



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD Y MEJORA EN EL PROCESO  
DE FABRICACIÓN DE BLOCKS, EN LA EMPRESA PROCOMAZ**

**Luis Alberto Alonzo López**

**Asesorado por: Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas**

**Guatemala, marzo de 2009**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD Y MEJORA EN EL PROCESO DE  
FABRICACIÓN DE BLOCKS, EN LA EMPRESA PROCOMAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**LUIS ALBERTO ALONZO LOPEZ**

ASESORADO POR: INGA. KARLA MARTÍNEZ  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MARZO DE 2009

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
<b>VOCAL I</b>	Inga. Glenda Patricia García Soria
<b>VOCAL II</b>	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
<b>VOCAL III</b>	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
<b>VOCAL IV</b>	Br. Milton De León Brán
<b>VOCAL V</b>	Br. Isaac Sultan Mejía
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
<b>EXAMINADOR</b>	Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras de Akú
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Victor Hugo García Roque
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD Y MEJORA EN EL PROCESO DE  
FABRICACIÓN DE BLOCKS, EN LA EMPRESA PROCOMAZ**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 27 de noviembre de 2007.



**LUIS ALBERTO ALONZO LÓPEZ**

Guatemala, 12 de Enero de 2009

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente.

Estimado Ingeniero Gómez Rivera.

Respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que como Asesora del trabajo de graduación del estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial LUIS ALBERTO ALONZO LOPEZ, procedí a revisar el informe final de trabajo de graduación titulado:

**"ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD Y MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOCKS EN LA EMPRESA PROCOMAZ"**

En tal virtud, lo doy por APROBADO, solicitándole darle el trámite correspondiente. Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

  
Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas  
Colegiado No. 5.706  
ASESORA

**INGA. KARLA MARTÍNEZ**  
Colegiada 5.706


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD Y MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOCKS EN LA EMPRESA PROCOMAZ**, presentado por el estudiante universitario **Luis Alberto Alonzo López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Danilo González Trejo  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO ACTIVO NO. 01152

Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2009.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD Y MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOCKS, EN LA EMPRESA PROCOMAZ**, presentado por el estudiante universitario Luis Alberto Alonzo López, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECCION SAN CARLOS  
Escuela Mecánica Industrial  
DIRECCION  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, marzo de 2009.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.094 -09

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD Y MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOCKS, EN LA EMPRESA PROCOMAZ**, presentado por el estudiante universitario **Luis Alberto Alonzo López**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, abril de 2009.

/cc



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por haberme dejado conocerlo de verdad en este proceso de mi vida y ser parte de ella, dejándome ver la vida de otra manera, transformando mi carrera en una profesión excelente, por eso y muchas cosas más gracias.
<b>Mi madre</b>	Luisa, por brindarme la oportunidad de desarrollarme, por su tenacidad, valores, profesionalismo, esmero, fuerza, y por su amor, mil gracias. Te quiero mucho.
<b>Mi padre</b>	Jesús, por sus consejos, mil gracias. Te quiero mucho.
<b>Mis hermanos</b>	Geovani, por su ejemplo, consejos, apoyo gracias; Marvin, por apoyo incondicional; Yessy, por su apoyo incondicional.
<b>Mi familia en general</b>	Por creer en mí, sus palabras de aliento y ruegos de bendiciones.
<b>Mis sobrinos</b>	Por su ternura, alegría y regalarme su cariño siempre.
<b>Familia Palacios Palacios</b>	Por su apoyo, sus consejos y su ayuda incondicional, por ser unas personas especiales, muchas gracias.
<b>Todos mis amigos</b>	Que de una forma u otra siempre han estado brindándome su apoyo, su confianza, cariño y gran amistad.

**Asesora**

Por su paciencia y dedicación brindada durante el desarrollo de mi trabajo.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>IX</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XVII</b>
<b>1. ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1    Antecedentes de la empresa.....	1
1.1.1    Misión.....	1
1.1.2    Visión.....	2
1.1.3    Objetivos.....	2
1.2    Descripción de la empresa.....	2
1.3    Ubicación de la empresa.....	3
1.4    Actividad a la que se dedica la empresa.....	4
1.5    Aspectos para la puesta en operación.....	5
1.5.1    Legales.....	5
1.5.2    Técnicos.....	5
1.5.3    Financieros.....	7
1.6    Estructura organizacional.....	8
1.7    Análisis FODA.....	9
1.8    Descripción del producto.....	11
1.8.1    Descripción de la materia prima.....	13
1.9    Razón social.....	14
<b>2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>15</b>
2.1    Distribución actual de la fábrica.....	15
2.1.1    Diagramas del proceso.....	17

2.2	Proceso de elaboración de blocks.....	18
2.2.1	Descripción del proceso de fabricación.....	19
2.2.2	Diagramas actuales.....	21
2.3	Calidad.....	24
2.3.1	Tasa de desperdicios/reprocesos.....	25
2.4	Programa de mantenimiento.....	25
2.4.1	Preventivo.....	25
2.4.2	Correctivo.....	26
2.5	Eficiencia de Producción.....	27
2.6	Recurso humano de la empresa.....	27
2.7	Aspectos legales.....	28
2.8	Estudio de la demanda actual del mercado.....	28
2.9	Tiempo tasa de entrega.....	29
2.10	Seguridad y número de accidentes por mes.....	30

### **3. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE**

<b>3.1</b>	<b>Diagnóstico del proceso de automatización.....</b>	<b>31</b>
3.2	Ventajas del proceso.....	31
3.2.1.1	Aumento de producción.....	31
3.2.1.2	Mayor eficiencia de planta.....	32
3.3	Costos.....	33
3.3.1.1	Costo de maquinaria nueva.....	33
3.3.1.2	Valor presente neto por máquina.....	38
3.3.1.3	Tasa interna de retorno por máquina.....	41
3.4	Descripción del método propuesto del proceso de fabricación.....	43
3.4.1.1	Diagramas propuestos.....	44
3.5	Mejorar la estructura organizacional.....	47
3.5.1	Recurso humano.....	49

3.5.2	Ambiente de trabajo.....	52
3.6	Innovación del recurso tecnológico.....	60
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO.....</b>	<b>61</b>
4.1	Comparación de las eficiencias.....	61
4.2	Mantenimiento del equipo.....	61
4.2.1	Tipos de mantenimiento para maquinaria automática.....	61
4.3	Capacitación para nuevos técnicos en máquinas automáticas.....	64
4.4	Implantación del proyecto.....	67
4.4.1	Capacitación al personal.....	67
4.4.2	Aplicación de los procedimientos.....	68
4.4.3	Aplicación de parámetros y normas.....	69
4.5	Realización de los ajustes necesarios a los procedimientos, con el fin de optimizar el tiempo de cambio.....	70
4.6	Crear una cultura de trabajo en equipo.....	70
<b>5.</b>	<b>PLAN DE SEGUIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO.....</b>	<b>73</b>
5.1	Medición de los resultados obtenidos.....	73
5.1.1	Comparación de los resultados antes y después de la implementación.....	75
5.2	Formatos de tiempos muertos (maquinaria en reparación).....	76
5.3	Cálculo de personas teóricas y reales necesarias de mano de obra directa.....	77
5.4	Carga o ritmo de trabajo.....	77
5.5	Requerimiento de operarios.....	77
5.6	Asignación de cargas de trabajo.....	78
5.7	Combinación de Operaciones.....	78
5.8	Balance de líneas.....	79
5.8.1	Concepto.....	79

5.8.2	Características .....	81
5.9	Plan de mejora continua.....	82
5.9.1	Estudio de productos sustitutos .....	82
5.9.2	Producción y productividad.....	83
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>85</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>89</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>91</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Fábrica de Blocks Procomaz	3
2.	Ubicación entrada Fábrica Procomaz	4
3.	Fotografía de mezcladora	6
4.	Fotografía de maquinaria para fabricar blocks	6
5.	Organigrama de la empresa	8
6.	Descripción del block 20X40X40	11
7.	Descripción del block 10X20X40	11
8.	Descripción del block 15X20X40	12
9.	Descripción del block U 15X20X40	12
10.	Descarga de cemento en fábrica y selecto hacia bodega	13
11.	Descarga de arena en fábrica	13
12.	Plano de la Fábrica Procomaz	16
13.	Producto terminado	20
14.	Galera donde se fabrica el block	20
15.	Producción semanal de la Fábrica	29
16.	Máquina automática	33
17.	Máquina Esmma	34
18.	Máquina Esmma Hidráulica	34
19.	Máquina Esmma 2000	36
20.	Máquina Esmma 3000	37
21.	Organigrama de la Empresa propuesto	48

## TABLAS

I.	FODA de la Fábrica Procomaz	9
II.	Eficiencia del personal de producción	27
III.	Comparación equipo Esmma 1000 básico y Completo	35
IV.	Comparación equipo Esmma 2000	36
V.	Comparación equipo Esmma 3000	38
VI.	Comparación VPN maquinaria	41
VII.	Comparación TIR maquinaria	42
VIII.	Formato de toma de tiempos	74
IX.	Formato de tiempo muerto	76



## LISTA DE ABREVIATURAS

mts.	Metros
av.	Avenida
cm.	Centímetros
seg.	Segundos
hrs.	Horas
HP.	Caballos de fuerza
HZ.	Hertz



## LISTA DE SÍMBOLOS



Operación de proceso



Inspección de proceso



Demora en proceso



Bodega de producto



## GLOSARIO

<b>Adoquín</b>	Piedra labrada en forma de prima rectangular para empedrados y otros usos.
<b>Bovedilla</b>	Es la una bóveda pequeña entre viga y viga del techo de una habitación.
<b>Caldera</b>	Aparato en el que el agua se calienta hasta su ebullición para producir vapor.
<b>Desmoldeo</b>	Operación de sacar del molde sacudiendo y teniendo en cuenta la contratación para evitar que la pieza sufra agrietamiento.
<b>Hidráulico</b>	Equipo que se mueve con ayuda del agua.
<b>Lúmenes</b>	Unidades de flujo luminoso equivale al flujo emitido sobre una superficie de una candela de intensidad.
<b>Mezcladora</b>	Aparato que mezcla en este caso los elementos para la producción de blocks.
<b>Salvaguarda</b>	Efecto de defender y amparar.
<b>Trifásico</b>	Sistema que consta de tres fase, se aplica a un conjunto de tres tensiones eléctricas senoidales desfasadas una de otra $120^\circ$ .



## RESUMEN

La mejora en sistemas de producción, tanto en productividad como en eficiencia requieren de estudios financieros, esto con el fin de verificar cuáles serán los beneficios al efectuar los cambios requeridos por el mercado, actualmente la empresa opera con maquinaria en su mayoría manual que necesita de un cambio para incrementar su nivel de producción.

Actualmente, la demanda de estos productos es en su mayoría significativa, ya que día a día se construyen casas en nuestro país y esto lleva a las empresas a generar cambios en pro de la satisfacción del cliente, tanto en calidad como en la cantidad que este solicite, esto hace necesario los estudios de la situación actual en que se encuentra la empresa para ver las oportunidades y generar un cambio con el que se pueda cumplir las expectativas y demandas del mercado.

El consumo de este producto no disminuye, por el contrario aumenta cada día causando que sea una necesidad poder producir a mayor volumen y mantener los estándares de calidad, es por ello la necesidad de implementar nuevos sistemas de producción que garanticen la calidad y cantidad del producto.

Para verificar los resultados que se obtienen se efectuaron investigaciones financieras que concluyen en que las industrias con maquinaria automática producen y cubren la demanda que otras empresas no pueden cumplir, ya que las cantidades con que estas empresas trabajan son mayores.

Finalmente, para garantizar la mejora continua y que la empresa tenga una ventaja competitiva se realiza un plan de seguimiento y administración de los recursos con los que cuenta la empresa, estos garantizaran un cambio cuando este sea necesario y adaptará a la empresa a nuevos sistemas

tecnológicamente superiores, con el fin de producir con la misma calidad pero con menor recurso económico.



# OBJETIVOS

## GENERAL:

Realizar el estudio de la productividad y mejora por medio de nuevos sistemas de fabricación automática de producción de blocks.

## ESPECÍFICOS:

1. Establecer una mejor producción verificando la productividad de la maquinaria con que cuenta la fábrica, identificando las mejoras necesarias.
2. Identificar en que proceso se puede mejorar el sistema de producción de la empresa.
3. Identificar el perfil del personal apto para realizar el trabajo en esta industria, implementar sistemas de motivación y capacitación al personal.
4. Verificar el beneficio en cuanto a las diferentes opciones sugeridas, según los estudios realizados de tasa interna de retorno (TIR) y valor presente neto (VPN).
5. Sugerir el mejor plan para mantener una mejora continua y garantizar la competitividad en la empresa.
6. Diagramar el proceso de producción con el que opera actualmente la planta, así también realizar los diagramas de los nuevos procesos.
7. Determinar la importancia y efecto de un correcto mantenimiento para la maquinaria automática.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente en las industrias los beneficios que se tienen al cambiar la forma de producción son muchos, ya que la competencia cada día utiliza nuevas técnicas de fabricación automática y con esto reduce los costos en mano de obra y en errores que causan desperdicios y por consiguiente, pérdidas a la empresa. Es por ello, es necesario el cambio en los sistemas de producción que en las industrias guatemaltecas de este tipo es en su mayoría manual.

Los sistemas mecanizados realizan operaciones más eficientes y dependen de menores costos para el control de estos; lo cual beneficia los objetivos de las empresas, ya que la inversión genera una ganancia y beneficios al producir con mayor nivel de producción y mejor calidad en los productos.

