



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

LA DISPOSICION DE PLANTA EN LA FABRICACION DE PRODUCTOS DE MADERA Y SU RELACION CON LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA DERIVADOS DE LA MADERA S.R.L - CAJAMARCA.

Tesis para optar por el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Álvaro Lizardo Espino Rodríguez

Asesor:

Ing. Mylena Karen Vílchez Torres

Cajamarca – Perú

2018



COPYRIGHT ©2018 by
ALVARO LIZARDO ESPINO RODRIGUEZ
Todos los derechos reservados

APROBACIÓN DE TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignado, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller Espino Rodríguez, Álvaro Lizardo. Denominada:

“LA DISPOSICION DE PLANTA EN LA FABRICACION DE PRODUCTOS DE MADERA Y SU RELACION CON LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA DERIVADOS DE LA MADERA S.R.L - CAJAMARCA.”.

ASESOR

Ing. Mylena Karen Vilchez Torres

PRESIDENTE

Ing Ricardo Fernando Ortega Mestanza

JURADO

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

JURADO

Ing. Elmer Aguilar Briones

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedicamos a nuestras familias que gracias a sus consejos y palabras de apoyo hemos crecido como personas. A nuestros padres y hermanos por su apoyo, confianza y amor que nos brindaron durante todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

*Agradecer a Dios por la sabiduría y
a nuestros padres y hermanos
por su apoyo desmedido.*

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación científica se muestra la mejora en los procesos de producción en la empresa Derivados de la Madera S.R.L. para incrementar su productividad en lo máximo posible mediante la utilización de diferentes metodos científicos como: Metodo de Guercht y Travel Charting

En cuanto a la distribución de planta se ven afectados, esto se debe a que la distribución actual no fue diseñada con ningún tipo de metodología de ingeniería sino que solo se diseñó de manera rápida y con propia intuición de que se está ubicando las máquinas en la mejor posición, reflejándose en una superficie de instalación del área de producción de 1,168 m², Los problemas que existen en la empresa por esta forma de distribución principalmente es la distancia al recorrer ya sea por materiales, herramientas y estaciones, asimismo podemos ver que en los pasadizos encontramos llenos de desperdicios o sobrantes de materia prima lo cual los operarios tienen dificultad del tránsito tanto como materiales pueden tener tropiezos y hacer sus labores con dificultad lo cual genera pérdida de tiempo, lo que demanda un mayor costo para la empresa. También por los tiempos muertos que existe en el área de producción, por lo cual se podría mejorar con una nueva distribución y así mejorar la productividad y reducir costos para el beneficio de la empresa.

Con la implementación del diseño de mejora se consiguió desarrollar una mejor utilización de sus espacios (1068 m²) y mejorar su productividad mediante la disminución de sus tiempos de movimiento entre máquinas, que se vieron reflejados en sus indicadores de producción. Resultando beneficioso el proyecto para la empresa.

ABSTRACT

In the present work of scientific research shows the improvement in the production processes in the company Derivados de la Madera S.R.L. to increase their productivity as much as possible by using different scientific methods such as: Guercht Method.

As far as the distribution of the plant is concerned, this is due to the fact that the current distribution was not designed with any type of engineering methodology but was only designed quickly and with an intuition that the machines are being located in the better position, reflected in a surface of installation of the production area of 1,168 m², The problems that exist in the company for this form of distribution is mainly the distance to travel either by materials, tools and stations, we can see that in the passages are full of waste or surplus raw material which operators have difficulty in transit as much as materials may have stumbling blocks and do their jobs with difficulty which generates waste of time, which demands a higher cost for the company. Also due to the downtime that exists in the production area, which could be improved with a new distribution and thus improve productivity and reduce costs for the benefit of the company.

With the implementation of the improvement design, it was possible to develop a better use of their spaces (1068 m²) and improve their productivity by reducing their movement times between machines, which were reflected in their production indicators. The project for the company is beneficial.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Limitaciones.....	3
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Bases Teóricas.....	10
2.2.1 Distribución en planta.....	10
2.2.2 Método de Guercht.....	26
2.2.3 Productividad.....	27
2.3 Definición de términos básicos.....	28
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	30
3.1 Operacionalización de variables.....	30
3.2 Tipo de diseño de investigación.....	32
3.3 Material de estudio.....	32
3.3.1 Población.....	32
3.3.2 Muestra.....	32
3.4 Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	32
Fuente: Elaboración Propia.....	32
3.4.1 Para procesar datos.....	33

CAPÍTULO 4. RESULTADOS	34
4.1 Diagnóstico situacional de la empresa	34
4.1.1 Aspectos Generales	34
4.1.2 Descripción de la Actividad	34
4.1.3 Misión	35
4.1.4 Visión.....	35
4.1.5 Organigrama y flujograma	35
4.1.6 Personal	36
4.1.7 Máquinas, equipos y herramientas	37
4.1.8 Proveedores y Clientes	38
4.1.8.1 Principales Clientes de la empresa	38
4.1.8.2 Principales Proveedores de la empresa	39
4.1.9 Competencia	39
4.1.10 Productos.....	39
4.2 Diagnóstico del Área de estudio	41
4.2.1 Distribución en planta	41
4.2.10 Indicadores Para Tableros	57
4.3 Resultados del Diagnóstico.....	60
4.4 Diseño de la Propuesta de mejora	61
4.5 Desarrollo Del Diseño	62
4.5.1 Disposición de planta.....	62
4.6 Resultados del Diagnóstico.....	87
4.7. Resultados del análisis económico financiero.....	88
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	91
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
ANEXOS	97

INDICE DE TABLAS

Tabla n° 1 Operacionalización de variables (Variable independiente).....	31
Tabla n° 2 Operacionalización de Variables (Variable dependiente)¡Error! Marcador no definido.	
Tabla n° 3 Detalle de Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
Tabla n° 4 Personal Operativo.....	37
Tabla n° 5 Máquinas, equipos y herramientas.....	38
Tabla n° 6 Proveedores.....	39
Tabla n° 7 Productos.....	40
Tabla n° 8 Maquinaria.....	44
Tabla n° 9 Resultado Operacionalización de variable independiente¡Error! Marcador no definido.	
Tabla n° 10 Resultado Operacionalización de variable dependiente¡Error! Marcador no definido.	
Tabla n° 11 Determinación del área requerida por el Método de Guercht.....	65
Tabla n° 12 Valor de Proximidad.....	71
Tabla n° 13 razones y motivos.....	71
Tabla n° 14 Valor de Proximidad.....	72
Tabla n° 15 razones y motivos.....	73
Tabla n° 16 Código de las Proximidades.....	75
Tabla n° 17 Código de las Proximidades.....	77
Tabla n° 18 Operacionalización de variable dependiente.....	87
Tabla n° 19 Inversión de la implementación.....	88
Tabla n° 20 Costos proyectados de la implementación.....	89
Tabla n° 21 Flujo de caja: Real, Pesimista y Optimista.....	90

INDICE DE FIGURAS

Figura n° 1 Disposición por posición fija	13
Figura n° 2 Disposición por proceso	14
Figura n° 3 Distribución por producto.....	15
Figura n° 4 Disposición en planta	19
Figura n° 5 planteamiento sistemático para disposición de planta	21
Figura n° 6 Herramientas para el planteamiento	23
Figura n° 7 Herramientas para el planteamiento	24
Figura n° 8 Herramientas para el planteamiento	25
Figura n° 9 Organigrama Derivados de la Madera S.R.L.	35
Figura n° 10 Flujograma de operaciones de mobiliario escolar, Derima S.R.L.....	36
Figura n° 11 Distribución en planta actual.....	42
Figura n° 12 Diagrama de Ishikawa “Deficiencia en la productividad	43
Figura n° 13 Diagrama de operaciones. Piezas de madera	45
Figura n° 14 Cursograma Analítico de procesos. Pieza de madera	46
Figura n° 15 Diagrama de recorrido actual de piezas	48
Figura n° 16 Diagrama de operaciones. Tableros de madera	49
Figura n° 17 Cursograma Analítico de procesos. Tablero de madera	50
Figura n° 18 Diagrama de recorrido actual.....	51
Figura n° 19 Pasos para la propuesta de mejora.	61
Figura n° 20 Sistema de implementación de una Redistribución de planta.	62
Figura n° 21 Sistema Diagrama Multiproducto	64
Figura n° 22 distribución de la planta después de la mejora	70
Figura n° 23 Diagrama relacional de piezas.....	72
Figura n° 24 Diagrama relacional de tableros	73
Figura n° 25 Identificación de Actividades.....	74
Figura n° 26 Diagrama relacional de actividades para piezas	75
Figura n° 27 Identificación de Actividades.....	76
Figura n° 28 Diagrama relacional de actividades para tableros.....	77

INDICE DE ANEXOS

Anexo n° 1 Evidencias de la metodología de las 9's actuales.....	97
Anexo n° 2 Evidencia de la redistribución de planta.....	98
Anexo n° 3 Evidencia de la falta de uso de EPP's.....	100
Anexo n° 4 Evidencia del uso de EPP's mejorado.....	100
Anexo n° 5 Implementación del nuevo horno de secado y tratado térmico de la madera.	101
Anexo n° 6 Historial de pedidos y licitaciones	102
Anexo n° 7 Nueva área de Pre-Acabado	103
Anexo n° 8 Foto con la Gerente General de la empresa	104

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En un entorno globalizado cada vez más las compañías deben asegurar a través de los detalles sus márgenes de beneficio. Por lo tanto, se debe evaluar con minuciosidad mediante un adecuado diseño y distribución de planta, todos los detalles acerca del qué, cómo, con qué y dónde producir o prestar un servicio, así como los pormenores de la capacidad de tal manera que se consiga el mejor funcionamiento de las instalaciones. Esto aplica en todos aquellos casos en los que se haga necesaria la disposición de medios físicos en un espacio determinado, por lo tanto, se puede aplicar tanto a procesos industriales como a instalaciones en las que se presten servicios.

Según (Barón & Zapata, 2012) La distribución de planta ha adquirido gran importancia, esta actividad era considerada una ciencia con el pasar de los años, actualmente las empresas estudian su distribución y el debido mejoramiento, ya que la mayoría están diseñadas para realizar actividades productivas iniciales y en muchos casos han sido afectadas por aspectos como el crecimiento del volumen de producción, cambios internos y externos en los procesos productivos y la modernización. Según (García & Serrano, 2013) Por lo general la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida; sin embargo, a medida que la organización crece debe adaptarse a los cambios internos y externos, la distribución inicial se vuelve menos adecuada, hasta llegar el momento en el que la redistribución se hace necesaria. En una Empresa textil, se encontró que presenta un crecimiento acelerado en ventas y niveles de producción, esto ha hecho que su planta sea cada vez más reducida y sus instalaciones sean barreras para un flujo acelerado de producción y pérdidas en la producción.

Derima S.R.L. es una empresa dedicada a la fabricación de muebles (sobre todo mobiliario escolar), constituida en el año 1994. Cuenta con la siguiente línea de producción de Mobiliario escolar, parihuelas, puertas, ventanas, pisos, techos machimbrados, casas de madera (norma americana) y mangos para herramientas. Cuenta con clientes, tanto privados como estatales; también cuenta con maquinaria moderna para satisfacer la calidad.

En cuanto la planta se distribuye en una área de 3,000 m². Además, cuenta con un bosque de madera con una extensión de 100 hectáreas en el distrito de La Encañada para la producción y extracción de madera, en donde cuenta con especies como eucalipto, pino y cedro.

En cuanto a la distribución de planta se ven afectados, esto se debe a que la distribución actual no fue diseñada con ningún tipo de metodología de ingeniería sino que solo se diseñó de manera rápida y con propia intuición de que se está ubicando las máquinas en la mejor posición, reflejándose en una superficie de instalación del área de producción de 1,168 m², Los problemas que existen en la empresa por esta forma de distribución principalmente es la distancia al recorrer ya sea por materiales, herramientas y estaciones, asimismo podemos ver que en los pasadizos encontramos llenos de desperdicios o sobrantes de materia prima lo cual los operarios tienen dificultad del tránsito tanto como materiales pueden tener tropiezos y hacer sus labores con dificultad lo cual genera pérdida de tiempo, lo que demanda un mayor costo para la empresa. También por los tiempos muertos que existe en el área de producción, por lo cual se podría mejorar con una nueva distribución y así mejorar la productividad y reducir costos para el beneficio de la empresa.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo la mejora de la disposición de planta en la fabricación de productos de madera se relaciona con la productividad EMPRESA DERIMA S.R.L - CAJAMARCA?

1.3 Justificación

En el desarrollo del proyecto no se encontró mucha información acerca de las metodologías de mejora de la productividad en las empresas que se dedican a la industria maderera en Cajamarca. Se destina el proyecto para futuros proyectos que deseen realizar en otras empresas de la región o nacionales.

En el presente proyecto se quiere presentar mejoras de productividad en la empresa, para que de esta manera la empresa Derivados de la Madera, en la que se desarrollará el proyecto, lo tome en cuenta y además se lleve a cabo con el único objetivo de aumentar su competitividad en su rubro en todo el Perú. En el aspecto valorativo nos permite aplicar los variados temas de la Ingeniería Industrial como la disposición de planta y los diferentes tipos de métodos como el Guercht, exagonos relación de actividades entre otros permitiéndonos reforzar los conocimientos adquiridos en el periodo académico y mejorar nuestra formación como futuros ingenieros industriales. Con respecto a las herramientas y técnicas aplicados en la investigación se demostrará en forma porcentual el avance de mejora de la productividad de la empresa. Se espera contribuir con el conocimiento aplicado a la realidad de las herramientas y técnicas a utilizar en el desarrollo de la investigación, de esta forma verificar dicha teoría y servir como futura referencia en investigaciones similares de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte.

1.4 Limitaciones

Se cuenta con acceso a toda la información por lo tanto el estudio no presentó ningún tipo de limitación.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Determinar la relación entre la mejora de la disposición de planta en la fabricación de productos de madera y la productividad en la empresa DERIMA S.R.L - CAJAMARCA

1.5.2 Objetivos Específicos

- Hacer un diagnóstico del proceso fabricación de productos de madera en cuanto a la disposición de la planta y su productividad
- Diseñar la propuesta de mejora.
- Evaluar la relación de la propuesta de mejora con la productividad
- Analizar económicamente la propuesta

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Según (Muñoz, M., 2004). Diseño de distribución en planta en una empresa textil, tesis para optar Título, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. El problema que se presenta es una mala distribución de planta en una empresa como barrera para la reducción de costos y el incremento de la productividad. El diagnóstico presentado de las empresas dedicadas al rubro textil, es que cuando se han acelerado sus ventas; sus plantas se han visto cada vez más reducidas y sus instalaciones presentan barreras para el flujo acelerado de producción. Al haber realizado el análisis de las plantas, se presentan diferentes métodos de distribución de planta como la realización de diseño de áreas productivas, diseño de almacenes y diseño de oficinas; con el fin de diseñar la distribución adecuada para este tipo de empresas. Se muestra toda la maquinaria, materiales, recursos humanos e instalaciones trabajando en conjunto con efectividad, minimizando los costos de producción y elevando al máximo la productividad.

La tesis se relaciona con nuestro proyecto en cuanto a la realización de una distribución de planta adecuada para la empresa, partiendo de un buen estudio de la planta para luego utilizar un método idóneo, aumentando la producción y mejorando la productividad.

(Coronel Gerson, 2017) En su tesis DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA GRIFERÍA INDUSTRIAL Y COMERCIAL NC S.R.L. - LIMA, 2017. El presente proyecto tiene como principal objetivo el análisis de la organización con la finalidad de establecer una distribución de planta para incrementar la productividad de la empresa Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L., dedicada a la producción de precintos de seguridad mediante el moldeado por inyección. Este trabajo de investigación es de tipo cuantitativo, además, de diseño experimental se realizó en 4 fases. En la primera fase se realizó la toma de datos, mediante la herramienta chek-list, se hicieron 45 pruebas antes de la aplicación. Mediante el diagnostico se determinó las causas directas que afectan la productividad de la empresa y se analizaron indicadores de productividad. En la segunda fase Se estableció utilizar herramientas de distribución como método Guerchet y Diagrama Relacional de Actividades los cuales nos brindaron datos negativos en cuanto a las áreas y la distancia recorrida por el operario. Luego, en la tercera fase se aplicaron métodos

para hallar la mejor distribución, la mínima distancia recorrida y la optimización del uso de áreas; para pasar a la implementación, se tuvo que planear la producción los días que se iban a parar las máquinas, y se procedió a hacer la limpieza de las áreas, instalación de puntos eléctricos y de agua, y posteriormente el movimiento y traslado de maquinaria y equipo. Segunda conclusión, sobre la primera hipótesis específica, se deduce pues que, a partir de la aplicación del método Guerchet el cual se encarga de brindarnos el área mínima requerida según la maquinaria, equipo y mano de obra que fluye en el proceso, todas las áreas que tienen contacto directo con el proceso estaban en negativo en cuanto al uso de área, es decir se necesitaba más área del que se tenía en un comienzo, así pues, entonces se mejoró el uso de áreas, el almacén de materia prima, siendo el mínimo requerido 28m², paso de 25 m², a tener 55 m² aproximadamente, así también el área de producción el cual el mínimo requerido era 66 m² paso de 48 m² a tener 78 m², y por último y no menos importante, sino más bien uno de los más ampliados debido al aumento de producción, el almacén 84 de producto terminado, siendo 76 m² el mínimo requerido, paso de tener 64 m² a tener 113 m² aproximadamente.

La presente tesis tiene como relación en la empresa DERIMA al emplear el método de Guerchet cual se encarga de brindarnos el área mínima requerida según la maquinaria, equipo y mano de obra que fluye en el proceso, todas las áreas que tienen contacto directo con el proceso estaban en negativo en cuanto al uso de área

(Muñoz Cabanillas, 2004) En su tesis DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE UNA EMPRESA TEXTIL, tuvo como objetivo general diseñar una distribución en planta que permita optimizar la disposición de los elementos del ciclo productivo: maquinas, recursos humanos y materiales, en una planta nueva; de manera que el valor creado por el sistema de producción eleve al máximo los niveles de productividad de la empresa.

El desarrollo de este informe va de acuerdo a los planteamientos teóricos expuestos, se centró fundamentalmente en las dos fases centrales del proceso de distribución, que son justamente las que se encargan del diseño en sí de la distribución, primeramente la elaboración del diagrama general de conjunto (obtención de datos, análisis de factores, análisis de flujos y áreas, y tablas de relación GONZALEZ & TINEO actividades) y por consiguiente el diseño de la distribución en Planta (Diseño de áreas productivas, diagrama del ciclo productivo, requerimientos de espacios y diseños) En conclusión, como resultado del proyecto de investigación, el autor busca que el lector obtenga una visión general de todo el proceso de distribución, por lo cual la elaboración del diagrama general de conjunto se llevó a cabo en dos partes, la primera sin tener en cuenta las dimensiones de los departamentos, hallando los factores de proximidad que indicaran la lejanía o proximidad de cada par de ellos, y la segunda desarrollando el diagrama general en conjunto con los requisitos de espacio correspondientes a los 14 departamentos (almacén de hilados, enconado - bobinado – retorcido, tejeduría circular, tejeduría rectilíneos, almacén de tela cruda, tintorería de telas, tintorería de hilados, almacén de tela acabada, tendido y corte, bordados, costura, acabados, almacén de avíos y almacén de productos terminados). Y por otro lado la segunda parte fue el diseño de la distribución de planta, donde se ocupa de la distribución de los pasillos, el arreglo de las maquinarias dentro de los centros de trabajo, la distribución de los lugares de trabajo, el diseño de las áreas de planta y de servicio al personal.

Según (Gamboa, D., 2011). Evaluación y mejoramiento de la productividad en las áreas de corte y empaque de muebles modulares en la empresa CIRTA Desing S.A., tesis para optar Título, Universidad Autónoma de Occidente de Cali, Santiago de Cali, Colombia. Los problemas que presenta la empresa son malos métodos de producción, actividades repetitivas y distancias largas entre los insumos, materia prima y puestos de trabajo que implican largos recorridos y demora en entregas; aumento de piezas defectuosas y reprocesos en las áreas de corte y empaque, además de la ausencia de un programa de mejora continua. La empresa presenta métodos antiguos de producción por actividades repetitivas, distancias largas entre los insumos, materia prima y puestos de trabajo que implican largos recorridos y demora en las entregas; errores humanos generados por falta de capacitaciones en sus puestos de trabajo. Una vez realizado el diagnóstico de la empresa, presenta métodos de mejora como la elaboración de cursogramas sinópticos, diagramas analíticos de tipo de corte y operario en el área

de corte y empaque junto con sus registros de producción, además se realiza un método mejorado de producción, estudio de tiempos y suplementos para cada área (corte y empaque). Actualmente el área de corte tiene una producción diaria de 10,576 láminas cortadas y el área de empaque tiene una producción diaria de 11,029 muebles empacados. Después de implementar el nuevo método propuesto y realizar la comparación con el método anterior se obtiene una producción de 12,304 láminas producidas en el área de corte y 15,764 muebles modulares empacados, estas mejoras se traducen en un 16% de aumento de producción en el área de corte y un 43% de aumento en el área de empaque con respecto a la producción del mes anterior. Además, el ahorro generado en la producción en el primer mes es de \$ 2,086,152 en el área de corte y \$ 9,490,684 en el área de empaque; los directivos de la empresa se comprometen en divulgar los resultados y aplicar incentivos en las áreas mencionadas. A fin de mejorar el nuevo método para seguir incrementando la productividad de la empresa.

La tesis de (Gamboa, D., 2011), se relaciona con nuestro proyecto en cuanto a la realización de una distribución de planta adecuada junto con su correcto estudio de tiempos de producción y realización de sus diagramas, partiendo de un correcto estudio de la planta, estudio de tiempos y realización de cursogramas y diagramas de producción.

