



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“Propuesta de redistribución de planta para mejorar la
productividad en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo - 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL

AUTORES:

Caqui Colonia, Carol Zileri (Codigo ORCID: [0000-0002-7437-0325](https://orcid.org/0000-0002-7437-0325))

Gomez Bermudez, Jossep Larry (Codigo ORCID: [0000-0001-8201-3195](https://orcid.org/0000-0001-8201-3195))

ASESORA:

Mgtr. Castillo Martínez, Williams Esteward (Código ORCID: [0000-0001-6917-1009](https://orcid.org/0000-0001-6917-1009))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

CHIMBOTE – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres y familiares que han confiado en toda mi formación profesional, a mis compañeros académicos que me apoyaron en las sesiones de estudio y a los profesores que siempre me brindaron apoyo con cualquier duda que he tenido.

Agradecimiento

Agradezco a dios que me ha permitido día con día desarrollar mis estudios en buena forma en las mejores condiciones, agradezco a mis familiares por apoyarme económicamente y agradezco a la universidad cesar vallejo por haberme permitido tener esta oportunidad para mi desarrollo profesional.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	11
IV. RESULTADOS.....	18
4.1. Diagnosticar la situación actual de la distribución de planta del área de producción en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2019.	18
4.2. Determinación de la productividad actual del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.....	28
4.3. Diseño de la redistribución de planta para la empresa FAMENORT E.I.R.L.	29
4.4. Simulación para la determinación de la nueva productividad.	33
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXO	50

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad.	14
Tabla 2. Técnica de análisis de datos	16
Tabla 3. Resultados de Check list de la distribución actual de la planta en el área de producción.....	18
Tabla 4. Dimensión y descripción de las áreas de la planta de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.	22
Tabla 5. Distancias de los procesos del área de producción de empresa FAMENORT E.I.R.L.	24
Tabla 6. Tiempos de los procesos del área de producción de empresa FAMENORT E.I.R.L.	25
Tabla 7. Indicadores de productividad (2019) del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.	28
Tabla 8. Indicadores de productividad de traslados (2019) del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.....	29
Tabla 9. Clasificación y valor relacional de áreas.....	29
Tabla 10. Puntaje relacional.....	30
Tabla 11. Diagrama de relación de actividades	30
Tabla 12. Aplicación del método Guerchet.....	31
Tabla 13. Comparación antes y después del nuevo dimensionamiento.....	31
Tabla 14. Resultados de simulación (tiempos).....	34
Tabla 15. Resultados de simulación (Porcentaje de actividades)	35
Tabla 16. Estadísticas de muestras emparejadas.....	36
Tabla 17. Correlaciones de muestras emparejadas	36
Tabla 18. Prueba de muestras emparejadas	36

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Flujograma de procedimiento.....	15
Figura 2. Frecuencia de las causas ocurridas en el área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.	19
Figura 3. Diagrama causa – efecto de la distribución de planta de producción actual de la empresa FAMENORT E.I.R.L.	20
Figura 4. Clasificación de los tipos de trabajos con mayor impacto	21
Figura 5. Enderezado de ejes y tornillos	23
Figura 6. Layout de planta - Áreas	26
Figura 7. Layout de planta – detalles de áreas	27
Figura 8. Nueva distribución programa ALDEP	32
Figura 9. Nueva distribución Layout.....	33
Figura 10. Simulación Promodel	34

Resumen

El objetivo del presente estudio es proponer una redistribución de planta que permita mejorar la productividad en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020; ya que es necesario para que sea más competitiva en el sector, es por ello que se optó por un diseño de investigación no experimental transversal y descriptiva. Se realizó una evaluación mediante un check list obteniendo 77,5% de desperfectos en el flujo del proceso, además se determinó que el espacio para realizar trabajos con el equipo es insuficiente teniendo 29% del total de área trabajable; en tanto a la implantación se priorizan las áreas con más entradas y salidas, además de aquellas que se relacionan más entre sí, mediante el diagrama de relaciones. El método Guerchet permitió aumentar el área utilizable de las máquinas a un 65%, estos datos se procesaron con el programa ALDEP estableciendo un nuevo layout que optimiza la fluidez del proceso; por último para determinar la mejora se utilizó el programa de simulación ProModel el cual ubico una reducción de tiempo del 10% y una reducción de costos de transporte interno del 41%; en base a una T de 2,2 que la Hipótesis es correcta por lo tanto la distribución de planta afecta a la productividad.

Palabras clave: Distribución de planta, Método Guerchet, ALDEP, ProModel, productividad.

Abstract

The objective of this study is to propose a plant redistribution that allows improving productivity in the company FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020; since it is necessary for it to be more competitive in the sector, that is why a non-experimental, cross-sectional and descriptive research design was chosen. An evaluation was carried out by means of a check list, obtaining 77.5% of defects in the process flow, it was also determined that the space to carry out work with the equipment is insufficient, having 29% of the total workable area; As for the implementation, the areas with the most inputs and outputs are prioritized, in addition to those that are most closely related to each other, through the relationship diagram. The Guerchet method allowed to increase the usable area of the machines to 65%. These data were processed with the ALDEP program, establishing a new layout that optimizes the fluidity of the process; Finally, to determine the improvement, the ProModel simulation program was used, which found a time reduction of 10% and a reduction in internal transportation costs of 41%; Based on a T of 2.2, the Hypothesis is correct, therefore the plant distribution affects productivity.

Keywords: Plant distribution, Guerchet method, ALDEP, ProModel, productivity.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad debido a la alta competitividad el sector manufacturero, se visto forzado a desarrollar productos de alta tecnología o nuevas alternativas de productos, aumentando su variedad en los procesos, debido a esto se incurrió en gastos elevados que afectaron los costos y actividades empresariales que se desarrollaron en las compañías, es por ello que las organizaciones buscan diseñar e implementar procesos de producción que permitan la optimización de recursos con el fin de producir productos que satisfagan a los clientes mediante factores como; la buena calidad, el bajo costo y tiempo de respuesta mínima, lo cual les permite mantener una alta productividad y convertirse en organizaciones con alta competitividad a través de la mejora de sus diferentes procesos y la eliminaciones de actividades improductivas (Peñaloza, Hernández y Llamas; 2020)

En Perú la productividad de los últimos años ha tenido altos picos de crecimiento y en la década de mayor crecimiento económico (2001-2010), la productividad contribuyó con 2.9%. Las proyecciones para los próximos 20 años, ponen a la productividad en un escenario preponderante. En este lapso, si se considera un crecimiento anual de los factores trabajo y capital de 1% y 4%, respectivamente, la productividad debería crecer a una tasa de 3.2%, nivel muy por encima de las tasas históricas de crecimiento de productividad que el Perú, pero en comparación a los países desarrollados este crecimiento equivale a la quinta parte de las tasas de crecimiento de los EE.UU, esta baja productividad se debe a la ausencia de infraestructura, como por ejemplo las deficiencias que se observa en transporte, carreteras, electricidad, servicios de saneamiento, lo que tendría un impacto muy elevado cuando se habla de eficiencia. El aumento de la productividad en los últimos años en el Perú se vio reflejado en el incremento de la economía el cual se debió por el intercambio de los materiales y los precios (Lavado, 2015).

La empresa industrial FAMENORT E.I.R.L. con RUC 20601309263 y con domicilio legal en el Av. América Sur Nro. 2154 Urb. Santa María La Libertad, Trujillo, Perú, es una empresa que brinda máquinas y repuestos para las diferentes empresas del sector industrial de la región Trujillo-La Libertad dentro

de las cuáles se tiene a la empresa Grupo Rocío, Minera el Toro, Cementera Pacasmayo y Camposol, entre sus principales clientes, esta organización es responsable del funcionamiento de las diferentes maquinarias de dichas empresas, el cual desarrolla piezas y repuestos demandados por los clientes. La problemática en la empresa se encontró en la distribución de áreas, aprovechamiento de espacios y movimientos innecesarios. Al formularles las preguntas, que, si consideraban que la distribución de la planta y el desorden de sus áreas de trabajo les generaba algún inconveniente en sus operaciones, estos respondieron que tienen malestares al momento de realizar sus labores, además que es una molestia que los materiales y productos no puedan permanecer en un solo lugar, lo que genera frustración al encontrar dichos materiales, esto ocasiona pérdida de tiempo al buscarlos.

Luego de exponer la problemática existente de la empresa FAMENORT E.I.R.L., se optó por hacer un método sistemático de distribución de planta (SLP) para que la distribución que se realice con el objetivo principal de que el método logre influenciar de una forma positiva en el fortalecimiento las capacidades de los operarios e influir en los indicadores de la productividad: eficiencia y eficacia del proceso productivo. En base a la realidad problemática se plantea el siguiente problema ¿Cómo la redistribución de planta mejorará la productividad en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020? Teniendo como **Hipótesis** la siguiente, la propuesta de redistribución de planta mejorará la productividad en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020.

La justificación en el ámbito **social**, se logrará contribuir con la mejora del bienestar de los operarios que laboran dentro de la empresa, logrando así que los clientes también se sientan satisfechos por la entrega apropiada de su pedido, debido a que el proceso transaccional de empresa – cliente **tecnológico** este trabajo hará uso de programas de ingeniería de dibujo para realizar las ubicaciones gráficas del área de producción y las distintas estaciones que están relacionadas a esta, así como también se utilizará el método de planificación sistémica de distribución (SLP) para la distribución de las áreas de producción mediante el grado de importancia y la fluidez de tránsito en ir de una estación a otra, en el ámbito **ambiental** en este trabajo se diseñará

la distribución de planta mejorando las condiciones de trabajo los cuales están relacionados a la disminución de la contaminación por el derrame de productos altamente tóxicos para el suelo y ambiente, en lo **económico** este trabajo, permitirá incrementar las ventas por la acogida que se va a tener debido a la entrega oportuna de pedido, así como también la reducción de las horas extras debido a que las actividades serán ordenadas mediante las herramientas de la ingeniería para lograr así reducir el tiempo de ciclo, y en el ámbito **laboral** este trabajo de investigación realizará el diseño de la distribución de planta para mejorar las estaciones de trabajo de los operarios generando un ambiente en óptimas condiciones para desempeñarse, priorizando su espacio y recorrido para el cumplimiento de sus actividades

En el **objetivo general** para el siguiente trabajo de investigación fue proponer una redistribución de planta que permita mejorar la productividad en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020. Así mismo los **objetivos específicos** fueron diagnosticar la situación actual de la distribución de planta en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020, determinar la productividad actual de la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020, proponer una redistribución de planta para mejorar la productividad en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020, simular la nueva productividad en base a los nuevos tiempos y distancias en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Para obtener información de investigadores relacionados a este trabajo, se realizó una búsqueda detallada de **trabajos previos**, es allí donde se obtuvieron **trabajos internacionales** descritos a continuación los cuales sirvieron como apoyo para el desarrollo de este trabajo, Castro y Galindo (2018), en la tesis titulada “Propuesta de diseño y distribución en planta para una nueva infraestructura de la empresa congelados TRUST S.A.C. a través de técnicas de ingeniería.”, tuvo como objetivo general proponer una distribución para otra planta nueva que iba a implementar la empresa, y como resultado se logra obtener una proyección de ventas mensuales de papa de la empresa a través de la técnica de pronósticos (regresión lineal), así mismo se utilizó el método de tamaño de área de acuerdo a la cantidad de máquinas y

número de operarios, se identificó el flujo de materiales y se propuso el nuevo diseño de acuerdo a las distintas actividades utilizadas en el proceso productivo, donde concluye que al desarrollar el proyecto en la empresa se determina con mayor control las cantidades de materia prima utilizada de acuerdo a la demanda y la cantidad óptima de operarios, generando una disminución del tiempo de ciclo del proceso (min) en 10.52% con respecto a la distribución actual y una disminución de la distancia recorrida en 21.36%.

Gutiérrez [et al.] (2014), en el trabajo científico titulado “Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la generación de una propuesta de distribución física en un CEDIS” cuyo objetivo fue aplicar las metodologías de distribución de planta: el proceso sistémico (SLP) de Richard Muther y la técnica computarizada (CRAFT) como resultado lograron determinar la configuración de un CEDIS complementándose de una forma particular debido a que el SLP considero las características de cada departamento, situándose en las especiales y la relación que existe entre ellas y el cálculo de la tasa de relación, y con el método CRAFT se realizó un análisis de la distribución general y lograr mejorar el flujo entre las distintas áreas, y donde concluyen que al aplicar esta metodologías se logra reducir distancias recorridas en un 29.5% por cada mes, así como también se generó un ambiente de trabajo en mejores condiciones manteniendo un trabajo más fluido y eficiente.

A continuación, se describen los **trabajos nacionales** que brindaron soporte para este trabajo:

Ospina (2016), en su tesis titulada “Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate lima, Perú” tuvo como objetivo proponer una distribución de planta para mejorar el proceso de soldadura y lograr que esto influya de una forma positiva en la productividad, y como resultado logró obtener una organización de las estaciones de trabajo en 85% de mejora con respecto a las estaciones actuales, para lo cual se utilizó la metodología de las 5´s logrando fomentar una cultura de orden y limpieza en las actividades de producción, así como también se utilizó el método Guercht y Richard muther, logrando reducir la incomodidad del ambiente laboral en 69% las quejas de los operarios, del mismo modo se obtuvo una disminución

considerable de los accidentes laborales y el ausentismo, donde el autor concluye que luego de realizar la implementación de la nueva distribución, se logró reducir los tiempos muertos, actividades desarrolladas de una manera eficaz, logrando el cumplir con las fechas estipuladas para la entrega el producto demandado, lo que en su defecto logró mejorar la productividad en 25% sobre la productividad actual.

Céspedes (2016), en su trabajo de investigación “Propuesta de redistribución de planta y su efecto en la productividad, en el taller de maestranza-turbinas de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A.” tuvo como objetivo evaluar cómo influye una correcta distribución de planta e instalaciones sobre la productividad del taller, para lo cual se tuvo como unidad de análisis al taller de maestranza, y como resultado se logró identificar que las quejas recibidas por parte del área de producción se debe al tiempo en que se tarda para llevar a cabo una orden de trabajo, se hizo uso del programa de producción sistema SAP, seleccionado los datos sobre el listado durante el periodo de investigación, y obtener lo que el taller produce y poder así realizar el diseño la redistribución utilizando (SLP), para el tamaño de las áreas se utilizó el método Guercht y obtener así el tamaño para óptimo para las área de trabajo que se va a utilizar en la fabricación de repuestos, donde el autor concluye que al realizar una adecuada distribución, se obtuvo una mejora de la productividad en el taller de repuestos de la empresa en 15.24%, al pasar de un índice de 0.984 a 1.134, y con una viabilidad del proyecto debido a que se obtiene un VAN de S/.21138.85, una TIR de 3.80% y un indicador B/C de 1.25.

Coronel (2016), en su tesis titulada “Distribución de planta para incrementar la productividad en la empresa Grifería Industrial Y Comercial NC S.R.L., LIMA, 2017” tuvo como objetivo distribuir los procesos de una grifería industrial a través de las técnicas de ingeniería para lograr mejorar el nivel de productividad, y como resultado logró distribuir las estaciones de trabajo a través del método Guercht y método de Richard Muther, diseñando las áreas y espacios estaban con defectos los cuales estaban relacionados con las áreas y la distancia recorrida por el operario, así mismo se determinó a la mejor distribución, la mínima distancia recorrida y la optimización del uso de áreas; la

implementación estuvo enfocada en la planeación de la producción y de los días que se iban a estar en mantenimiento las máquinas, luego se procedió a realizar limpieza de las áreas, instalación de puntos eléctricos y de agua, y posteriormente el movimiento y traslado de maquinaria y equipo, donde el autor concluye que al implementar la mejora se obtuvo un aumento de la productividad en 29%, determinando que el proyecto es viable de acuerdo al análisis financiero.

Gonzales y Tineo (2016), en la tesis titulada “Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C – Chiclayo 2015” tuvo como objetivo redistribuir el área de producción de la planta y lograr así incrementar la productividad actual, y como resultado logró determinar que la distancia de recorrido actual es de 146.3 m, teniendo 15 operaciones, 13 inspecciones y 13 transportes, generando una baja productividad por las distancias y el tiempo total en la producción, para lo cual se utilizó el método Guercht priorizando la superficie estática, superficie gravitacional y la superficie de evolución obteniendo una superficie total de 886.05 m, luego se realizó el método de Richard Muther para la distribución adecuada de las diferentes áreas según el grado de importancia y grado de frecuencia, así como se aplicó el diagrama multiproducto, donde el autor concluye que al aplicar la propuesta se pudo reducir el tiempo de 986 seg. a 746 seg., así como también se pudo observar por medio del análisis económico que la propuesta es factible ya que la empresa recuperara la inversión dentro de un año laboral.

Belón (2014), en la tesis titulada “Rediseño de la Distribución de Planta de una Lavandería Industrial en Arequipa” tuvo como objetivo desarrollar una distribución de instalaciones que sea fluida al momento de realizar las actividades para ofrecer un servicio de lavado al seco de prendas de fibra de alpaca, logrando utilizar en dicho proceso una tecnología innovadora para el proceso de lavado ecológico, y como resultado logró rediseñar la distribución de planta basado en el método de (SLP). Se empezó con el diagnóstico situación de la organización, luego se utilizó las técnicas y herramientas de la ingeniería industrial, se prosigió con la planificación de la distribución de la

planta en general y finalmente se realizó la implementación de la mejora del rediseño de la distribución con el objetivo de hacerlo más eficiente que la distribución actual, haciendo posible obtener un modelo del diseño mucho más eficiente que el actual, donde el autor concluye que al realizar el rediseño de la distribución de planta se logra reducir el tiempo de ciclo de proceso así como mejorar la disponibilidad de las estaciones del trabajo dentro de la planta.

A continuación se detalla las teorías referidas a la investigación; para Nigel, Brandon-Jones y Johnston (2013), según las características de los diversos tipos de diseño las más significativas en general son las implicaciones de costo unitario de la elección del diseño, el cual se entiende mejor al distinguir la diferencia entre los elementos de costo fijo y variable, que se incurre al adoptar cada tipo de diseño, teniendo los costos totales para cada tipo de diseño los cuales va a depender del volumen de productos o servicios producidos, sin embargo, en la práctica, el análisis de costos de la selección del diseño rara vez es tan claro como este; el costo exacto de operar el diseño es difícil de pronosticar y probablemente dependerá de muchos factores a menudo difíciles de predecir. Cuanta menos certeza haya sobre los costos, más amplias serán las "bandas" de costos y menos clara será la elección (p.202).

En torno al diseño Sulogna (2017) da la opción de un sistema modular el cual ofrece sectores independientes y movibles para el desarrollo de actividades de ensamblaje o relacionados (p.2). También encontramos a Augusto (2020) el cual menciona que el diseño de planta debe estar basado en su capacidad el cual a su vez debe estar centrado en un estudio de mercado preciso (p.2). Otros estudios similares lo realizan Giagnorioa, Steffeninob, Meuccib, Chiara y Tiraferri (2020), los cuales mencionan que la mejor forma para el diseño de planta es el uso de software ya que establece una opción más confiable dada la cantidad de información que se tiene que manejar, es por ello que utilizan el programa WAVE (p.9). Otros aspectos a tomar en cuenta se encuentran con Fumero, Moreno, Corsano y Montagna (2016) el cual menciona que facilita la planificación de la producción y las decisiones de programación (p.1)

Una distribución de planta cuenta con principios que se consideran esenciales para lograrlo de una forma eficiente, Serna (2012) afirma que los principios son

esenciales para poder obtener una distribución de planta eficiente y de forma sistémica, para lo cual se tiene que modelar un dibujo o maqueta con todas las actividades y áreas de la empresa, incluyendo los espacios necesarios para cada puesto, movimiento del producto final o materia prima, los movimientos durante la etapa productiva, incluyendo los espacios de la planta que son utilizadas para los servicios, como es el área de mantenimiento para los equipos y maquinarias que se utilizados en la producción, servicio de comedor, servicios sanitarios, zonas de descanso, etc., lo que va a generar que el proceso sea más fluido, lo que va a reducir los costos de mano de obra, actividades improductivas, distancias con menor espacio de recorrido, generando ambientes de trabajo adecuados para el desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en cada estación (p.01).

Verbiest, Cornelissens y Springael (2016), mencionan que hay que prestar mucha atención a la cadena de suministro basándose en las cantidades demandadas por temporada (p.1). Así mismo para cumplir estas Verduzco, Montalvo, Frías y Verduzco (2016) demuestran que el flujo de materiales es esencial para optimizar los KPIs que luego se traducen como mayor producción a menos costo (p.1). En base a ello encontramos a Mowaffaq (2020) que indica que la competencia de una empresa está relacionada con su distribución física en cualquier nivel de la empresa (p. 80). Una afirmación similar lo incluye Mor, Singh y Bhardwaj (2017), el cual indica que la distribución física incide sobre la productividad en especial en la cadena de suministro (p.83). Tosun y Uysal (2016) consideran que es la manera perfecta para tratar con la incertidumbre, provocado por la cantidad de demanda presentada (p.53).