Las industrias hoy en día que no generen esta clase de cambios en su producción, corren el riesgo de no poder competir y no reaccionar frente a cambios que el mercado tenga en demanda y calidad. También disminuye su competitividad frente a la competencia; ya que su volumen en producción será siempre menor que el de una empresa ya automatizada.

Por lo tanto, tomando como una herramienta fundamental la tecnología es necesaria innovar y desarrollar nuevos sistemas de producción, esto con el fin de fomentar la expansión y oportunidad de mercado de la empresa en su ramo. Todo esto con el objetivo primordial de toda empresa que es optimizar sus recursos y aumentar sus ganancias.



# **1. ASPECTOS GENERALES**

## **1.1 Antecedentes de la empresa**

La empresa Procomaz es una empresa guatemalteca dedicada a la elaboración de blocks en distintas medidas y formas, fue fundada por su propietario el señor Julio Mazariegos, iniciándose en la fabricación de blocks, en la que actualmente además de fabricar blocks también se comercializa piedras de colores, piedras volcánicas y arena cernida, utilizada para repello, además piedra de laja utilizada para chimeneas, jardines y churrasqueras; hoy por hoy se cuenta con más variedad de productos que se encuentran posicionados en un mercado que requiere mayor nivel de producción, ya que son utilizados en la construcción grandes volúmenes de blocks, por el aumento de una demanda que cada día crece, se ha visto la necesidad de estandarizar algunos de los procesos más necesarios.

El nombre de PROCOMAZ significa Productos de Construcción Mazariegos, cuenta con operarios calificados a los cuales se les ha garantizado la estabilidad laboral, un lugar donde vivir, educación y todos los servicios básicos.

### **1.1.1 Misión**

Procomaz fabrica y comercializa innovadores productos de construcción de la más alta calidad, con el propósito de servir a las necesidades de la industria de la construcción, creando una fuente de desarrollo profesional y económico para sus trabajadores, en un ambiente de armonía y obtener la mayor rentabilidad sobre las inversiones de sus accionistas.

### **1.1.2 Visión**

Ser una empresa líder en la producción y comercialización de productos de construcción innovadores, contar con la mejor distribución a nivel nacional y con la mejor calidad en los productos e internacionalizar sus productos a nivel centroamericano para el año 2,010.

### **1.1.3 Objetivos**

Mantener la calidad en el producto y estabilidad laboral en sus empleados, garantizando así la producción requerida por la demanda.

Lograr adaptarse al mercado con productos nuevos en la rama de la construcción.

Establecer niveles de calidad con el fin de crear un ambiente de confianza entre los clientes y la empresa.

## **1.2 Descripción de la empresa**

La empresa alquila un terreno de 100mts. de largo por 60mts.de ancho, en esta se encuentra el área administrativa que está construida con terraza y equipada con herramientas para el control de la producción, el área de trabajo está construida con lamina con una estructura metálica al aire libre, es de un solo nivel por el tipo de maquinaria utilizada y la fragilidad del material al momento de elaborarse, también cuenta con el área de producto terminado que para comodidad de los empleados se encuentra a la par del lugar de producción, en esta área se deja el producto para el secado del producto. La empresa cuenta con todos los materiales para fabricar los blocks, los cuales son pedidos a los

proveedores de acuerdo con control de inventario y dejados en el área de almacenaje de materia prima ubicado a la par del área de producción.

**Figura 1. Fábrica de Blocks Procomaz**



Fuente. Fotografía propia tomada en fábrica

Puede observarse el área de trabajo ubicada en la galera, además el área donde el producto se deja para el secado para su posterior distribución.

### **1.3 Ubicación de la empresa**

PROCOMAZ se encuentra ubicada en la 6 av. Calle 25-55 de la Zona 1 de Mixco, Carretera a Ciudad Satélite, tiene acceso por la carretera interamericana kilometro 16.5. (Ver anexo 4)

**Figura 2. Ubicación entrada Fábrica Procomaz**



Fuente. Fotografía tomada en fábrica

En la fotografía anterior se muestra la entrada hacia la izquierda sobre la carretera.

#### **1.4 Actividad a la que se dedica la empresa**

La actividad principal de la empresa es la producción de blocks de diferente tamaño y forma la cual está certificada por cementos progreso, midiendo la calidad del producto y garantizando la calidad del mismo. Se pone a la disposición de los consumidores la venta de todo tipo de Blocks, piedras de colores, piedras volcánicas y arena cernida utilizada para repello, además piedra de laja utilizada para chimeneas, jardines y churrasqueras (Ver anexo 3), todos los materiales son elaboradas con la más alta calidad y procesos manuales los cuales son garantizados.



## **1.5 Aspectos para la puesta en operación**

La empresa Procomaz inicialmente evaluó la necesidad de tener diferentes aspectos para la puesta en marcha de la producción de los diferentes productos que ofrece, los aspectos principales analizados y evaluados para la puesta en operación fueron los siguientes.

### **1.5.1 Legales**

Para los aspectos legales de la empresa se inició en el registro mercantil con la autorización de todo lo necesario para la inscripción de la misma. Para ello se siguió los siguientes pasos:

- Inscripción de la empresa.
- Trámite de Patente de Comercio.
- Autorización de Libros de compras, ventas e inventarios.
- Pago de impuestos.

Se constituyó como una empresa individual y en la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT) se encuentra registrada como empresa de productos para la construcción, cumple además con todos los impuestos de ley extendiendo facturas a todos sus clientes.

### **1.5.2 Técnicos**

La empresa cuenta con la maquinaria suficiente para la producción a gran escala de blocks de diferente tamaño, entre la maquinaria y herramienta esta lo siguiente:

- Maquinaria para elaborar el block(1 mezcladora, 3 máquinas de Producción)

- Herramientas manuales (palas para transporte de arena, azadones para extracción de la arena, cubetas para transportar material como selecto)

La mezcladora utilizada fue elaborada específicamente para la empresa con un pedido especial para poder trabajar la cantidad, esta trabaja con corriente de 220 Kw

**Figura 3. Fotografía de mezcladora**



Las máquinas de producción actualmente son tres y están conformadas por un motor operado con corriente de 110 Kw

**Figura 4. Fotografía de maquinaria para fabricar blocks**



### 1.5.3 Financieros

Con la finalidad de prever los costos y gastos de operación en el aspecto financiero se estudio desde un inicio la capitalización de la puesta en marcha de la empresa familiar hasta los análisis necesarios, esto con el fin de garantizar una rentabilidad en el mismo. Los pasos fueron los siguientes:

- Capital mínimo para la puesta en operación.
- Estudio de rentabilidad.
- Punto de equilibrio
- Estados financieros

Además en el aspecto financiero se debe de basar en realizar cálculos por medio de métodos de evaluación de proyectos en forma económica, los cuales nos indicaran con certeza si es conveniente dicho proyecto, en los cuales lo podemos realizar en tres diferentes métodos los cuales son:

Para poder ver la conveniencia de implementar un nuevo proyecto que cambie el sistema de producción actual se realizó como primero un análisis B / C (costo beneficio) este método proporciona la cantidad que se obtiene por cada quetzal invertido en el proyecto, si el beneficio costo es mayor que uno el proyecto es aceptable ya que se genera ganancias por cada quetzal invertido en el proyecto.

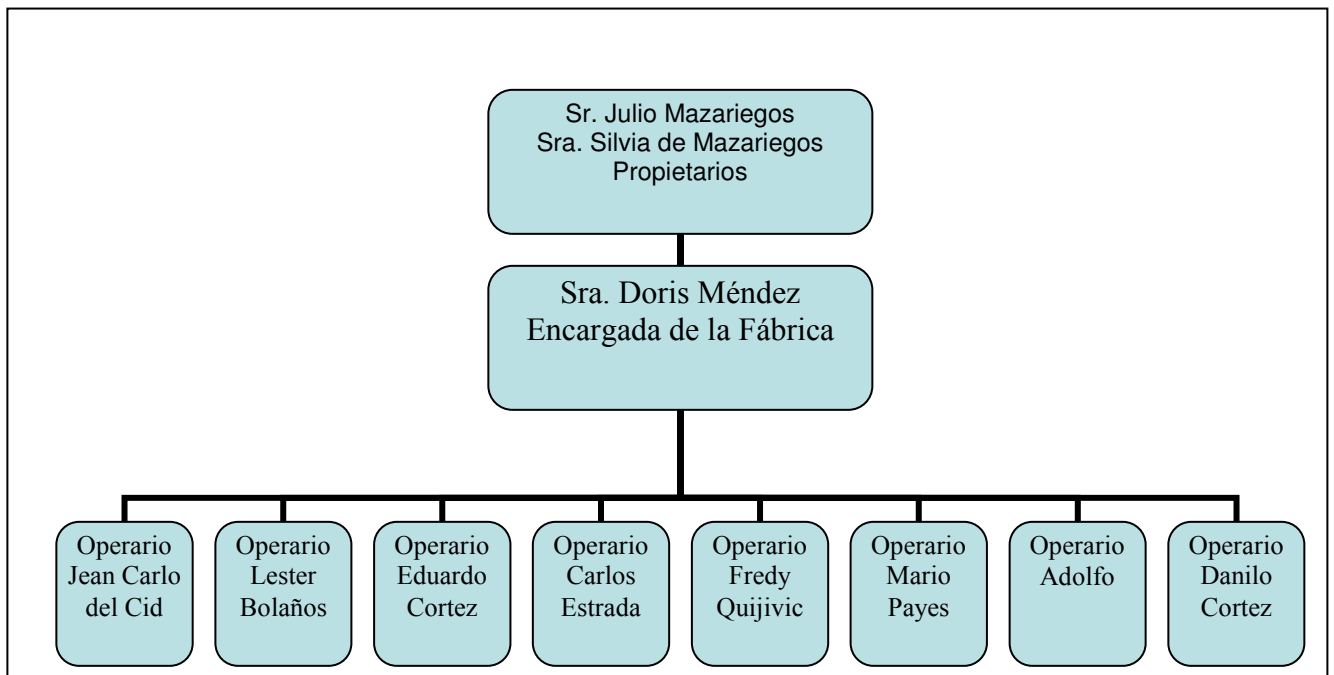
La inversión del primer sistema de producción fue de Q. 435,840.00 esta incluía la maquinaria principal con una máquina mezcladora, tres maquinas productoras de block y herramientas varias, con esta inversión el beneficio obtenido era de Q. 764,539.90 con lo que la relación de beneficio costo de la inversión inicial fue de 1.75 que significaba una ganancia de 0.75 por cada quetzal invertido.

Hay tener en cuenta la tasa de interés que pagaría un banco o una financiera por tener nuestro dinero en su poder (TASA DE OPORTUNIDAD) así también la tasa de inflación que afecta a nuestro país, ya que esta afecta tanto en ventas como en compra de insumos.

### 1.6 Estructura organizacional

La empresa cuenta con objetivos y metas bien definidos por lo que la estructura organizacional debe estar bien definida, la cual tiene un organigrama que está diseñado, con el fin de agilizar los movimientos y proyectos que se deben realizarse. El organigrama con el cual trabaja la empresa es el siguiente:

**Figura 5 Organigrama de la Empresa**



Fuente: Organización actual de la Fábrica

## 1.7 Análisis FODA

El siguiente es un análisis de la técnica FODA aplicada a la empresa productora de Blocks Procomaz, tomando en cuenta todo lo que se relaciona con ella visto desde lo interno de la empresa como lo externo. El análisis se efectúa con el fin de ver cuáles son los puntos fuertes de la empresa y los débiles que deben enfatizarse y ponerles atención.

