



INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMA UNAN-MANAGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MANAGUA  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TITULO DE “INGENIERO  
INDUSTRIAL Y SISTEMAS”



TEMA:

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS OPERACIONES DE LA EMPRESA  
DE PEGAMENTOS CENTROAMERICANOS S.A, A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE  
MÉTODOS Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA LÍNEA DE PEGAMENTO  
BONDEX, EN EL PERÍODO DE MARZO A JUNIO DEL 2016

ELABORADO:

- Br. Alejandro José Morales. No. Carnet: 0904-2724
- Br. Jimmy Alberto Mayorga Maradiaga. No. Carnet: 0904-2911

Tutora:

- Ing. Norma Flores Sánchez.

Fecha: 04/08/2016.



### **Agradecimientos.**

Primeramente a Dios nuestro creador por darnos la sabiduría y el ánimo de seguir adelante, la inteligencia y el esfuerzo de culminar nuestros propósitos en la vida. A nuestros familiares, padrés, hermanos y todas las personas allegadas que nos han apoyado.

Al señor Jorge Martínez y a la señora Ingrid por toda la ayuda suministrada en la elaboración del proyecto para el análisis de métodos de la fabricación de Bondex que se lleva a cabo en la empresa PECASA S.A siendo estos los dueños encargados.

A la Ing. Norma Flores Sánchez, por impartirnos los conocimientos necesarios para la elaboración de dicho estudio el apoyo y esfuerzo que puso de su parte para ayudarnos.

A los empleados que laboran en la empresa PECASA por su colaboración en el suministro de la información requerida para la realización del estudio.



## Resumen

Este estudio describe y analiza los procesos industriales de la empresa de Pegamentos Centroamericanos S.A (PECASA) siendo esta una empresa manufacturera que procesa marmolina, cemento y químicos para la elaboración de pegamentos para cerámicas (Bondex) esta fábrica se encuentra ubicada en la carretera camino san Isidro de Bola del parque de ferias 5km al sur.

Toda empresa que lleve a cabo un proceso productivo o preste un servicio, siempre está en la búsqueda de crecer y aumentar su rentabilidad y el camino ideal para lograrlo es a través del aumento de su productividad, **PECASA** (Como sujeto de estudio engloba todos los colaboradores y específicamente en la línea de producción de Bondex), siendo una empresa productiva tiene deficiencias en la línea de producción por retrasos en la fabricación de Bondex en presentaciones de 20kg por falta de un método adecuado y una estandarización de tiempos lo cual percute en deficiencia en la programación de pedidos.

Este estudio se realizó en dos etapas teniendo un enfoque mixto por tener evaluaciones cuantitativas como cualitativas, la primera parte es un examen crítico que describen los procesos existentes con las que se llevan a cabo la actividades como medio para proponer mejores métodos de producción, en la segunda etapa se analizan los tiempos estándar de trabajo en cada una de las operaciones que sirvieron para el balanceo de la línea y que a la vez sirvieron de lineamiento base para la planificación de la producción y reordenamiento o redistribución de planta en la empresa.

Los resultados encontrados en el estudio de ingeniería de métodos fueron la falta de un método estándar a seguir lo cual se generó por la alta demanda del pedidos haciendo obsoleto el método actual, mal manejo de los materiales y en el proceso de elaboración de Bondex, con este trabajo se hace una propuesta para el mejoramiento de las operaciones productivas en la empresa, con el fin de mejorar el funcionamiento de su área productiva, específicamente se balancean la línea de producción de Bondex para el aumento de productividad y calidad.



## Contenido

<b>1 GENERALIDADES DEL ESTUDIO</b> .....	7
1.1 Introducción.....	7
1.2 Antecedentes.....	8
1.3 Planteamiento del Problema. ....	9
1.4 Justificación.....	10
1.5 Objetivos.....	11
1.5.1 Objetivo general. ....	11
1.5.2 Objetivo específicos.....	11
<b>2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA Y SUS LINEAMIENTOS</b> .....	12
2.1 Visión.....	12
2.2 Misión .....	12
2.3 Organigrama.....	13
<b>3 MARCO REFERENCIAL</b> .....	14
3.1 Marco Teórico.....	14
3.2 Marco Conceptual.....	42
3.3 Marco Espacial.....	44
3.4 Marco temporal.....	45
<b>4. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	46
4.1 Tipo de Enfoque.....	46
4.2 Tipo de investigación.....	46
4.3 Población .....	47
4.4 Muestra y Tipo de Muestra.....	47
4.5. Operacionalización de variables.....	48
<b>5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	49
5.1 Resultados sobre descripción de las operaciones actual y la problemática en la empresa.....	49
5.1.1 Diagrama Sipoc .....	51
5.1.2 Descripción del Proceso de Bolsa de Bondex.....	54
5.1.3 Diagrama de proceso de las operaciones.....	58
5.1 Determinación de la capacidad productiva estandarización de tiempos y propuesta de balance de línea.....	59
5.1.1 Cálculo del número de observaciones necesarias para calcular el tiempo normal. ....	59



5.1.2	Valoración del Ritmo de trabajo.....	61
5.1.3	Calculo de Suplementos.....	63
5.1.4	Cursograma Analítico.....	68
5.1.5	Balance de línea propuesto para la producción.....	69
5.3	Análisis de Distribución de Planta en Función a la Demanda y Capacidad de Producción. 70	
5.3.1	Determinación de espacios.....	70
5.3.2	Diagrama de recorrido actual en la empresa y distribución de planta. ....	76
5.3.3	Distribución de planta propuesta y diagrama de recorrido. ....	77
6	CONCLUSIONES.....	79
7	RECOMENDACIONES.....	80
	BIBLIOGRAFÍA.....	81
9	ANEXOS.....	82



### Índice de Tablas.

Tabla 1-Simbologías del diagrama de proceso .....	17
Tabla 2-Calificación de la actuación.....	34
Tabla 3-Marco temporal.....	45
Tabla 4-Operacionalización de variables .....	48
Tabla 5-Tabla Estadística para el cálculo de número de observaciones .....	60
Tabla 6-Cálculo de valoración del ritmo de trabajo .....	62
Tabla 7-Suplemento de trabajo en área de producción.....	64
Tabla 8-Tiempos muestrales .....	66
Tabla 9-Dimensiones total de maquinaria .....	70
Tabla 10-Ventas esperadas en primer semestre 2016 .....	71
Tabla 11-Proporciones de materiales en los tipos de Bondex.....	71
Tabla 12-Requerimiento de materiales según las ventas para el 1er semestre 2016.....	72
Tabla 13-Dimensiones cúbicas de materias primas por unidad. ....	73
Tabla 14-Espacio total para materias primas.....	73
Tabla 15-Dimensiones totales para almacén de productos terminados. ....	74
Tabla 16-Tamaño de almacenes y oficinas de las dos plantas.....	78

### Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1-Organigrama de Pegamento Centroamericanos S.A .....	13
Ilustración 2-Conexiones del diagrama de flujo de proceso.....	18
Ilustración 3-Suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales .....	40
Ilustración 4-Marco Espacial.....	44
Ilustración 5- Localización de la empresa. ....	44



<b>Ilustración 6- Diagrama Causa y Efecto</b> .....	50
<b>Ilustración 7-Diagrama SIPOC</b> .....	52
<b>Ilustración 8-Organigrama propuesto.</b> .....	53
<b>Ilustración 9-Diagrama de proceso</b> .....	58
<b>Ilustración 10-Valoraciones del Ritmo de trabajo</b> .....	62
<b>Ilustración 11-Cursograma Analítico</b> .....	68
<b>Ilustración 12-Balance de Línea</b> .....	69
<b>Ilustración 13-Diagrama de recorrido actual.</b> .....	76
<b>Ilustración 14-Propuesta de distribución de planta y diagrama de recorrido</b> .....	77
<b>Ilustración 15-Presentación del Bondex en polines</b> .....	83
<b>Ilustración 16-Funcionamiento del motor y acople con tanque mezclador</b> .....	83
<b>Ilustración 17-Area de trabajo de los operarios (Llenado de bosas)</b> .....	84
<b>Ilustración 18-Maquina mezcladora.</b> .....	85
<b>Ilustración 19-Montacargas</b> .....	86
<b>Ilustración 20-Montacargas</b> .....	86
<b>Ilustración 21-Plano Externo de PECASA</b> .....	87



# 1 GENERALIDADES DEL ESTUDIO

## 1.1 Introducción.

El presente diagnostico está hecho con el fin de realizar en la empresa de pegamentos centroamericanos S.A **PECASA** un estudio de método y distribución de planta en la fabricación de cemento para pisos (Bondex) aplicando métodos como estudios de tiempo, valoraciones del ritmo de trabajo, cálculos de suplementos y todos los métodos que tengan que ver y se puedan aplicar con lo que es estudio de método ya que la empresa está percibiendo un aumento en su producción y su almacenamiento lo que incurre en que no se de abasto en la ejecución de sus tareas diarias por el aumento de la producción y el poco espacio que tiene la planta para realizar sus operaciones ya que ellos cuentan con dos líneas de producción la primera que se encarga de fabricar los tipos de Bondex (Plus, regular) y la segunda la que se encarga de fabricar el caliche de diversos colores.

El método que existe en la planta actualmente es inoperante por falta de estandarización y orden en la producción, porque cada día la producción aumenta y los pedidos son más grandes, como resultado los operarios tienden a fatigarse más rápido, bajar el ritmo de producción y la planta no puede almacenar todo la materia prima y el producto terminado.

La realización de un estudio de método y de distribución de planta genera nuevas opciones de orden y mejoramiento en el método de producción y su almacenamiento utilizado en la elaboración de pegamentos para pisos, trayendo como beneficios una mayor rentabilidad y productividad de la planta. Anteriormente se han hecho trabajos para mejorar condiciones laborales como por ejemplo normalizaciones de seguridad e higiene pero no dan abasto para el constante crecimiento de la empresa y la necesidad de mejora continua.

Por esta razón se tomará muy en cuenta en la investigación la forma en que trabajan en **PECASA** y al final propondremos un nuevo método de elaboración, organización y estandarización de procesos en las instalaciones de la empresa para lograr una mejor eficiencia de la misma.



## 1.2 Antecedentes

El estudio de Métodos y Tiempos es un sistema de control de tiempos predeterminados que se utiliza principalmente en entornos industriales para analizar los métodos utilizados para llevar a cabo alguna operación manual o tarea y como resultado de ese análisis, establecer el tiempo estándar, de fabricación, el tiempo estándar en el que un trabajador debe completar esa tarea.

Por esta razón el estudio de métodos es muy utilizado en las industrias en Nicaragua para poder lograr los mayores estándares de producción y eficiencia.

En la empresa **PECASA** aún no existen estudios de métodos y de distribución de planta lo que a echo que sea vulnerable a cambios en el proceso y teniendo retrasos por falta de tiempo estándares.

Cabe señalar que anteriormente se han hecho estudios, pero no de estudio de métodos, si no de Seguridad e Higiene que en su momento se lograron los objetivos como por ejemplo lo que es la utilización de los equipos de protección personal que actualmente manejan los operadores, claramente esto ayuda a mejorar las condiciones de trabajo pero no hace mucho efecto en lo que es la eficiencia debido a el constante crecimiento de la planta y la necesidad de producir más.

En **PECASA** se ha ido poco a poco organizando con forme a las necesidades que van surgiendo y conforme a los procesos de producción que se han ido adoptando.



### 1.3 Planteamiento del Problema.

Pegamentos Centroamericanos S.A **PECASA** es una pequeña empresa creada con el fin de producir pegamentos para cerámicas (Bondex) y ofrecer la más alta calidad y estándares internacionales en sus productos para satisfacer las necesidades de sus clientes que buscan durabilidad en el Bondex.

En un principio la empresa lograba satisfacer los pedidos a sus clientes ya que la demanda era poca pero debido a que la empresa **PECASA** ha venido siendo reconocida por sus clientes y ha logrado crecer debido a la calidad de sus productos, la línea de producción ha venido a saturarse por la gran cantidad de materia prima, el poco espacio en el área de producción y los procesos vienen a ser obsoletos, en pocas palabras la principal característica del problema que tiene esta es la inexistencia de un manual de procedimientos que especifique una metodología clara y precisa del proceso de producción de Bondex que estandarice sus líneas de producción.

La empresa cuenta con una mezcladora donde se vierten el cemento y los químicos para la elaboración de Bondex y una monta carga para el transporte de la materia prima y el producto terminado, en todo el proceso trabajan dos colaboradores de gran experiencia pero con falta de coordinación y sin método con el cual guiarse lo cual causa deficiencia en la operacionabilidad en el proceso de elaboración del Bondex ocasionando un desperdicio de materias primas de tiempo y espacio en la área de producción.

Para mejorar las operaciones en la línea de producción de Bondex se necesita un diagnóstico de estudio de métodos el cual mejorara la elaboración de Bondex y servirá de lineamiento base ya que disminuirá los tiempos de retraso, agilizará cada etapa en la producción de cemento para cerámica y reorganizara cada etapa porque el método actual no da abasto al crecimiento de la demanda.



#### 1.4 Justificación

En el presente estudio sobre la investigación en PECASA S.A se da por la problemática que esta atraviesa, las empresas productivas deben alcanzar los máximos niveles de eficiencia y eficacia en su accionar, y de esta manera satisfacer mejor las necesidades y expectativas de sus clientes, para obtener esos resultados es necesario una constante mejora en los procesos productivos y crear estándares en la fabricación.

La realización del estudio de métodos y distribución de planta se realiza debido al constante crecimiento de la demanda de pegamento para pisos.

Con este estudio se pretende mejorar los niveles de producción y eficiencia en la pequeña empresa PECASA, en especial en la elaboración de Bondex que es su producto estrella y el que tiene mayor demanda haciéndola más competitiva económicamente para dar un mejor precio en el mercado y beneficiar a sus consumidores y a la misma vez beneficiándose ella misma por el crecimiento tanto económico como empresarial en su ramo.

Al concluir este estudio tanto colaboradores como administradores serán beneficiados por el descongestionamiento de las actividades la fácil maniobrabilidad del material y la mayor rapidez de ejecución de las operaciones y procesos, dando como resultado mayores estándares de productividad, eficiencia y calidad logrando un crecimiento continuo económicamente y técnicamente a los colaboradores, dando beneficios económicos como un incentivo de acuerdo a producción con un estudio de métodos (Empleados) y al dueño de la pequeña empresa.