En cuanto al proceso de distribución Chalotra (2018) indica que se debe iniciar con el lugar donde se procesan los pedidos ya que es el punto de partida y ejemplo para las demás áreas por lo que es esencial diseñar una distribución precisa (p. 8). Otros tipos de distribución están enfocados en el área computacional así lo afirma Zheng, Chen, Zheng, Zhang, Fan, y Pei (2017) los cuales demostraron que la infraestructura en este ámbito genera reducciones en los costos de instalación y mantenimiento (p.1). Igual como lo menciona

Buitrago (2019), que lo considera como una poderosa estrategia de reducción de costos (p. 437)

El Systematic Layout Planning (SLP), es una metodología comúnmente utilizada en la resolución de problemas de distribución de planta, para Fernández (2018) el “desarrollo del modelo SLP se da mediante cuatro fases, los cuales pueden superponerse uno con otros, dentro de los cuales se tiene la primera fase que es la localización; la cual se enfoca la posición geográfica de la planta y sus respectivos cumplimiento de factores que influyen en el desarrollo de las actividades; en la segunda fase se realiza el plan de distribución general, donde se enfoca en la superficie total de las diferentes estaciones de trabajo que va a tener la futura planta que se desea diseñar; en la tercera fase se realiza la distribución detallada que se encarga en realizar un estudio a detalle los estudios desarrollados en la fase anterior, así mismo se obtendrá a detalle las estaciones donde se va a ubicar las distintas maquinarias, equipos y objetos que intervendrán en la nueva distribución de planta; finalmente se desarrolla la fase cuatro donde se realiza los movimientos físicos, el área total que ocupa la maquinaria, instalaciones de los materiales requeridos para sus respectivas actividades (p.02). Ccahuay, Jara y Vásquez (2020), establecen que esta técnica es muy importante dado que la optimización del layout en planta es importante para la gestión operativa (p.348). Todo esto enfocado a la maximización de sus habilidades competitivas como empresas en torno a la eficiencia (Reyes, Aldas, Morales y García; 2016)

Luego de realizar una recolección de toda la información literaria sobre las técnicas que se utilizan en la distribución de planta se puede afirmar que al realizar la redistribución de planta de una empresa manufacturera o de servicios se logra mejorar la productividad, de acuerdo a Heizer y Render (2009), la “productividad se define mediante la relación entre lo que produce una operación y lo que se requiere para producirla. El objetivo es mejorar la eficiencia entre las salidas y las entradas. Esta mejora puede lograrse mediante la reducción de la entrada mientras que la salida permanece constante o incrementar las salidas mientras que la entrada permanece constante” (p.14).

La medición de la productividad se determina mediante indicadores que relacionan los resultados obtenidos y los recursos empleados, de acuerdo a García (2002), define que los indicadores de la productividad se enfocan en la evaluación del punto final y la unión de los recursos humanos, financieros, y materiales de una empresa, uno de los indicadores es la eficiencia, la cual es la capacidad disponible de las horas- hombre y las horas – máquina, que se dispone para lograr la productividad teniendo como causas principales a la falta de personal, falta de material, falta de energía, etc., lo que conlleva a los desperdicios, tiempos muertos y porcentaje del uso de la capacidad instalada; la eficacia es la obtención de los resultados deseados el cual tiende a ser la obtención de unidades, calidad evidenciada o las dos partes, siendo el grado de satisfacción de las metas, objetivos o estándares, teniendo como indicador al grado de cumplimiento de los programas de producción o de ventas y las demoras de los tiempos de entrega (p.19). El autor Buss (2017) indica un punto más allá de su medición, considera que es necesario evaluar los aspectos que influyen más en la productividad (p. 19).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

El trabajo de investigación tuvo un diseño de investigación **No experimental transversal** porque consistió en describir la variable independiente (redistribución de planta) en un momento determinado, con la finalidad de aclarar el efecto en la variable dependiente (productividad). Así mismo **es descriptivo** porque toda la recolección de los datos se realizó con el propósito de describir las variables, con el fin de poder analizar el comportamiento en un mismo tiempo (Hernández, 2015; p.136).

Estudio	Prueba
G	O ₁

Dónde:

G= Empresa Famenort E.I.R.L., Trujillo 2019.

O₁ = Productividad de la Empresa Famenort E.I.R.L., Trujillo 2019.

3.2. Variables y Operacionalización

Se tuvo la variable independiente **redistribución de planta**, la cual se define conceptualmente, “La distribución de planta (DP), establece las prioridades competitivas de una organización, como la capacidad, procesos, flexibilidad y el costo. El objetivo es desarrollar una distribución eficiente y efectiva que cumpla con las exigencias competitivas de la empresa. (Heizer, y otros, 2009 p.348)”, y se define operacionalmente, “va a comprender tomar en cuenta la disposición física de las posibilidades industriales, instaladas o en proyecto, los espacios necesarios para el movimiento del material, mano de obra, actividades auxiliares, servicios y personal. Colocando las máquinas y equipos logrando facilitar el movimiento de materiales al costo más bajo y con mínima manipulación”.

Se tuvo la variable dependiente **productividad**, la cual se define conceptualmente, “la relación entre lo que produce una operación y lo que se requiere para producirla. El objetivo es mejorar la eficiencia entre las salidas y las entradas. Esta mejora puede lograrse mediante la reducción de la entrada, mientras que la salida permanece constante o incrementar las salidas mientras que la entrada permanece constante (Gutiérrez, 2012 p. 21)”, y operacionalmente, “La productividad es la división entre los productos terminados y los recursos utilizados para lograrlo; tales recursos son varios entre los cuales el tiempo y costo son los más resaltantes”, la **matriz de operacionalización** se encuentra en el anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Para la investigación la población fue la productividad de la empresa del año 2019. El muestreo es no probabilístico, donde elegimos la productividad como nuestra muestra de estudio de la empresa, en el año 2019.

Los **criterios de selección** estuvieron relacionados a los de inclusión y exclusión, para los criterios de inclusión se tuvo los reportes de productividad del año 2019, y para los criterios de exclusión se tuvo los reportes de productividad de otros periodos ajenos al 2019, debido a que el alcance del trabajo de investigación por ser pre experimental va a ser limitado, y podría ocasionar algunos desajustes al momento de aplicar el estímulo propuesto en la primera medición (pre prueba).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que utilizaron en la recolección de datos, tuvieron como función principal realizar el estudio preliminar de la realidad adecuada de las variables que serán estudiadas en este trabajo y en qué situación está el objeto de estudio actualmente. Para la validación del instrumento se puede apreciar en los Anexos 29, Anexo 30 y Anexo 31 del presente proyecto.

La **observación** es una técnica que cumple la función de realizar la recolección de información mediante la observación personalizada, logro integrar el objeto de estudio y el observador.

El **diagrama de análisis de proceso y operaciones**, es un análisis que registra los costos ocultos que no son productivos para el proceso, tales como distancias recorridas que son evitables, retrasos en la producción y almacenamiento temporales, los símbolos representativos en este diagrama es la operación, inspección, operación – inspección, transporte, demora y almacenamiento, incluyendo información como el número de partes, tiempo de proceso, distancia de transporte, temperatura, etc.

El **Check List** utilizado tiene como finalidad el determinar la situación actual con respecto al flujo de actividades que se realizan en la empresa, así como la gestión en torno a ello. El **Diagrama de relación de actividades** ayudo a la obtención de las áreas que más activas entres si por medio de una calificación. En tanto al **reporte de producción**, es un punto vital para la determinación de las actividades más frecuentes y para la determinación de la productividad. Por último, el **registro de tiempos y sueldos** el cual fue necesario para la calcular la productividad y la elaboración de la simulación.

La **investigación bibliográfica** es una técnica que se utiliza para realizar el levantamiento de la información teórica de la variable que será estudiada en este trabajo, la cual fue recolectada de una fuente primaria. El instrumento seleccionado fue:

La **ficha bibliográfica**, sirvió para la recolección de teorías referentes a la variable de estudio con mayor exactitud.

Tabla 1. Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Variable	Técnica	Instrumentos	Fuente
Redistribución de planta	Investigación bibliográfica.	Ficha Bibliográfica.	Biblioteca física y virtual
	Observación	Diagrama de operaciones (anexo 7-17)	Área de operaciones de la empresa FAMENORT E.I.R.L.
	Observación	Check List (anexo 18)	Área de operaciones de la empresa Elaboración propia
	Observación	Diagrama de relación de actividades (anexo 24)	Área de operaciones de la empresa FAMENORT E.I.R.L.
	Observación	Reporte de producción (anexo 20-23)	Empresa FAMENORT E.I.R.L. Gerente general
	Observación	Registro de tiempos (anexo 20-23)	Área de operaciones de la empresa Elaboración propia
Productividad	Investigación bibliográfica.	Ficha bibliográfica	Biblioteca física y virtual.
	Observación	Registro de tiempos (anexo 20-23)	Área de operaciones de la empresa Elaboración propia
	Observación	Reporte de producción (anexo 20-23)	Empresa FAMENORT E.I.R.L. Gerente general
	Observación	Registro de sueldos (tabla 9 y 14)	Empresa FAMENORT E.I.R.L. Gerente general

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimiento

El procedimiento del trabajo de investigación empezó con un diagnóstico de la situación actual de la empresa, en donde se realizó una breve descripción del proceso productivo, así mismo se utilizó las herramientas DOP, DAP para registrar las etapas del proceso productivo y sus respectivos movimientos dentro de la planta, se continuo con la aplicación de la guía check list para determinar el estado actual de la variable independiente (redistribución de planta actual), luego se aplicó el diagrama de causa efecto para determinar cómo las causas principales generadas por una inadecuada distribución de planta y como esto afecta a la productividad en la empresa famenort E.I.R.L .

Luego de obtener el diagnostico situacional, se procedió a calcular el estado de la productividad actual de la empresa Famenort E.I.R.L., para lo cual se hizo uso de los estados de reportes de productividad de la empresa. Luego proponer el nuevo layout de las áreas en base a las nuevas necesidades de espacio, con ello se realizó una simulación para la determinar la nueva productividad en base a los nuevos tiempos y distancias en la empresa.

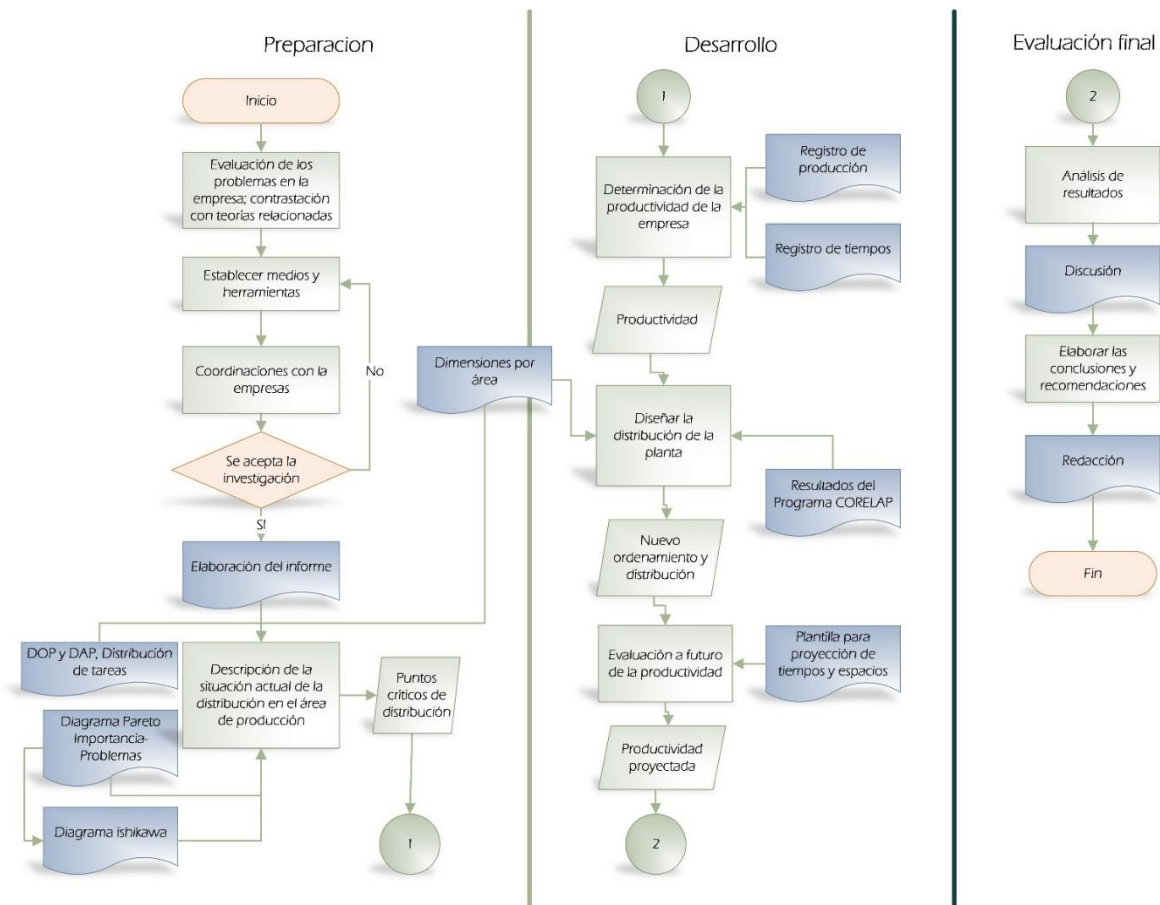


Figura 01: Flujograma de procedimiento

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de Análisis de Datos

Tabla 2. Técnica de análisis de datos

Objetivos	Técnica	Instrumento	Resultado
Diagnosticar la situación actual de la distribución de planta del área de producción en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo	Análisis estadístico	Base de datos de check list Elaborado en MS excel (Tabla 3)	Numero de aspectos deficientes en la empresa
	Diagnostico	Formato de diagrama Causa - Efecto Elaborado en programa MS visio (Figura 2)	Determinación de causa de raíces
	Evaluación 80 - 20	Formato de diagrama pareto Elaborado en MS excel (Figura 3)	Determinación de problemas más frecuentes
	Dimensionamiento de áreas	Formato de registro de medidas Elaborado en MS excel (Figura 6) Layout de planta Elaborado en MS visio (Figura 7)	Medidas por áreas Posición de cada área
	Evaluación de flujo de actividades	Formato DOP Elaborado en MS visio (Figura 5) Registro de tiempo Elaborado en MS excel (Tabla 7) Registro de distancia – Evaluacion DOP Elaborado en MS excel (Tabla 6)	Determinación de actividades Determinación de tiempos Determinación de distancias
Determinar la productividad actual de la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo	Evaluación de costos	Costos de mano de obra Elaborado en MS Excel (Tabla 9)	Determinación del Costo por traslado de materiales
	Análisis documental Revisión de reportes Análisis de datos	Estado de reporte de productividad Elaborado en MS Excel (Tabla 8)	Productividad actual de la empresa FAMENORT E.I.R.L.
Proponer una redistribución de planta para mejorar la productividad en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020	Evaluación de relación de actividades	Grafico de relacion entre actividades (Anexo 24).	Puntaje por relación de actividades
	Dimensionamiento de maquinas	Formato de evaluacion de espacio en maquinas (Tabla 11)	Medidas por maquinas
	Posicionamiento	Necesidades y tamaño del espacio - Layout Elaborado en aldep (Figura 10)	Nueva redistribución
Simular la nueva productividad en base a los nuevos tiempos y distancias en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2020.	Evaluación de flujo de actividades	Formato DOP, elaborado en MS visio (anexo 7-17) Registro de tiempo Elaborado en MS excel (anexo 20-23)	Determinación de actividades Determinación de tiempos Determinación de distancias
	Análisis de simulación (Costos)	Distancias proyectadas Costos de mano de obra en función a distancias Elaborado en ProModel (Tabla 14)	Simulación de nuevos Costos por traslado de materiales
	Análisis de simulación (Productividad)	Productividad proyectada Elaborado en ProModel (Tabla 13)	Productividad proyectada de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Aspectos Éticos

Para empezar a en el campo de investigación, se debe tener en cuenta los aspectos éticos que se debe respetar de acuerdo a como se vaya profundizando en el trabajo, en el campo de las ingenierías se tiene el código de ética de IEEE, Advancing Technology for Humanity, ya que se parte de la premisa que las tecnologías afectan la calidad de vida de los seres humanos que por una u otra razón están inmersos en los trabajos de investigación, es por ello que se tiene ver como un requisito necesario llegar a altos estándares de ética, considerándola responsabilidad en las decisiones, la honestidad, la competencia técnica, la justicia en el trato y la colaboración profesional.

Este trabajo de investigación va a priorizar el rigor científico por parte de los investigadores, poniendo énfasis en la originalidad de nuestro trabajo, respetando las normas de regularización científico y las políticas estipuladas para los trabajos de investigaciones desarrolladas de la Universidad Cesar Vallejo, respetando ante todo el bienestar laboral y social, sin perjudicar a los agentes que intervienen implícitamente o de forma explícita durante la etapa de desarrollo del trabajo, puede corroborarse la viabilidad y el apoyo por parte del gerente general de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnosticar la situación actual de la distribución de planta del área de producción en la empresa FAMENORT E.I.R.L., Trujillo 2019.

Se procedió realizando una observación directa del lugar donde laboran los trabajadores de la empresa y así determinar los puntos críticos que causan una baja productividad, para ello se recolectó datos con un check list (Anexo 18), para determinar la viabilidad del proyecto, con preguntas puntuales en flujo de actividades y ambiente de trabajo, teniendo como bueno, si es aceptable y malo si no lo es. En la tabla 3 se muestra el resultado del check list (Anexo 18), donde se determinó que la distribución actual del área de producción donde laboran los trabajadores no es aceptable, ya que alcanza un promedio de 77.5%, esto está dado por la falta de fluidez que tienen algunas actividades que son consideradas básicas, además de tener varios elementos inservibles en lugares estratégicos.

Tabla 3. Resultados de Check list de la distribución actual de la planta en el área de producción

Distribución Actual	Flujo de actividades	Ambiente de trabajo	Promedio
Bueno	25%	20%	22.5%
Malo	75%	80%	77.5%

Fuente: Empresa FAMENORT E.I.R.L. Trujillo 2019

En base a los resultados anteriores presentado por la lluvia de ideas (anexo 2) enfocado en la baja productividad, se establece una frecuencia sobre la ocurrencia de estos factores, de tal forma que se detecten las más críticas para tratar y ser resueltas.

Es así como la figura 2 muestra que el mal flujo del proceso productivo es el problema que genera más errores con un 12% del total (anexo 3); lo cual es un aspecto muy importante para la empresa dado que tiene una gran cantidad de productos a elaborar los cuales pueden verse afectados sin un control en la fluidez; otros puntos resaltantes se ven en el tiempo improductivo y espacio reducido de trabajo con errores cercanos de 9 % y 8 % del total respectivamente (anexo 3); tales problemas son causadas por un mal manejo del espacio obteniendo tiempos improductivos y en algunas ocasiones accidentes que dañan los recursos productivos.

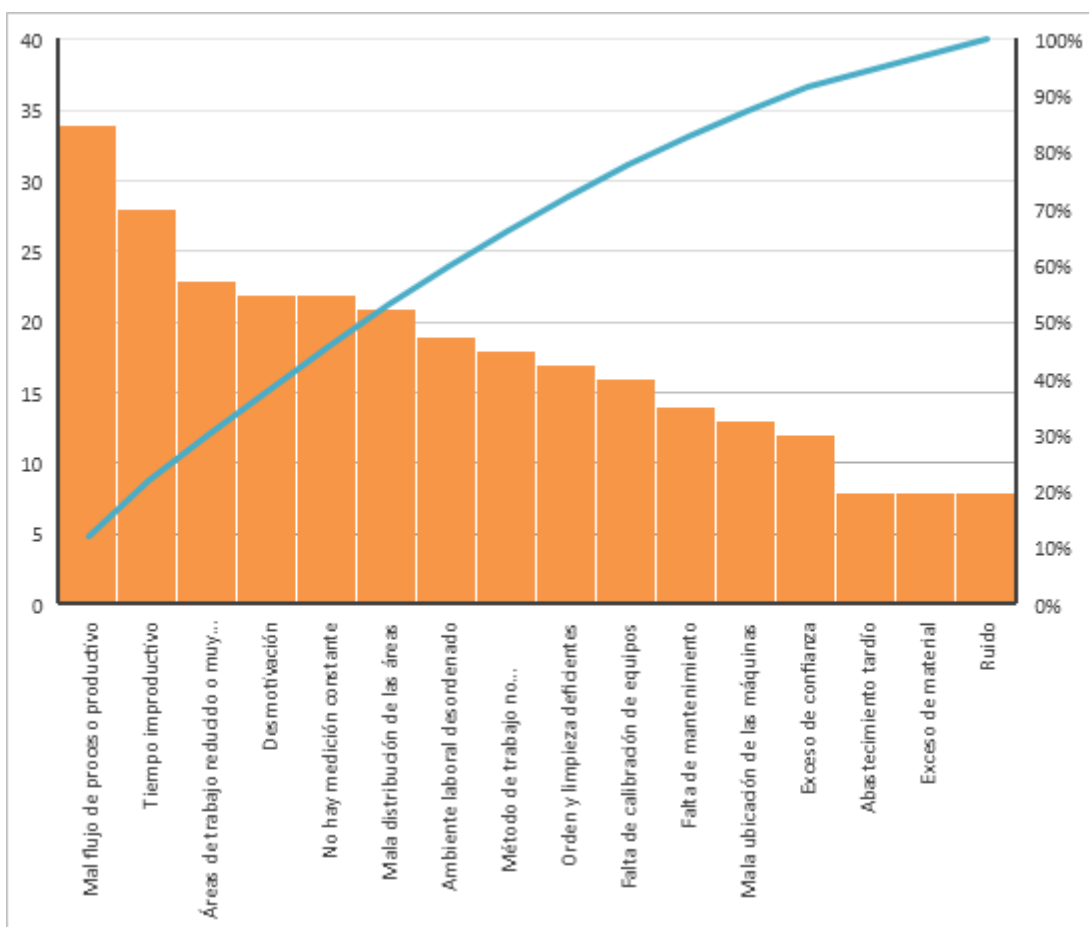


Figura 2. Frecuencia de las causas ocurridas en el área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Fuente: Anexo 3

La evaluación Ishikawa se desarrolló a partir de los datos recolectados del diagrama Pareto buscando las causas más frecuentes del mal flujo de proceso; en la cual se pudo determinar que la falta de un estudio sobre la distribución dificulta la mejora de las áreas, también se observó que existe espacios reducidos que incomodan a los operarios y esto agregado a la mala utilización de espacios no permite un correcto flujo de actividades.