(Barón & Zapata, 2012) en su PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR TEXTIL, tuvo como objetivo general, proponer alternativas de redistribución de planta que permita el mejoramiento del flujo de materiales, condiciones de trabajo, y el aprovechamiento de espacios, basándose en las prendas que abarcan desde el hilo hasta el producto terminado de la empresa Nexxos Studio. Para el desarrollo de este proyecto se hizo uso de dos software de redistribución de planta como lo son Layout VT, y Facility Re-Layout, además de realizar una propuesta basada en las oportunidades de mejora identificada por los autores. Las propuestas realizadas para el proyecto haciendo uso del software se basan en los flujos de movimientos, las distancias de los departamentos y una evaluación económica para determinar el costo total de la propuesta de redistribución. En conclusión, como resultado de este proyecto de investigación de acuerdo a los métodos que se utilizaron, tenemos que según la distribución propuesta por el software Layout VT, no son muy favorables para la empresa debido a que la mayor eficiencia obtenida en este fue del 30.43% y cabe mencionar que no está teniendo en cuenta las dimensiones específicas de la

distribución actual. Por otra parte, el software Facility Re-Layout, si tiene en cuenta los costos de redistribución de cada departamento, pero no los costos verticales de la redistribución, por lo que establece que no se realice ningún movimiento ya que se considera muy costoso cualquier movimiento GONZALEZ & TINEO que se genere en la redistribución actual. Por tal motivo se planteó que la mejor alternativa para la empresa Nexxos Studio fue la propuesta realizada por los autores del proyecto basada en las oportunidades de mejora, teniendo en cuenta que para aumentar la eficiencia se debe analizar cual alternativa tiene una mejor adyacencia de departamentos, mayor flexibilidad de rutas y mayor compatibilidad de la infraestructura del edificio y del equipo de manejo de materiales y también tiene en cuenta factores adicionales como condiciones de trabajo, congestión y aprovechamiento de espacios.

(Escudero, 2011) En su tesis DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA INCALSID PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CALZADO, tuvo como objetivo general plantear el diseño de la distribución de planta en la empresa INCALSID para la optimización de la productividad de calzado. Este tema en la actualidad es muy rentable y de gran utilidad ya que optimizan recursos valiosos dentro de una industria, como son espacio físico y tiempo de producción. Por otro lado, brinda mayores beneficios en cuanto a la administración de la producción, ya que el operario podrá emplear mayor tiempo en sus tareas asignadas y no tendrá que abandonar su puesto como antes para realizar transportes, y si lo realiza por lo menos será en menores distancias. Así mismo otro beneficio para la empresa con esta distribución de planta, será una mejor organización en sus procesos conllevándola a un eficiente funcionamiento. Para el desarrollo de este proyecto se realizó la investigación de campo, con la cual se consiguió analizar cada uno de los procesos y reunir la información tomada directamente de la principal fuente en este caso la planta de producción. Por otro lado, también se usó el software GONZALEZ & TINEO WinQSB con el fin de reducir las distancias recorridas, y rediseñar la planta. En conclusión, como resultado de este proyecto de investigación de acuerdo a los métodos que se utilizaron según la distribución propuesta, tenemos que, una vez determinado los tiempos de producción, se detecta cuanto invierte en transporte el operario, debido a las distancias entre procesos, lo cual termina siendo lo más perjudicial para la empresa, ya que al final es dinero. Por lo tanto, con el software WinQSB se logra disminuir las distancias entre los procesos que tiene relación directa, reubicando las áreas, mesas de trabajo y demás inmuebles de cada proceso, ocupando el espacio sugerido por el

programa a fin de que el operario evite realizar al máximo movimientos innecesarios. También se concluye que el diagrama de recorrido mejoró puesto que se reordeno las áreas de trabajo que estaban alterando el orden de la producción.

Según (Alcarraz, D., 2012). Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de mototaxis aplicando metodologías de las 5s's e ingeniería de métodos, tesis para optar Título, Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima. Se presentaron problemas como no aprovechar la eficiencia de su capacidad de producción y no atiende a los diversos pedidos, lo que se manifiesta en la disminución de ventas y desaprovechamiento de beneficios, además de la pérdida de la fidelización con los clientes. La fabricación de estructuras de mototaxis cuentan con una capacidad de producción inadecuada para atender pedidos de mayor cantidad, existe una mala organización del trabajo, deficiente organización y diseño de los puestos de trabajo, falta de estándares de trabajo, lo cual se refleja en productos defectuosos y reprocesos de manera significativa. La metodología, operó mediante un diagnóstico del proceso crítico en general, manifestándose oportunidades de mejora. Posteriormente se realizó la aplicación de las 5S's en cada área del proceso seleccionado, haciendo uso de checklists. Sustentando un plan de acción para atacar las oportunidades de mejora encontrados. Se ejecutó el estudio de los métodos de trabajo de cada tipo de operación (operación, transporte, almacenamiento, inspección y espera) del proceso en estudio. Del diagnóstico realizado, se presentó nuevos métodos de trabajo, mejoras y el rediseño de los puestos de trabajo. Presentando finalmente la evaluación técnica y económica de los impactos del rediseño, estableciendo los beneficios posibles (económicos y técnicos) que percibirá la organización, y evaluando la rentabilidad de la implementación de las mejoras propuestas. Según los resultados al aplicar metodologías de las 5s's e ingeniería de métodos, además se incrementó la capacidad de producción, la organización para el trabajo fue más eficiente, traduciéndose en incrementos de productividad de cada puesto de trabajo.

La tesis de (Alcarraz, D., 2012), tiene relación con nuestro proyecto en la organización dentro de la planta de producción de una empresa por medio del estudio de métodos de trabajo, mejoras y rediseños de los diferentes puestos de trabajo dentro de una empresa.

También, ALVA MANCHEGO, Daniel y PAREDES COTOHUANCA, Denisse. Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú. (2014). 84 pp. La presente tesis tiene como objetivo principal incrementar la capacidad de producción de la empresa en estudio a través del diseño de una nueva distribución de planta y el planteamiento de nuevas políticas para la gestión de inventarios que permitan mantener un óptimo nivel de inventarios. Concluyó que se logró incrementar la capacidad de producción de la empresa de 3800 hasta 6784 unidades/año lo que permitió el aumento de ingresos en ventas en 50%. Así mismo el control de los inventarios en stock se redujo en un 14% con un costo de almacenamiento 43% menor que el actual. Esto le permitió atender de manera rápida y correcta las atenciones de pedidos y así, no perder clientes. Uno de los puntos más importantes es la reducción de S/. 172,465.00 al año por la eliminación de recorridos innecesarios y costos de almacenaje. También se redujeron tiempos muertos y consecuencia de esto se logró una utilización esperada del 87%. Logró la reducción de fatiga en los operarios por traslados innecesarios generados por la carga y descarga de materiales y la satisfacción de los mismos ya que se implementaron áreas comunes para su uso común.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Distribución en planta

“La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Ésta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección” (De la Fuente & Fernández, 2005).

(Casp Vanaclocha, 2008) Plantea que la distribución en planta consiste, pues, en el ordenamiento óptimo de las actividades industriales, incluyendo personal, equipo, almacenes, sistemas de manutención de materiales y todos los otros servicios anexos que sean necesarios para diseñar de la mejor manera posible la estructura que contengan estas actividades. Este ordenamiento óptimo se centrará en la distribución de las áreas de trabajo y del equipo, que sea más económica, para llevar a cabo el proceso productivo, al mismo tiempo, que la más segura y satisfactoria para el personal y para el entorno de la planta industrial.

El objetivo de un trabajo de diseño y distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los colaboradores de la organización.

Objetivos de la distribución de planta:

1. Integración de todos los factores que afecten la distribución.
2. Movimiento de material según distancias mínimas.
3. Circulación del trabajo a través de la planta.
4. Utilización “efectiva” de todo el espacio.
5. Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores.
6. Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones.

Principios básicos de la distribución en planta:

1. **Principio de la satisfacción y de la seguridad.** A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
2. **Principio de la integración de conjunto.** La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
3. **Principio de la mínima distancia recorrida.** A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.

4. **Principio de la circulación o flujo de materiales.** En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales. Hay que evitar los cruces y las interrupciones.

5. **Principio del espacio cúbico.** La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.

6. **Principio de la flexibilidad.** A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

Específicamente las ventajas una buena distribución redundan en reducción de costos de fabricación como resultados de los siguientes beneficios:

1. Reducción de riesgos de enfermedades profesionales y accidentes laborales.
2. Mejora la satisfacción del trabajador.
3. Mejora la satisfacción del trabajador.
4. Incrementa la productividad.
5. Disminuye retrasos
6. Optimización del espacio
7. Reducción del material en proceso

Tipos de distribución de planta:

Tipos de Distribución Para la disposición de planta se presentan tres tipos de distribución fundamentales, según (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2007) son: por posición fija, por proceso y por producto. Los diseños de cada uno de estos se diferencian entre sí de acuerdo con los siguientes tres factores:

Producto: Se debe revisar si es solo producto o si son productos estandarizados, varios productos o un producto a pedido.

Cantidad: Si se requiere en grandes volúmenes de producción, cantidades intermitentes o solo una unidad.

Proceso Productivo: Si la producción es continua, por lotes o por proyectos.

2.2.1.1 Distribución por posición fija

Se trata de la disposición en la que el material o el componente principal permanecen en un lugar fijo, y los trabajadores, las herramientas, la maquinaria y otras piezas de material son dirigidos hacia este. El producto se elabora con el componente principal estacionado en una misma posición. Pero al final de las operaciones el producto se ubica en el lugar requerido para cumplir su función. La producción se maneja como un proyecto; por ejemplo, las distribuciones de planta para la construcción de barcos, aviones, etc. (Ver Figura 3) El material permanece en situación fija y son los hombres y la maquinaria los que confluyen hacia él.

Figura n° 1 Disposición por posición fija

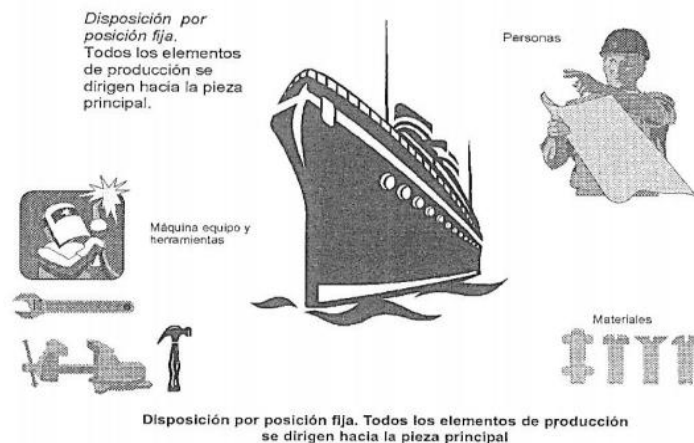


Figura: 3. Disposición por Posición Fija
Fuente: Disposición en Planta (Bertha Díaz)

Ventajas 1. Reduce el manejo de la pieza mayor.

2. Permite que se realicen cambios frecuentes en el producto y en la secuencia de operaciones.
3. Se adapta a gran variedad de productos y a la demanda intermitente.
4. Es más flexible, ya que no requiere una distribución muy organizada ni costosa.

¿Cuándo emplear la posición fija?

1. En el caso de productos de gran tamaño y peso.
2. Si se elaboran pocas unidades o una sola.
3. Si el traslado de la pieza mayor genera costos elevados o dificultades en el proceso.

2.2.1.2 Distribución por proceso

En ella todas las operaciones del mismo proceso, o tipo de proceso, están ubicadas en un área común como se muestra en la Figura 4. Las operaciones similares y el equipo están agrupados de acuerdo con el proceso o función que lleva a cabo; por ejemplo, en plantas de metalmecánica, hospitales, talleres artesanales y fábricas de panificación. Las operaciones del mismo tipo se realizan dentro del mismo sector.

Figura n° 2 Disposición por proceso

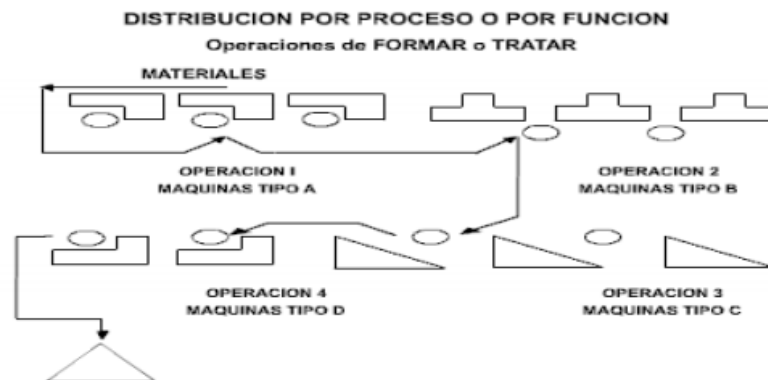


Figura: 4. Disposición por Proceso o Función
Fuente: Google "Imágenes"

Ventajas

1. Una mejor utilización de la maquinaria, lo que permite reducir las inversiones en este rubro.
2. Se adapta a gran cantidad de productos, así como a cambios frecuentes en la secuencia de operaciones.
3. Se adapta a las variaciones en los programas de producción (demanda intermitente)
4. Es más fácil mantener la continuidad de la producción en los casos de: avería de maquinaria o equipo, escasez de material, ausencia de trabajadores.

¿Cuándo emplear disposición por procesos?

1. Si la maquinaria es muy cara y difícil de mover.
2. En el caso de que se fabriquen diversos productos.
3. Si la demanda es intermitente o pequeña.

Distribución por producto: En ella un producto o tipo de producto se elabora en un área; pero, al contrario de la disposición fija, el material este en movimiento. Se dispone de cada operación una al lado de la siguiente. Cada una de las unidades requiere la misma secuencia de operaciones de principio a fin. La maquinaria y el equipo están ordenados de acuerdo con la secuencia de las operaciones; por ejemplo, en el ensamblaje de automóviles y plantas embotelladoras de bebidas. (Ver Figura) El material se desplaza de una operación a la siguiente sin solución de continuidad.

Figura n° 3 Distribución por producto

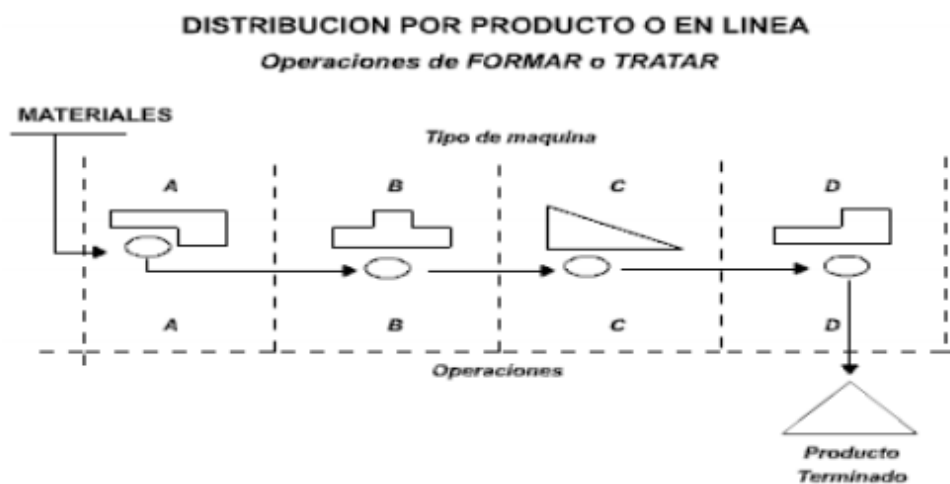


Figura: 5. Distribución por Producto (en Cadena)

Fuente: Google "Imágenes"

Ventajas

1. Se reduce el manipuleo del material.
2. Disminuye la cantidad de material en proceso, permitiendo reducir el tiempo de producción y la inversión en material.
3. Mayor eficiencia en la mano de obra, por la mayor especialización y facilidad de entrenamiento.
4. Mayor facilidad de control de la producción y sobre los trabajadores, reduciéndose el número de problemas entre los departamentos de la empresa.
5. Se reduce la congestión y el área de suelo ocupado.

¿Cuándo emplear disposición por producto?

1. Si hay gran cantidad de unidades por fabricar.
2. En el caso de que el producto este estandarizado.
3. Si la demanda del producto es estable.
4. Cuando la producción sea continua y el ritmo de producción que se genere justifique los costos de instalación.
5. Si la línea esta equilibrada en tiempo (todas las operaciones en el mismo lapso de ejecución)

Factores de disposición de Planta

Tomando como base los principios de la disposición de planta, se requieren estudiar algunos factores que por su naturaleza influyen directamente en las decisiones de la disposición de planta, (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2007) aportan los siguientes.

1. Factor Material: uno de los factores importantes para el estudio de disposición de planta, pues de su tipo, variedad y cantidad dependen por lo general el tipo de sistema de producción. Incluye los siguientes elementos o particularidades: materias primas, material en proceso, material embalado, insumos, piezas rechazadas, recuperar o repetir chatarras, viruta, desperdicios, desechos, materiales de embalaje, materiales para mantenimiento, etc.

2. Factor Maquinaria: la información sobre la maquinaria (herramientas y equipos), es fundamental para su adecuada ordenación. Los elementos de este factor incluyen: maquinarias de producción, equipos de proceso, dispositivos especiales, herramientas moldes patrones planillas, controles o tableros de control, maquinaria de repuesto o inactiva, maquinaria para mantenimiento o taller de repuestos y herramientas u otros servicios.

3. Factor Hombre: relacionado con las personas que trabajan en la empresa, considerando el espacio que requerirá cada una de ellas, de acuerdo con las funciones que realiza dentro de los procesos establecidos. Se hace hincapié en el diseño óptimo de la estación, donde se cumplirán las condiciones ambientales de trabajo y de seguridad. Los elementos que abarcan son: mano de obra directa, jefes de equipo y capataces, jefes de sección y encargados, jefe de servicios, personal indirecto o de actividades auxiliares, personal eventual y otros.

4. Factor Movimiento: el manejo de materiales toma en consideración el movimiento que se efectúa desde que se reciben los materiales, durante se procesó de fabricación, hasta la red de distribución. Si se llevan a cabo ineficientemente estas actividades, se estaría incrementando el costo de producto, ocupando un exceso del área de planta y del almacén, y retrasando la entrega del producto terminado al cliente. Los elementos que abarcan son: movimiento de maquinaria, movimiento de material y hombres, movimiento de hombres y maquinarias.

5. Factor Edificio: cuando se hace un estudio de las edificaciones de la planta de una empresa, el objetivo es que estas no interfieran en los procesos de producción, y que, más bien, contribuyan al aumento de la productividad. Los elementos de este factor incluyen: estudio de suelos, número de pisos en la edificación, vías de circulación, pasillos y corredores para personas, rampas, escaleras de mano, salidas y puertas de acceso, techos, ventanas y ascensores.

6. Factor Espera: la demanda de artículos para los consumidores es cada vez más exigente en calidad y precio, lo cual obliga a crear espacios, dentro de la planta, para la reserva o espera de materiales o productos que están en el proceso y, de esta manera agilizar la producción y disminuir los costos. Los elementos de este factor incluyen: área de recepción del material entrante, almacén de materia prima, almacenajes dentro del proceso, demoras entre dos operaciones, áreas de almacenaje de productos acabados, de suministros, áreas de almacenamiento de herramientas, recipientes vacíos y equipos de manejo usado.

7. Factor Servicio: los servicios de una planta están conformados por elementos físicos y personal organizado, destinado a satisfacer las necesidades de los factores de la producción. Los elementos de este factor incluyen: servicios para el hombre, cafetería, equipos de protección, iluminación, servicios médicos, vías de acceso, instalaciones sanitarias, ventilación, servicios para el material, control de calidad, control de producción, laboratorios para la planta, manejo del impacto ambiental, servicios para la maquinaria, instalación eléctrica, sala de calderas, área de mantenimiento, depósitos de herramientas, protección contra incendios, servicios para el edificio, señalización de seguridad, importancia de un ambiente de calidad en el trabajo.

8. Factor Cambio: el proyecto de disposición de planta deberá contemplar los cambios futuros, de modo que la inversión realizada en su implementación permita a la empresa cumplir con sus demandas de mercado y requerimientos de producción. Será conveniente una adecuada planificación del crecimiento de la planta y el impacto que tendría algunos factores externos sobre ella. Se analizarán

factores como los cambios tecnológicos, las variaciones del entorno económico, la apertura de mercados, las variaciones en las necesidades de los clientes, los nuevos diseños, el impacto ambiental, etc. Los elementos de este factor incluyen: adquisición de la tecnología, comportamiento o segmentación del mercado, servicios, infraestructura vial y aspectos demográficos, requerimientos de seguridad, crecimiento escalonado, nuevas estrategias de competencia, acreditaciones y certificaciones.

Dentro de estos tipos de distribución de planta, existen las siguientes modelos:

1. Producción Simple
 - a. Línea recta
 - b. Forma de U
 - c. Forma de S
 - d. Forma convoluta
 - e. Jaula de pájaro

2. Producción Múltiple
 - a. Método de los Hexágonos
 - b. Método de Minimización de espacios
 - c. Método de Guercht
 - d. Método de Espiral

Planeamiento Sistemático para la disposición de Planta Según (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2007)

planear es el acto de establecer un método para lograr algo. Cuando se aplica a las instalaciones, la planeación se usa para definir la configuración y los métodos de operación previstos para estas.

El objetivo de un planeamiento es visualizar la disposición de planta en planos o maquetas y realizar los ajustes necesarios, antes de ejecutar la etapa de implementación; de esta manera, pueden evitarse costos innecesarios e inconvenientes que se generarías si luego de terminada la edificación se observan deficiencias en la disposición. Existe un alto capital invertido en las instalaciones, entonces, si se planifican adecuadamente y se utilizan de manera eficiente, estas tendrán un efecto positivo en los costos y las capacidades de operación.

Desarrollo del planeamiento sistemático: Las etapas para el desarrollo del planeamiento sistemático para la disposición de planta son las siguientes:

- a. Investigar, hacer proyecciones específicas, pronósticos de las necesidades del producto y los requerimientos de capacidad, tecnologías de operación y apoyo.
- b. Relacionar los elementos principales y establecer el plan conceptual o ideal para el componente principal; se analizan los cinco componentes (producto, cantidad, recorrido, servicio y tiempo) de la planeación, considerando los principios de la disposición de planta.
- c. Integrar el plan conceptual del componente principal a los planes de cada componente y desarrollarlo en planos preliminares.
- d. Modificar los planos preliminares de las instalaciones y ajustarlos hasta llegar a otros planos específicos.
- e. Evaluar las posibilidades y aprobar el plano de instalaciones seleccionado.

Elementos básicos en los que se funda el problema de planeamiento: Para efectuar un planeamiento sistemático para la disposición de planta se deben considerar cinco elementos que están en juego para el éxito del mejor ordenamiento físico:

(P) = Producto: comprende los productos fabricados por la empresa o taller en estudio, las materias primas y las piezas comprobadas, los productos terminados y los semi - terminados.

(Q) = Cantidad o Volumen: es la cantidad de productos fabricados o materiales empleados. Las cantidades pueden ser valoradas por números de piezas, por toneladas, por metros cúbicos, por valor producido o vendido. **(R) = Recorrido:** es el proceso y el orden de operaciones. El recorrido del trabajo en la zona de actividades depende del orden de las operaciones; se puede tomar como referencia el diagrama de operaciones del proceso.

