



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

“Mejora de la productividad del área de producción mediante la  
redistribución de planta en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Abadie Serrato, Alexander Leonidas

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

Piura - Perú

2018

## **DEDICATORIA**

La presente investigación está dedicada a todos mis amigos y profesores de la Universidad César Vallejo de Piura, que han hecho posible la realización de éste logro, por su incondicional confianza y el apoyo mostrado a través del tiempo.

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios por iluminar mi vida y permitirme seguir siempre adelante.

A mí asesor, MSc. Ing. Mario Roberto Seminario Atarama por la orientación y el apoyo brindado para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la empresa FACTONOR E.I.R.L., a su representante legal el Sr. Luis Alberto Chuquimarca Correa por la confianza y haber permitido realizar ésta investigación en las instalaciones de su empresa.

A mi hermana Catherine Nicole Abadie Serrato por su apoyo mostrado durante esta larga trayectoria educativa.

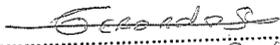
## PÁGINA DEL JURADO

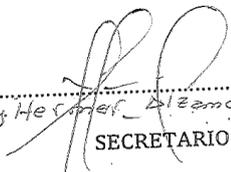
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

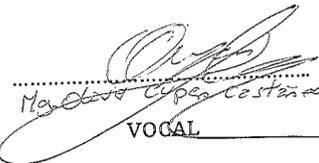
El Jurado en cargado de evaluar la tesis presentada por don (a)  
 ..... Alexander Leonidas Abadie Serato .....  
 cuyo título es: Mejora de la Productividad del sector de producción  
Mediante la redistribución de Plata en la Empresa Factora  
EIPL Piura 2018

Reunido en fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por es estudiante,  
 otorgándole el calificativo de: 14 ..... (número) Catorce ..... (letras).

Trujillo (o Filial) Piura 27 de Diciembre ..... Del 2018

  
 .....  
 Mg. Gerardo Sosa Panta  
 PRESIDENTE

  
 .....  
 Mg. Heimer Ramirez Ramon  
 SECRETARIO

  
 .....  
 Mg. Clara Lopez Castañeda  
 VOCAL



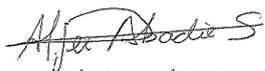
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Alexander Leonidas Abadie Serrato con DNI. N° 02795074 de nacionalidad peruano a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y fidedigna.

De la misma forma declaro bajo juramento que toda la información que se muestra en la presente tesis es auténtica y veraz.

Por lo cual asumo la responsabilidad ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión de la documentación o de la información, por lo que me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



Alexander Leonidas Abadie Serrato

DNI N° 02795074

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada "Mejora de la productividad del área de producción mediante la redistribución de planta en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018", la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

La investigación está conformada por siete capítulos descritos a continuación:

Capítulo I Introducción, se presenta la realidad problemática de la investigación, los trabajos previos y las teorías relacionadas al tema, así mismo se plantea la formulación del problema, la justificación del estudio, hipótesis y los objetivos.

Capítulo II Método, comprende el tipo, nivel y diseño de investigación, las variables y su operacionalización, trata la población y muestra, las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, el método de análisis de datos y los aspectos éticos considerados para el desarrollo de la investigación.

Capítulo III Resultados, se presenta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos y la contrastación de las hipótesis y en el capítulo IV Discusión, se presenta la discusión de dichos resultados.

Capítulo V Conclusiones, se exponen las conclusiones en base a los objetivos específicos planteados. En el capítulo VI Recomendaciones, se presentan las sugerencias a la empresa para el mejor desarrollo de sus actividades.

Capítulo VII Bibliografía, se proporciona las fuentes de estudio empleadas. Y por último los anexos, en el anexo 4 se detallan el desarrollo del producto de ingeniería.

## ÍNDICE

CARÁTULA .....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
PÁGINA DEL JURADO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Trabajos previos .....	2
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	3
1.4. Formulación del problema .....	10
1.5. Justificación del estudio .....	10
1.6. Hipótesis .....	11
1.7. Objetivo .....	11
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>12</b>
2.1. Diseño de la investigación.....	12
2.2. Variable, operacionalización.....	13
2.3. Población y muestra.....	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
2.5. Métodos de análisis de datos.....	16
2.6. Aspectos éticos.....	16
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>24</b>

REFERENCIAS.....	25
ANEXOS .....	27

### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Operacionalización de las variables.....	14
TABLA 2. Productividad de la mano de obra.....	17
TABLA 3. Productividad de la maquinaria y equipo.....	17
TABLA 4. Productividad de la materia prima.....	18
TABLA 5. Prueba de normalidad mano de obra.....	19
TABLA 6. T de Student para datos relacionados mano de obra.....	19
TABLA 7. Prueba de normalidad maquinariay equipo.....	20
TABLA 8. T de Student para datos relacionados maquinariay equipo.....	20
TABLA 9. Prueba de normalidad materia prima.....	21
TABLA 10. T de Student para datos relacionados materia prima.....	21

## RESUMEN

La reciente investigación de grado fue llevada a cabo para obtener el Título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad César Vallejo de Piura - Perú, centrando su estudio en la redistribución de planta del área de producción, para mejorar la productividad de la empresa metalmecánica FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018, teniendo como asesor metodológico para la elaboración de la presente tesis al Ing. Mario Roberto Seminario Atarama, docente en la mencionada universidad. Tiene como objetivo general, determinar en cuánto mejorará la productividad mediante la redistribución del área de producción en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018, a través del estudio y análisis de los factores mano de obra, maquinaria y equipo y los materiales que participan en el proceso productivo de fabricación de maquinaria industrial para el sector agroexportador de la región. Se aplicaron diversas herramientas ingenieriles como el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto, diagrama de operaciones del proceso, diagrama de análisis del proceso, y el diagrama de recorrido para recolectar y poder analizar los datos obtenidos a través de la observación directa del investigador, la redistribución de planta fue diseñada teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante la tabla relacional de actividades, el layout de bloques unitarios y el método Guerchet para el cálculo de los requerimientos de áreas. Los resultados obtenidos demuestran que mediante la redistribución de planta la productividad de la mano de obra representada en promedio se incrementó en 47.917%, de la maquinaria y equipo se incrementó en 46.753% y de la materia prima se incrementó en 48.876%.

**Palabras claves:** Redistribución de planta, mejora de la productividad y método Guerchet.

## ABSTRACT

The recent research degree was carried out to obtain the professional title of Industrial Engineer at the César Vallejo University of Piura - Peru, focusing its study on the redistribution of the production area plant, to improve the productivity of the metalworking company FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018, having as advisor for the elaboration of the present thesis Mr. Mario Roberto Atarama Seminar, teacher in the aforementioned university. Its general objective is to determine how much productivity will improve through the redistribution of the production area in the company FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018, through the study and analysis of the factors of labor, materials and machinery and equipment that participate in the manufacturing process of industrial machinery for the agro-export sector of the region. Various engineering tools were applied, such as the Ishikawa diagram, the Pareto diagram, process operations diagram, process analysis diagram, route diagram to collect and analyze the data obtained through the direct observation of the researcher, redistribution The design of the plant was designed taking into account the results obtained through the relational table of activities, the layout of unitary blocks and the Guerchet method. The results obtained show that through the redistribution of the plant, the productivity of the workforce represented on average increased by 47.917%, of the machinery and equipment it increased by 46.753% and of the raw material was increased by 48.876%.

**Keywords:** Plant redistribution, productivity improvement and Guerchet method.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad Problemática**

Tener una economía de mercado globalizada, implica que los empresarios están obligados a recurrir a los pequeños detalles para poder incrementar su margen de ganancia. Consecuentemente se vuelve imperioso valorar y calcular con exactitud a través de un apropiado diseño y distribución de planta todos los pormenores de lo que se va a producir, cómo se realizará la producción, con qué recursos se producirá, el lugar donde se producirá o prestará el servicio, asimismo cual será la capacidad de producción requerida, para así poder obtener el mayor rendimiento de las instalaciones, Salazar (2016).

En el transcurso del año 2018 en las instalaciones de producción de la empresa metalmecánica "FACTONOR" E.I.R.L. Piura, se han presentado problemas como retrasos en las entregas y reprocesos de trabajos observados por los clientes, influenciada por una mala distribución del área de producción que conlleva al desorden, congestión y baja de la producción, generando preocupación en los empleadores, colaboradores y malestar en los clientes.

Se aprecia a los colaboradores desplazándose de una zona a otra para realizar actividades que deberían realizarse juntas, también se observa que las estaciones de trabajo y máquinas están dispuestas como resultado de la práctica y naturaleza de los mismos, sin haber realizado un estudio técnico que analice con detalle su ubicación y espacio. Ésta situación conlleva a coexistir con una distribución de planta deficiente, con mayor distancia por recorrer, movimientos innecesarios, deficiente utilización del espacio, aglomeración de trabajadores en unas estaciones, acumulación de materiales y productos en el piso, exposición al peligro, errores humanos y dificultad para el control de procesos que aumentan el costo de fabricación y disminuyen el margen de ganancia, debido a la pérdida de tiempo, mano de obra, material y del equipo utilizado en reprocesos.

Paros en la producción por cambio de proyectos y falta de materiales, así como pérdida de tiempo en preparar máquinas por cambio de accesorios como brocas y cuchillas gastadas, pérdida de tiempo de mano de obra por charlas del personal en horas de trabajo son otras causales evidencias.

Es aquí donde se debe trabajar y considerar los índices de medición de productividad de materiales, equipo, así como mano de obra para medir, comparar y poder revertir ésta situación.

De continuar ésta situación, la productividad en cuanto a la ejecución de servicios y proyectos seguirá disminuyendo, la empresa perderá el prestigio ganado y ya no será tomada en cuenta para otras licitaciones futuras dejando de ser competitiva. Por lo tanto, para cambiar el estado en que se encuentra la empresa metalmecánica FACTONOR E.I.R.L, con este trabajo de tesis se propone una alternativa de mejora que permita incrementar la productividad mediante la ejecución de una redistribución de planta en las instalaciones de producción.

## **1.2. Trabajos previos**

Chang (2016) presentó la investigación Propuesta para mejorar el proceso de producción de una fábrica de calzado, que permitirá aumentar el índice de productividad en la fabricación de sandalias. Uno de los objetivos específicos consistió en realizar el análisis costo beneficio de la mejora propuesta para calcular si es rentable. La muestra estuvo conformada por 5 operarios, 4 máquinas y la materia prima utilizada. El estudio pertenece al tipo descriptivo aplicado y al diseño cuantitativo no experimental. Halló una empresa que viene creciendo y realizando sus labores sin contar con una estructura acorde con las actividades que desarrolla y que el problema principal es la pérdida de productividad que se da por un inadecuado Layout en la ejecución de tareas que no generan ningún valor agregado en la producción. Concluye que mediante la propuesta de mejora se llegó a incrementar el nivel de productividad en mano de obra a un 68% y máquina y equipo a un 35%.

Paz (2016) presentó el estudio Propuesta para mejorar el proceso de producción de la panificadora el Progreso E.I.R.L, que busca incrementar el nivel de producción, basada en el análisis del proceso de producción del pan labranza ya que últimamente presenta una demanda insatisfecha. El objetivo específico fue elaborar un plan de mejora provechoso que permita incrementar la productividad, teniendo entre sus indicadores la productividad de los materiales y mano de obra. Encontró que una causa de la baja productividad es la incorrecta instalación de maquinaria y estaciones de producción.

Concluye que mediante una redistribución de planta el indicador mano de obra se incrementó en 2250 pan/op. día y de la materia prima se incrementó en 4,55 pan/Kg. logrando así incrementar la productividad.

Odar (2014) presentó la investigación que mejorará la productividad en la chiflería VIVAR S.A.C., teniendo como objetivo general incrementar la productividad de dicha empresa. La muestra estuvo conformada por 10 operarios y por 10 Kg. de plátano verde, materia prima empleada en la elaboración del chifle. El estudio pertenece al tipo experimental y al diseño cuasi experimental. Encontró a una empresa con un método de trabajo empírico presentando fallos que abarcan el manejo de la producción, desconoce cuanta materia prima debe utilizar y cuanto es lo que producirá o debe producir, tampoco sabe cuál es la capacidad de la planta, de la misma manera no tiene una fuerza laboral definida, los tiempos de producción no son estandarizados y presenta una ausencia del análisis de la productividad. Concluye que mediante la redistribución de planta se logró reducir transportes innecesarios, incrementando la productividad del recurso humano en 11% y los recursos materiales un 4%.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **Productividad.**

Para Pacheco (2007) entre las principales variables que determinan el rendimiento en las empresas se encuentra la variable "Productividad", a la cual define como una relación volumétrica no monetaria de la producción acabada entre medios o recursos empleados para lograr tal producción en un periodo de tiempo determinado.

Según Urbina (2018) define la "Productividad" como el eficiente uso de los factores de producción (insumos), llámese mano de obra, materiales, equipo, capital, etc. al generar bienes y/o servicios (productos) en un periodo de tiempo, con el único objetivo aumentar la producción y a la vez reducir los costos del proceso productivo.

Medir la productividad se torna importante porque nos permite comparar bajo una misma medición en diferente tiempo el desarrollo de las empresas en términos cuantitativos (cantidades o tiempo). La productividad se mide de diferentes maneras, de acuerdo al criterio o el enfoque de quién la estudia siendo la fórmula con más frecuencia usada por empresas que fabrican productos homogéneos la siguiente:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Número de unidades producidas}}{\text{insumos empleados}}$$

En las empresas modernas que fabrican una variedad de productos, los mismos que son heterogéneos tanto en valor como en la cantidad producida, la productividad global se mide de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción a} + \text{producción b} + \text{producción c}}{\text{insumos empleados}}$$

Otras empresas miden la productividad según el valor comercial de los productos que fabrican usando la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Ventas netas de la empresa}}{\text{Salarios pagados}}$$

### **Tipos de productividad:**

Productividad parcial. Representa el cociente de las unidades de producción obtenida entre una sola clase de recurso utilizado.

Productividad de factor total. Representa el cociente de la producción neta dividido por la sumatoria del recurso mano de obra y los insumos de capital.

Productividad total. Representa el resultado al dividir la producción total con la suma total de los recursos o insumos de producción empleados.

### **Factores que influyen en la productividad.**

Los factores que perturban la productividad de las empresas se pueden clasificar en

dos grandes grupos, factores externos los cuales muchas veces escapan al control del empresario y factores internos como son: Factor humano, máquina y equipo, materiales, energía y el factor terreno y edificios, el uso eficiente de éstos factores internos establecen la productividad de las empresas.

### **Indicadores de productividad.**

Según Masa (2018) los índices de medición de la productividad están determinados por los factores internos que actúan en el proceso de producción, llámese mano de obra utilizada en el proceso productivo, las máquinas y medios técnicos y los materiales empleados para obtener dicha producción, a continuación, se menciona la productividad de éstos factores.

### **Productividad de la mano de obra.**

El colaborador mediante la labor diaria realizada, convierte la materia prima en productos. La cantidad de unidades obtenida con éste recurso, constituye la productividad humana o también llamada productividad de la mano de obra.

$$\text{Productividad mano de obra} = \frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ de trabajadores}}$$

### **Productividad de la máquina y equipo.**

Dicha productividad está representada por el total de unidades producidas por máquina o las máquinas en un tiempo determinado, un turno, un mes, una semana, un día, una hora.

$$\text{Productividad máquinas y equipos} = \frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ de máquinas}}$$

### **Productividad de la materia prima.**

Representa la relación de la producción acabada entre los recursos materiales consumidos al obtener dicha producción.

$$\text{Productividad materia prima} = \frac{\text{Producto obtenido}}{\text{N}^\circ \text{ de materiales consumidos}}$$

### **Distribución de planta.**

Muther (2016) define "Distribución de planta" como la disposición física de elementos industriales (materiales, equipo y mano de obra) y sus interrelaciones, distribución ya realizada o en plan, comprende vías y espacios necesarios para el personal directo e indirecto, maquinaria, áreas para el transporte y movimiento de materiales, acopio, así como las áreas para el equipo de trabajo, vestuario, baños, comedor etc.

Para Richard Muther la "Distribución de planta" ocupa un lugar destacado dentro del proceso racional de la producción porque evita gastos innecesarios de materiales, mano de obra y de espacio, ubica en el sitio justo máquinas y herramientas y da salidas y entradas racionales a los materiales y productos determinando la eficiencia de las empresas.

### **Tipos de distribución de planta.**

Para el propio Richard Muther son tres los clásicos tipos de distribución de planta:

**Disposición por posición fija.** Es aquella en la que la estructura o el componente principal se encuentra en una posición fija, inmóvil, invariable es decir en un lugar fijo. Todos los elementos industriales llámese productores, maquinaria, herramientas y demás materiales son llevados hacia él. Toda actividad es realizada o el producto es elaborado con el bloque principal ubicado en un solo lugar, sin alterar su postura como en la fabricación de barcos, aviones, trenes y grandes estructuras.

**Distribución por proceso o por función.** O también conocida como distribución por talleres, aquí todas las actividades de un proceso o tipo de proceso se hallan agrupadas. Todas las actividades y equipos de trabajo están ordenados y agrupados en relación con el proceso o la función que realizan, por ejemplo, las actividades y equipos de soldadura se encuentran en un área específica las de mecanizado en otra llámese torno, fresa, cepillo, etc.

**Distribución por producto.** La llamada producción en línea o producción en cadena, aquella en la cual el bien es fabricado en un área específica, pero contrariamente al tipo de distribución por posición fija el producto semielaborado está en circulación, en esta forma de distribución las operaciones o actividades se llevan a cabo secuencialmente, esto quiere decir que los equipos utilizados para la obtención del producto estarán

ordenados de acuerdo con la secuencia de las actividades.

### **Métodos y técnicas empleados para la distribución de planta.**

Existen diversos métodos y herramientas ingenieriles que ayudarán a realizar un correcto análisis de la información de la actual distribución de planta entre ellos se tiene:

El Systematic Layout Planning (SLP) método creado por Richard Muther.

El Diagrama de operaciones del proceso, el Diagrama de análisis del proceso, el Diagrama de recorrido, el cálculo de las superficies de distribución de Guerchet y las técnicas de relaciones entre actividades.

**El Systematic Layout Planning.** Planeación sistemática para la distribución en planta, es un medio sencillo creado por Richard Muther para solucionar problemas o inconvenientes de distribución en las plantas industriales. En él se define fases y técnicas por medio de las cuales podemos identificar, valorar y visualizar los elementos industriales comprendidos, así como sus interrelaciones. Para aplicar esta herramienta es vital la información real con que se cuenta de la distribución o problema a solucionar, este método consta de cuatro pasos: localización, planeamiento de la organización completa, preparación al detalle y la instalación.