**Tabla I. FODA de la Fábrica Procomaz**

<b>FORTALEZAS</b>	Muestran las fortalezas que la empresa tiene y utiliza para competir en el mercado de productos para la construcción, estas generan un ambiente de confianza para los clientes tanto reales como potenciales ya que garantizan el producto y los servicios que se presten.
Calidad en productos	
Accesibilidad de insumos	
Precios competitivos	
Estrategias de mercado adaptables	
Flexibilidad	
Rentabilidad	
Adaptación	
<b>DEBILIDADES</b>	Existen debilidades que deben tomarse en cuenta, ya que por ser factores internos pueden evitarse y tratar de resolverlos.
Eficiencia relativamente baja	
Suministros deficientes	
Sacadores de block no utilizados	
Cojinetes de los vibradores	

Continúa.	
<b>OPORTUNIDADES</b>	Nos muestran factores que deben estudiarse y tomar muy en cuenta ya que dan la oportunidad de crecimiento frente a otras empresas de la misma categoría.
Más Aditivos, para dar aún más calidad	
Ampliación del Terreno	
Automatización del proceso de fabricación de blocks	
Estandarización de los Procesos Mayor Inversión	
<b>AMENAZAS</b>	Son factores que no puede manejar ninguna empresa más sin embargo puede tomar estrategias para llevar a cabo el mejoramiento y evitar tener esta clase de amenazas en la empresa.
Los precios de la competencia (competencia desleal)	
La inflación	
Los elevados costos de materia prima La automatización de la competencia	

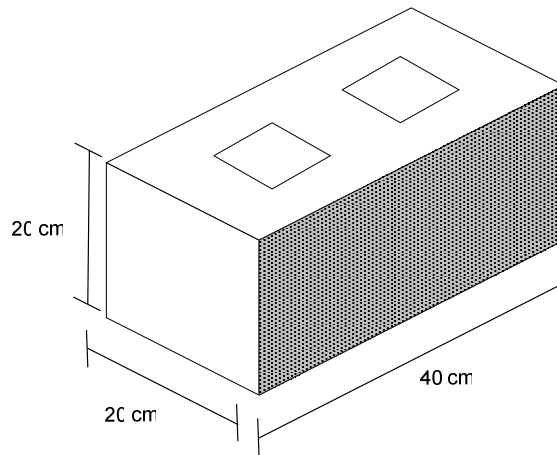
Fuente: Información tomada de la Fábrica

### 1.8 Descripción del producto

El producto líder de la empresa es el block en sus diferentes medidas, las cuales se encuentran definidas a continuación con sus respectivas ilustraciones:

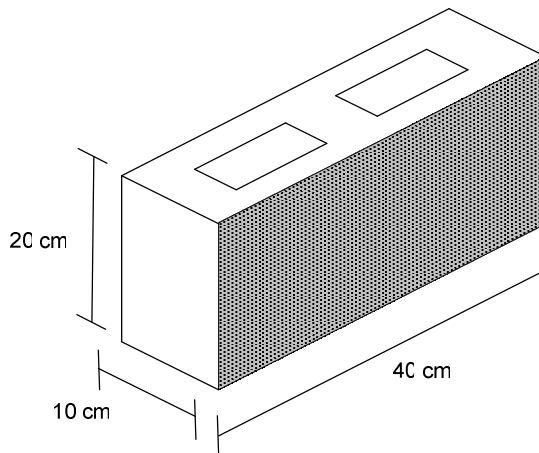
Block de 20cm. x 40cm. x 40cm.      A un precio de Q 2.90

**Figura 6. Descripción del block 20X40X40**



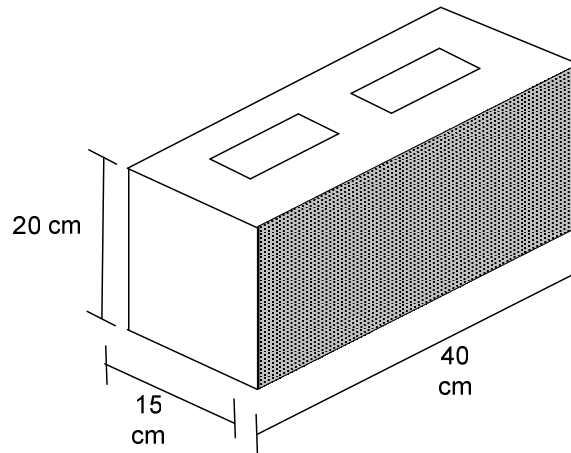
Block de 10cm. x 20cm. x 40cm.      A un precio de Q 2.10

**Figura 7. Descripción del block 10X20X40**



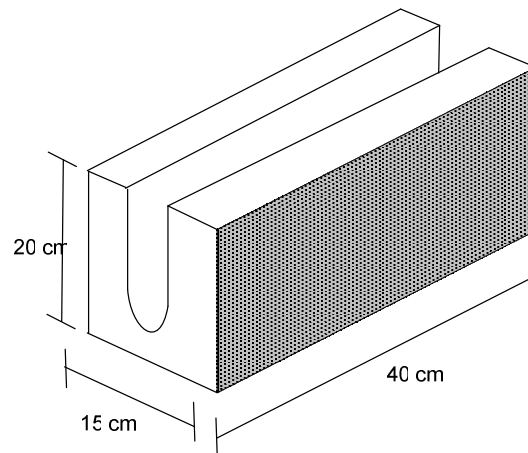
Block de 15cm. x 20cm. x 40cm. A un precio de Q 2.15

**Figura 8. Descripción del block 15X20X40**



Solera "U" 15cm. x 20cm. x 40cm. a un precio de Q 2.25.

**Figura 9. Descripción del block U 15X20X40**





### 1.8.1 Descripción de la materia prima

Para llegar a producir un block de primera calidad es necesario contar con la materia prima que es uno de los factores que más influye a la hora de obtener un producto con alta calidad, la materia prima utilizada para la fabricación de blocks es una mezcla los de siguientes materiales:

- Cemento
- Arena blanca
- Selecto
- Agua
- Luz solar

**Figura 10. Descarga de cemento en fábrica y selecto hacia bodega**



Fuente: Fábrica procomaz

**Figura 11 Descarga de arena en fábrica**



Fuete: Fábrica Procomaz

## **1.9 Razón social.**

La empresa se dedica a proporcionar a la población blocks bajo estándares de calidad con normas de Cementos Progreso (ISO 9000, 2000) que garantizan un producto de excelencia.

Además proporciona a todos sus trabajadores, vivienda con todos los servicios y oportunidad de asistir a Escuelas de enseñanza, cubriéndoles la totalidad de los gastos que conlleve y con esto garantizar la superación de la mano de obra que labora en la empresa.

## **2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1 Distribución actual de la fábrica**

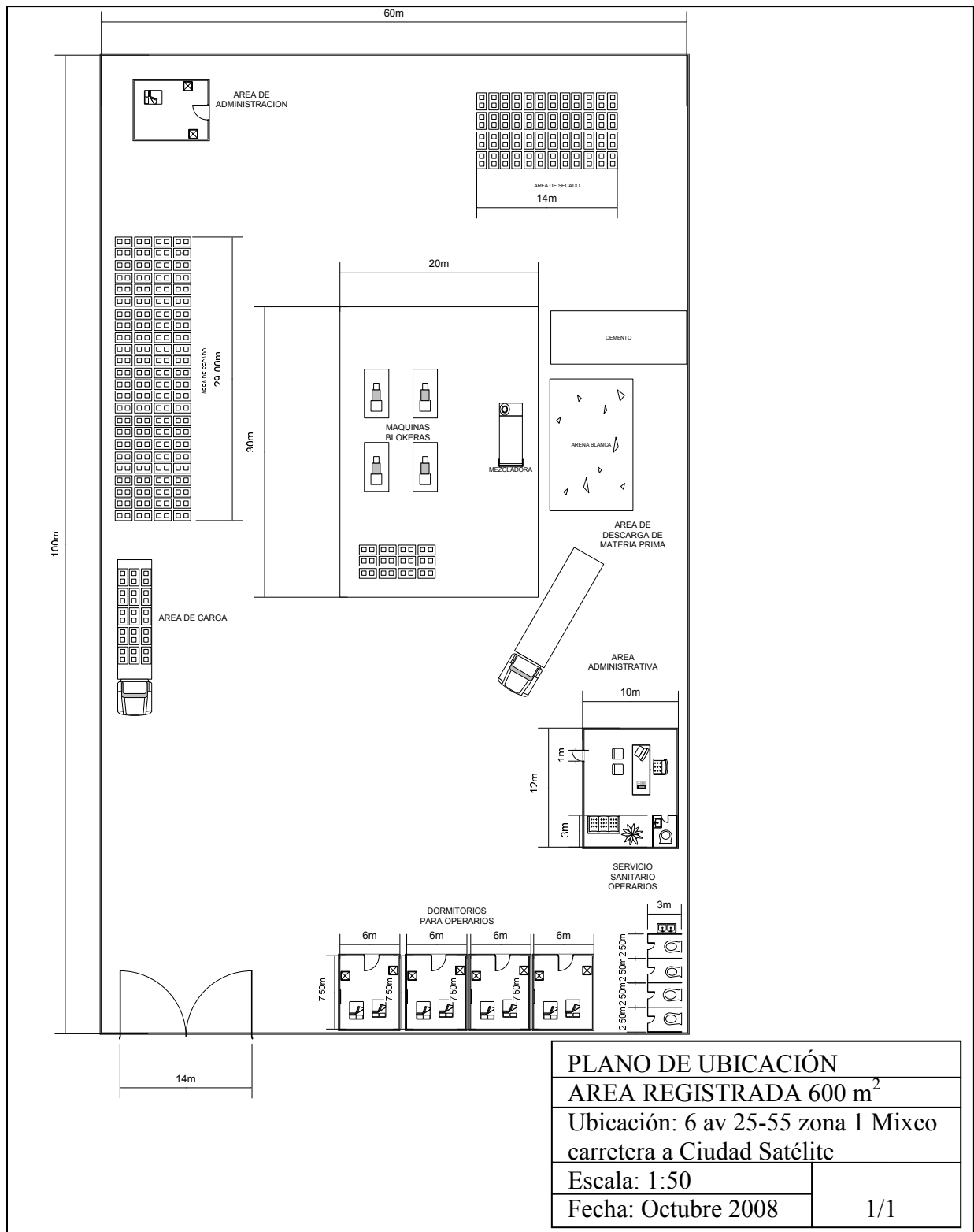
La distribución actual de la fábrica en este momento es de la siguiente forma ubicando en ella las diferentes herramientas y máquinas que conlleva la elaboración del producto final.

Cuenta con los servicios principales de agua, luz, teléfono y acceso por carretera asfaltada.

La planta se encuentra distribuida en 600m<sup>2</sup> de terreno que se alquila mensualmente, donde se ha implementado una galera de aproximadamente 20 x 30 metros, en donde se encuentra cuatro máquinas blockeras y una máquina mezcladora, estas trabajan con energía eléctrica de 110 y 220.

Por último, mencionamos que el área de dormitorios para los empleados se encuentra ubicada a la derecha de la entrada de la fábrica. Puede observarse en la figura siguiente elaborada a escala 1:50 con sus medidas respectivas.

**Figura 12. Plano de la Fábrica Procomaz**



### **2.1.1 Diagramas del proceso**

Los diagramas del proceso muestran la forma en que se realiza el proceso de fabricación de las distintas clases de blocks, tomando en cuenta los nuevos procesos automatizados se evidencia la baja cantidad en producción que existe actualmente y se hace necesario incrementar la misma.

Para ello se incluyen los diagramas de Operaciones, de Proceso y de recorrido que muestran paso a paso la forma en la elaboración y el tiempo de fabricación del block (ver inciso 2.2.2.); estos son los diagramas actuales que la empresa tiene antes de efectuar la reestructura de la línea de producción e implementar la mejora en automatizar parte de la maquinaria.

#### **Diagrama de operación del proceso**

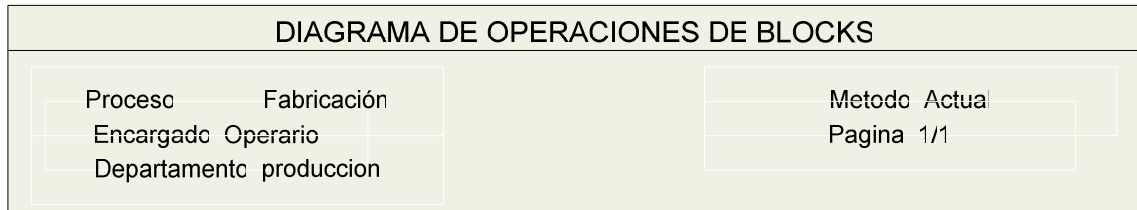
En estos diagramas se muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en maquina, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en el proceso de fabricación, desde la llegada de la materia prima hasta que es producto terminado, se señala la entrada de todos los componentes al proceso.

Para elaborar un diagrama de esta clase se utilizan varios símbolos: Un círculo pequeño, que generalmente tiene 10 mm de diámetro, para representar una operación y un cuadrado con la misma medida por lado, que representa una inspección.

Una operación ocurre cuando la pieza se transforma intencionalmente y una inspección tiene lugar cuando la pieza se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar. En este diagrama se podrá visualizar y

exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

### **Encabezado del diagrama de operaciones del proceso**



### **Diagrama de flujo del proceso**

Este diagrama de flujo contiene más detalles que el diagrama de operaciones, por lo tanto, no se adapta para al caso de considerar ensambles complicados.

Este diagrama indica como fluye o circula un producto o se desarrolla un fenómeno a través de un sistema o una serie de sistemas operativos. Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza una pieza en su recorrido por la planta.

En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Una flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado de un objeto. Un símbolo con la letra “D” mayúscula indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado Innecesario. Una inspección combinada es cuando un operario realiza una operación y una inspección en una estación de trabajo, se utiliza como símbolo un cuadrado de 10 mm por lado con un círculo inscrito de este diámetro.

## **Diagrama de Recorrido**

Con el diagrama de flujo del proceso obtenemos la mayor parte de la información pertinente, relacionado con un proceso de fabricación. Pero este no posee una representación objetiva en el plano del curso de trabajo.

Con el diagrama de recorrido, podemos representar de acuerdo a la secuencia del proceso, todo lo que ocurre dentro de un área productiva, para visualizar y desarrollar un mejor método.

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestión de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta.

## **2.2 Proceso de elaboración de blocks**

### **2.2.1 Descripción del proceso de fabricación**

A continuación se describe paso a paso el proceso por el cual es transformada la materia prima, y se lleva a cabo la producción del producto principal de la fábrica como lo es el block.

1. Inicia con el llenado de la mezcladora o paleado tarda 2min, hecho por 2 personas.
2. Continúa con la mezcla y supervisión de los materiales tarda 7 min.
3. Luego los tolveros llenan 2 maquinas en 5seg.
4. La máquina de producción tarda 20seg, en sacar 2 tablas por maquina (cada tabla tiene 2 blocks),
5. A continuación es llevado a secar 15seg,
6. La primera fase de secado tarda 8hrs, y la segunda fase es aconsejable 2días.

