillo MP60 NARGESA	1	1.50	1.50	3.00	1
Canastas metálicas	2	0.80	0.80	1.00	1
Torno Nardini	1	3.00	1.00	1.40	1
Torno Sideral 200	1	3.00	1.00	1.40	1
Torno Sideral 250	1	3.50	1.00	1.40	1
Torno TOS 500	1	3.00	1.50	1.50	1

⁴ Detalle del cálculo del análisis matricial revisar en el ANEXO 5

Máquina	#Máquinas (n)	Largo (m)	Ancho (m)	H: Altura (m)	N
Fresadora Huron	1	1.40	1.20	2.00	1
Mesa metálica	1	1.20	0.70	0.70	2
Torno SL-40	1	3.50	2.00	3.00	1
Torno ST-25	1	2.00	1.70	2.50	1
Torno GT-20	1	1.80	1.50	1.80	1
Mesa metálica	1	1.20	0.70	0.70	2
Horno de 1 M3	1	1.00	1.00	1.00	1
Estante metálico - madera de 3 niveles	1	1.50	1.50	1.50	1
Estante metálico	1	2.00	1.50	1.50	1
Mesa Hidraulica Valproh 10 Ton	4	1.10	1.10	1.00	2
Mesa metálica	3	1.20	0.70	0.70	2
Plataforma Hidraulica 1 - 10 Ton	3	1.50	1.00	1.00	2

Figura 41. Cuadro de elementos fijos en la empresa IDMH PERU SAC

Fuente: IDMH PERÚ SAC.

Elementos	#elementos (n)	diámetro (m)	Largo (m)	Ancho (m)	H: Altura (m)
Botes de basura	5	0.70			1.30
Operarios	33		0.50	0.50	1.65
Amoladora Makita 7"	1		0.40	0.20	0.10
Montacarga	1		3.00	1.50	1.80

Figura 42. Cuadro de elementos móviles en la empresa IDMH PERU SAC.

Fuente: IDMH PERÚ SAC

Por otro lado, se resumen a continuación las áreas ya definidas por la empresa:

ÁREAS	Area actual (m2)	Observaciones
Oficinas y vestuario	86.4	Area definida por la empresa
Ingreso general	24.5	
Patio de maniobras	120.0	
Área de almacen general	67.9	
Área de soldadura	135.9	

Figura 43. Cuadro superficies de estaciones ya definidos por la empresa IDMH PERU SAC.

Fuente: IDMH PERU SAC

• **Cálculo elementos fijos y móviles**

ELEMENTOS FIJOS												
Áreas y Procesos	Máquina	#Máquinas (n)	Largo (m)	Ancho (m)	H: Altura (m)	N	Ss (m2)	Sg (m2)	Ss*n	Ss*n*H	Se (m2)	ST (m2)
Área de habilitado (corte)	Sierra Cinta Optimum	1	1.20	0.80	1.40	1	0.96	0.96	0.96	1.34	3.84	5.76
	Cortador Plasma Hypertherm	1	2.80	1.80	1.00	1	5.04	5.04	5.04	5.04	20.16	30.24
Área de forja	Prensa Rovetta FO 450	1	1.70	1.50	3.00	1	2.55	2.55	2.55	7.65	10.20	15.30
	Prensa FPM BF 4000	1	2.00	1.70	3.00	1	3.40	3.40	3.40	10.20	13.60	20.40
	Martillo MP60 NARGESA	1	1.50	1.50	3.00	1	2.25	2.25	2.25	6.75	9.00	13.50
	Canastas metálicas	2	0.80	0.80	1.00	1	0.64	0.64	1.28	1.28	2.56	7.68
Área de mecanizado convencional	Torno Nardini	1	3.00	1.00	1.40	1	3.00	3.00	3.00	4.20	12.00	18.00
	Torno Sideral 200	1	3.00	1.00	1.40	1	3.00	3.00	3.00	4.20	12.00	18.00
	Torno Sideral 250	1	3.50	1.00	1.40	1	3.50	3.50	3.50	4.90	14.00	21.00
	Torno TOS 500	1	3.00	1.50	1.50	1	4.50	4.50	4.50	6.75	18.00	27.00
	Fresadora Huron	1	1.40	1.20	2.00	1	1.68	1.68	1.68	3.36	6.72	10.08
Área de mecanizado cnc	Mesa metálica	1	1.20	0.70	0.70	2	0.84	1.68	0.84	0.59	5.04	7.56
	Torno SL-40	1	3.50	2.00	3.00	1	7.00	7.00	7.00	21.00	28.00	42.00
	Torno ST-25	1	2.00	1.70	2.50	1	3.40	3.40	3.40	8.50	13.60	20.40
	Torno GT-20	1	1.80	1.50	1.80	1	2.70	2.70	2.70	4.86	10.80	16.20
Área de galvanizado	Mesa metálica	1	1.20	0.70	0.70	2	0.84	1.68	0.84	0.59	5.04	7.56
	Horno de 1 M3	1	1.00	1.00	1.00	1	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	6.00
Área de pintura	Estante metálico - madera de 3 nive	1	1.50	1.50	1.50	1	2.25	2.25	2.25	3.38	9.00	13.50
	Estante metálico	1	2.00	1.50	1.50	1	3.00	3.00	3.00	4.50	12.00	18.00
Área de ensamble	Mesa Hidraulica Valproh 10 Ton	4	1.10	1.10	1.00	2	1.21	2.42	4.84	4.84	7.26	43.56
	Mesa Metalica	3	1.20	0.70	0.70	2	0.84	1.68	2.52	1.76	5.04	22.68
Área de empaque	Plataforma Hidraulica 1 - 10 Ton	3	1.50	1.00	1.00	2	1.50	3.00	4.50	4.50	9.00	40.50
		36					55.10	60.33	64.05	111.19	230.86	424.92

ELEMNETOS MÓVILES								
Elementos	#elementos (n)	Diametro	Largo (m)	Ancho (m)	H: Altura (m)	Ss (m2)	Ss*n	Ss*n*H
Botes de basura	5	0.70			1.30	0.4	1.9	2.5
Operarios	33		0.50	0.50	1.65	0.3	8.3	13.6
Amoladora Makita 7"	1		0.40	0.20	0.10	0.1	0.1	0.0
Montacarga	1		3.00	1.50	1.80	4.5	4.5	8.1
						14.8	24.2	

Hf=	1.64
Hm=	1.74
k=	2.00

Figura 44. Resumen cálculo de elementos fijos y móviles.

Nota: ST (m2)= superficie total requerida por área

- **Comparativos: área actual vs área requerida**

Tras determinarse la superficie total adecuada para cada una de las áreas se procede a la comparativa con la superficie actual y evaluación de las prioridades de redefinición de superficie de estas.

ÁREAS	Area actual (m2)	Area propuesta (m2)	Observaciones
Oficinas y vestuario	86.4	86.4	Area definida por la empresa
Ingreso general	24.5	24.5	
Patio de maniobras	120.0	120.0	
Área de almacen general	67.9	67.9	
Área de soldadura	135.9	135.9	
Área de habilitado (corte)	44.7	36.0	Redefinir área
Área de forja	45.5	56.9	Requiere prioridad
Área de mecanizado convencional	61.8	101.6	Requiere prioridad
Área de mecanizado CNC	90.9	86.2	Redefinir área
Área de galvanizado	31.6	19.5	Redefinir área
Área de pintura	50.9	18.0	Redefinir área
Área de ensamble	133.8	66.2	Redefinir área
Área de empaque	64.2	40.5	Redefinir área
Acceso único de personal a planta	0.0	14.0	Requiere prioridad
Zona de estacionamiento Montacarga	0.0	7.0	Actualmente incluido dentro del patio de maniobras
Otros	95.0	95.0	-
TOTAL	1,052.8	975.6	

Area actual (m2) (A)	Area propuesta (m2) (B)	Diferencia (A-B)	% Diferencia (A-B)/A
1,052.8	975.6	77.3	7%

Figura 45. Comparativas superficies actuales vs técnica Gourchet

Nota: Tras la aplicación de la metodología Gourchet, se puede determinar que empresa cuenta actualmente con una superficie total suficiente para todas la áreas instaladas (excedente del 7%, 77.30 m2) . Sin embargo, casi todas deben ser redefinidas sea por excedente o falta de superficie. Lo que demuestra que no se tiene una adecuada asignación de espacios. Recaltar además que, de acuerdo a estos resultados, urge ampliar el área de mecanizado convencional

y forja así como habilitar un espacio para reposo del montacarga cuando no se esté utilizando por lo mismo aumentar el flujo en la zona de patio de maniobras. Por otro lado, existen áreas que cuentan con un excedente considerable para las operaciones que se realiza en las mismas tal es el caso de: Ensamble, empaque, pintura y CNC.

4.2.2. Evaluación de propuesta de solución

4.2.2.1. Propuesta de redistribución con PSD y Gurchet

A continuación, se presenta el diagrama de redistribución propuesto en base a un recorrido lineal en el flujo de proceso del producto principal (pastecas) tanto sin la modificación de espacios asignados a cada una de las áreas así como con la redistribución de espacios según resultados del diagrama de Gurchet.

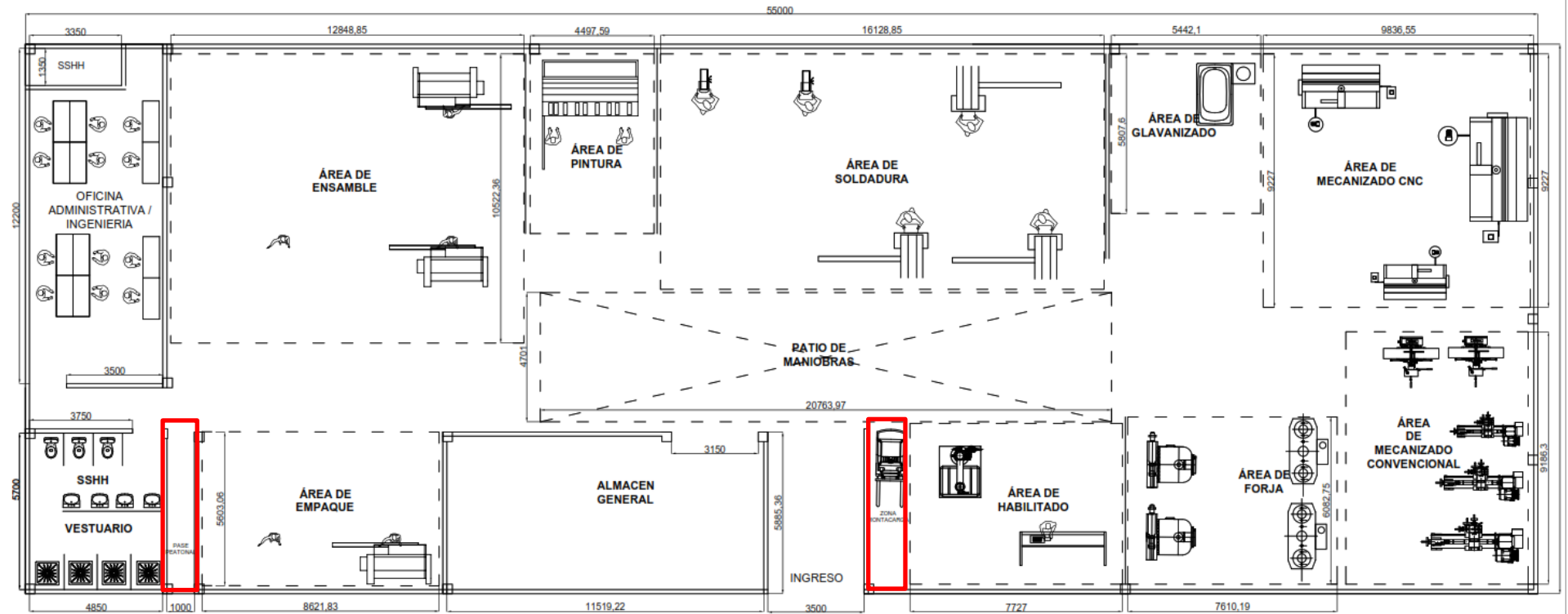


Figura 46. Plano de propuesta de redistribución de planta manteniendo superficies actuales asignados a cada área en la empresa IDMH PERU SAC.