**Localización.** En esta fase se define el lugar donde se ubicará la planta a distribuir, considerando si es que la planta recién se instala prever de una ubicación estratégica o si es una redistribución de planta se determinará si ésta seguirá en el mismo sitio o se trasladará a otra zona disponible en un futuro.

**Planeamiento de la organización completa.** En esta fase se realiza el patrón de flujo de las áreas que se deben tener en cuenta en la actividad a realizar, indicando el tamaño requerido de la planta de acuerdo a las áreas y el tipo de producción que tenga. El resultado será el bosquejo de la planta a instalar.

**Preparación al detalle.** Aquí se estudia y dispone al detalle el plan de distribución, comprende el análisis, definición y planificación de las áreas donde serán instaladas las estaciones de trabajo y la maquinaria para el desarrollo de las actividades

**La instalación.** Aquí se realizan los cambios físicos y ajustes necesarios acorde con la ubicación de los equipos e instalaciones, para obtener finalmente la materialización de la distribución. Entre las herramientas para calcular los requerimientos de las áreas se

cuenta con el "Diagrama de operaciones del proceso" (DOP), el "Diagrama de actividades de proceso" (DAP), el "Diagrama de recorrido", el Método Guerchet y las Técnicas de relación entre actividades.

**El DOP.** Visualiza por medio de representaciones esquemáticas o señales el curso que sigue el proceso productivo, además muestra los ingresos del material, sub ensambles, así como las salidas que surgen durante el proceso.

**El DAP.** O diagrama de actividades de proceso, es un esquema similar al DOP, pero muestra más detalles como los transportes, demoras y almacenaje.

**El Diagrama de recorrido.** Visualiza el curso o camino que realiza la materia prima, los operarios y la maquinaria durante el proceso productivo, incluye también la distancia recorrida y el tiempo. Toda operación posee una simbología.

Según Díaz et alii (2007): Facilita estudiar de una forma esquemática todas las actividades que se realizan conforme la relación de proximidad. Por ejemplo, al tomar como valor la cantidad de distancia recorrida entonces el diagrama obtenido reflejará la urgencia de reducir los recorridos entre estaciones de labores (p. 306).

**La metodología Guerchet.** La medición de los espacios de distribución, facilita organizar adecuadamente las áreas necesarias en la organización. Para esto se calcula el área que se necesita para cada estación de trabajo, así como el movimiento de los diferentes elementos de la organización, por lo tanto, utilizaremos la metodología Guerchet. Este es aplicado conociendo la información de la cantidad de las máquinas y equipos, de acuerdo a esta información calculamos la cantidad de espacio requerido, siempre considerando la cantidad de productores. Para calcular las áreas de las estaciones de trabajo hay varios métodos entre ellos el método Guerchet.

Según Díaz et alii (2007) la metodología "Guerchet" proporciona la cantidad de superficie requerida en una estación de trabajo considerando las máquinas, equipos de trabajo y el personal (p. 287).

Para el cálculo del área o superficie total requerida (ST), se utiliza la siguiente expresión:  $ST = SS + SG + SE$ .

Aquí la Superficie Estática (SS), representa la superficie necesaria para la ubicación y

funcionamiento de maquinaria y equipos. Se calcula a través de la siguiente expresión:  
 $SS = \text{Largo} \times \text{Ancho}$ .

La Superficie Gravitacional (SG) comprende los espacios que necesita el productor al operar las maquinas en la estación laboral. Se determina mediante la siguiente expresión:  $SG = SS (\text{área}) \times N^{\circ}$  de lados por los que manipula la maquina (N).

La superficie evolutiva (SE), vienen a ser el espacio entre las estaciones de trabajo que se necesitan para el desplazamiento o traslado de productores, materiales y equipos en donde:  $SE = (SS + SG) K$ . Para su cálculo es necesario el coeficiente de evolución (K) éste representa la medida promedio de las alturas de los elementos móviles y estáticos:

K viene a ser el factor resultante al dividir la altura promedio de elementos móviles de la altura promedio de elementos estáticos multiplicados por 2. El personal también es considerado en los elementos móviles (en los productores se estima 1.65 m. de altura promedio). Dónde:  $K = H \text{ prom. M} / 2H \text{ prom. E}$ .

Obtenido el cálculo de superficie necesaria para las instalaciones y maquinaria a través de la metodología Guerchet, procedemos a estudiar la ubicación de estos. Entre las herramientas se tiene la tabla Relacional y el diagrama relacional de actividades.

**Tabla relacional.** Díaz et alii (2007) menciona que la tabla relacional facilita integrar todas las actividades en conjunto, cada casillero muestra el cruce de dos actividades el mismo que está partido en dos, la partitura superior muestra el valor de proximidad y la inferior los motivos para que se coloque ese valor (p.303). La tabla se basa en dos sub tablas una llamada de valor de cercanía y otra llamada lista de razones o motivos.

**Diagrama relacional de actividades.** Según Huillca y Monzón (2015) este diagrama visualiza de forma gráfica las interrelaciones que hay en los departamentos, oficinas o áreas de servicios con cualquier otra dependencia o área. Para lo cual emplea símbolos de proximidad o cercanía que reflejan la jerarquía de cada relación" (p. 19).

Asumida la distribución por "Layout" y después haber calculado el espacio necesario, procedemos a bosquejar la distribución ideal. Esta técnica tiene en cuenta las limitaciones de espacio, evalúa las necesidades de producción, así como el flujo menor y también instaura patrones básicos de circulación.

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1. Pregunta general**

¿En cuánto mejorará la productividad mediante la redistribución del área de producción, en la empresa FACTONOR E.I.R.L Piura 2018?

### **1.4.2. Preguntas específicas**

¿En cuánto mejorará la productividad respecto a mano de obra en el proceso productivo de la empresa?

¿En cuánto mejorará la productividad respecto a máquina y equipo en el proceso productivo de la empresa?

¿En cuánto mejorará la productividad respecto a materia prima en el proceso productivo de la empresa?

## **1.5. Justificación del estudio**

Esta propuesta es útil porque la factoría en estudio aún no dispone de ningún método para incrementar la productividad, que le permita reducir costos al minimizar tiempo de mano de obra, aprovechar mejor el material y los equipos. La productividad es significativa para la existencia de las empresas por lo cual se asume la responsabilidad de llevar a cabo éste proyecto de mejorar la productividad por medio de una redistribución de planta, que permitirá producir eficientemente con calidad y lograr mejores resultados para los propietarios.

Mejorar la productividad quiere decir que se puede incrementar la producción usando los mismos recursos o con menos recursos, por lo tanto a mayor producción, mayor participación en el mercado y por lo consiguiente mejores ingresos, beneficiando a los propietarios de la empresa, permitiéndole implantar una estructura de costos mínima que le permita incrementar el volumen de producción, para lo cual se espera servir a la empresa otorgándole el informe de la situación real de esta y la forma de revertirla con la mejora planteada de redistribución de planta.

Así mismo la propuesta planteada será de relevancia social, ya que mediante la redistribución de planta que se proyecta ejecutar, se optimizará el ambiente laboral, provocando bienestar en los colaboradores, que por ende propicia un incremento en la

productividad.

Por otra parte, la tesis será una plataforma, guía de orientación y soporte para investigadores del tema, así como empresarios para aplicar dichos conocimientos en el mejoramiento de sus actividades.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

La redistribución de planta mejorará significativamente la productividad del área de producción en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

La productividad de la mano de obra mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

La productividad de la máquina y equipo mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

La productividad de la materia prima mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Determinar en cuánto mejorará la productividad mediante la redistribución del área de producción en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Determinar en cuanto mejorará la productividad respecto a mano de obra en el proceso productivo de la empresa.

Determinar en cuanto mejorará la productividad respecto a máquina y equipo en el proceso productivo de la empresa.

Determinar en cuanto mejorará la productividad respecto a materia prima en el proceso productivo de la empresa.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de Investigación**

#### **Tipo de investigación**

Para Murillo (2008) una investigación aplicada es la que aplica los conocimientos obtenidos mientras se logran otros, luego de efectuar y sistematizar la práctica apoyada en la investigación. La tesis de estudio corresponde a ésta clase ya que busca dar solución a un problema real de productividad en las instalaciones de producción de la empresa metalmecánica FACTONOR E.I.R.L. con la aplicación de la teoría de redistribución de planta.

#### **Nivel de investigación**

Para Marroquín (2012) la investigación de nivel explicativa estudia el origen o motivo de hechos reales a través de establecer la relación causa efecto. Por lo tanto, las investigaciones explicativas se centran en determinar las causas o los efectos. Esta tesis pertenece al nivel explicativo porque busca el origen de un resultado por medio de la relación causa efecto, ya que por medio de la observación de los resultados de las muestras de la variable productividad se puede observar el influjo de la variable redistribución de planta en la variable productividad.

#### **Diseño**

La presente tesis pertenece al diseño de tipo experimental y corresponde al sub grupo cuasi experimental con pre prueba y post prueba, porque al manipular la variable independiente se verá el efecto que ejerce sobre la variable productividad. Para Hernández, Fernández y Baptista (1997) "los sujetos no son asignados al azar a los grupos, ni emparejados, si no que dichos grupos ya estaban formados antes del experimento". Este diseño propuesto es el siguiente: G: O1 - X - O2.

En el que G representa a las distintas poblaciones (colaboradores, maquinaria y equipo y materiales) de la investigación, O1 y O2 representa a las mediciones de la variable productividad antes y después de realizar la redistribución de planta y X representa la implementación de la redistribución de planta.

## **2.2. Variables, operacionalización**

En ésta investigación se considera la variable "Redistribución de planta" cómo la variable independiente y la variable "Productividad" cómo la variable dependiente. En la tabla N°. 1 de la página 26 se representa la operacionalización de las variables

## **2.3. Población y muestra**

El estudio de la reciente tesis comprende como unidades de análisis a los colaboradores, la maquinaria y equipo y el material empleado en el proceso productivo de la empresa.

Según Wigodski (2010) una población está representada por un conjunto de sujetos, cosas o medidas con algún rasgo característico común y visible dentro de un entorno y momento determinado. En nuestro caso se trabajó con tres poblaciones, colaboradores, equipos y materiales usados en el proceso de producción en estudio del área de producción de la empresa metalmecánica FACTONOR E.I.R.L. La primera población está compuesta por 8 colaboradores, la segunda población está compuesta por 20 máquinas y equipos y la tercera población está compuesta por el material empleado, planchas de acero A36.

Según Jáuregui (2016) el objeto de la teoría de las muestras es obtener conclusiones válidas para una población numerosa, partiendo de la observación del comportamiento de una parte de ella en general pequeña llamada muestra. En la investigación desarrollada, por ser una población pequeña y por ser el tipo de investigación cuasi-experimental no fue necesario calcular una muestra, trabajándose con grupos completos, por lo tanto, no hubo muestreo ya que la recolección de datos se realizó con toda la población.

Tabla N° 1: Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable dependiente: "Productividad"	La productividad es la relación volumétrica no monetaria entre la producción obtenida y los recursos empleados en un periodo de tiempo dado. Pacheco (2007)	Factor humano	$PMO = \frac{\text{Producción real}}{\text{Insumo humano}}$	Productividad de la mano de obra (PMO)	Razón
		Factor máquina y equipo	$PME = \frac{\text{producción real}}{\text{insumo equipos}}$	Productividad de la máquina y equipo (PME)	Razón
		Factor materiales	$PMP = \frac{\text{Producción real}}{\text{insumos materiales}}$	Productividad de la materia prima (PMP)	Razón
Variable independiente: "Redistribución de planta"	Muther dice: "La misión es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos, siendo más económica para el trabajo y que sea la más segura y satisfactoria para los empleados" (2016).	Layout	$PE = \frac{\text{Espacio utilizado actual}}{\text{Espacio utilizado propuesto}}$	Porcentaje de utilización del espacio (PE)	Razón
			$PR = \frac{\text{Distancia recorrida actual}}{\text{Distancia recorrida propuesta}}$	Porcentaje de recorrido (PR)	Razón
		Eficiencia	$PT = \frac{\text{Horas hombre actual}}{\text{Horas hombre propuesta}}$	Porcentaje de tiempo de producción (PT)	Razón

Fuente: Elaboración propia

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas e instrumentos.**

Según Tamayo (2007) define la observación directa como la habilidad en la que el perito recaba información a través de la propia observación. Según Baptista (2014) la recolección de datos es el medio utilizado por el investigador para obtener información concerniente al tema estudiado, donde la información recolectada se relaciona con las variables y los objetivos trazados. La presente investigación para el indicador productividad de máquina y equipo, mano de obra y del material respectivamente se empleó la técnica de la "observación" con el instrumento "Formato de producción" elaborado por el investigador para recopilar la información requerida. (Anexo 2)

### **Procedimiento para recolección de datos.**

Para realizar el recojo de datos concerniente con productividad de máquina y equipo, mano de obra y el material usado se realizó visitas a las instalaciones de producción de FACTONOR E.I.R.L. previa autorización y coordinación con el gerente de la empresa para el recojo de datos útiles para el curso de la tesis, para lo cual se tomó apuntes mediante un formato de producción.

### **Validez y confiabilidad:**

Díaz, Muñoz y Vargas (2012) señalan que la validez del instrumento determina el nivel en el cual el instrumento refleja un dominio específico de la medición. El instrumento utilizado para recolectar datos, fue validado por medio de la conceptualización del juicio de expertos, todos ellos profesionales en ingeniería industrial: Mg Gerardo Sosa Panta, Mg Oliver Cupén Castañeda y Mg Miguel Aranda Bermeo. Los resultados de dicha validación son mostrados en el anexo 3. No se determinó la confiabilidad de los instrumentos por tratarse de fichas de observación que no miden constructos.

## **2.5 Método de análisis de datos**

Para analizar los datos recopilados se utilizó tablas estadísticas del antes y después para cada uno de los indicadores de productividad. Además, para la hipótesis hizo uso de la prueba T de Student para grupos independientes.

## **2.6 Aspectos éticos**

El investigador utilizó información proporcionada con el consentimiento de los dueños de la empresa, sólo de utilidad en el curso de la tesis la misma que se realizó respetando el derecho confidencial de la información, así como la identidad de los informantes. Se tuvo en cuenta la privacidad de la información recabada, propiedad intelectual fuentes bibliográficas y derechos de autor mediante las citas correspondientes.

### III. RESULTADOS

#### **Productividad de la mano de obra en el proceso productivo anterior y posterior a la redistribución de planta.**

La productividad respecto a mano de obra anterior y posterior a la redistribución en planta se visualiza en la tabla 2.

Tabla N° 2: Productividad mano de obra.

Meses	Productividad de mano de obra. (Maquina x hombre)	
	Anterior	Posterior
1	0.213	0.300
2	0.188	0.288
3	0.175	0.263
Promedio	0.192	0.284

Fuente: Elaborado aplicando como referencia el Anexo 2 Formato de producción.

Como resultado de la redistribución de planta, en la Tabla 2 se aprecia que la productividad respecto a mano de obra en todos los casos aumenta. Este aumento representado en promedio corresponde a 47.917 %.

#### **Productividad de máquina y equipo en el proceso productivo anterior y posterior a la redistribución de planta.**

La productividad de la maquinaria y equipo anterior y posterior a la redistribución de planta se muestra en la tabla 3.

Tabla N° 3: Productividad de máquina y equipo.

Meses	Productividad de máquina y equipo. (m x e)	
	Antes	Después
1	0.085	0.120
2	0.075	0.115
3	0.070	0.105
Promedio	0.077	0.113

Fuente: Elaborado aplicando como referencia el Anexo 2 Formato de producción.

Como resultado de la redistribución de planta, en la Tabla 3, se aprecia que la productividad de la máquina y equipo en todos los casos aumenta. Este aumento representado en promedio corresponde a 46.753 %.

**Productividad de la materia prima en el proceso productivo anterior y posterior a la redistribución de planta.**

La productividad de la materia prima anterior y posterior a la redistribución de planta se visualiza en la tabla 4.

Tabla N°4.: Productividad de la materia prima.

Meses	Productividad de la materia prima (unidades/plancha de acero)	
	Antes	Después
1	0.378	0.545
2	0.349	0.534
3	0.341	0.512
Promedio	0.356	0.530

Fuente: Elaborado aplicando como referencia el Anexo 2 Formato de producción.

Como resultado de la redistribución de planta, en la Tabla 4, se aprecia que la productividad de la materia prima en todos los casos aumenta. Este aumento representado en promedio corresponde a 48.876 %.

**Contrastación de hipótesis**

La productividad de mano de obra mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

Ho: La productividad de mano de obra NO mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

H1: La productividad de mano de obra mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

Primero hallamos la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro –Wilk, cuyos resultados a través del SPSS se aprecian en la tabla 5.

Tabla 5. Prueba de normalidad

Productividad de mano de obra	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Antes	,249	3	.	,968	3	,656
Después	,257	3	.	,960	3	,618

Fuente: Resultados SPSS

En la Tabla 5 se observa que ambos valores de “Sig.” son superiores a 0.05 por lo tanto se comprueba que los datos se encuentran normalmente distribuidos.

Partiendo de la premisa que los datos siguen una distribución normal procedemos a realizar la prueba T de Student para datos relacionados, cuyo resultado es mostrado en la Tabla 6.

Tabla 6. T de Student para datos relacionados

Productividad de mano de obra	Diferencias emparejadas					T	Gl	Sig.(bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Antes Después	-.091667	.007234	.004177	-.109637	-.073696	-21.947	2	.002

Fuente: Resultados SPSS

En este caso el valor de “Sig. = 0,002”, mostrado en la tabla 6, es inferior a 0,05 por lo que es rechazada la hipótesis nula y es aceptada la hipótesis alternativa esto significa que el aumento en la productividad de mano de obra no se debe al azar y es significativa.

### Contrastación de hipótesis

La productividad de la maquinaria y equipo mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

Ho: La productividad de la maquinaria y equipo NO mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

H1: La productividad de la maquinaria y equipo mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

Primero hallamos la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk, cuyos resultados a través del SPSS observamos en la siguiente tabla.

Tabla 7. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Productividad ME Anterior	,253	3	.	,964	3	,637
Productividad ME Después	,253	3	.	,964	3	,637

Fuente: Resultados SPSS

En la Tabla 7 se observa que ambos valores de “Sig.” son superiores a 0.05 por lo tanto se comprueba que los datos se encuentran normalmente distribuidos.

Partiendo de la premisa que los datos siguen una distribución normal se procede a realizar la prueba T de Student para datos relacionados, cuyo resultado es mostrado en la Tabla 8.