7. Por último, la inspección del producto terminado 10 seg y
8. Traslado a bodega de producto terminado 15 seg..

**Figura 13. Producto terminado**



Fuente. Fotografía propia tomada en fábrica Procomaz

**Figura 14. Galera donde se fábrica el block.**

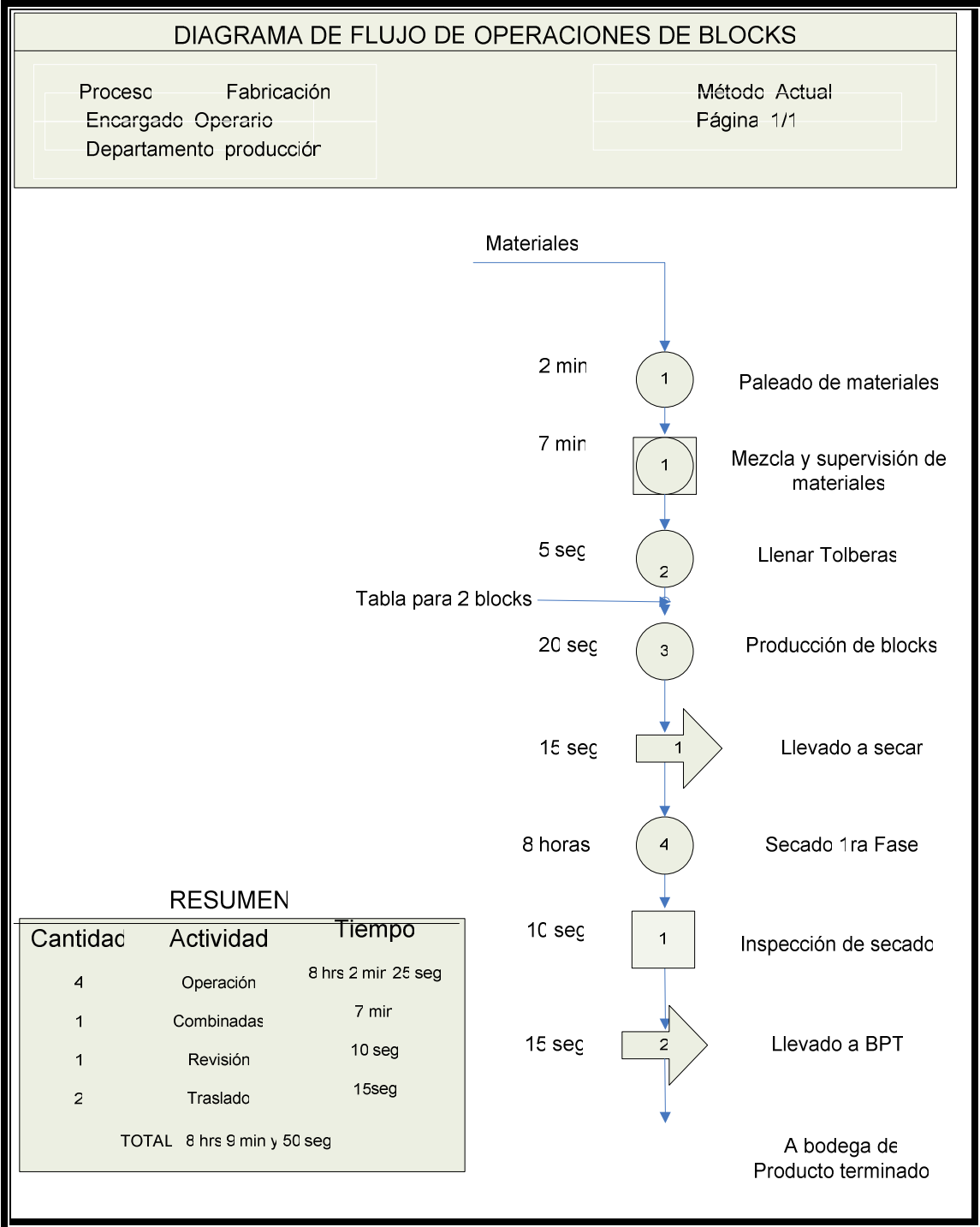


Fuente. Fotografía tomada en fábrica Procomaz

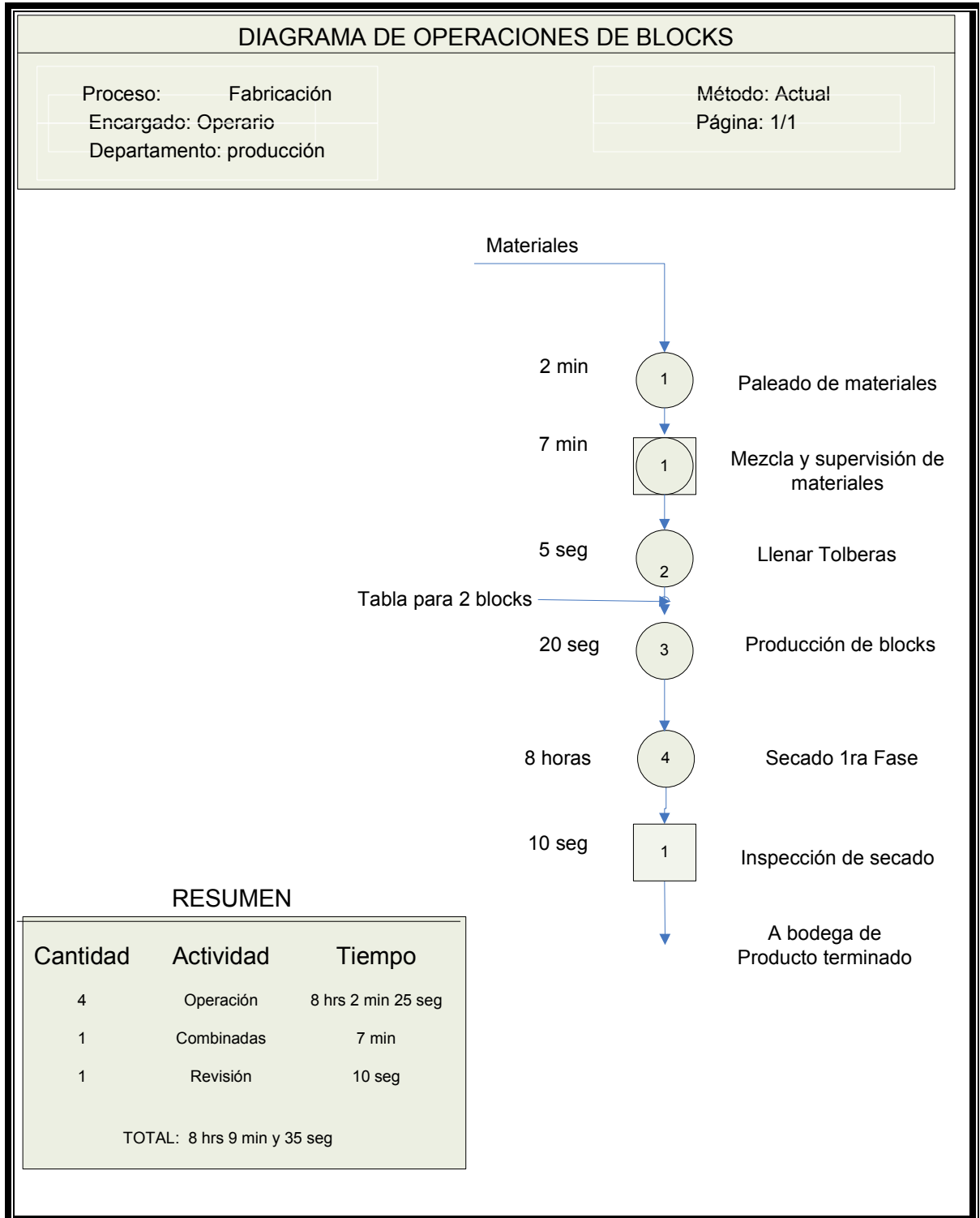


**2.2.2 Diagramas actuales**

**2.2.2.1 Flujo del proceso**



### 2.2.1.2 Operaciones del proceso



### 2.2.1.3 Recorrido del proceso



## **2.3 Calidad**

La calidad que los productos o servicios deben tener consiste en un conjunto de propiedades y características únicas, que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades establecidas o implícitas de los clientes.

Para la determinación de la calidad de la producción de blocks, es necesario mandar muestras de cada lote, a estas muestras se les efectúa pruebas de resistencia de compresión y tensión para verificar la calidad del lote producido.

Las pruebas son determinadas por personal de cementos progreso el cual efectúa las mediciones a las muestras tomadas al azar, los resultados que se obtienen determinan los estándares de calidad que se tengan para cada medida de block.

La importancia de la calidad se evidencia en los el año 1950 donde Deming dedicaría su tiempo y esfuerzo a la enseñanza de los Japoneses y se convirtió en un país con gran poder económico.

Los americanos se dieron cuenta que sus soluciones fáciles y rápidas no funcionaban. Al contrario de esto Deming estableció que utilizando técnicas estadísticas una compañía podía graficar como estaba funcionando un sistema para poder identificar con facilidad los errores y encontrar maneras para mejorar dicho proceso.

### **2.3.1 Tasa de desperdicios/reprocesos**

Los desperdicios se dan de 2 a 5 blocks por día en promedio por empleado o sacador; no se tiene contemplado y no existe un reproceso, la solución a este desperdicio es que se vende como producto de segunda con lo cual se recupera el costo.

## **2.4 Programa de mantenimiento**

El mantenimiento actual de las máquinas se da con base a aceite quemado para darle lubricación a la partes donde lo necesita y la inspección cuando es necesaria de técnicos especialistas en la maquinaria con que se trabaja.

### **2.4.1 Preventivo**

El mantenimiento preventivo se propone con base a una inspección mensual de las máquinas por parte de un especialista en ellas, esta clase de mantenimiento busca reducir los desperfectos antes de que sucedan, para ello debe de seguirse los siguientes pasos:

Pasos para elaborar un plan de mantenimiento preventivo

- Determinar las no conformidades potenciales y sus causas.
- Evaluar la necesidad de de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades.
- Determinar e implementar las acciones necesarias.
- Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- Revisar las acciones preventivas tomadas.
- Resultado del control estadístico de procesos.

- Límites de servicios.
- Supervisión de la capacidad de servicios informáticos.
- Aumento de longitud de colas.
- Porcentaje de retrasos y ausencia de personal.
- Tendencias de procesos.

#### **2.4.2 Correctivo**

El mantenimiento correctivo no es el más recomendable, pero es el que se lleva a cabo una vez se tengan desperfectos en la maquinaria, para la empresa debe evaluarse los posibles problemas, esto ya que la maquinaria implementada requiere de especialistas que se pondrán a disposición por parte del proveedor de la maquinaria, pero requiere de tiempo para la reparación dependiendo la clase de problema que se tenga.

Para evitar inconvenientes y tener un mantenimiento correctivo debe de seguirse los siguientes pasos:

Pasos para elaborar un plan de mantenimiento correctivo

- Elaborar un plan de acción para eliminar la causa raíz del problema.
- Asignar responsabilidades
- Implementar el Plan de Acción.
- Evaluar la eficacia de las acciones tomadas.

## 2.5 Eficiencia de Producción

Para medir y registrar la eficiencia de la producción se debe realizar controles diarios por medio de reportes de producción por maquina con el fin de incrementar la producción. Donde la eficiencia se calcula en base a los reclamos y por medio de la devolución de productos de los clientes se debe de registrar todos estos factores para determinar si la eficiencia esta combinada con la calidad.

**Tabla II. Eficiencias del personal de producción**

No	Operación	Operario	Meta diaria	Capacidad potencial	Eficiencia
1	Producción de blocks	Jean Carlo del Cid	600	468	78%
2	Producción de blocks	Lester Bolaños	600	386	64%
3	Producción de blocks	Eduardo Cortéz	600	548	91%

## 2.6 Recurso humano de la empresa

El recurso humano de la empresa se da en base a mano de obra calificada, es decir con experiencia en el área o puesto a desenvolverse, por lo cual ayuda a mantener la eficiencia y ritmo de producción mínimo.

Actualmente se cuenta con 10 operarios los cuales realizan el trabajo de producción de blocks, palear la arena, cargar cemento y palear mezcla. Esta cantidad de empleados es necesaria por no contar con un sistema de llenado automático.

## **2.7 Aspectos legales**

La empresa es una empresa familiar inscrita en el Registro Mercantil como una sociedad individual autorizándola para trabajar y proporcionar a la población guatemalteca producto de construcción de la más alta calidad.

Se encuentra inscrita en la Superintendencia de Administración Tributaria bajo el régimen de contribuyente medio, con lo que paga sus impuestos emitiendo factura con retención trimestral del 12%.