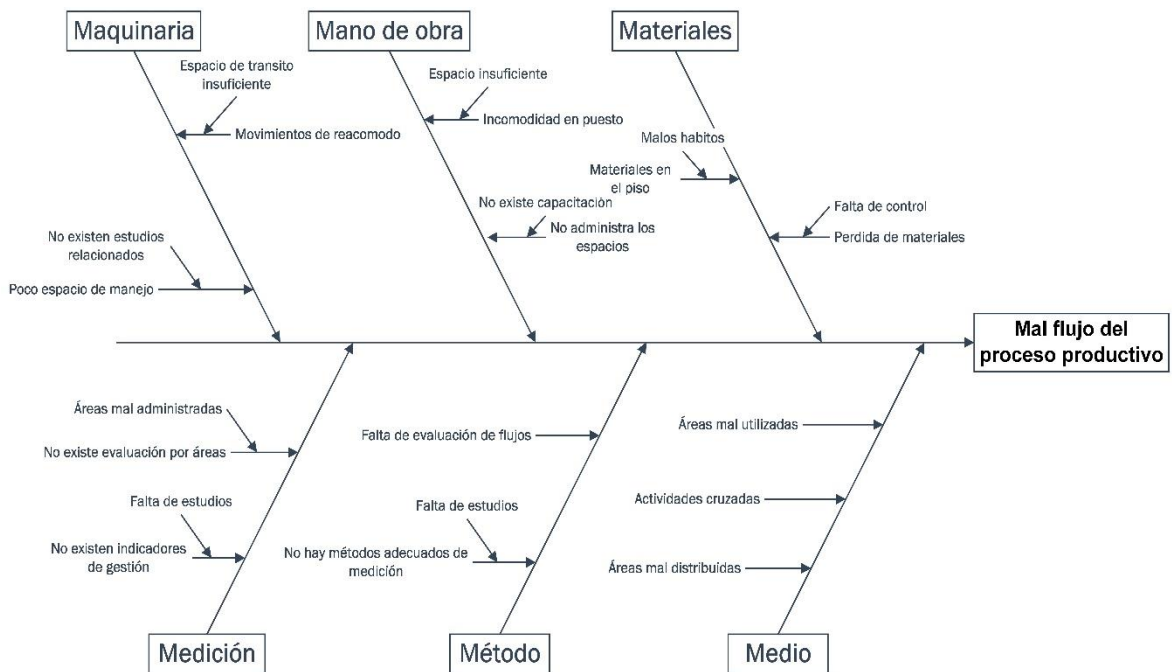


Figura 3. Diagrama causa – efecto de la distribución de planta de producción actual de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Fuente: elaboración propia

A continuación, se detalla los principales productos de la empresa FAMENORT E.I.R.L., los cuales se clasifican a través del diagrama de Pareto figura 4, para determinar los productos que mayor concurrencia tuvo durante el primer trimestre del periodo 2019, y basado en ello se va a realizar la descripción de los productos demandados (Ver anexo 5). La información obtenida será fundamental para desarrollar el ordenamiento correcto que facilite el flujo de actividades más recurrente. Es así que encontramos el enderezado de ejes y soldadura de bases para motores como el que tiene mayor frecuencia con un 13% cada uno; tales actividades no están optimizadas dado que su flujo no es continuo, en cambio actividades como la rectificación de bielas y confección de

ejes que tienen una frecuencia de 3% cada uno, sucede lo contrario por lo que se hace necesario una evaluación conjunta entre el layout y el DOP.

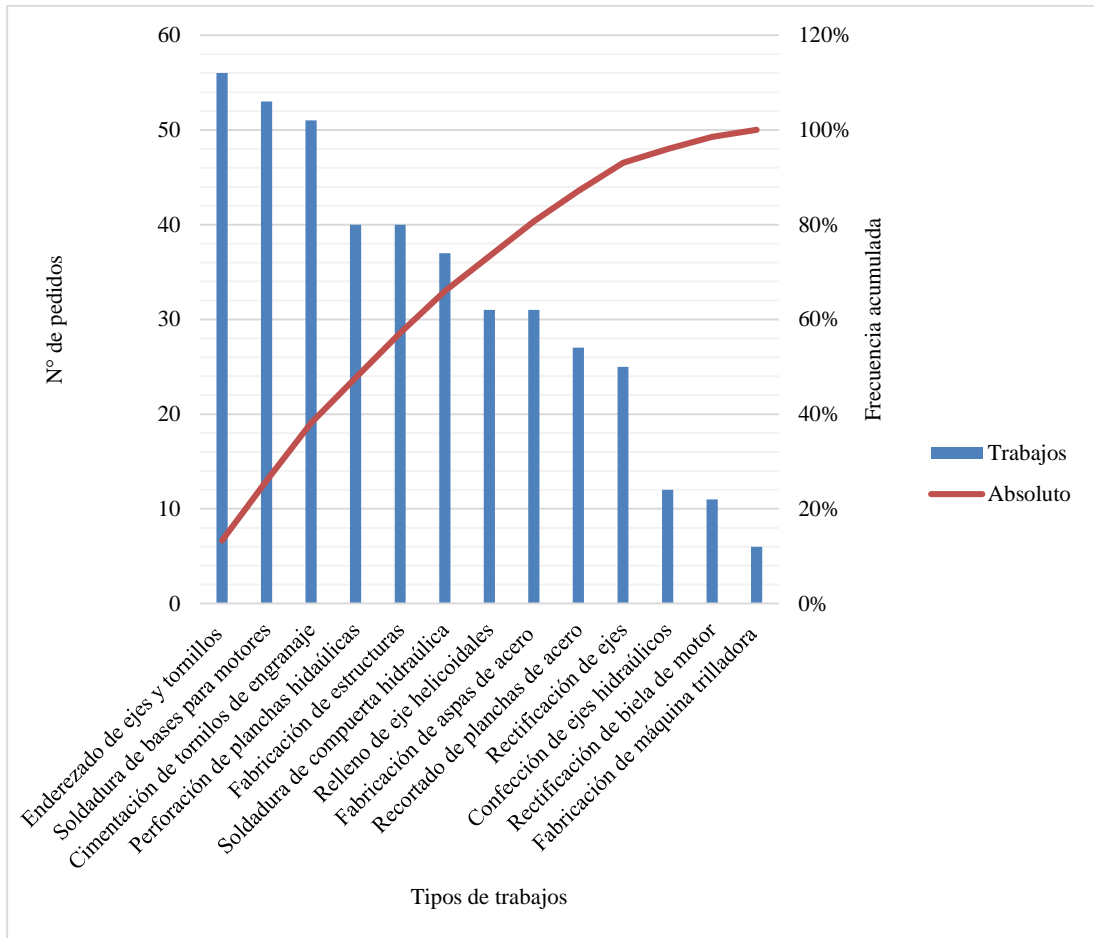


Figura 4. Clasificación de los tipos de trabajos con mayor impacto

Fuente: Elaboración propia, basado en el área de ventas de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Se procedió a medir las dimensiones, de las áreas donde se realizan las actividades de la empresa; además se establece un código el cual se usará para puntuar cada una de estas, de tal manera que se pueda calcular el nivel de relación entre cada área. Considerando estas dimensiones encontramos que no existe un nivel adecuado entre la dimensión de las máquinas y el espacio utilizado para trabajar con ellas, un ejemplo de ello es el área de doblado, ensamblado y de cepillado los cuales tienen un promedio de 50% de espacio para las máquinas y solo cerca de un 18% de espacio de trabajo que

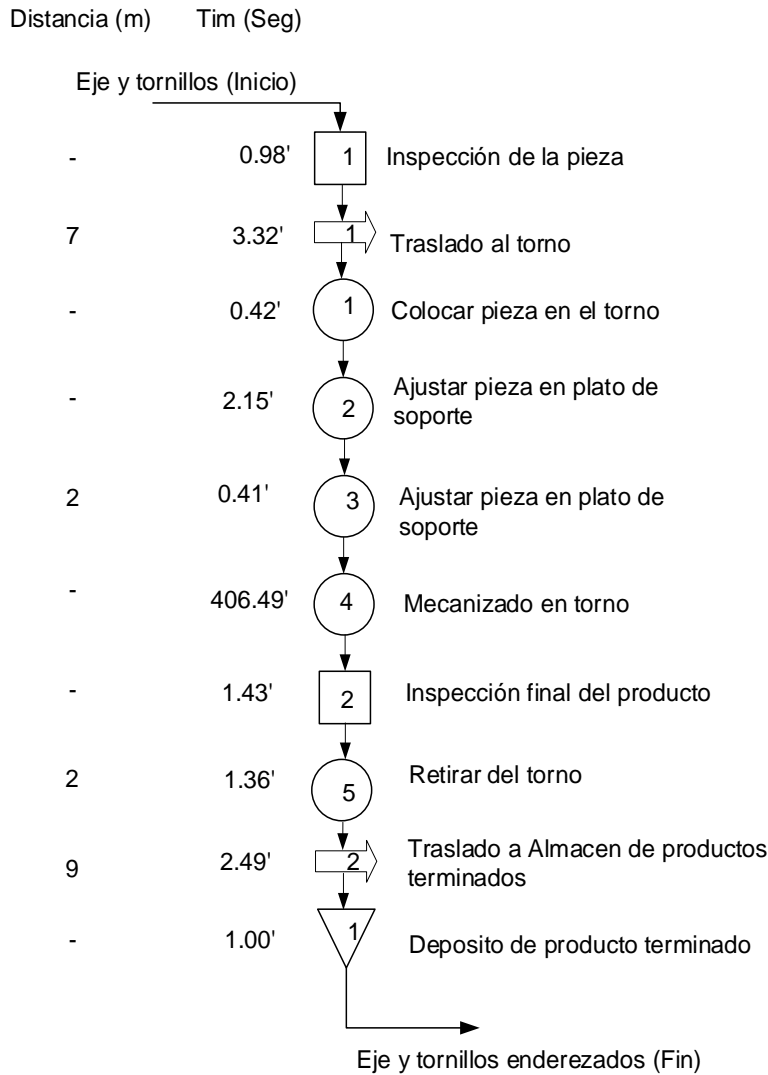
se hace insuficiente teniendo en cuenta que parte de este espacio se utiliza para actividades fuera de las maquinas como el entornillar, golpear, lijar, etc.

Tabla 4. *Dimensión y descripción de las áreas de la planta de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.*

Cod.	Área	Maquinaria (m2)		Espacio de trabajo (m2)		Tránsito (m2)		Almacenamiento temporal (m2)		Dimensión (m2)
		N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%	Total
A1	Área de almacén de materia prima	4,2	34%	0,0	0%	3,2	26%	5,0	40%	12
A2	Área de cortado	5,8	47%	3,0	24%	2,0	16%	1,5	12%	12
A3	Área de doblado	9,3	50%	3,4	18%	4,3	23%	1,5	8%	18
A4	Área de torneado	7,5	20%	14,3	39%	4,3	12%	11,0	30%	37
A5	Área de ensamblado	11,3	64%	3,3	19%	2,5	14%	0,6	3%	18
A6	Área de lijado	6,8	42%	4,8	30%	1,4	9%	3,2	20%	16
A7	Área de pintado	1,3	6%	9,3	44%	3,6	17%	6,8	32%	21
A8	Área de esmeril	0,2	2%	4,6	46%	3,3	33%	2,0	20%	10
A9	Área de cepillado	10,4	57%	3,0	17%	4,3	24%	0,5	3%	18
A10	Área de producto terminado	0,0	0%	9,6	48%	4,3	22%	6,1	31%	20
A11	Área de servicios básicos	0,0	0%	5,1	51%	3,6	36%	1,4	14%	10
	Área Total	56,6	29%	60,2	31%	36,8	19%	39,4	20%	193

Fuente: Elaboración propia, basado en los activos

Se realizaron los diagramas de operaciones (DOP) (Anexo 7 al 9), y de análisis de cada proceso (DAP) (Anexo 10 al 17) de la empresa FAMENORT E.I.R.L. con el fin de obtener las distancias, actividades improductivas (tiempo muerto), el tiempo que se incurre y el costo de traslado de los materiales, de tal forma que se obtengan los datos necesarios para la distribución; la figura 5 es un ejemplo; se escoge esta actividad ya que es la más frecuente.



Leyenda: Enderezado de ejes y tornillos

Actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo
Operación	5	4	410.80
Transporte	2	16	5.86
Inspección	2	4	2.51
Combinado			
Almacén	1	-	

Figura 5. Enderezado de ejes y tornillos

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se va a detallar las distancias de recorrido que se lleva a cabo en el desarrollo de las actividades productivas, así mismo la producción y los tiempos que se emplearon en cada etapa de la empresa FAMENORT E.I.R.L., las distancias se evaluaron en base a todo el año 2019; tomando muestras en una semana cada 3 meses y sacando un promedio en base a ello. De ese modo se puede visualizar en la tabla 5 que la distancia promedio cambia ya sea

porque las maquinas en cada área cambiaron de posición; o en todo caso existen materiales que dificultan el paso de un área a otra; se puede notar que los trabajos más frecuentes tienen distancias más largas, lo cual es una deficiencia clara que se debe solucionar ya que en el total representa un gran desperdicio de recursos.

Tabla 5. Distancias de los procesos del área de producción de empresa FAMENORT E.I.R.L.

	1er trimestre 2019			2do trimestre 2019			3er trimestre 2019			4to trimestre 2019		
	D.P.	N.T.	Total	D.P.	N.T.	Total	D.P.	N.T.	Total	D.P.	N.T.	Total
Enderezado de ejes y tornillos	12	116	1392	14	136	1904	10	86	860	11	111	1221
Soldadura de bases para motores	7	108	756	6	130	780	8	72	576	8	101	808
Cimentación de tornillos de engranaje	9	104	936	10	126	1260	5	78	390	7	108	756
Perforación de planchas hidráulicas	9	90	810	14	104	1456	8	66	528	9	85	765
Fabricación de estructuras	12	82	984	23	90	2070	9	58	522	11	80	880
Soldadura de compuerta hidráulica	8	80	640	12	96	1152	6	66	396	7	81	567
Relleno de eje helicoidales	13	66	858	16	78	1248	9	50	450	11	64	704
Fabricación de aspas de acero	9	62	558	14	74	1036	7	46	322	8	60	480
Recortado de planchas de acero	6	50	300	9	58	522	4	36	144	5	47	235
Rectificación de ejes	8	44	352	9	52	468	6	32	192	7	42	294
Confección de ejes hidráulicos	10	32	320	15	36	540	9	22	198	10	29	290
Rectificación de biela de motor	9	26	234	18	32	576	8	20	160	9	26	234
Fabricación de máquina trilladora	29	8	232	37	10	370	19	6	114	24	8	192
Total	141	868	8372	197	1022	13382	108	638	4852	127	842	7426
*DP= distancia promedio (m) *NT= número de trabajos												

Fuente: Empresa FAMENORT E.I.R.L. Trujillo 2019

En cuanto a los tiempos por cada una de las actividades se procuró registrar en base a un formato elaborado por los participantes; los tiempos promedios se realizaron en base a una muestra de 80 trabajos; un punto resaltante es que el tiempo y la distancia no son directamente proporcionales entre si ya que existen materiales muy pesados que a pesar de tener distancias cortas de transporte tienen más tiempo para su realización; a partir de estos resultados se obtuvo la participación para cada actividad lo cual facilitará la determinación de la productividad, un ejemplo de ello es la cimentación de tornillos que representa un 17% del tiempo de trabajo, el cual es superior a la actividad más frecuente que es enderezado de ejes con un 10%; por lo tanto se debe dar más prioridad a la cimentación que es la actividad que consume más recursos.

Tabla 6. *Tiempos de los procesos del área de producción de empresa FAMENORT E.I.R.L.*

	Número de trabajos	Tiempo de preparación (min)	Tiempo de preparación maquina (min)	Tiempo de proceso (min)	Tiempo transporte (min)	Tiempo muerto (min)	Tiempo de Inspección (min)	Tiempo total (min)	Utilización por trabajo (min)
Enderezado de ejes y tornillos	449	2245	898	10776	8082	5388	898	28287	10%
Soldadura de bases para motores	411	4932	822	18495	6165	6165	822	37401	13%
Cimentación de tornillos de engranaje	416	7488	416	26624	5408	7488	1248	48672	17%
Perforación de planchas hidráulicas	345	4140	690	14835	4485	3105	690	27945	10%
Fabricación de estructuras	310	4960	620	17360	5580	3720	620	32860	12%
Soldadura de compuerta hidráulica	323	2584	646	15827	5814	3230	969	29070	10%
Relleno de eje helicoidales	258	3096	258	9288	4128	4128	258	21156	7%
Fabricación de aspas de acero	242	4840	242	8470	1210	726	484	15972	6%
Recortado de planchas de acero	191	3056	191	7831	764	764	191	12797	5%
Rectificación de ejes	170	1360	340	4590	1360	680	340	8670	3%
Confección de ejes hidráulicos	119	1904	238	3451	952	238	238	7021	2%
Rectificación de biela de motor	104	1248	104	5408	1040	728	104	8632	3%
Fabricación de máquina trilladora	32	640	64	2464	512	256	64	4000	1%
TOTAL	3370	42493	5529	145419	45500	36616	6926	282483	

Fuente: Elaboración propia, basado en los reportes de producción (Anexo 20, 21, 22 y 23)

Se elaboró un layout con el propósito de ubicar las áreas dentro del rango de la empresa, de tal forma que se encuentren los lugares ineficientes y la falta de fluidez. Los resultados indican transportes largos que en muchos casos son inadecuados, y dado que no se sigue una metodología de evaluación las actividades más importantes y frecuentes no tienen la fluidez que requieren eso causa que en un periodo de tiempo largo los tiempos que no dan valor agregado se acumulen.

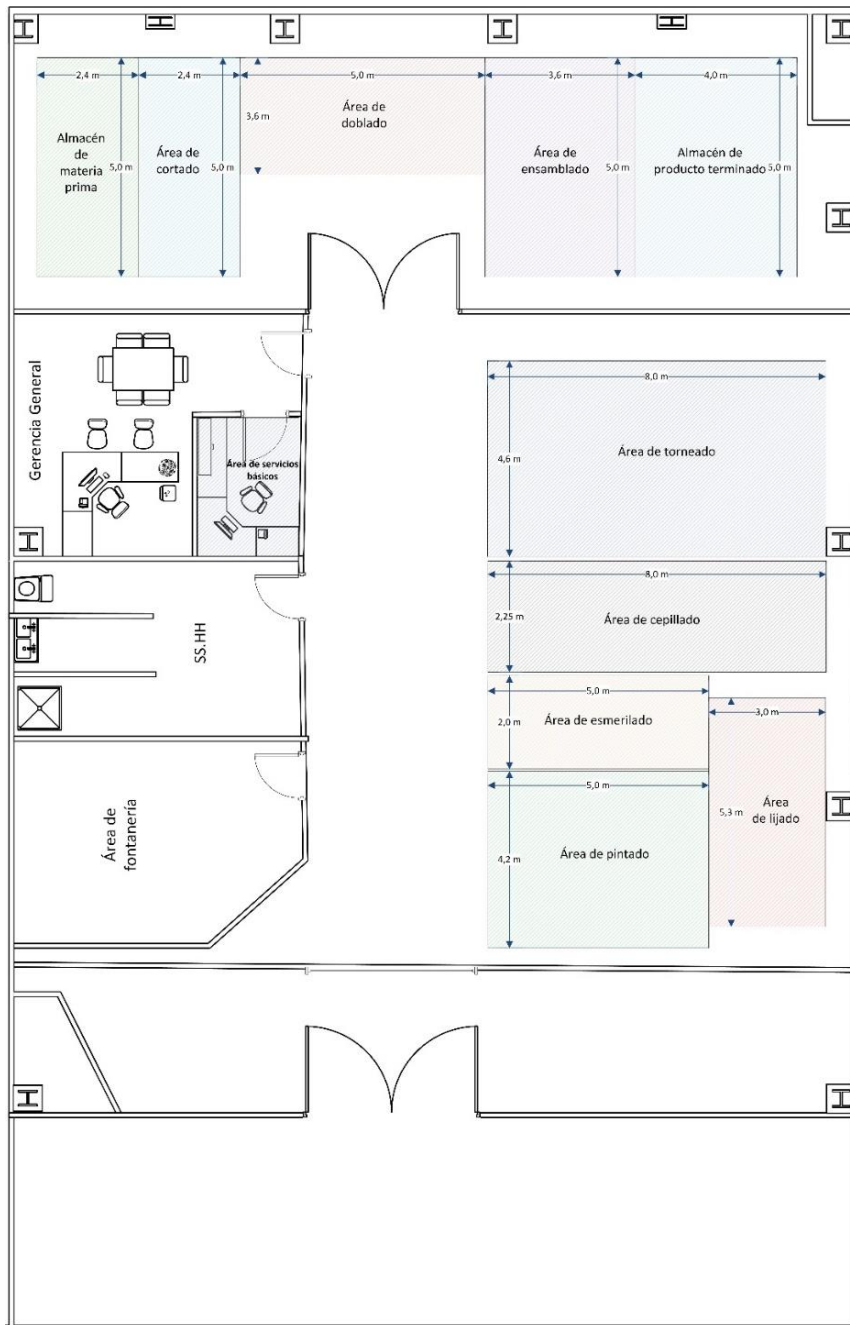


Figura 6. Layout de planta - Áreas

Fuente: Empresa FAMENORT E.I.R.L. Trujillo 2020

La evaluación del layout por sectores arrojo que existe un gran problema con la distribución dado que existen espacios de trabajo que se pueden combinar para maximizar la utilización del espacio; además que existen varios almacenamientos temporales que dificultan la fluidez del trabajo dado que el transporte de materiales tiene que rodearlos.