Tabla 8. T de Student para datos relacionados

Productividad de maquinaria y equipos		Diferencias emparejadas					T	Gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Antes Después	-.036667	.002887	.001667	-.043838	-.029496	-22.000	2	.002

Fuente: Resultados SPSS

En este caso el valor de “Sig. = 0,002”, mostrado en la tabla 8, es inferior a 0,05 por lo que es rechazada la hipótesis nula y es aceptada la hipótesis alternativa esto significa que el aumento en la productividad respecto a maquinaria y equipo no se debe al azar y es significativa.

### Contrastación de hipótesis

La productividad de la materia prima mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

Ho: La productividad de la materia prima NO mejorará significativamente realizando

una redistribución de planta en el área de producción.

H1: La productividad de la materia prima mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.

Primero hallamos la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk, cuyo resultado a través del SPSS es mostrado en la tabla 9.

Tabla 9 Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Productividad MP Anterior	,307	3	.	,903	3	,395
Productividad MP Después	,253	3	.	,964	3	,637

Fuente: Resultados SPSS

En la Tabla 9 se observa que ambos valores de “Sig.” son superiores a 0.05 por lo tanto se comprueba que los datos se encuentran normalmente distribuidos.

Partiendo de la premisa que los datos siguen una distribución normal se procede a realizar la prueba T de Student para datos relacionados, cuyo resultado es mostrado en la Tabla 10.

Tabla 10. T de Student para datos relacionados

Productividad de materia prima	Diferencias emparejadas					T	Gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Antes Después	-.174333	.009452	.005457	-.197812	-.150854	-31.947	2	.001

Fuente: Resultados SPSS

En este caso el valor de “Sig. = 0,001”, mostrado en la tabla 10, es inferior a 0,05 por lo que es rechazada la hipótesis nula y es aceptada la hipótesis alternativa esto significa que el aumento en la productividad respecto a materia prima no se debe al azar y es significativa.

#### IV. DISCUSIÓN

Chang (2016) en la investigación que realiza propone mejorar el proceso de producción para aumentar la productividad de una empresa que fabrica sandalias para baño, encuentra que mediante la propuesta de mejora se llegó a incrementar la productividad respecto a la mano de obra en un 68%. Paz (2016) en la propuesta para mejorar el proceso de producción en la panificadora Progreso E.I.R.L. para incrementar la producción, encuentra que con la propuesta de una redistribución de planta el indicador mano de obra se incrementó en 2250 pan/op. día. Odar (2014) en la investigación para mejorar la productividad de "VIVAR S.A.C." encontró que mediante la redistribución de planta se logró reducir transportes innecesarios, incrementando la productividad en cuanto a mano de obra en 11%. En la investigación realizada se encontró que la productividad respecto a mano de obra en todos los casos aumenta. Este aumento representado en promedio corresponde a 47.917 %. Como conclusión se deduce que la productividad de mano de obra es influenciada favorablemente con una redistribución de planta.

Chang (2016) en su investigación propuesta para mejorar el proceso de producción que permita aumentar la productividad de una fábrica de sandalias para baño encuentra que mediante la propuesta se llegó a incrementar la productividad de la máquina y equipo en 35%. En el estudio que realizó encontró que la productividad de la maquinaria y equipo en todos los casos aumenta. Este aumento representado en promedio corresponde al 46.753%. Como conclusión se deduce que la productividad de la maquinaria y equipo es influenciada favorablemente con una redistribución de planta.

Paz (2016) en el estudio propuesto para mejorar el proceso de producción de la panificadora Progreso E.I.R.L. para incrementar la producción, encuentra que con la propuesta de una redistribución en planta el indicador materia prima se incrementó en 4.55 pan/Kg. Odar (2014) concluye que la productividad del material se incrementó en 4%. En la investigación realizada se encontró que la productividad de la materia prima en todos los casos aumenta. Este aumento representado en promedio corresponde al 48.876%. Como conclusión se deduce que la productividad de la materia prima es influenciada favorablemente con una redistribución de planta

## V. CONCLUSIONES

Mediante la ejecución de una redistribución de las estaciones de trabajo, se logró incrementar el margen de productividad en las instalaciones de producción de la empresa metalmecánica FACTONOR E.I.R.L. lográndose conseguir los siguientes resultados.

Se logró una mejora en el margen de rendimiento de mano de obra en las instalaciones de producción de la empresa metalmecánica FACTONOR E.I.R.L, representada en promedio de 0.192 máquinas por hombre a 0.284 máquinas por hombre, lo que refleja que ha habido un incremento del 47.917%, con la ejecución de la redistribución de planta.

Se logró acrecentar el rendimiento de la maquinaria y equipos en las instalaciones de producción de la empresa metalmecánica FACTONOR E.I.R.L, de 0.077 máquinas por equipo utilizado a 0.113 máquinas por equipo utilizado lo que significa un incremento de la productividad de la máquina y equipo del 46.75%, mediante la ejecución de la redistribución de planta.

Se logró aumentar el nivel de rendimiento referente a materia prima en las instalaciones de producción de la empresa metalmecánica FACTONOR E.I.R.L, representada en promedio de 0.356 máquinas por plancha de acero A36 utilizada a 0.530 máquinas por plancha de acero, lo que viene a representar un incremento de la productividad del 48.876%, mediante la ejecución de la redistribución de planta.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Al jefe de taller estar atento a la mejora continua referente a la distribución de planta, tener presente cada vez que ingresen máquinas y equipos o se incremente el personal de hacer los ajustes necesarios.

Tener un control permanente de los indicadores de productividad de la empresa para poder medir y comparar el desempeño de esta en cuanto al nivel de producción, así como de la calidad de autopartes y la maquinaria que se fabrica.

Realizar reuniones diarias durante 15 minutos con el personal de producción, antes de empezar las jornadas diarias de trabajo con el fin de motivar al personal y a la vez plantear y escuchar propuestas de mejora o problemas surgidos en el día adía.

Realizar charlas de capacitación para el personal con el fin de lograr concientizar y obtener una mayor responsabilidad y compromiso con la empresa.

Realizar pruebas de selección de personal más rigurosas para evitar personal que no está contento con el trabajo que realiza.

## VII. REFERENCIAS

BAPTISTA, Pilar El Instrumento de recolección de datos. Metodología de la investigación. Obtenido de: <https://bit.ly/2vyKou2>.

CHANG, Almendra. *Propuesta de mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño*. (Tesis Pregrado). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016. Disponible en: <https://bit.ly/2NTAWIg>.

DÍAS, MUÑOZ y VARGAS. Validez de los instrumentos de recolección de datos. Obtenido de: <https://bit.ly/2EovCeF>.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Diseño de investigación experimental. Obtenido de: <https://bit.ly/1SgDw7f>.

HUILCA, María y MONZÓN, Alberto. El Diagrama Relacional de actividades p.19 Tesis: Propuesta de distribución de planta nueva y mejora del proceso aplicando las 5Ss y mantenimiento autónomo en la plata metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú

JÁUREGUI, Macarena. Teoría de las Muestra. Obtenido de: <https://bit.ly/2vdqGWM>.

MAZA, Cristina. Indicadores de productividad parciales. Obtenido de: <https://bit.ly/2QTpyS7>.

MARROQUÍN, Roberto. Nivel de la investigación. Obtenido de: <https://bit.ly/2Opcob7>.

MUTHER, Richard. Distribución en planta. Libro impreso en España, primera edición 2016. Obtenido de: <https://bit.ly/2yEnV2v>.

ODAR, Jorge. *Mejora de la productividad en la empresa VIVAR S.A.C.* (Tesis Pregrado). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2014. Disponible en: <https://bit.ly/2PLPs5o>.

PACHECO, Arturo. Productividad y mejora continua, primera edición. Obtenido de: Biblioteca de la Universidad Cesar Vallejo Piura 2018.

PAZ, Karen. *Propuesta de mejora del proceso productivo de la panadería el progreso E.I.R.L. para el incremento de la producción.* (Tesis Pregrado). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016, Disponible en: <https://bit.ly/2BsP7zB>.

SALAZAR, Bryan. Diseño y Distribución de Planta. Obtenido de: <https://bit.ly/2mXatQa>.

TAMAYO. Observación directa. Obtenido de: <https://bit.ly/2A33V7W>.

URBINA, Carlos. Productividad, factores e indicadores. Obtenido de: <https://bit.ly/2Aw5a2v>.

WIGODSKI, Jacqueline. Población y muestra. Obtenido de: <https://bit.ly/1yCfR9O>.

## ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Población Muestra	Técnicas e Instrumento de recolección de datos	Método de análisis de datos
Mejora de la productividad del área de producción mediante la redistribución de planta en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018.	<p><b><u>Pregunta general</u></b></p> <p>¿En cuánto mejorará la productividad mediante la redistribución del área de producción en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018?</p> <p><b><u>Preguntas específicas</u></b></p> <p>¿En cuánto mejorará la productividad respecto a mano de obra en el proceso productivo de la empresa?</p> <p>¿En cuánto mejorará la productividad respecto a máquina y equipo en el proceso productivo de la empresa?</p> <p>¿En cuánto mejorará la productividad respecto a materia prima en el proceso productivo de la empresa?</p>	<p><b><u>Objetivo general</u></b></p> <p>Determinar en cuánto mejorará la productividad mediante la redistribución del área de producción en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018.</p> <p><b><u>Objetivos específicos</u></b></p> <p>Determinar en cuanto mejorará la productividad respecto a mano de obra en el proceso productivo de la empresa.</p> <p>Determinar en cuanto mejorará la productividad respecto a Máquina y equipo en el proceso productivo de la empresa.</p> <p>Determinar en cuanto mejorará la productividad respecto a materia prima en el proceso productivo de la empresa.</p>	<p><b><u>Hipótesis general</u></b></p> <p>La redistribución de planta mejorará significativamente la productividad del área de producción en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 20018.</p> <p><b><u>Hipótesis específicas</u></b></p> <p>La productividad de la mano de obra mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.</p> <p>La productividad de la Máquina y equipo mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.</p> <p>La productividad de la materia prima mejorará significativamente realizando una redistribución de planta en el área de producción.</p>	<p><u>Variable dependiente</u></p> <p>“Productividad”</p> <p><u>Indicadores:</u></p> <p>Productividad de la mano de obra.</p> <p>Productividad de la Máquina y equipo.</p> <p>Productividad de la materia prima.</p> <p>Espacio utilizado.</p> <p>Distancia recorrida.</p> <p>Tiempo utilizado</p>	<p>Mano de obra.</p> <p>Máquina y equipo.</p> <p>Materia prima.</p>	<p><u>Técnica</u></p> <p>Observación</p> <p><u>Instrumento</u></p> <p>Ficha de observación de mano de obra, materia prima y máquina y equipo.</p>	<p>Tablas estadísticas del antes y después para cada uno de los indicadores.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 2: Instrumentos de recolección de datos.

Formato de producción: Índices de producción

Mes	Unidades producidas	Materia prima empleada	N° de personal empleado	N° de máquinas empleadas
Mayo	1.7 máquinas	4.5 planchas A36	8	20
Junio	1.5 máquinas	4.3 planchas A36	8	20
Julio	1.4 máquinas	4.1 planchas A36	8	20
Agosto	2.4 máquinas	4.4 planchas A36	8	20
Setiembre	2.3 máquinas	4.3 planchas A36	8	20
Octubre	2.1 máquinas		8	20

Fuente: Elaborado por el autor.

Formato de producción: Ventas y compras

Mes	Valor de la producción obtenida. VENTAS NETAS	Costos de Material e insumos.	Costos por consumo de energía eléctrica
Mayo	61,057.68	43,780.01	1,810.0
Junio	48,153.46	29,106.98	1,481.0
Julio	45,556.66	18,190.40	1,426.8
Agosto	65,777.29	22,020.10	1,491.0
Setiembre	69,744.07	23,619.12	1,228.9
Octubre	75,800.50	27,389.54	1,126.8

Fuente: elaborado por el tesista.

Formato de producción: Costos de mano de obra del personal de producción.

Personal	Mayo (S/.)	Junio (S/.)	Julio (S/.)	Agosto (S/.)	Setiembre (S/.)	Octubre (S/.)
Jefe Producción.	1,752	1,752	1,752	1,752	1,752	1,752
Soldador	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659	1,659
Soldador	1,759	1,759	1,759	1,759	1,759	1,759
Soldador	1,799	1,799	1,799	1,799	1,799	1,799
Soldador	1,500	1,500	1,500			
Soldador				1,699	1,699	1,699
Tornero	2,190	2,190	2,190			
Tornero				1,717	1,717	1,717
Mecánico	1,693	1,693	1,693	1,693	1,693	1,693
Logística	1,598	1,598	1,598	1,598	1,598	1,598
Total	13,950	13,950	13,950	13,676	13,676	13,676

Fuente: Elaborado por el tesista.

Relación de materiales y autopartes para fabricación de la máquina hoyadora

N°	Descripción
1	Plancha de ¼" x 1200 x 2400 mm A36
1	Plancha de 5/8" x 1200 x 2400 mm A36
1	Plancha de 1" x 1200 x 2400 mm A36
1	Plancha de 1 ¼" x 1200 x 2400 mm A36
1	Perfil U 6" x 2" x ¼" – A36
1	Tubo rectangular 3"x 1 1/2" x 2 mm A36
1	Barra cromada de 30 x 115 cm.
1	Barra H de 70 x 95 cm
1	Cojinete axial de 272 mm
1	Cilindro hidráulico 50-100-300
1	Piñón para caja 16NC6 RED 200 mm x 0.05 m.
1	Piñón para caja 16NC6 RED 115 mm x 0.05 m.
1	Cardán CC2502/13P serie 2500 – 1.5 m.
1	Conjunto. Embrague Z6 1.3/8", 90 KGF, serie 2500
2	Disc. Embrague 138 mm x 59 mm y 138 mm x 81mm x 3/16" c/u
2	Disc. Embrague 7" x 2 ¾" x ¼" de espesor de Asbesto ferroso
3m.	Manguera SAE 100R2- ½" EUROFLOX
1	Chumacera de pared eje 1 ¾" –UCF209-112D1
2	Cojinete de rodillo cónico 4T-32209 (45x85x23)
2	Cojinete de rodillo cónico 4T- 33210 (50x90x32)
1	Retén 50x 85 x10
1	Retén revestido de Nitrilo de doble labio 60 x 85 x 13
1	Cementación de 2 piñones y 2 ejes
8	Pernos 5/8" x 2 ½" con tuerca frenada
28	Pernos ½" x 1 ½" con tuerca
12	Pernos ½" x 1 ½" con tuerca
4	Pernos 5/8" x 2 ½" con tuerca
5	Pernos 7/8" x 3" con tuerca frenada
20	Pernos 10 x 30mm con tuerca y anillo de presión

Fuente: Elaborado por el autor

Anexo N° 3: Validación de los instrumentos de recolección de datos.

A. Validación Ingeniero: Mg. Gerardo Sosa Panta.



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Ing.  
 en INGENIERÍA INDUSTRIAL  
 N° de Colegiatura: 67114 desempeñándome  
 actualmente como DOCENTE en  
LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento de recolección de datos:

1. Formato de producción

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

Formato de producción	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

  
**Mg. Gerardo Sosa Panta**  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP 67114

Ing. : Gerardo Sosa Panta  
DNI : 03591940  
Especialidad : INGENIERÍA INDUSTRIAL  
E-mail : gerardodoler@gmail.com

  
-----  
**Mg. Gerardo Sosa Panta**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CIP 67114

B. Validación Ingeniero: Mg. Miguel Aranda Bermeo.



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Miguel Aranda Bermeo con DNI N° 02645928 Ing.  
 en Industria  
 N° de Colegiatura: 39724 desempeñándome  
 actualmente como Docente en la Universidad Cesar Vallejo en  
Lima

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento de recolección de datos:

1. Formato de producción

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

Formato de producción	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				x	
2. Objetividad				x	
3. Actualidad				x	
4. Organización				x	
5. Suficiencia				x	
6. Intencionalidad				x	
7. Consistencia				x	
8. Coherencia				x	
9. Metodología				x	

*Miguel Aranda Bermeo*

Ing. : *Miguel Arauco Beeme*  
DNI : *02645979*  
Especialidad : *Ing. Industrial*  
E-mail : *arauco.beeme@hotmail.com*



C. Validación Ingeniero: Mg. Oliver Cupén Castañeda.



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Oliver Cupén Castañeda con DNI N° 02845346 Ing.  
 en Ing Industrial  
 N° de Colegiatura: 56206 desempeñándome  
 actualmente como Docente en  
la Universidad César Vallejo

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento de recolección de datos:

1. Formato de producción

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

Formato de producción	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

*Oliver Cupén Castañeda*  
 Mg. Oliver Cupén Castañeda  
 CIP: 56206

Ing. : *Eng Oliver Oyarce Costas*  
DNI : *02845348*  
Especialidad : *Eng Industrial*  
E-mail : *Ooyarce@gmail.com*

  
*Eng Oliver Oyarce Costas*  
*C.P. 56206*

## ANEXO 4: DESARROLLO DEL PRODUCTO DE INGENIERÍA

### Índice.

Diagrama de Ishikawa.....	38
Diagrama de Pareto.....	38
Definición del problema.....	41
Situación actual de la empresa.....	41
Datos generales de la empresa.....	42
Organización de la empresa.....	42
Organigrama de la empresa.....	44
Descripción de la producción.....	44
Origen del problema.....	46
Descripción del proceso fabricación de la Máquina hoyadora.....	46
Diagrama de operaciones del proceso. Método actual.....	49
Diagrama de análisis del proceso. Método actual.....	51
Cálculo de distancias recorridas del proceso. Método actual.....	52
Toma de tiempos del proceso Máquina hoyadora.....	53
Dimensiones de áreas y estaciones. Método actual.....	54
Esquema de distribución general. Método actual.....	55
Esquema de recorrido. Método actual.....	56
Aplicación de herramienta para disposición de planta. Método Guerchet.....	57
Comparación de áreas requeridas y actuales.....	64
Cálculo para el indicador espacio.....	64
Aplicación del Método relacional de actividades.....	64
Tabla relacional de actividades.....	65
Diagrama relacional de actividades.....	66
Diagrama relacional de espacios.....	67
Esquema de distribución general propuesto.....	69
Esquema de recorrido propuesto.....	70
Diagrama de operaciones del proceso propuesto.....	71
Diagrama de análisis del proceso propuesto.....	72
Cálculo de distancias recorridas con el método propuesto.....	73
Cálculo para el indicador distancia.....	74
Toma de tiempos del proceso. Método propuesto.....	75
Comparativo para tiempo y distancia. Antes y después de la mejora.....	76
Cálculo para los indicadores productividad global.....	76
Productividad de la mano de obra.....	77
Productividad de la máquina y equipo.....	78
Productividad del material.....	78
Estudio de tiempos del proceso. Método actual.....	80
Estudio de tiempos del proceso. Método propuesto.....	81
Cálculo para el indicador eficiencia. Método actual.....	82
Cálculo para el indicador eficiencia. Método propuesto.....	83

### **Diagrama de Ishikawa.**

Para determinar las causas del problema principal se aplicó el diagrama de Ishikawa, representación gráfica que nos permite identificar las posibles causas que están afectando a la productividad en la empresa, se muestra en la figura 1.