## 1.5 Objetivos.

### 1.5.1 Objetivo general.

Diseñar una propuesta de mejoramiento de las operaciones de la línea de producción de pegamento Bondex, mediante un estudio de método y distribución de planta a fin de mejorar la productividad y calidad del producto en la empresa.

### 1.5.2 Objetivo específicos.

- ✓ Describir las operaciones actuales de la línea de producción de pegamento de Bondex, de tal manera que se determinen las actividades que realmente agregan valor al proceso.
- ✓ Determinar la capacidad productiva de la línea de producción de pegamentos Bondex a través de un estudio de métodos de tiempo y mejoramiento de las operaciones.
- ✓ Proponer una distribución de planta basado en la determinación de las operaciones unitarias, las estaciones de trabajo y requerimientos de espacios mínimos en la línea de producción para efectuar los procesos productivos.



## 2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA Y SUS LINEAMIENTOS.

El proyecto “Pegamentos Centroamericanos S. A.”, es una pequeña fundada en junio de 2013, constituida legalmente ante el registro público como una sociedad anónima, inicio operaciones en octubre de ese mismo año. Es una empresa privada, se encuentra ubicada en el barrio San Isidro de bolas (Del parque de ferias 5km al sur). Su actividad empresarial es la producción y comercialización de pegamentos para pisos y azulejos.

### 2.1 Visión

La visión de Pegamentos Centroamericanos S.A. es ser la compañía más respetada y exitosamente operada en la industria, creando valor para sus clientes, empleados, accionistas y comunidad implicada. Y de esta manera estar seguros de su desempeño industrial y comercial, dentro de una competencia más fuerte.

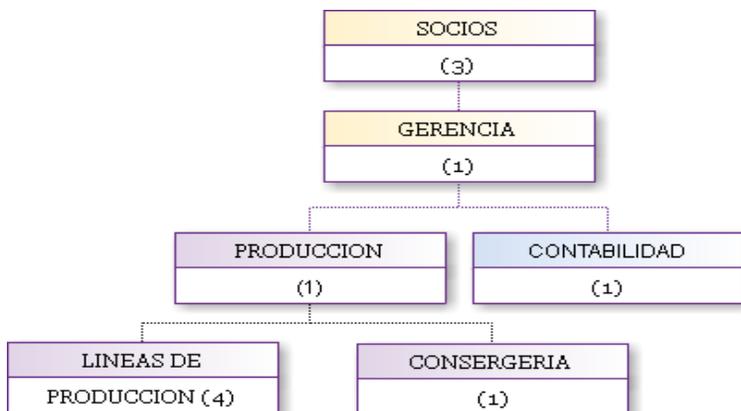
### 2.2 Misión

La misión de Pegamentos Centroamericanos S.A. es la de crear cimientos para la sociedad futura. Por eso la conciencia del desarrollo sostenible es al mismo tiempo valor agregado para sus operaciones y una responsabilidad con la sociedad presente y futura. Demostrando su compromiso con hechos. Además, de expandir rentablemente su negocio.



### 2.3 Organigrama.

#### Estructura Organizacional



**Ilustración 1-Organigrama de Pegamento Centroamericanos S.A**

**Fuente:** suministrado por PECASA.

La ilustración 1 muestra la estructura organizativa funcional actual de PECASA la cual cuenta con un total de diez colaboradores internos distribuidos entre los diferentes puestos, constituidos de la siguiente forma: los socios suman un total de tres uno de ellos además funge como gerente, cuenta con un contador y un responsable de producción, este a su vez tiene a su cargo a cuatro operarios de producción y una conserje. Todos estos puestos de trabajo son los que actualmente son los que desarrollan la actividad operativa y administrativa de PECASA. Sin embargo, es fácilmente apreciable que carece de un encargado de calidad y también de seguridad como lo establece el ministerio del trabajo, por lo cual en el desarrollo del trabajo se hace un somero hincapié en esto.



### 3 MARCO REFERENCIAL.

#### 3.1 Marco Teórico.

##### Concepto estudio de método

##### Definición y fines del estudio de métodos

Según la OIT (Organización Internacional del Trabajo) El estudio de métodos es el registro y examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficientes y de reducir los costos.

Los fines del estudio de métodos según (García, 2007) son los siguientes:

- Mejorar los procesos y los procedimientos.
- Mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo. así como los modelos de máquinas e instalaciones.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.
- Crear mejores condiciones materiales de trabajo.

Existen vanas técnicas de estudio de métodos apropiadas para resolver problemas de todas las categorías, desde la disposición general de la fábrica hasta los menores movimientos del operario en trabajos repetitivos. En todos los casos, el procedimiento es fundamentalmente es el mismo y debe seguirse meticulosamente.

##### Alcances de la ingeniería de métodos

Según (Nivel & Freivalds, 2009) el diseño, formulación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto.

El mejor método debe relacionarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina.



Enseguida, determinar el tiempo requerido para fabricar el producto de acuerdo al alcance del trabajo.

Cumplir con las normas o estándares predeterminados, y que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento.

### **Procedimiento básico para la recolección de información.**

De acuerdo a (Nievel & Freivalds, 2009) al examinar cualquier problema es necesario seguir un orden bien determinado que puede resumirse como sigue:

#### **1. Definir el problema**

Consiste básicamente en establecer cuál es el problema, caracterizarlo, buscar toda la información mínima necesaria y suficiente relacionada con los hechos, descartar entre la información real y la ficticia, tener presente los diferentes aspectos de referencias de las unidades involucradas, emplear la observación directa para representar los hechos, garantizar la confiabilidad y seguridad de la fuente de información, evaluar los beneficios económicos que traería su solución su factibilidad y el impacto. Es la etapa más importante del procedimiento.

#### **2. Recoger todos los datos relacionados con él.**

Consiste en la representación gráfica de los hechos tal cual como son y no como aparentan en el paso anterior esto se hace fundamentalmente a través de la observación directa y utilizando como herramienta gráfica los diagramas.

Los diagramas son:

- Diagrama de operaciones
- Diagrama de proceso
- Diagrama de flujo recorrido
- Diagrama hombre- maquina
- Diagrama bimanual



**3. Examinar los hechos con espíritu crítico, pero imparcial.**

Es una etapa que consiste en revisar, cuestionar, poner a prueba, escudriñar la información que se tiene relacionada al problema, esto se hace con espíritu crítico, sin ningún tipo de sesgo, se recomienda revisar la dimensión y alcance de lo que se quiere hacer, esto con el objetivo de poner a prueba la propuesta evaluando 5 elementos: Propósito, medios, personas, sucesión, lugar.

**4. Considerar las soluciones posibles y optar por una de ellas.**

**5. Aplicar lo que se haya resuelto.**

**6. Mantener en observación los resultados.**

**Concepto del Diagrama de Proceso**

Según (Garcia, 2007) el diagrama de proceso es una representación gráfica de los acontecimientos que se producen durante una serie de acciones u operaciones y de la información concerniente al mismo.

Este tipo de diagrama o esquema también pueden referirse, solamente a las operaciones e inspecciones en cuyo caso sería un diagrama de operaciones. Particular utilidad cuando se trata de tener una idea de los trabajos realizados sobre un conjunto de piezas o componentes que constituyen un montaje, grupo o producto.

Los diagramas de procesos pueden representarse sobre hojas, sobre todo cuando se trata de describir acontecimientos que atañen a mas piezas o bien las actividades de más de una persona.

Es un instrumento para analizar los costos ocultos, permite reducir la cantidad y duración de las demoras, traslados y almacenamientos; se realiza el análisis de operaciones mediante:

1. Manejo de materiales
2. Distribución de los equipos en la planta
3. Tiempo de retrasos.
4. Tiempos de almacenamientos.



### Simbología del Diagrama de Proceso

Tabla 1-Simbologías del diagrama de proceso

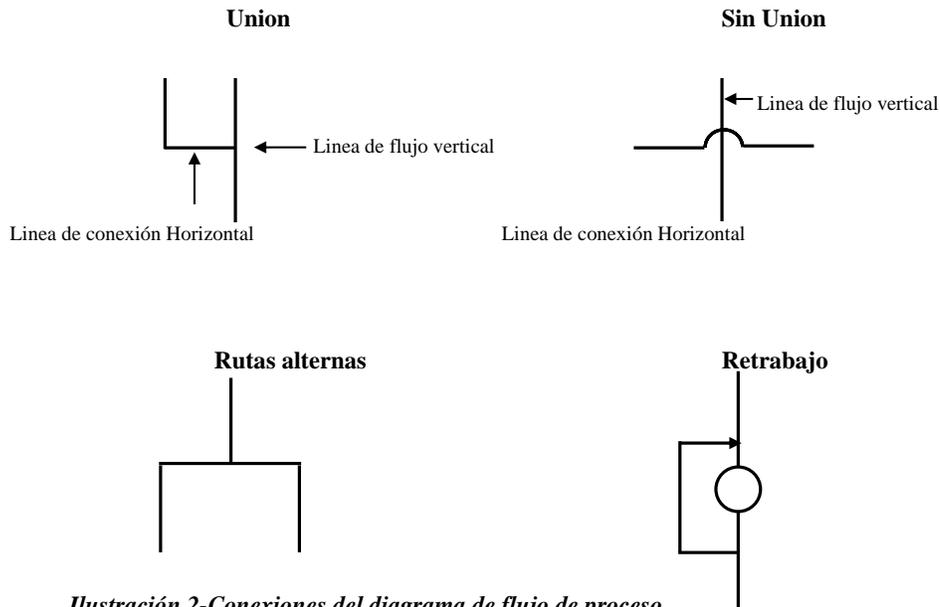
Símbolo	Nombre	Descripción
	Operación	Indica las principales fases del proceso (Agrega, modifica, Montaje, etc...)
	Inspección	Verifica Calidad o cantidad en general no agrega valor.
	Transporte	Indica movimientos de materiales trasladados de un lugar a otro
	Espera	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.
	Actividad Combinada	Indica varias actividades simultáneas.

Fuente: (García, 2007) Ingeniería de métodos y medición del trabajo.

### Diagrama de Proceso de Operación

La gráfica del proceso operativo o diagrama de operaciones de proceso muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado. La gráfica muestra la entrada de todos los componentes y subensambles al ensamble principal.

En general, el diagrama del proceso operativo se construye de tal manera que las líneas de flujo verticales y las líneas de materiales horizontales no se crucen. Si es estrictamente necesario el cruce de una línea vertical con una horizontal, se debe utilizar la convención para mostrar que no se presenta ninguna conexión; esto es, dibujar un pequeño semicírculo en la línea horizontal en el punto donde la línea vertical lo cruce.



*Ilustración 2-Conexiones del diagrama de flujo de proceso*

- Fuente: Tomada del libro Ingeniería Industrial de Benjamín W. Niebel.

El diagrama de proceso operativo terminado ayuda a los analistas a visualizar el método en curso, con todos sus detalles, de tal forma que se pueden identificar nuevos y mejores

### Diagrama de Proceso de Recorrido

Según E. (García, 2007) es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etcétera.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 12 pto, No revisar la ortografía ni la gramática



El objetivo del Diagrama de Recorrido es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso. Mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades en su relación recíproca. Igualmente para comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.

### **Estudio del trabajo**

El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan.

Por ende se deduce que el Estudio de Trabajo es un método sistemático para el incremento de la productividad, es decir *"Es una herramienta fundamental para el cumplimiento de los objetivos del Ingeniero Industrial"*.

### **Utilidad del Estudio de trabajo**

El Estudio de Trabajo como método sistemático de optimización de procesos expone una serie de utilidades por medio de las cuales se justifica su implementación. Entre las más comunes se encuentran:

- El Estudio de Trabajo es un medio para incrementar la productividad de un sistema productivo mediante metodologías de reorganización de trabajo, (secuencia y método), este método regularmente requiere un mínimo o ninguna inversión de capital para infraestructura, equipo y herramientas.
- El Estudio de Trabajo es un método sistemático, por ende mantiene un orden que vela por la eficiencia del proceso.
- Es el método más exacto para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación, programación y el control de las operaciones.
- Contribuye con el establecimiento de garantías respecto a seguridad e higiene.



- La utilidad del Estudio de Trabajo tiene un periodo de percepción inmediato y dura mientras se ejecuten los métodos sobre las operaciones del estudio.
- La aplicación de la metodología del Estudio de Trabajo es universal, por ende es aplicable a cualquier tipo de organización.
- Es relativamente poco costoso y de fácil aplicación.

El Estudio del Trabajo como método sistemático comprende varias técnicas que se encargan del cumplimiento de objetivos específicos en pro del general que es una optimización de la productividad. Las técnicas más sobresalientes son el **Estudio de Métodos** (comprendida en este portal en el módulo Ingeniería de Métodos) y la **Medición del Trabajo** (tal cual Medición del Trabajo).

#### **Procedimiento para la realización de un estudio de trabajo**

Así como en el método científico hace falta recorrer ocho etapas fundamentales para asegurar el máximo provecho del algoritmo, en el Estudio del Trabajo también hace falta recorrer ocho pasos para realizar un Estudio del Trabajo completo respetando su secuencia y tal como se observa los pasos son según (Nievel & Freivalds, 2009):

- **Seleccionar** el trabajo o proceso que se ha de estudiar.
- **Registrar** o recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
- **Examinar** los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién la ejecuta, y los medios empleados para tales fines.
- **Establecer** el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diferentes técnicas de gestión así como los aportes de los dirigentes, supervisores, trabajadores y asesores cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.
- **Evaluar** los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.



- **Definir** el nuevo método, y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
- **Implantar** el nuevo método, comunicando las decisiones formando a las personas interesadas (implicadas) como práctica general aceptada con el tiempo normalizado.
- **Controlar** la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

## Estudio de Tiempos

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

### Elementos y preparación para el Estudio de tiempos

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio según (García, 2007) los pasos a seguir son los siguientes:

**Selección de la operación:** Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición.

**Selección del operador:** Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos: Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.

### Actitud frente al trabajador

- El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.
- El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.



- No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
- El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.

### **Análisis de comprobación del método de trabajo**

Nunca debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada. La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica.