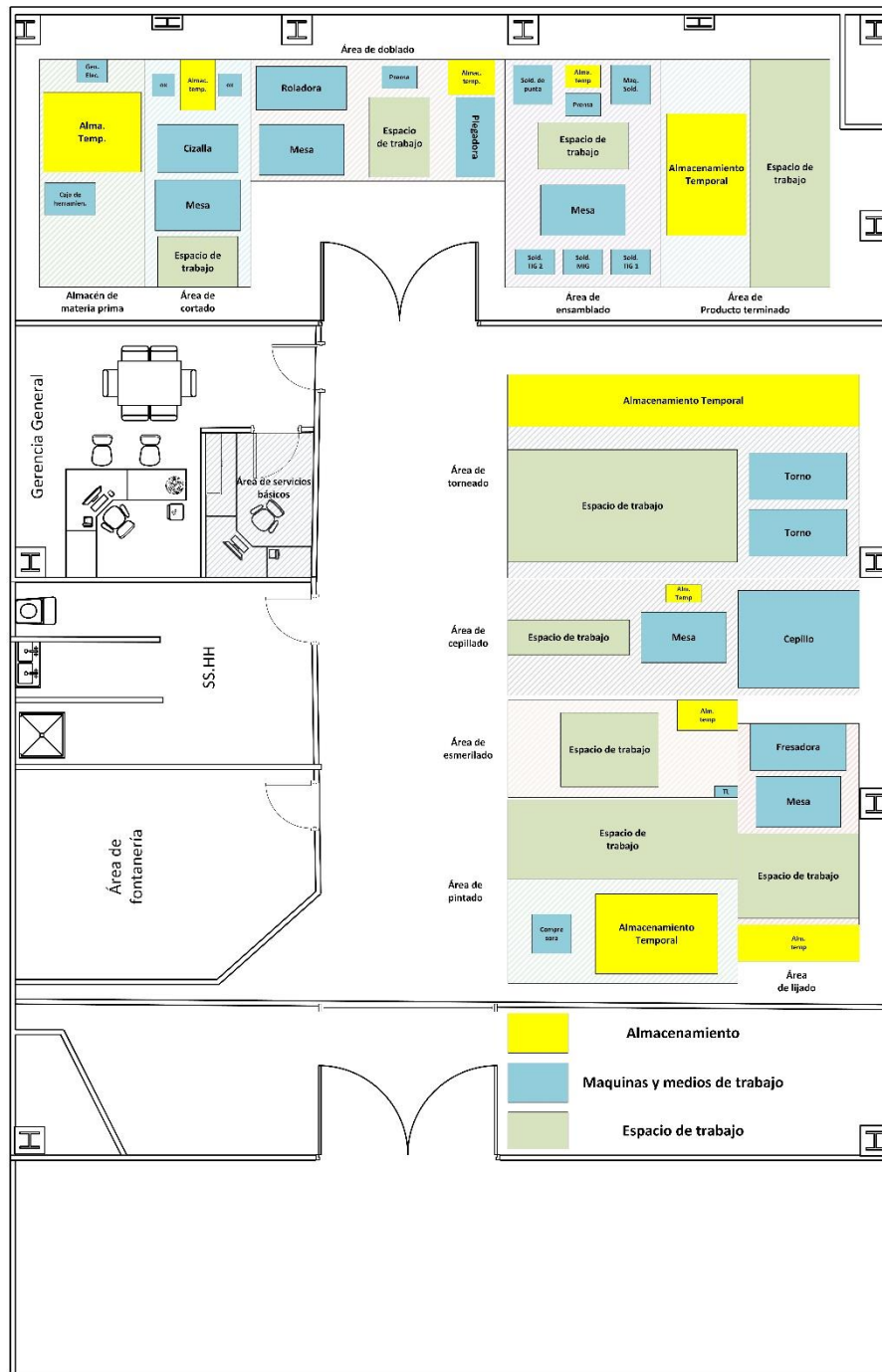


Figura 7. Layout de planta – detalles de áreas

Fuente: Empresa FAMENORT E.I.R.L. Trujillo 2020

4.2. Determinación de la productividad actual del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

A continuación, se presenta la evaluación de la productividad inicial de la empresa FAMENORT E.I.R.L., teniendo como data a la producción del año 2019; encontramos que existe una gran diferencia entre la productividad de máquinas con la de mano de obra esto es a causa de que existen actividades en donde solo se usan herramientas y en mayor parte se refiere a la cantidad de esperas y transportes que tiene cada actividad. Así mismo, se realizó una evaluación de productividad en la cual podemos visualizar que a lo largo del año 2019 hay una disminución progresiva de la productividad; esto se da porque existen muchos retrasos en la fluidez del producto desde inicios del año donde se hace una limpieza y reordenamiento general de la planta; la cual es una de las políticas de la empresa.

Tabla 7. Indicadores de productividad (2019) del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

	Cantidad (1)	Tiempo de producción (min) (100% - 2)	Horas de mano de obra utilizadas (87% - 3)	Hora de maquinaria (51% - 4)	Productividad de M.O (Unid. /h - H) (1/3)	Productividad de Maquinaria (Unid. /h - maq) (1/4)
1er trimestre 2019	868	54748	794	470	1,093	1,848
2do trimestre 2019	1022	65039	943	558	1,083	1,831
3er trimestre 2019	638	42026	610	361	1,047	1,769
4to trimestre 2019	842	56367	818	484	1,030	1,741

Fuente: Elaboración propia, basado en los reportes de producción (Anexo 20, 21, 22 y 23).

Un punto importante que muestra la efectividad de la distribución se encuentra en la productividad del costo de transporte; esto es dado por que cualquier transporte gasta el tiempo de los trabajadores y este tiempo genera un costo el cual es el pago de los mismo; es por ello que al sumar todos los tiempos de transporte promedio en el año 2019 y multiplicar por el pago por hora que se realiza se puede medir el costo general que tiene que solventar la empresa.

Tabla 8. Indicadores de productividad de traslados (2019) del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Pago anual promedio del trabajador (soles)	Tiempo total de producción (horas)	Pago por hora (soles /hr)	Tiempo de transporte (horas)
A	B	A/B = C	D
37200	3636	10,23	586
Costo en transporte (soles)	Servicios completados	Productividad del costo	
C*D = E	F	F/E	
5992	3370	0,56	

Fuente: Elaboración propia, basado en los reportes de producción (Anexo 20, 21, 22 y 23)

4.3. Diseño de la redistribución de planta para la empresa FAMENORT E.I.R.L.

En base al Pareto realizado se resolvió un modelo ABC para clasificar las actividades más importantes de acuerdo a su frecuencia; de tal forma que se prioricen en el ordenamiento el flujo de actividades que son más frecuentes.

Tabla 9. Clasificación y valor relacional de áreas

Trabajo	Código	Clasificación	Valor relacional
Enderezado de ejes y tornillos	T1	A	3
Soldadura de bases para motores	T2	A	3
Cimentación de tornillos de engranaje	T3	A	3
Perforación de planchas hidráulicas	T4	A	3
Fabricación de estructuras	T5	A	3
Soldadura de compuerta hidráulica	T6	A	3
Relleno de eje helicoidales	T7	A	3
Fabricación de aspas de acero	T8	A	3
Recortado de planchas de acero	T9	B	2
Rectificación de ejes	T10	B	2
Confección de ejes hidráulicos	T11	B	2
Rectificación de biela de motor	T12	C	1
Fabricación de máquina trilladora	T13	C	1

Fuente: anexo 24

En base a lo anteriormente dicho se establece un puntaje (tabla10) para el valor relacional aplicado, los puntajes se aplicarán en base a la continuación de cada tarea; las áreas que en conjunto tienen mayor puntaje relacional tendrán un valor de "A" e ira disminuyendo conforme al puntaje obtenido.

Tabla 10. Puntaje relacional

		Puntaje relacional	
		Min	Max
A	Absolutamente importante	13	16
E	Especialmente importante	9	12
I	Importante	5	8
O	Ordinario	1	4
U	sin importancia	0	
X	Rechazable	-1	

Fuente: anexo 24

Como se visualiza en los anexos 24 los puntajes en relación de las actividades se identifican mediante las siguientes letras formando un diagrama relacional como se muestra en la tabla 11, el cual será utilizado como data para el programa de redistribución de planta.

Tabla 11. Diagrama de relación de actividades

Código	Área	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	Área de almacén de materia prima		I	O	A	U	O	U	O	O	U	U
A2	Área de cortado			U	O	U	U	X	I	O	U	U
A3	Área de doblado				O	U	O	U	O	O	U	U
A4	Área de torneado					U	O	U	U	E	O	U
A5	Área de ensamblado						O	I	E	O	O	U
A6	Área de lijado							U	U	O	I	U
A7	Área de pintado								U	U	I	U
A8	Área de esmeril									O	E	U
A9	Área de cepillado										I	U
A10	Área de producto final											U
A11	Área de servicios básicos											

Fuente: Tabla 09 y 10; anexo 4

A continuación, se realizó la evaluación de áreas actuales con respecto a las maquinas a través del método Guerchet, para determinar un nuevo dimensionamiento el cual remplazara tanto transito como espacio de trabajo actual (tabla 12); los resultados mostraron que el cepillo es la que ocupara más espacio para trabajar todo ello en base a sus dimensiones físicas en cambio la roladora y fresadora con dimensiones de 10 y 8 respectivamente; alcanzan esta dimensión debido a sus diversos elementos móviles.

Tabla 12. Aplicación del método Guerchet

Descripción	Superficie estática (m2)	Superficie de gravitación (m2)	Superficie de evolución (m2)	Superficie total (m2)
Plegadora	2,4	2,4	1,78	7
Roladora	2,75	2,75	2,50	8
Taladro radial	0,18	0,36	0,16	1
Torno	3,75	3,75	2,00	10
Fresadora	3,6	3,6	2,30	10
Soldadura TIG1	1,08	1,08	0,19	2
Soldadura TIG2	1,08	1,08	0,19	2
Soldadura MIG	1,08	1,08	0,19	2
Máquina de Soldar	1,44	1,44	0,29	3
Compresora	1,32	1,32	1,32	4
Caja de herramientas	1,235	1,235	0,99	3
Cepillo	7,2	7,2	2,48	17
Generador Eléctrico	0,48	0,48	0,75	2
Cizalla	2,688	2,688	1,12	6
Soldadura de punta	1,38	1,38	0,55	3
Mesas de producción	3,15	3,15	0,82	7
Equipo oxicorte	0,36	0,36	0,29	1
Prensa hidráulica	0,6	1,2	0,54	2

Fuente: anexo 25

A partir del cuadro anterior se establecen las áreas mínimas para cada sector, de tal manera que se obtenga el área total con lo cual se trabajara en el programa de distribución de planta (tabla 13); podemos visualizar que los porcentajes en comparación con la distribución original están más altos con respecto a las maquinas, la razón de esto es que a diferencia del dimensionamiento anterior este considera el espacio utilizado para manejar las maquinas.

Tabla 13. Comparación antes y después del nuevo dimensionamiento

Cód.	Área	Maquinaria y tránsito (m2)				Espacio de trabajo (m2)				Almacenamiento (m2)				Dimensión (m2)	
		Antes		Después		Antes		Después		Antes		Después		Antes	Después
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%		
A1	Área de almacén de materia prima	7,4	60%	12	55%	0	0%	0	0%	5	40%	10	45%	12	22
A2	Área de cortado	7,8	63%	16	84%	3	24%	3	16%	1,5	12%	0	0%	12	19
A3	Área de doblado	13,6	73%	24	88%	3,4	18%	3	12%	1,5	8%	0	0%	18	27
A4	Área de torneado	11,8	32%	19	66%	14,3	39%	10	34%	11	30%	0	0%	37	29
A5	Área de ensamblado	13,8	78%	26	93%	3,3	19%	2	7%	0,6	3%	0	0%	18	28
A6	Área de lijado	8,2	51%	17	78%	4,8	30%	5	22%	3,2	20%	0	0%	16	21
A7	Área de pintado	4,9	23%	4	30%	9,3	44%	9	70%	6,8	32%	0	0%	21	13
A8	Área de esmeril	3,5	35%	1	13%	4,6	46%	5	87%	2	20%	0	0%	10	5
A9	Área de cepillado	14,7	81%	24	89%	3	17%	3	11%	0,5	3%	0	0%	18	27
A10	Área de producto terminado	4,3	22%	0	0%	9,6	48%	10	44%	6,1	31%	12	56%	20	22
A11	Área de servicios básicos	3,6	36%	0	0%	5,1	51%	5	100%	1,4	14%	0	0%	10	5
B1	Almacenamiento temporal 1			0	0%			0	0%			3	100%		3
	Área Total	93,6	49%	143	65%	60,4	31%	55	25%	39,6	21%	25	11%	192	221

Fuente: tabla 6 y 10

Con los datos obtenidos del diagrama de relaciones y el método Guerchet se procede a realizar una nueva distribución por medio del programa ALDEP al cual se les suministro estos datos como se muestra en el anexo 26; la siguiente figura es el resultado final de la distribución; dado que el programa no permite ingresar el layout de la planta se cuenta con la perspectiva del ingeniero para ajustarlo; los cambios más notables se encuentran en que los almacenamientos de materia prima y producto terminado deben estar separados lo que difiere de la distribución actual.

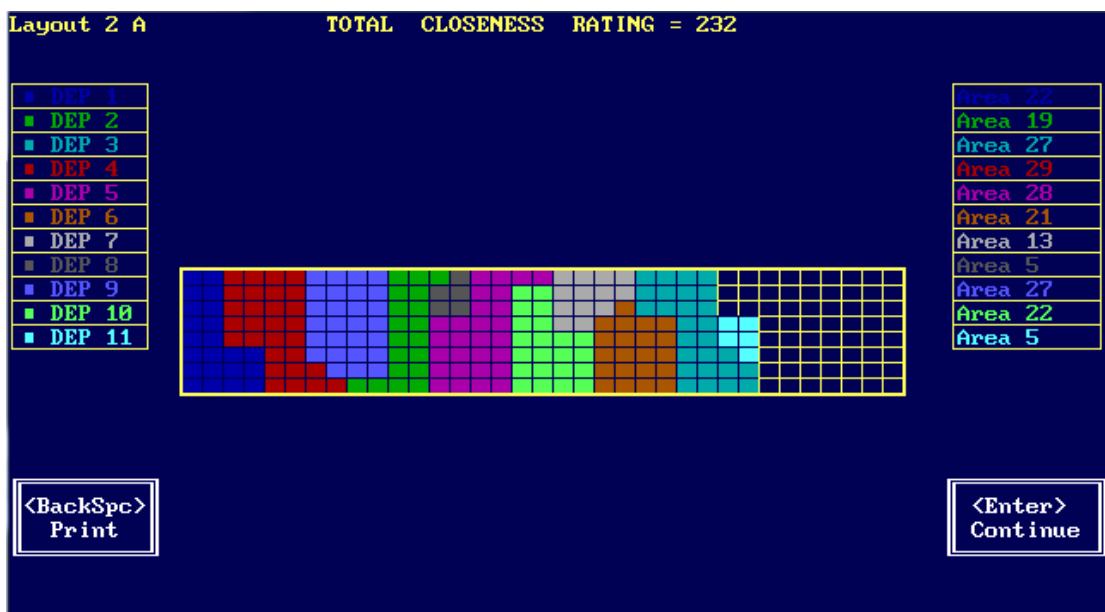


Figura 8. Nueva distribución programa ALDEP

Fuente: Programa ALDEP

En base formados por el programa se desarrolló una nueva distribución como se visualiza en la figura 10; se puede notar como el área de torneado se ha desplazado al área de arriba; reemplazando al área de producto terminado que se desplaza para su posición; todos estos cambios están centrados en la reducción de distancias de desplazamiento total mejorando el flujo de los procesos más frecuentes; por último se estableció un único almacenamiento temporal en el sector inferior; que será de uso compartido para todas las áreas de ese modo se puede utilizar de manera más efectiva el espacio.

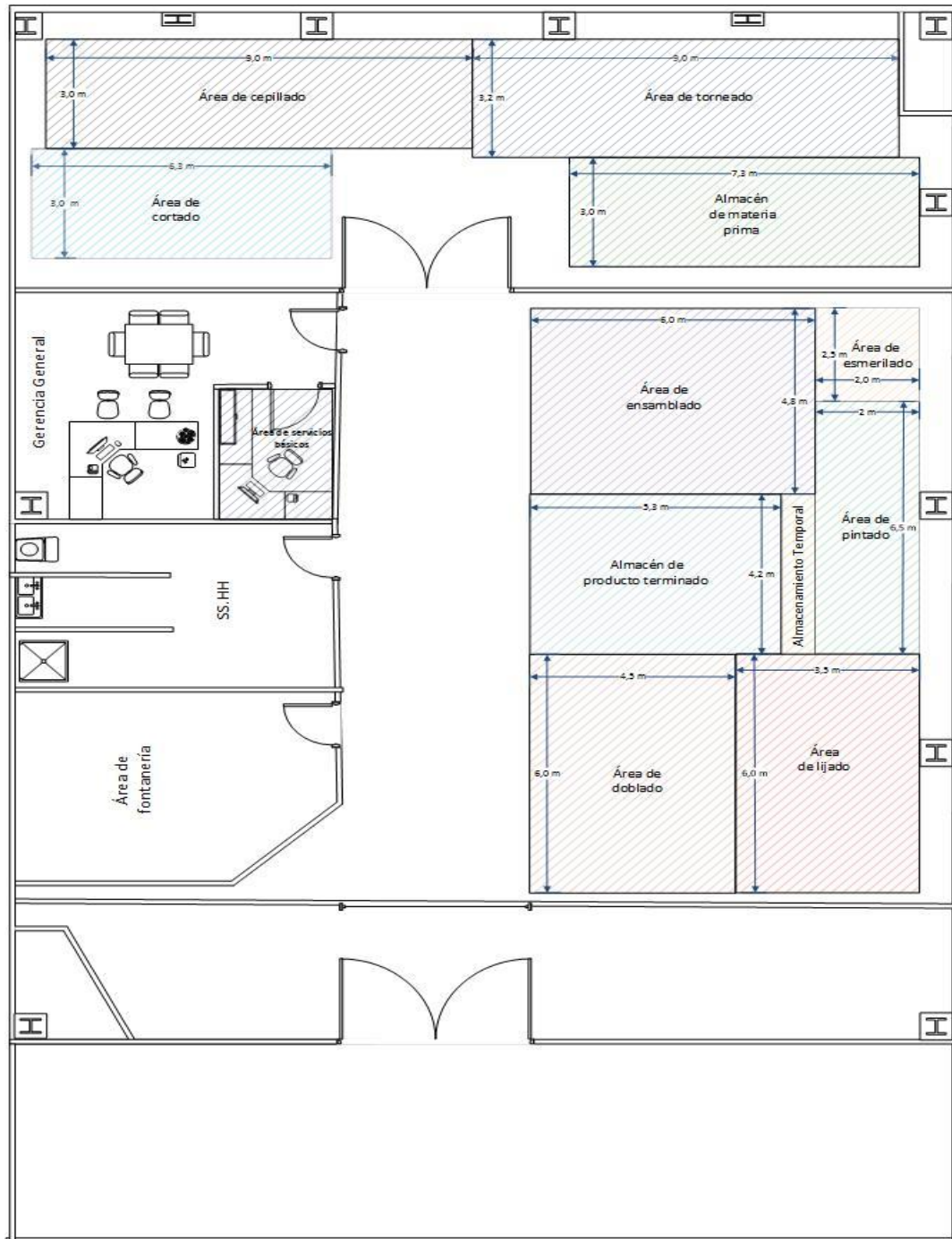


Figura 9. Nueva distribución Layout

Fuente: elaboración propia

4.4. Simulación para la determinación de la nueva productividad.

Para evaluar los cambios propuestos en la presente investigación se realizó una simulación en ProModel, en el cual se insertó todos los datos de mejora en las áreas y flujo del proceso; desarrollados por el layout y el método Guerchet, el resultado es el que se visualiza en la figura 11.

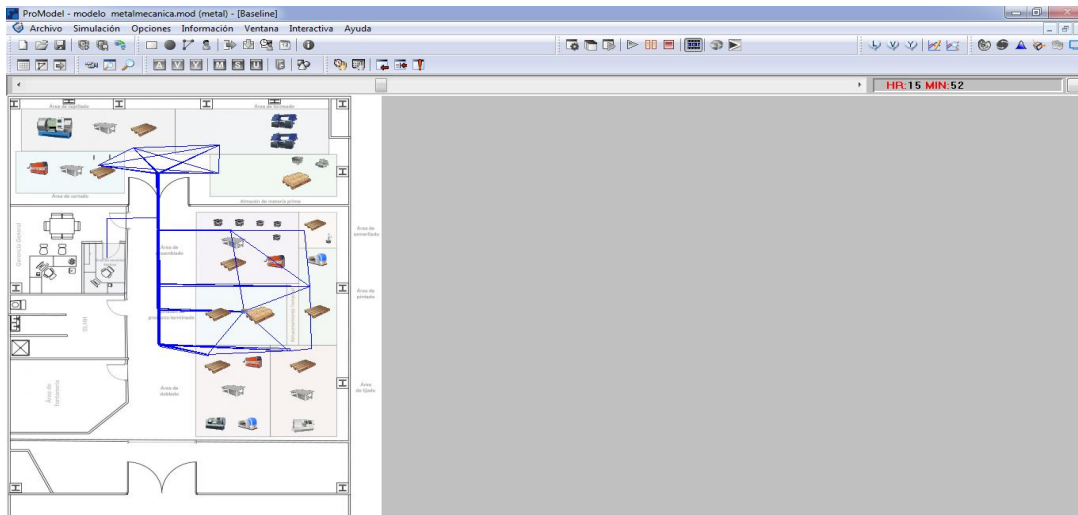


Figura 10. Simulación Promodel

Fuente: ProModel, anexo 27

Los resultados de la simulación se muestran en la tabla 13, en la cual se puede visualizar que el tiempo de operación promedio ha disminuido considerablemente si lo comparamos con lo presentado en la tabla 7; así mismo se debe añadir que el tiempo en sistema promedio considera los transportes y esperas del proceso. Con estos datos se calculó la nueva productividad de 1,09 que representa un aumento de 8%.