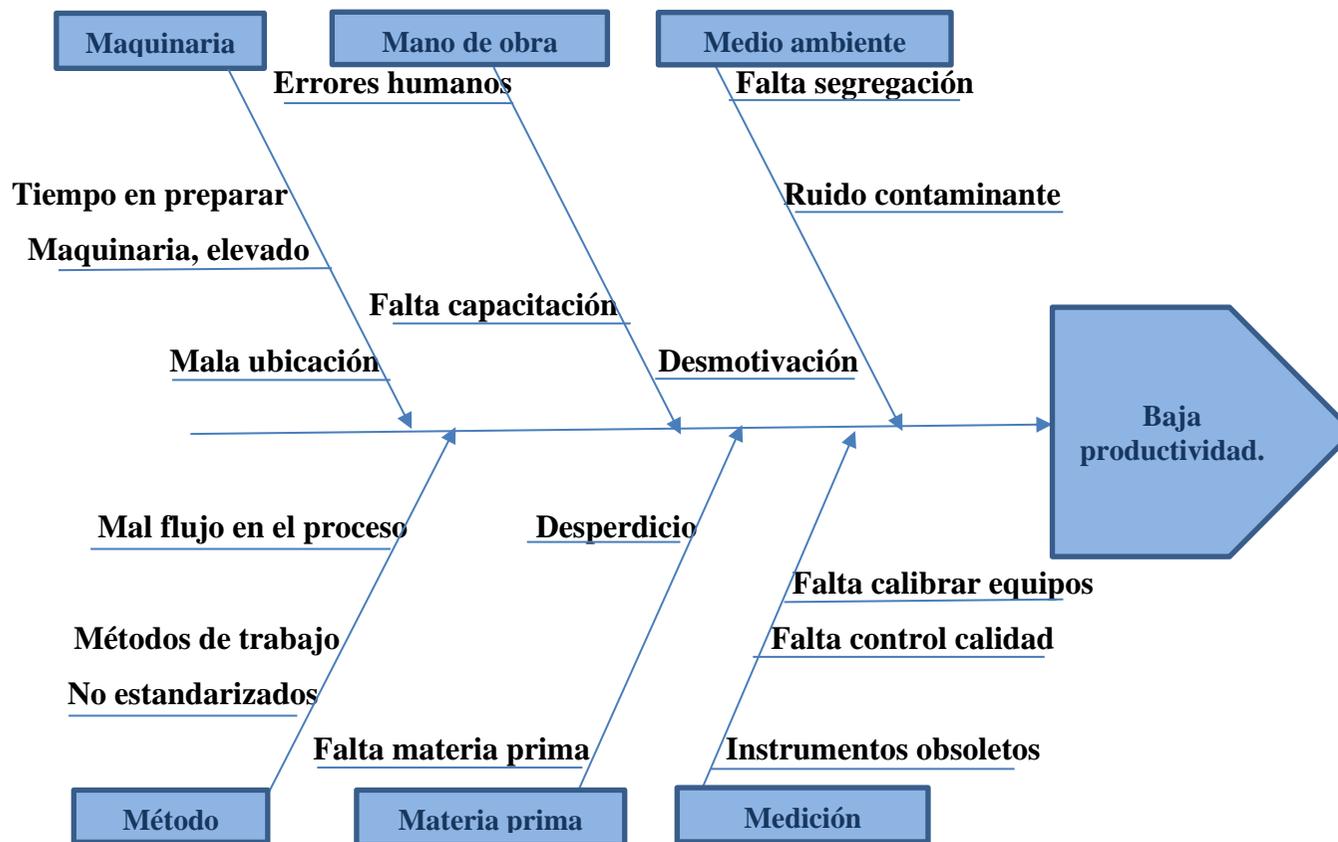
### **Diagrama de Pareto**

Una vez analizada la situación de la empresa FACTONOR E.I.R.L. con el propósito de identificar las causas que ocasionan el problema principal, se solicitó el apoyo del personal involucrado del área de producción para seleccionar los problemas con mayor incidencia y se les valoró para determinar cuáles tienen más impacto en la disminución de la productividad. En la tabla 1 se evidencian los problemas y su valoración.

Tabla N° 1: Identificación y valoración de problemas.

Problema	Frecuencia	Valoración	Frecuencia Valorizada
Deficiente distribución	4	10	40
Errores humanos	3	3	9
Métodos no estandarizados	5	8	40
Tiempo en preparar maquina alto	3	4	12
Falta capacitar al personal	2	5	10
Falta control de calidad	1	5	5
Total			116

Fuente: Elaborado por el tesista.



**Figura 1. Diagrama de Ishikawa**  
**Fuente: Elaborado por el autor.**

Se determinaron las causas del origen del problema principal con la participación del personal involucrado del área de producción se les dio una valoración y un total valorizado y se procede con la tabla 2.

Tabla N° 2: Valoración de problemas 80-20.

Problema	Frecuencia. Valorizada	Frecuencia. Relativa	80-20	Frecuencia. Relativa Acumulada
Deficiente distribución	40	34.48 %	80 %	34.48 %
Métodos no estandarizados	40	34.48 %	80 %	68.96 %
Preparación de maquinaria	12	10.34 %	80 %	79.3 %
Falta capacitar al personal	10	8.62 %	80 %	87.92 %
Errores humanos	9	7.76 %	80 %	95.68 %
Falta control de calidad	5	4.31 %	80 %	100.00 %

Fuente: Elaborado por el autor.

Con respecto a la tabla N° 2 podemos apreciar que las causas con mayor significancia en el problema principal, deficiente distribución y métodos no estandarizados ocupan el 80% del total.

Siendo el efecto la baja productividad en la empresa FACTONOR E.I.R.L. en la figura 2 se muestra el diagrama de Pareto, herramienta aplicada para representar las causas principales que están afectando a la productividad en la empresa.

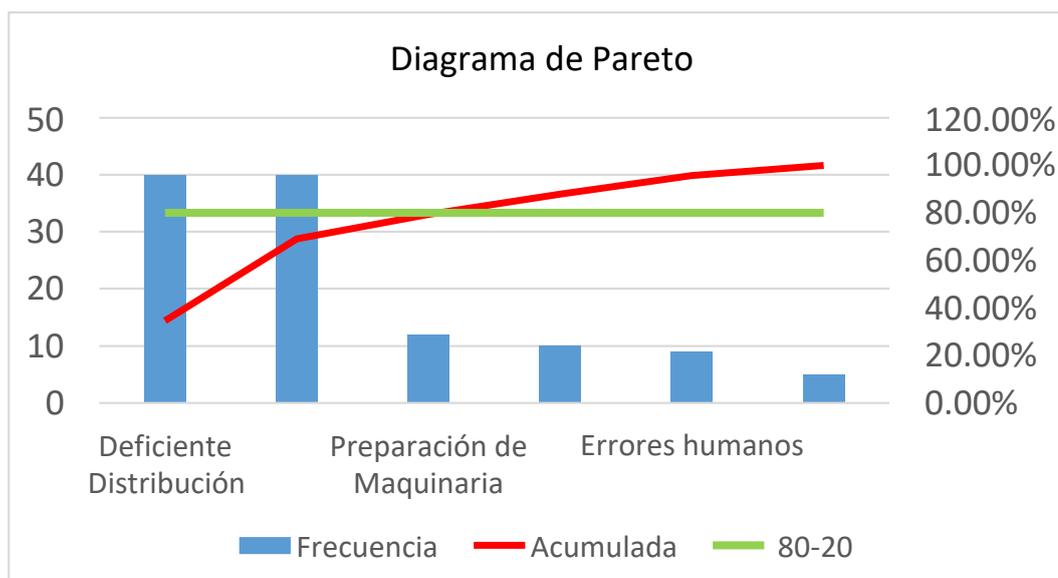


Figura N°2: Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaborado por el autor.

### Definición del problema.

Siendo el efecto o problema principal la baja productividad de la empresa FACTONOR E.I.R.L. prevalecen dos causas que generan al 68.96% de los problemas y son la deficiente distribución de áreas y los métodos de trabajo no estandarizados que son la causas que originan los errores cometidos en el área de producción.

### Situación actual de la empresa.

FACTONOR E.I.R.L. es una empresa piurana fundada hace más de 19 años, nace con el compromiso de servir al cliente y que éste quede satisfecho con los servicios que se le brindan. Acogiéndonos al profesionalismo y responsabilidad en cada una de nuestras actividades nos hemos ganado un nivel en el sector metalmecánico siendo líder en la región, brindamos servicios para empresas del sector minero, agroexportador, industrial, pesquero, de la construcción, entre otras por lo que estamos en constante cambio para adaptarnos a las necesidades de nuestros clientes e ir más allá sobrepasando sus expectativas.

Actualmente FACTONOR E.I.R.L. está incursionando en la fabricación de una variedad de implementos, equipos y máquinas agrícolas como: rastras hidráulicas, rufas hidráulicas, transporte auto cargable, implemento hoyador, fajas transportadoras,

palas niveladoras, carretas, tolvas, cisternas automatizadas entre otros para el sector agroexportador de la región, que han generado un mayor movimiento de personal, equipos y traslado de materiales entre las diferentes estaciones de trabajo.

**Datos generales de la empresa:**

RAZÓN SOCIAL	FACTONOR E.I.R.L
RUC	20525871747
DOMICILIO FISCAL	Zona industrial III Etapa Mz. X lote 8 <sup>a</sup> Calle 6 Piura.
WEB	<a href="http://www.factoron.net/">http://www.factoron.net/</a>
CORREO ELECTRÓNICO	<a href="mailto:factoron_piura@hotmail.com">factoron_piura@hotmail.com</a>
REPRESENTANTE LEGAL	Luis Alberto Chuquimarca Correa

**Misión.**

Brindar el servicio de mecanizado, reparación y fabricación de máquinas industriales, para satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes, garantizando la calidad de nuestros productos.

**Visión.**

Ser un fabricante de máquinas y equipos líder en el mercado nacional e internacionalizarnos con los productos que fabricamos.

**Organización de la empresa.**

La empresa FACTONOR E.I.R.L. para poder cumplir con todas sus funciones cuenta con aproximadamente 12 empleados, entre jefe de producción, operario de torno, operarios de soldadura y montaje, mecánico, pintor y personal administrativo, la descripción de la función que realizan cada uno de ellos se detalla a continuación.

**Gerente general:** Es el jefe máximo de la organización y quién asume la responsabilidad total, tiene la función de tomar las decisiones de la empresa, representarla legalmente y generar las ventas.

**Jefe Administrativo:** Su función es dirigir y controlar todas las actividades

administrativas que surjan en la empresa y sirve de soporte al gerente.

**Asesor contable:** Sobre el recae la responsabilidad de llevar correctamente los registros contables y sus respectivos respaldos, así como de preparar los informes contables de la empresa. Se reporta al gerente general.

**Asistente contable:** Tiene la responsabilidad de realizar todo el registro contable y cargar en el sistema los movimientos contables como son libro caja, compras, ventas, sueldos y salarios, tributos etc. Se reporta al jefe administrativo.

**Jefe de producción:** Es el encargado del diseño y puesta en marcha de los proyectos, así como de motivar y supervisar al personal. Se reporta al gerente general.

**Operador de máquinas y herramientas:** Su función es realizar los diferentes procesos de maquinado de materiales por medio de torno, fresa, taladro vertical y barrenador portátil para convertirlo en producto acabado o en proceso. Se reporta al jefe de producción.

**Operadores de producción:** Realizan los diferentes procesos de transformación por los que atraviesa la materia prima hasta llegar a producto terminado, como son la función de trazado y corte del material, habilitado y montaje de las diversas partes o estructuras que lo requieran utilizando equipos móviles de oxicorte, cortadora de plasma, cizalla y soldadura.

**Mecánico de mantenimiento:** Apoya en las labores de servicios y proyectos en el montaje de los equipos.

**Auxiliar de taller:** Apoya en las labores de servicios y proyectos, a su vez es el encargado del pintado de las diferentes estructuras para las máquinas o piezas fabricadas.

La jerarquía de la organización de la empresa se muestra en la figura 3:

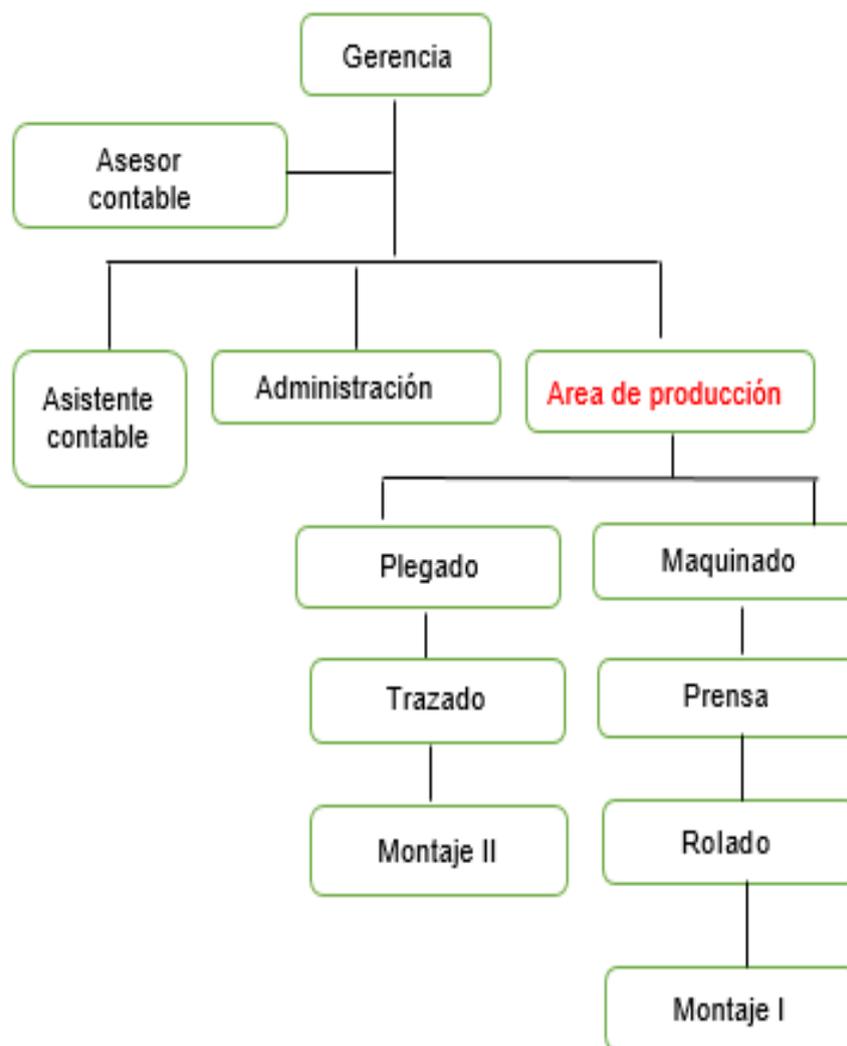


Figura N°3: Organigrama de la empresa.

Fuente: Elaborado por el tesista.

### Descripción de la producción.

La empresa FACTONOR E.I.R.L. es una metalmecánica dedicada a brindar el servicio de mecanizado y recuperación de piezas a empresas del sector industrial, agroexportador, minero, pesquero y de la construcción de la región. Así mismo está incursionando en la fabricación de maquinaria de uso agrícola a solicitud del cliente, teniendo como principal consumidor a la empresa agroexportadora de la región entre ellas, Sociedad Agrícola Rapel S.A.C., Agrícola del Chira S.A.C., Ecoacuícola S.A.C., Sociedad Agrícola Saturno, Agrícola San José, Ecosac Agrícola S.A.C.

En la tabla 3 se muestra a los principales clientes de la empresa FACTONOR E.I.R.L.

Tabla N° 3: Principales clientes de FACTONOR E.I.R.L.

FERREYROS S.A.	Jefe de Servicios Ing. Avilio García Zavalu	969-991-524 973-978-627
UNIMAQ	Administrador Javier Andrade Fernández	969173744
ECOSACAGRÍCOLA S.A.C	Jefe de Mantenimiento Integral Ing. Juan Montalvo Bonilla	998261703
AGRÍCOLA EL CHIRA	Jefe de transporte. Ing. Daniel Arrunátegui Espinoza	969068104
KOMATSUMITSUI MAQUINARIAS	Jefe de Servicios Ing. José Merino	993585001

Fuente: la empresa.

#### **Principales servicios que brinda la empresa:**

- Fabricación de todo tipo de piezas en nylon, teflón y otros materiales.
- Fabricación de ejes, bocinas, ruedas dentadas, engranajes, poleas.
- Relleno y barrenado de alojamientos de máquinas pesadas.
- Recalzado de zapatas de oruga.
- Fabricación de bocinas grafitadas, cementadas para maquinarias pesadas.
- Servicio de corte con plasma y soldadura.

#### **Máquinas y equipos que fabrica la empresa.**

Dentro de la cartera de productos que está fabricando constan maquinaria como implemento hoyador, bandas transportadoras, palas niveladoras, tolvas para volquete, carretas, tanques cisternas, transporte auto cargable para uva, cisternas automatizadas, rufas hidráulicas, rastras hidráulicas entre otros.

**Origen del problema.** La empresa se encuentra en una etapa de transición de la prestación de servicios a la fabricación de maquinaria por lo cual presenta una distribución de planta por proceso, haciéndose necesaria una redistribución de planta mixta con posición fija para mejorar la productividad, disminuyendo demoras en el desarrollo de las actividades.

Siendo el origen de los problemas surgidos en el año en curso, el desarrollo o proceso de fabricación de maquinaria (proyectos) la investigación está dirigida al estudio de una solución centrándose en el proceso productivo de la empresa, para lo cual se ha elegido como tema de estudio el proceso de fabricación de la Maquina Hoyadora que es el producto mayormente solicitado en esta temporada por las empresas agroexportadoras de uva.

#### **Descripción del proceso de fabricación de la Maquina Hoyadora.**

Las máquinas y servicios se realizan bajo pedido, en el caso de las máquinas a fabricar tienen una duración aproximada de un mes como mínimo y dos meses a dos meses y medio máximos.

Se empieza con el requerimiento del cliente el cual sirve de entrada al proceso de diseño, es aquí donde se inicia todo el proceso con el diseño de la máquina hoyadora a fabricar considerando siempre las especificaciones del cliente. Una vez realizado el diseño de la máquina se obtiene como salida los requerimientos de materiales necesarios para empezar con la fabricación de la máquina lo que a su vez genera un proceso de compra.