(S) = Servicios anexos: estos comprenden: mantenimiento, reparaciones, vestuarios y sanitarios, comedor, servicio médico, oficinas de producción, muelles de carga y descarga, áreas de recepción y expediciones, y las zonas de almacenes.

(T) = Tiempo: permite precisar cuándo deben fabricarse los productos: para cuando fabricar determinado producto, programar la producción, el tiempo requerido en cada operación determinara el proceso y la elección de las máquinas.

Fases o etapas del planeamiento: la preparación racional del planeamiento es, en esencia, una forma organizada de enfocar los proyectos de la disposición de planta.

Consiste en fijar un cuadro operacional de fases, una serie de procedimientos, un conjunto de normas que permitan identificar, valorar y visualizar todos los elementos que intervienen en la preparación de un estudio de la disposición de planta.

Así se definen las siguientes fases:

Fase uno: Determinación del Problema Definición del proyecto en cuanto al alcance, los requerimientos, ubicación física y condiciones externas.

Fase dos: Distribución General Solución inicial: Disposición de áreas funcionales, métodos generales de manejo y comunicación, servicios primarios y planos pre-liminares de los edificios.

Fase tres: Distribución al Detalle Solución detallada: Disposiciones detalladas para maquinaria y equipos, manejo de un lugar de trabajo a otro, información específica sobre la maquinaria y procedimientos, disposición de red de agua y desagüe, así como dibujos detallados de la construcción.

Fase cuatro: Plan de Implementación Planeación de los pasos específicos para construir, modificar, instalar y poner en marcha la planta.

Fase uno La determinación de los elementos P, Q, R, S, T es necesaria para la mayor parte de los cálculos de la preparación del planeamiento.

Figura n° 4 Disposición en planta

Tabla: 1. Determinación de los elementos P, Q, R, S, T

Análisis	Elementos	Consideraciones
P - Q	P - Q	Volumen de Producción
Recorridos	P, Q	Se combinan para establecer el recorrido de los productos
Relaciones	P, Q, S y R	se combinan para establecer las relaciones entre actividades
Recursos	Q, R y T	Determinan esencialmente las maquinas y los equipos que son necesarios para poder realizar las fabricaciones previstas

Fuente: Disposición en Planta (Bertha Diaz)

Fase dos Distribución General

Figura n° 5 planteamiento sistemático para disposición de planta

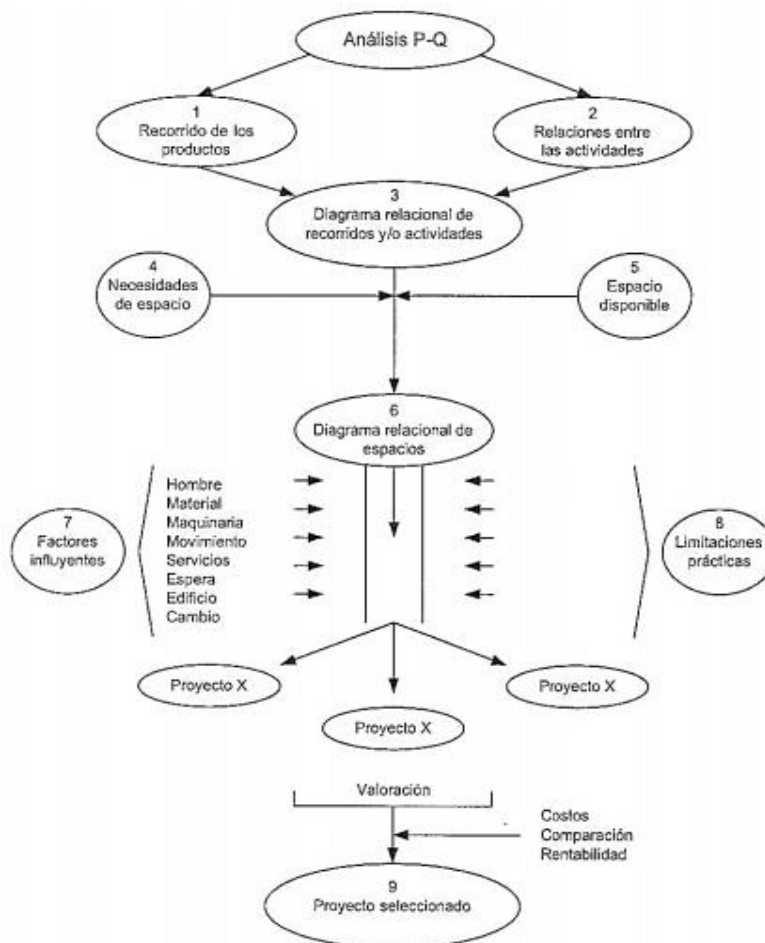


Figura: 7. Planteamiento sistemático para disposición de planta

Fuente: Disposición en Planta (Bertha Diaz)

Fase tres Distribución Detallada. Seguir el mismo procedimiento de la fase II para cada departamento o área de trabajo.

Herramientas para el planeamiento sistemático de disposición: (SLP) requiere del uso de algunas herramientas para un estudio objetivo del problema, considerando la descripción de los productos, los procesos y las actividades complementarias de las operaciones propuestas de distribución, para finalmente elegir la mejor alternativa. A continuación, se presentas esquemáticamente las herramientas más utilizadas.

Figura n° 6 Herramientas para el planteamiento

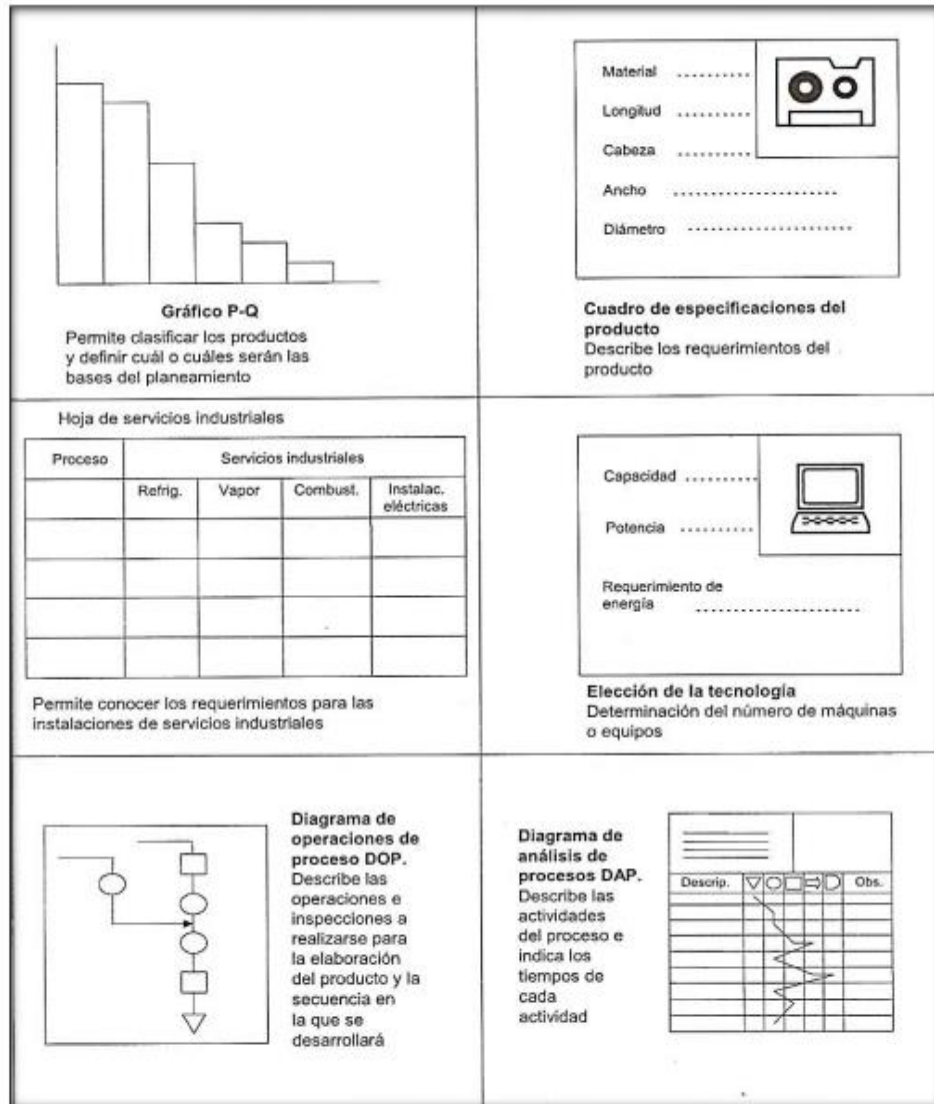


Figura: 8. Herramientas para el planteamiento sistemático
Fuente: Disposición en Planta (Bertha Diaz)

Figura n° 7 Herramientas para el planteamiento

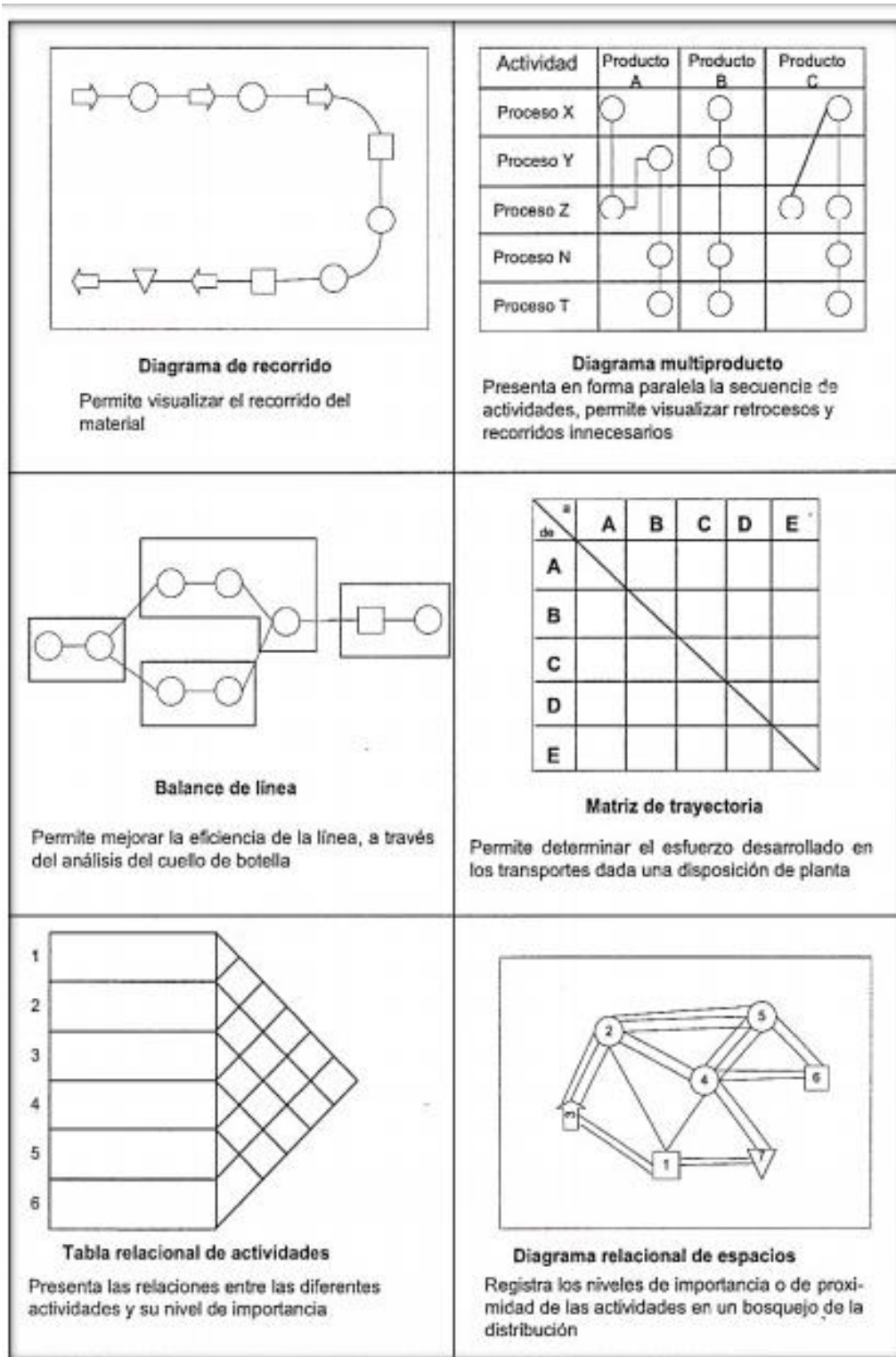


Figura: 9. Herramientas para el planteamiento sistemático

Fuente: Disposición en Planta (Bertha Díaz)

Figura n° 8 Herramientas para el planteamiento

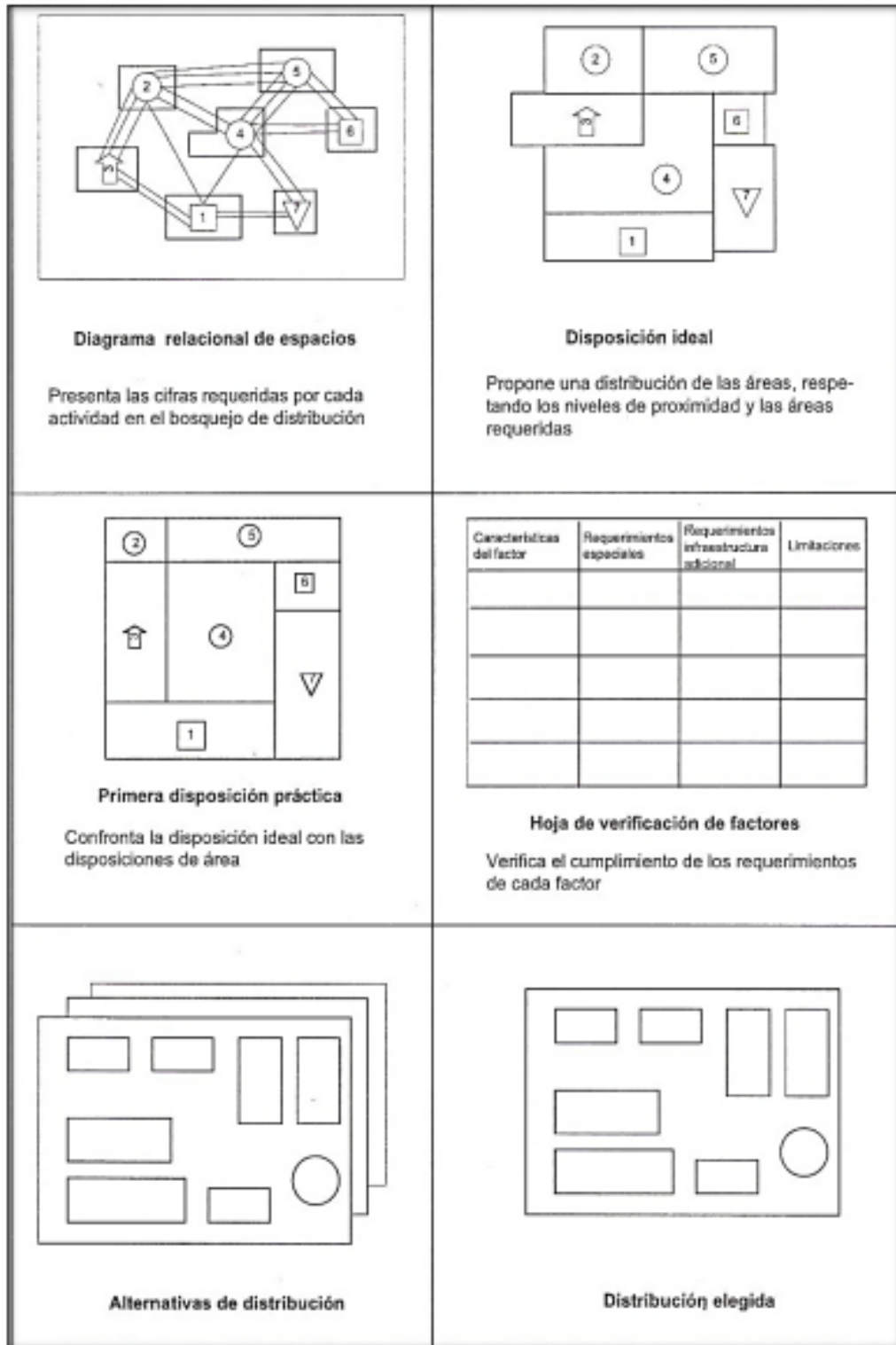


Figura: 10. Herramientas para el planteamiento sistemático
Fuente: Disposición en Planta (Bertha Diaz)

2.2.2 Método de Guercht

“El método de Guercht es el primer paso para efectuar una distribución o redistribución en planta que corresponde al cálculo de las superficies. Es un método de cálculo de la superficie total necesaria para los elementos a distribuir y se calcula como la suma de tres superficies parciales que contemplan la superficie estática, la superficie de gravitación y la superficie de evolución o movimientos” (De la Fuente & Fernández, 2005).

Para la aplicación del método de Guercht se realizan las mediciones de los elementos para luego calcular sus superficies: Superficie estática, superficie de gravitación y superficie de evolución; para finalmente sumarlas y conseguir la superficie total. Se realiza para elementos estáticos (Máquinas y equipos) y elementos móviles (Operarios y equipos de acarreo).

Superficie estática (Ss): Es la superficie que ocupan los muebles, máquinas e instalaciones.

$$Ss = Largo \times Ancho$$

Superficie de gravitación (Sg): Es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso. Ésta superficie se obtiene para cada elemento multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$Sg = Ss \times N$$

Superficie de evolución (Se): Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención.

$$Se = (Ss + Sg) * K$$

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

2.2.3 Productividad

Según (Criollo, 2005), afirma que existe mucha discusión en torno a la productividad, de hecho está en el centro de las polémicas económicas actuales, sin embargo la idea que representa es difícil de fijar cuando se trata de definirla o de señalar sus procedimientos precisos para medirla numéricamente.

Indica que el principal motivo para estudiar la productividad en las empresas es encontrar las causas que la deterioran y una vez conocidas establecer las bases para incrementarlas. Menciona que la productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados, en nuestro caso el objetivo es la fabricación de artículos a menor costo, a través de una mejora del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, mano de obra y maquinas.

Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. Si partimos de que los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto – insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

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

$$\text{Productividad Total (PT)} = \frac{\text{Precio de Venta Unitario} * \text{Nivel de Producción}}{\text{Costo de M.o} + \text{Costo Total de M.P} + \text{Depreciación} + \text{Gastos}}$$

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{\text{Producción Total}}{\text{Materia Prima empleada}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Nivel Producción}}{\text{Nº de horas empleadas}}$$

2.3 Definición de términos básicos

- **Distribución de planta:** “La distribución de planta consiste en el diseño y ordenación de los espacios e instalaciones de sistemas de hombres, materiales y equipos, de una fábrica. Es decir, es el arreglo y la coordinación más efectiva de todos los elementos de la planta como: personal, equipo, material, almacenamiento, etc. Necesarios para la operación de dicha planta de producción”. (Rojas Rodriguez, 1996, pág. 118)
- **Diagrama de operaciones:** “Es la representación gráfica de todas las operaciones e inspecciones que tienen lugar dentro de un proceso de fabricación, excepto aquellos que tienen que ver con el movimiento de materiales. Nos muestra claramente la secuencia de sucesos en orden cronológico, desde el material en bruto hasta el empaque del producto terminado”. (Rojas Rodriguez, 1996, pág. 27).
- **Diagrama de análisis de proceso:** “Se llama también diagrama de flujo y contiene en general, muchos más detalles que el diagrama de proceso de operaciones. Es la representación gráfica de todas las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenajes que tiene lugar durante un proceso productivo, incluyendo los tiempos requeridos para cada actividad y las distancias recorridas”. (Rojas Rodriguez, 1996, pág. 30)
- **Diagrama Multiproducto:** “Este diagrama presenta la secuencia de actividades de varios productos que serán elaborados en una planta. Su esquematización en paralelo, tomando como base la distribución actual, permite visualizar posibles retrocesos en el transporte físico de los materiales durante su elaboración.” (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2007, pág. 332).
- **Estudio de la disposición de planta :** es el ordenamiento físico de los factores de la producción, en el cual cada uno de ellos está ubicado de tal modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas en el logro de sus objetivos

- **Factor material** : es un factor importante para el estudio es el factor material, pues de su tipo, variedad y cantidad dependen en general el tipo de sistema de producción
- **Factor maquina:** se hace necesario para el estudio la determinación del número de máquinas requeridas para cumplir con la producción, ya que el número dependerá el espacio requerido.
- **Factor movimiento:** se toma en consideración el movimiento que se efectúa desde que se recibe los materiales durante los procesos de fabricación, hasta la red de distribución. Si se llevan a cabo ineficientemente, se estaría incrementando el costo de producción, ocupando un exceso de area y almacén.
- **Localización de planta:** la localización de una planta industrial se refiere a la ubicación de la nueva unidad productora de tal forma que se logre la máxima rentabilidad del proyecto y el mínimo de costos unitarios.
- **Requerimiento de área:** asignar las áreas para cada elemento nos llevara a determinar el are total mínima requerida de la planta, a la cual se le podrán añadir las áreas administrativas y de servicios.
- **Tamaño de planta** : en todo estudio de viabilidad es importante determinar la capacidad de planta
- **Productividad:** “La productividad puede definirse como el coeficiente entre la producción obtenida en un periodo dado y la cantidad de recursos empleados para obtenerla”. (Rojas Rodriguez, 1996, pág. 10)
- **Estudio de la disposición de planta** : es el ordenamiento físico de los factores de la producción, en el cual cada uno de ellos está ubicado de tal modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas en el logro de sus objetivos

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Operacionalización de variables

Variable independiente:

La disposición de planta

Variable dependiente:

Productividad

Tabla.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD
Independiente: Disposición de planta	La disposición de planta consiste en el diseño y ordenación de los espacios e instalaciones de sistemas de hombres, materiales y equipos, de una fábrica. Es decir la coordinación más efectiva de todos los elementos de la planta: personal, equipo, material, almacenamiento (Rojas Rodríguez, 1996).	Producción	Tiempo de ciclo	minutos/piezas
			Eficiencia de línea	Porcentaje
		Distribución	% diseño de la propuesta	Porcentaje
			m2 distribuidos del área de trabajo	m2
Dependiente: Productividad	La productividad puede definirse como el coeficiente entre la producción obtenida en un periodo dado y la cantidad de recursos empleados para obtenerla. (Rojas Rodríguez, 1996).	Eficiencia	Eficiencia Económica	Soles ganados
			Productividad de Materia Prima	piezas/pies
		Productividad	Productividad de Hora hombre	piezas/hora-hombre

Elaboración: Por el investigador.