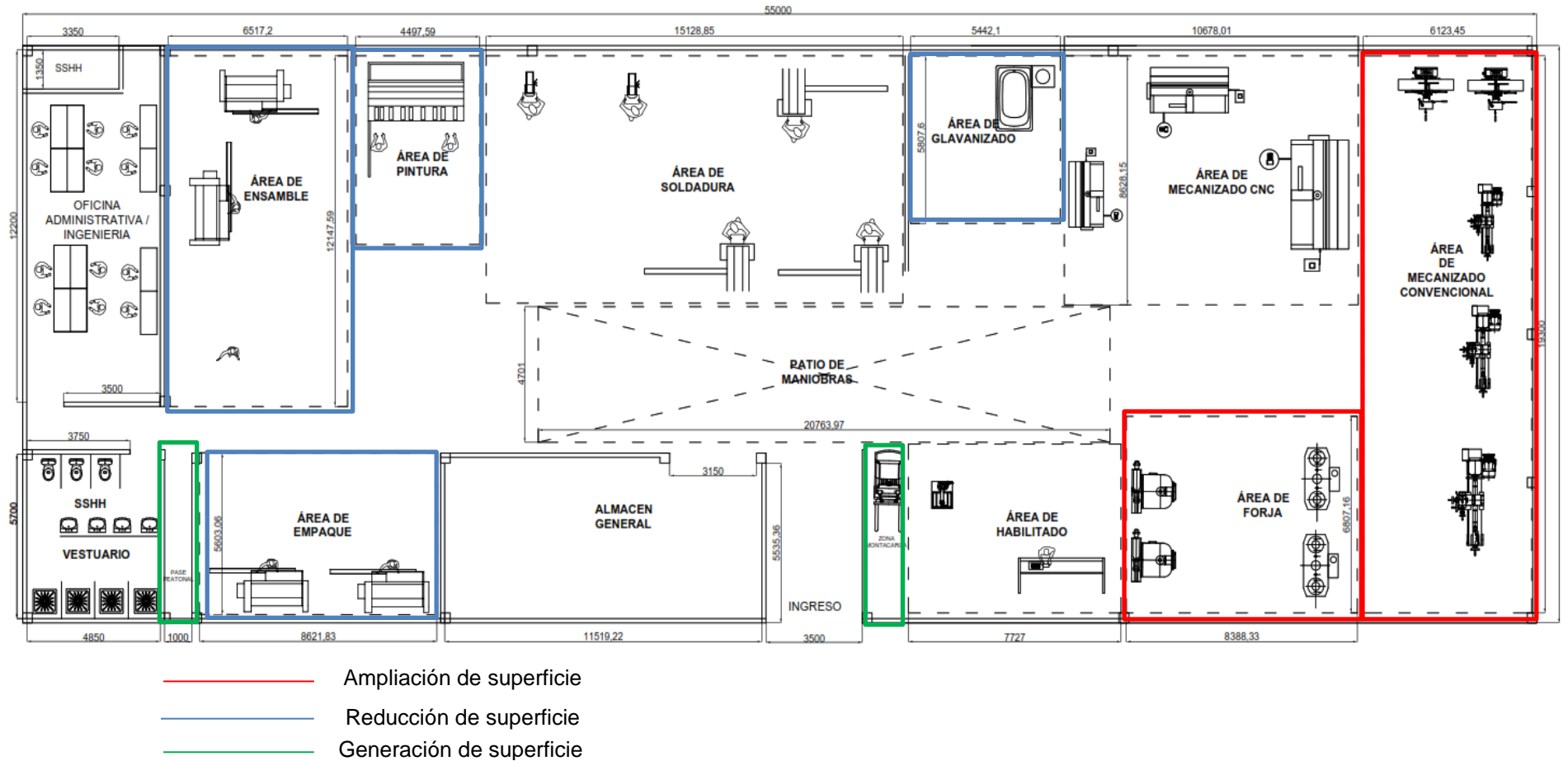


Figura 47. Plano de propuesta de redistribución de planta de la empresa IDMH PERU SAC incluyendo redistribución de superficies de acuerdo con los resultados de la metodología Gouchet.

4.2.2.2. Impacto de la propuesta redistribución en tiempos

A continuación, se detalla el impacto en la reducción de tiempos de traslados y por ende de la productividad así mismo el incremento de la producción en hasta un 5.01%:

Productos	Tiempo total de producción x Unidad (Horas)	Tiempo traslados x unidad (Horas)	Unidades por lote	Producción actual de Lotes mes	Distancia actual recorrida x lote al mes (m)	Distancia total actual recorrida al mes (m)	Tiempo total de producción al mes (Horas)	Tiempo actual mes en traslados (Horas)	Distancia recorrida x lote con la propuesta (m)	Distancia recorrida al mes con la propuesta (m)	Reducción distancias recorridas al mes (m)	% Reducción distancia recorrida al mes
Variable/Fórmula	A	B	C	D	E	F= D*E	G= A*D	H	I	J =D*I	K =J-F	L=K/F*100
Pastecas	12.82	2.80	1	81	1,466	119,123	1,042	228	793	64,466	54,657	46%
Motones	10.04	1.70	1	62	906	56,193	623	106	672	41,638	14,555	26%
Carrito minero	73.58	2.72	1	18	1,457	26,629	1,345	50	821	15,002	11,627	44%
Piezas en serie	15.08	0.61	115	9	340	3,062	136	6	96	862	2,200	72%
				171		205,007	3,144	389		121,967	83,040	41%

Productos	Tiempo total de producción x Unidad (Horas)	Productividad actual (Und/hr)	Tiempo traslados x unidad (Horas)	Unidades por lote	Producción actual de Lotes mes	Tiempo total de producción al mes (Horas)	Tiempo actual mes en traslados (Horas)	Reducción mensual de tiempo de traslados %	Tiempo de recorrido al mes con la propuesta (horas)	Reducción de tiempo de traslados con la propuesta al mes (horas)	Lotes adicionales de producción al mes	% incremento de Productividad y producción al mes (%)	Nueva Productividad (Und/hr)
Variable/Fórmula	A	Pro= 1/A	B	C	D	G= A*D	H	L	M=H-H*L	N=H-M	O= N/A	P=O/D	N Pro= Pro * (1+P)
Pastecas	12.82	0.078	2.80	1	81	1,042	228	46%	123	105	8.16	10.04%	0.086
Motones	10.04	0.100	1.70	1	62	623	106	26%	78	27	2.73	4.40%	0.104
Carrito minero	73.58	0.014	2.72	1	18	1,345	50	44%	28	22	0.30	1.62%	0.014
Piezas en serie	15.08	0.066	0.61	115	9	136	6	72%	2	4	0.26	2.93%	0.068
Totales					171	3,144	389	41%	231	158		5.01%	

4.3. Planificación de proyecto de mejora

4.3.1. Cronograma de implementación

A continuación, se detalla el cronograma de implementación del proyecto, el mismo que una vez aprobado, tendría un tiempo de ejecución de 15 días.

Actividades	Cronograma (Días)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Procura de materiales															
1.1. Gestion y compra de materiales necesarios	█	█													
2. Liberación de espacios															
2.1. Liberación de areas y espacios para el transito	█	█	█												
2.2. Eliminación de desperdicos		█	█	█	█	█	█								
3. Acondicionamiento de nuevas areas de trabajos															
3.1. Tendido de nuevas lineas de energia electrica			█	█											
3.2. Modificación o aperura de puntos de aire			█	█											
3.3 Colocación de cimiento y anclaje para Prensas				█	█	█	█								
4. Traslado de equipos															
4.1. Traslado de maquinas y equipos de CORTE Y HABILITADO				█											
4.2. Traslado de maquinas y equipos de MECANIZADO CNC					█										
4.3. Traslado de maquinas y equipos de MECANIZADO CONVENCIONAL						█									
4.4. Traslado de maquinas y equipos de PINTURA							█								
4.5. Traslado de maquinas y equipos de GALVANIZADO								█	█	█					
4.6. Traslado de maquinas y equipos de ENSAMBLE											█	█			
4.7. Traslado de maquinas y equipos de EMPAQUE												█	█		
4.8. Traslado de maquinas y equipos de FORJA													█	█	█
5. Aislamiento área de Pintura															
5.1 Armado de bastidor para superboard								█							
5.2 Instalación de Superboard									█						
6. Instalación de acceso peatonal															
6.1 Tumar pared		█	█												
6.2 Instalación de puerta				█	█										
6.3 Trabajos de acabados de pared y puerta							█								
7. Señalización y reubicación de extintores															
7.1 Pintado de líneas peatonales								█	█						
7.2 Indentificación de zonas de riesgos , señáletica.									█	█					
7.3 Reubicación de extintores										█	█				
8. Instalación de tomas de aire en Pintura															
8.1 Tendido de lineas de aire				█	█	█									
8.2 Instalación de manómetros y señáletica						█									
9. Instalación de ventiladores (04)															
9.1 Tendido de lineas de electricidad															
9.2 Instalación de ventiladores													█		
10. Cambio de focos															
10.1 Instalación de ventiladores														█	█

Figura 48. Cronograma de implementación del proyecto de redistribución de planta en la empresa IDMH PERU SAC.

4.4. Desarrollo de la mejora

4.4.1. Realización de las actividades de mejora – Plan de acción

La redistribución de la planta y todo lo que involucra para la empresa se maneja como un proyecto de ingeniería, el cual tiene etapas y en ellas actividades propias del proyecto, es por ello que se formuló una carta Gantt quien registrará las actividades en una duración de 15 días calendarios.

A continuación, se detalla las actividades según dicho diagrama plasmado en el punto anterior.

A. Procura de materiales:

En esta etapa se procede en gestionar la compra de materiales, herramientas, equipos incluso servicios necesarios para el proyecto de redistribución. Es así que, según el listado del requerimiento, logística por intermedio del comprador gestionara la cotización de todo lo requerido, la empresa tiene por política evaluar entre tres propuestas. Una vez seleccionadas las mejoras propuestas para cada tipo de requerimiento, el comprador deberá generar la orden de compra (OC) y orden de servicio(os) para que aprobada y firmada tanto por el gerente jefe de planta y gerente general.

Posterior a la confirmación y aprobación de la OC y OS, el comprador debe gestionar de manera inmediata con los proveedores para que los materiales, equipos, herramientas y servicios sean enviados a plantan en los tiempos solicitados, siendo clave la labor de seguimiento.

B. Liberación de espacio:

Esta actividad empieza en el día 1, es decir tanto la parte logística de compra esta actividad se encuentra desarrollando en paralelo.

La importancia de esta actividad es de deshacernos de estorbos dentro de planta que limitarían la remoción de los equipos, para ello se designó a 02 ayudantes de producción para que en dos días logren liberar la planta de todo lo innecesario, está claro también que la eliminación e los desperdicios deber ser supervisada por los líderes y/o supervisores de

las áreas por lo cual esta actividad se extenderá durante la primera semana.

C. Acondicionamiento de nuevas áreas de trabajo

El reacomodo de las áreas involucrara modificar las líneas de los servicios existente, es decir de energía eléctrica y aire comprimido, para ello se designó a dos ayudantes de producción guiados por el líder de mecanizado, ellos tendrán la función de tender una nueva línea de electricidad según la ubicación de las nuevas áreas, es por ello que de modificaran y habilitaran nuevos puntos de toma de aire comprimido, muy necesarios para los equipos productivos.

Por otro lado 02 ayudantes más, guiados por el líder de forja se encargarán de preparar los puntos de anclaje de las prensas, estos anclajes son espárragos roscados que previamente fueron comprados, harán los cortes necesarios al piso existente y fijarán con concreto los nuevos puntos de anclaje. Como detalle adicional lo ideal es dejar curar el concreto al menos 1 semana para obtener buenas propiedades mecánicas para el momento que hagamos el traslado de las prensas.

D. Traslado de equipos

Se podría decir que esta es la actividad más importante del proyecto, pues son implicara parar la producción y ello no puede tomar mucho tiempo y tampoco debemos permitirnos errar en el proceso, es así que los traslados de los equipos y maquinarias se harán un área por día, tomándonos un total de 10 días.

Esta importante actividad será supervisada por el jefe de planta, y liderado por los “líderes” de las áreas, contando cada uno 02 operarios ayudantes, además tener en cuenta que se alquilará una pluma grúa de 20 ton para el izaje y maniobra de los equipos contando con la disponibilidad de 7 días.

En primera instancia se empezará con el traslado de los equipos del área de habilitado, el cual posee solo dos equipos de tamaño mediano.

En segundo lugar, se trasladará los equipos del Área de mecanizado CNC, para este traslado amerita que la grúa ya se encuentre en planta,

principalmente por dos razones, al tamaño de los equipos y el valor monetario de cada uno de estos.

Como tercer lugar se trasladará los equipos del área de mecanizado convencional, estas que la otra área son equipos muy pesados por lo que se requiere de la grúa.

Continuando con el traslado ahora sigue el turno de los equipos de pintura, los cuales son maniobrables e incluso poseen ruedas, sin embargo, el área presente una estructura desmontable que viene a ser la cabina de pintura armable que trasladaremos empleando la grúa. Debemos precisar que al traslado de los equipos de esta se suma la instalación de una pared de material ligero, pero resistente al calor y proteger así de posibles chipas o transmisión de calor desde el área de soldadura.

Como quinto lugar procederemos al traslado de los hornos de galvanizado, los cuales son cubetas fabricadas en planchas de 1 pulgada siendo bastante pesados, también emplearemos la grúa para esta actividad.

Como sexto y séptimo lugar corresponde al traslado de los equipos de las áreas de Ensamble y Empaque, las cuales poseen equipos ligeros y livianos que no generarán mayor inconveniente.

Finalmente es el turno del área de forja, como se mencionó en la actividad 3, fue necesario colocar espárragos de anclaje, desde aquel momento que se realizó la actividad 3 pasaron 7 días por lo que ya es recomendable cargar fuerza (posicionar) las prensas sobre el anclaje, también mencionamos que con esta actividad damos por finalizado el servicio de alquiler de la grúa.