Tabla 14. Resultados de simulación (tiempos)

Nombre	Total Salidas	Tiempo Sistema Promedio (Min)	Tiempo Operación Promedio (Min)	Tiempo total	Octubre - Diciembre		Variación
					Productividad 2020	Productividad 2019	
Enderezado de ejes y tornillos	160,00	50,17	38,00	101,33	1,58	1,54	2%
Soldadura de bases para motores	122,00	81,06	55,00	111,83	1,09	1,16	-6%
Cimentación de tornillos de engranaje	92,00	96,45	81,00	124,20	0,74	0,73	1%
Perforación de planchas hidráulicas	99,00	78,22	57,00	94,05	1,05	0,93	11%
Fabricación de estructuras	95,00	99,50	80,00	126,67	0,75	1,01	-35%
Soldadura de compuerta hidráulica	90,00	78,22	55,00	82,50	1,09	1,15	-5%
Relleno de eje helicoidales	74,00	75,03	49,00	60,43	1,22	1,09	11%
Fabricación de aspas de acero	73,00	55,44	51,00	62,05	1,18	1,01	14%
Recortado de planchas de acero	57,00	56,61	50,00	47,50	1,20	0,92	23%
Rectificación de ejes	49,00	33,97	29,00	23,68	2,07	1,31	37%
Confección de ejes hidráulicos	53,00	38,17	32,00	28,27	1,88	1,19	36%
Rectificación de biela de motor	41,00	52,87	50,00	34,17	1,20	0,89	26%
Fabricación de máquina trilladora	9,00	102,47	87,00	13,05	0,69	0,54	22%
Total	1014,00	898,18	714,00	909,73	1,11	1,03	8%

Fuente: ProModel, anexo 28

Por último, para el cálculo de los costos de transporte en la tabla 15 se utilizó los porcentajes de lógica de movimiento salidos de la simulación como se puede observar todos ellos tienen un porcentaje menor a 11%, lo cual muestra una clara mejora con lo calculado en el mismo periodo del 2019, el cual fue 16%; en tanto a los costos se calculó 919 soles para la nueva distribución con respecto a 1548 soles de la nueva distribución siendo una reducción de cerca del 41%.

Tabla 15. Resultados de simulación (Porcentaje de actividades)

	% En Lógica de Movimiento	Tiempo de movimiento 2020 (min)	% Movimiento 2019	Tiempo de movimiento 2019 (min)	% mejora
Enderezado de ejes y tornillos	11%	877,4	16%	800	-10%
Soldadura de bases para motores	6%	607,2		971	37%
Cimentación de tornillos de engranaje	6%	528,8		1642	68%
Perforación de planchas hidráulicas	9%	727,1		1012	28%
Fabricación de estructuras	8%	745,8		879	15%
Soldadura de compuerta hidráulica	12%	831,4		785	-6%
Relleno de eje helicoidales	10%	560,8		651	14%
Fabricación de aspas de acero	2%	97,1		661	85%
Recortado de planchas de acero	5%	168,4		565	70%
Rectificación de ejes	4%	71,2		356	80%
Confección de ejes hidráulicos	3%	51,6		270	81%
Rectificación de biela de motor	4%	84,7		324	74%
Fabricación de máquina trilladora	4%	38,6		164	77%
Total (min)		5390,4			9079
Total (hr)		89,8		151,3	
Pago por hora			10,23		
Costo de traslado de materiales (CTM)		919,1		1548,0	
Mejora de los costos			41%		

Fuente: ProModel, anexo 28

Para la comprobación de Hipótesis se establece una evaluación por medio del programa SPSS; de tal manera se toman las productividades antes y después para comprobar la significancia del cambio; es así como encontramos la tabla 16, la cual muestra un aumento de la media de 0,17 y un error promedio de 0,10 por lo cual se nota el cambio en el antes y después.

Tabla 16. Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Tiempo después	1,2036	14	,40128	,10725
	Tiempo antes	1,0357	14	,24355	,06509

Fuente: Programa SPSS

En base a la correlación encontramos un índice de 0,733 que indica un alto nivel de relación entre la distribución y la productividad mostrando que un cambio de la distribución afecta enormemente a la productividad.

Tabla 17. Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Tiempo después & Tiempo antes	14	,733	,003

Fuente: Programa SPSS

La tabla 18 indica una t de 2,264 y una sig. bilateral menor a 0,05 lo cual indica que el cambio es positivo y al mismo tiempo significativo, por lo cual se comprueba la Hipótesis ya que se demostró que la distribución de planta aumenta la productividad en la empresa estudiada.

Tabla 18. Prueba de muestras emparejadas

	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bil.)
				Inferior	Superior			
Productividad_ después_antes	,16786	,27744	,07415	,00767	,32805	2,264	13	,041

Fuente: Programa SPSS

V. DISCUSIÓN

La evaluación inicial del presente proyecto consto de un check list el cual, se demostró una clara deficiencia dado que se obtuvo un 75 y 80 % de deficiencias en lo que respecta a los flujos y ambiente de trabajo; Ospina (2016) realiza un análisis similar evaluando cada área de manera individual obteniendo deficiencias en promedio de 70%, este tipo de evaluación es muy recomendable y hacerlo por área optimiza mejor sus resultados dado que Ospina pudo encontrar que el área de ensamble es la que tiene mayor deficiencias; la actual investigación no realizo una evaluación tan especifica por lo cual solo detecto una deficiencia generalizada, así como lo realizo Gonzales y Tineo (2016) el cual evaluó a todo el sistema con el objetivo de integrar las áreas, este autor al igual que la investigación expuso los defectos de la distribución física en el área de producción, por una deficiencia en la gestión.

La siguiente evaluación consistió en la evaluación Pareto el cual detecto que existe un problema frecuente en el flujo de los procesos, lo cual genera retrasos y posibles errores; la solución de este problema garantiza la reducción del 12% de los errores, lo cual genera un cambio importante en la reducción de costos, como lo establece Zheng [et al.] (2017) el cual indica que una correcta armonía entre el flujo y la infraestructura reduce los costos por la disminución de errores; además se tiene a Ospina (2016) quien realiza una evaluación con el mismo propósito solo que se enfoca en los accidentes del trabajo generados por la mala distribución, en esta evaluación se determinó que hay una disminución progresiva de los accidentes desde el 2014 donde alcanzo el máximo pico todo esto relacionado a los esfuerzos de la empresa en materia de seguridad.

En base a los problemas encontrados se realiza el diagrama Ishikawa, el cual detecta que las causas del mal flujo del proceso, está relacionado con la falta de un estudio de la distribución y optimización de la relación entre áreas, este tipo de evaluación es muy importante como lo indica Castro y Galindo (2018) el cual realizo 3 diagramas Ishikawa de los problemas que considero más críticos; entre las diversas causas las más importantes son materia prima en malas condiciones; maquinaria mal optimizada y largos espacios de desplazamiento; cabe resaltar que las causas encontradas son independientes entre sí dado a

la naturaleza de la empresa, por lo cual estos aspectos únicos son los que optimizan la mejora ya que se centran en la causas más importantes.

Se realizó un segundo diagrama Pareto con el objetivo de establecer las actividades más recurrentes las cuales servirán como prioridad para la investigación, en ella se encontró 3 procesos en donde se concentran el 40 % de todas las actividades, Verbiest, Cornelissens y Springael (2016) indica que es necesario priorizar las actividades más demandadas en una distribución física para que sea más efectiva, es por ello que Céspedes (2016) realiza una evaluación similar en la cual el 40% de todas las actividades se concentran en un solo proceso; este tipo de centralización de los procesos facilita la implantación de un modelo de mejora, en cambio cuando no se centraliza es más complicado administrar los recursos; esto se demuestra en que Céspedes solo realiza una evaluación de áreas para el proceso de turbinas el cual es el prioritario, logrando determinar que se almacena desperdicios de los procesos y las maquinarias innecesarias; situación similar a la evaluación de todas las áreas que se realizó en esta investigación la cual determinó que el almacenamiento de desperdicios y el mal orden de las maquinas reduce el espacio de trabajo.

La evaluación del DOP y DAP fue útil para detectar las distancias y los tiempos de cada proceso realizado por la empresa, además coincide con lo establecido por Chalotra (2018) el cual menciona que para el inicio de una distribución física es necesario identificar el punto de partida del proceso; en función a las distancias encontramos que las actividades más frecuentes comprenden el mayor desplazamiento promedio logrando que el primero supere por más de un 20% al segundo, en cambio en función al tiempo la tercera actividad más frecuente supera por 7% a la primera, los cuales también se deben dar prioridad ya que gastan más recursos; Coronel (2016) elabora la misma técnica con el objetivo de medir las distancias y el tiempo como lo realizó la actual investigación; la actual investigación confirmó al igual que Coronel que tomar una distancia promedio ayuda a determinar la situación en función a transportes de todas las actividades para empresas que no tienen registro de tiempos de transporte; por otro lado se difiere en el cálculo de tiempo estándar ya que se

establece que es más importante determinar un tiempo promedio dado que la nueva distribución debe realizarse en base a las habilidades actuales del trabajador y no a una actividad estándar como lo propone Coronel; Aparte de estos usos Gonzales y Tineo (2016) demostró que el DOP y DAP se puede utilizar para optimizar el flujo de trabajo y proponer una nueva distribución; cabe resaltar que una evaluación de este tipo puede dejar muchas incógnitas sobre flujo del proceso los cuales generan errores a futuro por lo cual se recomienda un análisis más exhaustivo.

Para el cálculo de la productividad se tomó el tiempo total para la realización de las actividades y esto se dividió entre número de actividades, el cual es un cálculo muy efectivo para evaluar de forma generalizada a toda la empresa; Ospina (2016) realiza la misma evaluación, pero por cada área, para así determinar cuáles son las áreas más deficientes en base a esto encontró que el área de pintado es el cuello de botella con una productividad de 6 gabinetes por día en función a un máximo de 19 gabinetes por día; la actual investigación en cambio evalúa la productividad en el tiempo obteniendo una disminución progresiva de 1,09 a 1,03 procesos por hora; así mismo se acentuó el costo por transporte el cual obtuvo un 0,56 procesos por sol invertido en transporte; al establecer varios tipos de productividades da un espectro más grande para el análisis del flujo de procesos.

Para el inicio del diseño de la distribución de planta se realizó un diagrama de relaciones, el cual estuvo enfocado en dar un puntaje mayor a las relaciones referidas en la secuencia del proceso, para que así se asegure el flujo; Céspedes (2016) tiene una visión similar a criterio del investigador se estableció una cuadro para identificar las relaciones más fuertes entre áreas y poder calificarlas en el diagrama, en la investigación actual se realiza un procedimiento similar que aprovecha a identificar las áreas que en secuencia se utilizan más; además de esta herramienta Gutiérrez [et al.] (2014) propone el diagrama origen y destino que tiene el mismo propósito que el diagrama de relaciones elaborado en la presente investigación, pero dado que el programa que se utilizara necesita este tipo de información se selecciona el mencionado;

en cambio Gutiérrez está enfocado de usar un logaritmo que aprovecha el diagrama origen destino.

La segunda herramienta implantada es el método Guerchet el cual proporcione las áreas ideales para el trabajo en cada equipo que en el modelo anterior no estaba definido Céspedes (2016) realiza una evaluación bajo los mismos conceptos en cada uno de los equipos que forman el área estudiada teniendo en su totalidad 1012 metros cuadrados a distribuir, en la presente investigación se sumó 143 metros cuadrados a distribuir, formando un aumento del 43 metros cuadrados; para ambas investigaciones el tiempo requerido de la distribución dependerá directamente del área obtenida; otro punto adicional es que la investigación actual elaboro su propio coeficiente "K" basado en la altura de elementos móviles lo cual no se aprecia en Céspedes que utilizo el coeficiente teórico de 1,5 ; también encontramos a Coronel (2016) que utiliza el índice 1,4 el cual reduce considerablemente las áreas a utilizar teniendo como riesgo que el trabajador vuelva a sentirse incomodo o tener un espacio mal utilizado por no considerar la naturaleza del equipo.

Se toma las dos anteriores técnicas evaluadas, para trasladar los datos obtenidos al programa ALDEP el cual procesara la información para establecer las relaciones físicas más adecuadas que aseguren el flujo del proceso; Coronel (2016) realiza el mismo procedimiento pero con el programa CORELAP ingresando los mismos datos y obteniendo una gráfica similar, dado que la forma de la planta donde se realizan los procesos es rectangular la implementación del diseño resultante fue sencilla asegurando que todas las relaciones propuestas sean implementadas; para la investigación actual esto no fue posible dado que a pesar de tener un diseño rectangular la planta divide sus espacios con el área administrativa teniendo una forma de "L" inversa con lo cual el investigador tiene que adaptar la información para que esta encaje con el diseño físico de la planta y obtener el layout adecuado; esto se justifica por Cahuay, Jara y Vásquez (2020) que enfatiza que el layout adecuado es muy importante dado que optimiza la gestión operativa.

Para la construcción del nuevo modelo es necesario tener en cuenta lo indicado por Belón (2014) el cual establece 4 pasos para la implantación de los cuales

se han ido cumpliendo a lo largo de la investigación como último plazo es la puesta en práctica del diseño resultante, que en la situación actual y bajo los grandes cambios que se necesitan, no se podrá lograr a corto plazo es por ello que se realizó una simulación bajo el programa PROMODEL el cual bajo la lógica impuesta en base al diseño presentado obtuvo una mejora del 8% en la productividad y en base a los costos de transporte este se redujo en un 41%, todo esto está basado directamente en la reducción de distancias para la realización de trabajos así como lo expone Castro y Galindo (2018) el cual establece que un indicador muy importante para la evaluación de una distribución de planta es la reducción del transporte y las distancias recorridas, es por ello que a través de 2 propuestas identifica el mayor ahorro en distancias recorridas y elige la mejor de ellas; otro ejemplo de la importancia que se le da a las distancias ahorradas es el caso de Céspedes (2016) el cual indica una disminución en 5 de sus 7 procesos mostrando solo 2 un aumento de 23 metros; esto es muy común ya que en la actual investigación se produjo lo mismo en el proceso de enderezado con un aumento de 10% y en la soldadura de puerta hidráulica con un aumento de 6%; esto demuestra que la optimización en base a una distribución de planta no es tan flexible como para admitir mejoras en todos los procesos hay ocasiones en que se debe sacrificar la optimización de uno para mejorar el procesos de todos los demás claro está enfatizando la optimización de costos y tiempos.

Se realizó un análisis por medio del programa SPSS para contrastar la Hipótesis; dando como resultado una T de 2,264 y una sig bilateral de 0,041 lo cual comprueba un cambio significativo y estable entre las dos variables; Ospina (2016) realiza un análisis de Correlación de Pearson y Spearman, obteniendo índices entre 0,2 a 0,9 el autor realizo varias comparaciones entre diferentes dimensiones que componen estas variables; en cambio la actual investigación realiza una evaluación de pruebas T emparejadas ya que se necesita calcular la mejora y al mismo tiempo la relación entre las dos variables, lo cual fue efectivo dado que comprobó la Hipótesis.

VI. CONCLUSIONES

El análisis de la situación actual de la empresa, con el check list, Ishikawa y Pareto se demostró que hay un mal flujo de proceso productivo, debido a las inconformidades encontradas en la mala asignación de espacios, actividades de trabajo y grandes cantidades de tiempo en los transportes que se reflejan en horas y días productivos desperdiciados.

La productividad de la empresa Famenort, en torno al 2019 antes de la propuesta de la redistribución fue de 1,848 y con la simulación aplicada termino en 1,741 de manera progresiva en los 4 trimestres, estos índices son deficientes dado que no pueden cumplir sus metas en ventas, este nivel en la baja productividad es provocado por la mala distribución y mal aprovechamiento de los recursos, lo cual también afecto a la productividad de los costos en los transportes internos con un índice de 0,56 dado los largos transportes que generan un gasto de tiempo innecesario.

La propuesta dio importancia a las relaciones entre cada área productiva en base a los distintos procesos y frecuencia que presentan en la empresa; además se aseguró el espacio mínimo de trabajo para cada área aumentado de un 49% a un 65% para el trabajo en equipos, lo cual por medio del programa ALDEP, mostro un layout que reduce los transportes entre cada área y optimiza los espacios al reducir los almacenamientos.

La simulación por medio del programa Promodel determino que existe una reducción del 10% en el tiempo para fabricar el producto esto en base a las distancias recorridas; así mismo el costo ahorrado por estos tiempos presenta una mejora del 41% elevando los índices de productividad; lo cual demuestra que la distribución física es un factor importante para la optimización de la productividad.

VII. RECOMENDACIONES

Establecer formatos de control para la limpieza y orden del taller de manera frecuente y continua; además se recomienda evaluar y eliminar procesos redundantes en la fabricación.

Establecer un formato de control de productividad para cada equipo de la empresa con el objetivo de poder establecer un balance de línea que asegure el rendimiento de cada equipo.

Dar seguimiento a los residuos y partes descartadas en los procesos para no formar nuevos almacenamientos temporales que dificulten el trabajo.

Realizar evaluaciones con el programa Promodel cada trimestre, siendo la base para una proyección de sus recursos a futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTO, Paulo [et al.] Upscale Design, Process Development, and Economic Analysis of Industrial Plants for Nanomagnetic Particle Production for Environmental and Biomedical Use. *Materials* [en línea] 2020, vol. 13, n.º 2477, pp. 19 [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7321212/>. ISSN 1996-1944. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ma13112477>.

BELÓN, Ana. Rediseño de Distribución de Planta de una Lavandería Industrial en la Región de Arequipa. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Católica San Pablo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2014. 156 pp. Disponible en: <http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/>

BUITRAGO, Pulido. Análisis bibliométrico sobre la producción científica en distribución en planta en la red Redalyc durante el periodo 2007 - 2017. *Scientia et Technica* [en línea] 2019, vol. 24, n.º 3, pp. 437-441. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7101970>. ISSN 0122-1701.

BUSS, Abyss. Determinants of Combined Factor Productivity of Ethiopian Manufacturing Firms. *Abyssinia Journal of Business and Social Sciences* [en línea] 2017, vol. 2, n.º 1, pp. 19-29. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: [journals.wu.edu.et/ajbs /download](http://journals.wu.edu.et/ajbs/download). ISSN 2616-4728.

CASTRO, Erika; GALINDO, Andrea. Propuesta de diseño y distribución en planta para una nueva infraestructura de la empresa congelados TRUST S.A. a través de técnicas de ingeniería. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad de la SALLE, Facultad de Ingeniería Industrial, 2018. 115 pp. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/>

CCAHUAY Juan, JARA Karen y VÁSQUEZ Manuel. Plan de mejora en la gestión operativa para reducir costos de la empresa shalom empresarial s.a.c. chicalayo. *TZHOENCOEN* [en línea] 2020, vol. 12, n.º 3. [Fecha de consulta: 25 de enero de

2020] Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1332>. ISSN 1997-3985.

CÉSPEDES, Pablo. Propuesta de redistribución de planta y su efecto en la productividad, en el taller de maestranza-turbinas de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2016. 273 pp. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8420>

CHALOTRA Vipul Order Processing Process in Physical Distribution Adopted by Small Scale Cements Manufacturing Firms. Journal of Supply Chain Management System [en línea] 2018, vol. 7, n.º 3, pp.8-15. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7>. ISSN 2277-1387.

CORONEL, Gerson. “Distribución de planta para incrementar la productividad en la empresa Grifería Industrial Y Comercial Nc S.R.L., Lima, 2017”. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2016. 173 pp. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe>

FERNANDEZ, Antonio. Metodología SLP para la distribución de planta [en línea]. Universidad de Madrid. España. 10 de Julio de 2018. [Fecha de consulta: 23 de abril del 2019]. Disponible en: <http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP>

FUMERO Yanina, MORENO Marta, CORSANO Gabriela y MONTAGNA Jorge. A multiproduct batch plant design model incorporating production planning and scheduling decisions under a multiperiod scenario. Applied Mathematical Modelling [en línea] 2016, vol. 40, n.º 5-6, pp. 3498-3515. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X15005806>. ISSN 0307-904X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2015.09.046>

GARCIA, Roberto. Estudio del Trabajo. Segunda. Puebla: Mc Graw Hill, 2002. pp. 459. ISBN: 970-10-4657-9.

GIAGNORIOA, Mattia; STEFFENINOB, Sara; MEUCCIB, Lorenza; CHIARA, Maria y TIRAFERRI, Alberto. Design and performance of a nanofiltration plant for the removal of chromium aimed at the production of safe potable water. Journal Of Environmental Chemical Engineering [en línea], 2020, vol. 6, n.º 4, pp. 201 [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234923624.pdf>. ISSN 2213-3437. DOI: 10.1016/j.jece.2018.06.055.