En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, etc. Los requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

Un trabajo estandarizado o con normalización significa que una pieza de material será siempre entregada al operario de la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación haciendo una cantidad definida de trabajo, con los movimientos básicos, mientras siga usando el mismo tipo y bajo las mismas condiciones de trabajo.

### **Estudio de tiempos con cronometro**

Según (García, 2007) el estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.



Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.

**Valoración del ritmo del trabajo (calificación de la actuación):** es la técnica para determinar equivalentemente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea. Entendemos por operador normal al operador competente y alta experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento sino representativo de un término medio.

**Tiempo estándar:** Según (García, 2007) es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

**El tiempo estándar para una operación dada:** Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

### Aplicaciones del tiempo estándar

Las aplicaciones que pueden darse al tiempo estándar son múltiples, entre las cuales se puede emplear las siguientes:

1. Para determinar el salario de vengable por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.



2. Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.
3. Facilita la supervisión para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
4. Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
5. Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
6. Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
7. Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
8. Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.



9. Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

### **Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar**

1. **Reducción de los costos:** al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.
2. **Mejora de las condiciones obreras:** los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.

### **Componentes del estándar de tiempos**

El objetivo final de la medida del trabajo es obtener el tiempo estándar de la operación, o proceso objeto de estudio.

### **Como calcular el tiempo estándar**

El tiempo estándar se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de los tiempos. Los tiempos elementales o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión.

### **Tiempo tipo o estándar**

El tiempo tipo estándar es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes, variables), así como los elementos casuales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos. A estos tiempos ya valorados se les agrega los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales. (García, 2007)

### **Cálculo del tiempo tipo estándar**

Una vez que se han terminado de realizar los pasos siguientes:



1. Obtener y registrar información de la operación.
2. Descomponer la tarea y registrar sus elementos.
3. Tomar las lecturas.
4. Nivelar el ritmo de trabajo.
5. Calcular los suplementos del estudio de tiempos.

Se procede a calcular en el estudio de tiempos el tiempo estándar de la operación como sigue:

- I. Se analiza la consistencia de cada elemento, las medidas a tomar pueden ser las siguientes:
  - a) Si las variaciones se deben a la naturaleza del elemento se conservan todas las lecturas.
  - b) Si las variaciones no se originan por la naturaleza del elemento y la lectura anterior o posterior donde se observa la variación, o ambas son consistentes, la inconsistencia del elemento estudiado se deberá a la falta de habilidad o desconocimiento de la tarea por parte del operador. Si un gran número de observaciones son consistentes se pueden eliminar las observaciones extremas y sólo conservar las normales. Si no es posible distinguir cuáles son extremas y cuales son normales, debe repetirse íntegramente el estudio con otro trabajador.
  - c) Si las variaciones no se deben a la naturaleza del elemento, pero la lectura anterior o posterior al elemento donde se observa la variación, o ambas también han sufrido variaciones, esta situación ocurre por cometer errores en el cronometraje cometido por el tomador de tiempos. Si es mínimo el número de casos extremos, éstos se eliminan y se conservan sólo los normales.

Si por el contrario, este error se ha cometido en muchas lecturas, aunque no todas sean en el mismo elemento, lo más indicado es repetir el estudio de tiempos todas las veces que sea necesario hasta obtener una consistencia adecuada.



**d)** Cuando las variaciones sean inexplicables, deben analizarse cuidadosamente antes de eliminarlas. Nunca debe aceptarse una lectura normal como inexplicable. Si hay dudas siempre es preferible repetir el estudio.

- II.** En cada uno de los elementos se suman las lecturas que han sido consideradas como consistentes.
- III.** Se anota el número de lecturas que han sido consideradas para cada elemento.
- IV.** Se divide, para cada elemento, la suma de las lecturas entre el número de lecturas consideradas; el resultado es el tiempo promedio por elemento.

*Ecuación 1-Formula para cálculo de tiempo Estándar*

$$T_e = \frac{\sum X_i}{n}$$

- V.** Se multiplica el tiempo promedio ( $T_e$ ) por el factor de valoración. Esta cifra debe aproximarse hasta el milésimo de minuto, obteniéndose el tiempo base elemental:

$$T_n = T_e (\text{Valoracion en porcentaje } \%)$$

- VI.** Al tiempo base elemental se le suman las tolerancias por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo normal o concedido por elemento:

$$T_t = T_n (1 + \text{Tolerancias})$$

- VII.** Se calcula la frecuencia por operación o pieza de cada elemento cíclico y contingente.

- VIII.** Se multiplica el tiempo concedido elemental por la frecuencia obtenida del elemento.

A este producto se le llama tiempo total concedido.



**IX.** Se suman los tiempos concedidos para cada elemento y se obtiene el tiempo tipo o estándar por operación, pieza, etc.

**Tiempo real:** Como el tiempo medio del elemento empleado realmente por el operario durante un estudio de tiempos.

**Tiempo normal:** Se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de los siguientes procedimientos de los cuales solo se va a tomar en cuenta uno para el estudio según (García, 2007) estos son los métodos:

1. Por fórmulas estadísticas.
2. Por medio del ábaco de Liffson.
3. Por medio del criterio de las tablas Westinghouse.

Que en el la investigación se procederá a trabajar con el primer método (Por formulas estadísticas) las cuales dan un margen de error que el investigador desee de acuerdo a la exactitud que quiera para su estudio los tres métodos tienen validez y son tomados del autor García Criollo del libro Estudio del Trabajo.

**1. Por formulas estadísticas:** Estos procedimientos se aplican cuando se pueden realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es limitado y pequeño, se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la medida aritmética de las mediciones efectuadas.



Determinación de las observaciones necesarias por fórmulas estadísticas, el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo con un error de e%, con riesgo fijado de R%. Se aplica la siguiente fórmula:

*Ecuación 2-Formula para determinar el número de observaciones*

$$N = \left( \frac{K \times \sigma}{e \times \bar{X}} \right) + 1$$

Siendo **K** = el coeficiente de riesgo cuyos valores son:

**K** = 1 para riesgo de error de 32%

**K** = 2 para riesgo de error de 5%

**K** = 3 para riesgo de error de 0.3%

La desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias de los tiempos de reloj obtenidos  $\sigma$  es igual a:

*Ecuación 3-Formula para calcular la desviación*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f (X_i - \bar{x})^2}{n}}$$

**Siendo:**

**X<sub>i</sub>** = los valores obtenidos de los tiempos de reloj.

**$\bar{x}$**  = La media aritmética de los tiempos del reloj.

**N** = frecuencia de cada tiempo de reloj tomado.

**n** = Número de mediciones efectuadas.

**e** = error expresado en forma decimal.

- 2. El ábaco de Lifson:** Es una aplicación gráfica del método estadístico para un número fijo de mediciones  $n = 10$ . La desviación típica se sustituye por un factor B, que se calcula:

$$B = \frac{S - I}{S + I}$$

Siendo:

**S** = el tiempo superior

**I** = el tiempo inferior



3. **Tabla de Westinghouse:** obtenida empíricamente, da el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy representativas realizadas por operarios muy especializados. En caso de que éstos no tengan la especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5.

**Ritmo de trabajo:** Es el tiempo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas; determinar el costo estándar o establecer sistemas de salario de incentivo. Los procedimientos empleados pueden llegar a repercutir en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y, según se supone, en los beneficios de la empresa.

**Esfuerzo:** "Una demostración de la voluntad, para trabajar con eficiencia". El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y puede ser controlada en un alto grado por el operario. El analista debe ser muy cuidadoso de calificar sólo el esfuerzo real demostrado. Puede darse el caso de que un operario aplique un esfuerzo mal dirigido, durante un periodo largo, a fin de aumentar también el tiempo del ciclo y, sin embargo, obtener un factor de calificación liberal.

#### **Tipos de esfuerzo**

**a) Esfuerzo deficiente**

1. Pierde el tiempo claramente.
2. Falta de interés en el trabajo.
3. Le molestan las sugerencias.

**b) Esfuerzo regular**

1. Las mismas tendencias que el anterior pero en menor intensidad
2. Acepta sugerencias con poco agrado
3. Su atención parece desviarse del trabajo

**c) Esfuerzo promedio.**



1. Trabaja con consistencia
2. Mejor que el regular
3. Es un poco escéptico sobre la honradez del observador de tiempos o de la dirección.

**d) Esfuerzo bueno.**

1. Pone interés en el trabajo
2. Muy poco o ningún tiempo perdido
3. No se preocupa por el observador de tiempos.

**e) Esfuerzo excelente.**

1. Trabaja con rapidez
2. Utiliza la cabeza tanto como las manos
3. Toma gran interés en el trabajo

**f) Esfuerzo excesivo.**

1. Se lanza a un paso imposible de mantener constantemente
2. El mejor esfuerzo desde el punto de vista menos el de la salud.

**g) Fatiga**

1. Es el estado de la actitud física o mental, real o imaginaria, de una persona, que incluye en forma adversa en su capacidad de trabajo.
2. Cualquier cambio ocurrido en el resultado de su trabajo, que está asociado con la disminución de la producción del empleado.
3. Reducción de la habilidad para hacer un trabajo debido a lo previamente efectuado.

**Factores que producen fatiga**

1. Constitución del individuo
2. Tipo de trabajo
3. Condiciones del trabajo
4. Monotonía y tedio



5. Ausencia de descansos apropiados
6. Alimentación del individuo
7. Esfuerzo físico y mental requeridos
8. Condiciones climáticas
9. Tiempo trabajando

### Método para calcular la fatiga

Si al comenzar el día se observa que el operario hace una tarea en un tiempo neto (t), y que un nivel de actuación cuyo factor es F, el tiempo valorado (N) será:

$$N = F \times t$$

#### Donde:

- N** = Tiempo valorado  
**F** = factor de valoración  
**T** = tiempo neto actual

### Calificación de la actuación

Al terminar el periodo de observaciones, el analista habrá acumulado cierto número de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación, y mediante la combinación de ellos puede establecerse el tiempo normal para la operación estudiada.

Según (García, 2007) la calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea. Operador normal es el operador competente y altamente experimentado que trabajen en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a una marcha, ni demasiado rápida ni demasiado lenta, sino representativa de un término medio.

Para que el proceso de calificación conduzca a un estándar eficiente y útil, deberán satisfacerse en forma razonable dos requisitos básicos:

1. La compañía debe establecer claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal.



2. En la mente de cada uno de los calificadores debe existir una aproximación razonable del desempeño normal.

Aun cuando no existe un método satisfactorio ni convencionalmente aceptado para seleccionar y expresar el desempeño normal, las siguientes recomendaciones pueden resultar valiosas para este fin.

**Tiempo imprevisto:** La cantidad de tiempo agregado al tiempo normal para elaborar una actividad, le causa al trabajador tantos retrasos en la operación, necesidades personales y fatiga.

### **Estudio de muestreo**

Se refiere al procedimiento empleado para obtener una o más muestras de una población. Este se realiza una vez que se ha establecido un marco muestral representativo de la población, luego se procede a la selección de los elementos de la muestra aunque hay muchos diseños de la muestra.

Al tomar varias muestras de una población, las estadísticas que calculamos para cada muestra no necesariamente son iguales, lo más probable es que varíen de una muestra a otra.

**Población:** Es aquel conjunto de individuos o elementos que podemos observar, medir una característica o atributo.

Ejemplos de población:

- \* El conjunto de todos los estudiantes de una Universidad.
- \* El conjunto de personas fumadoras de una región.

### **Valoración del ritmo de trabajo.**

La valoración del ritmo de trabajo y los suplementos son los temas más discutidos en el estudio de tiempos. Estos estudios tienen por objeto determinar el tiempo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas, determinar el costo estándar o establecer



sistemas de salario de incentivos. El estudio de tiempos no es una ciencia exacta, aunque se han hecho muchas investigaciones para tratar de darle una base científica.

La valoración de la cadencia de trabajo del operador y los suplementos de tiempo que se deben prever para recuperarse de la fatiga y para otros fines sigue siendo en gran parte cuestión de criterios, y por lo tanto, objeto de negociación entre la empresa y los trabajadores.

Al terminar el periodo de observaciones, el analista de tiempos habrá acumulado cierto número de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación, mediante cuya combinación puede establecer el tiempo normal de la operación estudiada.

(García, 2007) Define la calificación de la actuación que es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea. Entendemos por operador normal al operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento, sino representativa de un término medio

**Tabla 2-Calificación de la actuación.**

Habilidad			Esfuerzo			Habilidad: Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a voluntad por parte del operador.
A	Habilísimo	+0.15	A	Excesivo	+0.15	
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10	Esfuerzo: Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05	
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00	Condiciones: Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan la operación.
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05	
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10	
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15	Consistencia: Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma consistente o inconsistente.
Condiciones			Consistencia			
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05	
B	Media	0.00	B	Media	0.00	
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05	

Fuente: Estudio del trabajo-García Criollo.



Para que el proceso de calificación conduzca a un estándar eficiente y útil, deberá satisfacerse en forma razonable dos requisitos:

- La compañía debe establecer claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal.
- En la mente de cada uno de los calificadores debe existir una aproximación razonable al desempeño normal.

Aun cuando no existe un método satisfactorio ni convencionalmente aceptado para seleccionar y expresar el desempeño normal las siguientes recomendaciones son valiosas para este fin.

- a) El ritmo comúnmente aceptado es la velocidad de movimiento de un hombre al caminar sin carga, en terreno llano y en línea recta a 6.4 kilómetros por hora.
- b) Otro modelo a considerar es el que se debe seguir para repartir 52 naipes de la baraja en 30 segundos, sobre la mesa, en un espacio de 30 cm de lado, sosteniendo la baraja de naipes fijo en la mano, a una distancia de la mesa de 12 a 18 cm.

A esta velocidad se valora con 100, y si es más rápido será un punto de vista del analista y su experiencia la que determinan si trabaja a 105, 115, 120, etcétera.

### **Suplementos por estudio de tiempos**

Hay tres clases de interrupciones que se presentan ocasionalmente, que hay que compensar con tiempo adicional.

### **Suplementos que deben concederse**

Tres son los suplementos que pueden concederse en un estudio de tiempos según indica (García, 2007) en su libro de Estudio del Trabajo:

1. Suplemento por interrupciones personales, como idas al servicio sanitario o a tomar agua; la segunda.



2. Suplementos por fatiga, que, como se sabe, afecta al trabajador más fuerte, aun cuando efectúe el trabajo de tipo más ligero.
3. Suplementos por retrasos inevitables para los cuales hay que conceder ciertas tolerancias, como ruptura de las herramientas, interrupciones por el supervisor y ligeros tropiezos con los útiles de trabajo.