E. Aislamiento área de Pintura

Con ayuda de 02 operarios se instalará en la nueva ubicación del área de pintura una pared que colinda con la nueva posición del área de soldadura, el motivo es la poder aislar y proteger de la transmisión de calor generado por el proceso de soldadura, se quiere evitar incendios ya que en el área de pintura se utilizan insumos inflamables. La

instalación de la pared será con material ligero pero resistente al calor, a la vez es como medida que suma al aislamiento pues el área de pintura posee cabina de pintura semi-armable.

F. Instalación de acceso peatonal

Esta actividad se toma como medida que surgió por recomendación de un especialista, el cual alude indiscutiblemente a la seguridad industrial. Detallo, actualmente la planta cuenta con un solo ingreso (portón principal) por allí transitan el personal operario, personal administrativo, visitas, etc.

Es así que se la actividad la realizaran 02 ayudantes de producción guiados por un líder de cualquier área disponible, la labor se centra en abrir parte de la pared de la fachada un ancho de 1.2 m para el ingreso peatonal de manera exclusiva, una vez abierto el paso se colocara la puerta que también previamente fue adquirida por logística.

G. Señalización y reubicación de extintores

Una vez reubicado las áreas es necesario la reubicación de los extintores, colocación de las señaléticas y pintado de líneas peatonales, para ello se dispondrá de 02 ayudantes de producción y guiados por el jefe de planta, quien posee mayor claridad de los temas de riesgos y trabajo con el layout de la nueva distribución de planta. Esta actividad está prevista para 4 días.

H. Instalación de tomas de aire en Pintura

En a la actividad 3 se mencionó que una tarea es tender las líneas de aire para los diversos equipos, sin embargo, nos concentraremos mas en el área de pintura y merece una actividad particular con mayores recursos a disipación. La situación actual del área amerita tener mayor capacidad de tomas de aire con todos los accesorios necesarios para obtener aire sin humedad y de buena calidad.

Se designó 01 ayudante de producción guiados por el supervisor de instalación, además la actividad tomara 03 días y este debe darse paralelo desde el tercer día de inicio del proyecto de reacomodo.

I. Instalación de ventiladores (04)

Previamente se debieron comprar los ventiladores, siendo esta actividad puntual, pues implica tender la línea de energía eléctrica y posicionar los ventiladores para mejorar la condición de trabajo de los operarios en planta.

Para esta actividad se requieren de 02 ayudantes de producción en un tiempo de 02 días, el cual ejecutarían la actividad en el día 13 de nuestro Gantt.

J. Cambio de focos

Para esta actividad se requiere de 01 ayudante de producción que en el transcurso de 02 días deber reemplazar la luminaria existente de planta.

4.4.2. Costo de implementación

A continuación se detalla los costos de implementación de proyecto por cada uno de los recursos a Utilizar:

Costos de materiales					
Actividad	Descripción	Cant.	Um	Costo Und S./	Costo total
Planificación del proyecto	Lapiceros, papel, Plumones	1	Gbl	S/.75.0	S/.75.0
Instalación de acceso peatonal	Puerta metálica de 1m x 2.5 m	1	und	S/.390.0	S/.390.0
Mejora luminosidad de áreas de producción	Focos tipo led de 50 watts	10	und	S/.58.5	S/.585.0
Señalización de áreas	Galones de pintura	5	galones	S/.78.0	S/.390.0
	Brochas	10	und	S/.11.7	S/.117.0
Actividades generales de redistribución	Tomacorrientes, switches	20	und	S/.39.0	S/.780.0
	Cables	4	Rollos	S/.312.0	S/.1,248.0
	Soldadura	10	kg	S/.15.6	S/.156.0
Adición de 02 tomas de aire en Pintura	Tubos de SCH 10 para líneas de aire Ø1"	20	mts	S/.11.7	S/.234.0
	Válvulas	5	und	S/.97.5	S/.487.5
Aislamiento de área de pintura	Planchas de superboard	10	m2	S/.52.0	S/.520.0
	Tubo cuadrado de 2"	4	Und	S/.50.0	S/.200.0
	Tornillos 1/4 x 1"	1	Glb	S/.50.0	S/.50.0
Construcción de cimientos para prensas de Forja	Cemento Portland Tipo I	20	und	S/.31.2	S/.624.0
	Grava y Arena	10	m3	S/.7.8	S/.78.0
Anclajes para prensa de Forja	Esparragos de Ø 1" x 600mm . Sae 1045	24	und	S/.58.5	S/.1,404.0
Total					S/.7,338.5

Costos de mano de obra

Descripción	Cant.	Costo hora S./	Cant. Horas	Costo total
Líder de planificación de proyecto	1	S/.25.0	80	S/.2,000
Líderes de área	3	S/.17.2	360	S/.6,188
Ayudantes (Mecanizado)	2	S/.17.2	240	S/.4,125
Supervisor de instalación	1	S/.21.9	120	S/.2,625
Jefe de planta	1	S/.35.2	120	S/.4,219
Comprador Logístico	1	S/.20.0	32	S/.640
Total				S/.19,796.3

Equipos

Equipo	Cant.	Um	Costo Und S./	Costo total
Laptop y proyector	1	Gbl	S/.1,050.0	S/.1,050
Carrito industrial capacidad 150 kg	5	und	S/.312.0	S/.1,560
Esmeril de banco de 6"	1	und	S/.585.0	S/.585
Ventiladores industriales	3	und	S/.390.0	S/.1,170
Total				S/.4,365.0

Costos de energía eléctrica

Equipo	Consumo	Cant. Horas	Total kW-h	Costo kW-h S./	Costo total
	kW				
Laptop	0.15	80	S/.12.0	S/.0.88	S/.10.6
Taladro	0.1	40	S/.4.0	S/.0.88	S/.3.5
Soldadora	3	54.4	S/.163.2	S/.0.88	S/.143.8
Compresora	7.60	40	S/.303.9	S/.0.88	S/.267.9
Focos	0.7	120	S/.84.0	S/.0.88	S/.74.0
Ventiladores	0.2	120	S/.24.0	S/.0.88	S/.21.2
Total					S/.521.0

Costo alquiler de maquinaria

Equipo	Cant.	Costo hora S./	Cant. Horas	Costo total
Grúa cap 20tn	1	S/.350.0	56	S/.19,600
Total				S/.19,600.0

Figura 49. Detalle de costos de implementación del proyecto por recurso.

- **Resumen costo de implementación del proyecto**

Tabla 06.

Cuadro resumen de costos de implementación del proyecto

Descripción	Costo
Materiales	S/.7,339
Mano de obra	S/.19,796
Equipos	S/.4,365
Alquiler de Maquinaria	S/.19,600
Energía eléctrica	S/.521
Costo Total de implementación	S/.51,621

4.5. Evaluación de la implementación

4.5.1. Evaluación técnica de la mejora

A continuación, se detalla el incremento de producción y productividad por producto y global. Así mismo se incluye las nuevas cantidades de producción mensual y la valorización del margen por las unidades adicionales producidas.

Productos	Tiempo total de producción x Unidad (Horas)	Productividad actual (Und/hr)	Variación de la productividad / Producción	Nueva Productividad (Und/hr)	Producción actual de Lotes mes	Lotes adicionales de producción al mes	Nueva producción mes
Variable/ Fórmula	A	Pro= 1/A	P	N Pro= Pro * (1+P)	D	D+	Nvo D
Pastecas	12.82	0.078	10.0%	0.086	81	8.16	89
Motones	10.04	0.100	4.4%	0.104	62	2.73	65
Carrito minero	73.58	0.014	1.6%	0.014	18	0.30	19
Piezas en serie	15.08	0.066	2.9%	0.068	9	0.26	9
Totales			5.01%		171		182

Productos	Precio unitario por lote (No incluye IGV)	Facturación actual	Costo estimado (Se considera un 20% de margen)	Utilidad x producto/lote	Utilidad adicional con la mejora	Facturación con la mejora	Variación de la facturación
Variable/ Fórmula	Q	F =Q*D	CP =Q/1.2	U =CP-Q	Uad =U*D+	Nvo F =Nvo D *Q	Nvo F-F
Pastecas	S/ 1,700	S/ 138,167	S/ 1,417	S/ 283	S/ 2,311	S/ 152,035	S/ 13,868
Motones	S/ 1,400	S/ 86,789	S/ 1,167	S/ 233	S/ 636	S/ 90,605	S/ 3,816
Carrito minero	S/ 7,000	S/ 127,913	S/ 5,833	S/ 1,167	S/ 344	S/ 129,980	S/ 2,066
Piezas en serie	S/ 4,100	S/ 36,900	S/ 3,417	S/ 683	S/ 180	S/ 37,980	S/ 1,080
Totales		S/ 389,769			S/ 3,472	S/ 410,600	S/ 20,831

Figura 50. Incremento de productividad y producción mensual, así misma valorización de facturación y margen adicional.

4.5.2. Evaluación económica financiera de la mejora

- Presupuesto general detallado

A continuación se detalla el presupuesto del proyecto considerando tanto la etapa de preparación como la ejecución:

Actividades	Recursos											
	Materiales		Mano Obra		Equipos		Maquinaria (Alquiler)		Energía eléctrica		Total Costo	
	Descripción	Costo	Mano Obra	Costo	Equipos	Costo	Maquinaria (Alquiler)	Costo	Energía eléctrica	Costo		
A. PREPARACIÓN DEL PROYECTO		S/.75.00		S/.2,000.00		S/.1,050.00		S/.0.00		S/.10.60		S/.3,135.60
1. Planificación del servicio	Lapiceros-Hojas	S/.15.00	Lider del proyecto	S/.400.00	Laptop	S/.150.00			Laptop	S/.2.12	S/.567.12	
2. Conocimiento de la organización y proceso	Lapiceros-Hojas	S/.15.00	Lider del proyecto	S/.400.00	Laptop	S/.150.00			Laptop	S/.2.12	S/.567.12	
3. Recopilación de información	Lapiceros-Hojas	S/.15.00	Lider del proyecto	S/.400.00	Laptop	S/.150.00			Laptop	S/.2.12	S/.567.12	
4. Diagnóstico de situaciones	Plumones	S/.15.00	Lider del proyecto	S/.400.00	Laptop-Proyector	S/.300.00			Laptop-Proyector	S/.2.12	S/.717.12	
5. Plan de acción	Plumones	S/.15.00	Lider del proyecto	S/.400.00	Laptop-Proyector	S/.300.00			Laptop-Proyector	S/.2.12	S/.717.12	
B. EJECUCIÓN DEL PROYECTO		S/.7,263.50		S/.17,796.54		S/.3,315.00		S/.19,600.00		S/.510.40	S/.48,485.44	
1. Procura de materiales		S/.7,263.50		S/.640.00		S/.3,315.00		S/.0.00		S/.0.00	S/.11,218.50	
1.1. Gestion y compra de materiales necesarios	Cemento Portland Tipo I	S/.624.00	01 Comprador Logístico: Materiales	S/.480.00							S/.1,104.00	
	Grava y Arena	S/.78.00									S/.78.00	
	Esparragos para anclajes Ø 1"	S/.1,404.00									S/.1,404.00	
					Carros industriales cap 400kg (0.8m x0.6m x 0.5m)	S/.1,560.00						S/.1,560.00
					Esmeril de banco Ø 6"	S/.585.00						S/.585.00
	Soldadura AWS E- 6011	S/.156.00										S/.156.00
	Tubos de SCH 10 para líneas de aire Ø1"	S/.234.00										S/.234.00
	Válvulas de bola Ø 1"	S/.487.50										S/.487.50
	Puerta metálica de 1m x 2.5 m	S/.390.00										S/.390.00
					Ventiladores industriales	S/.1,170.00						S/.1,170.00
	Tomacorrientes, switchs	S/.780.00										S/.780.00
	Cables	S/.1,248.00										S/.1,248.00
	Focos tipo led de 50 watts	S/.585.00										S/.585.00
	Pintura color Trafico Gloss	S/.390.00										S/.390.00
	Brochas 3"	S/.117.00										S/.117.00
	Planchas de superboard	S/.520.00										S/.520.00
	Tubo cuadrado de 2"	S/.200.00										S/.200.00
Tornillos 1/4 x 1"	S/.50.00										S/.50.00	
			01 Comprador logístico: Alquiler Grúa	S/.160.00							S/.160.00	