## **2.8 Estudio de la demanda actual del mercado**

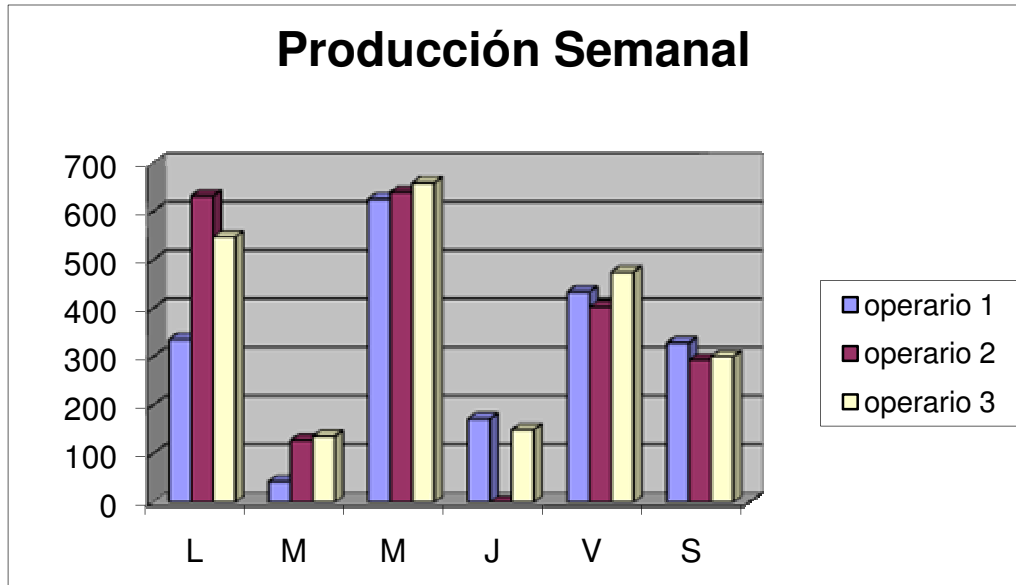
Según encuesta y estudios realizados (en la fábrica) en base al mercado la demanda está muy arriba de la producción la cual se aproxima a 3,000 a 3,500 blocks, por empleado diario, esto quiere decir que en total se requieren de 12,000 a 14,000 blocks diarios, y la demanda total es de 72,000 a 84,000 blocks semanales.

Estos datos fueron proporcionados por el hijo del dueño Julio Mazariegos, donde hace constar la fuerte demanda del producto que requiere de una mejora en la producción.

La demanda actual es constante ya que día a día la construcción requiere de material para poder llevar a cabo mejoras y nuevos proyectos habitacionales donde se hace muy necesario volúmenes de producción mayores.



**Figura 15. Producción semanal de la Fábrica**



Fuente: Información de la Fábrica

## 2.9 Tiempo tasa de entrega

El tiempo de entrega se basa en promedio al secado que el block, el cual es de 2 días, 48 hrs, tiempo recomendado, para que el block no se quiebre en su traslado y sea utilizado eficientemente, la entrega se efectúa en la planta de producción donde se ubica la bodega de producto terminado, una vez terminado y secado el block se distribuye en camiones los cuales ingresan a la fábrica y cargan la cantidad de block requerido.

La tasa de entrega es de 1500 blocks/día que es generalmente un estándar, ya que puede variar debido al no constante trabajo de los operarios.

Es calculado en base a la producción que se tiene al día de todos los operarios que trabajan e incluye block de diferente tamaño y forma, según pedidos requeridos por los clientes.

## **2.10 Seguridad y número de accidentes por mes**

Según datos históricos tomados de la empresa no se produjo ningún accidente por lo cual no se descarta que el riesgo puede estar, y se sugieren las siguientes medidas para minimizar el riesgo como prevención:

1. Reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos dotándolos de protectores (mascarillas, guantes, lentes protectores, tapones de oídos)
2. Evitar o minimizar la liberación de agentes biológicos en el lugar de trabajo como lo son hongos creados por la humedad.
3. Adopción de medidas de protección colectiva o individual
4. Medidas de higiene y seguridad adecuada
5. Señalización específica y normada
6. Elaboración y capacitación de planes de contingencia
7. Mantener un plan Médico preventivo
8. Capacitación efectiva
9. Medidas seguras de manipulación y transporte de cargas

## **3. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**

### **3.1 Diagnóstico del proceso de automatización**

Para efectuar la automatización de la fábrica se hace un estudio en el que se reestructura todo el proceso de producción, tomando en cuenta que se debe seguir produciendo paralelamente con el sistema antiguo, esto evitará demoras en entregas o inconvenientes con los clientes, tomando en cuenta que la mayor parte del sistema será cambiado, es necesaria la capacitación de los operarios con los cuales se contará para la producción y transformación de la materia prima.

El proceso de automatización será de manera en la cual no se deje sin producto a los clientes que día a día buscan el producto que es muy utilizado en la construcción, se cumplirá con las expectativas de no desabastecer a los clientes de productos ya que se efectuara el cambio de manera paulatina, trabajando los dos sistemas simultáneamente hasta efectuar el cambio total.

### **3.2 Ventajas del proceso**

#### **3.2.1.1 Aumento de producción**

La producción aumentará según datos en la Tabla III donde se define la producción total que tendrá este nuevo sistema; y con esto las ganancias subirán de forma en que la inversión de la automatización de la fábrica será una ventaja competitiva frente a otras fábricas de blocks que existen en la localidad.

Una vez implantado el nuevo sistema ya automatizado la producción aumentará y los desperdicios se minimizarán, esto debido a que el sistema de mantenimiento y la capacitación del personal debe ser la mejor para garantizar de mejor forma la producción constante del producto final.

### **3.2.1.2 Mayor eficiencia de planta**

La planta será más eficiente debido a que el sistema de producción tendrá la capacidad de producir más en menor tiempo y esto sin tener una tasa de desperdicio mayor a la del sistema con el que actualmente se trabaja.

Los operarios deberán de capacitarse para la implantación del nuevo sistema y tratar de mantener una capacitación en nuevos sistemas de producción con el cual se garantiza una mejora continua en el proceso.

Eficiencia antes de=  $\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Teórica}} = \frac{1800}{3000} * 100\% = 60\%$   
el nuevo sistema

Eficiencia implementando=  $\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Teórica}} = \frac{2900}{3000} * 100\% = 96\%$   
el nuevo sistema

Con la implementación se tendrá aproximadamente un 96% de eficiencia, ya que se cumplirá la meta en cubrir 3000 blocks diarios.

### 3.3 Costos

#### 3.3.1.1 Costo de maquinaria nueva

##### Primera Propuesta de Blockera ESCA con compresor

Figura 16. Máquina automática



Máquina para fabricar Block marca ESCA con una dimensión de 1 metro de ancho por 1 metro de largo y 2.34 metros de altura efectúa la elaboración de blocks con medida 12x20x40 y otros, esta saca 5 por tarima la maquina incluye su motor marca SIEMENS y su compresor de doble cabeza.

También moldes para fabricar los demás tipos de blocks que la empresa ofrece a sus clientes.

El costo total de la maquinaria nueva es de Q. 74,200.00, con la cual se puede fabricar hasta 5 blocks de forma simultánea.

## Segunda Propuesta

### Emma 1000 Manual e Hidráulica

Es la máquina más solicitada por su versatilidad y capacidad de producción. Está disponible en dos paquetes: básico y completo, el paquete básico está acompañado de una mezcladora R40 y un carro sacatablas, este paquete puede fácilmente producir 300 ciclos en un turno de 8 horas, un ejemplo de producción es: Bovedilla 15\*20\*65 Patín de 5 cm. con tres piezas por tarima y 300 ciclos en un turno se tienen 900 piezas. El paquete completo incluye una Mezcladora R40, Banda Transportadora, Tolva receptora para la máquina bloquera y dos carros sacatablas. En este paquete se tiene la opción de que la máquina bloquera se adapte su desmoldeo de forma hidráulica. Los ciclos por turno con una máquina Manual son de 400 ciclos por turno, con una máquina hidráulica se alcanzan más de 500 ciclos. Ambos modelos de máquinas bloqueras tienen un área real de moldeo es de 45\*65 cm. Esto permite producir Bovedilla (para losas prefabricadas) de material ligero, Funciona con un motor de 3 HP que puede ser de alimentación bifásica o trifásica.

**Figura 17. Máquina Esmma Hidráulica    Figura 18. Máquina Esmma**



**Tabla III. Comparación equipo Esmma 1000 básico y completo**

Pieza (Nombre Comercial)	Dimensiones en cm.	Piezas por tarima	Piezas por turno 8 horas Paquete Básico	Piezas por turno 8 horas M. Manual	Piezas por turno 8 horas M. Hidráulica
Block Hueco	10*20*40	6	1800	2400	3000
Ciego o Pasado	12*20*40	5	1500	2000	2500
	15*20*40	4	1200	1600	2000
	20*20*40	3	900	1200	1500

### Tercera propuesta

#### Esmma 2000 Hidráulica

Esta Máquina funciona con un sistema hidráulico para el llenar y desmoldar, de este modo se reduce notablemente el esfuerzo físico de los operadores. Tiene una tolva integrada que puede tener hasta 5 piezas en cola (Depende de la pieza que se esté fabricando), el peso del Pisón (Compresor) da mayor calidad de compresión. Para la operación de correcta del equipo es necesario considerar el resto del equipo: Mezcladora modelo Esmma R45, una Tolva de agregados para alimentar de arenas a la mezcladora, una banda transportadora que alimenta de material mezclado a la maquina bloquera, dos carros sacatablas. Los ciclos con este equipo son de 600 ciclos por turno, estos tienden a incrementarse con la producción de piezas macizas como adoquín. Tiene un área real de moldeo es de 45\*65 cm. Esto permite producir Bovedilla (para losas prefabricadas) de material ligero, funciona con un motor de 5 HP de alimentación trifásica. El sistema hidráulico opera con un motor de 5 HP de alimentación trifásica.

**Figura 19. Máquina Esmma 2000**



**Esmma 2000 Hidráulica**

**Tabla IV. Comparación equipo Esmma 2000**

<b>Pieza (Nombre Comercial)</b>	<b>Dimensiones en cm.</b>	<b>Piezas por tarima</b>	<b>Piezas por turno 8 horas</b>
Block Hueco	10*20*40	6	3600
Ciego o Pasado	12*20*40	5	3000
	15*20*40	4	2400
	20*20*40	3	1800

#### **Cuarta Propuesta**

##### **Esmma 3000 Hidráulica**

El equipo más grande que está construido sobre una estructura robusta con un sistema hidráulico para el llenar y desmoldar. De fácil operación y gran velocidad de moldeado. Tiene una tolva integrada que puede tener hasta 5 piezas en cola que depende de la pieza que se esté fabricando. La compresión se realiza por el peso del pistón (compresor) más la vibración dando mayor calidad de compactación. Los productos prefabricados con esta máquina están por encima de los estándares nacionales de calidad. Para la operación correcta de la maquina bloquera es necesario considerar



el resto del equipo: Mezcladora modelo Esmma R50, una tolva de agregados (para alimentar de arenas a la mezcladora), una banda transportadora (para alimentar de material mezclado a la maquina bloquera), tres carros sacatablas. El equipo tiene un promedio de operación de 600 ciclos por turno de 8 horas. Estos tienden a incrementarse con la producción de piezas macizas como adoquín. Tiene un área real de moldeo es de 55\*90 cm. Funciona con un motor de 10 HP de alimentación trifásica, el sistema hidráulico opera con un motor de 10 HP de alimentación trifásica

**Figura 20. Máquina Esmma 3000**



Esmma 3000 Hidráulica

**Tabla V. Comparación equipo Esmma 3000**

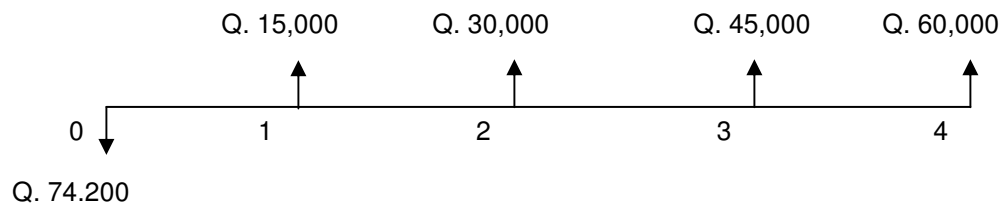
Pieza (Nombre Comercial)	Dimensiones en cm.	Piezas por tarima	Piezas por turno 8 horas
Block Hueco	10*20*40	10	6000
Ciego o Pasado	12*20*40	8	4800
	15*20*40	6	3600
	20*20*40	4	2400

### 3.3.1.2 Valor presente neto por máquina

VPN (valor presente neto), en este método todos los costos e ingresos que realizan en cierto período de tiempo puede ser este semestral, anual o por cualquier tiempo expresado en años el cual para nuestro propósito será de 4 años, es presentado en valor de moneda actual.

Hay tener en cuenta la tasa de interés que pagaría un banco o una financiera por tener nuestro dinero en su poder (TASA DE OPORTUNIDAD) así también la tasa de inflación que afecta a nuestro país.