3.2 Tipo de diseño de investigación.

Pre-experimental: Descriptiva, transversal.

3.3 Material de estudio

3.3.1 Población

La población lo constituye la Planta de fabricación de productos de madera de la empresa Derivados de la Madera S.R.L.; puesto que, dentro de sus instalaciones se encuentra nuestro objetivo de estudio.

3.3.2 Muestra

Lo constituye la Planta de fabricación de productos de madera de la empresa Derivados de la Madera S.R.L.; puesto que, dentro de sus instalaciones se encuentra nuestro objetivo de estudio.

3.4 Técnicas, procedimientos e instrumentos

Tabla n° 1 Detalle de Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Entrevista	Permitirá identificar los procesos actuales dentro del Área de producción y de la planta misma	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de entrevista. • Cámara • Lapicero. 	Encargados del Área de producción y planta
Observación directa	Podemos observar la participación de los trabajadores y jefes responsables a su vez cada uno de los materiales, sus características y el proceso de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de observación 	Área de Producción y planta misma
Análisis de documentos	Para obtener la información histórica de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Registros. 	Historial de la empresa. Recopilación de datos

Fuente: Elaboración Propia

a. Observación Directa

Objetivo:

Permitirá identificar las fallas críticas de todos los procesos aplicados para la elaboración de mobiliario escolar en la empresa Derima SRL.

Procedimiento:

- **Observación Directa:**
 - Participar en la evaluación de todas las áreas de la empresa.
 - Registrar lo necesario para luego procesar los datos posteriormente

- **Secuela de la Observación Directa:**
 - Identificación de fallas en los procesos del mobiliario escolar.
 - Registro fotográfico de las áreas de DERIMA SRL

- **Instrumentos:**
 - Cámara Fotográfica
 - Grabadora Digital
 - Cámara Fotográfica
 - Papel y Lapiceros

3.4.1 Para procesar datos

Técnicas de Estadística descriptiva

Los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta los mostramos mediante gráfico de:

- Diagramas de Ishikawa.

Programas

- Office 2013: Microsoft Word, Microsoft Excel
- Visión profesional.
- Project 2013.
- Auto cad 2016

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico situacional de la empresa

4.1.1 Aspectos Generales

- **Razón Social:** Derivados de la Madera S.R.L.
- **Nombre comercial:** DERIMA S.R.L.
- **Actividad de comercio exterior:** Importador/exportador
- **RUC:** 20227651165
- **Estado de la empresa:** activo
- **Fecha de inicio de actividades:** 1993
- **Ciudad /Distrito:** Cajamarca / Cajamarca
- **Dirección legal:** Tupac Amaru N° 481

4.1.2 Descripción de la Actividad

En 1993, DERIVADOS DE LA MADERA, inicio sus operaciones en la ciudad de Cajamarca, siendo en sus inicios una empresa familiar y con un espacio reducido donde desarrollar sus labores.

Más tarde, en busca de mejoras para la organización decidieron implementar su empresa con maquinaria actualizada; también se tuvo que adquirir otro local para el desarrollo de la transformación de la madera ya que se tenía mayor demanda de los productos.

Esta empresa maderera ha logrado posicionarse en la mente del consumidor; pero no solo por sus productos de buena calidad y bajo precio, sino también por la atención personalizada que brinda a sus clientes.

Esta empresa cuenta con maquinaria de primer nivel, la rentabilidad de su organización es muy buena.

DERIMA SRL no solo se preocupa por el bienestar de los accionistas y gerentes sino también por el bienestar de sus colaboradores haciendo de esta manera que ellos se sientan satisfecho con la labor que realizan en la organización.

DERIVADOS DE LA MADERA en la actualidad, se ha convertido en una de las empresas más conocidas y con mayor demanda de sus productos; siendo una de sus características productos con diseños innovadores y a bajo precio; siendo estos los que conllevan el éxito de la Empresa.

4.1.3 Misión

Somos una empresa confiable que fabrica y comercializa muebles de madera con diseños innovadores, que busca crecer y satisfacer las necesidades del público en general con la venta de productos de calidad y exclusividad. Nos preocupamos por el desarrollo de nuestros colaboradores y contribuimos con el bienestar de la sociedad.

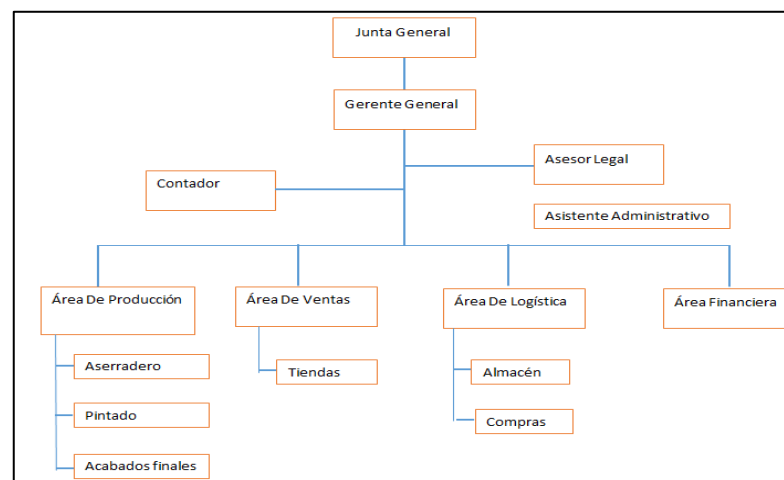
4.1.4 Visión

Ser una industria reconocida a nivel nacional en muebles, consolidándose como una empresa innovadora que brinda exclusividad y diseños nuevos, para lograr la satisfacción de nuestros exigentes clientes.

4.1.5 Organigrama y flujograma

La empresa cuenta con una distribución de sus áreas de trabajo bien definidas para una correcta administración de las actividades administrativas de la empresa.

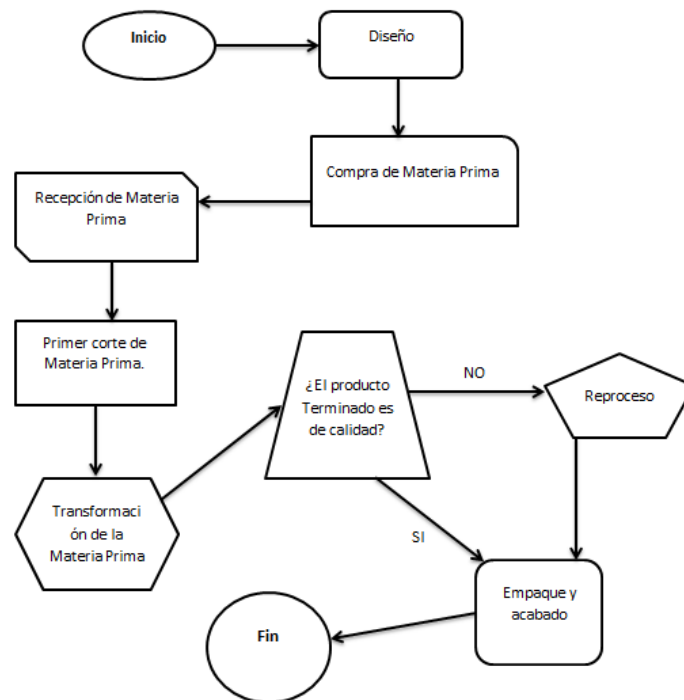
Figura n° 9 Organigrama Derivados de la Madera S.R.L.



Fuente: Elaboración propia.

La empresa Derivados de la Madera S.R.L. es una empresa que trabaja siempre a conciencia y no presenta fallas dentro de sus operaciones, es por eso que no se han presentado nunca quejas de sus productos, pues se cuenta con años de experiencia dedicándose al rubro de la transformación de la madera; es por eso que la empresa nunca ha tenido que hacer uso de su flujograma de operaciones (Véase la Figura N°6).

Figura n° 10 Flujograma de operaciones de mobiliario escolar, Derima S.R.L.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.6 Personal

En la tabla se indica el número de operarios que conforma la empresa Derivados de la Madera S.R.L.

Tabla n° 2 Personal Operativo

ÁREA	CANTIDAD	PUESTO
GERENCIA	2	Gerente general
CONTABILIDAD	1	Contador
VENTAS	1	Jefe de ventas
OPERACIONES	3	Jefe de operaciones
ACONDICIONAMIENTO DE MP	6	Cortadoras
CORTADO	5	Operarios
SECADO	4	Operarios
MAQUINADO	5	Operarios
ACABADO	5	Operarios
EMPAQUE	5	Operarios

Fuente: Elaboración propia.

4.1.7 Máquinas, equipos y herramientas

En la tabla que se presenta a continuación, se indica la cantidad de máquinas, equipos y herramientas utilizadas en el proceso de producción de mobiliario escolar en la empresa Derivados de la Madera SRL.

Tabla n° 3 Máquinas, equipos y herramientas

UNDS	DESCRIPCIÓN	FUNCION
1	Sierra de disco	Se encarga de limpiar las caras de las madera
1	Cepilladora	Esta se encarga de sacar varios listones de una sola operación
1	Sierra multilamina	Esta se encarga de cortar la longitud de las partes que conforman la estructura con un error de 0.05 mm
1	Despuntadora doble	Esta encargada de hacer varias operaciones a la vez tales como cepillar las 4 caras y a la ves darles moldura y entre otros
1	Moldurera de 7 cabezales	Estas son las que se encargan de hacer los huecos para las piezas
2	Escopladoras	Estas se encargan de hacer la espiga de las piezas
2	Espigadoras	Esta se encarga de cortar los tableros y que estos salgan escuadrados con cortes perfectos
1	Sierra escuadradora	Esta se encarga de pulir los fillos de las piezas y tableros
1	Lijadora de banda	Esta se encarga que todas la piezas y tableros salgan a un solo diámetro con un error de 0.01 mm
1	Lijadora calibradora	Esta se encarga de lijar las piezas más pequeñas que tengamos de acuerdo al modelo a fabricar
1	Lijadora de banda pequeña	Esta se utiliza para prensar los tableros de las silla y mesas
1	Prensa mecánica	Esta se utiliza para armas las sillas y mesas
1	Prensa neumática	Esta se utiliza para pintar y para las maquinas neumáticas

Fuente: Elaboración propia

4.1.8 Proveedores y Clientes

4.1.8.1 Principales Clientes de la empresa

Derivados de la madera tiene como clientes a toda la provincia de Cajamarca y a varias partes del Perú. A continuación, se nombran algunos de los principales clientes de la empresa:

- Mayoristas del departamento de Cajamarca
- Municipalidad de Cajamarca y Provincias
- Gobiernos regionales
- Gobierno central
- Público en genera
- Empresa privada

4.1.8.2 Principales Proveedores de la empresa

En la siguiente tabla, se indica el nombre de los proveedores y sus respectivos insumos que brindan a la empresa Derivados de la Madera SRL.

Tabla n° 4 Proveedores

PROVEEDOR		INSUMO
Exportaciones SAC	Madereras	Madera (tornillo y cedro)
Inderfursa SRL		Pinturas
Logimad SAC		Mantenimiento de cintas de cierre
Alarcón Plast SAC		Rollos de cartón para embalaje
Antis Representación SAC		Lijas de Banda
Innovación Global		Clavos de diversos tamaños

Fuente: Elaboración propia.

4.1.9 Competencia

Derivados de la madera SRL tiene por competencia a las siguientes empresas:

En la posible competencia tenemos a las siguientes empresas Hijos del sol sac, Cimas EIRL, Promart, Mestro, Sodimac

4.1.10 Productos

En la tabla que se presenta a continuación, se indica las líneas de producción que actualmente procesa la empresa Derivados de la Madera SRL.

Tabla n° 5 Productos

Productos	Descripción
Mobiliario escolar	según planos del ministerio de educación este producto se obtiene a través de la primera y segunda transformación de la madera y con finos acabados que garantizan la calidad exigida
Parihuelas	(pallets de exportación y de usos nacional) estos son elaborados de madera de pino y diferentes tamaños y de acuerdo a los pedidos y especificaciones del cliente esto va de la mano de acuerdo al uso que se dará y al tipo de carga con un aproximado de 16 kg de peso
Puerta y ventanas	estos son elaborados especialmente para proyectos grandes ya que se lleva la producción a gran escala en la producción continua
Mangos de herramientas	(cabos) la empresa cuanta otra línea de producción que son los mangos de herramientas ya que cuenta con tecnología desarrollada para la producción diaria de 400 los cuales son distribuidos en las diferentes ferreterías de la localidad
Letrinas o casetas	estos son elaborados especialmente de madera duras ya que son expuestos al clima estos tipo de trabajos son muy escasos ya que solo lo hacen cuando ganan en licitaciones públicas u otros cliente lo requieren
Muebles de escritorio	estos son elaborados especialmente de melanina (tableros aglomerados) la empresa cuanta con maquinaria de calidad y de buena tecnología que hace que los productos de buena calidad y esos mayormente son para oficinas y son distribuidos a nivel nacional

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Diagnóstico del Área de estudio

4.2.1 Distribución en planta

La empresa DRIMA SRL actualmente cuenta con una distribución por producto. El área de Producción consta de $1,168 m^2$, en el cual se encuentran las máquinas, cada una de las maquinas cuentan con sus respectivos operarios que se les designa. Actualmente esta área no se encuentra con una distribución adecuada, causando demoras en la producción, y por el desorden que existe, perjudica el buen desplazamiento, aumentando el tiempo de recorrido entre cada estación de trabajo.

Se observa que la distribución actual en planta no es la más adecuada para un mejor proceso de fabricación. La maquinaria se encuentra en un desorden, teniendo recorridos más elevados a los que podrían ser necesarios.

$$\text{Área Total} = \text{area de produccion}$$

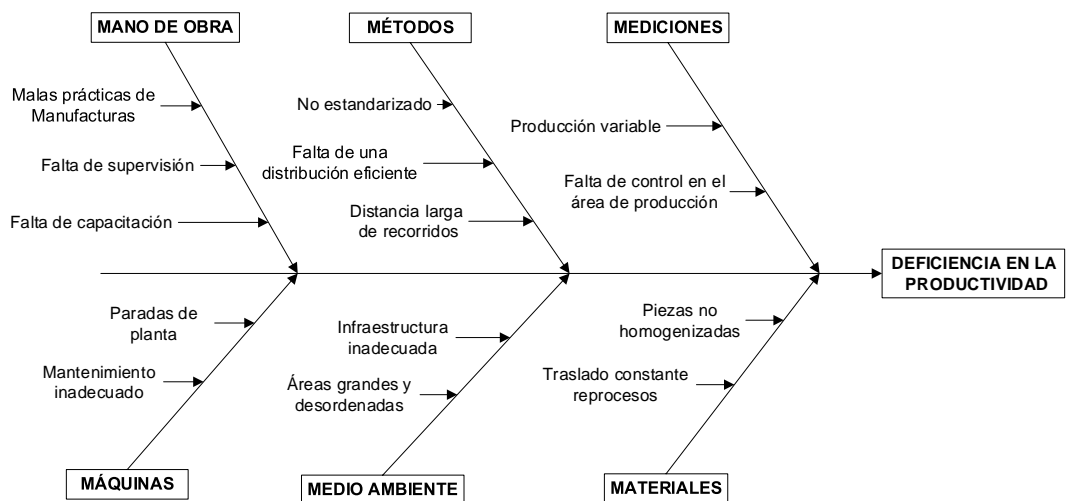
$$\text{Área Total} = (19 * 4) + (20.5 * 29 + 10 * 11.1) + (36.84 * 10) = 1,168 m^2$$

Actualmente esta área no se encuentra con una distribución adecuada, causando demoras en la producción, y por el desorden que existe, perjudica el buen desplazamiento, aumentando el tiempo de recorrido entre cada estación de trabajo.

4.2.2 Diagramas de Ishikawa

En la figura que se presenta a continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa de la problemática “Deficiencia en la distribución en planta”. Mostrando sus posibles causas utilizando la técnica de las 6 M’s (Mano de obra, Maquinaria y equipos, medio ambiente, medición, método de trabajo y materia prima). Se refleja que las principales causas son: Desorden de la maquinaria y equipos de trabajo, debido a una falta de conocimientos de ingeniería de métodos.

Figura n° 12 Diagrama de Ishikawa “Deficiencia en la productividad”



Fuente: Elaboración propia.

En la figura que se muestra a continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa de la problemática “Falta de una disposición de planta”. Mostrando sus posibles causas utilizando la técnica de las 6 M’s (Mano de obra, Maquinaria y equipos, medio ambiente, medición, método de trabajo y materia prima). Se refleja que las principales causas son: demora en los procesos por distancias recorridas muy largas sin una buena disposición de planta.

Tabla n° 6 Maquinaria

Maquinas	N° de operarios
Garlopado	1
Corte de disco	2
Moldurera	2
Cepillado	2
Corte múltiple	2
Corte de doble cabezal	1
Escoplado	2
Espigado	1
lijado calibrado	2
Lijadora de banda	1
Lijado KUFO	1
laqueado	2
armado	2
Total de trabajadores	21

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Diagramas de análisis de proceso

Parte de la comprensión de la necesidad de una redistribución de planta para la empresa bajo estudio, se basa en el diagrama de operaciones del proceso de elaboración de mobiliario escolar. La representación gráfica del proceso, de manera secuencial y ordenada nos permitirá tener de manera esquemática y global de la elaboración del hilo de tejer y esto dará como resultado el aprovechamiento o desperdicio de actividades comprendidas en este. Mediante los símbolos de la nomenclatura general, se pondrá a la vista la cadena de actividades para poder dar así un factor de redistribución conveniente y factible.

En el diagrama de operaciones de piezas de madera existen 10 operaciones y 3 operaciones combinadas. Las operaciones combinadas solo existen en el inicio y el final del proceso, pues solo se verifica que la madera se encuentre en buenas condiciones para transformarla y al final para verificar la calidad. Las operaciones son de tiempos bajos, pues son piezas pequeñas las que se fabrican (Véase figura n°08).

Figura n° 13 Diagrama de operaciones. Piezas de madera



RESUMEN		
Actividad	Cantidad	Tiempo (min., seg.)
Operación	10	2' 50"
Operación - Inspección	3	3' 10"
TOTAL	13	5' 60"

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Cursograma analítico del proceso

También llamada diagrama de flujo, se sigue los mismos pasos usados para el diagrama de operaciones y también sufre las mismas variantes. La única diferencia es la introducción de tres símbolos (transporte, demora y almacén) La representación gráfica de este proceso nos permitirá una visión clara al momento de proseguir al diagrama de circulación.

En el Cursograma de análisis de procesos de piezas de madera se tiene como resultados un total de 29 actividades, tanto productivas como improductivas, de las cuales se detalla:

Figura n° 14 Cursograma Analítico de procesos. Pieza de madera

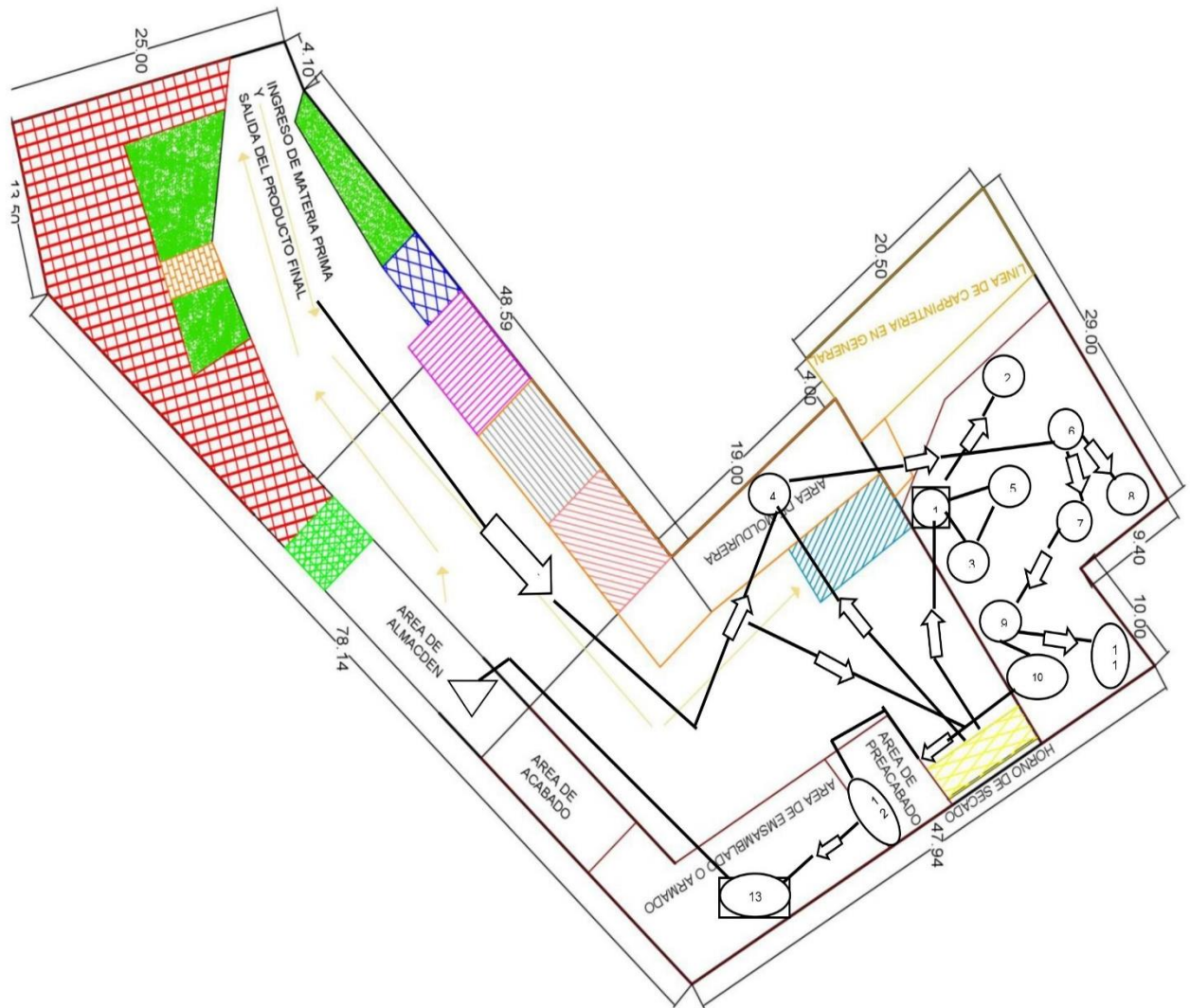
CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS									
Diagrama n° 1		Hoja: 1 de 1		Resumen					
Producto: Pieza de madera				Actividad		Actual	Propuesto	Economía	
Método: Actual				Opración		10			
Lugar: Área de producción, Empresa DERIMA S.R.L.				Operación-Inspección		3			
Compuesto por: Álvaro Espino				Inspección		0			
Fecha: 15/06/16				Demora		1			
				Transporte		14			
				Almacenamiento		2			
				Distancia (mts)					
				Tiempo (min., seg.)					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (min., seg.)	○	◻	◐	→	▽	OBSERVACIONES
Almacén de Materia Prima									
Transporte de la MP		30	31"						
Garlopeado de 2 lados			5"						
Transporte a corte		6	8"						
Corte de disco			15"						
Transporte a moldurera		20	15"						
Moldurera			15"						
Transporte a cepillado		16	15"						
Cepillado de la madera			10"						
Transporte a corte múltiple		6	6"						
Corte múltiple de la madera			10"						
Transporte a doble corte		3	4"						
Corte de doble cabezal de la madera			16"						
Transporte a escoplado		5	4"						
Escoplado de la madera			20"						
Transporte a espigado		3	3"						
Espigado de la pieza			15"						
Transporte a lijado calibrado		7.5	4"						
lijado calibrado de la pieza			15"						
Transporte lijado de banda		4	6"						
Lijado de banda a la pieza			20"						
Transporte a lijado kufo		5	8"						
Lijado KAFU a la pieza			10"						
Transporte a laqueado		15	8"						
Laqueado de la pieza			30"						
secado de la pieza pintada			600"						
transporte a armado		10	15"						
armado			150"						
Transporte a almacén		20	15"						
Almacenamiento de la pieza									
TOTAL		150.5	18' 28"	10	3	1	14	2	

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Diagramas de recorrido de piezas

En este diagrama se describe el recorrido actual de operarios y materiales en la planta centrándonos primordialmente en el área de producción, en donde se evidencia a simple vista un desorden y un rotundo problema en el desplazamiento inadecuado generando un aumento en el tiempo de producción, afectando a una distribución eficiente y que cumpla con los objetivos de producción.