Actividades	Recursos										
	Materiales		Mano Obra		Equipos		Maquinaria (Alquiler)		Energía eléctrica		Total Costo
	Descripción	Costo	Mano Obra	Costo	Equipos	Costo	Maquinaria (Alquiler)	Costo	Energía eléctrica	Costo	
2. Liberación de espacios		S/.0.00		S/.825.60		S/.0.00		S/.0.00		S/.6.86	S/.832.46
2.1. Liberación de áreas y espacios para el tránsito			02 ayudante de mecanizado	S/.550.40					Taladro	S/.1.17	S/.551.57
2.2. Eliminación de desperdicios			01 líder	S/.275.20					Foco	S/.5.69	S/.280.89
3. Acondicionamiento de nuevas áreas de trabajos		S/.0.00		S/.2,064.00		S/.0.00		S/.0.00		S/.179.06	S/.2,243.06
3.1. Tendido de nuevas líneas de energía eléctrica			02 ayudante de mecanizado	S/.550.40							S/.550.40
3.2. Modificación o apertura de puntos de aire			01 Líder Mecanizado	S/.275.20					Compresor	S/.107.16	S/.382.36
3.3 Colocación de cemento y anclaje para prensas			02 ayudante de mecanizado	S/.825.60					Soldadora	S/.35.95	S/.861.55
			01 Líder Forja	S/.412.80					Soldadora	S/.35.95	S/.448.75
4. Traslado de equipos		S/.0.00		S/.3,797.76		S/.0.00		S/.19,600.00		S/.68.31	S/.23,466.07
4.1. Traslado de máquinas y equipos de CORTE Y HABILITADO			02 ayudante de mecanizado	S/.275.20			Alquiler de Grua CAP 20 ton	S/.2,450.00	Foco	S/.8.54	S/.2,733.74
			01 Líder	S/.231.17							S/.231.17
4.2. Traslado de máquinas y equipos de MECANIZADO CNC			02 ayudante de mecanizado	S/.275.20			Alquiler de Grua CAP 20 ton	S/.2,450.00	Foco	S/.8.54	S/.2,733.74
			01 Líder	S/.231.17							S/.231.17
4.3. Traslado de máquinas y equipos de MECANIZADO CONVENCIONAL			02 ayudante de mecanizado	S/.275.20			Alquiler de Grua CAP 20 ton	S/.2,450.00	Foco	S/.8.54	S/.2,733.74
			01 Líder	S/.231.17							S/.231.17
4.4. Traslado de máquinas y equipos de PINTURA			02 ayudante de mecanizado	S/.275.20			Alquiler de Grua CAP 20 ton	S/.2,450.00	Foco	S/.8.54	S/.2,733.74
			01 Líder	S/.231.17							S/.231.17
4.5. Traslado de máquinas y equipos de GALVANIZADO			02 ayudante de mecanizado	S/.275.20			Alquiler de Grua CAP 20 ton	S/.2,450.00	Foco	S/.8.54	S/.2,733.74
			01 Líder	S/.231.17							S/.231.17
4.6. Traslado de máquinas y equipos de ENSAMBLE			02 ayudante de mecanizado	S/.137.60			Alquiler de Grua CAP 20 ton	S/.2,450.00	Foco	S/.8.54	S/.2,596.14
			01 Líder	S/.115.58							S/.115.58
4.7. Traslado de máquinas y equipos de EMPAQUE			02 ayudante de mecanizado	S/.275.20			Alquiler de Grua CAP 20 ton	S/.2,450.00	Foco	S/.8.54	S/.2,733.74
			01 Líder	S/.231.17							S/.231.17
4.8. Traslado de máquinas y equipos de FORJA			02 ayudante de mecanizado	S/.275.20			Alquiler de Grua CAP 20 ton	S/.2,450.00	Foco	S/.8.54	S/.2,733.74
			01 Líder	S/.231.17							S/.231.17
5. Aislamiento área de Pintura		S/.0.00		S/.253.18		S/.0.00		S/.0.00		S/.37.12	S/.290.30
5.1 Armado de bastidor para superboard			01 Líder	S/.137.60					Taladro	S/.1.17	S/.138.77
5.2 Instalación de Superboard			01 ayudante de mecanizado	S/.115.58					Soldadora	S/.35.95	S/.151.53
6. Instalación de acceso peatonal		S/.0.00		S/.1,651.20		S/.0.00		S/.0.00		S/.58.32	S/.1,709.52
6.1 Tumbiar pared			02 ayudante de mecanizado	S/.825.60					Taladro	S/.1.17	S/.826.77
6.2 Instalación de puerta			02 Líder	S/.550.40					Soldadora	S/.35.95	S/.586.35
6.3 Trabajos de acabados de pared y puerta			01 ayudante de mecanizado	S/.275.20					Ventilador	S/.21.20	S/.296.40
7. Señalización y reubicación de extintores		S/.0.00		S/.4,912.00		S/.0.00		S/.0.00		S/.107.16	S/.5,019.16
7.1 Pintado de líneas peatonales			01 ayudante de mecanizado	S/.412.80					Compresor	S/.107.16	S/.519.96
7.2 Identificación de zonas de riesgos, señalética.			01 Jefe planta	S/.4,224.00							S/.4,224.00
7.3 Reubicación de extintores			01 ayudante de mecanizado	S/.275.20							S/.275.20

Figura 51. Presupuesto de preparación y ejecución del proyecto (1/2).

Actividades	Recursos										
	Materiales		Mano Obra		Equipos		Maquinaria (Alquiler)		Energía eléctrica		Total Costo
	Descripción	Costo	Mano Obra	Costo	Equipos	Costo	Maquinaria (Alquiler)	Costo	Energía eléctrica	Costo	
8. Instalación de tomas de aire en Pintura		S/.0.00		S/.625.60		S/.0.00		S/.0.00		S/.53.58	S/.679.18
8.1 Tendido de líneas de aire			01 ayudante de mecanizado	S/.275.20					Compresor	S/.53.58	S/.328.78
8.2 Instalación de manómetros y señalética			01 Supervisor	S/.350.40							S/.350.40
9. Instalación de ventiladores (04)		S/.0.00		S/.1,376.00		S/.0.00		S/.0.00		S/.0.00	S/.1,376.00
9.1 Tendido de líneas de electricidad			02 ayudante de mecanizado	S/.1,238.40							S/.1,238.40
9.2 Instalación de ventiladores			01 ayudante de mecanizado	S/.137.60							S/.137.60
10. Cambio de focos		S/.0.00		S/.1,651.20		S/.0.00		S/.0.00		S/.0.00	S/.1,651.20
10.1 Instalación de ventiladores			03 líderes	S/.1,651.20							S/.1,651.20
TOTAL		S/.7,338.50		S/.19,796.54		S/.4,365.00		S/.19,600.00		S/.521.00	S/.51,621.04

Figura 51. Presupuesto de preparación y ejecución del proyecto (2/2).

4.6. Evaluación económico financiero de la propuesta.

4.6.1. Flujo de caja

A continuación flujo de caja incremental. Se considera un 2% de inflación

PERIODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos adicionales (Margen bruto por unidades adicionales)		S/ 41,662	S/ 42,495	S/ 43,345	S/ 44,212	S/ 45,096
INVERSIÓN	S/51,621					
FLUJO DE CAJA INCREMENTAL	-S/51,621	S/ 41,662	S/ 42,495	S/ 43,345	S/ 44,212	S/ 45,096

Figura 52: Flujo de caja incremental.

Nota: En base a la figura 52 en la sección anterior, se puede validar que el proyecto demandaría de una inversión inicial de 51, 621 PEN en el año cero; sin embargo, los **beneficios adicionales** que generaría el proyecto anualmente está por sobre los 41,000 PEN.

- **Indicadores de rentabilidad VAN y TIR**

Parámetros	Valor
Deuda (A)	20%
Impuesto a la Renta (B)	29.5%
Costo de la deuda $C = (A*(1-B))$	14.1%
Costo Accionista (D)	30%
% Deuda (E)	30%
%Capital Propio (F)	70%
Costo Promedio ponderado Del Capital-Tasa = $C*E + D*F$	25.2%

Figura 53: Cálculo del costo promedio ponderado del capital (Tasa)

Tasa	25.2%
VAN	S/.63,434.4
TIR	77.7%

Figura 54: Cálculo del VAN y TIR.

Nota: De acuerdo con los resultados de VAN y TIR que se visualizan en la Figura superior, se determina que el proyecto de redistribución de planta en la empresa IDMH PERU SAC es rentable/viable en términos económicos.

4.6.2. Beneficio Costo

BENEFICIOS	S/.144,560.2
COSTOS	S/.51,620.8
B/C	S/.2.80

Figura 55: Cálculo costo beneficio (B/C).

Nota: De acuerdo con los resultados del cálculo de B/C, el proyecto generaría un total de 2.80 soles por cada sol invertido en la propuesta de redistribución de planta.

4.6.3. Payback

PERIODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO (TRAER TODO AL AÑO 0)	-S/51,621	S/ 33,269	S/ 27,097	S/ 22,071	S/ 17,977	S/ 14,642
FLUJO ACUMULADO	-S/51,621	-S/18,352	S/ 8,745	S/ 30,816	S/ 48,792	S/ 63,434

El periodo de recupero esta entre el año 1 y año 2

En 12 meses	27,097
En x meses	18,352
x	8.1
Pay Back	1 año y 8 meses

Figura 56: Cálculo Payback.

Nota: De realizarse el proyecto, este tendría un tiempo de inversión de 1 año y 8 meses

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

5.1. Limitaciones

Las limitaciones de la presente investigación se presentaron en los siguientes aspectos

Literatura

- No existe mucha información bibliográfica actualizada al respecto para proyectos de investigación en la industria metalmecánica y relacionados con distribución de planta. Lo cual ha limitado, en cuanto a establecer la importancia de esta investigación durante el proceso de elaboración. Por otro lado, si bien cada industria es distinta y los métodos que se aplican en una no pueden replicarse como tal en otras, la riqueza de bibliografía permite validar con mayor amplitud el cómo abordar problemas desde el levantamiento de la información hasta la obtención de resultados ahorrando el tiempo de elaboración y/o empleando el mismo para el diseño de mejoras más efectivas o con valores agregados sin romper el marco del diseño metodológico.

Recolección de información.

- Falta de acceso a información de la empresa debido a determinados requisitos de ingreso a planta. La programación de ingreso se tenía que realizar como mínimo con una semana de anticipación y en días de bajas cargas de producción por temas de seguridad interna. Por otro lado, debido a políticas de la empresa, no se pudo obtener reporte de ventas de años anteriores.

5.2. Interpretación Comparativa

- Se logró identificar que la distribución actual de planta no es la más óptima para los productos que se elaboran en la misma, percepción obtenida desde los mismos operarios quienes en un 76% calificaron la frecuencia de ocurrencia de problemas de distribución entre “generalmente” y “siempre” (negativo). Resultados que mantienen similitud con los

obtenidos por Mendo (2021), quien tras la aplicación de una encuesta del tipo Likert obtuvo resultados de 60% que calificaban la distribución de planta en su investigación como negativa (frecuencia de “a menudo” y “siempre”). Así mismo, la percepción de la baja productividad que sostiene la gerencia general de acuerdo a la entrevista realizada donde se detalla que la productividad alcanza apenas cifras del 85%, muy por debajo de lo esperado (95%).

Con la aplicación de herramientas del PSD, se ha podido determinar una redistribución de planta que generaría un incremento en la productividad de 5.01%. Resultado que guardan relación con los obtenidos por Carbonel (2020) con un 8.33% y Mendo (2021) con un 8.2 %. Por otro lado y Giuttari (2021) y Coronel (2021), Espinoza (2017) alcanzaron mejoras por sobre el 10% con 11.2%; 18% y 29% respectivamente. La diferencia radica en que los % de traslados en los tiempos de fabricación por producto de estos últimos supera el 25%, mientras que en IDMH PERÚ está por debajo del 20% (a mayor % de tiempos del componente traslados en los tiempos de fabricación, mayor impacto en la productividad en caso de reducción).

Por otro lado con la metodología Gouchet, se determinó la superficie total que sería necesaria para un mejor aprovechamiento de espacios en toda la planta, no requeriría una ampliación del área total sino más bien la reasignación de espacios a 8 de las 10 áreas de producción resultados que se asemejan a lo obtenido por Giuttari (2021) donde el espacio total requerido de planta estaba en un 20% por debajo a la situación inicial y se requería la reasignación de superficies de 6 de sus 11 áreas de producción para una correcta aplicación de la propuesta de redistribución que se plantea en su proyecto.

Con los resultados obtenidos en la evaluación económica, la implementación de la propuesta generaría un VAN de 63,434.40 soles, un TIR de 77.7%. Resultados casi próximos a los obtenidos por Mendo (2021) con un VAN de 22,807.03 PEN, y un TIR de 45.25%. Sin embargo, lo

obtenido por Giuttari (2021), TIR de 147% debido a que el VAN resultante fue casi 4 veces a los de esta investigación, S/136,515.87.

5.3. Implicancias

Las implicancias del presente trabajo se han agrupado en: (a) Implicancias académicas en cuanto a distribución de planta y metodología de Planeamiento sistemático de la distribución, así como la metodología Gouchet; (b) implicancias prácticas para los profesionales responsables de las operaciones en plantas manufactureras y el diseño de propuestas de distribución para la mejora de sus procesos.