#### Propuesta 1:



Inversión: 74,200

Tasa oportunidad del mercado = 25%

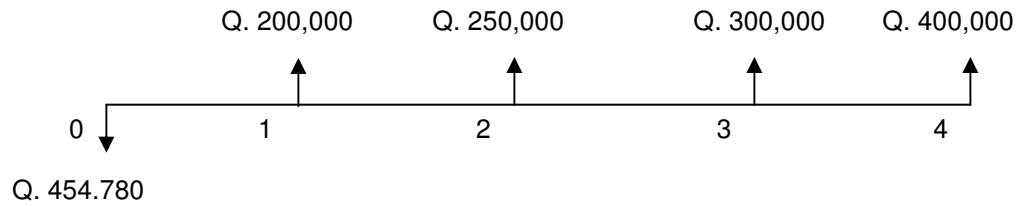
VPN: Sumatoria de Ingresos A Valor Presente – Inversión Inicial.

$$VPN = \left( \frac{15000}{(1+0.25)^1} + \frac{30000}{(1+0.25)^2} + \frac{45000}{(1+0.25)^3} + \frac{60000}{(1+0.25)^4} - 74200 \right)$$

$$VPN = (12000 + 19200 + 23040 + 24576 - 74200)$$

$$VPN = 4616$$

### Propuesta 2:



Inversión: Q 454,780

Tasa oportunidad del mercado = 25%

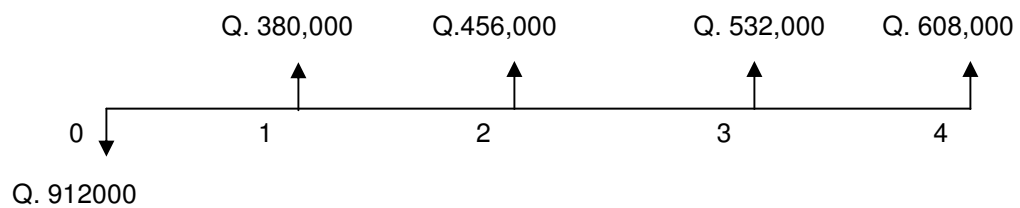
VPN: Sumatoria de Ingresos A Valor Presente – Inversión Inicial.

$$VPN = \left( \frac{200000}{(1+0.25)^1} + \frac{250000}{(1+0.25)^2} + \frac{300000}{(1+0.25)^3} + \frac{400000}{(1+0.25)^4} - 454780 \right)$$

$$VPN = (128000 + 160000 + 153600 + 163840 - 454780)$$

$$VPN = 150660$$

### Propuesta 3:



Inversión: Q 912,000

Tasa oportunidad del mercado = 25%

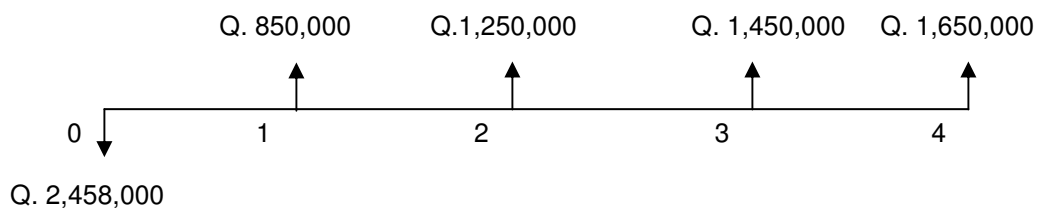
VPN: Sumatoria de Ingresos A Valor Presente – Inversión Inicial.

$$VPN = \left( \frac{380000}{(1+0.25)^1} + \frac{456000}{(1+0.25)^2} + \frac{532000}{(1+0.25)^3} + \frac{608000}{(1+0.25)^4} - 912000 \right)$$

$$VPN = (304000 + 291840 + 272384 + 249036.8 - 912000)$$

$$VPN = 205260.8$$

#### Propuesta 4:



Inversión: Q 2,458,000

Tasa oportunidad del mercado = 25%

VPN: Sumatoria de Ingresos A Valor Presente – Inversión Inicial.

$$VPN = \left( \frac{850000}{(1+0.25)^1} + \frac{1250000}{(1+0.25)^2} + \frac{1450000}{(1+0.25)^3} + \frac{1650000}{(1+0.25)^4} - 2458000 \right)$$

$$VPN = (680000 + 800000 + 742400 + 675840 - 2458000)$$

$$VPN = 440240$$

**Tabla VI. Comparación VPN maquinaria**

<b>Propuesta</b>	<b>VPN</b>
Primera Propuesta Máquina de 5 por tarima	<b>4,616.00</b>
Segunda Propuesta Máquina Esmma 1000 Hidráulica	<b>150,660.00</b>
Tercera Propuesta Máquina Esmma 2000 Hidráulica	<b>205,260.80</b>
Cuarta Propuesta Máquina Esmma 3000 Hidráulica	<b>440,240.00</b>

### **3.3.1.3 Tasa interna de retorno por máquina**

TIR (tasa interna de retorno) este método es la máxima tasa de interés que puede el inversionista pagar en el proyecto antes de que este genere perdidas, si la tasa es mayor a la tasa de oportunidad se debe aceptar el proyecto, ya que el proyecto genera utilidades

**Si  $T.I.R > i$**  Significa que el proyecto tiene una rentabilidad asociada mayor que la tasa de mercado (tasa de descuento), por lo tanto es más conveniente.

**Si  $T.I.R < i$**  Significa que el proyecto tiene una rentabilidad asociada menor que la tasa de mercado (tasa de descuento), por lo tanto es menos conveniente.

Por tasa de descuento se entiende aquella que se utiliza para traer a valor presente los flujos de caja. La ecuación que permite calcular la TIR. Para este caso es la siguiente:

**Propuesta 1:**

$$74200 = \left( \frac{15000}{(1+R)^1} + \frac{30000}{(1+R)^2} + \frac{45000}{(1+R)^3} + \frac{60000}{(1+R)^4} \right)$$

$$\text{TIR} = 28\%$$

**Propuesta 2:**

$$454780 = \left( \frac{20000}{(1+R)^1} + \frac{250000}{(1+R)^2} + \frac{300000}{(1+R)^3} + \frac{350000}{(1+R)^4} \right)$$

$$\text{TIR} = 42\%$$

**Propuesta 3:**

$$912000 = \left( \frac{380000}{(1+R)^1} + \frac{456000}{(1+R)^2} + \frac{532000}{(1+R)^3} + \frac{608000}{(1+R)^4} \right)$$

$$\text{TIR} = 36\%$$

**Propuesta 4:**

$$2458000 = \left( \frac{850000}{(1+R)^1} + \frac{1250000}{(1+R)^2} + \frac{1450000}{(1+R)^3} + \frac{1650000}{(1+R)^4} \right)$$

$$\text{TIR} = 34\%$$

**Tabla VII. Comparación TIR maquinaria**

Propuesta	TIR
Primera Propuesta Máquina de 5 por tarima	<b>28%</b>
Segunda Propuesta Máquina Esmma 1000 Hidráulica	<b>42%</b>
Tercera Propuesta Máquina Esmma 2000 Hidráulica	<b>36%</b>
Cuarta Propuesta Máquina Esmma 3000 Hidráulica	<b>34%</b>

### **3.4 Descripción del método propuesto del proceso de fabricación**

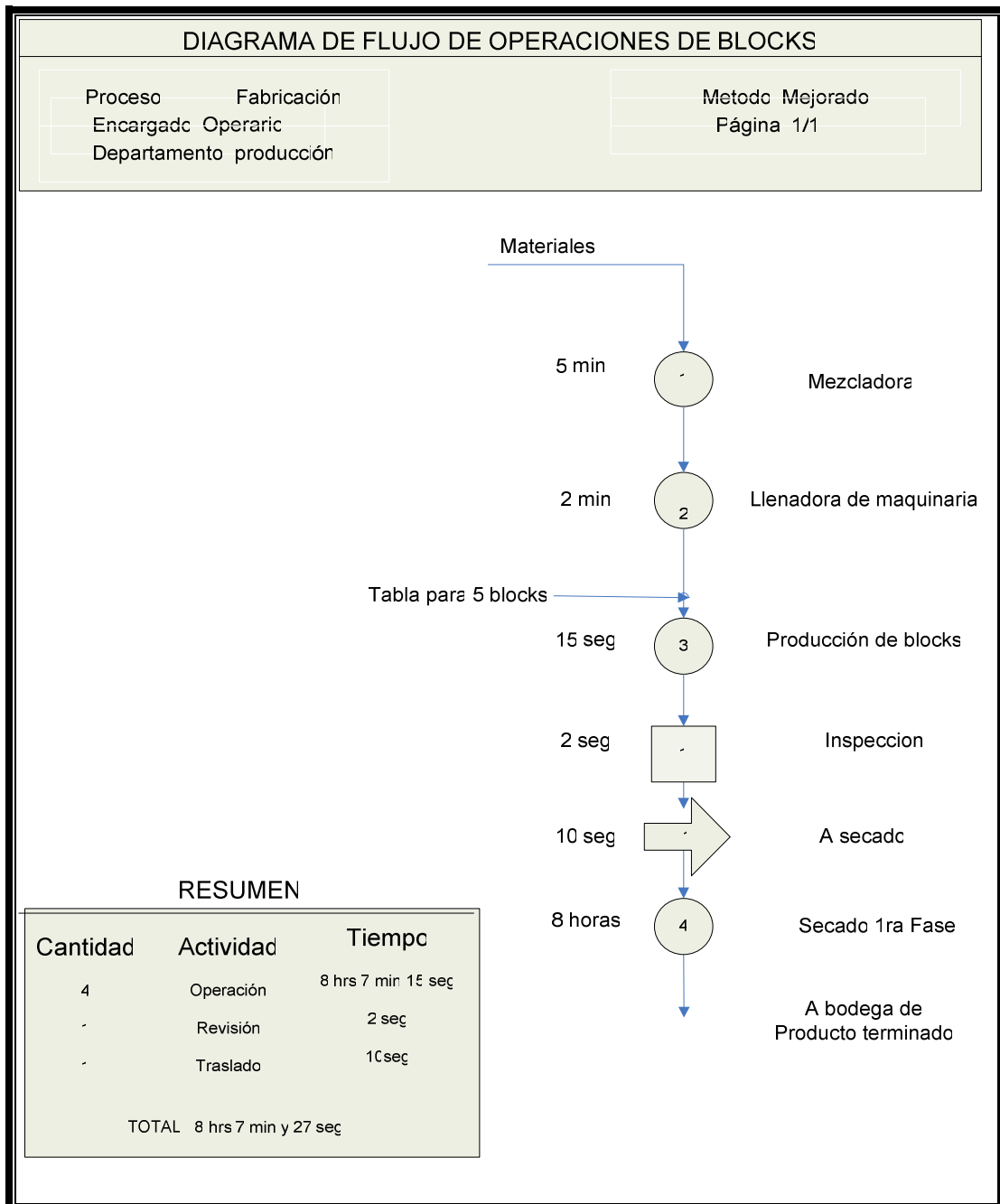
Para la fabricación automatizada del block se utilizará una mezcladora en la que suministrara los materiales por medio de una banda transportadora automática tardándose (5 min), también una llenadora la cual alimentará la maquinaria que depositara los blocks (3 min) luego se fabricarán cinco blocks de manera simultánea (15 seg) al terminar se inspeccionaran para determinar la calidad del producto (2 seg) para luego trasladarlos en una banda transportadora a la bodega de secado (10 seg) para pasarla a secado (8 hrs) y pasarlo a producto terminado en donde permanecerán listo para su distribución.

Para poder observar bien el proceso se muestra en los siguientes diagramas de Proceso, Operación y Recorrido el método con el que se trabajará.

### 3.4.1.1 Diagramas propuestos

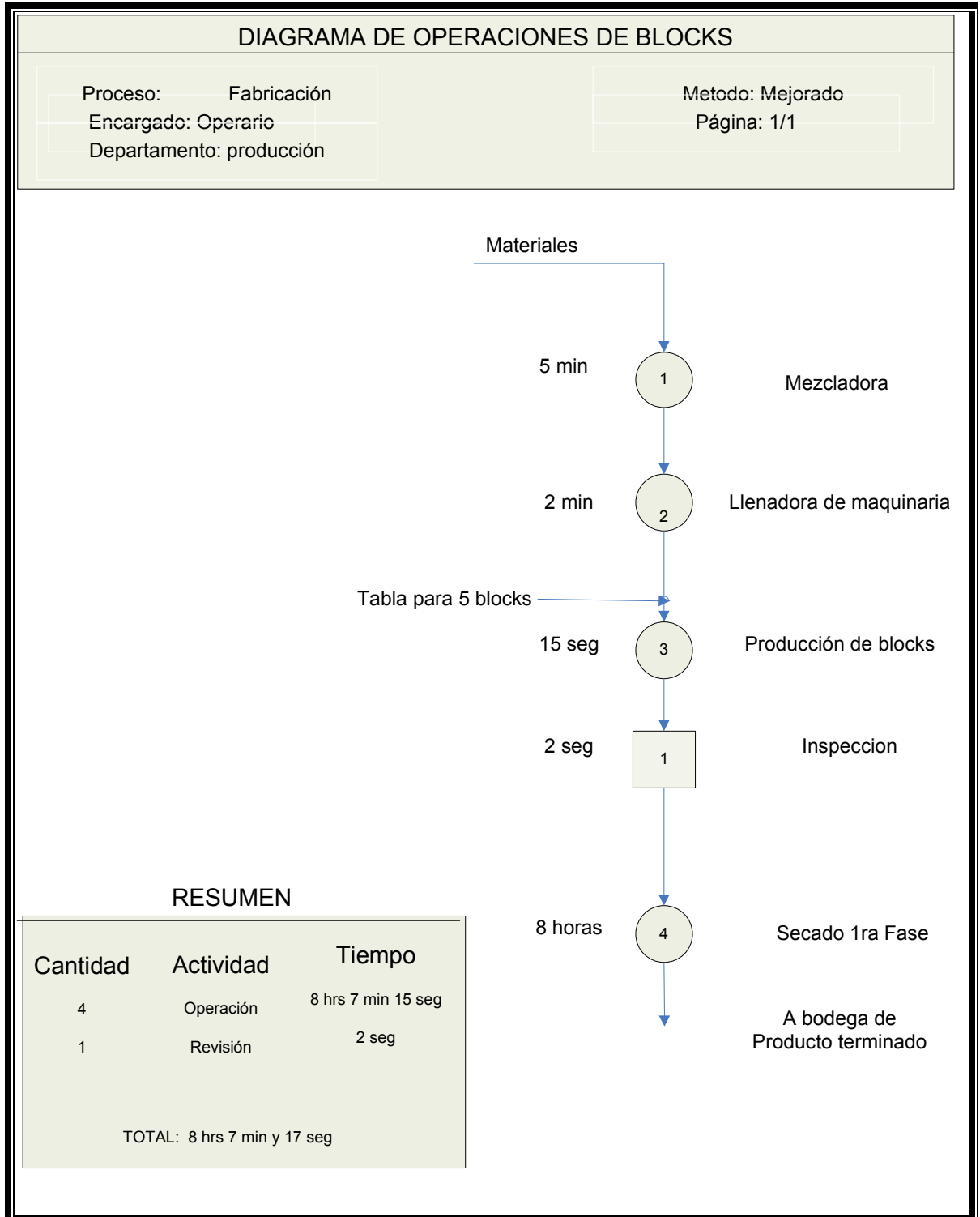
Para los siguientes diagramas se debe tomar en cuenta que la producción será de cinco blocks en lugar de dos del proceso actual, con lo que es significativo el aumento en la producción de blocks.