GONZALES, Jorge y TINEO, Paola. Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C – Chiclayo 2015. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería Industrial, 2016. 173 pp. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/>

GUTIÉRREZ, Claudia [et al.]. Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la generación de una propuesta de distribución física en un CEDIS. Artículo científico (realizado como un trabajo de investigación para el Congreso Internacional de Investigación la revista científica academia Journals. Chiapas – México: Instituto Tecnológico de Orizaba, Chiapas, México; Departamento de Estudios de posgrado; Ingeniería Industrial, 2014. 173 pp. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Pablo_Nuno

GUTIERREZ, Pulido. Calidad Total y Productividad. Tercera. México D.C.: Mc Graw hill Educación, 2010. pp. 736. ISBN: 978-970-10-4877-1.

HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de Administración de Operaciones. Séptima Edición. México D.F-México: Pearson Educación, 2009. pp. 752. ISBN: 978-607-442-099-9.

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. [en línea]. Sexta Edición. México: McGRAW-HILL, 2014. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf> ISBN: 9781456223960

CÉSPEDES, Nikita; LAVADO, Pablo; RAMÍREZ, Nelson. Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias. Universidad del Pacífico, 2016.

MOR, Rahul; SINGH, Sarbjit y BHARDWAJ Arvind. Exploring the Causes of Low-Productivity in Dairy Supply Chain using AHP. *Jurnal Teknik Industri* [en línea] 2017, vol. 19, n.º 2, pp. 83-92. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: <http://jurnalindustri.petra.ac.id/index.php/ind/article/viewFile/20442/19361>. ISSN 1411-2485. DOI: 10.9744/jti.19.2.83-92.

MOWAFFAQ, Heba. The role of Physical Distribution Activities in Competitive Advantages: An Exploratory Study Of The Opinions Of Managers At The General Company For The Manufacture Of Medicines And Medical Supplies in Samarra [en línea] 2020, vol. 39, n.º 126, pp. 62 - 85. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: https://tanmiyat.mosuljournals.com/article_165652_dee17446da090b05fd685f7b35808339.pdf. ISSN 1609-591X. DOI: <https://doi.org/10.33899/tanra.2020.165652>

MUTHER, Richard. *Distribución en planta*. Segunda. Barcelona: Hispano Europea, 1981. pp. 482. ISBN: 8616-1970.

NIGEL Slack, BRANDON-JONES Alistair y JOHNSTON, Robert. *Operations Management*. [en línea]. Séptima Edición. United Kingdom: Pearson education, 2013. Disponible en: <https://www.academia.edu/31441281> ISBN: 9780273776284

OSPINA Delgado, Juna. "Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate Lima, Perú". Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Ingeniería Industrial, 2016. 173 pp. Disponible en: <http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream>

PEÑALOZA, Fernando; HERNÁNDEZ, Juan y LLAMAS Geraldo. Diseño de distribución eficiente de planta para el aumento de la productividad en la empresa Grupo T&M. [en línea] 2020, vol. 7, n. 5. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: <http://148.214.90.90/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/925/pdf1>. ISSN: 2395-9797

REYES, John; ALDAS Darwin, MORALES Luis y GARCÍA Mario. *Evaluación de la capacidad para montaje en la industria manufacturera de calzado*. Universidad

Técnica de Ambato. Ambato [en línea] 2016, vol. 37, n.º 1. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020] Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100003. ISSN 1815-5936.

SERNA, Daniel. Conceptos e importancia de la distribución de planta: Barcelona, 2012.

SULOGNA, Chowdury. Consider modular plant desing. Zeton [en línea], 2017, mayo. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020] Disponible en: <https://www.zeton.com/wp-content/uploads/2019/10/AICHE-SR-Consider-Modular-Plant-Design-20170528.pdf>. ISSN 1547-590.

TOSUN Omur y UYSAL Fahriye. Physical Distribution Flexibility in Logistics Systems and Its Impact on Productivity. Journal of Advanced Management Science [en línea] 2016, vol. 4, n.º 1. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.joams.com/uploadfile/2014/1008/20141008045058195.pdf>. ISSN 2168-0787. DOI: 10.12720/joams.4.1.53-56.

VERBIEST, Floor; CORNELISSENS, Trijntje y SPRINGAEL Johan. Design of a chemical batch plant with parallel production lines: Plant configuration and cost effectiveness. Computers and Chemical Engineering [en línea] 2016, vol. 99, n.º 21-30, pp. 21-30 [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: <https://antor.uantwerpen.be/wp-content/papercite-data/pdf/verbiest2017design.pdf>. ISSN 0098-1354. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.12.013>.

VERDUZCO, Adriana; MONTALVO, Kathia; FRÍAS, Mariana y VERDUZCO, Maria. Design of a centralized warehouse layout and operation flow for the automotive industry: A simulation approach. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management [en línea] 2018, pp. 2572-2584 [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.ieomsociety.org/paris2018/papers/485.pdf>. ISSN: 21698767.

ZHENG, Px; CHEN, B; ZHENG, Lj; ZHANG, Gi; FAN, Yi y PEI T. Key issues and technical route of cyber physical distribution system. International Conference on

Energy Engineering and Environmental Protection [en línea] 2017, vol. 52, pp. 1-13.
[Fecha de consulta: 25 de enero de 2020] Disponible en:
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/52/1/012035/pdf>. ISSN: 1755-1315. DOI:10.1088/1755-1315/52/1/012035.

ANEXO

Anexo 1. Operacionalización de las variables

Variable		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores		Escala De Medición	
Variable Independiente (X)	Redistribución de planta(X):	La distribución de planta (DP) establece las prioridades competitivas de una organización, con la capacidad, los procesos, la flexibilidad y el costo. El objetivo es desarrollar una distribución eficiente y efectiva que cumpla con las exigencias competitivas de la empresa. (Heizer, y otros, 2009 p.348)	El rediseño de la distribución de planta va a comprender tomar en cuenta la disposición física de las posibilidades industriales, instaladas o en proyecto, los espacios necesarios para el movimiento del material, mano de obra, actividades auxiliares, servicios y personal. Colocando las máquinas y equipos logrando facilitar el movimiento de materiales al costo más bajo y con mínima manipulación.	X1: Factor gestión producción	Evaluación Check List	$\frac{\text{Evaluaciones correctas factor de producción}}{\text{Total de evaluaciones}}$	Razón	
					Rotación	$\frac{\text{Rotacion de productos A, B y C}}{\text{Numero de rotaciones}}$	Razón	
					Distancias de trabajo	$\frac{\text{Distancias total recorrida (por area)}}{\text{Numero de trabajos realizados}}$	Razón	
				X2: Factor mano de obra	Mano de obra utilizadas	$\frac{\text{Minutos trabajados por periodo en MO}}{\text{Minutos de produccion total}}$	Razón	
					Mano de obra utilizadas por trabajo	$\frac{\text{Minutos por tipos de trabajo}}{\text{Minutos de produccion total}}$	Razón	
					Tiempo muerto generado	$\frac{\text{Minutos en espera por labor}}{\text{Minutos de produccion por labor}}$	Razón	
				X3: Factor maquinaria	Utilizacion de maquinaria	$\frac{\text{Minutos maquina trabajadas por labor}}{\text{Minutos de produccion por labor}}$	Razón	
				X4: Factor áreas productivas	Dimensionamiento	Superficie estatica	Ss=Largo x Ancho	Razon
						Superficie de gravitacion	Sg=Ss x n n: numero de lados	
						Superficie de evolucion	Se=(Ss+Sg)k k: coeficiente de evolucion	
Superficie total	St= Ss + Sg + Se							
Diagrama de relacion de actividades	\sum Numero de intercambio por areas x Valor relacional	Ordinal						
Espacio de trabajo	$\frac{\text{Espacio disponible para su uso}}{\text{Espacio total}}$	Razón						

Variable dependiente (Y)	Productividad (Y):	<p>La productividad se define la relación entre lo que produce una operación y lo que se requiere para producirla. El objetivo es mejorar la eficiencia entre las salidas y las entradas. Esta mejora puede lograrse mediante la reducción de la entrada mientras que la salida permanece constante o incrementar las salidas mientras que la entrada permanece constante (Gutierrez, 2012 p. 21)</p>	<p>La productividad es la división entre los productos terminados y los recursos utilizados para lograrlo; tales recursos son varios entre los cuales el tiempo y costo son los más resaltantes</p>	Y1: Productividad de Mano de obra	$\frac{\text{Producto terminado}}{\text{Horas hombre utilizadas}}$		Razón	
				Y2: Productividad de Maquinaria	$\frac{\text{Producto terminado}}{\text{Horas maquina}}$		Razón	
				Y3: Productividad de traslados	Costo por traslado de materiales (CTM)	$\text{T tiempo total para trasladadas materiales} \times \text{Costo por hora de M.O.}$		Razón
					Productividad de traslados	$\frac{\text{Producto terminado}}{\text{CTM}}$		
					Mejora en los costos	$\frac{\text{CTM despues} - \text{CTM antes}}{\text{CTM antes}}$		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Causas y efectos en planta

Criterios	Problema Central	Causas	Efecto
Maquinaria	Mala distribución en el proceso de fabricación de estructuras metálicas	Mala ubicación de las máquinas	Baja productividad en la empresa Famenort E.I.R.L.
		Desorden	
		Falta de mantenimiento	
Mano de obra		Falla en las máquinas	
		Exceso de confianza	
		Errores humanos	
		Tiempo improductivo	
		Flujo ineficiente	
		Falta de capacitación	
		Orden y limpieza deficiente	
Materiales		Abastecimiento tardío	
		Exceso de material	
		Medición	
No hay medición constante			
Falta de calibración en equipos			
Método		Demora en entrega	
	Mala distribución en las áreas		
	Mal flujo de proceso		
Medio Ambiente	Ruido		
	Ambiente desordenado		
	Áreas reducidas		

Anexo 3. Tabla pareto

	Causas	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada
A	Mal flujo de proceso productivo	34	12.01%	12.01%
B	Tiempo improductivo	28	9.89%	21.91%
C	Áreas de trabajo reducido o muy amplios	23	8.13%	30.04%
D	Desmotivación	22	7.77%	37.81%
E	No hay medición constante	22	7.77%	45.58%
F	Mala distribución de las áreas	21	7.42%	53.00%
G	Ambiente laboral desordenado	19	6.71%	59.72%
H	Método de trabajo no estandarizado	18	6.36%	66.08%
I	Orden y limpieza deficientes	17	6.01%	72.08%
J	Falta de calibración de equipos	16	5.65%	77.74%
K	Falta de mantenimiento	14	4.95%	82.69%
L	Mala ubicación de las máquinas	13	4.59%	87.28%
M	Exceso de confianza	12	4.24%	91.52%
N	Abastecimiento tardío	8	2.83%	94.35%
O	Exceso de material	8	2.83%	97.17%
P	Ruido	8	2.83%	100.00%
	TOTAL	283	100.00%	

Anexo 4. Totalidad de productos solicitados en el primer trimestre del 2020 de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Trabajos realizados en el taller	Enero	Febrero	Marzo	Total
Perforación de planchas hidráulicas	12	18	10	40
Rectificación de ejes	8	9	8	25
Relleno de ejes sin fin	14	12	5	31
Confección de ejes hidráulicos	5	3	4	12
Enderezado de ejes y tornillos	14	27	15	56
Rectificación de biela de motor	3	5	3	11
Soldadura de bases para motores	19	21	13	53
Fabricación de estructuras	14	14	12	40
Cimentación de engranaje	14	19	18	51
Fabricación de máquina trilladora	3	2	1	6
Recortado de planchas de acero	12	10	5	27
Soldadura de compuerta hidráulica	14	13	10	37
Fabricación de aspas de acero	12	10	9	31

Fuente: Elaboración propia, basado en las órdenes de trabajo de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Anexo 5. Clasificación de las órdenes de trabajo según la frecuencia

Trabajos realizados	N° de trabajos totales	Clasificación ABC	
		Relativo	Absoluto
Enderezado de ejes y tornillos	56	13%	13%
Soldadura de bases para motores	53	13%	26%
Cimentación de tornillos de engranaje	51	12%	38%
Perforación de planchas hidráulicas	40	10%	48%
Fabricación de estructuras	40	10%	57%
Soldadura de compuerta hidráulica	37	9%	66%
Relleno de ejes helicoidales	31	7%	73%
Fabricación de aspas de acero	31	7%	81%
Recortado de planchas de acero	27	6%	87%
Rectificación de ejes	25	6%	93%
Confección de ejes hidráulicos	12	3%	96%
Rectificación de biela de motor	11	3%	99%
Fabricación de máquina trilladora	6	1%	100%

Fuente: Elaboración propia, basado en el área de ventas de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Anexo 6. Dimensionamiento de equipos de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

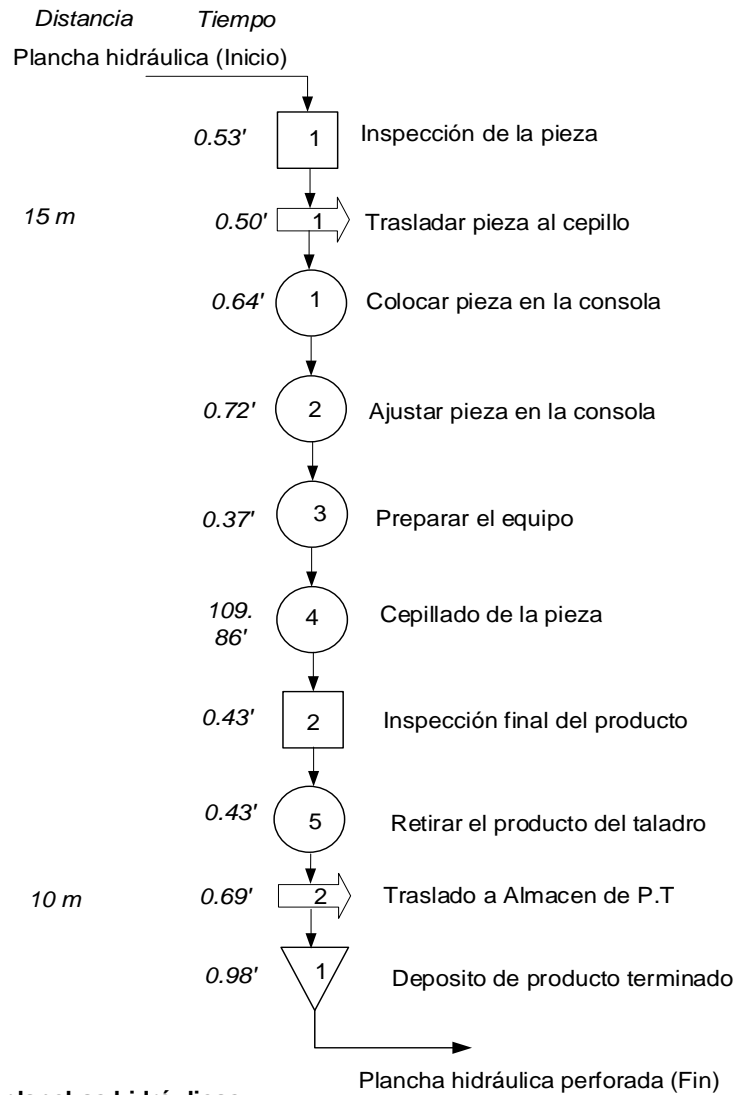
Se realizó el análisis de las características de las máquinas y equipos y su ubicación en las áreas de producción utilizado en el proceso productivo de la planta de la empresa FAMENORT E.I.R.L. El taller fabricación de estructuras metálicas de la empresa FAMENORT E.I.R.L., cuenta con 8 áreas de producción, las cuales son ubicadas de acuerdo a la necesidad del encargado de la planta, teniendo como fundamento la flexibilidad que se necesita para la fabricación de los equipos que son solicitados por los clientes potenciales.

Descripción	Cantidad	Código de ID	Características		
			Largo	Ancho	Altura
Plegadora	1	P	2	1,2	1.35
Roladora	1	R	2,2	1,25	1.10
Taladro radial	1	B	0,3	0,6	1.35
Torno	2	T	2,5	1,5	1.5
Fresadora	1	F	2,4	1,5	1.25
Soldadura TIG1	1	-	1,2	0,9	1.15
Soldadura TIG2	1	-	1,2	0,9	1.15
Soldadura MIG	1	-	1,2	0,9	1.15
Máquina de Soldar	2	M	1,2	1,2	1
Compresora	1	C	1,1	1,2	0.8
Caja de herramientas	3	-	1,3	0,95	1
Cepillo	1	L	3	2,4	2.9
Generador Eléctrico	1	-	0,8	0,6	0.45
Cizalla	1	-	1,4	1,92	2.4
Soldadura de punta	1	-	1,15	1,2	1
Mesas de producción	5	-	2,1	1,5	1.15
Equipo oxicorte	2	-	0,6	0,6	1,5
Prensa hidráulica	2	-	1	0,6	2

Fuente: Elaboración propia, basado en los activos

Anexo 7. Perforación de planchas hidráulicas del proceso de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Luego de realizar la clasificación de los productos solicitados de acuerdo al costo de orden de trabajo, se procede a describir los procesos que se desarrollan dentro de la empresa para cumplir con lo solicitado por los clientes

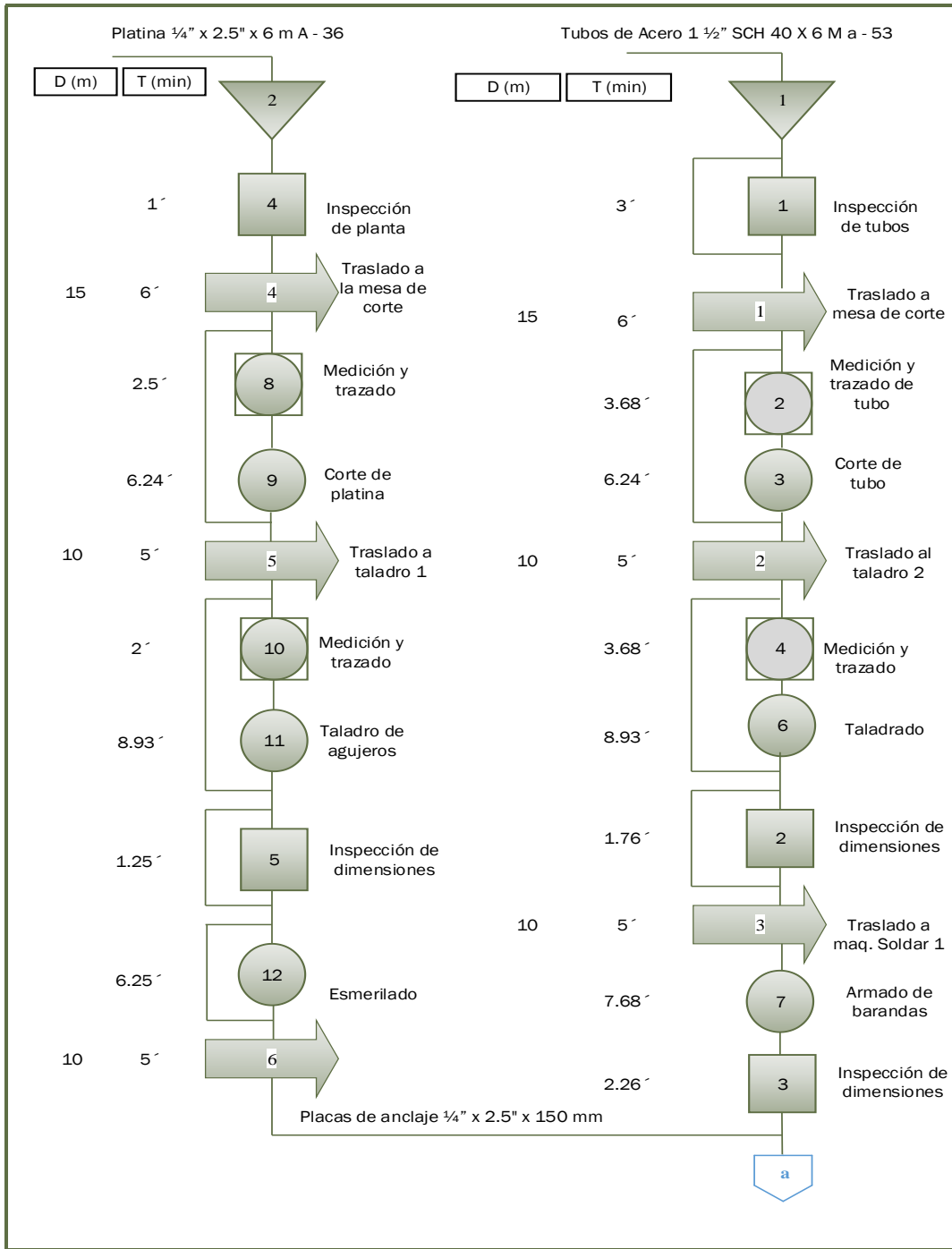


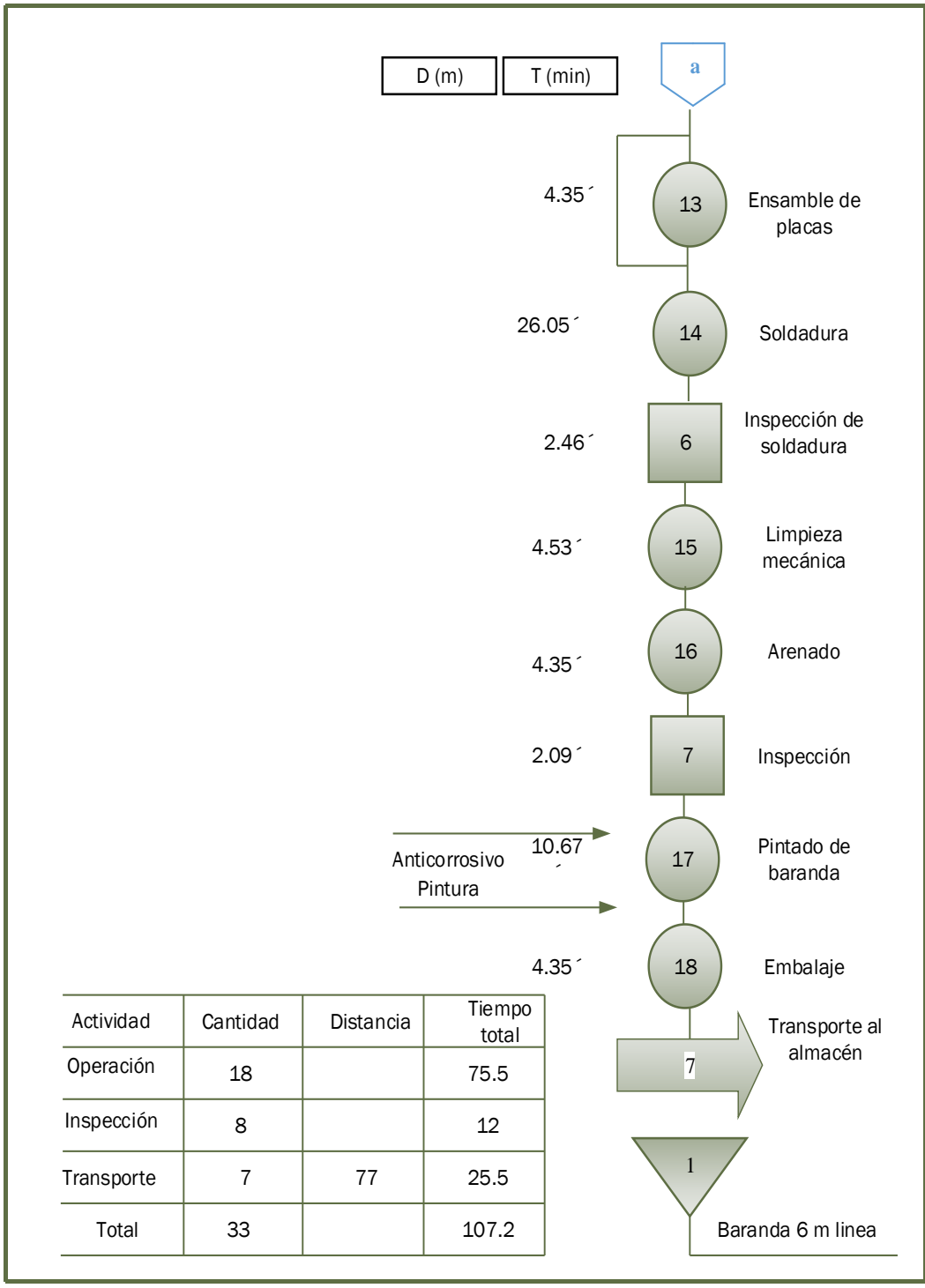
Leyenda: Perforación de planchas hidráulicas

Actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo
Operación	5	4	410.80
Transporte	2	16	5.86
Inspección	2	4	2.51
Combinado			
Almacén	1	-	

Fuente: Elaboración propia, basado en el área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

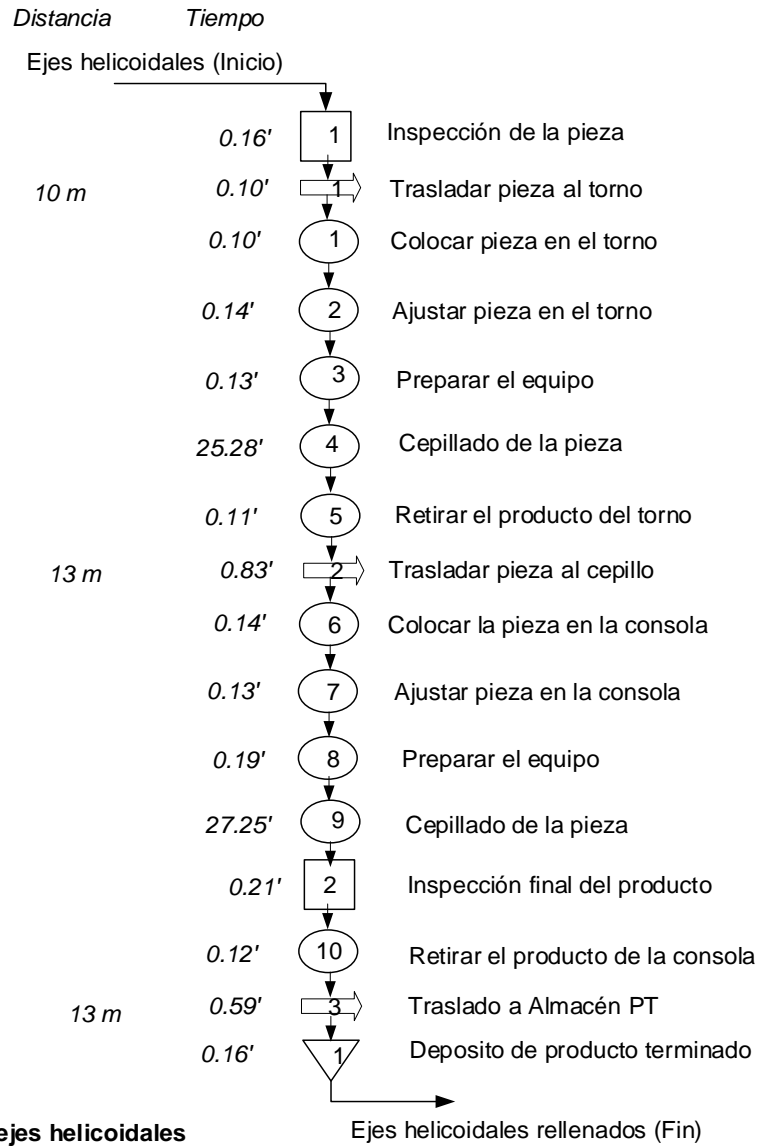
Anexo 8. Fabricación de estructuras de la empresa FAMENORT E.I.R.L.





Fuente: Elaboración propia, basado en el área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Anexo 9. Relleno de ejes helicoidales de la empresa FAMENORT E.I.R.L.



Leyenda: Relleno de ejes helicoidales

Actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo
Operación	5	4	410.80
Transporte	2	16	5.86
Inspección	2	4	2.51
Combinado			
Almacén	1	-	

Fuente: Elaboración propia, basado en el área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.


Anexo 10. Diagrama de flujo de proceso de enderezado de ejes y tornillos

A continuación, se desarrolló el diagrama de flujo de proceso (DAP) de los productos con mayor demanda de los meses de enero, febrero y marzo del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

	Pág.: 1		Resumen				
	Modelo		Enderezado de ejes y tornillos				
	Asunto		Diagrama de análisis de proceso (DAP)				
Elaborado por: Gomez Bermudez, Jossep; Caqui Colonia Carol		Actividad	Actual	Pro	Eco n.		
		Operación	4				
		Transporte	2				
Diagrama Nº: 01		Inspección	2				
		Espera	1				
Actividad: Enderezado de ejes y tornillos		Inspección y operación	0				
		Almacén	2				
Método: Actual / Propuesto		Distancia (d)	17m				
Lugar: Centro de producción FAMENORT E.I.R.L.		Tiempo (t)	23.3min				
Fecha de Elaboración: 25/01/20		Material (Mat.)	1 Unid				
Aprobado por: Ing. Benjamín Vásquez Velásquez		Total					
DESCRIPCIÓN	T(min)						Distancia
Almacenamiento temporal						X	
Inspección de la pieza.	1.30'			X			
Transportar pieza al torno.	0.8'		X				7m
Colocar la pieza en el equipo	0.36'	X					
Ajustar pieza en el plato de soporte.	1.15'	X					
Preparar el equipo.	2.45'	X					
Mecanizado de la pieza	12.43'	X					
Inspección final del producto.	1.08'			X			
Retirar el producto del torno.	0.41'	X					
Transportar pieza al Almacén de P.T	1.26'		X				10m
Depositar producto terminado.	2.06'					X	







Fuente: Elaboración propia, basado en las órdenes de trabajo de la empresa FAMENORT E.I.R.L

Anexo 11. Diagrama de flujo de proceso de Soldadura de bases para motores

		Pág.: 1		Resumen				
		Modelo		Soldadura de bases para motores				
		Asunto		Diagrama de análisis de proceso (DAP)				
Elaborado por: Gomez Bermudez, Jossep; Caqui Colonia Carol		Actividad	Actual	Pro	Eco n.			
		Operación	8					
Diagrama N°: 02		Transporte	8					
		Inspección	5					
Actividad: Soldadura de bases para motores		Espera	0					
		Inspección y operación	3					
		Almacén	2					
Método: Actual / Propuesto		Distancia (d)	74m					
Lugar: Centro de producción FAMENORT E.I.R.L.		Tiempo (t)	131.08. min					
Fecha de Elaboración: 25/01/20		Material (Mat.)	1 Unid					
Aprobado por: Ing. Benjamín Vásquez Velásquez		Total						
DESCRIPCIÓN	T(min)	○	⇒	□	D	⊗	▽	Distancia
Almacenamiento temporal							X	
Inspección de tubo	2.47'			X				
Traslado a la mesa de corte	3.29'		X					15 m
Medición y traslado de tubos según plano	5.12'					X		
Corte de tubo	6.24'	X						
Traslado a taladro 2	5.10'		X					10m
Medición y trazado según plano	3.58'					X		
Taladrado de boca de pescado	9.13'	X						
Inspección de dimensiones	1.56'			X				
Traslado a maq. Soldar 1 (calderería)	3'		X					10m
Armado de baranda (apuntalado)	7.48'	X						
Inspección de dimensiones	2.26'			X				
Traslado a máquina de soldar	5'		X					7m
Ensamble de placas a soportes (caldero)	6.35'	X						
Traslado a máquina de soldador 2	3'		X					6m
Soldado en maq. De soldar 2	26.05'	X						
Inspección de soldadura	2.46'			X				
Traslado al área de limpieza	4'		X					11m
Limpieza mecánica	4.53'					X		
Traslado al área de arenado	4'		X					3m
Arenado de las estructuras	4.35'	X						
Inspección de corrosión	2.09'			X				
Pintado de barandas	10.67'	X						
Embalaje de la estructura	4.35'	X						
Traslado al almacén P.T.	5'		X					12m
Almacenamiento							X	







Fuente: Elaboración propia, basado en las órdenes de trabajo de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Anexo 12. Diagrama de flujo de proceso de Cimentación de tornillos de engranaje

	Pág.: 1		Resumen				
	Modelo		Cimentación de tornillos de engranaje				
	Asunto		Diagrama de análisis de proceso (DAP)				
Elaborado por: Gomez Bermudez, Jossep; Caqui Colonia Carol		Actividad	Actual	Pro	Eco n.		
		Operación	9				
		Transporte	7				
Diagrama Nº: 03		Inspección	4				
		Espera	0				
Actividad: Cimentación de tornillos de engranaje		Inspección y operación	2				
		Almacén	1				
Método: Actual / Propuesto		Distancia (d)	45m				
Lugar: Centro de producción FAMENORT E.I.R.L.		Tiempo (t)	54min				
Fecha de Elaboración: 25/01/20		Material (Mat.)	1 Unid				
Aprobado por: Ing. Benjamín Vásquez Velásquez		Total					
DESCRIPCIÓN	T(min)						Distancia
Almacenamiento temporal						X	
Pieza	2´	X					
Inspección de la pieza.	1´			X			
Transportar pieza al torno.	1.10´		X				15m
Colocar la pieza en el equipo	0.44´	X					
Ajustar pieza en el plato de soporte.	2´	X					
Preparar el equipo.	5.32´	X					
Mecanizado de la pieza.	19.54´	X					
Retirar el producto del torno.	1.76´					X	
Trasladar pieza al cepillo.	3´		X				10m
Colocar la pieza en la consola.	20.25´	X					
Ajustar pieza en la consola.	4.36´			X			
Preparar el equipo.	15´	X					
Cepillado de la pieza.	25.17´	X					
Inspección final del producto.	2´			X			
Retirar el producto de la consola.	2.05´	X					
Transportar pieza al Almacén de P.T.	4´		X				15m
Almacén de producto terminado						X	

Fuente: Elaboración propia, basado en las órdenes de trabajo de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Anexo 13. Diagrama de flujo de proceso de Perforación de planchas hidráulicas

	Pág.: 1		Resumen				
	Modelo		Perforación de planchas hidráulicas				
	Asunto		Diagrama de análisis de proceso (DAP)				
Elaborado por: Gomez Bermudez, Jossep; Caqui Colonia Carol Diagrama N°: 04	Actividad	Actual	Pro	Eco n.			
	Operación	9					
	Transporte	7					
Actividad: Perforación de planchas hidráulicas	Inspección	4					
	Espera	0					
	Inspección y operación	2					
Método: Actual / Propuesto	Almacén	1					
	Distancia (d)	27m					
Lugar: Centro de producción FAMENORT E.I.R.L.	Tiempo (t)	117.23m in					
Fecha de Elaboración: 25/01/20	Material (Mat.)	1 Unid					
Aprobado por: Ing. Benjamín Vásquez Velásquez	Total						
DESCRIPCIÓN	T(min)						Distancia
Almacenamiento temporal						X	
Plancha de acero	3´	X					
Inspección de la pieza.	6´		X				
Trazado sobre la plancha.	1.75´	X					
Preparación del equipo de oxicorte.	6.24´	X					
Oxicorte.	5.10´	X					
Retirar el producto de la zona de trabajo.	3.68´					X	
Transportar pieza al torno.	8.93´		X				10m
Colocar la pieza en el equipo.	1.76´	X					
Ajustar pieza en el plato de soporte.	5´	X					
Preparar el equipo.	7.68´	X					
Mecanizado de la pieza.	2.26´	X					
Retirar el producto del torno.	6´					X	
Transportar pieza al taladro.	4.35´		X				10m
Colocar la pieza en el equipo.	6´	X					
Alinear la broca y la parte de la pieza a perforar.	26.05´	X					
Preparar el equipo.	2.46´	X					
Perforación de agujero.	6´	X					
Inspección final del producto.	4.53´		X				
Retirar el producto de la consola.	4´	X					
Transportar pieza al Almacén de P.T.	4.35´		X				7m
Depositar producto terminado.	2.09´					X	

Fuente: Elaboración propia, basado en las órdenes de trabajo de la empresa FAMENORT E.I.R.L.








Anexo 14. Diagrama de flujo de proceso de Fabricación de estructuras

		Pág.: 1		Resumen				
		Modelo		Fabricación de estructuras				
		Asunto		Diagrama de análisis de proceso (DAP)				
Elaborado por: Gomez Bermudez, Jossep; Caqui Colonia Carol Diagrama Nº: 05		Actividad	Actual	Pro	Ec on			
		Operación	8					
		Transporte	1					
Actividad: Fabricación de estructuras metálicas Método: Actual / Propuesto		Inspección	5					
		Espera	0					
		Inspección y operación	3					
Lugar: Centro de producción FAMENORT E.I.R.L. Fecha de Elaboración: 25/01/20		Almacén	1					
		Distancia (d)	15m					
Aprobado por: Ing. Benjamín Vásquez Velásquez		Tiempo (t)	1047.26.mi n					
		Material (Mat.)						
				Total				
DESCRIPCIÓN	T(min)							Distancia
Almacenamiento temporal							X	
Traslado al área de producción	24´	X						15m
Inspección de tubo	4´			X				
Medición y trazado de tubos según plano	15.20´					X		
Corte de tubo	137.2´	X						
Medición y trazado según plano	12.24´					X		
Taladrado de boca de pescado	71´	X						
Inspección de dimensiones	10´			X				
Armado de baranda (apuntalado)	49.25´	X						
Inspección de dimensiones	3´			X				
Ensamble de placas a soportes (caldero)	34.19´	X						
Soldado en máquina	92.18´	X				X		
Inspección de soldadura	15´			X				
Limpieza mecánica	31.20´					X		
Arenado de las estructuras	157.3´	X						
Inspección de corrosión	22´			X				
Pintado de barandas	75´	X						
Embalaje de la estructura	294.5´	X						

Fuente: Elaboración propia, basado en las órdenes de trabajo de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia, basado en las órdenes de trabajo de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Anexo 17. Diagrama de flujo de proceso de Fabricación de aspas de acero

	Pág.: 1 – 2		Resumen					
	Modelo		Fabricación de aspas de acero					
	Asunto		Diagrama de análisis de proceso (DAP)					
Elaborado por: Gomez Bermudez, Jossep; Caqui Colonia Carol	Actividad	Actual	Pro	Eco		n.		
	Operación	9						
	Transporte	7						
Diagrama N°: 01	Inspección	4						
Actividad: Fabricación de estructuras metálicas	Espera	0						
	Inspección y operación	2						
	Almacén	1						
Método: Actual / Propuesto	Distancia (d)	50						
Lugar: Centro de producción FAMENORT E.I.R.L.	Tiempo (t)	107.2.min						
Fecha de Elaboración: 25/01/20	Material (Mat.)	35 Unid						
Aprobado por: Ing. Benjamín Vásquez Velásquez	Total							
DESCRIPCIÓN	T(min)							Distancia
Almacén temporal de la pieza.							X	
Trazado sobre la plancha.	3´			X				
Preparación del equipo de oxicorte.	6´	X						
Oxicorte.	1.75´					X		
Retirar el producto de la zona de trabajo.	6.24´	X						
Trasladar pieza al cepillo.	5.10´		X					10m
Colocar la pieza en la consola.	3.68´	X						
Ajustar pieza en la consola.	8.93´	X						
Preparar el equipo.	1.76´	X						
Cepillado de la pieza.	5´	X						
Retirar el producto de la consola.	7.68´	X						
Transportar pieza a la mesa de soldadura.	2.26´			X				12 m
Preparar el equipo	6´		X					
Soldadura.	4.35´	X						
Transportar pieza al taladro.	6´		X					6m
Colocar la pieza en el equipo.	26.05´	X						
Alinear la broca y la parte de la pieza a perforar	2.46´	X						
Inspeccionar el aspa de acero	6´			X				
Traslado al almacenamiento de P.T	4.53´		X					
Almacén de P.T.	4´						X	3m
Total		9	4	3	0	2	2	31 m

Fuente: Elaboración propia, basado en las órdenes de trabajo de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Anexo 18. Check list para evaluar la distribución de la planta

Lista de verificación				
Asunto:	Diagnostico situacional de la distribución de planta actual de la empresa FAMENORT E.I.R.L.	SI	NO	Observaciones
Ítems	Flujo de actividades			
1	Se pone énfasis en la tecnología para el desarrollo del producto haciendo uso de la maquinaria automatizada		✓	
2	Se incorpora la ingeniería de procesos utilizando la tecnología actualizada		✓	
3	Se adapta nuevas formas de producción basándose en el estudio de trabajo		✓	
4	Existe una metodología de normalización y estandarización de los procesos de producción	✓		
5	La planeación de la producción en la planta se desarrolla por el sobre pedido, basándose en el empirismo y buen juicio del jefe de producción	✓		
6	La planeación se elabora en función del volumen y los tiempos de producción.	✓		
7	Los costos de producción influyen en la planificación basados en el estudio de trabajo	✓		
8	Se realiza la proyección de la demanda para elaborar la planificación		✓	
9	El sistema productivo estuvo basado en el estudio del trabajo o reingeniería, el cual haya contribuido en la optimización de las operaciones		✓	
10	Se determina los tiempos muertos en el proceso que se lleva a cabo en la empresa		✓	
11	Existen estudios profundizados en el proceso productivo para minimizar los costos		✓	
12	Actualmente existe un control para la estandarización de los métodos y tiempo que se lleva a cabo en el proceso		✓	
13	Cree que el método de distribución actual influye en la mejora de la productividad y la rentabilidad de la empresa		✓	
14	La utilización de la capacidad instalada de la empresa mantiene un porcentaje sobre el 80% de toda su capacidad		✓	
15	La empresa desarrolla programas de gestión y de procesos de producción basados en los cambios de productos, procesos, planta física o especialización de productos		✓	
16	Se evidencia un buen desempeño de los colaboradores en las áreas de producción y el almacén de los materiales de entrada y salida		✓	
17	Se realiza una secuencia detallada de las etapas del proceso productivo de la empresa.		✓	
18	El espacio que se evidencia en el almacén, genera un ambiente adecuado para el desempeño de los colaboradores de la empresa	✓		
19	Los procesos productivos desarrollados durante toda la etapa productiva están relacionados según su grado de importancia y distancia recorrida		✓	
20	Existe beneficios económicos y ambientales en cada etapa desarrollada en el proceso productivo, y en cada área de trabajo		✓	
	Ambiente de trabajo			
21	Las estaciones de trabajo están conectadas por líneas y vías de tránsito en los pasillos de forma adecuada para los colaboradores	✓		
22	Las áreas de trabajo tienen un ambiente adecuado que disminuya los accidentes laborales		✓	
23	Las máquinas y equipos tienen una adecuada ubicación en cada estación de trabajo que existe actualmente		✓	
24	El número de colaboradores que se desempeñan en cada área de trabajo está regido bajo algún método de distribución de espacios		✓	
25	Los colaboradores de la empresa tienen algún manual o guía de proceso que los ayuden a evitar errores en el proceso		✓	

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 19. Valoración de los problemas (Matriz relacional)