En el campo educativo esta investigación ha permitido: (1) realizar una integración de la literatura entre la problemática de distribución de planta en las industrias manufactureras, específicamente del sector metalmecánico y la metodología para el diseño de propuestas de redistribución. (2) Analizar el posible impacto del ajuste redistributivo en la productividad según una serie de parámetros extraídos de la teoría. (3) Contribuir a ampliar el conocimiento y de alguna forma reducir la escasez de investigaciones de diseños de redistribución de planta a través de la metodología de planeamiento sistemático de la distribución (PSD) en empresas del rubro de metalmecánica las mismas que son muy poco consideradas para estos análisis debido a los bajos volúmenes de producción y/o áreas de producción “muy pequeñas” generándose una errónea percepción de poco impacto en estas industrias. (4) Por último, integración entre la teoría de la metodología Gouchet para evaluación y propuesta de correcta reasignación de espacios en las diversas áreas de toda la empresa.

Por otro lado, en lo práctico, esta investigación permitirá la toma de decisiones para la puesta en marcha de reingeniería en cuanto a la distribución de planta y reasignación de espacios para flujos y procesos más productivos y eficientes en una empresa de metalmecánica, la misma que desconoce del impacto que le generaría la aplicación de la propuesta

en la mejora de su productividad, y por ende mayores beneficios económicos. Por otro lado, la mejora en ciertos aspectos de seguridad y ergonomía para sus trabajadores, argumento que se sustenta en los resultados de muchas de las investigaciones que se referencian en este trabajo y que alcanzaron la evaluación de esos aspectos luego de la implementación de sus propuestas.

5.4. Conclusiones

Por objetivos específicos

- Se logró calcular la productividad actual en las principales familias de productos de la empresa IDMH PERU SAC: Pastecas 0.78 und/hora (81 und/mes), Moton Oval 0.1 und/hr (62 und /mes), Carro mineros 0.014 und/hr (18 und/mes) y piezas en serie 0.066 lotes de 115 und/h (9 lotes de 115 und al mes).
- Se logró demostrar mediante simulación que la propuesta de redistribución de planta obtenida mediante la aplicación de las herramientas de la planeación sistemática de la distribución (PSD) generaría una mejora en la productividad actual en hasta un 5.01%. Así mismo, dicho impacto significaría un incremento en la producción de 8.16, 2.73, 0.30 y 0.26 unidades/mensuales de pastecas, motones ovales, carros mineros y piezas en serie respectivamente (este último 0.26 lotes de 115 und/lote).
- Se realizó la evaluación económica de la propuesta de redistribución de planta obteniéndose como resultado un VAN de 63,434.40 soles, un TIR de 77.7%, relación costo beneficio de 2.8 soles ingresos/sol invertido y un retorno de inversión (Payback) de 1 año y 8 meses. Resultados que demuestran la viabilidad de la propuesta.

Por objetivo general

- Se ha logrado aplicar las herramientas de la metodología de planeación sistemática de la distribución (PSD) obteniéndose una propuesta de

redistribución de planta que permitiría reducción de tiempos de traslados en hasta un 41%, una distribución de espacios y flujo de procesos más eficientes; como consecuencia, una mejora en la productividad actual en hasta un 5.01 %. Por otro lado, se realizó el cálculo de superficies mediante la metodología de Gourchet, donde se obtuvo que el área total actual excede en un 7% (77m²) al área total requerida y 8 de las 10 áreas de producción requieren un redimensionamiento de espacios por exceso y/o falta de superficies.

5.5. Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa la implementación de la propuesta de redistribución de planta en esta en esta investigación.
- Se recomienda a la empresa la evaluación detallada de sus procedimientos en la fabricación de sus productos en cada área o estación de trabajo con el objeto de determinar causas adicionales al bajo ratio de la productividad como: exceso de material en materiales de fundición (por ende, mayor tiempo de mecanizado), secuencia de operaciones poco productivas, entre otros.
- Se recomienda a la empresa o interesados en la ampliación del proyecto, profundizar en la implementación de procedimientos estandarizados en seguridad industrial, mediante la identificación de peligros y evaluación de riesgos de tal manera los trabajadores puedan desarrollar actividades en un entorno y condiciones estándar/seguras.
- Se recomienda a la empresa gestionar la elaboración de formatos y check list de mantenimientos correctivos y preventivos. Así mismo llevar un registro en base de datos como Excel para poder determinar ratios y generar un plan de mantenimiento para asegurar la disponibilidad de máquinas en temporadas de altas cargas de producción.

REFERENCIAS

- Aguilar, A., Sáenz, C. (2017) Evaluación de la productividad actual y rediseño de la distribución de planta para su mejoramiento en la Factoría CORREA WAN - Chiclayo 2016. Recuperado de: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4465>
- Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., & Vasquez, M., (2022). Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis. Primera edición digital. Libro electrónico disponible en <https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>
- Buitrago-Pulido, R. D. (2019). Análisis bibliométrico sobre la producción científica en distribución en planta en la red Redalyc durante el periodo 2007 - 2017. *Scientia Et Technica*, 24(3),446-450. [fecha de Consulta 20 de Agosto de 2021]. ISSN: 0122-1701. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84961239011>
- Canto, A., Rojas, J. (2018). Distribución de planta para mejorar la productividad, sub-área de habilitado y producción. Empresa Epin S.A.C. Chimbote, 2018. Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32169>
- Carbonel, L. E. M. (2020). Rediseño de distribución de planta y su efecto en la productividad de la empresa metalmecánica Rocagu SRL. Pacasmayo, 2020. Tesis de pregrado. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Castro, E., Galindo, A. (2018). Propuesta de diseño y distribución en planta para la nueva infraestructura de la empresa congelados Trust. S. A a través de técnicas de ingeniería. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1066&context=ing_industrial
- CB Metal (s.f). Estadísticas demuestran la recuperación y avance del rubro metalmecánica. Recuperado el 14 de octubre de 2022, de <https://www.cbmetal.com.pe/blog/estadisticas-recuperacion-avance-industria-metalmecanica/>
- Coronel, H. (2021). Propuesta de distribución de planta y estudio de trabajo para incrementar la productividad en la línea metalmecánica en una empresa de fabricación de muebles, 2021. Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4684/H.Coronel_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Diario Digital de Minería y Energía. Sector metalmecánico multiplica el empleo por cuatro y hoy depende de la inversión minera. Recuperado el 04 de septiembre del 2022, de <https://www.dipromin.com/noticias/mineria/sector-metalmecanico-multiplica-el-empleo-por-cuatro-y-hoy-depende-de-la-inversion-minera/#:~:text=El%20sector%20metalmec%3%A1nico%20representa%20alrededor,los%20sectores%20productivos%2C%20seg%3BAN%20Aepme>

El portal del vidrio y la carpintería. La importancia y los beneficios de una eficiente distribución en planta. Recuperado el 13 de Marzo de 2020, de <https://www.vidrioperfil.com/es/noticia-es/la-importancia-y-los-beneficios-de-una-eficiente-distribucion-en-planta>

Espino, A., (2018). La disposición de planta en la fabricación de productos de madera y su relación con la productividad en la empresa derivados de la madera S.R.L - Cajamarca. Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Espinosa, K. (2017). Distribución de planta para incrementar la productividad en la empresa TEJIDOS GLOBAL S.A.C. del Distrito de Santa Anita, Lima, 2017. Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/14095>

Garza y Martínez (2019). Evaluación y selección del layout de una instalación con el empleo de un enfoque híbrido simulación multiatributo. Revista Científica "Visión de Futuro", vol. 23, núm. 2, pp. 294-311, 2019. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/3579/357960138017/html/>

Giuttari, A. (2021). Diseño y distribución de planta para mejorar la productividad del proceso de fabricación de estructuras metálicas en una empresa metalmecánica. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29629>

Gutiérrez, H. (2010). Calidad total y productividad. (3ra. Ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.

Martínez, D. (2017). Diseño y Mejoramiento de la Distribución en Planta de la Empresa de Metalmecánica SOLDIMONTAJES DIAZ.LTDA Ubicada en Paipa, Boyacá. Tesis de grado, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, Diutama, Colombia.

- Mendo, I. (2021). Diseño de una distribución de planta para incrementar los niveles de productividad en la empresa Inversiones Cimas E. I. R. L. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27460>
- Merzthal, J. (14 de marzo del 2022). Panorama del sector metalmecánico y la oferta exportadora del sector B2B. Conexión ESAN. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/panorama-del-sector-metalmecanico-y-la-oferta-exportadora-del-sector-b2b>
- Mujica, R. (11 de marzo de 2022). Los problemas éticos para los investigadores. Blog Docentes 2.0. <https://blog.docentes20.com/2022/03/los-problemas-eticos-para-los-investigadores/>
- Ortiz, E., Zúñiga, A. (2022). Distribución de planta y sus factores: Incidencia en el mejoramiento de la productividad. Obtenido de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/4840/4740>
- Pérez, P. (2016). Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un Índice de desempeño. Revista de Administração de Empresas, 56 (5), 533-546. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020160507>
- Platas, J., Cervantes, M. (2015). Planeación y Diseño Layout de instalaciones. Un enfoque por competencias. México D.F. Grupo editorial Patria, S.A de C.V.,
- Posada, C. (15 de abril de 2019). Metalmecánica es clave para el desarrollo. Revista la cámara. https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874_3/comercio%20exterior.pdf
- Sánchez, M., Soberón, M. (2017). Rediseño de distribución en planta para reducir el costo de movimiento de materiales en la empresa de calzado Paola Della Flores. Recuperado de: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/3390/1/REP_ING_IND_MAR%c3%8dA.S%c3%81NCHEZ_MARIO.SOBERON_REDIS_E%c3%91O.DISTRIBUCI%c3%93N.PLANTA.REDUCIR.COSTO.MOVIMIENTO.MATERIALES.EMPRESA.CALZADO.PAOLA.DELLA.FLORES.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: APLICACIÓN DE INSTRUMENTO GUÍA DE REVISIÓN DOCUMENTAL

INSTRUMENTO: GUÍA DE REVISIÓN DOCUMENTAL




Solicitante: Dulia Gabriela López Monteza
 Informante: Cecibel Gómez Gutiérrez Pruvot
 Puesto: Gerente General

Objetivo: El presente instrumento está dirigido al área de jefatura de operaciones, administrativa o gerencia general con el objeto de validar y recopilar información documentada fin de incluirla en el procesamiento y análisis de datos.

Indicadores de análisis	SI	NO	Observaciones
¿La empresa cuenta con			
Metodología de trabajo documentada (diagramas de operaciones, diagramas de recorridos, descripción de procesos)?		X	No se han generado al momento
La empresa cuenta con planos de planta?		X	No se han generado al momento
Histórico de ventas de los últimos 2 o tres años?	X		Si según validación de información en contabilidad, pero es información confidencial
Proyección de ventas de los próximos 1 a 3 años?		X	No aplican
Programas de mantenimiento e históricos?		X	Los mantenimientos son por lo general correctivos. Si en el taller se puede realizar, se asegura un operador, si no se termina

DNI: 45853858

FIRMA:


 IDMH PERÚ SAC
 Cecibel Gutiérrez Pruvot
 Gerente General

ANEXO 2: APLICACIÓN DE INSTRUMENTO CUESTIONARIO
INSTRUMENTO: CUESTIONARIO


Solicitante: Dulia Gabriela López Monteza

Encuestado: Gregorio Melendez Cruchaga

Puesto: Operador de fresa convencional

Objetivo: El presente cuestionario está dirigido a los operarios de planta de la empresa IDMH PERU SAC con el objeto de recopilar información respecto a la percepción de frecuencia de problemas en la distribución actual de planta.

Indicaciones: Marque con una "X" la alternativa que considere adecuada por cada ítem

ítem	Descripción/Valoración	Nunca	Raras veces	Ocasionalm ente	Generalmente	Siempre
1	Encuentra complicado el traslado entre áreas de trabajo				X	
2	Su área de trabajo no se encuentra bien dimensionada					X
3	Considera que su capacidad de producción se encuentra afectada por la distribución actual de las áreas			X		
4	Considera que las áreas de producción no se encuentran bien distribuidas				X	
5	Las áreas de trabajo están muy distanciadas y le genera pérdida de tiempo al trasladarse				X	
6	El espacio donde ejecuta sus labores se encuentra desordenado y sucio					X
7	El área donde labora presenta iluminación y ventilación inadecuada			X		
8	Se siente expuesto a accidentes de trabajo durante el desarrollo de sus actividades			X		
9	Los equipos para el traslado de material no es el más adecuado			X		
Total						

DNI: 25727571

 FIRMA: 
INSTRUMENTO: CUESTIONARIO


Solicitante: Dulia Gabriela López Monteza

Encuestado: Erik José López Espinoza

Puesto: Operador de Mecanizado convencional

Objetivo: El presente cuestionario está dirigido a los operarios de planta de la empresa IDMH PERU SAC con el objeto de recopilar información respecto a la percepción de frecuencia de problemas en la distribución actual de planta.