Figura n° 15 Diagrama de recorrido actual de piezas



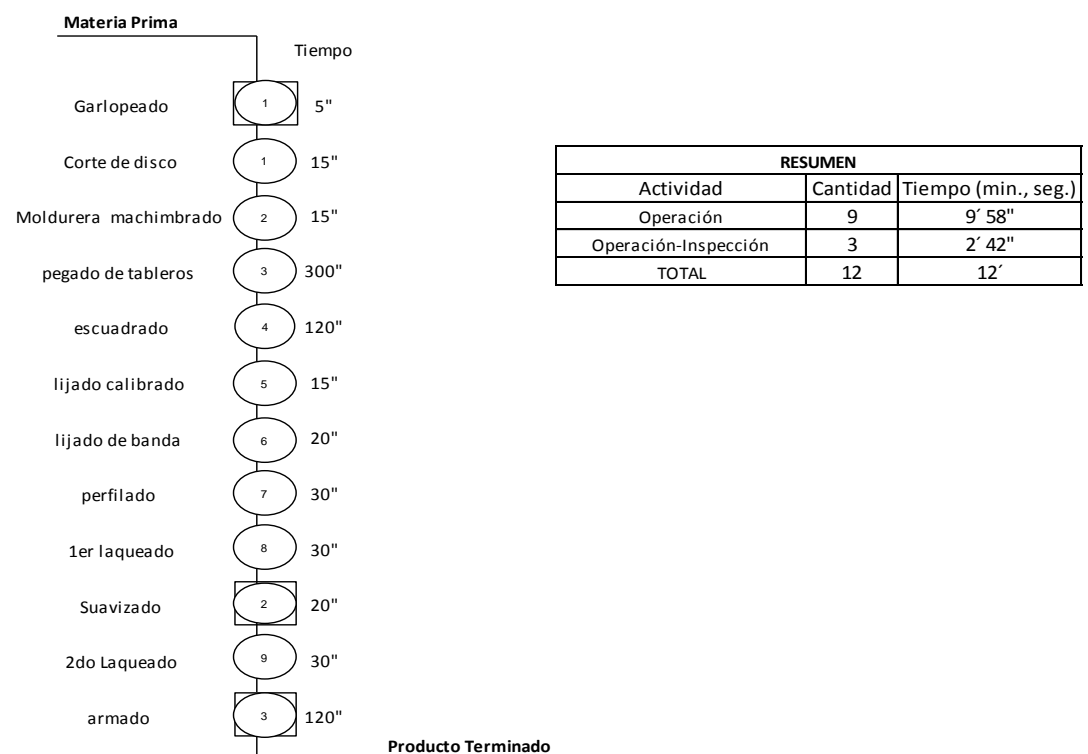
Fuente: elaboración propia

4.2.6 Diagramas de operaciones de tableros

Parte de la comprensión de la necesidad de una redistribución de planta para la empresa bajo estudio, se basa en el diagrama de operaciones del proceso de elaboración de mobiliario escolar. La representación gráfica del proceso, de manera secuencial y ordenada nos permitirá tener de manera esquemática y global de la elaboración del hilo de tejer y esto dará como resultado el aprovechamiento o desperdicio de actividades comprendidas en este. Mediante los símbolos de la nomenclatura general, se pondrá a la vista la cadena de actividades para poder dar así un factor de redistribución conveniente y factible.

En el diagrama de operaciones de tableros de madera existen 9 operaciones y 3 operaciones combinadas. Las operaciones son de tiempos bajos, pues son piezas pequeñas las que se fabrican (Véase figura n° 09).

Figura n° 16 Diagrama de operaciones. Tableros de madera



Fuente: Elaboración propia.

4.2.7 Diagramas de operaciones de tableros

También llamada diagrama de flujo, se sigue los mismos pasos usados para el diagrama de operaciones y también sufre las mismas variantes. La única diferencia es la introducción de tres símbolos (transporte, demora y almacén) La representación gráfica de este proceso nos permitirá una visión clara al momento de proseguir al diagrama de circulación.

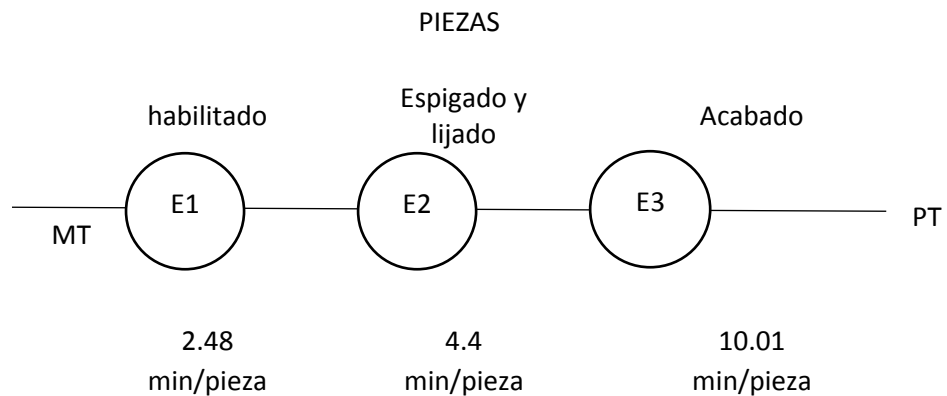
En el Cursograma de análisis de procesos de tableros de madera se tiene como resultados un total de 30 actividades, tanto productivas como improductivas, de las cuales se detalla:

Figura n° 17 Cursograma Analítico de procesos. Tablero de madera

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS									
Diagrama n° 2		Hoja: 1 de 1		Resumen					
				Actividad		Actual	Propuesto	Economía	
Producto: Tablero de madera				Opración		9			
Método: Actual				Operación-Inspección		3			
Lugar: Área de producción, Empresa DERIMA S.R.L.				Inspección		0			
Compuesto por: Álvaro Espino				Demora		2			
Fecha: 15/06/16				Transporte		12			
				Almacenamiento		2			
				Distancia (mts)					
				Tiempo (min., seg.)					
				Actividad					OBSERVACIONES
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (min., seg.)	○	◉	□	D	→	
Álmacén de Materia Prima									
Transporte de la MP		28	30"						
Garlopeado de 1 lados			5'						
Transporte a corte		6	8"						
Corte de disco			15"						
Transporte a moldurera		15	20"						
Moldurera de la madera			15"						
Transporte a pegado de tableros		18	15"						
pegado de la madera			10"						
Transporte a escudrado		6	6"						
escudrado del tablero			120"						
Transporte a lijado calibrado		5.5	5"						
Colijado calibrado			15"						
Transporte a lijado de banda		3	4"						
lijado de banda			20"						
Transporte a perfilado		4	4"						
perfilado			30"						
Transporte a laca		18	15"						
1° mano de laca			30"						
secado			600"						
suavisado			20"						
Transporte a laca		5	6"						
2° mano de laca			30"						
secado			600"						
transporte a armado		5	5'						
armado			120"						
transporte almacenaje		18	15"						
almacenamiento									
TOTAL		131.5	29' 38"	9	3	3	12	2	

ESTACIONES	OBSERVACIONES (SEGUNDOS)															TM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
E1: habilitado	161	151	145	146	149	147	150	150	145	150	146	148	151	146	152	149.13
Transporte de la MP	31	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
Garlopeado de 1 lados	6	5	5	6	6	4	6	6	4	4	4	5	6	6	6	6
Transporte a corte	8	7	8	6	8	7	7	8	6	8	7	8	6	6	8	8
Corte de disco	15	14	14	13	14	13	13	13	13	14	13	15	15	14	14	14
Transporte a moldurera	19	18	18	17	17	17	18	19	19	19	18	18	17	19	18	18
Moldeado de la madera	20	20	18	18	18	20	20	20	19	20	19	20	19	18	19	19
Transporte a cepillado	15	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Cepillado de la madera	10	10	9	10	9	9	9	10	10	10	10	9	10	9	10	10
Transporte a corte múltiple	6	6	4	5	5	6	6	4	6	5	4	5	5	4	5	5
Corte múltiple de la madera	10	9	9	10	10	9	10	9	9	10	9	9	10	10	10	10
Transporte a doble corte	5	4	4	5	5	5	3	3	3	3	5	3	5	3	5	5
Corte de doble cabezal de la madera	16	16	14	14	15	15	16	16	14	15	15	14	16	15	15	15
E2: ESPIGADO Y LIJADO	157	264	264	264	264	260	262	261	263	261	264	261	263	258	269	263.93
Transporte a escoplado	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4
Escoplado de la madera	22	21	22	20	21	22	21	20	21	20	20	20	21	22	21	21
Transporte a espigado	3	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3
Espigado de la pieza	16	15	16	16	15	16	16	15	15	15	16	16	16	15	16	16
Transporte a escuadrado	4	2	2	3	4	4	4	3	4	2	4	2	4	2	2	2
Escuadrado de la pieza	6	6	5	6	6	4	5	5	6	5	4	4	6	4	4	4
Transporte a lijado	6	6	4	4	6	4	5	6	4	6	6	4	5	6	4	4
Lijado de banda a la pieza	40	40	39	39	40	39	39	40	39	39	39	40	39	39	39	39
Transporte a lijado	8	8	6	8	7	6	7	8	8	8	6	6	6	7	6	6
Lijado KAFU a la pieza	10	9	10	8	9	10	9	8	10	10	10	10	10	8	9	9
Transporte a calibrado de la pieza	8	8	8	8	7	7	8	8	7	7	8	8	8	7	8	8
Lijado calibrado de la pieza	30	30	30	30	29	29	30	30	29	29	30	30	30	29	30	30
E3: ACABADO	582	600	574	609	614	631	587	634	623	608	588	634	593	566	643	605.7333333
Transporte a laqueado	28	26	28	28	26	26	27	26	28	26	26	27	26	27	28	28
Laqueado de la pieza	15	13	15	15	13	15	15	14	14	13	13	15	15	13	15	15
Secado de la pieza	523	546	514	550	558	575	529	579	564	552	533	577	535	511	583	583
Transporte a almacén	16	15	17	16	17	15	16	15	17	17	16	15	17	15	17	17

4.2.9 Indicadores para piezas



- **Sumatoria de tiempos:**

$$\sum t = t1 + t2 + t3$$

$$\sum t = (2.48 + 4.4 + 10.01) = 16.98 \text{ min/pieza}$$

Se emplea 16.98 min/pieza

- **Tiempo de ciclo o cuello de botella:**

$$C = 10.01 \frac{\text{min}}{\text{pieza}}$$

El tiempo de ciclo de fabricación de una pieza de madera está en la E3 (Acabado), siendo 10.01 min/pieza.

- **Producción (por día):**

$$P = \frac{tb}{C} = \frac{8 \frac{h}{día} * 60 \frac{min}{h}}{10.01 \frac{min}{pieza}} = 47.95 \text{ piezas/día}$$

La producción aproximada es de 47 piezas/día. A este resultado lo multiplicamos por 32 repeticiones, ya que se procesa cada 15 minutos aproximadamente, la producción final es de 1504 piezas/día.

- **Mano de Obra**

$$MO = \frac{\text{producción}}{N^{\circ} \text{ Operarios}} = \frac{1504 \text{ piezas/día}}{21 \text{ operarios}} = 71 \text{ piezas/operario}$$

Cada operario procesa 71 piezas/día.

- **Eficiencia de línea**

$$E = \sum \frac{\sum t_i}{nc} * 100\%$$

$$E = \left(\frac{16.98 \text{ min/pieza}}{3 \text{ estaciones} * 10.01 \text{ min/pieza}} \right) * 100 = 56 \%$$

Se tiene una eficiencia del 56%, esto refleja que a pesar de aumentar la productividad, no es lo suficientemente eficiente para mejorar su eficiencia de línea. Se tendría que mejorar el empleo de sus recursos en la producción.

- **Productividad Hora-Hombre (En 1 hora)**

Para determinar la productividad se usa la siguiente formula:

$$\text{Productividad } H - H = \frac{\text{Producción}}{N^{\circ} \text{ Operarios} \cdot tb}$$

$$\text{Productividad } H - H = \frac{1504 \frac{\text{piezas}}{\text{día}}}{21 \text{ operarios} \cdot 8 \text{ horas}} = 9 \text{ piezas/operario}$$

Cada operario tiene una productividad de 9 piezas/hora.

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{\text{Producción Total}}{\text{Materia Prima empleada}}$$

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{1504 \text{ piasas /día}}{2.4 \text{ pies}} = 626 \text{ piezas/hora}$$

Eficiencia económica

A continuación, se determinó la eficiencia económica de la elaboración de un lote de producción de queso tipo suizo. La fórmula que se empleó es del autor (Sanga Tito, 2015).

$$Ee = \frac{\text{Ventas (ingresos)}}{\text{Costos (inversiones)}}$$

Se calcula, el total de ingresos o ventas realizadas entre el total de costos o inversiones. La eficiencia debe ser mayor que la unidad para que se logre obtener beneficios.

$$Ee > 1$$

Se tiene los siguientes datos, que se muestra en la tabla n. ° 28.

Tabla n.º 1. Datos de precios – piezas de madera

DATOS - PIZAS DE MADERA EN PIES		
Precio sin IGV	4.00	soles/Pies
IGV – 18%	0.72	soles
Precio de venta	7.00	soles/pies
Costo de producción	1.00	soles/pies

Elaboración: Por los investigadores.

Datos adicionales para el desarrollo:

- Cantidad producida en un lote: 2000 piezas de madera

Reemplazando la formula.

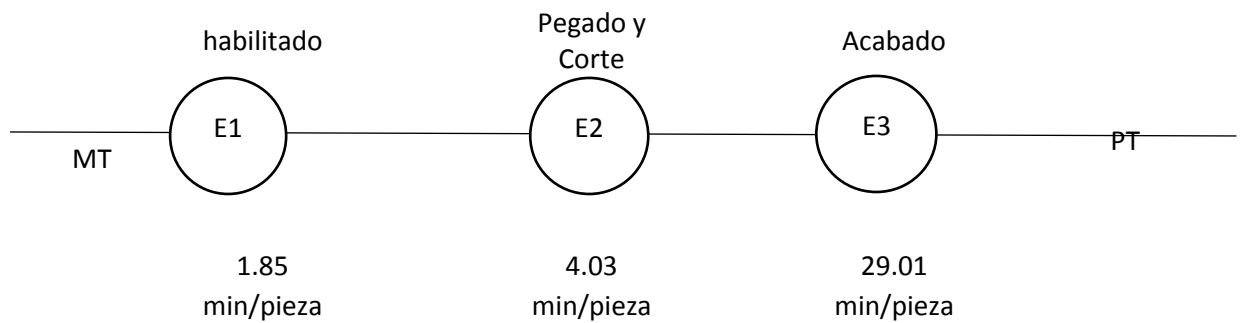
$$Ee = \frac{\frac{1504 \text{ piezas}}{1 \text{ lote}} * \frac{4 \text{ soles}}{\text{pies}}}{\frac{1504 \text{ piezas}}{1 \text{ lote}} * \frac{1 \text{ soles}}{\text{pies}}}$$

$$Ee = 4$$

OBSERVACIONES (SEGUNDOS)

ESTACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TM
E1:habilitado	112	112	109	110	112	107	105	110	112	110	111	111	110	109	112	110.133333
Transporte de la MP	31	31	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	
Garlopeado de los 1 lado	4	5	4	6	6	5	4	4	6	6	4	6	5	5	4	
Transporte a corte	8	8	7	7	7	7	7	8	8	7	8	7	8	8	8	
Corte de disco	15	15	16	16	16	14	14	15	15	14	16	14	15	15	16	
Transporte a moldurera	19	18	18	19	19	18	18	20	20	19	20	20	19	18	20	
Machimbrado de la madera	20	19	20	18	20	19	18	18	19	20	18	19	18	18	20	
Transporte a pegado de tableros	15	16	15	15	15	15	15	16	15	15	16	16	16	16	15	
E2: pegado y cortado	241	234	245	243	249	246	246	252	243	252	240	247	238	244	250	244.666667
pegado de tableros	10	9	11	9	10	11	10	9	10	10	10	11	10	11	9	
Transporte a escuadrado	7	8	6	6	8	7	6	6	8	8	6	6	6	8	6	
escuadrado del tablero	120	122	125	126	125	125	125	126	124	127	128	125	124	126	129	
transporte a lijado calibrado	5	6	4	4	4	4	5	6	4	5	6	5	4	5	6	
lijado calibrado	18	18	18	18	16	16	18	15	17	18	15	18	16	17	17	
Transporte a lijado de banda	6	6	6	5	6	5	4	6	5	4	6	4	4	4	5	
Lijado de banda	29	20	26	31	32	34	34	35	29	35	27	31	26	27	31	
transporte a perfilado	8	7	9	9	9	9	9	9	8	8	7	9	8	9	8	
perfilado	38	38	40	35	39	35	35	40	38	37	35	38	40	37	39	
E4: ACABADO	1793	1786	1728	1707	1742	1749	1749	1788	1737	1710	1776	1696	1730	1749	1696	1742.4
Transporte a 1er laqueado	15	16	15	15	16	16	15	15	16	16	16	15	16	15	15	
1er laqueado del tablero	100	101	100	99	102	101	99	101	99	99	100	102	100	99	100	
Secado del 1er laqueado	699	694	638	610	657	655	672	693	650	616	680	610	634	661	603	
Transporte a Suavizado	23	20	23	24	20	24	20	25	20	24	25	20	25	23	25	
Suavizado del tablero	22	25	21	25	20	21	20	25	25	25	21	23	25	21	23	
Transporte a 2do laqueado	7	7	7	7	5	7	5	5	5	5	6	6	6	7	5	
2do laqueado del tablero	38	38	35	36	38	39	35	38	36	35	40	36	36	36	36	
Secado del 2do laqueado	720	720	720	721	719	720	719	721	721	720	720	719	720	720	721	
transporte a armado	8	6	8	7	7	6	6	6	7	8	7	7	7	7	7	
armado	125	125	127	129	126	126	125	127	125	127	128	127	129	129	125	
transporte a almacen	20	20	20	19	17	19	17	16	17	19	18	16	18	17	20	
Transporte a almacén	16	14	14	15	15	15	16	16	16	16	15	15	14	14	16	

4.2.10 Indicadores Para Tableros



- **Sumatoria de tiempos:**

$$\sum t = t1 + t2 + t3$$

$$\sum t = (1.85 + 4.03 + 29.01) = 34.89 \text{ min/tablero}$$

Se emplea 34.89 min/tablero

- **Tiempo de ciclo o cuello de botella:**

$$C = 29.01 \frac{\text{min}}{\text{pieza}}$$

El tiempo de ciclo de fabricación de una pieza de madera está en la E3 (Acabado), siendo 29.01 min/pieza.

- **Producción (por día):**

$$P = \frac{tb}{C} = \frac{8 \frac{h}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{h}}{29.01 \frac{\text{min}}{\text{pieza}}} = 16 \text{ piezas/día}$$

La producción aproximada es de 16 piezas/día. A este resultado lo multiplicamos por 32 repeticiones, ya que se procesa cada 15 minutos aproximadamente, la producción final es de 512 piezas/día.

- **Mano de Obra**

$$MO = \frac{\text{producción}}{N^{\circ} \text{ Operarios}} = \frac{512 \text{ piezas/día}}{21 \text{ operarios}} = 24 \text{ piezas/operario}$$

Cada operario procesa 24 piezas/día.

- **Eficiencia de línea**

$$E = \sum \frac{\Sigma t_i}{nc} * 100\%$$

$$E = \left(\frac{34.89 \text{ min/tablero}}{3 \text{ estaciones} * 29.01 \text{ min/pieza}} \right) * 100 = 40.08 \%$$

- **Productividad Hora-Hombre (En 1 hora)**

Para determinar la productividad se usa la siguiente formula:

$$\text{Productividad H - H} = \frac{\frac{\text{Producción}}{tb}}{N^{\circ} \text{ Operarios}}$$

$$\text{Productividad H - H} = \frac{\frac{512 \frac{\text{piezas}}{\text{día}}}{8 \text{ horas}}}{21 \text{ operarios}} = 3 \text{ piezas/operario}$$

Cada operario tiene una productividad de 3 piezas/hora.

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{\text{Producción Total}}{\text{Materia Prima empleada}}$$

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{512 \text{ piezas /día}}{4 \text{ pies}} = 128 \text{ piezas/pies}$$

Eficiencia económica

A continuación, se determinó la eficiencia económica de la elaboración de un lote de producción de queso tipo suizo. La fórmula que se empleó es del autor (Sanga Tito, 2015).

$$Ee = \frac{\text{Ventas (ingresos)}}{\text{Costos (inversiones)}}$$

Se calcula, el total de ingresos o ventas realizadas entre el total de costos o inversiones. La eficiencia debe ser mayor que la unidad para que se logre obtener beneficios.

$$Ee > 1$$

Se tiene los siguientes datos, que se muestra en la tabla n. ° 28.