CAUSAS		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	FRECUENCIA
A	Mala ubicación de las máquinas	1	0	1	0	2	0	0	1	0	2	1	2	2	2	0	0	13
B	Falta de mantenimiento	1	1	0	2	1	0	0	0	1	3	1	0	2	1	2	0	14
C	Exceso de confianza	1	0	1	1	0	0	1	1	1	2	0	0	2	1	1	1	12
D	Tiempo improductivo	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	3	2	3	3	1	2	28
E	Desmotivación	2	1	0	2	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	2	22
F	Abastecimiento tardío	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	2	8
G	Orden y limpieza deficientes	0	0	1	2	1	0	1	0	2	0	0	2	3	3	0	3	17
H	Exceso de material	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	8
I	Método de trabajo no estandarizado	0	1	1	1	1	0	2	1	1	0	2	2	3	2	0	2	18
J	No hay medición constante	2	3	2	2	3	1	0	0	0	1	2	1	3	2	0	1	22
K	Falta de calibración de equipos	1	1	0	3	1	0	0	0	2	2	1	3	1	1	0	0	16
L	Mala distribución de las áreas	2	0	0	2	1	0	2	1	2	1	1	3	3	3	1	2	21
M	Mal flujo de proceso productivo	2	2	2	3	2	2	3	1	3	3	3	3	3	3	0	2	34
N	Áreas de trabajo reducido o muy amplios	2	1	1	3	2	0	3	0	2	2	1	3	3	1	0	0	23
O	Ruido	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	8
P	Ambiente laboral desordenado	0	0	1	2	2	2	3	1	2	1	0	2	3	0	0	1	19

Fuente: Elaboración propia, basado en el proceso productivo de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Valoración para la matriz relacional

VALORACIÓN	
MUY IMPORTANTE	3
IMPORTANTE	2
POCA IMPORTANCIA	1
SIN IMPORTANCIA	0

Fuente: Elaboración propia, basado en el proceso productivo de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Anexo 20. Reporte de producción del 1er trimestre 2019 del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

	Número de trabajos	Tiempo total	Tiempo de preparación	Tiempo de preparación maquina	Tiempo de proceso	Tiempo transporte	Tiempo muerto	Tiempo - puesta en marcha (Inspección)
Enderezado de ejes y tornillos	116	5287	795	103	2722	852	685	130
Soldadura de bases para motores	108	6499	978	127	3346	1047	842	159
Cimentación de tornillos de engranaje	104	8899	1339	174	4581	1433	1154	218
Perforación de planchas hidráulicas	90	6059	911	119	3119	976	785	149
Fabricación de estructuras	82	5406	813	106	2783	871	701	133
Soldadura de compuerta hidráulica	80	3876	583	76	1995	624	502	95
Relleno de eje helicoidales	66	4439	668	87	2285	715	575	109
Fabricación de aspas de acero	62	3812	573	75	1962	614	494	93
Recortado de planchas de acero	50	3267	491	64	1682	526	423	80
Rectificación de ejes	44	2482	373	49	1278	400	322	61
Confección de ejes hidráulicos	32	1690	254	33	870	272	219	41
Rectificación de biela de motor	26	2048	308	40	1054	330	265	50
Fabricación de máquina trilladora	8	984	148	19	507	158	128	24
TOTAL	868	54748	8236	1072	28184	8818	7097	1342

Fuente: Elaboración propia, data del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L

Anexo 21. Reporte de producción del 2do trimestre 2019 del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

	Número de trabajos	Tiempo total	Tiempo de preparación	Tiempo de preparación maquina	Tiempo de proceso	Tiempo transporte	Tiempo muerto	Tiempo - puesta en marcha (Inspección)
Enderezado de ejes y tornillos	136	5673	853	111	2920	914	735	139
Soldadura de bases para motores	130	7133	1073	140	3672	1149	925	175
Cimentación de tornillos de engranaje	126	10181	1531	199	5241	1640	1320	250
Perforación de planchas hidráulicas	104	7550	1136	148	3887	1216	979	185
Fabricación de estructuras	90	6760	1017	132	3480	1089	876	166
Soldadura de compuerta hidráulica	96	4650	699	91	2394	749	603	114
Relleno de eje helicoidales	78	5108	768	100	2630	823	662	125
Fabricación de aspas de acero	74	4850	730	95	2497	781	629	119
Recortado de planchas de acero	58	4440	668	87	2286	715	576	109
Rectificación de ejes	52	2884	434	56	1485	465	374	71
Confección de ejes hidráulicos	36	2119	319	41	1091	341	275	52
Rectificación de biela de motor	32	2472	372	48	1273	398	320	61
Fabricación de máquina trilladora	10	1219	183	24	628	196	158	30
TOTAL	1022	65039	9784	1273	33481	10476	8430	1595

Fuente: Elaboración propia, data del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L

Anexo 22. Reporte de producción del 3er trimestre 2019 del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

	Numero de trabajos	Tiempo total	Tiempo de preparación	Tiempo de preparación maquina	Tiempo de proceso	Tiempo transporte	Tiempo muerto	Tiempo - puesta en marcha (Inspección)
Enderezado de ejes y tornillos	86	4068	612	80	2094	655	527	100
Soldadura de bases para motores	72	4076	613	80	2098	657	528	100
Cimentación de tornillos de engranaje	78	7051	1061	138	3630	1136	914	173
Perforación de planchas hidráulicas	66	5184	780	101	2669	835	672	127
Fabricación de estructuras	58	3632	546	71	1870	585	471	89
Soldadura de compuerta hidráulica	66	3938	592	77	2027	634	510	97
Relleno de eje helicoidales	50	2980	448	58	1534	480	386	73
Fabricación de aspas de acero	46	2988	449	58	1538	481	387	73
Recortado de planchas de acero	36	2495	375	49	1284	402	323	61
Rectificación de ejes	32	1775	267	35	914	286	230	44
Confección de ejes hidráulicos	22	1404	211	27	723	226	182	34
Rectificación de biela de motor	20	1710	257	33	880	275	222	42
Fabricación de máquina trilladora	6	725	109	14	373	117	94	18
TOTAL	638	42026	6322	823	21635	6769	5447	1030

Fuente: Elaboración propia, data del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L

Anexo 23. Reporte de producción del 4to trimestre 2019 del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

	Numero de trabajos	Tiempo total	Tiempo de preparación	Tiempo de preparación maquina	Tiempo de proceso	Tiempo transporte	Tiempo muerto	Tiempo - puesta en marcha (Inspección)
Enderezado de ejes y tornillos	111	747	97	2555	800	643	122	4964
Soldadura de bases para motores	101	907	118	3103	971	781	148	6027
Cimentación de tornillos de engranaje	108	1534	200	5248	1642	1321	250	10195
Perforación de planchas hidráulicas	85	945	123	3234	1012	814	154	6283
Fabricación de estructuras	80	821	107	2809	879	707	134	5456
Soldadura de compuerta hidráulica	81	733	95	2510	785	632	120	4875
Relleno de eje helicoidales	64	608	79	2080	651	524	99	4040
Fabricación de aspas de acero	60	618	80	2114	661	532	101	4106
Recortado de planchas de acero	47	527	69	1804	565	454	86	3505
Rectificación de ejes	42	333	43	1138	356	287	54	2211
Confección de ejes hidráulicos	29	252	33	862	270	217	41	1675
Rectificación de biela de motor	26	302	39	1034	324	260	49	2009
Fabricación de máquina trilladora	8	154	20	526	164	132	25	1021
TOTAL	842	8479	1103	29017	9079	7306	1382	56367

Fuente: Elaboración propia, data del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L

Anexo 24. Construcción del diagrama de relación de actividades de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Código	Área	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	Área de almacén de materia prima		T5 - T8	T9 - T13	T7 - T1 - T3 - T6 - T10 - T11		T12		T4	T9		
A2	Área de cortado				T13				T5 - T2	T8		
A3	Área de doblado				T11 - T13		T9 - T11		T13	T9		
A4	Área de torneado						T10			T7 - T3 - T6 - T10	T1	
A5	Área de ensamblado						T12	T5 - T2	T5 - T2 - T8 - T13	T8	T12	
A6	Área de lijado									T10	T9 - T10 - T11	
A7	Área de pintado										T2 - T5	
A8	Área de esmeril									T6	T4 - T6 - T8 - T9	
A9	Área de cepillado										T7 - T3 - T10	
A10	Área de producto final											
A11	Área de servicios básicos											
Código	Área	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	Área de almacén de materia prima		6	3	16	0	1	0	3	2	0	0
A2	Área de cortado			0	1	0	0	-1	6	3	0	0
A3	Área de doblado				3	0	4	0	1	2	0	0
A4	Área de torneado					0	2	0	0	11	3	0
A5	Área de ensamblado						1	6	10	3	1	0
A6	Área de lijado							0	0	2	6	0
A7	Área de pintado								0	0	6	0
A8	Área de esmeril									3	11	0
A9	Área de cepillado										8	0
A10	Área de producto final											0
A11	Área de servicios básicos											

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25. Aplicación del método Guerchet para el tamaño del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

I	Descripción	Cantidad	Código de ID	Características			Superficie estática	n	Superficie de gravitación	H1	H2	K	Superficie de evolución	Superficie total
				Largo	Ancho	Altura								
1	Plegadora	1	P	2	1,2	1,35	2,4	1	2,4	1	1,35	0,4	1,78	7
2	Roladora	1	R	2,2	1,25	1,1	2,75	1	2,75	1	1,1	0,5	2,50	8
3	Taladro radial	1	B	0,3	0,6	1,35	0,18	2	0,36	0,8	1,35	0,3	0,16	1
4	Torno	2	T	2,5	1,5	1,5	3,75	1	3,75	0,8	1,5	0,3	2,00	10
5	Fresadora	1	F	2,4	1,5	1,25	3,6	1	3,6	0,8	1,25	0,3	2,30	10
6	Soldadura TIG1	1	-	1,2	0,9	1,15	1,08	1	1,08	0,2	1,15	0,1	0,19	2
7	Soldadura TIG2	1	-	1,2	0,9	1,15	1,08	1	1,08	0,2	1,15	0,1	0,19	2
8	Soldadura MIG	1	-	1,2	0,9	1,15	1,08	1	1,08	0,2	1,15	0,1	0,19	2
9	Máquina de Soldar	2	M	1,2	1,2	1	1,44	1	1,44	0,2	1	0,1	0,29	3
10	Compresora	1	C	1,1	1,2	0,8	1,32	1	1,32	0,8	0,8	0,5	1,32	4
11	Caja de herramientas	3	-	1,3	0,95	1	1,235	1	1,235	0,8	1	0,4	0,99	3
12	Cepillo	1	L	3	2,4	2,9	7,2	1	7,2	1	2,9	0,2	2,48	17
13	Generador Eléctrico	1	-	0,8	0,6	0,45	0,48	1	0,48	0,7	0,45	0,8	0,75	2
14	Cizalla	1	-	1,4	1,92	2,4	2,688	1	2,688	1	2,4	0,2	1,12	6
15	Soldadura de punta	1	-	1,15	1,2	1	1,38	1	1,38	0,4	1	0,2	0,55	3
16	Mesas de producción	5	-	2,1	1,5	1,15	3,15	1	3,15	0,3	1,15	0,1	0,82	7
17	Equipo oxicorte	2	-	0,6	0,6	1,5	0,36	1	0,36	1,2	1,5	0,4	0,29	1
18	Prensa hidraulica	2	-	1	0,6	2	0,6	2	1,2	1,2	2	0,3	0,54	2

Fuente: Elaboración propia, basado en la dimensión de los equipos del área de producción de la empresa FAMENORT E.I.R.L.

Anexo 26. Diseño de planta en programa ALDEP

IRAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

ALDEP™

PLANT LAY-OUT GENERATING SOFTWARE
Developed by: ELLIPS MASEHIAN, M.Sc., January 1997
Sponsored by: Dr. M. SEYED HOSEYNI

Plant Ground Dimentions : Length: 35 Width: 8

How Many Departments ? 11

Minimum Degree of Relationship (Default=A) : 1

Minimum Total Closeness Rating (Default=0) : 1

How Many Layouts in Each Iteration ? 2

Unit Square's Side Size (Default =10) ? 1

DATAS OF DEPARTMENTS AREAS

AREA OF DEPARTMENT 1	22
AREA OF DEPARTMENT 2	19
AREA OF DEPARTMENT 3	27
AREA OF DEPARTMENT 4	29
AREA OF DEPARTMENT 5	28
AREA OF DEPARTMENT 6	21
AREA OF DEPARTMENT 7	13
AREA OF DEPARTMENT 8	13
AREA OF DEPARTMENT 9	27
AREA OF DEPARTMENT 10	22
AREA OF DEPARTMENT 11	5

LAND USED

% 77.9

<MODIFY = BckSpc> <Continue = Spc>

RELATIONS CHART

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	I	0	A	U	0	U	0	0	U	U
2	U	I	0	U	U	X	I	0	U	U
3	U	U	I	0	U	U	0	0	U	U
4	U	U	U	I	0	U	E	0	U	U
5	U	U	U	U	I	E	0	0	U	U
6	U	U	U	U	U	U	0	I	U	U
7	U	U	U	U	U	U	U	I	U	U
8	U	U	U	U	U	U	U	E	U	U
9	U	U	U	U	U	U	U	I	U	U
10	U	U	U	U	U	U	U	U	I	U
11	U	U	U	U	U	U	U	U	U	I

A = Abs

< MODIFY = BckSpc > < Continue = Spc >

important
disirable

Layout 2 A

TOTAL CLOSNESS RATING = 232

- DEP 1
- DEP 2
- DEP 3
- DEP 4
- DEP 5
- DEP 6
- DEP 7
- DEP 8
- DEP 9
- DEP 10
- DEP 11

- Area 22
- Area 19
- Area 27
- Area 29
- Area 28
- Area 21
- Area 13
- Area 5
- Area 27
- Area 22
- Area 5

<BackSpc>
Print

<Enter>
Continue

Anexo 27. Planteamiento de simulación ProModel

ProModel - modelo metalmeccanica 2.mod (metal)

Archivo Editar Ver Construir Simulación Output Herramientas Ventana Ayuda

Locaciones [1]

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	Cepillo	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	Mesa_cepillado	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	Tornos	2	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	Mesa_esmeril	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	Taladro	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	Fresadora	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	Compresora	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	Mesa_lijado	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	

ProModel - modelo metalmeccanica 2.mod (metal)

Archivo Editar Ver Construir Simulación Output Herramientas Ventana Ayuda

Entidades [1]

Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist	Notas...
	Fabricacion_aspas	150	Serie de tiempo	
	Recortado_plancha	150	Serie de tiempo	
	Rectificacion_ejes	150	Serie de tiempo	
	Confeccion_ejes	150	Serie de tiempo	
	Rectificacion_biela	150	Serie de tiempo	

ProModel - modelo metalmeccanica 2.mod (metal)

Archivo Editar Ver Construir Simulación Output Herramientas Ventana Ayuda

Redes de Ruta [1]

Gráfica...	Nombre	Tipo	T/V	Rutas...	Interfaces...	Mapeo...	Nodos
	Red1	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	46	20	51	11

Rutas [1]

Desde	Hasta	BI	Distancia
N1	N2	BI	6.190
N1	N3	BI	6.487
N1	N4	BI	2.910
N1	N5	BI	12.640
N1	N6	BI	17.812
N1	N7	BI	20.019
N1	N8	BI	22.749
N1	N9	BI	20.461
N1	N10	BI	26.056
N4	N3	BI	8.680
N4	N2	BI	8.850
N4	N5	BI	14.030
N4	N6	BI	19.360
N4	N8	BI	24.264
N4	N7	BI	21.361
N4	N9	BI	21.651
N4	N10	BI	27.688
N2	N3	BI	2.314
N2	N5	BI	14.817

Layout

ProModel - modelo metalmeccanica 2.mod (metal)

Archivo Editar Ver Construir Simulación Output Herramientas Ventana Ayuda

Proceso [16]

Entidad...	Locación...	Operación...
Fabricacion_aspas	Oficina	Wait (2) min
Fabricacion_aspas	Almacenamiento_MP	Wait (5) min
Fabricacion_aspas	Area_de_cortado	Wait (5) min
Fabricacion_aspas	Cepillo	Wait (15) min
Fabricacion_aspas	Soldadura	Wait (4) min
Fabricacion_aspas	Taladro	Wait (15) min
Fabricacion_aspas	Almacenamiento_PT	Wait (5) minFree Mecanico
Recortado_plancha	Oficina	Wait (2) min
Recortado_plancha	Almacenamiento_MP	Wait (5) min
Recortado_plancha	Mesa_esmeril	Wait (10) min
Recortado_plancha	Mesa_doblado	Wait (15) min
Recortado_plancha	Mesa_lijado	Wait (10) min
Rectificacion_ejes	Oficina	Wait (2) min
Rectificacion_ejes	Tornos	Wait (15) min
Rectificacion_ejes	Mesa_lijado	Wait (5) min
Confeccion_ejes	Oficina	Wait (3) min
Confeccion_ejes	Tornos	Wait (12) min
Confeccion_ejes	Prensa	Wait (10) min
Confeccion_ejes	Mesa_lijado	Wait (5) min
Rectificacion_biela	Oficina	Wait (2) min
Rectificacion_biela	Mesa_lijado	Wait (25) min
Rectificacion_biela	Mesa_de_ensamblado	Wait (20) min
Rectificacion_biela	Almacenamiento_PT	Wait (3) minFree Mecanico
Recortado_plancha	Cepillo	Wait (5) min
Recortado_plancha	Almacenamiento_PT	Wait (3) minFree Mecanico
Rectificacion_ejes	Cepillo	Wait (5) min
Rectificacion_ejes	Almacenamiento_PT	Wait (2) minFree Mecanico

Enrutamiento para Confeccion_ejes @ Oficina [1]

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	Confeccion_ejes	Tornos	FIRST 1	Move With Mecanico

Anexo 28. Resultados de simulación ProModel

	% En Lógica de Movimiento	% Esperando	% En Operación	% Bloqueado
Enderezado ejes	10,93	11,66	75,74	1,67
Soldadura bases	6,14	9,35	74,02	10,48
Cimentacion tornillos	5,96	4,91	83,99	5,15
Perforacion planchas	9,39	9,92	72,87	7,81
Fabricacion de estructuras	7,89	5,19	82,41	4,51
Soldadura compuerta	11,81	7,86	74,15	6,18
Relleno ejes	10,10	16,26	65,31	8,34
Fabricacion aspas	2,40	1,24	91,99	4,37
Recortado plancha	5,22	4,01	88,33	2,44
Rectificacion ejes	4,28	4,84	85,37	5,52
Confeccion ejes	2,55	4,65	83,83	8,96
Rectificacion biela	3,91	1,52	94,58	
Fabricacion maquina	4,19	6,06	84,90	4,85

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)
Enderezado ejes	160,00	50,17	38,00
Soldadura bases	122,00	81,06	60,00
Cimentacion tornillos	92,00	96,45	81,00
Perforacion planchas	99,00	78,22	57,00
Fabricacion de estructuras	95,00	99,50	82,00
Soldadura compuerta	90,00	78,22	58,00
Relleno ejes	74,00	75,03	49,00
Fabricacion aspas	73,00	55,44	51,00
Recortado plancha	57,00	56,61	50,00
Rectificacion ejes	49,00	33,97	29,00
Confeccion ejes	53,00	38,17	32,00
Rectificacion biela	41,00	52,87	50,00
Fabricacion maquina	9,00	102,47	87,00
Total	1014,00	898,18	724,00

Anexo 29. Formato de validación del instrumento de check list.

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO USADO PARA EL DIAGNÓSTICO

Yo Wilson Simpat López

Titular del DNI N° 4.186130 Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento (Check List). A los efectos de su aplicación a la Empresa FAMENORT E.I.R.L., TRUJILLO

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones

CARACTERÍSTICAS	DEFICIENTE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia del ítem		/	
Amplitud de contenidos		/	
Claridad de precisión		/	
Pertinencia		/	

Opinión de aplicabilidad a. DEFICIENTE b. BUENO c. Excelente

APELLIDOS Y NOMBRES			
DIRECCIÓN DOMICILIARIA		DNI N°	
GRADO ACADÉMICO		N° DE TELÉFONO CELULAR	

Nuevo Chimbote, Junio del 2019



 Firma del Profesional
 CIP: 115068

Anexo 30. Formato de validación del instrumento de check list.

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO USADO PARA EL
DIAGNÓSTICO

Yo Williams Castillo Martinez

Titular del DNI N° 40169364 Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento (Check List). A los efectos de su aplicación a la Empresa FAMENORT E.I.R.L., TRUJILLO

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones

CARACTERÍSTICAS	DEFICIENTE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia del ítem			✓
Amplitud de contenidos		✓	
Claridad de precisión			✓
Pertinencia			✓

Opinión de aplicabilidad a. DEFICIENTE b.BUENO c.Excelente

APELLIDOS Y NOMBRES			
DIRECCIÓN DOMICILIARIA	<u>Urb. los Cipreses N-22</u>	DNI N°	<u>40169364</u>
GRADO ACADÉMICO	<u>Maestro</u>	N° DE TELÉFONO CELULAR	<u>943498332</u>

Nuevo Chimbote, Junio del 2019

Williams Castillo Martinez

Firma del Profesional

CIP: 94106

Anexo 31. Formato de validación del instrumento de check list.

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO USADO PARA EL
DIAGNÓSTICO

Yo, Elias Gutiérrez Pesantes.....

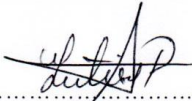
Titular del DNI N° 1.7.94.3311..... Por medio de la presente hago constar
que he revisado con fines de validación del instrumento (Check List). A los efectos de su
aplicación a la Empresa FAMENORT E.I.R.L., TRUJILLO

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones

CARACTERÍSTICAS	DEFICIENTE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia del ítem			✓
Amplitud de contenidos			✓
Claridad de precisión			✓
Pertinencia			✓

Opinión de aplicabilidad a. DEFICIENTE b. BUENO c. Excelente

APELLIDOS Y NOMBRES			
DIRECCIÓN DOMICILIARIA		DNI N°	
GRADO ACADÉMICO		N° DE TELÉFONO CELULAR	


.....

Nuevo Chimbote, Junio del 2019

Firma del Profesional

CIP:

Dr. Ing. Elias Gutiérrez Pesantes
CIP. 38503