Indicaciones: Marque con una "X" la alternativa que considere adecuada por cada ítem

ítem	Descripción/Valoración	Nunca	Raras veces	Ocasionalm ente	Generalmente	Siempre
1	Encuentra complicado el traslado entre áreas de trabajo					X
2	Su área de trabajo no se encuentra bien dimensionada				X	
3	Considera que su capacidad de producción se encuentra afectada por la distribución actual de las áreas				X	
4	Considera que las áreas de producción no se encuentran bien distribuidas					X
5	Las áreas de trabajo están muy distanciadas y le genera pérdida de tiempo al trasladarse					X
6	El espacio donde ejecuta sus labores se encuentra desordenado y sucio					X
7	El área donde labora presenta iluminación y ventilación inadecuada					X
8	Se siente expuesto a accidentes de trabajo durante el desarrollo de sus actividades			X		
9	Los equipos para el traslado de material no es el más adecuado		X			
Total						

DNI: 004866578

 FIRMA: 

ANEXO 3: CONSOLIDACIÓN DATOS OBTENIDOS EN LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO CUESTIONARIO

Operarios /Item (Pregunta)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
Operario 1	4	3	3	3	5	4	5	3	4	34
Operario 2	5	4	5	5	4	4	4	3	4	38
Operario 3	4	4	4	5	5	5	4	3	4	38
Operario 4	5	5	5	5	4	3	4	3	3	37
Operario 5	4	5	5	4	4	5	4	3	3	37
Operario 6	5	5	4	3	4	4	4	3	3	35
Operario 7	5	5	5	5	4	4	5	4	4	41
Operario 8	4	4	4	4	5	4	5	3	3	36
Operario 9	5	4	4	5	5	5	5	3	2	38
Operario 10	5	4	4	5	2	3	5	3	2	33
Operario 11	3	3	4	4	5	3	4	3	5	34
Operario 12	5	5	5	5	4	4	5	4	5	42
Operario 13	5	4	5	5	3	4	4	3	5	38
Operario 14	3	5	5	5	3	4	5	2	4	36
Operario 15	5	4	4	5	4	5	5	3	5	40
Operario 16	3	4	4	4	4	3	4	4	4	34
Operario 17	5	4	4	4	5	5	4	4	4	39
Operario 18	4	5	3	4	4	5	3	3	3	34
Operario 19	3	4	4	4	4	4	4	4	4	35
Operario 20	5	4	4	4	4	4	5	3	5	38
Operario 21	4	4	4	5	4	4	4	2	4	36
Operario 22	3	4	4	3	4	4	5	3	4	34
Operario 23	4	3	4	4	4	4	5	4	4	36
Operario 24	3	5	4	5	4	4	5	3	2	35
Operario 25	4	4	4	3	3	2	2	3	4	29
Operario 26	4	2	1	3	2	1	2	2	1	18
Operario 27	3	4	5	5	5	5	4	4	5	40
Operario 28	5	5	5	5	5	4	4	4	2	39
Operario 29	4	5	4	4	5	4	5	3	4	38
Operario 30	5	4	5	5	3	4	5	3	4	38
Operario 31	5	3	4	5	3	4	5	3	4	36
Varianza	0.63	0.56	0.65	0.55	0.71	0.77	0.68	0.33	1.06	17.61

Figura 57. Datos obtenidos en la aplicación del instrumento cuestionario a los operarios de producción (31) de la empresa IDMH PERÚ SAC respecto a la percepción de frecuencia de los principales problemas de distribución.

ANEXO 6: FLUJOGRAMA ACTUAL DE LA EMPRESA IDMH PERU SAC

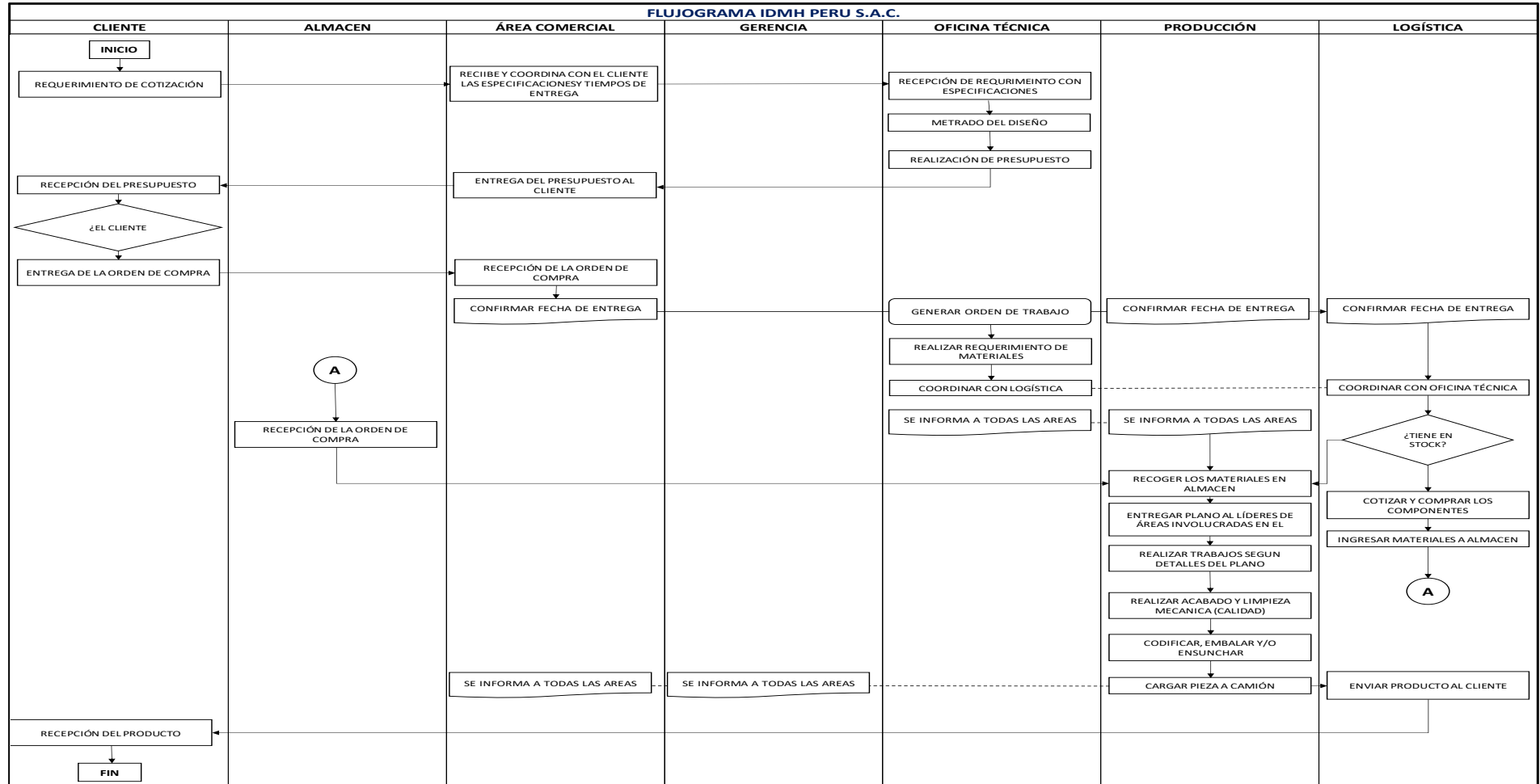


Figura 60. Flujograma actual de procesos de la empresa IDMH PERU SAC

ANEXO 7: DESCRIPCIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS

- **Pastecas**

Las pastecas son accesorios y/o productos empleados para las maniobras de izaje, es por ello que estos productos están compuestos por un bastidor (cuerpo) y elementos móviles (eje y poleas) siendo el proceso de fabricación de la siguiente manera:

En primer lugar, se procesan las poleas, estas son piezas fundidos en material SAE 1060 en diámetros variables según el tamaño del producto y son suministradas por una empresa tercera por lo que son revisadas por los inspectores de calidad cuando estas aún se encuentran en almacén. Posterior a la revisión y aprobación de las poleas, estas son trasladadas al área de mecanizado CNC mediante pallet tiradas por stockas o en su defecto cargadas manualmente, una vez en el área de mecanizado las poleas se maquinan en el torno CNC SL-25 logrando las medias finales, es también post mecanizado que se revisa el producto para validar sus medidas dentro de las tolerancias; finalmente estas son trasladadas al área de pintura de la misma forma que se trasladó desde almacén.

Las poleas en pintura se recubren con pintura especial que soporte la humedad y corrosión, al culminar la pintura estas son trasladadas al área de ensamble a la espera de los demás componentes para iniciar el armado de la pasteca.

Como segundo componente tenemos las Tapas, tanto para el lado A y B; las tapas constituyen el elemento estructural que distribuirá la carga y están fabricadas de planchas estructurales, es por ello que el proceso de fabricación empieza desde que se retira el material desde el almacén para ser trasladado hasta la mesa de corte por plasma, una vez cortadas son trasladadas hasta la fresadora en el área de mecanizado convencional, aquí se dan las medidas finales, también son revisadas post mecanizado. Validando que las medidas se encuentren dentro de las tolerancias las tapas son enviadas al área de pintura para que puedan ser recubiertas con pintura epoxica, finalizada el proceso de pintura las tapas son trasladadas hasta el área de ensamble.

La tuerca distanciadora vendría a ser el tercer componente, el proceso inicia en almacén al retirar barras solidas en calidad de SAE 1045 y trasladado hacia el área de habilitado, donde será cortado en longitudes de 0.6m en la sierra cinta, después de realizar el corte las barras son trasladadas de manera manual o por medio de stocks hacia el torno CNC GT-20 para ejecutar el mecanizado, una vez maquinado evaluamos la pieza para validar las medidas. Corroborada las medidas el componente es trasladado hacia el área de pintura para su respectivo recubrimiento, finalizado ello la tuerca es trasladada hacia el área de ensamble.

El cuarto componente son los ejes, el cual por obvias razones es un componente móvil, iniciando el proceso de fabricación desde el retiro de almacén general de las barras solidas en diversos diámetros y generalmente en material SAE 1045 y trasladadas al área de habilitado hasta las sierra cinta de corte, aquí procedemos en el cortes de barras de 0.6 m; una vez cortadas las barras estas son trasladadas hacia el torno CNC SL -25 o GT-20 donde se realizara en proceso de mecanizado, de igual forma post mecanizado se realizada el control dimensional. Posterior al mecanizado los ejes son trasladados hasta el área de ensamble para el armado de la pasteca.

Uno de los componentes más críticos de un aparejo es la horquilla, nuestro quinto componente, el proceso de fabricación inicia desde el momento que retiramos de almacén general la barra en calidad SAE 1045 para ser trasladadas hacia el la sierra cinta en el área de habitado, en este proceso de corte se procede en cortar piezas pequeñas (individualmente) para luego enviarlas al área de forja , ya en esta área el proceso debe ser controlado al usar adecuadamente las matrices de formado, decimos critico pues la horquilla concentra al 100% la carga del aparejo y al obtenerlo mediante un proceso térmico este puede alterar el comportamiento del acero, allí radica la importancia de raizar mediante un proceso controlado. Una vez el componente forjado es trasladado hacia el área de mecanizado convencional donde maquinaremos según se requiera, al igual que todo proceso de mecanizado este es revisado por el maquinado.

Verificado la condición del mecanizado, la horquilla es trasladada hacia el área de pintura para recubrirlo, ejecutado el pintado la horquilla pintada es enviada al área de ensamble a la espera de ser armado junto con los demás componentes.

El sexto componente es el ojo giratorio, el proceso de fabricación es tal cual lo descrito para la horquilla, por lo que el material es retirado de almacén hacia el área de habilitado, posterior a ello se envía al área de forja, luego al área de mecanizado convencional para seguir en el área de pintura y finalmente es trasladado hacia el área de ensamble.

Como séptimo componente, tenemos al pasador izaje-grillete, el proceso de fabricación es tal cual lo descrito para el eje, es decir; El material se retira de almacén y trasladada hacia las sierras cintas para ser cortadas y luego de enviadas al área de mecanizado CNC, al torno GT-20 de igual forma se realiza el control dimensional post maquinado para ser enviado al área de pintura. Una vez en Pintura se recubre y luego se traslada al área de ensamble.

El octavo componente es el grillete, siendo su proceso de fabricación idéntico a lo descrito para la horquilla y ojo giratorio, por lo que el material es retirado de almacén hacia el área de habilitado, posterior a ello se envía al área de forja, luego al área de mecanizado convencional para seguir en el área de pintura y finalmente es trasladado hacia el área de ensamble.

Como último componente tenemos a la tuerca del eje central, el proceso de fabricación inicia desde que retiramos el material de almacén general para ser trasladados hacia el área de habilitado, aquí cortamos en barras de 0.6 m y las trasladamos mediante stocka o de manera manual hacia el área de mecanizado CNC para ser maquinado con su respectiva verificación de medidas. Verificada las medidas las tuercas con enviadas al área de pintura para ser recubiertas con pintura epoxica, finalmente es traslado al área de ensamble para iniciar el proceso de armado de la pasteca.

De esa manera se efectúa el proceso de fabricación de los componentes de la pasteca, una vez que todos los componentes se encuentran en el área de ensamble iniciamos el proceso de armado.