#### 3.4.1.1.1 Flujo del proceso

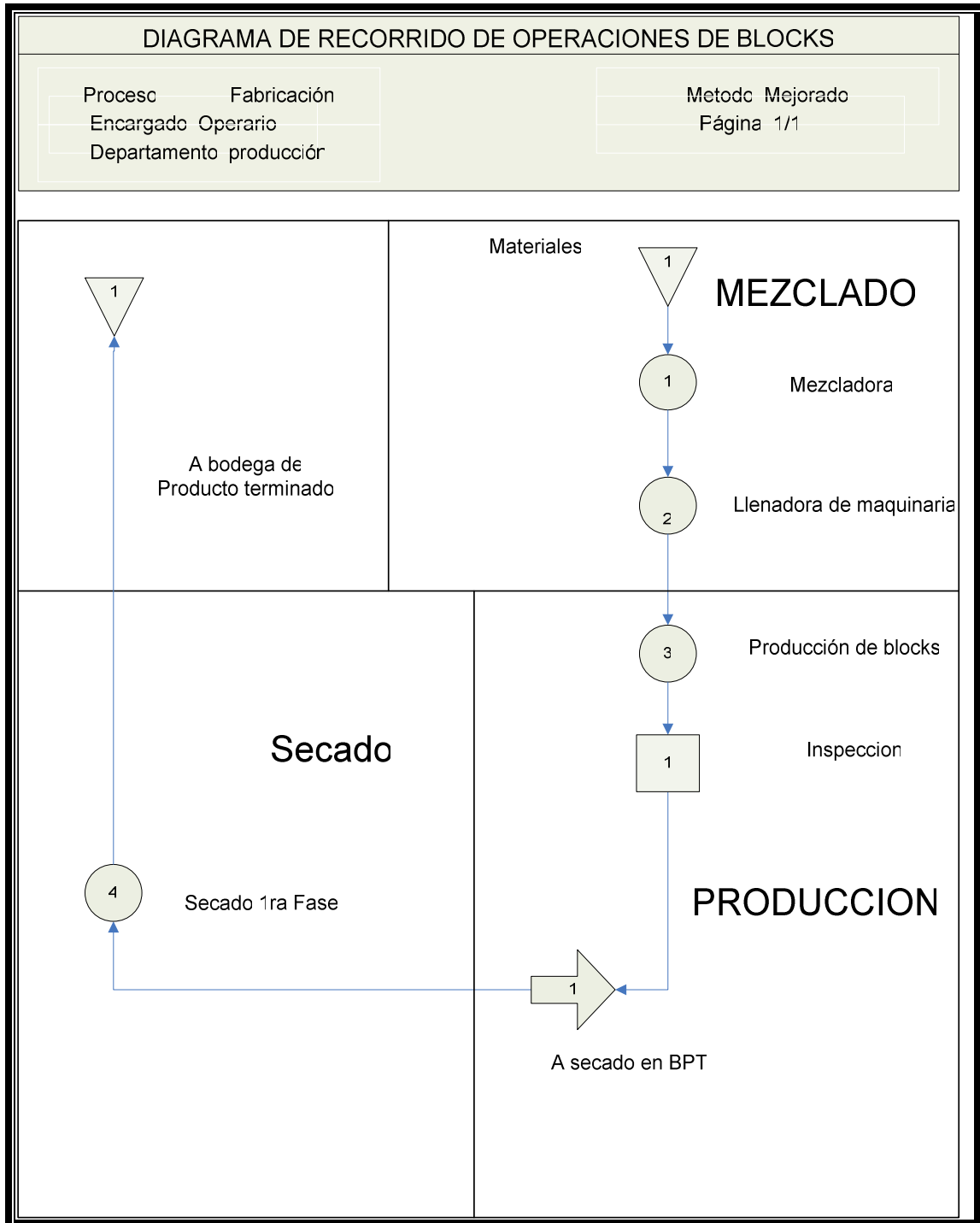




### 3.4.1.1.2 Operaciones del proceso



### 3.4.1.1.3 Recorrido del proceso



### **3.5 Mejorar la estructura organizacional**

Para realizar mejoras en la estructura organizacional en la fábrica de blocks se debe revisar el sistema de evaluación de puestos, realizando primero una clasificación de todos los puestos por categorías, clases, grados y grupos de acuerdo a la habilidad y dificultad de cada uno de estos puestos.

Para mejorar la estructura organizacional es necesario evaluar el desempeño del puesto comparando el desempeño real de cada empleado con un estándar establecido, este estándar se determina a través del análisis de puestos, para las áreas donde se detecten puntos críticos de personal en cada puesto de trabajo se tiene que aplicar el proceso de dotación de personal que se ocupa de del reclutamiento, adiestramiento y desarrollo del recurso humano en la organización.

En este proceso analiza las necesidades presentes y futuras del recurso humano para luego obtenerlo y cubrir estas necesidades.

Para mejorar la estructura organizacional se debe llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Planear el recurso humano en base a lo que necesitamos en un futuro y analizar con que contamos.
2. Reclutar personal para tener opciones para cubrir las plazas en que tenemos problema.
3. Entrevistar.
4. Seleccionar a la persona más indicada para cubrir la plaza.
5. Orientar a los empleados en que necesitamos de ellos y reglas del puesto.
6. Capacitación.

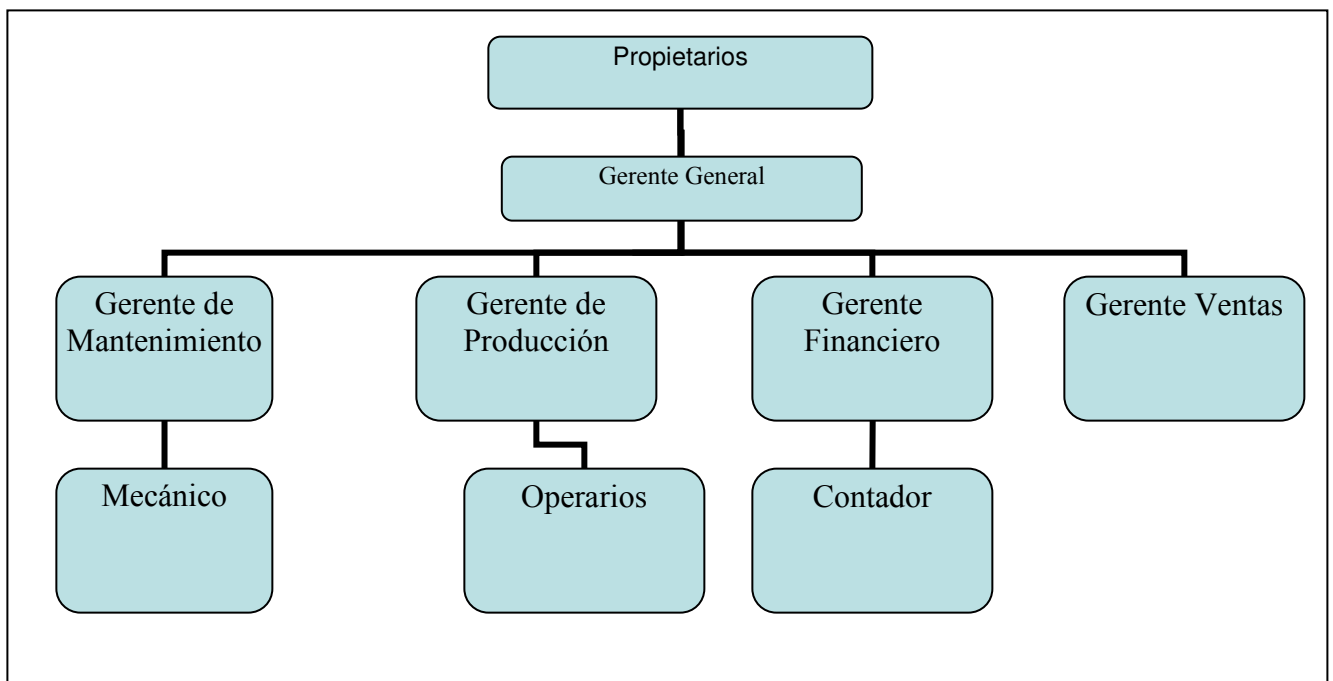
7. Adiestramiento y desarrollo, es mejorar la técnica de desempeñar el puesto de trabajo.
8. Evaluar el desempeño del puesto.
9. Despido.

Para mejorar la estructura organizacional se deben de tomar en cuenta aspectos como el ambiente de trabajo que es determinante para el incremento en la productividad.

Por lo tanto, la organización debe de reestructurarse y crear nuevos puestos de trabajo en los que desempeñen y cumplan con nuevos objetivos y metas propuestas, garantizaremos una mejor organización.

La estructura organizacional propuesta es la siguiente:

**Figura 21. Organigrama de la Empresa propuesto**



Fuente: Creación propia del Organigrama

### **3.5.1 Recurso humano**

El recurso humano también es contratado con base a recomendación, y del recurso humano depende el valor agregado de la empresa, es decir de ahí la diferencia en calidad, servicio y eficiencia.

Se le inicia con una inducción al puesto de trabajo, indicando las responsabilidades y atribuciones que tiene y explicándole el reglamento interno de la planta desde cómo debe ser el tipo de vestuario, el horario, el sueldo y su forma de pago, y de que persona es subordinado.

Se le debe capacitar desde cómo pararse frente a la máquina, opciones de la producción, tipo de molde, el cambio del molde para cada tipo del block, luego en el adiestramiento se le perfecciona la técnica y luego se le mejora y se le desarrollan nuevos tips para manejar la maquina como lo es el uso del panel de control, y por último se le realiza una evaluación de desempeño el cual se debe estar realizando periódicamente para siempre ir incrementado la productividad.

#### **3.5.1.1 Perfil del personal**

El perfil de una persona para aplicarse a un puesto de trabajo, es en sí un resumen de todas las cualidades personales, características, capacidades y antecedentes que se requieren para realizar el trabajo. Ya que el perfil de personal es de vital importancia para incrementar la productividad.

El perfil de un operario de producción de block:

- Experiencia en máquina de fabricación de block
- Edad entre 17 a 38 años
- Complexión fuerte
- Acostumbrado a trabajar bajo presión

### **3.5.1.2 Capacitación**

La capacitación propuesta es en caso haya escasez de mano de obra, pero tiene que haber voluntad de trabajar para desempeñar bien la función, la capacitación será en base a manejo de maquinaria la cual tardara un mes, en el cual se toleraran errores mínimos y se hará de una forma práctica.

A los nuevos empleado se les debe capacitar en las tareas que deben de realizar en la fabricación de block, esto para que tengan un desempeño satisfactorio cuando realizan la operación. La capacitación a parte de incrementar la productividad del proceso, produce beneficios para la organización como. Mejora las capacidades y conocimientos de trabajo, Incrementa las relaciones entre los jefes y los subordinados, contribuye al desarrollo de la empresa, y la capacitación beneficia también al empleado a tomar decisiones y resolver problemas eficientemente e incrementa la autoestima del empleado.

### **3.5.1.3 Sistemas de motivación**

Los sistemas de motivación estarán dados por medio de bonos semestrales, y serán entregados trimestralmente, adicional a eso semanalmente se dará por productividad la cual motivará a los empleados a alcanzar sus metas y así poder satisfacer la demanda.

En la industria de fabricación de blocks es de vital importancia la motivación al personal para incrementar la productividad del proceso, ya que la motivación es el conjunto de estímulos que le produce la gerencia al personal y que influyen en el comportamiento de la persona para obtener de ellos determinadas

acciones que deben realizar dentro de la empresa y alcanzar las metas de la empresa.

Por lo tanto, el gerente debe de observar y analizar cuál es la forma más eficaz para motivar al personal y obtener los mejores resultados, ya que todo hombre necesita que se le supervise al momento de realizar una tarea ya que es impredecible por que en ciertas circunstancias carece de iniciativa y en otras le gusta que le midan su habilidad y de ser partícipe de su trabajo.