Para llegar a un estándar justo para un operario normal que labore con un esfuerzo de tipo medio, debe incorporarse cierto margen o tolerancia al tiempo nivelado o tiempo base, ya que el estudio de tiempos se lleva a cabo en un periodo relativamente corto y hay que eliminar los elementos extraños al determinar el tiempo normal. Después de haber calculado el tiempo normal, llamado algunas veces tiempo "nominal", hay que dar un paso más para llegar al verdadero estándar. Este último paso consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

Un estudio dado debe limitarse a operaciones semejantes en el mismo tipo general de equipo. Cuanto mayor sea el número de observaciones y de periodos a tiempos durante los cuales se toman los datos, tanto más válidos serán los resultados. Deben hacerse observaciones diarias por un periodo de, al menos, dos semanas.

### Valor de los suplementos

Lineamientos para determinar los suplementos:

1. Los suplementos personales son constantes para un mismo tipo de trabajo. Para personas normales fluctúan entre 4% y 7%.
2. Los suplementos para compensar los retrasos especiales pueden variar entre amplios límites, aunque en trabajos bien estudiados no es raro encontrar que sean de entre 1% y 5%.
3. Los suplementos para vencer la fatiga, en trabajos relativamente ligeros son en general del orden 4%.
4. Los suplementos totales para trabajos ligeros bien estudiados fluctúan entre 8% y 15%.



5. Los suplementos totales para trabajos medianos bien estudiados oscilan entre 12% y 40%.
6. Los suplementos totales para trabajos pesados no son fáciles de estimar, pero en general son mayores del 20%
7. En general, cuando los suplementos totales suman más del 20% no es necesario añadir el suplemento por fatiga.

### **Cálculo de la cantidad variable de suplemento**

Los factores que deben tomarse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- a) Trabajo de pie
- b) Postura anormal
- c) Levantamiento de pesos o uso de fuerza
- d) Intensidad de luz
- e) Calidad del aire
- f) Tensión visual
- g) Tensión auditiva
- h) Tensión mental
- i) Monotonía mental
- j) Monotonía física

**a) Trabajo de pie.** Este tipo de trabajo lleva consigo un suplemento adicional. En diversos países se considera que el trabajo de pie es más agotador y exige en el lugar de trabajo o cerca de él haya asientos para los periodos de descanso.

**b) Postura anormal.** La postura anormal del obrero occidental es de pie o sentado, con el trabajo mas o menos a la altura de la cintura. Las demás posturas resultan anormales y se les debe asignar un suplemento según el grado en que sean forzadas.



**c) Levantamiento de los pesos o uso de la fuerza.** Los suplementos de figura anterior son válidos si se levantan o acarrean pesos en posturas cómodas, pero deben aumentarse si es necesario agacharse o doblarse. A partir de cierta carga es más económica y no más humano recurrir a la fuerza mecánica.

Cuando el peso máximo de la carga que puede ser transportada manualmente por trabajador adulto de sexo masculino sea superior a 55 kilogramos, deberían adoptarse medidas lo más rápido posible para reducirlo a este nivel.

**d) Intensidad de la luz.** Si se trabaja con menos luz que la recomendada por las condiciones normales y es posible aumentarla, se debe conceder un suplemento según el grado en que debe forzarse la vista. Sin embargo, la luz es mala no sólo cuando es poca, sino también cuando hay resplandor o contrastes violentos entre la superficie de trabajo y el ambiente circundante.

**e) Calidad del aire.** Los suplementos indicados en el cuadro de suplementos no deben servir para compensar las variaciones de clima, sino para contrarrestar los efectos de un aire viciado por algún factor propio del trabajo que no se puede eliminar totalmente. Cuando el obrero debe soportar emanaciones molestas es permisible que se justifique un suplemento de hasta el 15%, según la gravedad de la situación. Si las emanaciones son nocivas e imponen el uso de máscaras los suplementos suelen llegar al 10% mas o menos. Siempre será preferible esforzarse por mejorar la pureza del aire que contentarse por prever un suplemento de tiempo.

**f) Tensión visual.** La vista se esfuerza cuando el trabajo que se hace o el instrumento que se emplea exigen gran concentración, por ejemplo, fabricar relojes.

**g) Tensión auditiva.** El oído es notablemente resistente cuando se le impone un ruido fuerte a intervalos irregulares, como el de una remachadora o cuando debe distinguir variaciones de la tonalidad, intensidad o calidad de un sonido, como al ensayar ciertos tipos de máquinas.



**h) Tensión mental.** La tensión mental puede ser causada por una concentración prolongada, como la necesaria para recordar las fases de un proceso largo y complejo. También puede deberse debido al esfuerzo de vigilar varias máquinas al mismo tiempo, en cuyo caso interviene también un factor de ansiedad.

**i) Monotonía mental.** Proviene generalmente del empleo repetido de ciertas facultades mentales, como hacer un cálculo mental, y tiene mayores posibilidades de producirse con un trabajo corriente de oficina que en un taller.

**j) Monotonía física.** Es la sensación causada por el uso repetido de ciertos miembros u órganos (dedos, manos, brazos y piernas). El estudio de métodos al simplificar el trabajo lo hace más fastidioso para los obreros diestros, pero a menudo lo pone al alcance de los inexpertos. El aburrimiento se puede combatir colocando a los trabajadores, especialmente a las muchachas jóvenes, en puestos que le permitan conversar con las más próximas mientras trabajan.



Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales.

*Ilustración 3-Suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales*

<b>Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de Organización"</b> <b>Ejemplo de un suplemento por descanso en porcentajes de los tiempos normales</b>					
1. Suplementos constantes			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)		
	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de suplemento		
Suplementos por Necesidades personales	5	7			
Suplementos base por fatiga	4	4	Kata (mili calorías/cm <sup>2</sup> /segundo)		
			16	0	
			14	0	
2. Suplementos variables			12	0	
			10	3	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	8	10	
			6	21	
B Suplemento por postura anormal			5	31	
Ligeramente incomoda	0	1	4	45	
Incomoda (inclinado)	2	3	3	64	
Muy incómoda( echado, estirado)	7	7	2	100	
C. Uso de la fuerza o la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			F. Concentración intensa	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
			Trabajos de cierta precisión	0	0



			Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
2.5	0	1			
5	1	2	G. Ruido		
7.5	2	3	Continuo	0	0
10	3	4	Intermitente y fuerte	2	2
12.5	4	6	Intermitente y muy fuerte	5	5
15	5	8	Estridente y fuerte		
17.5	7	10			
20	9	13	H. Tensión mental		
22.5	11	16	Proceso bastante complejo	1	1
25	13	20 (Max)	Proceso complejo o atención dividida a muchos objetos	4	4
30	17	-			
33.5	22	-	Muy complejo	8	8
D. Mala iluminación			I monotonía		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: García Criollo



### 3.2 Marco Conceptual.

- **Estudio del trabajo:** son ciertas técnicas y en particular estudio de métodos y medida del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficacia y en la economía de la situación estudiada, con el fin de mejorarla. (Garcia, 2007)
- **Estudio de tiempos:** es una técnica para determinar la mayor exactitud el tiempo para llevar a cabo una tarea. (Neira, 2006)
- **Balaceo de línea:** es una disposición de área de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas. (Garcia, 2007)
- **Eficacia:** Es el grado de cumplimiento de los objetivos metas estándares etc. (Neira, 2006)
- **Eficiencia:** Es la capacidad disponible en horas-hombres y horas-máquinas para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente. (Neira, 2006)
- **Diagrama de flujo recorrido:** es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. (Duran, 2007)
- **Diagrama de proceso:** es una representación gráfica de los acontecimientos que se producen durante un aserie de acciones u operaciones y de la información concerniente al mismo. (Garcia, 2007)



- **Operación:** esto pasa cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando recibiendo información o se está planeando algo. (Garcia, 2007)
- **Inspección:** esta operación se hace cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características. (Garcia, 2007)
- **Transporte:** ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección. (Garcia, 2007)
- **Demora:** se denomina demora cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado. (Garcia, 2007)
- **Almacenamiento:** cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados. (Garcia, 2007)
- **Componentes:** piezas que serán ensambladas en el proceso. (Garcia, 2007)



### 3.3 Marco Espacial.

La Planta se encuentra ubicada en el camino San Isidro de Bolas del parque de ferias 5km al sur en el Municipio de Managua departamento de Managua. Actualmente de acuerdo a su tipo de producción la planta está ubicada en un lugar estratégico ya que la población es poca y con terrenos amplio para su expiación

#### Ilustración 4-Marco Espacial.



(Fuente: Elaboración propia, Google Maps)



3.4 Marco temporal

Tabla 3-Marco temporal.

Fechas/ Actividades.	10-Mar	13-Mar	15-Mar	22-Mar	25-Mar	22-Abri	30-Abri	5-May	30-May	08-Jun	14-Jun	19-Jun	20-Jun
Conocer la empresa.	X												
Planteamiento del problema		X											
Realización de objetivos generales y específicos			X										
Introducción				X									
Antecedentes				X									
Justificación				X									
Recolección de la información					X								
Generalidades de la empresa						X							
Marco Referencial							X						
Diseño Metodológico								X					
Análisis y discusión de resultados									X				
Revisión										X			
Conclusión											X		
Recomendaciones												X	
Bibliografía												X	
Anexos												X	
Entrega de informe para predefensa													X

Fuente: Elaboración propia



## 4. DISEÑO METODOLÓGICO.

### 4.1 Tipo de Enfoque

Esta investigación tiene enfoque mixto ya que plantea un problema delimitado y concreto, utilizando la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico y también utilizando métodos de evaluación cualitativa para medir el esfuerzo del trabajador lo cual proporciona una mayor confianza a los resultados de la investigación.

En este tipo de enfoque se utilizan herramientas estadísticas para la recolección de datos y su tratamiento con forme a procedimientos estandarizados en el área de estudio (En este caso Estudio del trabajo).

Con la investigación cualitativa se pretende alcanzar una estandarización en los procesos y la elaboración de pegamentos para cerámica en la presentación de bolsa de 20Kg en la empresa **PECASA**.

### 4.2 Tipo de investigación

En este trabajo se abarcan los diferentes tipos de investigación

- El tipo de investigación es descriptiva aplicada: porque se describen las diferentes actividades que se realizan en el área de producción en la empresa y a la vez busca desarrollar una representación del tema estudiado, esto se logra a través de un **estudio de métodos** el cual permite evaluar al operario, conocer su desempeño en la actividad que realiza, así la empresa pueda tener datos acertados para tomar decisiones con respecto a la labor que realiza el operario en el proceso y así mejorar la eficiencia y costos de producción.



- Evaluativa: el objetivo principal es evaluar la problemática de la empresa en la elaboración de Bondex y de esta manera ofrecer recomendaciones y propuestas para la solución del problema.

#### 4.3 Población

El presente investigación está definida por un estudio no probabilístico por conveniencia donde los sujetos de investigación está conformado por la población total de la empresa ya que no hay muchos sujetos de estudio porque en ella solo trabajan 7 colaboradores por eso se considera que la población es el total de esta misma.

#### 4.4 Muestra y Tipo de Muestra

La muestra es un conjunto de la población, para esta investigación comprende dos trabajadores de la población, es decir, el 28.57% de los trabajadores de la planta. Este tipo de muestra es no probabilística de carácter intencional ya que el negocio es una pequeña empresa con dos líneas de producción y específicamente la línea de Bodex estándar en la presentación de 20 Kg que trabajan solamente dos operarios, obedeciendo a los intereses del investigador y del estudio. Otro factor de referencia que fundamenta que el tipo de muestra es no probabilístico es el tamaño del negocio que está creciendo lentamente debido a que su mercado no es cautivo.

**4.5. Operacionalización de variables.****Tabla 4-Operacionalización de variables**

Fuente: Elaboración Propia.

VARIABLE	SUB VARIABLE	INDICADOR	FUENTE	TECNICA	INSTRUMENTO
<b>Tiempo estándar</b>	Valoración de ritmo de trabajo	Habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia.	Operarios	Observación directa.	Cuestionario informal
	Índice de producción	Tiempo empleado y operación deseada.	Responsable de producción.	Estudio técnico	Encuesta informal y observación directa.
	Valoración de suplementos	Suplemento por descanso, suplementos personales	Operarios	Estudio técnico	Observación directa
<b>Distribución de planta.</b>	Almacenes	Excelente Ambiente	Gerente.	Levantamiento Técnico.	Cinta métrica.
	Oficinas	Buen Ambiente. Mal Ambiente.			Operarios.
	Producción	Viable Técnicamente. No viable técnicamente	Supervisor de Producción	Diseño Gráfico.	Excel.

Ver anexo 1.1 (Cuestionario no estructurado).



## 5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 5.1 Resultados sobre descripción de las operaciones actual y la problemática en la empresa.

La primera parte en el estudio está dada por el análisis de las actividades y las descripciones de cada una de ellas donde se analizan caracterizándolas de acuerdo a su naturaleza si es operación, demora, transporte etc... y dando una breve explicación de cómo se procede y que es la actividad que se realiza con el fin de dejar claro al lector actualmente en el negocio ellos no cuentan con una descripción de los procesos que agregan valor a la elaboración de Bondex.

Para el estudio de recorrido de los operarios a través de la planta de producción, se analizó tanto el proceso de elaboración del pegamento, como la utilización de la herramienta principal de los operarios además que ellos no tienen una ruta específica del recorrido del proceso lo hacen de una manera arbitraria en el estudio se busca la manera de economizar los movimientos para reducir recorridos (Distancia) y aminorar fatiga ya que en la empresa actualmente no hay ningún tipo de registro sobre esto.

Existe una gran variedad de técnicas de estudio, muestreo y análisis para los métodos de trabajo, que posteriormente en este capítulo abarcaremos como son las descripciones de procesos, los flujogramas de procesos, cursograma analítico, balance de línea etc... Desde la disposición general de la fábrica hasta los menores movimientos del operario en trabajos repetitivos.

Para el desarrollo de este trabajo, se consideró estudiar el problema desde el punto de vista del layout de la planta de producción o línea, y también desde las herramientas utilizadas para el desarrollo del producto.