Tabla n.º 2. Datos de precios – piezas de madera

DATOS - PIZAS DE MADERA EN PIES		
Precio sin IGV	4.00	soles/Pies
IGV – 18%	0.72	soles
Precio de venta	7.00	soles/pies
Costo de producción	1.00	soles/pies

Elaboración: Por los investigadores.

Datos adicionales para el desarrollo:

- Cantidad producida en un lote: 2000 piezas de madera

Reemplazando la formula.

$$Ee = \frac{\frac{512 \text{ piezas}}{1 \text{ lote}} * \frac{4 \text{ soles}}{\text{pies}}}{\frac{512 \text{ piezas}}{1 \text{ lote}} * \frac{1 \text{ soles}}{\text{pies}}}$$

$$Ee = 4$$

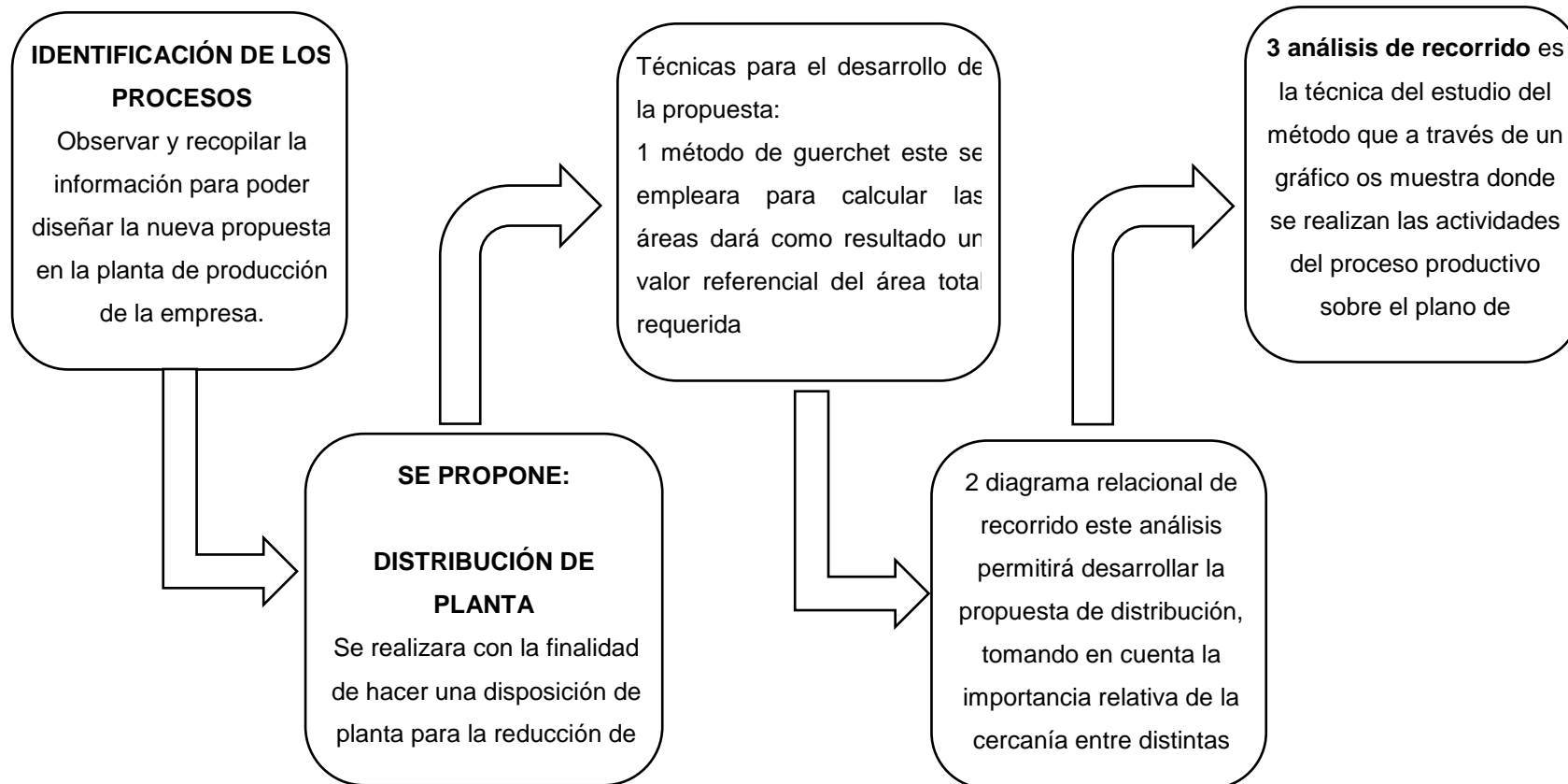
4.3 Resultados del Diagnóstico

Tabla n. °

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ACTUALES	
			PIEZA	TABLERO
Independiente: Disposición de planta	Producción	Tiempo de ciclo	10.01 minutos/piezas	29.01 minutos/piezas
		Eficiencia de línea	56%	40.08%
		% diseño de la propuesta	0%	0%
	Distribución	m2 distribuidos del área de trabajo	1168 m2	1168m2
		Eficiencia de la distribución	51%	51%
Dependiente: Productividad	Eficiencia	Eficiencia Economica	3 Soles ganados	3 Soles ganados
	Productividad	Productividad de Materia Prima	626 piezas/pies	128 piezas/pies
		Productividad de Hora Hombre	9 piezas/hora	3 piezas/hora

4.4 Diseño de la Propuesta de mejora

Figura n° 19 Pasos para la propuesta de mejora.



Fuente: Elaboración propia.

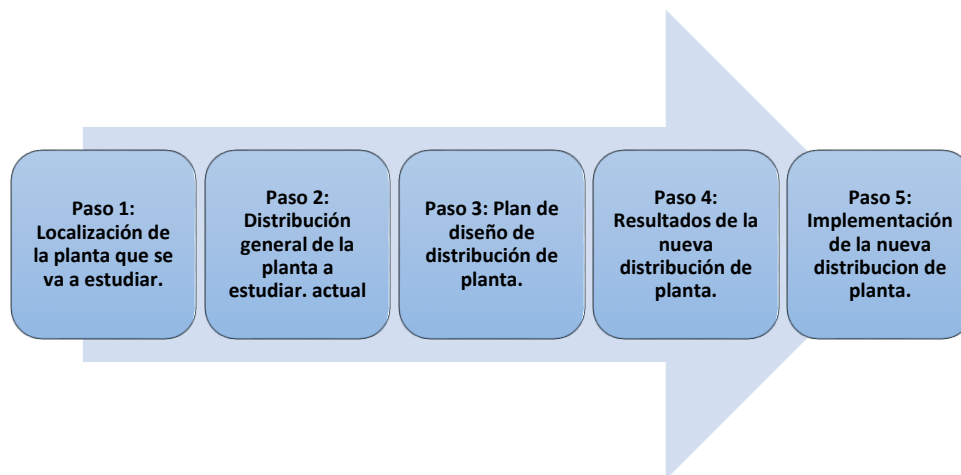
4.5 Desarrollo Del Diseño

4.5.1 Disposición de planta

La innovación en una empresa es predominante para permanecer en el mercado es por eso que el estudio detallado de los procesos productivos es esencial para encontrar las falencias del proceso (sino son tratados adecuadamente pueden traer pérdidas que no son percibidas a simple vista).

El informe tiene como objetivo principal, mejorar métodos de trabajo para incrementar la productividad en la empresa de “DERIMA S.R.L”.

Figura n° 20 Sistema de implementación de una Redistribución de planta.



Fuente: Muther, (1968)

Se propone mejorar la distribución de la empresa utilizando el método más adecuado (Método de Hexágonos) para determinar la mejor distribución de planta para la empresa. Esto favorecería a una mejor producción, disminuyendo tiempos de recorrido, orden de las maquinas en la planta, menor tiempo de producción, estandarización del tiempo de producción y sobre todo aumentará la producción. Para ello se seguirán los siguientes pasos:

Paso 1: Localización de la planta que se va a estudiar

En este paso se realiza la elección del área de estudio, para el cual ya sabemos que se va a realizar en el área de producción de la empresa Derivados de la madera S.R.L. La cual está ubicada en el Jirón Túpac Amaru n°481, barrio Miraflores.

Paso 2: Distribución general de la planta a estudiar actual

Se realiza un estudio de la planta de producción de la empresa definiendo en planos realizados en un programa de ingeniería para tener una visión actual de su distribución en planta, para ser comparado con la implementación de la nueva redistribución. Esta distribución actual de la planta se puede observar en la Figura n° 14 y el detallado de la maquinaria en planta en la Tabla n° 14.

Paso 3: Plan de diseño de distribución de planta

Para este paso se elige el método adecuado de Ingeniería para la realización de la redistribución en planta. En el presente proyecto se utiliza el Método de Guercht para una correcta utilización de los espacios para ocupar solo la necesaria y no exceder, permitiendo utilizar los espacios desocupados para instalar nuevas áreas (Almacenes), y la disminución de movimientos.

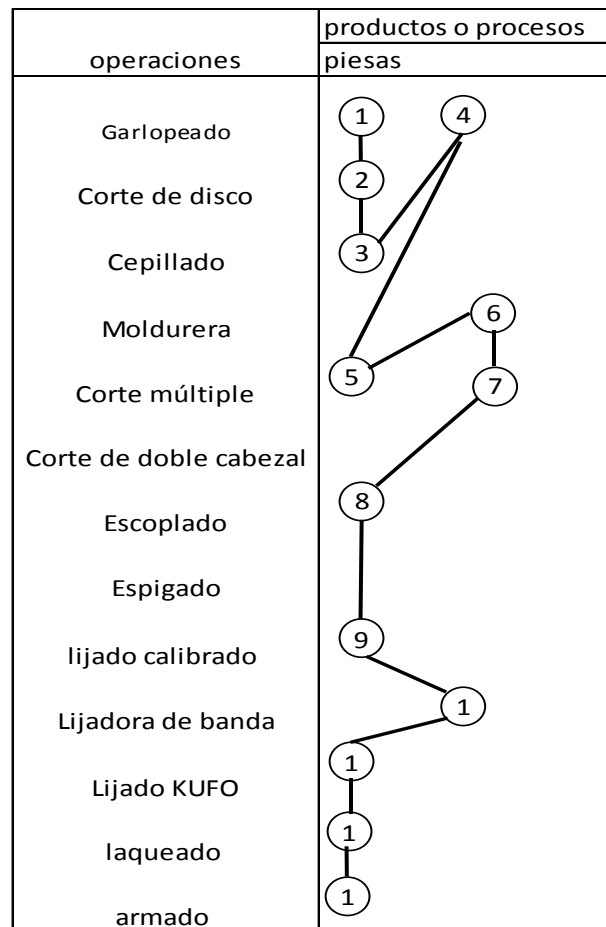
El área de producción, siendo el área que ocupa mayor espacio por estar instalada la mayoría de las máquinas, presenta una deficiente utilización de los espacios de trabajo; Por lo que, se utilizará el método de Guercht para la determinación eficiente del área requerida por los equipos físicos.

Paso 4: Implementación de la nueva distribución de planta

Definida y aceptada la nueva distribución se procede a la implementación del nuevo diseño de distribución de la planta.

Diagrama Multiproducto|

Figura n° 21 Sistema Diagrama Multiproducto



En el diagrama Multiproducto podemos observar que las maquinas en el área de producción están mal distribuidas, por lo que generar, largos recorridos en el material y distancias de los operarios de una maquina a otra.

Cálculo del coeficiente de evolución (K):

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}} = \frac{\frac{\sum Ss * n * h}{\sum Ss * n}}{2 * \left(\frac{\sum Ss * n * h}{\sum Ss * n}\right)}$$

$$K = \frac{1.68}{1.43} = 0.5872$$

Tabla n° 7 Determinación del área requerida por el Método de Guercht

	Descripción	Largo (metros)	Ancho (metros)	Altura (metros)	Lados de uso (N)	Superficie Estática (m ²)	Superficie de Gravitación (m ²)	Superficie de Evolución (m ²)	Superficie Total Equipo (m ²)	Cantidad (n)	Superficie Total
Equipos Estáticos	Garlopa	1.40	0.40	0.85	1	0.56	0.56	0.66	1.78	1	1.78
	Cierra de Disco	1.40	1.35	1.40	1	1.89	1.89	2.22	6.00	1	6.00
	Moldurera	6.00	1.10	1.65	2	6.60	13.20	11.63	31.43	1	31.43
	Cepilladora	1.15	2.00	1.10	2	2.30	4.60	4.05	10.95	1	10.95
	Cierra multilámina	1.30	1.15	1.30	2	1.50	2.99	2.63	7.12	1	7.12
	Cierra de doble cabezal	5.01	0.65	1.40	1	3.26	3.26	3.82	10.34	1	10.34
	Escopladora	0.96	1.35	1.22	1	1.30	1.30	1.52	4.11	2	8.23
	Espigadora	1.60	1.10	1.36	1	1.76	1.76	2.07	5.59	2	11.17
	Escuadradora	1.63	1.36	0.93	1	2.22	2.22	2.60	7.04	1	7.04
	Lijadora de banda	1.90	0.90	1.22	1	1.71	1.71	2.01	5.43	1	5.43
	Lijadora de banda KUFO	1.30	0.50	1.20	1	0.65	0.65	0.76	2.06	1	2.06
	Lijadora Calibradora	1.50	1.90	2.20	2	2.85	5.70	5.02	13.57	1	13.57
	Prensa neumática	1.43	1.13	0.89	4	1.62	6.46	4.74	12.82	2	25.65
Prensa mecánica	3.20	1.15	2.03	1	3.68	3.68	4.32	11.68	1	11.68	
Compresora	1.55	0.50	1.11	2	0.78	1.55	1.37	3.69	1	3.69	
Equipos Móviles	Trabajadores			1.68		0.50				21	10.50
ÁREA REQUERIDA											166.63

Fuente: Elaboración propia.

En el área de producción existe un exceso de utilización de espacio, por lo que las distancias entre máquinas son mayores a las necesarias. El espacio de dicha área es de 1.168 m², y tras la aplicación del método de Guercht se determinó que el espacio necesario para el área de producción tan solo es de 167 m². área de 149.59 m². se desplazará el área del horno y el área de moldurera dentro del área de espigado y lijado. En la Figura n°, se muestra el nuevo orden de las máquinas junto con la nueva maquinaria especificada. El detallado de la maquinaria se puede visualizar en la tabla n° 11

METODO TRAVEL CHARTING

Este método se empleó para realizar toda la distribución de la planta. Para la cual se realizarán los procedimientos es los siguientes:

Se presentan datos concernientes a volúmenes de producción, factor de carga y secuencias de las operaciones, según tipo de producto.

Artículo	Secuencia	Volumen de producción anual (Uds.)	Factor de Carga* (Uds./lote.)
A1	ACDFG	80,000	100
A2	BCEF	50,000	50

Se prepara una matriz distancia- volumen, en función de la distribución provisional. Previamente, se elaboran las matrices separadas para volúmenes y luego para distancias, por medio de los cuales es posible obtener la matriz distancia-volumen, por multiplicación de las casillas de posición idéntica en las matrices iniciales.

MATRIZ VOLUMEN							
De-A	A	B	C	D	E	F	G
A		1000	8000				
B			1000				
C				8000	1000		
D						8000	
E						1000	
F							8000
G							

Disposición Inicial

CUADRO DE DISTANCIA ORIGINAL

	18	10	20	30
30	B	A	C	D
6				
30	G	E		F
	10	30	34	

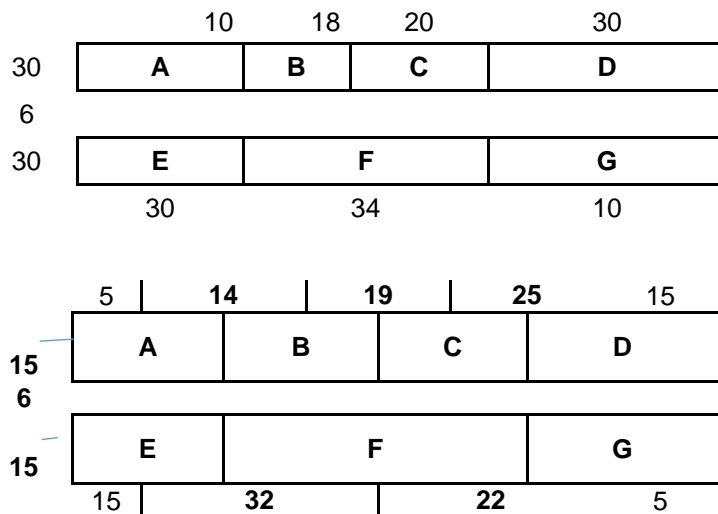
	18	10	20	30
	B	A	C	D
	G	E		F
	10	30	35	

	CUADRO DE DISTANCIA ORIGINAL					
	5	14	15	22.5	15	
15	B	A	C	D		
6						
15	G	E		F		
	5	20	30	17		

	MATRIZ DISTANCIA						
De-A	A	B	C	D	E	F	G
A		14	15				
B			32				
C				37.5	22.5		
D						16	
E						47	
F							72
G							

MATRIZ DISTANCIA VOLUMEN							
De-A	A	B	C	D	E	F	G
A		14,000	112000				
B			32,000				
C				300000	22500		
D						128000	
E						47000	
F							576000
G							
SUB TOTAL		14,000	144,000	300,000	22,500	175000	576000
TOTAL DE NUMERO DE MOV. REALES							1,231,500
							630,000
							1,231,500
							51%

MEJORA



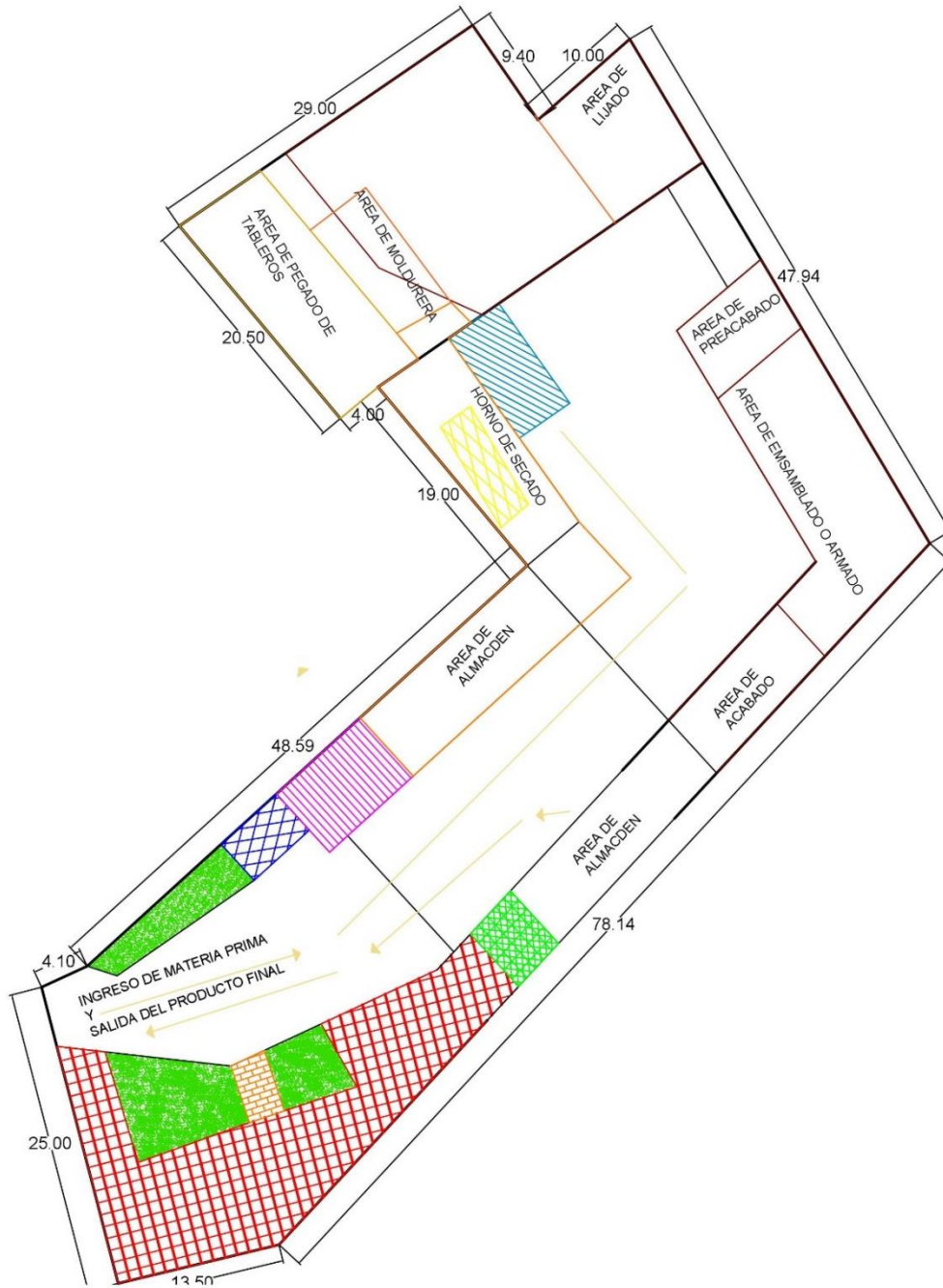
Matriz de volumen

De-A	A	B	C	D	E	F	G
A		14	28.5				
B			19				
C				25	28.5		
D						18.5	
E						32	
F							22
G							

MATRIZ DISTANCIA VOLUMEN							
De-A	A	B	C	D	E	F	G
A		14,000	228000				
B			19000				
C				200000	28500		
D						148000	
E						32000	
F							176000
G							
SUB TOTAL		14,000	247,000	200,000	28,500	180000	176000
TOTAL DE NUMERO DE MOV. REALES							845,500
							630,000
							845,500
							75%

En la matriz de distancia de volumen después de propuesta llegara 75 % se elige la distribución de mayor eficiencia en este caso elegimos 148000

Figura n° 22 Distribución de la planta después de la mejora



Fuente: Elaboración propia.

Tabla Relacional Según (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2007) la tabla relacional es un cuadro organizado en diagonal, en el que aparecen las relaciones de cercanía o proximidad entre cada actividad (entre cada función, entre cada sector) y todas las demás actividades. Además de mostrarnos las relaciones mutuas, evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades, apoyándose en una codificación apropiada

1. Tabla de valor de proximidad.

2. Lista de razones o motivos. La tabla relacional constituye una poderosa herramienta para preparar un planteamiento de mejora, pues permite integrar los servicios anexos a los servicios productivos y operacionales.