El proceso de armado consiste en posicionar adecuadamente los componentes, manteniendo lubricados los elementos móviles y colocando los seguros necesarios en los pasadores. Eventualmente se emplea las plataformas de hidráulicas para izar los aparejos, pues estos bordean los 50 kg, una vez ensamblada la pasteca estas son trasladadas al área de empaque para ser cubiertos con film y colocados en pallets para su despacho. También es en esta área se colocan los rótulos del producto y finalmente se trasladan al almacén general para su despacho según lo indicado en la orden de compra del cliente.

- **Motón Oval**

Los motones también son accesorios y/o productos empleados para las maniobras de izaje, es por ello que estos productos están compuestos por un bastidor (cuerpo) y elementos móviles (eje y poleas) las diferencias con las pastecas radican en dos cosas, la primera es que los motones son cuerpos sellados donde no son posibles desmontar en campo a diferencias de las pastecas y la otra diferencia radica en el recubrimiento pues los motones en su totalidad están recubiertos por zinc.

En primer lugar, se procesan las poleas, estas son piezas fundidos en material SAE 1060 en diámetros variables según el tamaño del producto y son suministradas por una empresa tercera por lo que son revisadas por los inspectores de calidad cuando estas aún se encuentran en almacén. Posterior a la revisión y aprobación de las poleas, estas son trasladadas al área de mecanizado CNC mediante pallet tiradas por stockas o en su defecto cargadas manualmente, una vez en el área de mecanizado las poleas se maquinan en el torno CNC SL-25 logrando las medias finales, es también post mecanizado que se revisa el producto para validar sus medidas dentro de las tolerancias; finalmente estas son

trasladas al área de galvanizado de la misma forma que se trasladó desde almacén.

Una vez las poleas en el área de galvanizado se recubren con “zinc fundido”, este recubrimiento es más eficaz para soportar la humedad y corrosión, al culminar el galvanizado estas son trasladadas al área de ensamble a la espera de los demás componentes para iniciar el armado del motón.

Como segundo componente tenemos las Tapas, tanto para el lado A y B; las tapas constituyen el elemento estructural que distribuirá la carga y están fabricadas de planchas estructurales, es por ello que el proceso de fabricación empieza desde que se retira el material desde el almacén para ser trasladado hasta la mesa de corte por plasma, una vez cortadas son trasladadas hasta la fresadora en el área de mecanizado convencional, aquí se dan las medidas finales , también son revisadas post mecanizado. Validando que las medidas se encuentren dentro de las tolerancias las tapas son enviadas al área de galvanizado para que puedan ser recubiertas con zinc fundido, finalizada el proceso de galvanizado las tapas son trasladadas hasta el área de ensamble.

La platina izaje vendría a ser el tercer componente, el proceso inicia en almacén al retirar los perfiles sólidos en calidad de ASTM A36 y trasladado hacia el área de habilitado, donde será cortado en la sierra cinta, después de realizar el corte las platinas son trasladadas de manera manual o por medio de stocks hacia el área de mecanizado convencional, una vez maquinado evaluamos la pieza para validar las medidas. Corroborada las medidas el componente es trasladado hacia el área de galvanizado para su respectivo recubrimiento, finalizado ello la platina es trasladada hacia el área de ensamble.

El cuarto componente son los ejes, el cual por obvias razones es un componente móvil, iniciando el proceso de fabricación desde el retiro de almacén general de las barras solidas en diversos diámetros y generalmente en material SAE 1045 y trasladadas al área de habilitado hasta las sierra cinta de corte, aquí procedemos en el cortes de barras de 0.6 m; una vez cortadas las barras estas son trasladadas hacia el torno

CNC SL -25 o GT-20 donde se realizara en proceso de mecanizado, de igual forma post mecanizado se realizada el control dimensional. Posterior al mecanizado los ejes son trasladados hasta el área de ensamble para el armado del motón.

Uno de los componentes más críticos para este aparejo son los cáncamos, nuestro quinto componente, el proceso de fabricación inicia desde el momento que retiramos de almacén general la barra en calidad SAE 1045 para ser trasladadas hacia el la sierra cinta en el área de habilitado, en este proceso de corte se procede en cortar piezas pequeñas (individualmente) para luego enviarlas al área de forja , ya en esta área el proceso debe ser controlado al usar adecuadamente las matrices de formado, decimos critico pues la horquilla concentra al 100% la carga del aparejo y al obtenerlo mediante un proceso térmico este puede alterar el comportamiento del acero, allí radica la importancia de realizar la forja mediante un proceso controlado. Una vez el componente forjado es trasladado hacia el área de mecanizado convencional donde maquinaremos según se requiera, al igual que todo proceso de mecanizado este es revisado por el maquinado.

Verificado la condición del mecanizado, el cáncamo es trasladada hacia el área de galvanizado para recubrirlo, ejecutado el galvanizado es enviado al área de ensamble a la espera de ser armado junto con los demás componentes.

Como sexto componente tenemos a la tuerca del eje central, el proceso de fabricación inicia desde que retiramos el material de almacén general para ser trasladados hacia el área de habilitado, aquí cortamos en barras de 0.6 m y las trasladamos mediante stocka o de manera manual hacia el área de mecanizado CNC para ser maquinado con su respectiva verificación de medidas. Verificada las medidas las tuercas con enviadas al área de galvanizado para ser recubiertas con zinc fundido, finalmente es traslado al área de ensamble para iniciar el proceso de armado del motón.

Como último componente tenemos a la tuerca de cáncamo, el proceso de fabricación es tal cual lo descrito para la tuerca de eje central, es decir; El material se retira de almacén y trasladada hacia las sierras cintas para ser cortadas y luego de enviadas al área de mecanizado CNC, al torno GT-20 de igual forma se realiza el control dimensional post maquinado para ser enviado al área de galvanizado. Una vez en Galvanizado se recubre y luego se traslada al área de ensamble.

De esa manera se efectúa el proceso de fabricación de los componentes del motón, una vez que todos los componentes se encuentran en el área de ensamble iniciamos el proceso de armado.

El proceso de armado consiste en posicionar adecuadamente los componentes, manteniendo lubricados los elementos móviles. Eventualmente se emplea las plataformas de hidráulicas para izar los aparejos, pues estos bordean los 30 kg, una vez ensamblada el motón estas son trasladadas al área de empaque para ser cubiertos con film y colocados en pallets para su despacho. También es en esta área se colocan los rótulos del producto y finalmente se trasladan al almacén general para su despacho según lo indicado en la orden de compra del cliente.

- **Carrito minero**

Los carros mineros son vehículos de carga para la industria minera, es decir están expuestas a condiciones extremas de trabajo, a la vez se espera una vida útil adecuada. Existen un vasto número de carros mineros, en capacidad y con diferente configuración según el tipo de unidad minera donde será empleada.

En IDMH PERU se fabrica el tipo U-35, el cual es un carro pequeño, compacto de fácil manipuleo y de fabricación corta, pero a la vez es de un diseño muy práctico. De acuerdo con lo anterior detallaremos el proceso de fabricación de los carros mineros.

Empezamos con las ruedas, estas son piezas fundidos en material SAE 1060 en diámetro de 12 pulgadas, son suministradas por una empresa

tercera y deben ser revisadas por los inspectores de calidad cuando estas aún se encuentran en almacén. Posterior a la revisión y aprobación de las ruedas, estas son trasladadas al área de mecanizado CNC mediante pallet tiradas por stockas, una vez en el área de mecanizado las ruedas se maquinan en el torno CNC SL-40 logrando las medidas finales, es también en el post mecanizado que se revisa el producto para validar que las medidas estén dentro de las tolerancias; finalmente estas son trasladadas al área de pintura de la misma forma que se trasladó desde almacén.

Las ruedas ya en el área de pintura se recubren con “pintura epoxica” que protegerá la humedad y corrosión, al culminar la pintura estas son trasladadas al área de ensamble a la espera de los demás componentes para iniciar el ensamble y posterior carro minero.

El segundo componente son los ejes, el cual es un componente móvil, se inicia el proceso de fabricación desde el retiro de almacén general de las barras sólidas en la calidad de SAE 1045 para luego trasladarlas al área de habilitado hasta las sierra cinta de corte, aquí procedemos en el cortes de barras según el tamaño del eje; una vez cortadas las barras estas son trasladadas hacia el torno CNC ST -25 donde se realizara en proceso de mecanizado, de igual forma post mecanizado se realizada el control dimensional. Posterior al mecanizado los ejes son trasladados hasta el área de soldadura para unir las a los ángulos de fijación.

En tercer lugar, se procesan los laberintos, estas son piezas fundidos en material hierro fundido nodular ASTM a536 en formato de barras agujeradas y son suministradas por una empresa tercera, las cuales deben ser revisadas por los inspectores de calidad cuando estas aún se encuentran en almacén. Posterior a la revisión y aprobación de las barras agujeradas, estas son trasladadas al área de mecanizado CNC mediante pallet tiradas por stokas o en su defecto cargadas manualmente, una vez en el área de mecanizado las poleas se maquinan en el torno CNC SL-25 logrando las medidas finales, es también post mecanizado que se revisa el producto para validar sus

medidas dentro de las tolerancias; finalmente estas son trasladadas al área de ensamble.

Como cuarto componente tenemos al ángulo de fijación, el proceso de fabricación inicia desde que retiramos el material de almacén general para ser trasladados hacia el área de habilitado, aquí cortamos los perfiles según la dimensión requerida y los trasladamos mediante stoka o de manera manual hacia el área de mecanizado convencional para ser maquinado y a la vez ejecutamos la respectiva verificación de medidas. Verificada las medidas de los ángulos son enviadas al área de soldadura para ser unidas con los ejes previamente mecanizados, soldados ambos componentes son enviados al área de pintura para ser recubiertas con pintura epóxica, finalmente es traslado al área de ensamble para iniciar el proceso de armado del tren móvil del carro minero.

En quinto lugar, se procesan las tapas de rueda, estas son piezas fundidos en material hierro fundido nodular ASTM a536 y son suministradas por una empresa tercera, las cuales deben ser revisadas por los inspectores de calidad cuando estas aún se encuentran en almacén. Posterior a la revisión y aprobación de las barras agujeradas, estas son trasladadas al área de mecanizado convencional mediante pallet tiradas por stokas o en su defecto cargadas manualmente, una vez en el área de mecanizado las tapas se maquinan en el torno Sideral 200 logrando las medidas finales, es también post mecanizado que se revisa el producto para validar sus medidas dentro de las tolerancias; posterior a ello las tapas son enviadas al área de pintura para ser recubiertas con pintura epóxica, finalmente es traslado al área de ensamble para iniciar el proceso de armado del tren móvil del carro minero.

A nivel estructural toca evaluar el sexto componente ,canal de refuerzo, estas constituyen el elemento estructural que conformara el chasis y están fabricadas de planchas estructurales, es por ello que el proceso de fabricación empieza desde que se retira el material de almacén para ser trasladado hasta la mesa de corte por plasma, una vez cortadas son trasladadas hasta la área de forja donde plegaremos las planchas y formaremos canales tipo U, aquí se dan las medidas finales , también

son revisadas post plegado. Luego de ello los canales plegados son enviados al área de soldadura para comenzar con el armado del chasis. El séptimo sexto componente tenemos a la cartela de refuerzo, el cual terminara siendo parte del chasis, es por ello que el proceso de fabricación empieza desde que se retira el material de almacén para ser trasladado hasta la mesa de corte por plasma, una vez cortadas son trasladadas hasta el área de forja donde plegaremos las planchas y formaremos algunas aletas de sujeción, aquí se dan las medidas finales, también son revisadas post plegado. Luego de ello las cartelas plegadas son enviados al área de soldadura para comenzar con el armado del chasis.

El canal longitudinal viene a ser nuestro octavo componente el cual terminara siendo el componente más importante del chasis, es por ello que el proceso de fabricación empieza desde que se retira el material de almacén para ser trasladado hasta la mesa de corte por plasma, una vez cortadas son trasladadas hasta el área de forja donde plegaremos las planchas y formaremos canales tipo U, aquí se dan las medidas finales, también son revisadas post plegado. Luego de ello los canales son enviados al área de soldadura para comenzar con el armado del chasis. Con la fabricación de este componente podemos procesar el armado y soldeo del chasis, para luego trasladarlos al área de pintura previo validación de medidas.

Verificando que las medidas se encuentren dentro de las tolerancias el chasis es enviado al área de pintura para que puedan ser recubiertas con pintura epóxica, finalizada el proceso de pintura las tapas son trasladadas hasta el área de ensamble.

Como noveno componente tenemos al castillo U-35 el cual terminara siendo un componente chasis, es por ello que el proceso de fabricación empieza desde que se retira el material de almacén para ser trasladado hasta la mesa de corte por plasma, una vez cortadas son trasladadas hasta el área de forja donde plegaremos las planchas y preformaremos la estructura tipo cumbre de castillo, es aquí donde daremos las medidas

finales y verificaremos post plegado. Luego de ello el castillo es enviado al área de soldadura para comenzar con el armado y soldeo, de esa manera culminada el soldeo se procederá a trasladar al área de pintura previo validación de medidas. Una vez en el área de pintura recubrirá con pintura epóxica, finalizada el proceso de pintura el castillo es trasladado hasta el área de ensamble.