Instrumento para planteamiento del problema.

Uno de los instrumentos usados para el planteamiento del problema fue el diagrama causa y efecto donde la mayor problemática está dada por una inexistencia de una manual de procedimientos y estandarización, porque no existe una estandarización de procesos y el desinterés de inversión en mejora continua a parte de las malas condiciones en la planta con respecto al orden y procedimientos.



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 6- Diagrama Causa y Efecto

El método utilizado para la elaboración del Bondex puede que sea el correcto pero no está estandarizado al tener un secuencia lógica de cómo deberían de proceder los operarios en cada una de las etapas de la elaboración del producto, claro esto llevando como consecuencia en la forma de laborar de los operarios el desgaste innecesario de tiempo y hasta el deterioro de la maquinaria haciendo del entorno complicado en el área de producción.



### 5.1.1 Diagrama Sipoc

Para dar una visión global de como es el andar en PECASA desde los proveedores hasta los clientes se hace uso del diagrama SIPOC que es la representación gráfica de un proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo:

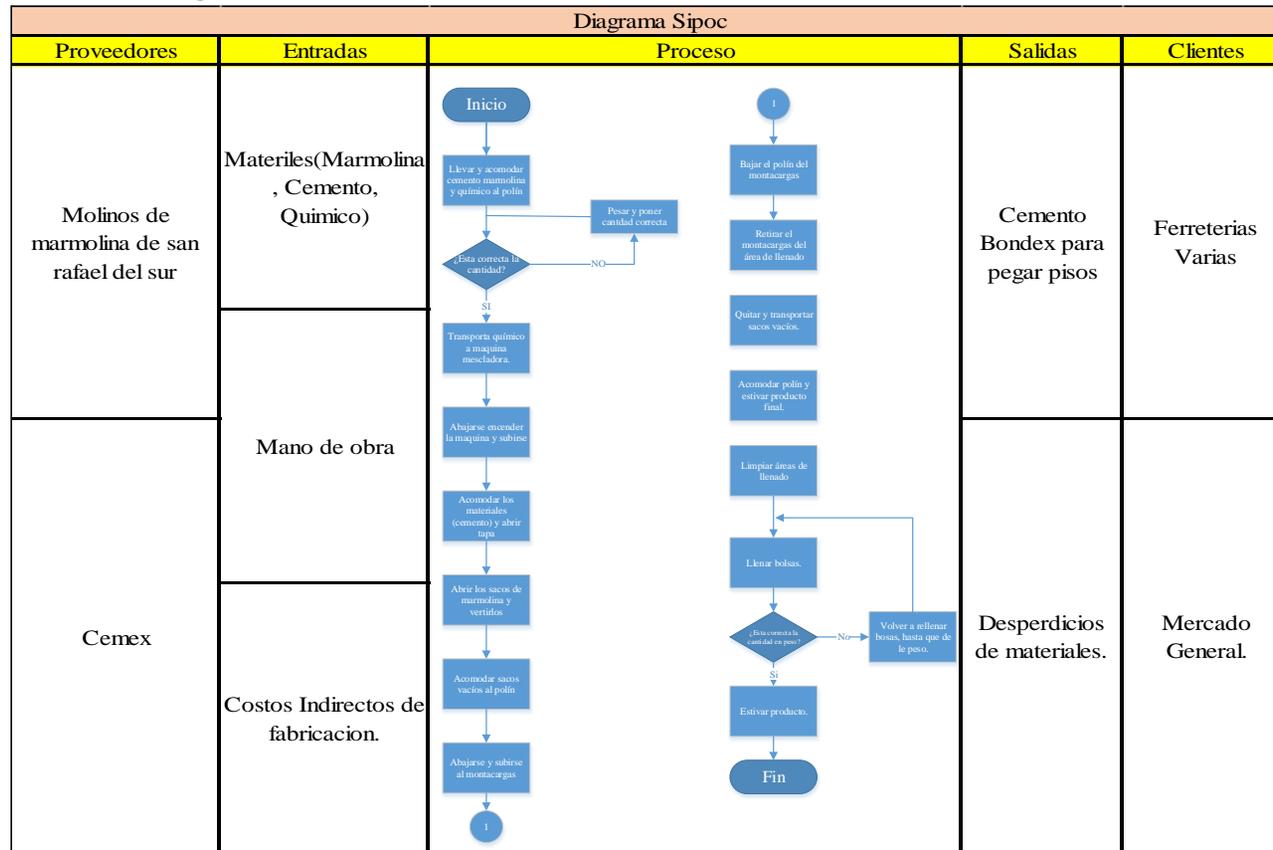
- **Proveedor:** persona que aporta recursos al proceso
- **Recursos o entradas:** todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales e incluso, personas.
- **Proceso:** conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.
- **Salidas:** son las salidas de productos terminados que salen del proceso al haber pasado una transformación o modificación.
- **Cliente:** la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente

La Marmolina es considerada como la materia prima principal para la elaboración del pegamento para pisos, los principales proveedores que tiene PECASA son los molinos artesanales de San Rafael del Sur.

Los demás insumos son comprados en mercados generales del área de Managua, el cemento por lo general es comprado en Cemex, teniéndola como un proveedor fijo para crear vínculos para mejorar calidad y cumplimiento de las metas de producción.



Ilustración 7-Diagrama SIPOC

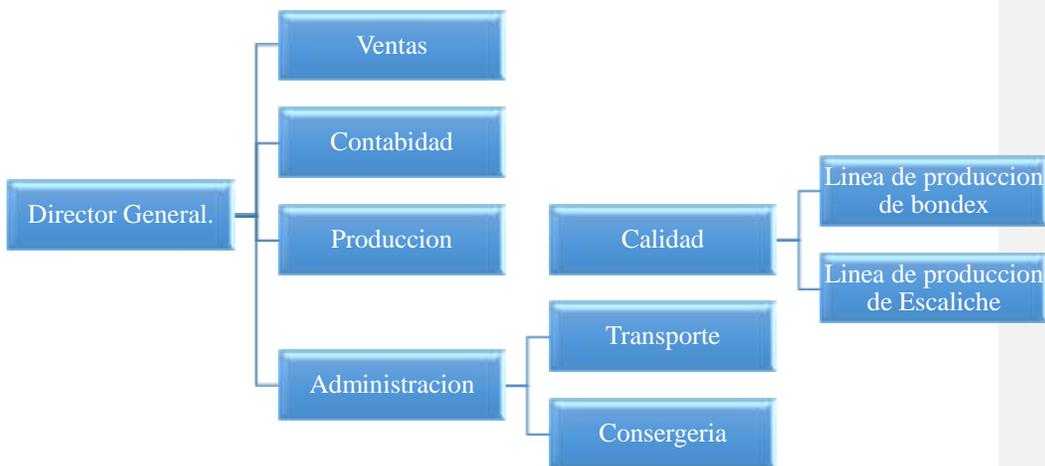


Fuente: Elaboración Propia



### PROPUESTA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA.

Esta es una propuesta que está fundamentada en base a las actividades operacionales y el lineamiento estratégico del negocio, para la realización del organigrama se entrevistó a los dueños y responsable de producción con el fin de darle una visión clara de cómo debe estar el orden jerárquico de la empresa como anteriormente se mencionaba hay 7 trabajadores en total pero aquí se detallan los puestos según la relación y dependencia de las actividades que se dan en la pequeña empresa.



**Ilustración 8-Organigrama propuesto.**

Fuente: Elaboración propia.



### 5.1.2 Descripción del Proceso de Bolsa de Bondex.

La descripción de proceso se hace para detallar como se procede en la fabricación del pegamento para piso Bondex en la línea de producción con el fin de detallar paso a paso para dar una imagen clara de lo que es cada una de las operaciones que lleva la fabricación del Bondex y facilitar la comprensión en la reconexión de datos y en cada una de las operaciones detallando el proceso para el análisis.

#### 1. Llevar y acomodar marmolina, cemento y químico al polín.

Se lleva y se acomoda la marmolina desde el lugar de almacén hasta el polín. Primeramente llevar el material y acomodar en el polín, esto se hace de tal manera que el operario lleva de manera manual el materia desde área de almacenamiento hasta el lugar específico donde está ubicado el polín, el material debe ubicarse primeramente la marmolina, después el cemento y de ultimo el químico.

#### 2. Transportar polín a máquina mezcladora.

Se lleva el polín a la maquina mezcladora por medio de un montacargas. Esta operación se hace colocando el montacargas en posición para agarrar el polín, ya agarrado el polín se transporta hacia la parte de arriba de la máquina y se coloca ahí sin quitar el montacargas y dejándolo como para sostener el polín mientras se descarga.

#### 3. Abajase y encender la máquina y subirse.

Se enciende la máquina y se preparan para la operación siguiente. El operario que está en el montacargas tiene que bajarse y si el otro operario ya está en la maquina él tiene que encargarse de encenderla subiendo el braquers después de eso subirse por uno de los costados de la máquina con mucho cuidado.



**4. Acomodar los materiales (Cemento) y abrir tapa de máquina.**

Se acomodan los materiales que se van a verter en la máquina pero que se van a verter después de vertida cierta cantidad de un material con otro. Agarrar las bolsas de cemento y el químico y hacerlos a un lado de la boquilla de la máquina más o menos a 50 cm o 70 cm de la boca de la máquina.

**5. Abrir los sacos de materiales y comenzar a verterlos.**

Se abren los sacos de cada uno de los materiales uno por uno para comenzar a verterlos. Con un cuchillo de forma manual se corta la soga que sujete el saco y se procede a verterlos igual se hace con el cemento abriendo la parte superior de la bolsa y verterlos estos se hace vertiendo más o menos de 7 a 10 bolsas de marmolina y después 1 bolsa de cemento el químico se tiene que echar en la mitad de los demás materiales vertidos.

**6. Acomodar sacos vacíos en el polín para bajarlos.**

Se juntan todos los sacos que quedaron de la descarga y se acomodan en el polín. Se juntan todos los sacos ubicados en la derecha y la izquierda de la máquina debido a la ubicación de los dos operarios y colocan en el polín de manera que no se vayan a caer.

**7. Bajarse y subirse al montacargas.**

El operario se abaja y se sube al montacargas. El operario tiene que bajarse de la máquina teniendo cuidado de no caerse y después subirse al montacargas cabe recalcar que esta operación la debe de hacer el operario 1 que es más adiestrado para manejar el montacargas.

**8. Bajar el polín del montacargas.**



Se quita el polín del montacargas. El operario encargado de conducir el montacargas pone el polín en el suelo y retira las paletas del montacargas dejando el polín libre en el suelo.

#### **9. Quitar el montacargas del área de llenado.**

Se quita el montacargas del área de llenado. El operario encargado de manejar el montacargas deja el polín en el área de llenado y despeja el lugar y quita el montacargas del área.

#### **10. Quitar y transportar sacos vacíos a almacén.**

Se quitan los sacos vacíos de marmolina y de cementos del área de llenado o de encima del polín para ser más específicos. El operario tiene que encargarse de buscar un mecate cordón o manila para amontonar los sacos y amárarlos para que no se puedan soltar haciéndolos un montón y ubicarlos en el almacén.

#### **11. Acomodar polín para estibar producto final.**

Se acomoda el polín y se ubica en el área de estibado. Primeramente el polín se revisa que este en buenas condiciones, después el polín se coloca centrado en la máquina y 70 cm más o menos de las boquillas de la máquina, se colocan las bolsas de cemento encima del polín como para hacer refuerzo, se coloca de modo que el polín quede tapado uniformemente.

#### **12. Limpiar áreas de llenado.**

Se limpia toda el área de llenado. Esta operación se hace de manera manual, con una escoba barriendo toda la superficie del área además de limpiar los barriles que se encuentran



debajo de las boquillas de la maquina quitando todo el material que se cae al suelo para volver reciclarlo recogíendolo en un barril.

### **13. Llenas bolsas y estibar bolsas en polín.**

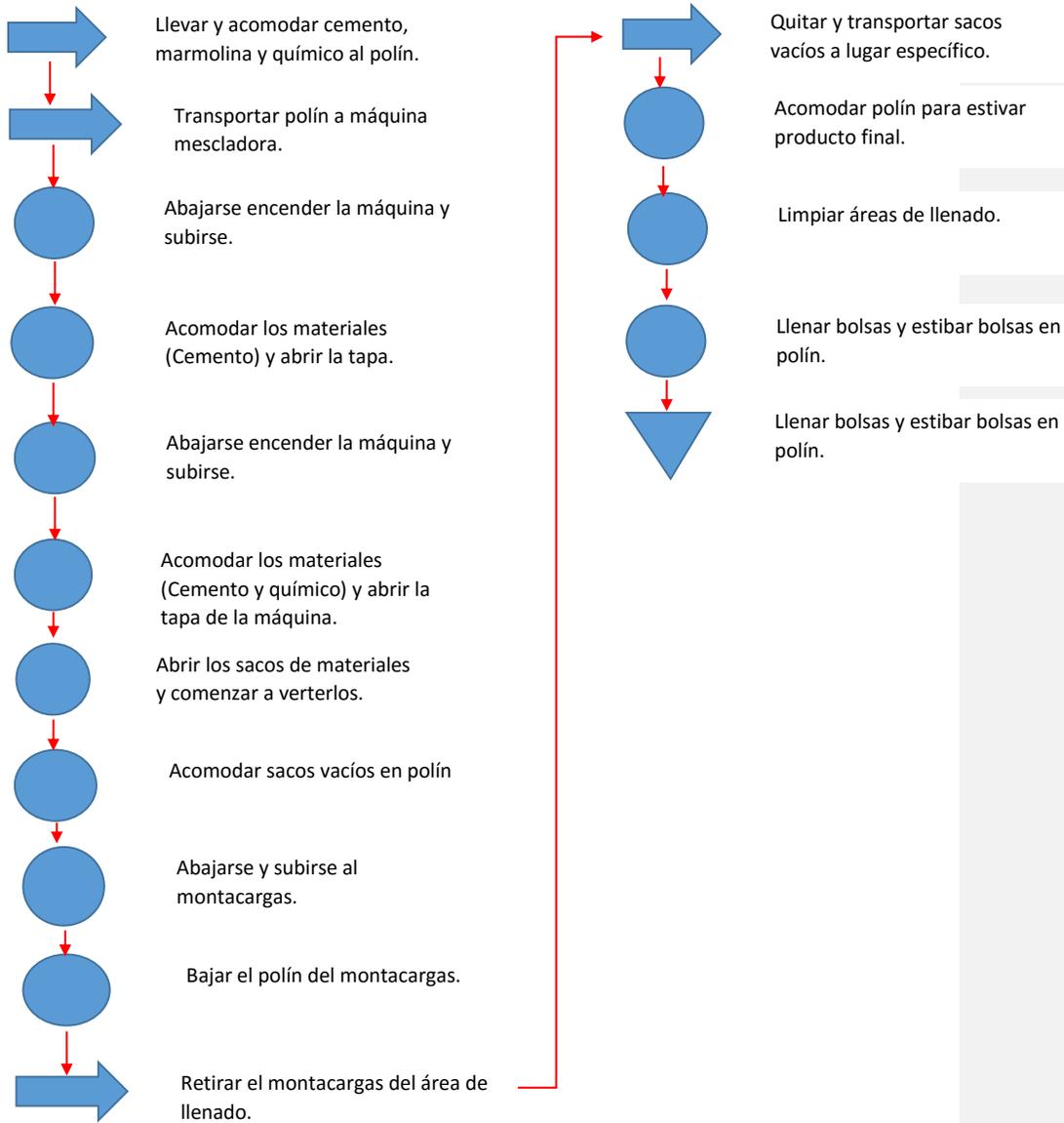
Se llenan las bolsas de Bondex estándar y se estiban en el polín. Esta operación se tiene que iniciar agarrando la bolsa de la parte superior en la boquilla para abrir dejándola del tamaño del tubo de llenado para introducirla en el tubo posteriormente y accionado el dispositivo para iniciar la llenado de la bolsa, esta bolsa debe de quedar bien colocada para que el llenado sea correcto, después de eso sacar la bolsa ya llenada de la boquilla y cerrarla y dejar que se hermetice por presión. Después de hecho lo anterior colocar la bolsa en el polín ordenadamente para estivar.