Tabla de Valor de Proximidad

Tabla n° 8 Valor de Proximidad

Codigo	valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	especialmente necesario
I	importante
O	normal u ordinario
U	sin importancia
X	no recomendable

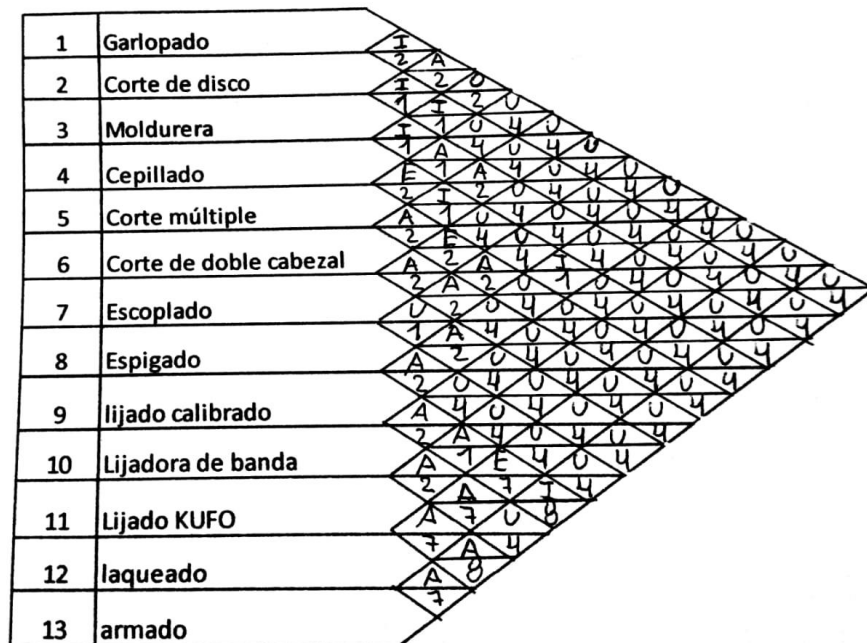
Lista de razones y motivos

Tabla n° 9 razones y motivos

Código	Motivo
1	manipulación de materia prima
2	por el seguimiento del proceso
3	por el polvo
4	por no ser necesario
5	por control
6	excesivo ruido
7	área de acabado
8	ensamble

Tabla Relacional

Figura n° 23 Diagrama relacional de piezas



Fuente: Elaboración propia.

Tabla de Valor de Proximidad

Tabla n° 10 Valor de Proximidad

Codigo	valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	especialmente necesario
I	importante
O	normal u ordinario
U	sin importancia
X	no recomendable

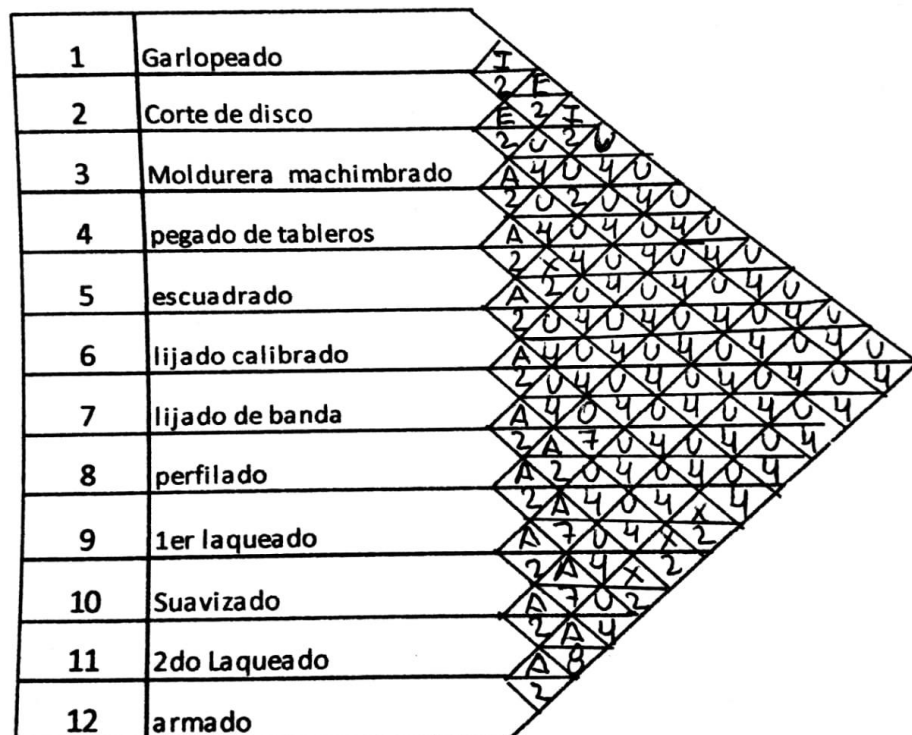
Lista de razones y motivos

Tabla n° 11 razones y motivos

Código	Motivo
1	manipulación de materia prima
2	por el seguimiento del proceso
3	por el polvo
4	por no ser necesario
5	por control
6	excesivo ruido
7	área de acabado
8	ensamble

Tabla Relacional

Figura n° 24 Diagrama relacional de tableros



Fuente: Elaboración propia.

Diagrama Relacional de Recorrido o Actividades Según (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2007) es una técnica que permite observar gráficamente todas las actividades en estudio de acuerdo con su grado o valor de proximidad entre ellos. En caso se tome como valor de proximidad la intensidad de recorrido, el diagramado estará representando la necesidad de minimizar las distancias, lo cual es nuestro objetivo.




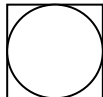
Procedimiento

Los puntos esenciales para su trazado son los siguientes:

1. Un conjunto adecuado y sencillo de símbolos para identificar cualquier actividad

Identificación de Actividades

Figura n° 25 Identificación de Actividades

simbolo	color	actividad
	rojo	operación
	amarillo	transporte
	naranja	almacen
	azul	operacion inspección

Fuente: Elaboración propia.

2. Un método que permita indicar la proximidad relativa de las actividades y la intensidad relativa del recorrido de los productos

Tabla de Código de las Proximidades

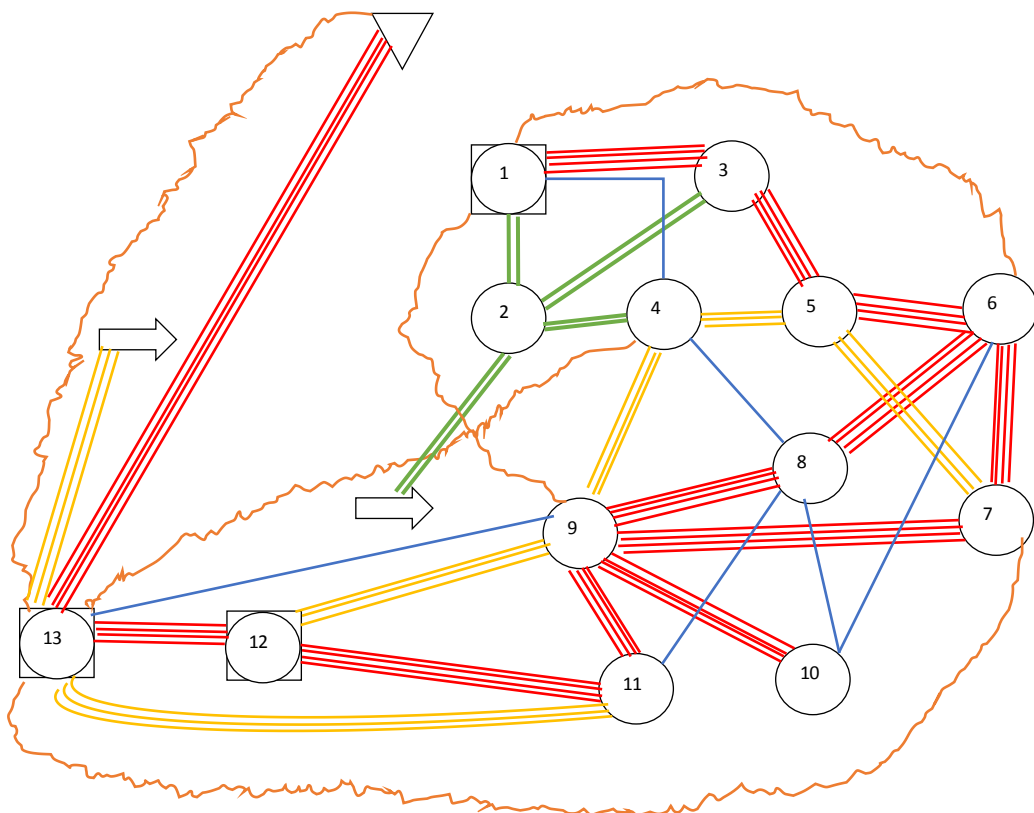
Tabla n° 12 Código de las Proximidades

codigo	proximidad	color	n° de líneas
A	Absolutamente necesario	rojo	4 rectas
E	especialmente necesario	amarillo	3 rectas
I	importante	verde	2 rectas
U	normal u ordinario	azul	1 recta
O	sin importancia
X	no recomendable	naranja	

Fuente: Elaboración propia

Diagrama Relacional de Actividades Propuesto

Figura n° 26 Diagrama relacional de actividades para piezas



Fuente: Elaboración propia

El diagrama presenta la ubicación relativa de las áreas de trabajo (no se considera conveniente graficar las relaciones calificadas como “sin importancias”).




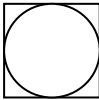
Procedimiento

Los puntos esenciales para su trazado son los siguientes:

1. Un conjunto adecuado y sencillo de símbolos para identificar cualquier actividad

Identificación de Actividades

Figura n° 27 Identificación de Actividades

simbolo	color	actividad
	rojo	operación
	amarillo	transporte
	naranja	almacen
	azul	operacion inspeccion

Fuente: Elaboración propia

2. Un método que permita indicar la proximidad relativa de las actividades y la intensidad relativa del recorrido de los productos

Tabla de Código de las Proximidades

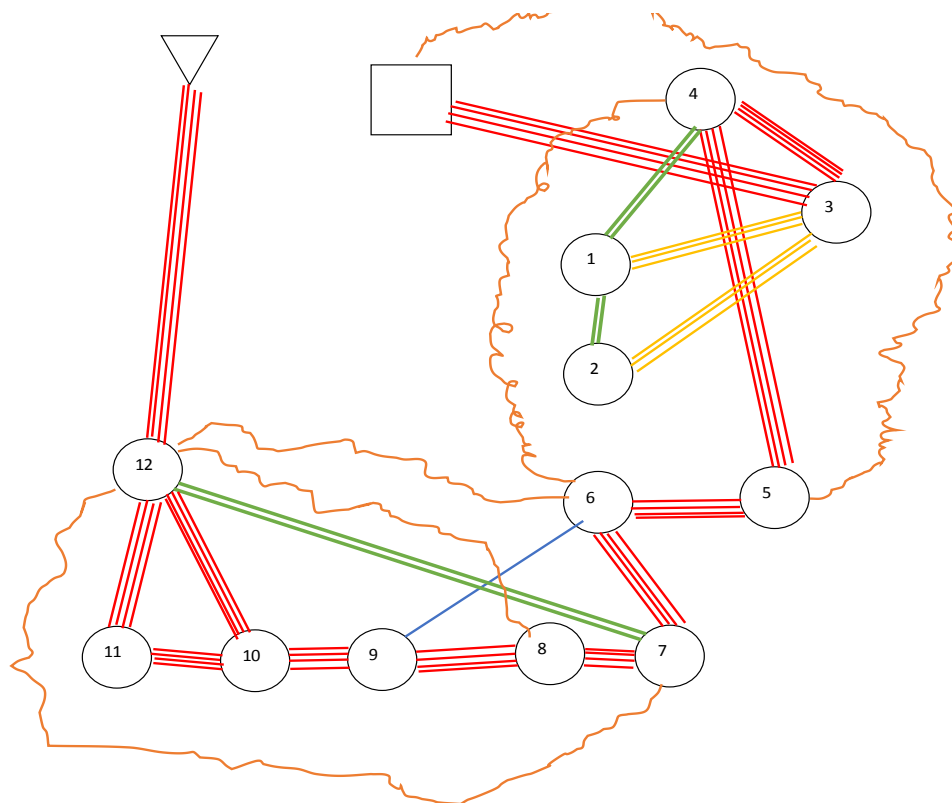
Tabla n° 13 Código de las Proximidades

codigo	proximidad	color	n° de líneas
A	Absolutamente necesario	rojo	4 rectas
E	especialmente necesario	amarillo	3 rectas
I	importante	verde	2 rectas
U	normal u ordinario	azul	1 recta
O	sin importancia
X	no recomendable	naranja	

Fuente: Elaboración propia

Diagrama Relacional de Actividades Propuesto

Figura n° 28 Diagrama relacional de actividades para tableros

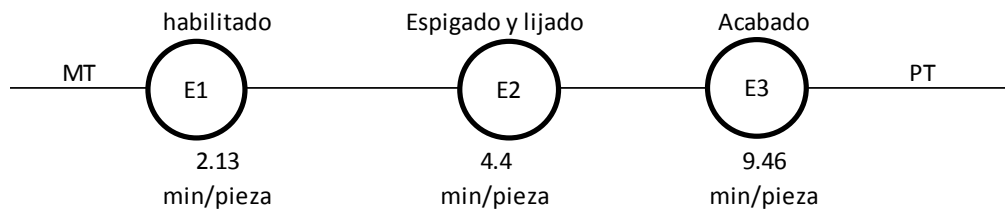


Fuente: Elaboración propia

El diagrama presenta la ubicación relativa de las áreas de trabajo (no se considera conveniente graficar las relaciones calificadas como “sin importancias”).

ESTACIONES	OBSERVACIONES (SEGUNDOS)															TM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
E1: habilitado	132	123	133	127	125	129	138	128	126	129	124	129	127	123	130	128.20
Transporte de la MP	14	13	15	11	11	14	15	13	10	14	11	14	11	11	13	
Garlopeado de 1 lados	4	4	6	4	4	4	5	6	5	6	4	4	5	4	6	
Transporte a corte	5	4	5	6	6	4	6	4	5	6	6	5	5	5	5	
Corte de disco	15	13	15	13	13	14	15	13	15	15	13	15	15	15	14	
Transporte a moldurera	14	14	16	15	14	15	16	15	14	14	15	16	16	14	16	
Moldurera de la madera	15	16	16	15	16	15	16	16	16	15	16	15	16	16	15	
Transporte a cepillado	14	13	13	14	13	14	14	13	14	13	14	13	14	13	13	
Cepillado de la madera	10	9	9	10	9	10	10	9	9	10	9	10	9	10	10	
Transporte a corte múltiple	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	10	10	9	9	
Corte múltiple de la madera	10	9	10	9	10	9	10	10	10	10	9	9	9	9	10	
Transporte a doble corte	5	4	4	5	5	4	5	4	5	3	3	4	3	3	3	
Corte de doble cabezal de la madera	16	14	14	15	14	16	16	15	14	14	15	14	14	14	16	
E2: ESPIGADO Y LIJADO	139	264	264	264	264	260	262	261	263	261	264	261	263	258	269	263.93
Transporte a escoplado	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	
Escoplado de la madera	18	19	18	20	20	20	18	19	20	18	18	18	20	19	20	
Transporte a espigado	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	
Espigado de la pieza	16	15	15	15	15	16	16	15	15	15	15	16	16	16	16	
Transporte a escuadrado	4	3	3	2	3	3	2	3	4	3	3	3	4	3	2	
Escuadrado de la pieza	6	5	6	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	6	4	
Transporte a lijado	6	5	4	5	4	4	4	4	6	5	6	4	6	5	4	
Lijado de banda a la pieza	29	25	30	27	29	30	25	27	25	27	26	30	25	30	30	
Transporte a lijado	8	6	7	7	8	8	7	8	7	6	6	6	6	7	7	
Lijado KAFU a la pieza	10	9	10	10	8	8	10	8	8	10	9	8	9	10	10	
Transporte a calibrado de la pieza	5	5	6	6	5	6	5	5	6	5	6	5	6	6	5	
Lijado calibrado de la pieza	30	29	29	30	29	29	30	30	29	30	29	29	29	29	30	
E3: ACABADO	553	562	578	562	577	584	549	574	547	584	568	588	560	570	587	569.533333
Transporte a laqueado	15	17	15	19	18	15	19	17	20	17	20	17	20	16	18	
Laqueado de la pieza	15	15	15	14	14	14	14	13	13	13	13	15	13	15	15	
Secado de la pieza	510	515	533	515	531	541	502	530	501	540	520	541	514	524	541	
Transporte a almacén	13	15	15	14	14	14	14	14	13	14	15	15	13	15	13	

Balance de líneas e indicadores para piezas



- **Sumatoria de tiempos:**

$$\sum t = t_1 + t_2 + t_3$$

$$\sum t = (2.13 + 4.4 + 9.46) = 15.99 \text{ min/pieza}$$

Se emplea 15.99 min/pieza.

- **Tiempo de ciclo o cuello de botella:**

$$C = 9.46 \frac{\text{min}}{\text{pieza}}$$

El tiempo de ciclo de fabricación de una pieza de madera está en la E3 (Acabado), siendo 9.46 min/pieza.

- **Producción (por día):**

$$P = \frac{tb}{C} = \frac{8 \frac{h}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{h}}{9.46 \frac{\text{min}}{\text{pieza}}} = 50.74 \text{ piezas/día}$$

La producción aproximada es de 50 piezas/día. A este resultado lo multiplicamos por 32 repeticiones, ya que se procesa cada 15 minutos aproximadamente, la producción final es de 1600 piezas/día.

- **Mano de Obra**

$$MO = \frac{\text{producción}}{N^{\circ} \text{ Operarios}} = \frac{1600 \text{ piezas/día}}{21 \text{ operarios}} = 76.19 \text{ piezas/operario}$$

Cada operario procesa 76 piezas/día.

- **Eficiencia de línea**

$$E = \sum \frac{\Sigma t_i}{nc} * 100\%$$

$$E = \left(\frac{15.99 \text{ min/pieza}}{3 \text{ estaciones} * 9.46 \text{ min/pieza}} \right) * 100 = 56.34 \%$$

Se tiene una eficiencia del 56.34%, lo cual indica que no se está realizando una correcta administración de los recursos empleados en la producción de piezas de madera.

- **Productividad Hora-Hombre (En 1 hora)**

Para determinar la productividad se usa la siguiente formula:

$$\text{Productividad H - H} = \frac{\frac{\text{Producción}}{tb}}{N^{\circ} \text{ Operarios}}$$

$$\text{Productividad H - H} = \frac{\frac{1600 \frac{\text{piezas}}{\text{día}}}{8 \text{ horas}}}{21 \text{ operarios}} = 10 \text{ piezas/operario}$$

Cada operario tiene una productividad de 10 piezas/hora.

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{\text{Producción Total}}{\text{Materia Prima empleada}}$$

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{1600 \text{ piasas /dia}}{2.4 \text{ pies}} = 666 \text{ piezas/pies}$$

Eficiencia económica

A continuación, se determinó la eficiencia económica de la elaboración de un lote de producción de queso tipo suizo. La fórmula que se empleó es del autor (Sanga Tito, 2015).

$$Ee = \frac{\text{Ventas (ingresos)}}{\text{Costos (inversiones)}}$$

Se calcula, el total de ingresos o ventas realizadas entre el total de costos o inversiones. La eficiencia debe ser mayor que la unidad para que se logre obtener beneficios.

$$Ee > 1$$

Se tiene los siguientes datos, que se muestra en la tabla n. ° 28.

Tabla n.º 3. Datos de precios – piezas de madera

DATOS - PIZAS DE MADERA EN PIES		
Precio sin IG	4.00	soles/Pies
IG – 18%	0.72	soles
Precio de venta	7.00	soles/pies
Costo de producción	0.50	soles/pies

Elaboración: Por los investigadores.

Datos adicionales para el desarrollo:

- Cantidad producida en un lote: 1600 piezas de madera

Reemplazando la formula.

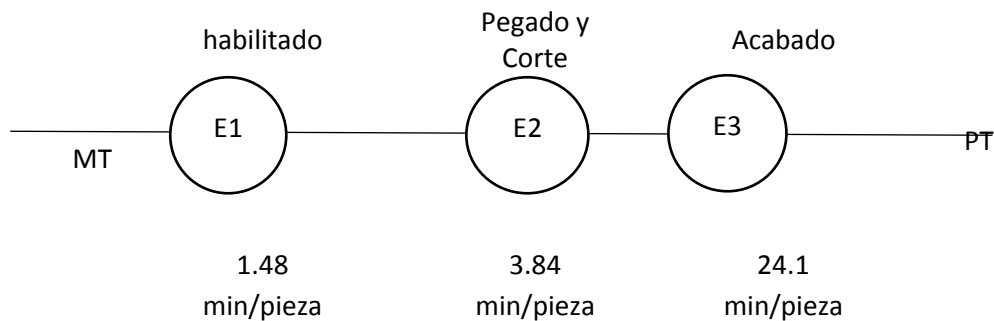
$$Ee = \frac{\frac{1600 \text{ piezas}}{1 \text{ lote}} * \frac{4 \text{ soles}}{\text{pies}}}{\frac{1600 \text{ piezas}}{1 \text{ lote}} * \frac{0.80 \text{ soles}}{\text{pies}}}$$

$$Ee = 5.12$$

OBSERVACIONES (SEGUNDOS)

ESTACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TM
E1:habilitado	91	90	89	90	92	89	91	90	93	87	87	89	92	87	87	89.6
Transporte de la MP	15	14	14	14	13	15	13	14	15	13	14	14	15	13	14	
Garlopeado de los 1 lado	6	4	5	4	6	4	5	4	6	4	4	6	6	4	5	
Transporte a corte	8	7	8	8	7	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8	
Corte de disco	15	16	15	14	16	15	15	16	16	15	15	15	16	14	14	
Transporte a moldurera	19	18	18	20	19	18	20	19	20	20	18	18	18	18	18	
Machimbrado de la madera	15	16	16	16	16	16	15	15	15	14	16	16	14	16	14	
Transporte a pegado de tableros	13	15	13	14	15	13	15	14	13	13	13	13	15	14	14	
E2: pegado y cortado	240	226	228	245	223	227	231	223	227	227	239	238	226	228	229	230.466667
pegado de tableros	10	9	10	10	9	11	11	10	10	10	9	10	11	9	9	
Transporte a escuadrado	8	6	8	7	8	7	8	6	7	6	6	6	8	7	6	
escuadrado del tablero	115	113	113	118	110	113	116	111	110	114	119	116	116	118	111	
transporte a lijado calibrado	5	4	6	6	6	6	5	6	4	6	4	5	5	6	4	
lijado calibrado	16	16	15	17	16	17	17	18	18	18	18	16	15	18	18	
Transporte a lijado de banda	6	6	4	6	6	4	5	5	4	4	4	5	6	4	6	
Lijado de banda	33	27	26	33	23	25	27	22	29	26	34	35	22	23	28	
transporte a perfilado	8	7	9	9	7	9	7	9	9	7	7	9	7	8	7	
perfilado	39	38	37	39	38	35	35	36	36	36	38	36	36	35	40	
E4: ACABADO	1454	1459	1461	1415	1450	1435	1434	1442	1409	1445	1451	1433	1408	1451	1423	1438
Transporte a 1er laqueado	15	15	15	14	15	15	15	15	15	15	15	13	15	15	13	
1er laqueado del tablero	100	100	100	100	99	102	101	101	101	99	99	101	100	101	100	
Secado del 1er laqueado	527	523	531	508	539	545	527	522	501	522	542	528	516	519	533	
Transporte a Suavizado	17	15	15	17	16	20	17	18	16	15	15	15	18	16	20	
Suavizado del tablero	18	18	15	19	16	15	16	15	19	15	20	19	17	19	16	
Transporte a 2do laqueado	7	5	6	6	7	7	7	7	5	5	7	7	7	7	6	
2do laqueado del tablero	30	32	33	30	30	30	34	33	32	33	33	31	31	30	34	
Secado del 2do laqueado	587	599	594	565	579	550	563	578	566	586	567	568	550	590	550	
transporte a armado	7	8	6	7	6	7	7	8	7	8	8	8	6	8	8	
armado	116	118	116	120	116	115	118	117	120	117	116	116	120	117	115	
transporte a almacen	14	12	14	15	12	13	14	12	13	15	14	12	13	15	13	
Transporte a almacén	16	14	16	14	15	16	15	16	14	15	15	15	15	14	15	

Indicadores para tableros



- **Sumatoria de tiempos:**

$$\sum t = t1 + t2 + t3$$

$$\sum t = (1.48 + 3.84 + 24.1) = 29.42 \text{ min/tablero}$$

Se emplea 29.19 min/tablero, 1.73 minutos menos que antes de la implementación

- **Tiempo de ciclo o cuello de botella:**

$$C = 24.1 \frac{\text{min}}{\text{pieza}}$$

El tiempo de ciclo de fabricación de una pieza de madera está en la E3 (Acabado), siendo 24.1 min/pieza.