Al terminar este proceso se transportan los materiales adquiridos en un camión propiedad de la empresa al área de producción a la estación de trazado y corte donde se desarrolla la mayor parte del proyecto, pues por ser estructuras voluminosas y pesadas no es conveniente ni fácil su traslado y los equipos, materiales y mano de obra son dirigidos hacia él. En ésta estación de trabajo se empieza con el proceso productivo, este es el responsable de la fabricación de la máquina, para esto se dibujan y trazan las diferentes partes según el plano en planchas y vigas de acero, las que

formarán la estructura interna y externa de la máquina. Después de realizar la operación de dibujo y trazado se cortan los materiales utilizando equipos de oxicorte, cizalla y cortadora de plasma.

Acabado el proceso de trazado y corte de materiales da como resultado tres salidas que a su vez son las entradas a las estaciones de mecanizado, plegado y rolado.

En la estación de plegado y rolado se da una forma rectangular y circular a las planchas y tubos de metal que formarán el cuerpo externo de la máquina.

En la estación de máquinas y herramientas se maquinan piezas que no son comerciales y que formarán parte de la estructura, utilizando diferentes máquinas y herramientas como tornos paralelos, taladro fresador y taladro radial entre otros.

La salida de estos subprocesos son la entrada al proceso de habilitado de partes en la estación de trazo y corte (proyectos), aquí el personal de producción (soldadores) unirán mediante fusión las diferentes piezas y estructuras provenientes empleando diferentes equipos móviles de soldadura, como máquinas de soldar monofásicas, soldadora mig mag y soldadora tubular.

Acabado el proceso de habilitado de partes, en esta misma estación de trabajo se procede a pintar todas las partes y piezas habilitadas haciendo uso de un compresor y pistola convencional de pintado, para luego continuar con la secuencia del proceso.

Montaje final, aquí el equipo de producción unirá esfuerzos para ensamblar las diferentes estructuras y mecanismos móviles, haciendo uso de equipos como caballetes, tecles y equipos móviles de soldadura. Acabado el proceso de montaje de la máquina, se procede a realizar una inspección exhaustiva del producto terminado por el gerente de la empresa, luego se realizarán las correcciones correspondientes o en su debido caso se procede con la entrega del producto al cliente.

En la tabla 4 se detalla la cantidad de máquinas y el personal empleado por actividades en el proceso productivo para la fabricación de la máquina hoyadora.

Tabla N°4: Máquinas y personal empleado en la fabricación de la máquina hoyadora.

Proceso: Fabricación de máquina hoyadora. Actividad/Estación	N° de personal	Máquina y equipo Empleado	N° de Máquinas
Diseño	1	Computadora	1
Trazado y corte	2	Cizalla	1
		Equipo de Plasma	1
		Equipo de Oxicorte	1
		Amoladoras	2
		Amoladora chica	1
		Escobilladora	1
		Rectificadores	2
Plegado		Plegadora	1
Rolado		Roladora mecánica	1
Mecanizado	1	Torno	1
		Taladro fresador	1
		Esmeril de banco	1
Prensado		Prensa hidráulica	1
Habilitado/montaje	3	Soldadora mig mag	2
		Soldadora tubular	1
		Soldadora monofásica	1
Pintado	1	Compresor de pintar	1
Total	8		20

Fuente: Elaborado por el tesista.

Como se muestra en la tabla 4, hay 8 colaboradores que operan 20 máquinas en el proceso de fabricación de la máquina hoyadora.

En la tabla 5 se muestra el Diagrama de Operaciones del Proceso actual y en la figura 4 el Diagrama de Análisis del Proceso actual, elaborados por el tesista debido a que la empresa no contaba con ellos.

Tabla N°5: DOP. Método actual. Proceso: Fabricación de máquina Hoyadora.

Tiempo	Símbolo	Actividad	Descripción de la actividad
5h 300min.		Operación	Se realiza el diseño de la máquina a fabricar.
3h 180min.		Operación	Compra de materiales para iniciar proceso.
24h 1,440min.		Operación	Trazo y corte de piezas a fabricar.
64h 3,840min.		Operación combinada	Se realiza el maquinado de piezas.
6h 360min.		Operación	Se rolan piezas para eje hoyador.
8h 480min.		Operación	Plegado de piezas para cubierta de la máquina.
24h 1,440min.		Operación	Se realiza el habilitado y ensamble de piezas.
8h 480min.		Operación	Pintado de estructuras de la máquina.
8h 480m		Operación	Se realiza el montaje de estructuras habilitadas.
1h 60min.		Inspección	Se realiza una inspección al producto
6h 360min.		Operación.	Se corrigen las Observaciones

Fuente: Elaborado por el autor.

En la Tabla 6 a continuación se muestra un resumen del Diagrama de operaciones del proceso según el método actual de trabajo.

Tabla N°6: Resumen DOP.

RESUMEN DOP – MÉTODO ACTUAL			
Símbolo	Actividad	N° de actividad	Tiempo utilizado (min)
○	Operación	9	5,520
□	Inspección	1	60
◻	Operación combinada	1	3,840
Total		11	9,420

Fuente: Elaborado por el autor.

En la figura 4 siguiente se muestra el Diagrama de análisis del proceso de fabricación de la máquina hoyadora con el método actual de trabajo.

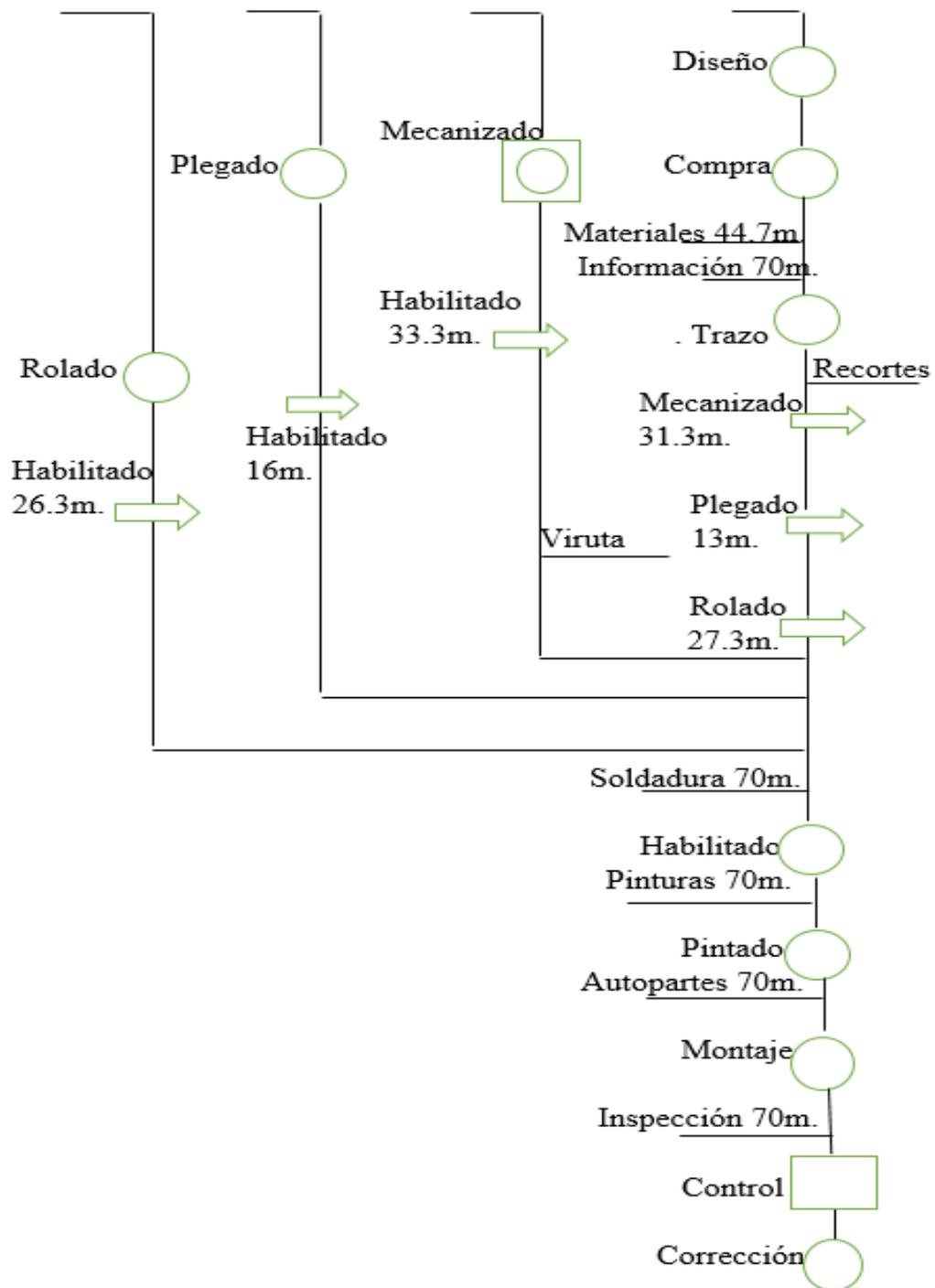


Figura N° 4: Diagrama de análisis del proceso método actual.

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla N° 7 se muestra un resumen del Diagrama de análisis del proceso con el método actual de trabajo.

Tabla N°7: Resumen del DAP. Método actual de trabajo.

Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
○	Operación	9	5,520	-----
□	Inspección	1	60	-----
◻	Combinada	1	3,840	-----
→	Transporte	12	114	2,491
Total		23	9,534	2,491

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla 8 se muestra un cálculo de las distancias recorridas durante el proceso.

Tabla N° 8: Cálculo de distancias del proceso Máquina Hoyadora. Método actual.

De	Hacia	Distancia (m)	N° de Veces	Distancia total (m)
Diseño	Trazado	70.0	9	630.0
Materiales	Trazado	44.7	1	44.7
Trazo	Torno	64.6	5	323.0
Trazo	Rolado	53.6	2	107.2
Trazo	Plegado	29.0	2	58.0
Torno	Habilitado	64.6	5	323.0
Rolado	Habilitado	53.6	2	107.2
Plegado	Habilitado	29.0	2	58.0
Habilitado	Oficina	70.0	1	70.0
Habilitado	Oficina.	70.0	5	350.0
Habilitado	Oficina	70.0	5	350.0
Oficina	Habilitado	70.0	1	70.0
Total, de distancias recorridas en el proceso. (m)				2,491.0

Fuente: elaborado por el tesista.

En la tabla N° 9 siguiente se muestra la toma de tiempos de actividades del proceso de fabricación para la máquina hoyadora.

Tabla N° 9: Toma de tiempos del proceso Máquina Hoyadora. Método Actual.

Actividades realizadas. Proceso: Fabricación de máquina hoyadora	Tiempo empleado	N° de veces	Total tiempo Empleado
1 Diseño de máquina a fabricar	5 h	1	300 min
2 Compra de materiales para el proyecto	3 h	1	180 min
3 Ingresa material a trazo y corte	1.3min.	1	1.3 min
4 Ingresa información a trazo y retorna	3min.	9	27 min
5 Trazo y corte de materiales	24 h	1	1,440 min
6 Transporte de partes a mecanizado y retorno	3min	5	15 min
7 Transporte de partes a plegado y retorno	2min	2	4 min
8 Transporte de partes ha rolado y retorno	3min	2	6 min
9 Mecanizado de piezas para la máquina	64h	1	3,840 min
10 Plegado de cubierta para la máquina	8h	1	480 min
11 Rolado de cuchillas para el eje hoyador	6h	1	360 min
12 Transporta piezas a habilitado y retorna	3 min	5	15 min
13 Transporta piezas plegadas a habilitado	2 min	2	4 min
14 Transporta piezas roladas a habilitado	3 min	2	6 min
15 Ingresa soldadura a habilitado de partes	3min	5	15 min
16 Habilitado parcial de partes y estructuras	24h	1	1,440 min
17 Ingresa material de pintar y retorna	3min	1	3min
18 Pintado de las partes habilitadas	8h	1	480 min
19 Ingresan autopartes para el montaje final	3min	5	15 min
20 Montaje de la máquina	8h	1	480 min
21 Ingresa inspección al producto	3min	1	3 min
22 Control del producto acabado	1h	1	60 min
23 Corrección de observaciones.	6h	1	360 min
Tiempo total del proceso (158.9 h)			9,534 min

Fuente: Elaborado por el autor.

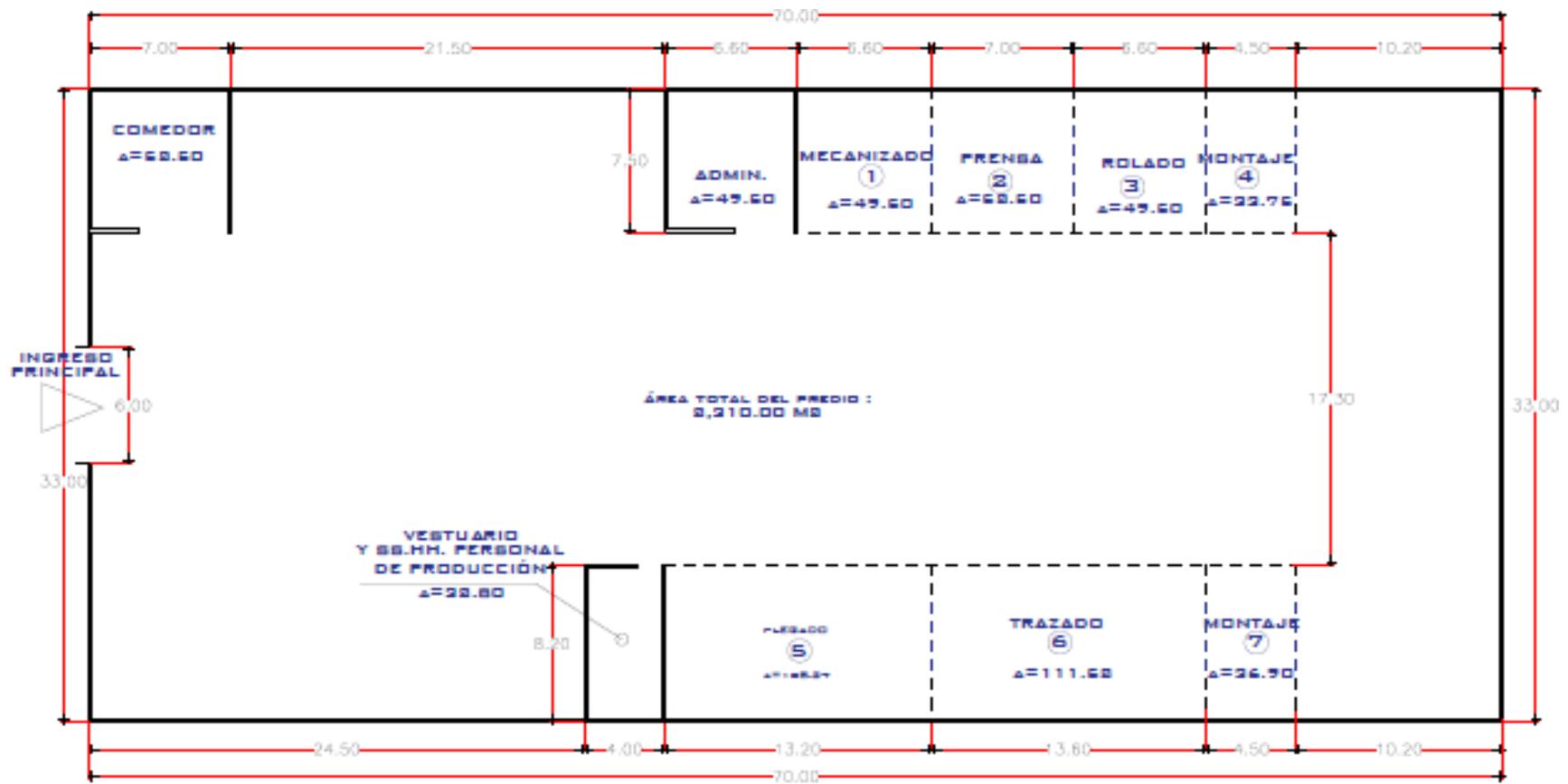
En la tabla 10 siguiente se muestran las dimensiones de las estaciones de trabajo y áreas especiales tal y como fueron observadas y medidas por el tesista al iniciar la investigación.

Tabla N°10: Dimensiones de áreas y estaciones de trabajo. Método actual.

Área / Estación	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Comedor	7.5	7	52.50
Administración	7.5	6.6	49.50
E. Mecanizado	7.5	6.6	49.50
E. Prensa	7.5	7	52.50
E. Rolado	7.5	6.6	49.50
E. Montaje I (servicios)	7.5	4.5	33.75
E. Plegado	8.2	13.2	108.24
E. Trazo (Proyectos)	8.2	13.6	115.52
E. Montaje II (servicios)	8.2	4.5	36.90
Vestuario, SS.HH	8.2	4	32.80
Total de área ocupada con método actual (m <sup>2</sup> ).			560.71

Fuente: Elaborado por el autor.

En la figura 5 a continuación, se muestra el Esquema de distribución general de FACTONOR E.I.R.L. antes de aplicar la redistribución de plata, así mismo en la figura 6 se presenta el Esquema de recorrido actual de planta para luego continuar con la aplicación del método Guerchet que permitirá calcular el área requerida para cada estación de trabajo.