### **14. Llevar el polín a área de almacenaje.**

Se lleva el polín ya estivado a área de llenado por medio de montacargas. El montacargas se coloca en la parte trasera del polín para comenzar a llevarlo al área de almacenaje la operación se hace conduciendo el montacargas de reversa para que sea más rápido y fácil la ubicación del polín.



### 5.1.3 Diagrama de proceso de las operaciones. Ilustración 9-Diagrama de proceso



Fuente: Elaboración Propia.



## 5.1 Determinación de la capacidad productiva estandarización de tiempos y propuesta de balance de línea.

### 5.1.1 Cálculo del número de observaciones necesarias para calcular el tiempo normal.

Anteriormente en el marco teórico hacíamos referencia al método que íbamos a utilizar para el cálculo de numero de observaciones necesarias para el estudio y dijimos que se iba a aplicar las formulas estadísticas tomadas del libro estudio del trabajo de García Criollo debido a la exactitud que estas poseen y que se pueden trabajar con un margen de error estipulado por el investigador en dependencia del grado de exactitud que tenga requiera para el estudio.

Para determinar el número de ciclos que se debe de observar se opta por utilizar la técnica estadística un error y un riesgo estimado aplicando las siguientes formulas:

$$N = \left( \frac{K * \sigma}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Donde:

K= el coeficiente de riesgos cuyos valores son.

- K=1 para riesgo de error del 32%
- K=2 para riesgo de error del 5%
- K=3 para riesgo de error de 0.3 %

Y la fórmula de la desviación típica:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(Xi - \bar{x})^2}{n}}$$

- Xi = los valores obtenidos de los tiempos de reloj.
- $\bar{x}$  = la media aritmética de los tiempos de reloj.
- N = frecuencia de cada tiempo en el reloj.
- n = número de mediciones efectuadas.
- e = error expresado en forma decimal.

Ahora para obtener el número de observaciones necesarias aplicando datos estadísticos tenemos:



**Tabla 5-Tabla Estadística para el cálculo de número de observaciones**

Valores de Xi	Frecuencia f	Xi - x	(Xi - x)2	f(Xi - x)2
4305	1	-19.05	362.73	362.73
4383	1	58.95	3475.62	3475.62
4887	1	562.95	316917.68	316917.68
3913	1	-411.05	168958.47	168958.47
3712	1	-612.05	374599.80	374599.80
4642	1	317.95	101095.01	101095.01
4950	1	625.95	391818.93	391818.93
3540	1	-784.05	614727.48	614727.48
3842	1	-482.05	232367.94	232367.94
4611	1	286.95	82342.84	82342.84

Fuente: Elaboración Propia

Ahora procedemos a calcular la media haciendo la suma de todos los valores de Xi y dividiéndolos entre la cantidad total de valores.

$$\bar{x} = 4278.5 \text{ seg.}$$

Y la desviación típica se obtiene:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(Xi - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{2286666.5}{10}} = 478.19$$

Entonces ahora procedemos a calcular la muestra utilizando un valor k=2 con un riesgo del 5% y un valor de error del e= 0.04

$$N = \left(\frac{K * \sigma}{e * \bar{x}}\right)^2 + 1 = \left(\frac{2 * 478.19}{0.04 * 4278.5}\right)^2 = 31.23$$

Se concluye que para que la estandarización de las tomas de tiempo tenga una buena confiabilidad con un error del 4% y un riesgo del 5% se tienen que hacer 31 toma de muestras



del tiempo total del ciclo para una estandarización más confiable de las tomas de tiempo y ya que se poseen 10 mediciones solo restan 21 mediciones más.

### 5.1.2 Valoración del Ritmo de trabajo.

Este estudio va dirigido al ritmo del operario para tomar en cuenta el esfuerzo, habilidad y condiciones en que el colaborador está expuesto para conocer la realización de su trabajo.

Tomando en cuenta este estudio en la empresa de **Pegamentos centroamericanos S.A PECASA** se tomaron los siguientes criterios para medir o calificar el ritmo de trabajo que el operario puede lograr en al momento de realizar la operación de trabajo:

**Habilidad:** se define como el “aprovechamiento al seguir un método dado” es decir la habilidad que el operario tiene al seguir los pasos para realización de la tarea.

**Esfuerzo:** se define como una demostración del interés y de la voluntad, para trabajar con eficiencia, eso lo podemos observar en la velocidad al realizar las operaciones en la líneas d producción.

**Condiciones:** son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor etc) que afectan al operario y no aquellas que afectan la operación.

**Consistencia:** son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constaste y repetitivas.



**Ilustración 10-Valoraciones del Ritmo de trabajo**

HABILIDAD		ESFUERZO	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 - Habilísimo	+0.12	A2 - Excesivo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 - Excelente	+0.08	B2 - Excelente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 – Bueno	+0.02	C2 - Bueno
0.00	D – Promedio	0.00	D - Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 – Regular	-0.08	E2 - Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.06	A – Ideales	+0.04	A - Perfecto
+0.04	B - Excelentes	+0.03	B - Excelente
+0.02	C - Buenas	+0.01	C - Buena
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente

Fuente: referencia de Libro Estudio del trabajo García Criollo

**VALORACION DE RITMO DE TRABAJO EN EL CICLO TOTAL**

**Tabla 6-Calculo de valoración del ritmo de trabajo**

Habilidad(H)	Esfuerzo(E)	Condiciones(C)	Consistencia(Co)	$\sum(H+E+C+Co)+1.00$	Calificacion %
<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.16</b>	<b>116%</b>

Fuente: Elaboración Propia.



El valor estándar de una operación o ciclo está valorado en 100% si este tiene un menor ritmo de trabajo tendrá un valor menor al 100 pero en este caso las valoraciones encontraron que el ciclo de la producción es de 116% teniendo un valor mayor a lo estándar.

#### **Tiempo observado x Valoración = Constante**

Al calcular el tiempo corregido (suavizado por la valoración), la valoración registrada es el numerador de una fracción en la que el denominador es la valoración estándar. Asumiendo esta valoración estándar es 100, la fracción viene a ser un porcentaje, que al ser multiplicado por el tiempo observado, da la constante denominada **tiempo básico o normal**.

$$\text{Tiempo Observado} \times \frac{\text{Valoración determinada}}{\text{Valoración estándar}} = \text{Tiempo Normal o Básico}$$

$$49.620 \text{ min} * \frac{116}{100} = 57.558 \text{ min}$$

Este tiempo normal o básico, representa el tiempo que se invertiría en ejecutar el ciclo.

### **5.1.3 Calculo de Suplementos**

El cálculo de los suplementos personales es una parte fundamental del estudio de tiempo porque se observan las condiciones de trabajo y el rendimiento que el trabajador puede realizar en su horario laboral.

Antes de continuar sería bueno definir lo que es un suplemento para entender un poco a lo que se refiere este término en el estudio del trabajo y la eficiencia de los trabajadores.

“Un **Suplemento** es el tiempo que se le concede al trabajador para compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingente que son parte regulares de la producción”.

En la realización de Bondex se tomaron en cuenta estos suplementos con forme a la tabla de la **OIT** para obtener mejores resultados en la medición de cada suplemento, ya que cada colaborador tiende a fatigarse y de esta manera bajar su rendimiento en la producción por



esto la empresa **Pegamentos centroamericanos S.A PECASA** tomo en cuenta los siguientes suplementos:

- Suplementos por retrasos personales
- Suplementos por fatiga(descanso)

**Suplementos por descansos:** es el que se añade al tiempo normal para dar al operario la oportunidad de recuperarse de los efectos físicos y psicológicos causados por la ejecución del trabajo en determinada condiciones y para que pueda atender sus necesidades fisiológicas.

El suplemento por descanso tiene dos componentes principales que se utilizaron:

- **Suplementos constantes:** están presentadas por las necesidades personales como ir al baño ir a beber agua. La fatiga básica es una unidad constante y se aplica para compensar la fatiga en su ejecución y por la monotonía del mismo.
- **Suplementos variables:** se añaden cuando las condiciones de trabajo son muy variadas de las indicadas. Por ejemplo, las condiciones climáticas son muy malas y no se pueden cambiar.

#### TABLA DE CÁLCULO DE LOS SUPLEMENTOS PERSONALES

*Tabla 7-Suplemento de trabajo en área de producción*

1. Suplementos constantes		
	Hombre	Mujer
<b>A. Suplementos por necesidades personales</b>	5	7
<b>B. Suplementos base por fatiga</b>	4	4
2. Suplementos variables		
<b>suplemento por postura incomoda</b>	2	3
<b>Uso de fuerza/ energía muscular</b>	9	20
<b>Ruidos</b>	2	2
<b>Muy monótono</b>	1	1
<b>Trabajo bastante aburrido</b>	2	1
<b>Total de suplementos</b>	25	29

Fuente: Elaboración Propia.



Para el cálculo de los suplementos se tiene que tomar en cuenta el tiempo normal calculado por ejemplo si el tiempo normal es de 54.08 minutos por ciclo total entonces el cálculo de suplementos es:

$T_t$  = Tiempo concedido elemental

$$T_t = T_n \times (1 + \text{Suplementos}).$$

En nuestro caso el tiempo es de 57.558 y los suplementos es de 25 el cálculo sería.

$$T_t = 57.558 \times (1 + 0.25) = 71.948 \text{ minutos por ciclo.}$$

**Tiempos obtenidos muestrales. (Datos medidos).****Tabla 8-Tiempos muestrales**

Descripción del Método Actual:	Muestra 1 (21/09/15)	Muestra 2 (21/09/15)	Muestra 3 (01/09/15)	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8	Muestra 9	Muestra 10
Llevar y acomodar marmolina al polin	474.860	755.459	474.860	555.586	527.095	451.117	481.033	766.791	545.586	654.703
Trasportar polín a máquina mezcladora	86.595	86.566	84.300	101.316	96.120	80.085	85.396	87.864	99.492	119.391
Abajase y encender la máquina y subirse.	14.627	16.120	36.388	17.114	16.236	34.569	36.861	16.362	16.806	20.167
Acomodar los materiales (Cemento) y abrir tapa de máquina.	27.507	32.915	52.669	32.183	30.533	50.036	53.354	33.409	31.604	37.925
Abrir los sacos de materiales y comenzar a verterlos.	477.482	581.680	729.293	558.654	530.005	692.828	738.774	590.405	548.598	658.318
Acomodar sacos vacíos en el polín para bajarlo.	3.618	10.486	18.678	4.233	4.016	17.744	18.921	10.643	4.157	4.988
Bajarse y subirse al montacargas	6.265	6.265	14.370	7.330	6.954	13.652	14.557	6.359	7.198	8.638
Bajar el polín del montacargas	10.361	21.368	15.349	12.122	11.501	14.582	15.549	21.689	11.904	14.285
Retirar en monta carga del área de llenado	3.536	5.605	3.026	4.137	3.925	2.875	3.065	5.689	4.063	4.875
Quitar y trasportar sacos vacíos a lugar específico	35.035	33.576	52.086	40.991	38.889	49.482	52.763	34.080	40.253	48.304
Acomodar polín para estibar el producto final.	74.946	104.627	43.747	87.687	83.190	41.560	44.316	106.196	86.108	103.330
Limpiar áreas de llenado	120.297	131.062	414.616	140.747	133.530	393.885	420.006	133.028	138.214	165.857
Llenar bolsa y estibar bolsa en polín	1003.151	912.048	1215.804	1173.687	1113.498	1155.014	1231.609	925.729	1152.560	1383.072
Llevar polín a área de almacenaje	95.488	142.988	190.488	111.721	105.992	180.964	192.964	145.133	109.710	131.652
<b>Total</b>	<b>2433.768</b>	<b>2840.765</b>	<b>2870.814</b>	<b>2291.922</b>	<b>2174.388</b>	<b>2727.273</b>	<b>2908.135</b>	<b>2116.586</b>	<b>2250.668</b>	<b>2700.801</b>

**Fuente: Elaboración Propia**



### **Metodología aplicada de toma de tiempos.**

Para la toma de tiempo se hicieron las mediciones con cronómetros vuelta a cero ya que genera mayor exactitud de medición y más fácil análisis de los datos.

En la primera columna cada una de las actividades están relacionadas con la descripción del proceso estas sirven tanto para los diagramas como para el Cursograma que se hizo anteriormente que son las actividades críticas que dan valor al proceso de elaboración de Bondex por eso en todo el estudio son las que vienen a ser analizadas y tomadas en cuenta para la hora de los cálculos.