- **Producción (por día):**

$$P = \frac{tb}{C} = \frac{8 \frac{h}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{h}}{24.1 \frac{\text{min}}{\text{pieza}}} = 20.1 \text{ piezas/día}$$

La producción aproximada es de 20 piezas/día. A este resultado lo multiplicamos por 32 repeticiones, ya que se procesa cada 15 minutos aproximadamente, la producción final es de 640 piezas/día.

- **Mano de Obra**

$$MO = \frac{\text{producción}}{N^{\circ} \text{ Operarios}} = \frac{640 \text{ piezas/día}}{21 \text{ operarios}} = 30.47 \text{ piezas/operario}$$

Cada operario procesa 30 piezas/día.

- **Eficiencia de línea**

$$E = \sum \frac{\Sigma t_i}{nc} * 100\%$$

$$E = \left(\frac{29.42 \text{ min/tablero}}{3 \text{ estaciones} * 24.1 \text{ min/pieza}} \right) * 100 = 40.69 \%$$

Se tiene una eficiencia del 40.69%, lo cual indica que no se está realizando una correcta administración de los recursos empleados en la producción de tableros de madera.

- **Productividad Hora-Hombre (En 1 hora)**

Para determinar la productividad se usa la siguiente formula:

$$\text{Productividad H - H} = \frac{\text{Producción}}{N^{\circ} \text{ Operarios}}$$

$$\text{Productividad H - H} = \frac{\frac{640 \text{ piezas}}{\text{día}}}{\frac{8 \text{ horas}}{21 \text{ operarios}}} = 4.1 \text{ piezas/operario}$$

Cada operario tiene una productividad de 4 piezas/hora.

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{\text{Producción Total}}{\text{Materia Prima empleada}}$$

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{640 \text{ piezas / dia}}{4 \text{ pies}} = 160 \text{ piezas/pies}$$

Eficiencia económica

A continuación, se determinó la eficiencia económica de la elaboración de un lote de producción de queso tipo suizo. La fórmula que se empleó es del autor (Sanga Tito, 2015).

$$Ee = \frac{\text{Ventas (ingresos)}}{\text{Costos (inversiones)}}$$

Se calcula, el total de ingresos o ventas realizadas entre el total de costos o inversiones. La eficiencia debe ser mayor que la unidad para que se logre obtener beneficios.

$$Ee > 1$$

Se tiene los siguientes datos, que se muestra en la tabla n. ° 28.

Tabla n.º 4. Datos de precios – piezas de madera

DATOS - PIZAS DE MADERA EN PIES		
Precio sin IG	4.00	soles/Pies
IG – 18%	0.72	soles
Precio de venta	7.00	soles/pies
Costo de producción	0.80	soles/pies

Elaboración: Por los investigadores.

Datos adicionales para el desarrollo:

- Cantidad producida en un lote: 640 tableros de madera

Reemplazando la formula.

$$Ee = \frac{\frac{640 \text{ piezas}}{1 \text{ lote}} * \frac{4 \text{ soles}}{\text{pies}}}{\frac{640 \text{ piezas}}{1 \text{ lote}} * \frac{0.80 \text{ soles}}{\text{pies}}}$$

$$Ee = 5.12$$

4.6 Resultados del Diagnóstico

Tabla n° 14 Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ACTUALES		PROPUESTA	
			PIEZA	TABLERO	PIEZA	TABLERO
Independiente: Disposición de planta	Producción	Tiempo de ciclo	10.01 minutos/piezas	29.01 minutos/piezas	9. 46minutos/piezas	24.10 minutos/piezas
		Eficiencia de línea	56%	40.08%	56.34%	40.69%
		% diseño de la propuesta	0%	0%	100%	100%
	Distribución	m2 distribuidos del área de trabajo	1168 m2	1168m2	1068 m2	1068 m2
		Eficiencia de la distribución	51%	51%	75%	75%
Dependiente: Productividad	Eficiencia	Eficiencia Económica	3 Soles ganados	3 Soles ganados	4.12 Soles ganados	4.12 Soles ganados
	Productividad	Productividad de Materia Prima	626 piezas/pies	128 piezas/pies	666 piezas/pies	160 piezas/pies
		Productividad de hora hombre	9 piezas/hora	3 piezas/hora	10 piezas/hora	4 piezas/hora

Fuente: Elaboración propia

4.7. Resultados del análisis económico financiero

Tabla n° 15 Inversión de la implementación

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Año 0
COSTO UTILES DE OFICINA				
Laptop	1	Unidad	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Impresora	1	Unidad	S/. 420.00	S/.
Escritorio	1	Unidad	S/. 250.00	S/. 250.00
Sillas de oficina	2	Unidad	S/. 150.00	S/. 300.00
Stands	1	Unidad	S/. 100.00	S/. 100.00
Cámara fotográfica	0	Unidad	S/. 250.00	S/. -
COSTO MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN				
Tubos de luz	40	Unidad	S/. 10.00	S/. 400.00
Cable eléctrico	40	Unidad	S/. 1.50	S/. 60.00
Interruptores termomagneticos	20	unidad	S/. 18.00	S/. 360.00
Guantes	25	unidad	S/. 6.00	S/. 150.00
Cajas de paso	25	unidad	S/. 5.00	S/. 125.00
Lentes	25	unidad	S/. 3.50	S/. 87.50
Cinta aislante	25	unidad	S/. 40.00	S/. 1,000.00
COSTO MANO DE OBRA				
Grua telescópica	1	unidad	S/. 2,366.00	S/. 2,366.00
Horno de secado de madera	1	unidad	S/. 101,400.00	S/. 101,400.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se detallan todos los tipos de costos que tiene la implementación del proyecto junto con su detallado de unidades y precio unitario de cada uno.

Tabla n° 16 Costos proyectados de la implementación

FLUJO DE INVERSIÓN						
Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos Operativos	S/. -	S/. 117,875.00	S/. 117,875.00	S/. 117,875.00	S/. 117,875.00	S/. 117,875.00
Costos Equipos de oficina	S/. 3,150.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costos de Maquinaria	S/. 276,146.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costos Materiales	S/. 460.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costos EPP'S	S/. 1,722.50	S/. 1,722.50	S/. 1,722.50	S/. 1,722.50	S/. 1,722.50	S/. 1,722.50
Costos Capacitaciones	S/. -	S/. 3,960.00	S/. 3,960.00	S/. 3,960.00	S/. 3,960.00	S/. 3,960.00

INGRESOS Y AHORRO						
Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Aumento de la productividad	S/. 276,120.00	S/. 276,120.00	S/. 276,120.00	S/. 276,120.00	S/. 276,120.00	S/. 276,120.00

FLUJO DE CAJA NETO PROYECTADO						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
S/. -281,478.50	S/. 152,435.50	S/. 199,595.50	S/. 199,595.50	S/. 199,595.50	S/. 199,595.50	

COK	13.01%
VA	S/. 548,953.35
VAN	S/. 267,474.85
TIR	45%
IR	1.95

Fuente: Elaboración propia.

- VAN>0: podríamos generar una utilidad de S/. 587,468.00; en un periodo de 5 años, lo cual nos indica que la implementación es viable.
- TIR>COK: se tiene una TIR de 45%; mayor a la tasa COK de 13.01%, lo cual nos indica que nos conviene optar por este proyecto a invertir en el banco.

Tabla n° 17 Flujo de caja: Real, Pesimista y Optimista

FLUJO DE CAJA						
ESCENARIO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
REAL	S/. 281,478.50	S/. 152,435.50	S/. 199,595.50	S/. 199,595.50	S/. 199,595.50	S/. 199,595.50
PESIMISTA	S/. 281,478.50	S/. 127,195.90	S/. 162,242.90	S/. 162,242.90	S/. 168,842.90	S/. 172,142.90
OPTIMISTA	S/. 281,478.50	S/. 204,509.50	S/. 254,756.50	S/. 254,756.50	S/. 254,756.50	S/. 254,756.50

PESIMISTA	VAN	S/. 267,474.85
	TIR	45%
OPTIMISTA	VAN	S/. 569,941.73
	TIR	78%

Fuente: Elaboración propia.

En ambos casos el VAN es aceptable ya que es mayor que 0 y se está generando utilidad en un periodo de 5 años, lo cual indica que es un proyecto viable.

En ambos casos se tiene una TIR mayor al COK de %, lo cual indica que se puede optar por cualquier escenario ya que tendremos la confianza de que el proyecto es viable.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo la disposición de planta en la fabricación de productos de madera y su relación con la productividad en la empresa DERIMA S.R.L.-Cajamarca, se realizó un diagnóstico inicial para encontrar las causas que originaban los problemas principales que es la mala utilización de los espacios, la falta de información, falta de orden y limpieza en el área de trabajo.

Se diseñó una nueva distribución en planta y una nueva organización de las máquinas en la zona de carpintería estableciendo criterios para su evaluación, logrando un aumento en su productividad mano de obra en la línea de piezas de madera de 2,976 piezas a 3,120 unidades; en cuanto, a la línea de tableros de madera de 512 unidades a 1,024 unidades, lo cual se ve reflejado en unidades monetarias de S/.1,270,152.00 a S/. 994,032.00; obteniendo un beneficio económico de S/. 276,120.00. En comparación con (Gamboa, D., 2011). Evaluación y mejoramiento de la productividad en las áreas de corte y empaque de muebles modulares en la empresa CIRTA Desing S.A. su producción diaria de 10,576 láminas cortadas y el área de empaque tiene una producción diaria de 11,029 muebles empacados, incrementándose en una producción de 12,304 láminas producidas en el área de corte y 15,764 muebles modulares empacados.

Por lo que se concluye que la nueva distribución de planta mejora la producción en la empresa.

En la empresa DERIMA al emplear el método de Guerchet y Travel Charting cual se encarga de brindarnos el área mínima requerida según la maquinaria, equipo y mano de obra que fluye en el proceso, todas las áreas que tienen contacto directo con el proceso estaban en negativo en cuanto al uso de área la cual disminuyo el área total requerida teniendo como resultados durante el diagnostico tuvimos una área total de 1168 m² luego de realizar la propuesta tendremos un área de 1068 m² la cual tenemos una reducción del área mínima requerida.

En comparación con (Coronel Gerson, 2017) En su tesis DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA GRIFERÍA INDUSTRIAL Y COMERCIAL NC S.R.L. - LIMA, 2017 , a partir de la aplicación del método Guerchet el cual se encarga de brindarnos el área mínima requerida según la maquinaria, equipo y mano de obra que fluye en el proceso, todas las áreas que tienen contacto directo con el proceso estaban en negativo en cuanto al uso de área, es decir se necesitaba más área del que se tenía en un comienzo, así pues, entonces se mejoró el uso de áreas, el almacén de materia prima, siendo el mínimo requerido 28m², paso de 25 m², a tener 55 m² aproximadamente, así también el área de producción el cual el mínimo requerido era 66 m² paso de 48 m² a tener 78 m², y por último y no menos importante, sino más bien uno de los más ampliados debido al aumento de producción, el almacén 84 de producto terminado, siendo 76 m² el mínimo requerido, paso de tener 64 m² a tener 113 m² aproximadamente. Por lo que se concluye que la nueva distribución de planta mejora la producción en la empresa.

En el resultado final de la empresa se calculó los indicadores económicos para determinar si el proyecto es factible, los cuales resultaron favorables, obteniendo un resultado de VAN>0, TIR>COK y un IR>1. Y con ello la aprobación del proyecto.

CONCLUSIONES

- a. La empresa Derivados de la Madera SRL, no contaba con diagramas de operaciones y tiempos de fabricación definidos, lo que generaba una falta de control de producción, que tras la implementación se logró definir tanto diagramas como tiempos de fabricación.
- b. Se recopiló y analizó la situación actual de la empresa Derima SRL , en el cual se pudo ver que en el área de producción se dificultaba el desplazamiento de los materiales y operarios entre las estaciones de trabajo
- c. Se definió una nueva distribución en planta mejorando la utilización de sus espacios necesarios, disminuyendo el área de fabricación de 1,168 m² a 1098 m². Esto también logró disminuir los tiempos de recorrido entre operaciones y con ello también disminuyó el tiempo de fabricación de cada producto. Además, con esto se lograron mejorar los porcentajes de actividades productivas de piezas y tableros de madera.
- d. Con respecto a la propuesta de la redistribución se elaboró el diagrama Multiproducto donde se pudo observar las maquinas en el área de producción mal distribuidas, por lo que existen largos recorridos y distancias al recorrer en las diferentes estaciones de trabajo, por medio del método de Guercht se determinó el área que se necesita para que las maquinas se encuentren bien ubicados con los espacios necesarios para el buen desplazamiento y se utilizó la tabla relacional para luego hacer el diagrama relacional de recorrido de actividades y concluir con el diagrama relacional
- e. De acuerdo a los análisis de los indicadores VAN, TIR, IR, el proyecto resulta factible; siempre y cuando el $VAN > 0$, un $TIR > COK$ y un $IR > 1$, según nuestro proyecto obtenemos que el $VAN = S/. 587,468.63$; $TIR = 57\%$, mayor al costo de oportunidad del 2.97%; por lo que se podría decir que el proyecto resulta factible.

RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda que la empresa elabore diagramas de operaciones sobre sus procesos de fabricación detallados y fáciles de entender por los trabajadores para que les resulte de simple entendimiento.
- b. Considerar el DOP, DAP y diagrama de flujo elaborado por los tesisistas para el conocimiento adecuado del proceso de producción ya que la empresa no cuenta con
- c. Conforme a la necesidad y relación de espacios, se sugiera respetar los espacios de recorrido en nuestra propuesta de distancia entre una maquina a otra, para un mejor transporte, manejo de producción en proceso y desenvolvimiento de las actividades del operario.
- d. Se recomienda a la empresa que conforme suban sus ventas, sigan mejorando su producción, lo cual tendrían que contratar personal de apoyo en cada área.
- e. Finalmente, se recomienda que la empresa continúe realizando mejoras ah futuras investigaciones para mejorar cualquier tipo de variable que genere mayores ganancias a la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DE LIBROS

- Alonso, A. (1997). *Conceptos de organización industrial*. Barcelona, España: Marcombo.
- Arrieta P, J. (2007). *Interacción y conexiones entre las Técnicas 5S's, SMED Y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- De la Fuente, D. & Fernandez, I. (2005). *Distribución en planta*. Oviedo, España: Universidad de Oviedo.
- Hernández, A.; Malfavón, N. & Fernández, G. (2003). *Seguridad e higiene industrial*. Mexico D.F.: Limusa.
- Marín, M. & Pico, M. (2004). *Fundamentos de Salud Ocupacional*. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.
- Niebel, W., & F., A. (3 de enero de 2009). *Ingeniería Industrial. Obtenido de Métodos, estandares y diseños de trabajo*. Madrid, España.
- Rey, F. (2005). *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid, España: Fundación Confemetal.
- Sánchez, M. (2007). *Prevención de riesgos Laborales básico*. Málaga, España: Innovación y Cualificación.
- Vallhonrat M., J & Corominas, A. (2011). *Localización, distribución en planta y mantenimiento*. Barcelona, España: Marcombo.
- Vaughn, R. C. (1990). *Introducción a la Ingeniería Industrial (2da edición)*. Barcelona, España: Reverté.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DE TESIS

Aparicio & Sánchez (2015). “Análisis y propuesta de mejora del sistema de producción de una empresa dedicada a la fabricación de muebles infantiles”. Tesis de título, Lima – Perú.

Chavero y Hernández (2009). “Aplicación de manufactura ágil en la empresa Maderas y Puertas Gavilán S.A. de C.V.”. Tesis de título, México.

Morán, M. (2008). “Estudio de tiempos y movimientos para la reducción de costos e incremento de la eficiencia en una industria de camas”. Tesis para Título. Guatemala.

Gamboa, D. (2011). “Evaluación y mejoramiento de la productividad en las áreas de corte y empaque de muebles modulares en la empresa CIRTA DESIGN S.A.”. Tesis para Título. Colombia

Puma, G. (2011). “Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa FABRICADOS DEL AUSTRO”. Tesis para título. España

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS ELECTRONICAS

<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/>

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>

<https://manualdelingenieroindustrial.wordpress.com/tag/jidoka/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Seis_Sigma

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

http://www.academia.edu/9609135/BALANCEO_DE_L%C3%8DNEAS_O_BALANCE_DE_L%C3%8DNEAS

<http://www.Adexdatatrade.com>

ANEXOS

Anexo n° 1 Evidencias de la metodología de las 9's actuales

- Desorden en el área de corte



- Desorden en el área de espigado y lijado



Anexo n° 2 Evidencia de la redistribución de planta

- Se ordenó el área de habilitado espigado y lijado



- Se ordenó el área de pintado y pre-acabado



Se ordenó el almacén



- Entrada limpia



Anexo n° 3 Evidencia de la falta de uso de EPP's



Anexo n° 4 Evidencia del uso de EPP's mejorado



Anexo n° 5 Implementación del nuevo horno de secado y tratado térmico de la madera.



Anexo n° 6 Historial de pedidos y licitaciones

FECHA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
17/05/2016	Pallets	1500	S/. 52.00	S/. 78,000.00
16/05/2016	Mobiliario	351	S/. 280.00	S/. 98,458.00
13/05/2016	Pallets	60	S/. 52.00	S/. 3,120.00
30-abr	pallets	200	S/. 52.00	S/. 10,400.00
14/03/2016	pallets	60	S/. 52.00	S/. 3,120.00
22/02/2016	pallets	100	S/. 46.00	S/. 4,600.00
04/02/2016	pallets	30	S/. 38.00	S/. 1,140.00
28/01/2016	Madera pino	2750 pies	S/. 2.00	S/. 5,500.00
15/04/2015	Carpetas	250	S/. 279.10	S/. 69,775.00
17/08/2015	Mesa de Madera	241	S/. 78.84	S/. 19,000.00
15/04/2015	Carpetas	450	S/. 279.10	S/. 125,595.00
16/02/2015	Carpetas	576	S/. 279.10	S/. 160,846.40
30/05/2010	Mobiliario Escolar	150	S/. 2,650.00	S/. 397,575.00
14/08/2014	Letrinas	579	S/. 295.00	S/. 170,807.00
20/08/2014	puertas	55	S/. 800.00	S/. 44,000.00
16/09/2014	Sillas	50	S/. 32.00	S/. 1,600.00
03/06/2014	Vigas	39	S/. 64.10	S/. 2,500.00
03/06/2014	Machimbrado	75 m2		S/. 2,500.00
20/12/2013	Letrinas	579	S/. 295.00	S/. 170,805.00
04/02/2014	Mobiliario Escolar	233	S/. 38.00	S/. 8,854.00
14/02/2014	Mobiliario Escolar	249	S/. 128.71	S/. 32,050.00
07/01/2014	Mobiliario Escolar			S/. 28,750.00
13/02/2014	Mobiliario Escolar	270	S/. 120.00	S/. 32,400.00
30/01/2014	Madera Tornillo	5000 pies	S/. 5.50	S/. 27,500.00
30/01/2014	Madera Tornillo	5000 pies	S/. 5.50	S/. 27,500.00
15/01/2015	Mobiliario Escolar	250	S/. 36.00	S/. 9,000.00
08/01/2014	Mobiliario Escolar	250	S/. 128.00	S/. 32,000.00
07/01/2014	Mobiliario Escolar	250	S/. 128.00	S/. 32,000.00
07/01/2014	Mobiliario Escolar	250	S/. 128.00	S/. 32,000.00
08/01/2014	Madera Tornillo	5074 pies	S/. 5.50	S/. 27,907.00
08/01/2014	Madera Tornillo	5074 pies	S/. 5.50	S/. 27,907.00
07/01/2014	Mobiliario Escolar	937	S/. 128.00	S/. 120,000.00
08/01/2014	Madera Tornillo	5000 pies	S/. 5.50	S/. 27,500.00
08/01/2014	Madera Tornillo	5000 pies	S/. 5.50	S/. 27,500.00
08/01/2014	Madera Tornillo	5000 pies	S/. 5.50	S/. 27,500.00
08/01/2014	Madera Tornillo	5000 pies	S/. 5.50	S/. 27,500.00
08/01/2014	Madera Tornillo	5000 pies	S/. 5.50	S/. 27,500.00
08/01/2014	Madera Tornillo	5000 pies	S/. 5.50	S/. 27,500.00

Anexo n° 7 Nueva área de Pre-Acabado



Anexo n° 8 Foto con la Gerente General de la empresa



Anexo n° 9 Plantacion propias de materia prima



Anexo n° 10 Horno de Secado con tratamiento térmico



Anexo n° 11 envió de productos