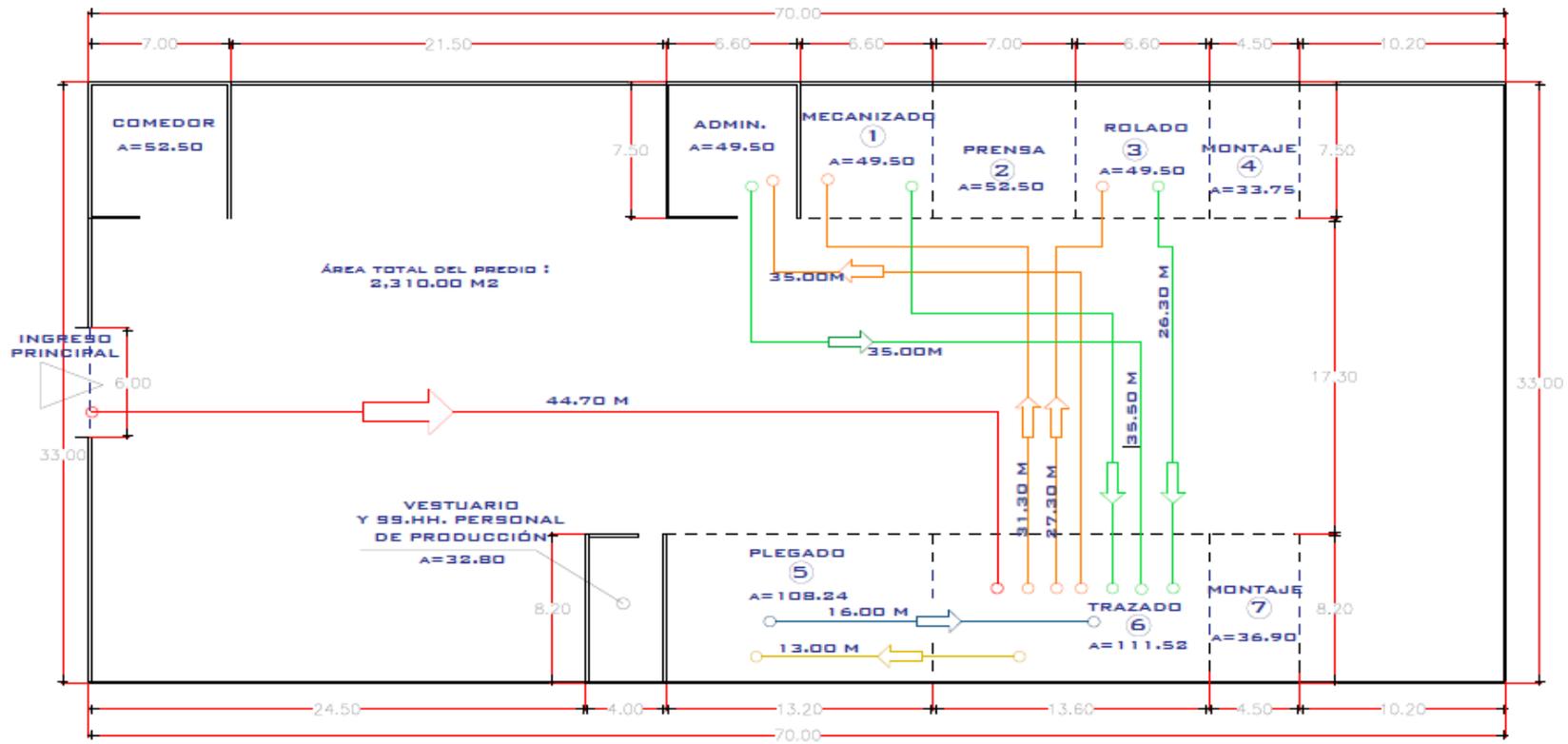


**ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN GENERAL - FACTONOR E.I.R.L.**

ESQ: 1/100

Figura N° 5: Esquema de distribución general actual.

Fuente: Elaborado por el autor.



ESQUEMA DE RECORRIDO ACTUAL - FACTOR E.I.R.L.

Esc: 1/100

Figura N° 6: Esquema de recorrido actual.

Fuente: Elaborado por el autor.

Aplicación de herramienta para disposición de planta: El Método Guerchet permitirá calcular el área requerida para cada estación de trabajo, considerando el espacio para la ubicación de las máquinas, además del área que necesita el productor para operar la máquina y el espacio necesario para desplazamiento o traslado de productores, materiales y equipos.

Tabla N°11: Estación Mecanizado (Torno, fresa y taladro).

<b>MÉTODO GUERCHET</b>											
<b>Máquina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>N</b>	<b>A (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>Ss. (m2)</b>	<b>Sg (m2)</b>	<b>H (promedio)</b>	<b>Se (m2)</b>	<b>St (1máq.)</b>	<b>St x n (m2)</b>
<b>Fresador</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2.00</b>	<b>2.50</b>	<b>2.90</b>	<b>5.00</b>	<b>15.00</b>	<b>2.90</b>	<b>11.00</b>	<b>31.00</b>	<b>31.00</b>
<b>Torno</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1.80</b>	<b>0.60</b>	<b>1.25</b>	<b>1.08</b>	<b>1.08</b>	<b>1.25</b>	<b>1.18</b>	<b>3.34</b>	<b>3.34</b>
<b>Taladro</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.50</b>	<b>0.30</b>	<b>1.40</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>1.40</b>	<b>0.16</b>	<b>0.46</b>	<b>0.46</b>
<b>Esmeril</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>	<b>1.10</b>	<b>0.12</b>	<b>0.12</b>	<b>1.10</b>	<b>0.13</b>	<b>0.37</b>	<b>0.37</b>
<b>Estante</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.40</b>	<b>0.90</b>	<b>2.90</b>	<b>0.36</b>	<b>0.36</b>	<b>2.90</b>	<b>0.39</b>	<b>1.11</b>	<b>1.11</b>
<b>Mesa</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0.55</b>	<b>1.00</b>	<b>0.70</b>	<b>0.55</b>	<b>1.10</b>	<b>0.70</b>	<b>0.90</b>	<b>2.55</b>	<b>2.55</b>
<b>Mesa</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0.44</b>	<b>2.30</b>	<b>1.10</b>	<b>1.01</b>	<b>4.04</b>	<b>1.10</b>	<b>2.77</b>	<b>7.82</b>	<b>7.82</b>
<b>Mesa</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1.30</b>	<b>1.13</b>	<b>0.90</b>	<b>1.46</b>	<b>1.46</b>	<b>0.90</b>	<b>1.60</b>	<b>4.52</b>	<b>4.52</b>
<b>Mesa</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0.45</b>	<b>3.30</b>	<b>1.00</b>	<b>1.48</b>	<b>5.92</b>	<b>1.00</b>	<b>4.07</b>	<b>11.47</b>	<b>11.47</b>
<b>Estante</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.47</b>	<b>1.00</b>	<b>1.55</b>	<b>0.47</b>	<b>0.47</b>	<b>1.55</b>	<b>0.51</b>	<b>1.45</b>	<b>1.45</b>
<b>Total</b>	<b>10</b>							<b>14.8</b>			<b>64.09</b>
			<b>H promedio 1.48</b>		<b>K 0.55</b>						

Fuente: Elaborado por el autor.

Como se puede observar en la tabla 11 el área requerida para la estación de mecanizado es de 64.09m<sup>2</sup> y se cuenta con un área de 49.5 m<sup>2</sup> lo cual indica que tenemos una deficiencia de espacio de 14.5m<sup>2</sup>.

Tabla N°12: Estación Prensa y soldadura

<b>MÉTODO GUERCHET</b>											
Máquina	Cantidad	N	A (m)	L (m)	H (m)	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	H (promedio)	Se (m <sup>2</sup> )	St (1maq)	St x n (m <sup>2</sup> )
Prensa	1	2	0.62	1.10	1.80	0.68	1.36	1.80	1.26	3.30	3.30
Oxicorte	1	4	0.70	0.60	1.55	0.42	1.68	1.55	1.30	3.40	3.40
Estante	1	1	0.50	1.20	1.55	0.60	0.60	1.55	0.74	1.94	1.94
Estante	1	1	0.70	2.40	1.55	1.68	1.68	1.55	3.09	6.45	6.45
Mesa	1	4	2.10	1.50	0.92	3.15	12.60	0.92	9.76	25.51	25.51
Soldadora	1	4	0.80	1.00	0.52	1.08	11.20	0.52	8.20	21.48	21.48
<b>Total</b>	<b>6</b>							<b>7.89</b>			<b>62.08</b>
			<b>H promedio 1.31</b>		<b>K 0.62</b>						

Fuente: Elaborado por el autor.

Como podemos apreciar en la tabla 12 el área requerida para la estación de prensa y soldadura es de 62.08m<sup>2</sup> y se cuenta con un área de 52.50 m<sup>2</sup> lo cual indica que hay una deficiencia de espacio de 9.58m<sup>2</sup>.

Tabla N°13: Estación Rolado

<b>MÉTODO GUERCHET</b>											
<b>Máquina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>N</b>	<b>A (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>Ss (m2)</b>	<b>Sg (m2)</b>	<b>H (promedio)</b>	<b>Se (m2)</b>	<b>St (1maq)</b>	<b>St x n (m2)</b>
Estante	1	1	0.38	1.80	1.20	0.68	0.68	1.20	0.93	2.29	2.29
Prensa	1	2	0.50	1.50	2.30	0.75	1.50	2.30	1.55	3.80	3.80
Esmeril	1	3	0.80	0.57	1.20	0.45	1.35	1.20	1.24	3.04	3.04
Tornillo	1	3	0.30	0.60	1.00	0.18	0.54	1.00	0.49	1.21	1.21
Mesa	1	4	0.55	0.70	0.55	0.38	1.52	0.55	1.31	3.21	3.21
Soldadora	1	4	1.40	0.60	1.10	0.84	3.36	1.10	2.55	6.75	6.75
Lavador	1	3	0.70	1.60	1.00	1.12	3.36	1.00	3.09	7.57	7.57
<b>Total</b>	<b>7</b>							<b>8.35</b>			<b>27.87</b>
			<b>H promedio 1.19</b>		<b>K 0.69</b>						

Fuente: Elaborado por el autor.

Se observa en la tabla 13 que el área requerida para la estación de rolado es de 27.87 m<sup>2</sup> y se cuenta con un área de 49.5m<sup>2</sup> lo cual indica que hay un sobrante de espacio de 21.63m<sup>2</sup> de espacio.

Tabla N°14: Estación Montaje I. (Servicios)

<b>MÉTODO GUERCHET</b>											
<b>Máquina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>N</b>	<b>A (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>Ss (m2)</b>	<b>Sg (m2)</b>	<b>H (promedio)</b>	<b>Se (m2)</b>	<b>St (1máq.)</b>	<b>St x n (m2)</b>
<b>Estante</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.40</b>	<b>1.54</b>	<b>2.20</b>	<b>0.61</b>	<b>0.61</b>	<b>2.20</b>	<b>0.73</b>	<b>1.95</b>	<b>1.95</b>
<b>Grúa</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2.10</b>	<b>1.20</b>	<b>1.90</b>	<b>2.52</b>	<b>10.0</b>	<b>1.90</b>	<b>7.51</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>
<b>Mesa</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0.77</b>	<b>2.30</b>	<b>0.90</b>	<b>1.77</b>	<b>7.08</b>	<b>0.90</b>	<b>5.31</b>	<b>14.16</b>	<b>14.16</b>
<b>Compresor</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0.50</b>	<b>0.80</b>	<b>1.90</b>	<b>0.40</b>	<b>0.80</b>	<b>1.90</b>	<b>0.72</b>	<b>1.92</b>	<b>1.92</b>
<b>Carrito</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0.70</b>	<b>1.10</b>	<b>0.35</b>	<b>0.77</b>	<b>3,08</b>	<b>0.35</b>	<b>2.31</b>	<b>6.16</b>	<b>6.16</b>
<b>Carreta</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0.70</b>	<b>1.60</b>	<b>1.20</b>	<b>1.12</b>	<b>4.48</b>	<b>1.20</b>	<b>3.36</b>	<b>8.96</b>	<b>8.96</b>
<b>Proceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2.50</b>	<b>3.00</b>	<b>1.20</b>	<b>7.50</b>	<b>22.5</b>	<b>1.20</b>	<b>18.0</b>	<b>48.0</b>	<b>48.0</b>
<b>Total</b>	<b>7</b>							<b>9.65</b>			<b>99.35</b>
			<b>H promedio 1.37</b>		<b>K 0.60</b>						

Fuente: Elaborado por el autor-

Podemos apreciar en la tabla 14 que el área requerida para la estación de montaje I es de 99.35 m<sup>2</sup> y el área con que se cuenta es de 37.75 m<sup>2</sup>, lo que nos indica que tenemos una deficiencia de espacio de 61.6m<sup>2</sup>.

Tabla N°15: Estación Plegado.

<b>MÉTODO GUERCHET</b>											
<b>Máquina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>N</b>	<b>A (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>Ss (m2)</b>	<b>Sg (m2)</b>	<b>H (promedio)</b>	<b>Se (m2)</b>	<b>St (1máq.)</b>	<b>St x n (m2)</b>
<b>Plegadora</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1.80</b>	<b>3.00</b>	<b>2.30</b>	<b>5.40</b>	<b>10.8</b>	<b>2.30</b>	<b>9.39</b>	<b>25.59</b>	<b>25.59</b>
<b>Mesa</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1.20</b>	<b>0.60</b>	<b>1.00</b>	<b>0.72</b>	<b>1.44</b>	<b>1.00</b>	<b>1.25</b>	<b>3.41</b>	<b>3.41</b>
<b>Mesa</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2.00</b>	<b>0.60</b>	<b>1.20</b>	<b>1.20</b>	<b>2.40</b>	<b>1.20</b>	<b>2.08</b>	<b>5.68</b>	<b>5.68</b>
<b>Mesa</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1.20</b>	<b>2.40</b>	<b>1.00</b>	<b>2.88</b>	<b>11.52</b>	<b>1.00</b>	<b>8.35</b>	<b>22.75</b>	<b>22.75</b>
<b>Estante</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.40</b>	<b>1.20</b>	<b>1.70</b>	<b>0.48</b>	<b>0.48</b>	<b>1.70</b>	<b>0.55</b>	<b>1.51</b>	<b>1.51</b>
<b>Estante</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.40</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>	<b>2.00</b>	<b>0.92</b>	<b>2.52</b>	<b>2.52</b>
<b>Compresor</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0.40</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.24</b>	<b>0.48</b>	<b>0.60</b>	<b>0.41</b>	<b>1.13</b>	<b>1.13</b>
<b>Total</b>	<b>7</b>							<b>9.80</b>			<b>62.59</b>
			<b>H prom 1.40</b>		<b>K 0.58</b>						

Fuente: Elaborado por el autor.

Podemos observar en la tabla 15 que el área requerida para la estación de plegado es de 62.59 m2 y que se dispone de un área de 108.24 m2 lo cual nos indica que hay un espacio de 45.65 m2 mal distribuido.

Tabla N°16: Estación Trazo y corte (Desarrollo de Proyecto).

<b>MÉTODO GUERCHET</b>											
<b>Máquina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>N</b>	<b>A (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>Ss. (m2)</b>	<b>Sg (m2)</b>	<b>H (promedio)</b>	<b>Se (m2)</b>	<b>St (1má)</b>	<b>St x n (m2)</b>
Mesa	1	4	1.00	2.00	0.85	2.00	8.00	0.85	6.6	16.6	16.60
Cizalla	1	4	1.60	2.70	1.20	4.32	17.2	1.20	14.2	35.72	35.72
Caballote	1	4	1.30	2.70	2.30	3.51	14.0	2.30	11.5	29.01	29.01
Mesa	1	2	1.26	2.40	0.95	3.02	6.04	0.95	5.97	15.03	15.03
Cortadora	1	4	0.60	0.40	1.00	0.24	0.96	1.00	0.79	1.99	1.99
Proceso	1	3	1.80	2.40	1.20	4.32	12.9	1.20	11.3	28.52	28.52
<b>Total</b>	<b>6</b>							<b>7.50</b>			<b>126.8</b>
			<b>H promedio 1.25</b>		<b>K 0.66</b>						

Fuente: Elaborado por el autor.

Podemos apreciar en la tabla 16 que el área requerida para la estación de trazado y corte es de 126.8m<sup>2</sup> y el área con que se cuenta es de 115.53 m<sup>2</sup> lo cual indica que hay un déficit de espacio de 11.28m<sup>2</sup>.

Tabla N°17: Estación Montaje II. (Servicios)

<b>MÉTODO GUERCHET</b>											
<b>Máquina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>N</b>	<b>A (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>Ss. (m2)</b>	<b>Sg (m2)</b>	<b>H (promedio)</b>	<b>Se (m2)</b>	<b>St (1máq.)</b>	<b>St x n (m2)</b>
<b>Caballete</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1.10</b>	<b>3.50</b>	<b>3.50</b>	<b>3.85</b>	<b>7.70</b>	<b>3.50</b>	<b>5.54</b>	<b>17.09</b>	<b>17.09</b>
<b>Soldadora</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0.40</b>	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>0.40</b>	<b>1.60</b>	<b>2.00</b>	<b>0.96</b>	<b>2.96</b>	<b>2.96</b>
<b>Soldadora</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0.40</b>	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>0.32</b>	<b>1.28</b>	<b>0.90</b>	<b>1.60</b>	<b>3.20</b>	<b>3.20</b>
<b>Mesa</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1.50</b>	<b>1.60</b>	<b>1.20</b>	<b>2.40</b>	<b>4.80</b>	<b>1.20</b>	<b>3.45</b>	<b>10.65</b>	<b>10.65</b>
<b>Proceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1.80</b>	<b>3.00</b>	<b>1.20</b>	<b>5.40</b>	<b>16.2</b>	<b>1.20</b>	<b>10.3</b>	<b>31.90</b>	<b>31.90</b>
<b>Total</b>	<b>5</b>							<b>8.8</b>			<b>65.80</b>
			<b>H promedio 1.7</b>		<b>K 0.48</b>						

Fuente: Elaborado por el autor.

Podemos apreciar en la tabla 17 que el área requerida para la estación de montaje II es de 65.80 m<sup>2</sup> y que el área disponible es de 36.9 m<sup>2</sup> lo que indica que tenemos una falta de espacio de 28.9m<sup>2</sup>.

En la tabla 18 a continuación se muestra una comparación de medidas de las áreas actuales y las áreas requeridas mediante el método Guerchet y en la tabla 19 se muestra el cálculo para el indicador espacio de acuerdo con los datos obtenidos.

Tabla N°18: Comparación de áreas requeridas y actuales para la producción.

ÁREA/ESTACIÓN	MÉTODO GUER-CHET (m2)	MÉTODO ACTUAL (m2)	Diferencia (m2)
E. Mecanizado	64.09	49.50	- 14.50
E. Prensa y soldadura	62.08	52.50	-9.58
E. Rolado	27.87	49.50	+21.63
E. Montaje I (Servicios)	99.35	33.75	-61.60
E. Plegado	62.59	108.24	+45.65
E. Trazado (Proyectos)	126.80	115.52	-11.28
E. Montaje II (Servicios)	65.80	36.90	-28.90
Total	508.58	445.91	- 62.67

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla N°19: Calculo para el indicador espacio.

Estación	Espacio utilizado Actual	Espacio utilizado propuesto	$\frac{\text{Espacio utilizado actual}}{\text{Espacio utilizado propuesto}}$
Mecanizado	49.50	64.09	$49.50\text{m}^2/64.09\text{m}^2 = 76.2\%$
Prensa	52.50	62.08	$52.50\text{m}^2/62.08\text{m}^2 = 84.5\%$
Trazo	115.52	126.80	$115.52\text{m}^2/126.8\text{m}^2 = 91.1\%$
Plegado	108.24	62.59	$108.24\text{m}^2/62.59\text{m}^2 = 172.9\%$
Rolado	49.50	27.87	$49.50\text{m}^2/27.87\text{m}^2 = 177.6\%$
Montaje I	33.75	99.35	$33.75\text{m}^2/99.35\text{m}^2 = 33.97\%$
Montaje II	36.90	65.80	$36.90\text{m}^2/65.80\text{m}^2 = 56.0\%$

Fuente: Elaborado por el autor.