En tanto el décimo componente tenemos al seguro, iniciando el proceso de fabricación al retirar el material de almacén para ser trasladado hasta la sierra cinta, una vez cortadas son trasladadas hasta el área de forja donde plegaremos la barra según la forma requerida, aquí se dan las medidas finales, también son revisadas post plegado. Luego de ello los seguros plegados son enviados al área de ensamble para comenzar con el armado del carro minero.

Finalmente, el ultimo componente es la tolva, esta es una estructura fabricada en ASTM A36 y son suministradas por una empresa tercera, las cuales deben ser revisadas por los inspectores de calidad cuando estas aún se encuentran en almacén. Posterior a la revisión y aprobación la tova es trasladado al área de ensamble para iniciar el proceso de armado del carro minero.

De esa manera se efectúa el proceso de fabricación de los componentes del carro minero U-35, una vez que todos los componentes se encuentran en el área de ensamble iniciamos el proceso de armado. El proceso de armado consiste en posicionar adecuadamente los componentes, manteniendo lubricados los elementos móviles y colocando los seguros necesarios. Eventualmente se emplea las plataformas de hidráulicas para izar los componentes, una vez ensamblado el carro minero estas son trasladadas al área de empaque para ser cubiertos con film y colocados en pallets para su despacho. También es en esta área se colocan los rótulos del producto y finalmente se trasladan al almacén general para su despacho según lo indicado en la orden de compra del cliente.

ANEXO 8: CÁLCULOS DE ANÁLISIS MATRICIAL DE ESFUERZOS ENTRE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL VS DISTRIBUCIÓN PROPUESTA

Análisis matricial de esfuerzos

Tabla matricial de esfuerzos Actual												
Kg mensual entre áreas	ÁREAS	AG	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
	AG	0				10,004	1,449					
	A		0		33			651		964		
	B		15	0							8,152	
	C		758	37	0			22		1,294		
	D		522	3,655	758	0	3,099		2,067			
	E			18	238		0	403		820	2,329	
	F			1,054				0				
	G		697		1,371				0			
	H			3,062						0		
I	10,481										0	

Metros entre áreas	ÁREAS	1	4	9	7	2	5	6	3	8	10	
	AG	AG	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
	AG	0.00				27.64	19.58					
	A		0.00		23.41			29.20		40.67		
	B		51.37	0.00							39.66	
	C		23.41	17.38	0.00		30.94			52.47		
	D		14.19	20.86	21.97	0.00	21.72		37.04			
	E			29.83	30.94		0.00	23.70		35.20	31.08	
	F			39.87				0.00				
	G		34.48		46.26				0.00			
H			51.37						0.00			
I	29.68										0.00	

Esfuerzos mensual: kg *Metros	ÁREAS	AG	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
	AG	0				276,497	28,370					
	A		0		770			19,009		39,191		
	B		788	0							323,327	
	C		17,746	635	0		678			67,885		
	D		7,413	76,239	16,650	0	67,305		76,566			
	E			545	7,349		0	9,552		28,878	72,373	
	F			42,022				0				
	G		24,025		63,396				0			
	H			157,266						0		
I	311,017										0	
											1,735,493	

Figura 61. Análisis matricial de la distribución actual.

Tabla matricial de esfuerzos con la mejora

	ÁREAS	AG	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Kg mensual entre áreas	AG	0				10,004	1,449				
	A		0		33			651		964	
	B		15	0							8,152
	C		758	37	0		22			1,294	
	D		522	3,655	758	0	3,099		2,067		
	E			18	238		0	403		820	2,329
	F				1,054			0			
	G		697			1,371			0		
	H				3,062						0
I	10,481										0

	ÁREAS	AG	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Metros entre áreas	AG	0.00				14.76	28.65				
	A		0.00		21.42			17.17		24.60	
	B		41.96	0.00							10.06
	C		21.42	23.86	0.00		26.12			20.56	
	D		17.03	26.26	13.89	0.00	20.98		15.12		
	E			36.70	26.12		0.00	18.20		35.61	35.73
	F				38.14				0.00		
	G		13.38			20.26				0.00	
	H				20.13						0.00
I	24.28										0.00

	ÁREAS	AG	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Esfuerzos mensual: kg *Metros	AG	0.00				147,656.28	41,509.86				
	A		0.00		704.45			11,173.93		23,707.10	
	B		644.08	0.00							82,003.17
	C		16,234.18	872.00	0.00		572.78			26,602.27	
	D		8,896.07	95,959.49	10,525.32	0.00	25,936.76		31,261.50		
	E			670.66	6,205.07		0.00	7,333.16		29,213.89	83,203.98
	F			40,194.99				0.00			
	G		9,325.70			27,765.93			0.00		
	H				61,638.71						0.00
I	241,882.73										0.00
											1,031,694

Figura 62. Análisis matricial de la distribución PROPUESTA

Esfuerzos Actual (A)	1,735,493
Esfuerzos Propuesto (B)	1,031,694
Variación de la productividad de esfuerzos --->(A-B)/A	41%

Figura 63. Variación de la productividad de distribución según análisis matricial.

ANEXO 9: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 64. Área de Torno convencional. Fuente: IDMH PERÚ SAC, 2021.

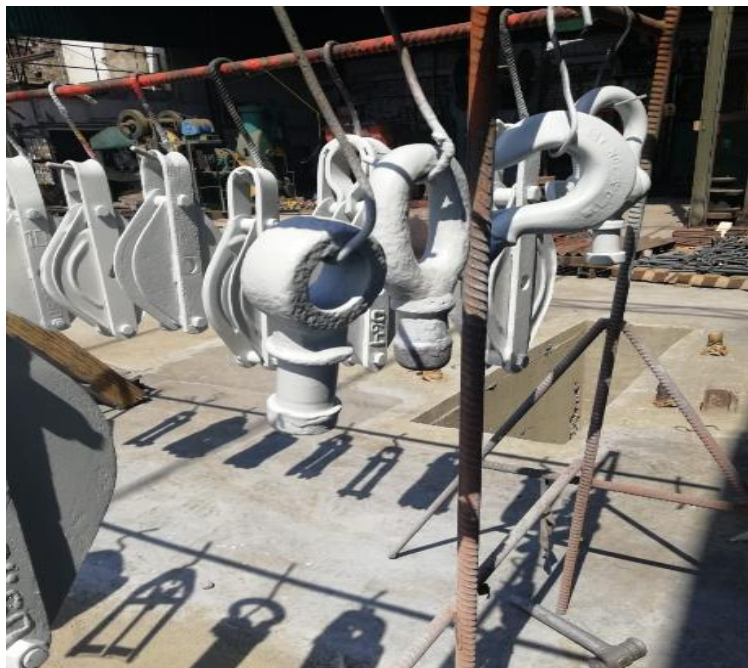


Figura 65. Área de patio de pintura. Fuente: IDMH PERU SAC 2021.



Figura 66. Área de fresado convencional. Fuente: IDMH PERÚ SAC, 2021.



Figura 67. Área de CNC. Fuente: IDMH PERÚ SAC, 2021.

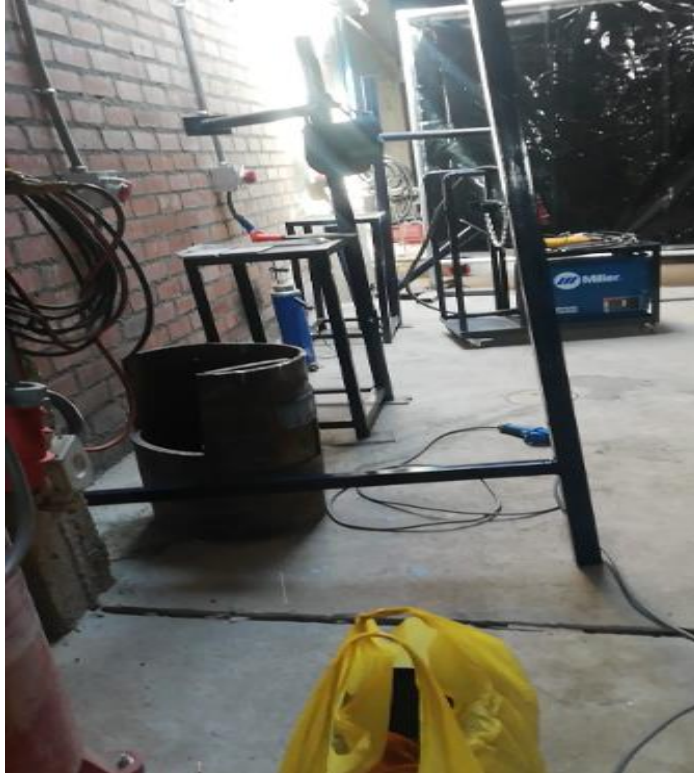


Figura 68. Área de Soldadura. Fuente: IDMH PERÚ SAC, 2021.



Figura 69. Toma de cuestionario a operarios de producción en la empresa IDMH PERÚ SAC, 2021.

ANEXO 10: ACTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Acta de validación de instrumentos

En la ciudad de Lima siendo las 15:00 del día 12 de octubre del año 2021, mediante reunión zoom se reúnen:

Solicitante:	DNI
Dulia Gabriela López Monteza	71776131
Ingenieros que certifican:	DNI
*Luis Manuel Vallejos Huamantumba	72750589
*José Humberto Ojeda Paredes	08743600
*César Mascaro la Rosa	16011340

Con la finalidad de validar los instrumentos que serán utilizados en la tesis de investigación de “**Propuesta de redistribución de planta para incrementar la producción de la empresa IDMH PERÚ S.A.C, año 2021**”


Los instrumentos a validar son los siguientes:

- Cronómetro
- Wincha
- Guía de revisión documental
- Guía de entrevista
- Cuestionario

Siendo las 15:30 del 12 de octubre del año 2021 se da por concluido la presente Acta de validación de instrumentos, firmado en conformidad de los presentes:

Solicitante

Ingenieros que certifican


Dulia Gabriela López Monteza
71776131


LUIS MANUEL
VALLEJOS HUAMANTUMBA
Ingeniero Industrial
CIP N° 247580


CESAR GILBERTO MASCARO LA ROSA
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP N° 84784


JOSE HUMBERTO
OJEDA PAREDES
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 171575

INSTRUMENTO: GUÍA DE REVISIÓN DOCUMENTAL



Solicitante:

Informante:

Puesto:

Objetivo: El presente instrumento está dirigido al área de jefatura de operaciones, administrativa o gerencia general con el objeto de validar y recopilar información documentada fin de incluirla en el procesamiento y análisis de datos.

Indicadores de análisis	SÍ	NO	Observaciones
¿La empresa cuenta con			
Metodología de trabajo documentada (diagramas de operaciones, diagramas de recorridos, descripción de procesos)?			
La empresa cuenta con planos de planta?			
Histórico de ventas de los últimos 2 o tres años?			
Proyección de ventas de los próximos 1 a 3 años?			
Programas de mantenimiento e históricos?			

DNI:

FIRMA: _____

INSTRUMENTO: ENTREVISTA



Entrevistado:
Entrevistador:
Fecha:

Objetivo: Evaluar la problemática de la empresa desde la perspectiva de la gerencia general.

Pregunta 1. ¿Cuáles son productos que produce la empresa y cuál considera debería ser el ratio de producción y/o productividad de los mismos?

Pregunta 2. ¿Cuáles considera usted son los principales problemas en el proceso productivo dentro de su empresa?

Pregunta 3. ¿La distribución de planta con la que se cuenta actualmente se realizó bajo un criterio o metodología estándar?

Pregunta 4. ¿Cómo evalúa usted la implementación actual de la empresa a nivel de recursos: maquinaria, equipos, materiales, áreas de trabajo?

Pregunta 5. ¿Considera usted que una propuesta de redistribución generaría un impacto en el nivel de producción de su representada?

INSTRUMENTO: CUESTIONARIO



Solicitante:
Encuestado:
Puesto:

Objetivo: El presente cuestionario está dirigido a los operarios de planta de la empresa IDMH PERU SAC con el objeto de recopilar información respecto a la percepción de frecuencia de problemas en la distribución actual de planta.

Indicaciones: Marque con una "X" la alternativa que considere adecuada por cada ítem

ítem	Descripción/Valoración	Nunca	Raras veces	Ocasionalm ente	Generalmente	Siempre
1	Encuentra complicado el traslado entre áreas de trabajo					
2	Su área de trabajo no se encuentra bien dimensionada					
3	Considera que su capacidad de producción se encuentra afectada por la distribución actual de las áreas					
4	Considera que las áreas de producción no se encuentran bien distribuidas					
5	Las áreas de trabajo están muy distanciadas y le genera pérdida de tiempo al trasladarse					
6	El espacio donde ejecuta sus labores se encuentra desordenado y sucio					
7	El área donde labora presenta iluminación y ventilación inadecuada					
8	Se siente expuesto a accidentes de trabajo durante el desarrollo de sus actividades					
9	Los equipos para el traslado de material no es el más adecuado					
Total						

DNI:

FIRMA: _____

INSTRUMENTO: WINCHA



INSTRUMENTO: CRONÓMETRO