Según García criollo el método para la toma de muestra es determinar cada una de las operaciones que más agregan valor al proceso tomando medidas de cada una de ellas las cuales no tengan mucha variación o tengan mayor consistencias para que los cálculos sean más efectivos a la hora del cálculo de la muestra.

Cabe señalar que los 10 datos tomados para el cálculo del tamaño de la muestra no es el total de mediciones ya que se tomaron más mediciones pero por su variación (variación por retrasos, por averías de maquina etc...), no se tomaron en cuenta y solo se contaron lo de mayor confiabilidad.

Estos tiempos tomados se relacionan experimentalmente con el Cursograma analítico para un posterior balanceo de línea dejando claro que solo están dados para efectos de cálculos y que para tener mayor veracidad se necesita hacer el número “n” de mediciones totales.



5.1.4 Cursograma Analítico

	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia en Metros	Cantidad	Tiempo (s)	
1	Llevar y acomodar la marmolina, cemento y químico al polin.	○	□	→	D	▽	6	40	568.709
2	Transportar polin a maquina mezcladora	○	□	→	D	▽	4	1	92.713
3	Abajase y encender la maquina y subirce.	○	□	→	D	▽	5		22.525
4	Acomodar los materiales (Cemento) y abrir tapa de maquina.	○	□	→	D	▽	0	40	38.213
5	Abrir los sacos de materiales y comenzar a vertirlos.	○	□	→	D	▽	0		610.604
6	Acomodar sacos vacios en el polin para bajarlo.	○	□	→	D	▽	0	40	9.748
7	Bajarce y subirce al montacargas	○	□	→	D	▽	5		9.159
8	Bajar el polin del montacarga	○	□	→	D	▽	3	1	14.871
9	Retirar en monta carga del area de llenado	○	□	→	D	▽	6		4.080
10	Quitar y transportar sacos vacios a lugar especifico	○	□	→	D	▽	4	40	42.546
11	Acomodar polin para estibar el producto final.	○	□	→	D	▽	0		77.571
12	Limpiar areas de llenado	○	□	→	D	▽	0		219.124
13	Llenar bolsa y estibar bolsa en polin	○	□	→	D	▽	0	100	1126.617
14	Llevar polin a area de almacenaje	○	□	→	D	▽	6	1	140.710
15	<b>Total</b>						39	263	2977.189

Ilustración 11-Cursograma Analítico

Fuente: Elaboración Propia.

En la primera columna se ubica la descripción del proceso que consta de 14 pasos que se clasifican en diversas formas según la operación. Después en las restantes columnas se ubica la distancia en metros recorrida por los operarios, la cantidad de material que circula por el área de producción y el tiempo que tarda en realizarse cada operación. (Las celdas vacías significan que no se realiza la actividad con carga de materiales o no se hace ningún recorrido para hacer la operación)



5.1.5 Balance de línea propuesto para la producción.

Calculo para suplementos y valoración del ritmo de trabajo					
Seleccione el sexo del operario	Suplemento constante	Suplementos Variables	Valoración Cualitativa.	Valoración Cuantitativa	
Hombre	9	A. Suplemento por trabajar de pie:			
<b>Factor de valoración o ritmo de trabajo:</b>	<b>116%</b>	B. Suplemento por postura anormal	Ligeramente Incomoda	2	
		C. Suplemento por uso de fuerza o la energía muscular (Levantar, tirar o empujar).	20	9	
		D. Suplemento por mala Iluminación.	Bastante por debajo		
		E. Suplemento por condiciones admosfericas.	12		
		F. Suplemento por concentracion Intensa.	Trabajos de cierta precision		
		G. Suplemento por ruido.	Intermitente y fuerte	2	
		H. Suplemento por tension mental.	Proceso bastante complejo		
		I. Suplemento por monotonía.	Trabajo algo monotonoo	1	
		J. Suplemento por tedio.	Trabajo muy aburrido	2	
				Total:	
		Produccion	1	Indice de Producción	0.002083333
		Tiempo en minutos hombres	480	Eficiencia deseada	100%
Balance de Línea.					
Operaciones	Tiempo Promedio (Te)	Tiempo base elemental (Tn)	Tiempo tipo	Numero de Operarios	Numero de operarios reales
Llevar y acomodar la marmolina, cemento y quimico al polin.	568.709	659.702	824.628	1.718	2
Trasportar polin a maquina mescladora	92.713	107.547	134.433	0.280	0
Abajase y encender la maquina y subirce.	22.525	26.129	32.661	0.068	0
Acomodar los materiales (Cemento) y abrir tapa de maquina.	38.213	44.327	55.409	0.115	0
Abrir los sacos de materiales y comenzar a vertirlos.	610.604	708.300	885.375	1.845	2
Acomodar sacos vacios en el polin para bajarlo.	9.748	11.308	14.135	0.029	0
Bajarce y subirce al montacargas	9.159	10.624	13.280	0.028	0
Bajar el polin del montacarga	14.871	17.250	21.563	0.045	0
Retirar en monta carga del area de llenado	4.080	4.732	5.915	0.012	0
Quitar y trasportar sacos vacios a lugar especifico	42.546	49.353	61.691	0.129	0
Acomodar polin para estibar el producto final.	77.571	89.982	112.478	0.234	0
Limpiar areas de llenado	219.124	254.184	317.730	0.662	1
Llenar bolsa y estibar bolsa en polin	1126.617	1306.876	1633.595	3.403	3
Llevar polin a area de almacenaje	140.710	163.224	204.029	0.425	0
<b>Total</b>	<b>2977.189</b>	<b>3453.539</b>	<b>4316.924</b>	<b>8.994</b>	<b>9</b>

Ilustración 12-Balance de Línea

Fuente: Elaboración Propia.

La producción propuesta en el balance es de 100 bolsas de Bondex al día en una jornada laboral de 8 horas y con una eficiencia deseada del 100% dando un total de 9 operarios, cabe señalar que el resultado obtenido de la cantidad de trabajadores en el área de producción de la línea de Bondex es de 9 trabajadores esto es por la cantidad de suplementos necesarios debido a las condiciones y el tipo de trabajo.



### 5.3 Análisis de Distribución de Planta en Función a la Demanda y Capacidad de Producción.

#### 5.3.1 Determinación de espacios.

Para la mayoría de los departamentos de producción el procedimiento para determinación de espacios comienza con el diseño de instalación de manufactura, midiendo la longitud y el ancho de cada estación de manufactura con el fin de determinar la superficie.

En el área de manufactura en la PYME solo se cuenta con 1 maquina cuyas dimensiones están dadas:

Tabla 9-Dimenciones total de maquinaria

Nombre	Longitud (Mts)	x	Ancho (Mts)	=	Metros Cuadrados	x	Número de estaciones	Total
Maquina mescladora	2.26	x	2.83	=	6.40	x	1	6.40

Fuente elaboración propia (Diseño de Instalaciones-Fred E. Meyers 2006- pagina 219)

Para dar un espacio entre contingencias se multiplica el espacio total (6.4 mts) por un coeficiente de 1.5 para sacar el espacio de las maquinas total quedando de esta forma:

$$\text{Espacio total para la maquina} = 6.4 \text{ mts} \times 1.5 = 9.60 \text{ mts}^2$$

Área de recepción y envío.

Las áreas de entrada o tamaño de puertas deben de ser de 9 pies lineales que es el tamaño estándar de un camión. El espacio de maniobra que es comprendido entre la carretera y la entrada es de 45 pies x 11 pies, las oficinas de recepción normalmente son de 100 pies cuadrados. El área interna de recepción y envío principalmente se calcula en dependía de lo que se produce y se transporta por día.

Almacenamiento.

En el almacenamiento para esta planta resguardan las áreas principalmente de materias primas y productos terminados que son los elementos básicos de producción después quedarían los otros insumos que serían los menos importantes como papelerías, productos de limpieza etc...



Cabe señalar que la política de inventarios que se propuso con la investigación realizada en el año 2015 por un grupo de estudiantes de Ing. Industrial de la UNAN-MANAGUA los productos con mayor demanda son:

- Maya Bond Plus.
- Maya Bond Regular.
- Maya Bond Standard.

Donde la mayor cantidad de material prima usa en estos productos es la marmolina o calcio y el cemento. Con esto se identifica que los mayores espacios de almacenamiento de materia prima son la marmolina o calcio y el cemento.

Lo que es la marmolina viene almacenada en sacos con promedio de 45 kg, que ellos los apilan en rumeras unos sobre otro sin orden específico, el cemento lo tienen ubicado sobre polines de 1m x 1m cuadrado con 1m de alto las bolsas de cementos tienen un peso de 42.5 kg.

Las proyecciones de ventas en unidades de sacos y kg están dadas para el primer semestre así:

**Tabla 10-Ventas esperadas en primer semestre 2016**

VENTAS ESPERADAS		
PRODUCTO	UNIDADES	kg
MAYABOND PLUS	9151	182996
MAYABOND REGULAR	2816	56320
MAYABOND STANDARD	2440	48774

Fuente: Propuesta de gestión de inventario (Trabajo de seminario) Neyvin Hernandez.

El total de unidades proyectadas para el primer semestre en ventas serían de 14407 unidades de bolsas de Bondex teniendo un total de 288,090 kg de producto terminado.

Las proporciones para cada uno de los productos están dadas por:

**Tabla 11-Proporciones de materiales en los tipos de Bondex.**

MB.Plus	Proporciones	MB.Regular	Proporciones	MB.Standar	Proporciones
Marmolina	87.50%	Marmolina	89.40%	Marmolina	91.30%
Cemento	12.30%	Cemento	10.40%	Cemento	8.50%
Comviccel	0.20%	Comviccel	0.20%	Comviccel	0.20%

Fuente: Propuesta de gestión de inventario (Trabajo de seminario) Neyvin Hernandez.



De acuerdo a las proporciones y total de kilogramos registrado en la investigación tenemos que el total de materiales requeridos según la gestión de inventarios para el primer semestre del 2016 de la línea de producción de Bondex es de:

- Marmolina para Bondex: 5605 sacos.
- Cemento gris: 765 bolsas.
- Conviccel: 576 kg.

Haciendo la relación de estas cantidades tenemos los requerimientos de materiales por periodos con respecto a las ventas:

**Tabla 12- Requerimiento de materiales según las ventas para el 1er semestre 2016**

PERIODO	MATERIALES		
	Marmolina (Unid.)	Cemento G. (Unid.)	Conviccel (kg)
<b>ENERO</b>	1027	142	106
<b>FEBRERO</b>	603	79	62
<b>MARZO</b>	1010	137	104
<b>ABRIL</b>	1090	152	112
<b>MAYO</b>	670	90	69
<b>JUNIO</b>	1205	165	124

Fuente: Propuesta de gestión de inventario (Trabajo de seminario) Neyvin Hernandez.

El requerimiento de espacio para la pequeña empresa en el área de almacén de materias prima se puede considerar el pronóstico de los tres primeros meses o la mitad de las proyecciones del semestre ya que ellos compran materia prima eventualmente (Cada tres meses más o menos) y no es conveniente hacer un cálculo de espacio sobre un semestre de proyecciones ya que es un tiempo considerable. El espacio a calcular esta tomado del 50% de las proyecciones del semestre quedando de esta manera:

- Marmolina para Bondex: 2803 sacos de marmolina
- Cemento gris: 383 bolsas.
- Conviccel: 288 kg.

El espacio que ocupa un saco de cemento, marmolina y el producto terminado Bondex (Sin importar si es plus, regular o estándar porque tienen el mismo tamaño), es:

**Tabla 13-Dimenciones cubicas de materias primas por unidad.**

	Saco de Marmolina	Bondex	Cemento
Ancho (M)	0.50	0.23	0.32
Largo (M)	0.53	0.50	0.68
Alto (M)	0.15	0.07	0.13
<b>Total en M<sup>3</sup></b>	<b>0.03975</b>	<b>0.00805</b>	<b>0.02829</b>

Fuente: Elaboración Propia Medidas tomado por recolección de información y apoyo (Meyers, 2006).

El espacio total que ocupa un saco de marmolina es de 0.03975 M<sup>3</sup>, un bolsa de Bondex es de 0.00805 M<sup>3</sup> y el de cemento es de 0.02829 M<sup>3</sup> datos que posterior mente nos darán las cantidad de espacio total requerido para almacenamiento de materias primas y productos terminados de acuerdo a las cantidades de ventas.

Calculo del espacio total en almacén de materias primas.

#### **Espacio total de almacenamiento de materias primas y producto terminado.**

El espacio total de materias primas está dado por la cantidad total de materiales que se requieren de acuerdo a las políticas de inventarios que veníamos mencionando anteriormente, para lo que es almacén de materias primas quedaría de esta manera:

**Tabla 14-Espacio total para materias primas.**

	Dimensiones m3	Cantidad unid.	Total m3	Metro cubico apilado en 3 líneas
Saco de Marmolina	0.040	2803.0	111.4	37
Cemento	0.028	383.0	10.8	4

Fuente: Elaboración propia



En la primera columna de datos están las dimensiones totales de lo q es una bolsa de cemento y un saco de marmolina multiplicado por el estimado que se compran cada tres meses de materias primas dando el total en la columna 3, de acuerdo al tipo de materia prima que no se puede almacenar de otra manera que no sea sobre el piso debido al peso se opta por hacer 3 filas de 3 niveles de 1m x 10m por eso el cálculo de 37 en la columna 4.

Almacenamiento de producto terminado.

En el balance de línea se menciona que la producción por jornada (8 horas laborales) en la línea de producción de Bondex es de 1 maquina (105-110) bolsas de Bondex, esta cantidad bien se empolina a en el polín de un metro cuadrado, los retiros de producto terminado en la empresa se hacen semanalmente a su destino de almacenado final lo que quiere decir que el producto terminado normalmente se mantiene por 8 días en la planta ósea se mantienen de 7 a 8 máquinas almacenadas en la planta, sabiendo esto, entonces:

**Tabla 15-Dimenciones totales para almacén de productos terminados.**

Nombre	Longitud (Mts)	x	Ancho (Mts)	X	Alto (Mts)	=	Metros Cúbicos	x	Cantidad total de polines	Total
Polín producto terminado	1	x	1	x	1	=	3	X	8	24 mts <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

En la planta se necesitan 24 metros cúbicos para asegurar el espacio en la plantan de almacenamiento temporal de producto terminado el área determinada para este almacenamiento se deja en 24 metros cuadrados ya que los polines las base es cuadrada.