### Aplicación del Método Relacional de Actividades.

Para realizar la mejor disposición de las estaciones de trabajo con el objeto de ubicar las áreas con mayor interrelación lo más próximas posibles y reducir los problemas existentes se tomaron en cuenta ciertas restricciones que fueron planteadas por el gerente de la empresa.

1 El área correspondiente a la oficina administrativa no podrá reubicarse debido a que hay documentos y equipos electrónicos muy delicados como las computadoras y que además su traslado crearía un costo de inversión.

2 EL área de vestuario y servicios higiénicos tampoco podrán ser reubicadas ya que demandarían un costo adicional por las nuevas instalaciones a realizar.

La empresa cuenta con un local de 2,320 m<sup>2</sup> de área, del cual ocupa el 24.16% que comprende al área de comedor, oficina, vestuario y SS.HH para el personal y siete estaciones de trabajo para el área de producción que son la estación de: mecanizado, prensa, rolado, montaje I para servicios, plegado, trazado y corte para proyectos, y una última estación de montaje II para proyectos o servicios, del resto de área una parte es alquilada para almacén, y otra parte es alquilada para cochera a una empresa de servicios, quedando aún espacio suficiente para disponer si fuera necesario por lo tanto no será necesario trasladarse a otro local.

### **Tabla relacional de actividades.**

Continuando con la secuencia del método SLP paso N°3 Preparación al detalle se elabora la Tabla relacional de actividades que nos permitirá obtener la relación de proximidad entre las estaciones de trabajo, para lo cual nos apoyamos en dos tablas una ya estandarizada y la otra que es de acuerdo a las circunstancias del proceso.

Tabla N°20: Códigos de proximidad y de líneas.

Código	Valor proximidad	N° de líneas	Color de Línea
A	Absolutamente necesario	4 líneas	Rojo
E	Específicamente necesario	3 líneas	Verde
I	Importante	2 líneas	Azul
O	Importancia ordinaria	1 línea	Amarillo
U	No importante	-----	-----
X	Indeseable	1 línea	Negro

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla N°21: Cuadro de razones o motivos.

Código	Razón o motivo
1	Por el traslado frecuente de materiales y equipos.
2	Control de calidad.
3	Por la secuencia de actividades.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 22 muestra la relación de cercanía obtenida entre las estaciones de trabajo.

Tabla N°22: Tabla relacional de actividades área de producción.

OFICINA	A							
TRAZADO	A	E						
MECANIZADO	A	I	X					
PLEGADO	U	I	U	X				
PRENSA	U	I	U	I	U			X
ROLADO	U	U	U	U	I	U		
MONTAJE I	U	U	U	U				
MONTAJE II	U							

Fuente: Elaborado por el autor.

Obtenida la relación de proximidad o de cercanía entre actividades o estaciones de trabajo procedemos a elaborar el Diagrama relacional de actividades.

### Diagrama Relacional de Actividades.

Obtenida la relación de cercanía entre actividades por medio de la tabla relacional de actividades anterior el siguiente paso es plasmar el diagrama relacional de actividades, representación gráfica que nos permite apreciar las actividades conforme el nuevo valor de cercanía con la finalidad de realizar la menor distancia recorrida entre estaciones de trabajo considerando siempre la necesidad de proximidad.

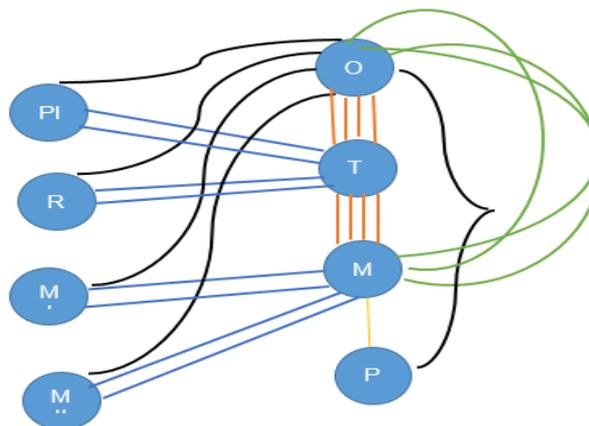


Figura N° 7: Diagrama relacional de actividades.

Fuente: elaboración del autor.

En la figura 7 anterior se muestra que las áreas que requieren una relación de cercanía de primer grado son el área de oficina, trazo y mecanizado, de esta forma se reduce la

distancia recorrida entre oficina y trazo ya que desde la primera se dirigen todas las operaciones de la empresa además se encuentra un pequeño almacén de productos e insumos indispensables para este proceso y por la necesidad de información y supervisión de trazado respecto de oficina.

De la misma forma la estación de mecanizado depende de la estación de trazo y corte para iniciar sus actividades y que esta se mantenga adyacente a la estación de prensa importante en algunos casos, trazo a su vez depende del avance de mecanizado para continuar con el proceso productivo. Por otro lado, oficina debe mantener una relación de cercanía de segundo grado con la estación de mecanizado para supervisar el grado de precisión que requieren las piezas elaboradas.

A su vez las estaciones de trazo con plegado y rolado y las estaciones de mecanizado con montaje de servicios presentan una relación de cercanía de tercer grado. Así mismo las estaciones de prensa, plegadas, roladas y montaje de servicios deben mantener una distancia prudencial con respecto a oficina por los ruidos fuertes que originan con el golpeteo de los equipos durante las actividades que realizan

### **Diagrama Relacional de Espacios.**

De acuerdo con los resultados del Diagrama relacional de actividades anterior se procede a graficar el Diagrama relacional de espacios con la finalidad de tener una vista previa de la disposición de las diferentes estaciones de trabajo, para lo cual anexamos las medidas de cada estación de trabajo requerida, obtenidas mediante el método Guerchet. Cabe aclarar que el área de oficina, vestuario y comedor no han sido redimensionadas y que las demás áreas están sujetas a reajustes.

Tabla N°23: Espacio requerido por cada estación según el método Guerchet.

Actividad /Estación	Espacio requerido (m2)
Trazado y corte (proyectos)	126.8
Mecanizado	64.09
Prensa	62.08
Plegado	62.59
Rolado	20.06
Montaje I (servicios)	99.35
Montaje II (servicios)	65.80

Fuente: elaborado por el autor.

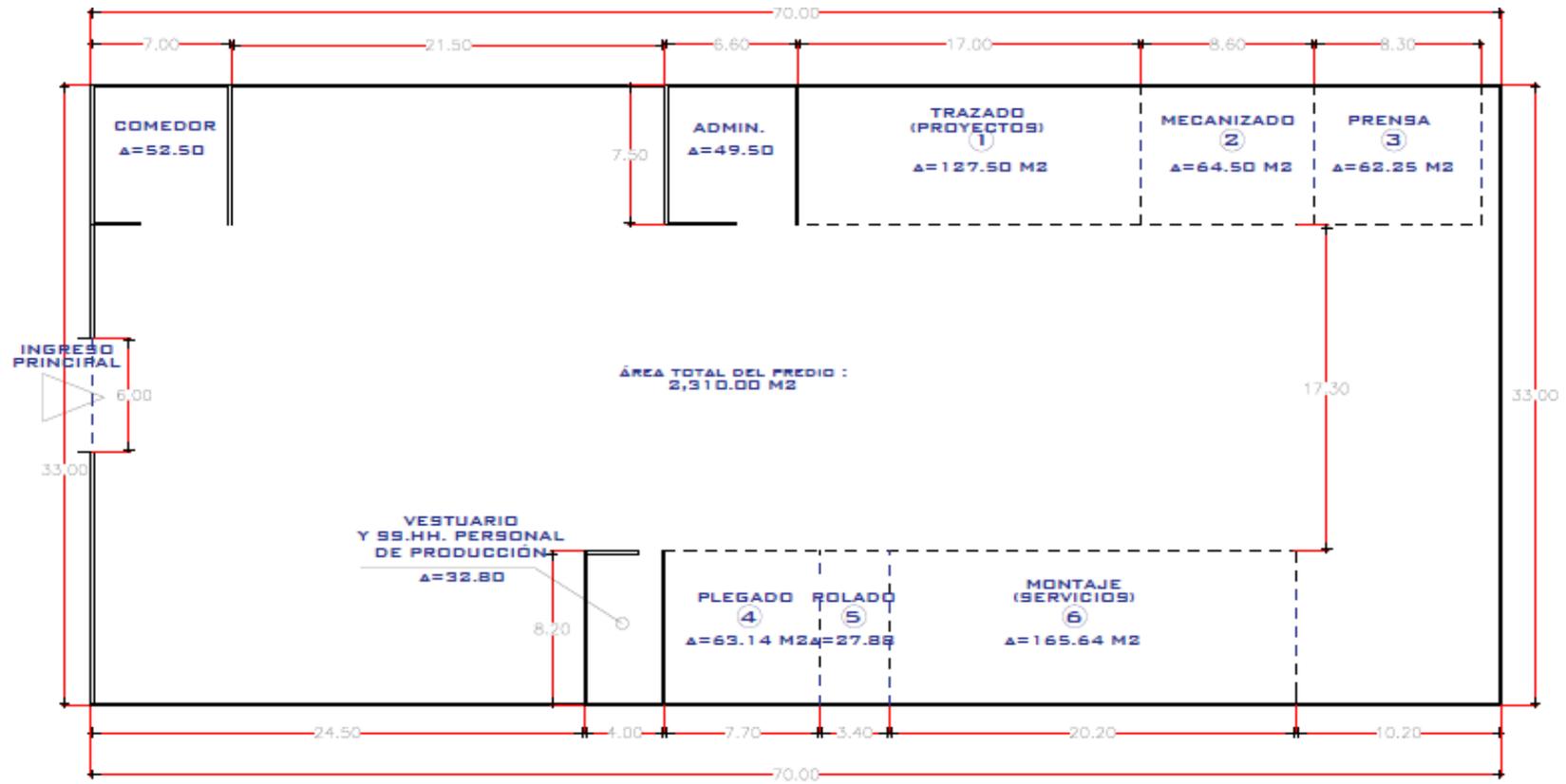
En la figura 8 se muestra el Diagrama Relacional de Espacios Projectado.



Figura N° 8: Diagrama relacional de espacios proyectados  
Fuente: Elaborado por el autor.

En la figura 8, distribución propuesta podemos observar que la estación de trazo se ha ubicado intermedia entre mecanizado y oficina por la necesidad de cercanía por el frecuente traslado de partes, información y control, también que ha sido ampliada lo que permitirá desarrollar hasta dos proyectos a la vez, así mismo podemos observar que las dos estaciones de montaje dispersas según el plano anterior han sido unificadas lo cual eliminará el traslado de equipos entre estaciones de trabajo.

A continuación, se muestra en la figura 9 el Esquema de Distribución General de áreas propuesto, en la figura 10 el Esquema de recorrido propuesto, en la tabla 24 se muestra el Diagrama de operaciones propuesto y en la figura 11 se muestra el nuevo Diagrama de análisis del proceso propuesto.

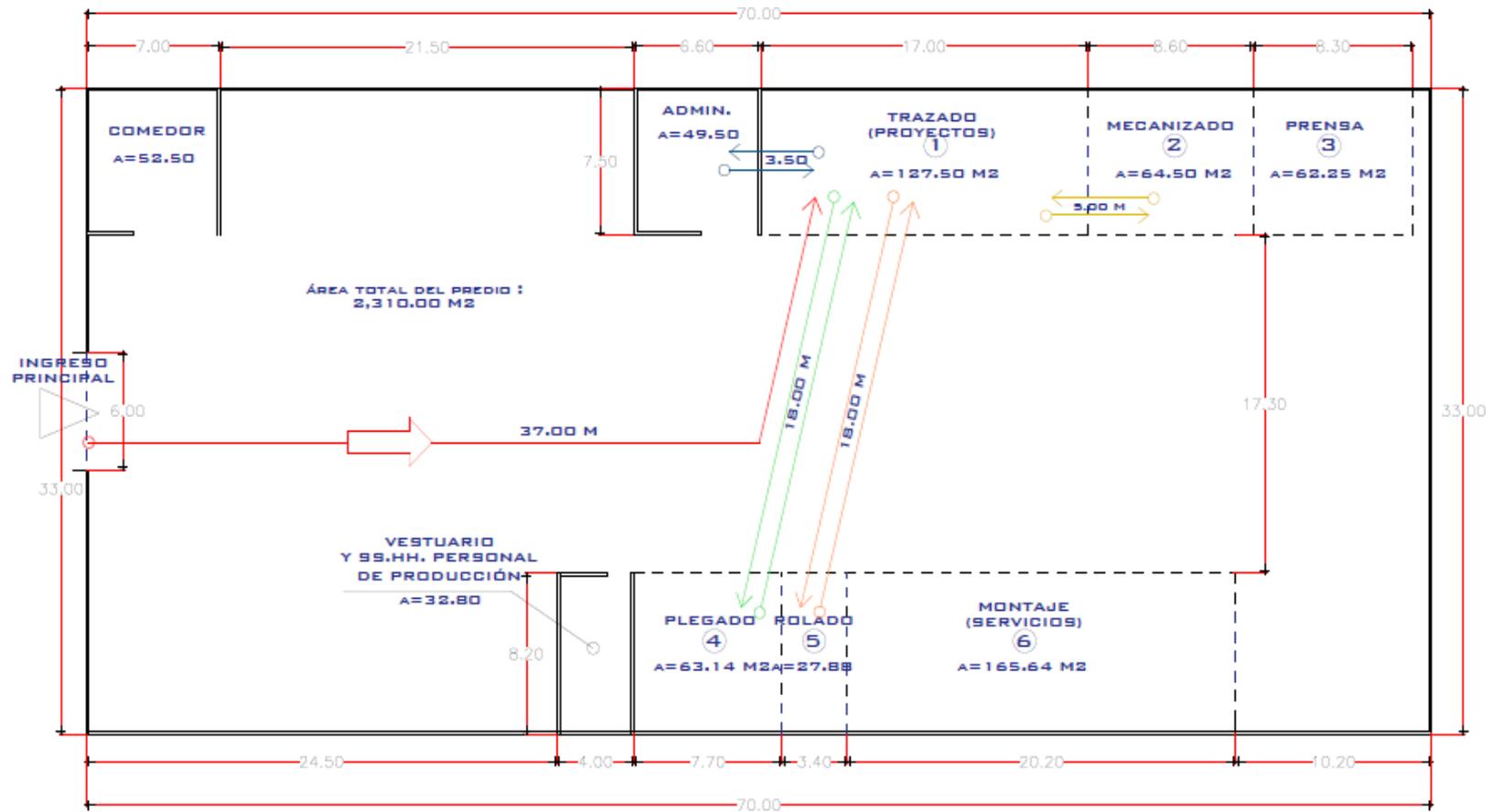


**ESQUEMA GENERAL DE DISTRIBUCION PROPUESTO- FACTONOR E.I.R.L.**

Esc: 1/100

Figura 9: Esquema de distribución general propuesto

Fuente: Elaborado por el autor



ESQUEMA DE RECORRIDO PROPUESTO - FACTONOR E.I.R.L.

Figura 10: Esquema de recorrido propuesto.

Fuente: Elaborado por el autor.

**Diagrama de operaciones del proceso – Método propuesto.**

Tabla N°24: DOP. Propuesto. Proceso Fabricación de máquina hoyadora

Tiempo	Símbolo	Actividad	Descripción de la actividad
2h 120min.		Operación	Diseño de máquina a fabricar.
3h 180min.		Operación	Compra de materiales para Iniciar el proceso.
8h 480min.		Operación	Trazo y corte de materiales para la Fabricación de la máquina.
32h 1920min.		Operación combinada	Se realiza el maquinado de piezas.
4h 240min.		Operación	Rolar piezas para el eje hoyador.
3h 180min.		Operación	Plegar piezas para cubierta de la máquina.
8h 480min.		Operación	Habilitado y ensamble parcial de piezas.
1h 60min.		Inspección	Inspección de habilitado.
7h 420min.		Operación	Se pintan las estructuras parciales de la máquina.
8h 480min.		Operación	Se realiza el montaje de todas las estructuras.
1h 60min.		Inspección	Inspección al producto final.

Fuente: elaborado por el autor.

Tabla N°25: Resumen

RESUMEN DOP – MÉTODO PROPUESTO			
Símbolo	Actividad	N° de actividad	Tiempo utilizado (min)
	Operación	8	2,580
	Inspección	2	120
	Combinada	1	1,920
Total		11	4,620

Fuente: elaborado por el autor.

En la figura 11 se muestra el diagrama de análisis propuesto y en la tabla 26 su resumen.

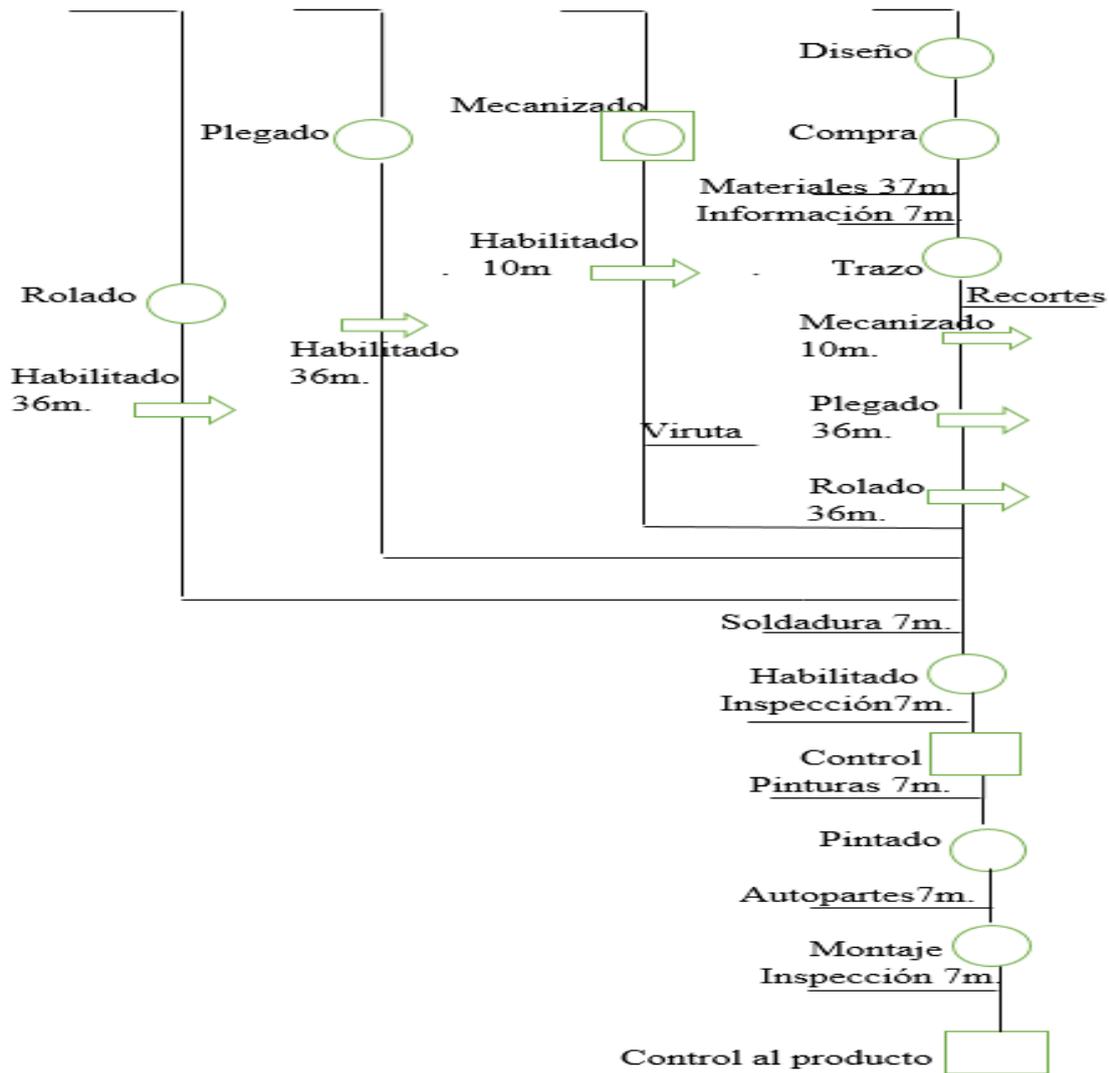


Figura N°11 Diagrama de análisis del proceso. Método Propuesto.