### Requerimiento de espacio en las oficinas.

Según Meyers los espacios en las oficinas tienen que tener por objetivo minimizar el costo del proyecto, minimizar la productividad del empleado mantener bajo el costo de limpiar y mantener las oficinas, el ruido en ellas se tiene que mantener al mínimo minimizar los costos de energía etc...

La oficina del superviso de producción o encargado de planta que en este caso en PECASA S.A solo se encuentra 1 la oficina se tiene que situar cerca de las áreas de producción y las dimensiones de área de esta oficina es suficiente que sea de 3.05m x 3.05m ya que no se necesita mucho espacio en esta área.

En el resto de la planta se ubican dos oficinas más como propuesta en dependencia de los puestos y la estructura organizacional propuesta en el organigrama para dar un flujo de materiales y proceso para organización de la información y mayor control de en la parte administrativa. Estas dos áreas son la de contabilidad y administración de inventario.

La distribución de planta actual en la empresa no tiene una organización de flujo del proceso y los métodos para la elaboración del Bondex no llevan una economía de movimientos los operarios trabajan de manera que solo les interesa hacer el proceso sin buscar la manera que les facilite el procedimiento y minimizar el esfuerzo ya que la elaboración de este producto es fuerte.



5.3.2 Diagrama de recorrido actual en la empresa y distribución de planta.

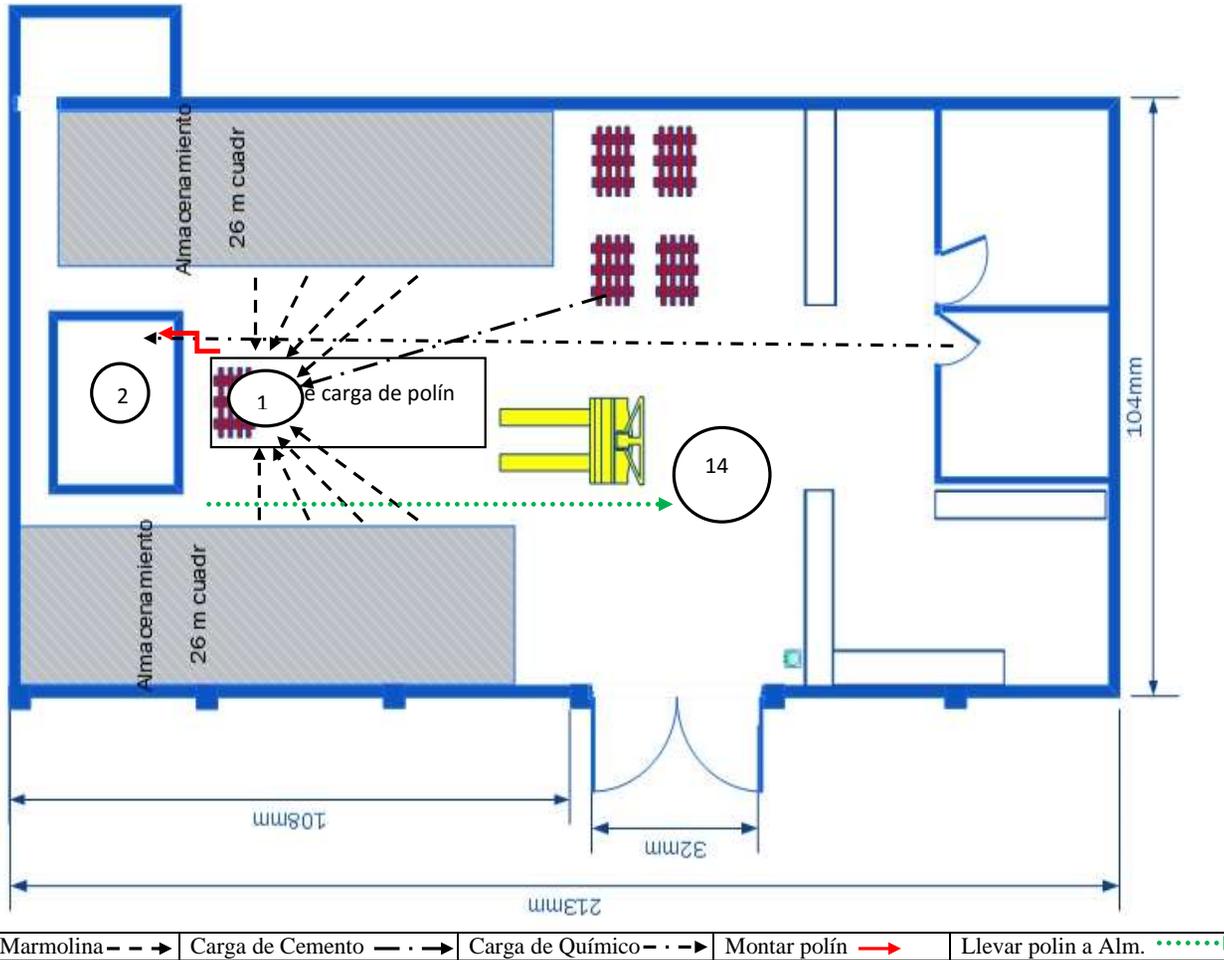


Ilustración 13-Diagrama de recorrido actual.



### 5.3.3 Distribución de planta propuesta y diagrama de recorrido.

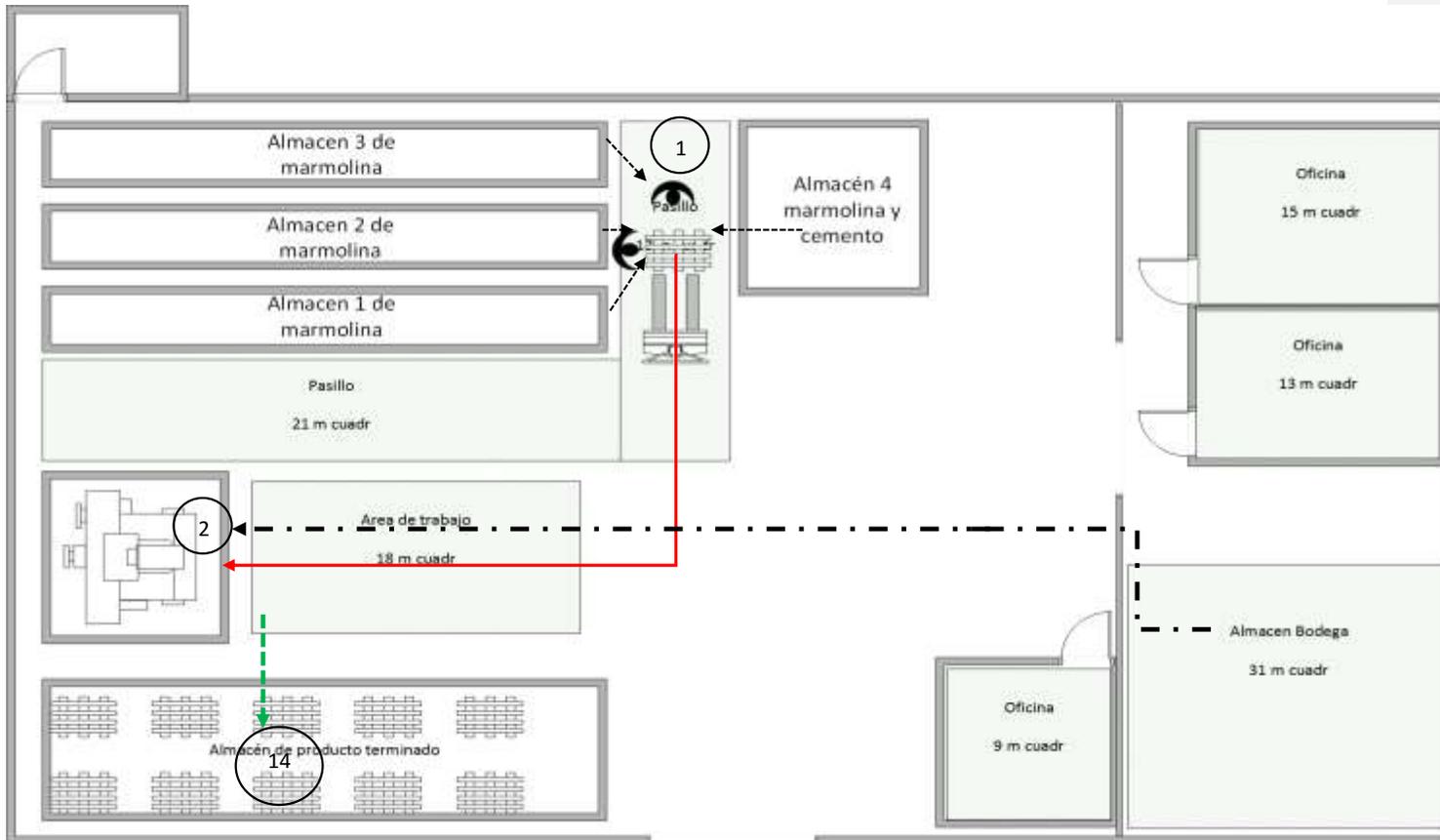


Ilustración 14-Propuesta de distribución de planta y diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia.



Tamaño de almacenes y oficinas de las dos plantas.

**Tabla 16-Tamaño de almacenes y oficinas de las dos plantas.**

	Dimensiones cuadradas totales	Tamaño de almacenes	Tamaño de oficinas	Recorrido de operarios	Recorrido del proceso de producción
Planta Actual	224.92 m <sup>2</sup>	52 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>	170 m	39 m
Planta Propuesta	370.2 m <sup>2</sup>	65 m <sup>2</sup>	27 m <sup>2</sup>	69 m	58.5 m

Fuente: Elaboración propia.

En promedio el operario recorre una distancia de 3.5 metros para acomodar 1 bolsa de marmolina en el polín en la primera operación el proceso de elaboración del Bondex y sabiendo que para producir una maquina (105 a 110 bolsas de Bondex), se necesitan 40 bolsas de marmolina eso quiere decir que en la primera operación ellos hacían un recorrido con peso de 140 metros lineales para acomodar la marmolina más el acarreo de las 5 bolsas de cemento que recorrían 6 metros ellos en total recorren 170 metros lineales solo en la primera operación.

El recorrido de los operarios en la operación de la planta 2 disminuye debido a la ubicación de los almacenes, esto es un resultado positivo ya que el esfuerzo disminuye y aumenta la productividad y disminución de tiempo del trabajador. Pero el aumento de recorrido de proceso en la planta propuesta aumenta pero no influye en la ergonomía del trabajo ya que las actividades a realizar son de mínimo esfuerzo.

Se hace bastante hincapié en esta primera operación porque es una de las actividades más fuerte en la elaboración de este producto y lo que se quiere es dar una recomendación para disminuir el esfuerzo de trabajo a los operarios.



## 6 CONCLUSIONES.

En el presente trabajo se logró describir de manera precisa como se trabaja en la fabricación de pegamento para cerámica (Bondex) en la presentación de 20 kg estándar a través de un estudio de método determinando las actividades necesarias que agregan valor al proceso.

Se formalizó un estudio de tiempo logrando encontrarse los tiempos estándares, y la capacidad productiva en cada operación realizada a la hora de efectuarse la producción del Bondex, los suplementos necesarios y la valoración del ritmo de trabajo de los operarios, analizando las cantidades necesarias de operarios en el área de fabricación

Se determinó el espacio requerido en dependencia a la capacidad de ventas o pronóstico de ventas analizando el inventario y las áreas de almacenamiento y redistribución en dependencia a las cantidades de almacenaje además de y recorrido de la línea de producción.



## 7 RECOMENDACIONES.

1. Implementar el método de recorrido o circulación de materiales en la planta para aminorar los esfuerzos de los operarios y ahorrar en tiempo.
2. Tomar el debido control de con respecto a la producción y los tiempos estandarizados en el proceso tomándolo como un lineamiento base para el nuevo método.
3. Implementar y controlar los espacios necesarios de almacenes, oficina y la ubicación de estas mismas para tener una mejor propuesta para producción debido al crecimiento que ha tenido esta empresa.



## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Duran, F. A. (2007). *INGENIERIA DE METODOS*.
- ✓ Garcia, C. (2007). *Estudio del Trabajo - Ing. de métodos y medición del trabajo*. Mc Graw Hill.
- ✓ *INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO-CUARTA EDICION*. (1996). GINEBRA.
- ✓ Meyers, F. E. (2006). *DISEÑO DE INSTALACIONES*.
- ✓ Neira, A. C. (2006). *TECNICAS DE MEDICION DEL TRABAJO*. FC Editorial.



## 9 ANEXOS.

Anexo 1.1 cuestionario no estructurado.

### **Al gerente.**

¿Tienen normalizado el proceso de producción de la fabricación de pegamento para piso Bondex?

¿Qué tan importante le sería el estudio para su empresa?

¿Los espacios son cómodos para la circulación del proceso en la empresa actualmente?

### **A los operarios.**

¿Tienen algún estándar de cómo llevar una secuencia lógica de los pasos a seguir en el proceso?

¿Tienen algún tiempo estimado o estandarizado del tiempo que se deben de llevar para la elaboración del Bondex?

¿Las condiciones para trabajar son buenas?

¿Cuánto es la capacidad de la maquina por producción para la elaboración de un lote? ¿Lo tienen estandarizado?

### **A la encargada de producción.**

¿El proceso de fabricación es el mismo siempre?

¿Cuánto tiempo es el requerido para hacer una maquina? ¿Lo tienen normalizado o estandarizado?

¿Tienen alguna hoja de producción o algún control sobre la producción diaria?



*Ilustración 15- Presentación del Bondex en polines*



*Ilustración 16- Funcionamiento del motor y acople con tanque mezclador*



*Ilustración 17-Area de trabajo de los operarios (Llenado de bosas)*



*Ilustración 18-Maquina mezcladora.*



**Ilustración 19-Montacargas**



**Ilustración 20-Montacargas**



Plano externo de PECASA.



**Ilustración 21-Plano Externo de PECASA**

Fuente: Elaboración Propia.