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla N°26: Resumen

RESUMEN DE ANÁLISIS DEL PROCESO - MÉTODO PROPUESTO				
Símbolo	Actividad	N°	Tiempo (min)	Distancia (m)
○	Operación	8	2,580	-----
□	Inspección	2	120	-----
→	Transporte	13	30	502
◻	Combinada	1	1,920	-----
Total		24	4.650	502

Fuente: elaborado por el autor.

**Nueva distancia recorrida** Se procede a realizar el cálculo de las nuevas distancias recorridas durante el proceso entre las estaciones de trabajo reubicadas y el cálculo para el indicador distancia.

Tabla N°27: Cálculo de distancias recorridas con el método propuesto

De	Hacia	Distancia (m)	N° de Veces	Total (m)
Diseño	Trazo	7	5	35
Ingresar M. P.	Trazo	37	1	37
Trazo	Torno	10	5	50
Trazo	Rolado	36	2	72
Trazo	Plegado	36	2	72
Torno	Habilitado	10	5	50
Rolado	Habilitado	36	2	72
Plegado	Habilitado	36	2	72
Habilitado	Oficina	7	2	14
Oficina	Habilitado	7	1	7
Habilitado	Oficina	7	1	7
Montaje	Oficina	7	1	7
Oficina	Montaje	7	1	7
Total de distancias recorridas durante el proceso (m).				502

Fuente: elaborado por el Tesista.

En la tabla 28 se muestra el cálculo para el indicador distancia.

Tabla N° 28: Cálculo para el indicador distancia.

Actividad realizada	Distancia recorrida Actual	Distancia recorrida Propuesta	$\frac{\text{Distancia recorrida actual}}{\text{Distancia recorrida propuesta}}$
Traslado de información a trazo.	70m	7m	$70\text{m} / 7\text{m} = 10 = 1000\%$
Ingreso de material a trazo.	44.7m	37m	$44.7\text{m} / 37 = 1.20 = 120\%$
Traslado de material a mecanizado	64.6m	10m	$64.6\text{m} / 10\text{m} = 6.46 = 646\%$
Traslado de material ha rolado.	53.6m	36m	$53.6\text{m} / 36\text{m} = 1.48 = 148\%$
Traslado de material ha plegado.	29m.	36m	$29\text{m} / 36\text{m} = 0.80 = 80.55\%$
Mecanizado ha habilitado	64.6m	10m	$64.6\text{m} / 10\text{m} = 6.46 = 646\%$
Rolado ha habilitado	53.6m	36m	$53.6\text{m} / 36\text{m} = 1.48 = 148\%$
Plegado a habilitado	29m	36m	$29\text{m} / 36\text{m} = 0.80 = 80.55\%$
Traslado a oficina por insumos, control	70m	7m	$70\text{m} / 7\text{m} = 10 = 1000\%$

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla 29 se muestra la toma de tiempos del proceso de fabricación para la máquina hoyadora con el nuevo método propuesto.

Tabla N°29: Toma de tiempos del proceso. Método propuesto.

Actividades realizadas. Proceso: Fabricación de Máquina Hoyadora	Tiempo empleado	N° de veces	Total, tiempo Empleado
1 Diseño de máquina a fabricar	2 h	1	120 min
2 Compra de materiales para el proyecto	3 h	1	180 min
3 Ingresar material a trazo y corte	1 min.	1	1 min
4 Ingresar información a trazo y retorna	2 min.	1	2 min
5 Trazo y corte de materiales	8 h	1	480 min
6 Transporte de partes a mecanizado	36 seg.	5	3min
7 Transporte de partes a plegado y retorno	1 min	2	2 min
8 Transporte de partes ha rolado y retorno	1 min	2	2 min
9 Mecanizado de piezas para la máquina	32 h	1	1,920 min
10 Plegado de cubierta para la máquina	3 h	1	180 min
11 Rolado de cuchillas para el eje hoyador	4 h	1	240 min
12Transporta piezas torneadas habilitado	36 seg.	5	3 min
13 Transporta piezas plegadas a habilitado	1. min	2	2 min
14 Transporta piezas roladas a habilitado	1 min	2	2 min
15 Ingresar soldadura a habilitado de partes	1 min	5	5min
16 Habilitado parcial de partes y estructuras	8 h	1	480 min
17 Ingresar inspección previa a pintar	1min	1	1 min
18 Control previo al pintado	1 h	1	60 min
19 Ingreso de m. para pintar	1min	1	1min
20 Pintado	7 h	1	420 min
21 Ingreso de autopartes	5min	1	5 min
22 Montaje de la máquina	8 h	1	480 min
23Ingresar inspección al producto	1min	1	1 min
24 Control del producto acabado	1 h	1	60 min
Tiempo total del proceso (77.5 h)			4,650 min

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla 30 se muestra una comparación de tiempo y distancia recorrida entre el proceso actual y el proceso propuesto para la fabricación del implemento hoyador.

Tabla N°30: Comparativo para tiempo y distancia Antes y Después de la mejora.

Cuadro comparativo de tiempo y distancia Proceso Máquina Hoyadora.							
Símbolo	Actividad	Proceso actual			Proceso propuesto		
		Cantidad	Tiempo (min.)	Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min.)	Distancia (m)
○	Operación	9	5,520	-----	8	2,580	-----
⊗	Combinada	1	3,840	-----	1	1,920	-----
□	Inspección	1	60	-----	2	120	-----
⇒	Transporte	12	114	2,491	13	30	502
Total		23	9,534	2,491	24	4,650	502

Fuente: Elaborado por el autor.

Cálculo de los indicadores de la variable productividad:

Tabla N° 31: Cálculo para el indicador productividad global. Método actual.

Mes	Ventas Netas	Costo Material.	Costo mano obra.	Costo Energía.	Productividad global $\frac{prod. a + prod. b + prod. c}{insumos empleados.}$
Mayo	61,057	43,780	13,950	1,810	1.025
Junio	48,153	29,106	13,950	1,481	1.081
Julio	45,556	18,190	13,950	1,426	1.357

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 32 siguiente se muestra el cálculo para el indicador productividad global con el método propuesto posterior a la redistribución de planta.

Tabla N° 32: Cálculo para el indicador productividad global. Método propuesto.

Mes	Ventas Netas.	Costo material	Costo mano obra.	Costo energía	Productividad global $\frac{prod. a + prod. b + prod. c}{insumos empleados.}$
Agosto	65,777	22,020	13,676	1,491	1.781
Setiembre	69,744	23,619	13,676	1,228	1.810
Octubre	75,800	27,389	13,676	1,126	1.796

Fuente: Elaborado por el autor.

### Productividad de la mano de obra:

En la tabla 33 se muestra la producción actual de FACTONOR E.I.R.L., se fabrica 1 maquina hoyadora en un periodo de tiempo de 17.65 días, trabajando 9 horas diarias y con 8 colaboradores laborando en todo el proceso de fabricación por lo que la productividad de la mano de obra en el primer periodo de estudio es así

Tabla N° 33: Productividad de la mano de obra. Método Actual.

Productividad mano de obra. Método actual.			
Mes	Producción	N° personal	Productividad
Mayo	1.7 máquina	8	0.213 m. x h.
Junio	1.5 máquina	8	0.188 m. x h.
Julio	1.4 máquina	8	0.175 m. x h.
Promedio			0.192 m. x h

Fuente: Elaborado por el autor.

Con los cambios realizados en la empresa FACTONOR E.I.R.L. se está fabricando 1 máquinas hoyadora en 8.61 días, trabajando 9 horas diarias y con 8 colaboradores, por lo cual la nueva productividad de mano de obra se obtiene así.

En la tabla 34 se muestra el cálculo para la productividad de la mano de obra con el método propuesto posterior a la redistribución de planta.

Tabla N° 34: Productividad de la mano de obra. Método propuesto.

Productividad mano de obra. Método Propuesto.			
Mes	Producción	N° personal	Productividad
Agosto	2.4 máquinas	8	0.300 m. x h.
Setiembre	2.3 máquinas	8	0.288 m. x h.
Octubre	2.1 máquinas	8	0.263 m. x h.
Promedio			0.284 m. x h

Fuente: Elaborado por el autor.

Las tablas anteriores muestran que la productividad de mano de obra en el primer periodo es en promedio de 0.192 m. x h. luego con la mejora de redistribución de planta la productividad del segundo periodo es en promedio 0.284 m. x h reflejando un incremento en la productividad de mano de obra del 47.917 %.

### **Productividad de la máquina y equipo.**

En la tabla 35 se muestra la productividad de máquina y equipo antes de realizar la mejora, considerando que se fabrica 1 máquina en 17.65 días, interviniendo 20 máquinas y con 8 colaboradores laborando en el proceso de fabricación.

Tabla N°: 35 Productividad de la máquina y equipo con el método actual.

Productividad maquinaria. Método actual.			
Mes	Producción Unid.	N° de equipos	Productividad
Mayo	1.7 máquinas	20	0.085 m. x e.
Junio	1.5 máquinas	20	0.075 m. x e.
Julio	1.4 máquina	20	0.070 m. x e.
Promedio			0.077 m. x e.

Fuente: Elaborado por el autor.

Con los cambios realizados en la empresa FACTONOR E.I.R.L. se está fabricando 1 máquinas hoyadora en 8.61 días, trabajando 9 horas diarias, interviniendo 20 máquinas y 8 colaboradores, por lo cual la nueva productividad de la maquinaria y equipo en el segundo periodo de estudio se obtiene así.

Tabla N° 36: Productividad de máquina y equipo con el método propuesto.

Productividad maquinaria. Método propuesto.			
Mes	Producción Unid.	N° de equipos	Productividad
Agosto	2.4 máquinas	20	0.120 m. x e.
Setiembre	2.3 máquinas	20	0.115 m. x e.
Octubre	2.1 máquinas	20	0.105 m. x e.
Promedio			0.113 m. x e.

Fuente: Elaborado por el autor.

Las tablas anteriores muestran que la productividad de máquina y equipo en el primer periodo es en promedio 0.077 m. x e. luego con la mejora de redistribución de planta la productividad del segundo periodo es en promedio 0.133 m. x e. reflejando un incremento en la productividad de máquina y equipo del 46.753 %.

### **Productividad del material.**

En la empresa FACTONOR E.I.R.L., actualmente se fabrica 1 máquina hoyadora en 17.65 días para lo cual se emplean 4 planchas de acero A36 de diferente espesor,

materia prima directa usada en el proceso de fabricación.

Tabla N°37: Productividad del material con el método actual.

Productividad materia prima. Método actual.			
Mes	Producción Unid.	N° planchas A36	Productividad
Mayo	1.7 máquina	4.5 planchas A36	0.378 m. x p.
Junio	1.5 máquina	4.3 planchas A36	0.349 m. x p.
Julio	1.4 máquinas	4.1 planchas A 36	0.341 m. x p,
Promedio			0.356 m. x p.

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla 38 se muestran los nuevos indicadores de productividad luego de aplicar la redistribución de planta, se está fabricando 1 máquinas hoyadora en 8.61 días, utilizando 4 planchas de acero A36 de diferente espesor, considerando que por cada plancha se emplea la mitad, o sea 0.5 x 4 planchas igual 2 planchas por máquina fabricada por lo cual la productividad del material se obtiene así.

Tabla N°38: Productividad de la materia prima con el método propuesto.

Productividad materia prima. Método propuesto.			
Mes	Producción Unid.	N° planchas A36	Productividad
Agosto	2.4 máquinas	4.4 planchas A36	0.545 m. x p.
Setiembre	2.3 máquinas	4.3 planchas A36	0.534 m. x p.
Octubre	2.1 máquinas	4. 1 planchas A36	0.512 m. x p.
Promedio			0.530 m. x p.

Fuente: Elaborado por el autor.

Las tablas anteriores muestran que la productividad del material en el primer periodo es en promedio de 0.356 m. x p. luego con la mejora de redistribución de planta la productividad en el segundo periodo es en promedio 0.530 m. x p. reflejando un incremento en la productividad del material del 48.876 %.

Tabla N° 39: Estudio de tiempos en minutos del Proceso Máquina Hoyadora antes de realizar la mejora. Método Actual.

Tiempo de Actividades realizadas en minutos	Días																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Diseño de Máquina	300																
Compra de materiales	180																
Ingreso de material a trazo	1																
Ingreso de información		9	9	9													
Trazado de materiales		480	481	479													
Transporte a mecanizado					15												
Mecanizado de estructuras					480	480	480	485	475	480	480	480					
Transporte a plegado													4				
Plegado de cubierta													480				
Transporte a rolado														6			
Rolado de aspas para eje														360			
Transporte de estructuras															14	13	13
Habilitado de estructuras															480	480	480
Tiempo total en minutos	481	489	490	488	495	480	480	485	475	480	480	480	484	366	494	493	493

Tiempo de Actividades realizadas en minutos.	Días		
	18	19	20
Ingreso de pintura	3		
Pintado de estructuras	480		
Ingreso de autopartes		15	
Montaje de estructuras		480	
Ingreso de inspector			3
Control del producto			60
Levantar observaciones			360
Tiempo total en minutos	483	495	423

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla N° 40: Estudio de tiempos en minutos del Proceso Máquina Hoyadora después de realizar la mejora. Método propuesto.

Tiempo de Actividades realizadas en minutos	Días																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Diseño de Máquina	120																
Compra de materiales	180																
Ingreso de material a trazo	1																
Ingreso de información		2															
Trazado de materiales		480															
Transporte a mecanizado			3														
Mecanizado de estructuras			480	480	480	480											
Transporte a plegado							2										
Plegado de cubierta							180										
Transporte a rolado							2										
Rolado de aspas para eje							240										
Transporte de estructuras								10									
Habilitado de estructuras								480									
Ingresos inspección									1								
Inspección previa									60								
Ingreso de m. para pintar									1								
Pintado de estructuras									420								
Ingreso de autopartes									5								
Montaje de estructuras										480							
Ingreso de inspector										1							
Control del producto										60							
Tiempo total en minutos	301	482	483	480	480	480	424	490	487	541							

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla N° 41: Cálculo para el indicador Eficiencia. Método actual

Cálculo para el indicador Eficiencia.			
Días Pre.	H.H. Estimadas	H. H. Reales	$\frac{\text{H. H. Reales}}{\text{H. H. Estimadas}}$ Tiempo utilizado
1	9	8	89 %
2	9	8.15	91 %
3	9	8.16	91 %
4	9	8.13	90 %
5	9	8.25	92 %
6	9	8	89 %
7	9	8	89 %
8	9	8	89 %
9	9	7.91	88 %
10	9	8	89 %
11	9	8	89 %
12	9	8	89.5 %
13	9	8	89 %
14	9	6.1	68 %
15	9	8.23	91 %
16	9	8.21	91 %
17	9	8.21	91 %
18	9	8	89 %
19	9	8.25	92 %
20	9	7	78 %

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla N°42: Cálculo para el indicador Eficiencia. Nuevo método.

Cálculo para el indicador Eficiencia.			
Días Post.	H. Estimadas	H. H. H. Reales	$\frac{\text{H. H. Reales}}{\text{H. H. Estimadas}}$ Tiempo utilizado
1	9	5.01	56 %
2	9	8.03	89 %
3	9	8.05	89 %
4	9	8.00	89 %
5	9	8.00	89 %
6	9	8.00	89 %
7	9	7.06	78 %
8	9	8.16	91 %
9	9	8.11	90 %
10	9	9.01	100 %

Fuente: Elaborado por el autor

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PIURA

PROFESOR: DR. JOSÉ ANTONIO GARCÍA

ALUMNO: [Nombre del alumno]

GRUPO: [Grupo]

FECHA: [Fecha]

TEMA: [Tema]

CONTENIDO: [Contenido]

VALORACIÓN: [Valoración]

NOTA: [Nota]

OPINIÓN: [Opinión]

SEMINARIO

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PIURA

Procesos de Control	
1	16%
2	2%
3	1%
4	1%
5	41%
6	41%
7	41%
8	41%
9	41%
10	41%
11	41%

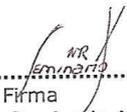
22 %

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, Mario Roberto Seminario Atarama, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo filial Piura, revisor de la tesis titulada "Mejora de la productividad del área de producción mediante la redistribución de planta en la empresa FACTONOR E.I.R.L. Piura 2018", del estudiante Alexander Leónidas, Abadie Serrato, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Piura 4 de marzo 2020

  
 .....  
 Firma  
 Mario Roberto Seminario Atarama  
 02633043







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Ingeniería Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Alexander Leónidas Abadie Serrato

INFORME TITULADO:

Mejora de la Productividad del área de Producción Mediante la Redistribución de Planta en la empresa Pectonari S.A.S. Pura 2018

PARA OBTENER EL GRADO O TÍTULO DE:

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 27 de Diciembre 2018

NOTA O MENCIÓN: 14

  
Mg. Ing. Mario Serrano Abadía  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