- Los incentivos concedidos con base en el número de unidades producidas compensan al trabajador por el volumen de su rendimiento, es forma de motivar.
- Se motiva eficientemente cuando se realiza un reconocimiento en público a un empleado ya que se le proporciona un status y se satisface su necesidad del ego.
- Se incrementa la productividad cuando al empleado se le motiva para obtener una combinación de logro, poder y afiliación dentro de la empresa.
- Otra forma de motivar es consultar y solicitar la participación de subalternos en la toma de decisiones.
- Realizar promoción a cargos de mayor responsabilidad a empleados eficientes, lo cual motivara a todos los empleados.
- La mejor manera de motivar a los empleados es crear retos y oportunidades de logro en los puestos.
- El peor motivador que existe es un aumento de sueldo ya que este motivador solo funciona un mes después de que se realiza, ya que solo ese tiempo el trabajador mejora su productividad y luego vuelve a la normalidad, es por eso que se debe motivar en forma de incentivo relacionado a la productividad del puesto.

### **3.5.2 Ambiente de trabajo**

Uno de los grandes objetivos es alcanzar el trabajo en equipo, para poder desempeñar al 100% la capacidad de cada empleado y así también mejora las instalaciones en base a las necesidades que cada trabajador tenga, creando así unas instalaciones adecuadas a la seguridad industrial y protección al ambiente. Por lo tanto para poder incrementar la productividad en esta clase de industria que se dedica a la fabricación de materiales de construcción como lo son el block de diferente tamaño es muy importante que los puestos de trabajo se basen en factores conductuales, con el fin de procurar un ambiente de trabajo que satisfaga las necesidades de cada operario. El ambiente de trabajo en el que se desempeña el empleado, es todo aquello que lo rodea y se convierte en un factor que es determinante para incrementar o disminuir la productividad.

Donde las condiciones de trabajo influyen en el ambiente de trabajo no solo en las condiciones físicas como iluminación, ventilación y ruido, sino también en aspectos como las horas de trabajo, los riesgos y el ritmo de trabajo, por lo que hay que respetar la dignidad de los empleados.

Para lo cual si queremos incrementar la productividad hay que mejorar la calidad de la vida laboral de la organización, que es el entorno que rodea al empleado, el aire que se respira, por lo que se debe de proporcionar a los empleados una oportunidad de mejorar sus puestos y su contribución a la empresa, en un ambiente de mayor confianza y respeto, se describen a continuación algunas formas de mejorar el ambiente de trabajo para que las condiciones sean optimas para los empleados..

- Participación de los empleados en la toma de decisiones, con lo que adquiere un sentido de responsabilidad.
- Comunicarle a los empleados que ellos contribuyeron en forma significativa en el éxito de la empresa.



- Fomentar la participación en grupos de trabajo, para contribuir al éxito buscando nuevos métodos que permitan obtener mejores decisiones, más alta productividad y calidad muy superior del entorno laboral.
- Aplicar círculos de calidad que son grupos pequeños donde la participación es voluntaria tanto para el líder (un supervisor, generalmente) como para los miembros (obreros, por lo común) para identificar y solucionar problemas relacionados con sus labores.
- Es fundamental mejorar primero el ambiente de trabajo, para poder incrementar la productividad.

### **3.5.2.1 Iluminación**

En las instalaciones es muy utilizada la luz natural y en base a la galera se tiene una iluminación acorde a la necesidad del trabajo, la cual tiene 2 reflectores y 4 lámparas, las cuales se utilizan en horas de la noche.

Una condición física muy importante para incrementar la productividad en esta industria es contar con la iluminación adecuada al espacio con que contamos para poder desempeñar las tareas en el proceso, que permita trabajar en nuestro caso en turno nocturno con normalidad como si fuese de día sin ningún inconveniente tomando en cuenta que la cobertura de luz de una lámpara no se cruce con respecto a otra.

Ejemplo de iluminación artificial mediante el método de cavidad zonal.

Calcular el número de lámparas necesarias en una planta de producción.

a) Trabajo a realizar.

Según la asociación de ingenieros eléctricos es de 3000 luxes, para cálculos prácticos en Guatemala se utiliza la mitad de lo recomendado.

b) Determinar la fuente luminosa a usar.

El nivel a diseñar será de 1500 luxes tomando en cuenta que debe ser agradable a la vista.

c) Determinar las condiciones ambientales.

En este tipo de plantas industriales se trabaja con arena, cemento de tal manera existe un deterioro debido a la suciedad, como polvo y otros elementos.

c) Determinar las condiciones físicas.

Largo: 50 metros. Ancho: 50 metros. Alto: 5 metros.

Para los valores de reflectancia.

#### REFLECTANCIA

Tonalidad Para el Cielo Para las Paredes Para el Piso

Blanco o muy claro 0.7 0.5 0.3

Color claro 0.5 0.3 0.2

Color medio 0.3 0.1 0.1

Las reflectancias para nuestra instalación son.

Cielo o techo = 0.7 Paredes = 0.3 Piso = 0.2

Altura del plano de trabajo, la luz sobre el área de trabajo es 1.85 metros del nivel del suelo.

Las horas estipuladas de trabajo en esta área de trabajo son de 21 horas diarias, con un total de horas al año de 11,160 horas.

Factor de depreciación por la vida útil de este tipo de luminaria se puede escoger un factor de 0.78

e) Seleccionar la luminaria.

Altura de montaje = 5 metros Tipo de lámpara: Haluros metálicos.

Depreciación: Vida útil aprox. 20,000 horas de uso y utilizamos 11,160 la lámpara tendrá una duración de por lo que su factor de depreciación es de.

f) Cálculo de las zonas de cavidad.

Cavidad de local: =  $5 \times 5 \times (50 + 50) / (50 + 50) = 25$

Cavidad de techo: =  $5 \times 5 \times (50 + 50) / (50 + 50) = 25$

Cavidad de piso: =  $5 \times 1 \times (50 + 50) / (50 + 50) = 5$

En este caso la relación de cavidad del local y techo son iguales ya que la luminaria se montara sobre el techo.

g) Determinar el coeficiente de utilización.

Conocemos los siguientes valores de reflectancias.

Reflectancia Cavidad zonal: 25

Reflectancia de las paredes: . 0.3

Reflectancia del techo: 0.7

Con estos datos se busca en los datos de la lámpara, el coeficiente que es 0.78

h) Cálculo del número de lámparas.

$$No = \frac{Area * luxes}{\frac{\#lampara * lumenes}{luminaria * lampara} * Factor}$$

El área es de  $50 \times 50 = 2500$  metros cuadrados

Los luxes promedio recomendados es de 1500 luxes

Coeficiente de mantenimiento. 0.78

El número de lúmenes por lámpara: Haluros metálicos de 400 vatios = 88,000 lúmenes.

El factor de mantenimiento. 0.6396

No. =  $2500 \times 1500 / (0.78 \times 88,000 \times 0.6396)$

No. = 87.66 LUMINARIAS = 88 Lámparas

Arrea cubierta por luminaria.

AL = Área total / Número de luminarias = 2500 / 88

AL = 28.41 Metros cuadrados

Espaciamiento entre lámparas.

E = Raíz cuadrada del área cubierta

E = Raíz cuadrada ( 28.41 )

E = 5.33 Metros

Número de lámparas a lo largo.

NL = 50 metros / 5.33

NL = 10 Lámparas

Numero de lámparas a lo ancho.

NA = 50 metros / 5.33

NA = 10 Lámparas

Por lo que podemos concluir que el número de lámparas a instalar en este local que funciona como planta de producción de materiales de construcción en horario nocturno:

10 Lámparas a lo largo.

10 Lámparas a lo ancho.

### **3.5.2.2 Ventilación**

La ventilación utilizada es la natural en la cual circula el aire libre, por lo que este tipo de ventilación es acorde al polvo que ahí se causa, en todo tipo de industria se requiere una buena ventilación, para que exista un mejor desempeño del recurso humano y la industria fabricación de materiales de construcción no es la excepción, ya que el aire que se respira debe de poseer la calidad necesaria para no afectar la salud humana. La calidad del aire está determinada simplemente por la concentración de agentes contaminantes, tales

como; polvo, humos, detergentes, gases, vapores, disipadores de calor de motores, hornos, secadores, calderas, etc. Cuando pensamos en ventilación de una nave industrial estamos analizando el proceso mediante el cual el aire viciado del interior es reemplazado por aire fresco del exterior. Entonces en este proceso estamos extrayendo el calor generado por las fuentes mencionadas anteriormente; es decir, estamos efectuando un balance térmico y así mantener la temperatura interior constante. La renovación del aire dentro de una nave industrial se puede llevar a cabo por dos medios.

- Renovación natural: Esta se utiliza para tener un mejor desempeño del recurso humano la ventilación natural es la que mediante, la cual se aprovechan los medios naturales disponibles para introducir aire al interior del edificio, pasarlo por él y expulsarlo, estos medios pueden ser. El tiro natural provocado por la diferencia de temperaturas, entre el aire interior y el aire exterior. El movimiento del aire puede ocurrir por una de estas fuerzas actuando individualmente o a la combinación de ambas, esto depende de las condiciones atmosféricas y del diseño del edificio. Los ventanales de un edificio deben ser colocados tanto longitudinalmente como frontalmente si se desea una buena ventilación, ya que el viento algunas veces soplara paralelo al lado longitudinal y otras soplara al lado frontal, en la distribución de ventanas se deben de colocar ventanas de entrada y de salida respectivamente de tal manera que la acción combinada de ambos efectos produzca ventilación cruzada dentro del edificio. El área de ventanas para una buena ventilación natural es suficiente con un área del 25 % al 30 % de la superficie total de las paredes del edificio. Las entradas y salidas de aire en superficies de ventanas deben ser iguales para tener balanceadas las dos masas de aire, tanto en entradas y salidas.

- Renovación forzada: Para la ventilación de una nave industrial se deben que tomar en cuenta ciertos factores para el diseño del sistema para que no se vea afectado el rendimiento del recurso humano:
  - Velocidad promedio del aire
  - Dirección dominante
  - Variaciones diarias y estacionarias de la velocidad y dirección
  - Obstáculos cercanos tales como edificios, árboles, accidentes topográficos, vallas publicitarias, etc.

La cantidad de aire que entra a un edificio la podemos medir a través de la siguiente fórmula:

$$Q = C * A * V_p. \text{ Donde:}$$

Q = Flujo de aire en metro cúbico / seg.

C = Coeficiente de entrada de la ventana

Donde:

C = 0.25 - 0.35 Cuando actúa longitudinalmente

C = 0.30 - 0.50 Cuando el viento sopla perpendicularmente a la ventana.

A = Área de paso de las ventanas en metro cuadrado.

Conocido el volumen de aire a renovar, debemos calcular el caudal de aire necesario para que se dé una buena ventilación.

$$CA = V * \text{No. R} / \text{HORA}$$

Donde:

CA = Caudal de aire necesario (MT / HORA)

V = Volumen de aire que se desea renovar

No. R = Número de renovaciones de aire por hora

### **3.5.2.3 Control de ruidos**

Los ruidos son controlados en base a protección para los Oídos, los cuales lo requieren en las máquinas para mezclar y para producir el block, el cual se ha ido incorporando en base a una cultura de utilización de los equipos de seguridad industrial.

La intensidad del sonido, el rango de frecuencia que oscila entre los 125 HZ a 8000 HZ son los que el oído humano puede percibir. Cualquiera que esta sea su frecuencia se mide en decibeles. Los niveles de ruido que hacen daño a la salud son los que sobrepasan los 90 decibeles a exposiciones largas, para medir se utiliza los decibelímetros y tienen 3 escalas.

- A. Comportamiento del oído para niveles de 0 a 55 decibeles.
- B. Comportamiento del oído para niveles de 55 a 85 decibeles.
- C. Comportamiento del oído para niveles mayores que 85 decibeles.

### **3.5.3 Manejo adecuado de la maquinaria y equipo**

El personal debe estar capacitado para luego quedar encargado del equipo de fabricación para que haga un uso adecuado a este y que lo mantenga en óptimas condiciones realizando limpiezas del equipo en especial el aceite y grasa que utiliza esta clase de maquinaria. En cuanto el manejo debe responsabilizarse directamente al operario encargado del equipo.

En tanto a la maquinaria debe de capacitarse a todo el personal de la planta en especial a los supervisores y operarios en tanto los primeros deben saber completamente el uso de todo el sistema nuevo de producción para que sepan como operar la máquina.

### **3.6 Innovación del recurso tecnológico**

Debe de adaptarse utilizando métodos y técnicas innovadoras en tecnología ya que en la industria de producción de block es muy utilizado sistemas mucho más eficaces, y se le debe acompañar de procedimientos adecuados para realizar un trabajo eficientemente en el cual se le debe de dar mayor importancia al funcionamiento y uso adecuado de la maquinaria y equipo.

Constituye uno de los factores de más importancia en el desarrollo de una empresa, debido a que la maquinaria y equipo utilizado son de gran importancia para lograr una máxima eficiencia en el proceso productivo y lograr así ser más competitivo en el mercado.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO**

### **4.1 Comparación de las eficiencias**

La eficiencia antes de la automatización era de 61% en toda la planta por la no constancia de los trabajadores en unas líneas de producción de blocks, con la automatización la eficiencia sube un 39% llegando a ser de 100% tomando en cuenta que el tiempo ocioso de las maquinas deberá ser menor que el de los operarios.

### **4.2 Mantenimiento del equipo**

El mantenimiento requerido para esta maquinaria debe de efectuarse según la clase de corrección que se haga, debe de considerarse el tiempo requerido ya que esto implicará una reducción en la producción y un desabastecimiento en producción dependiendo del tiempo que lleve en componer la maquinaria.

#### **4.2.1 Tipos de mantenimiento para maquinaria automática**

##### **4.2.1.1 Mantenimiento preventivo**

Son todas aquellas acciones realizadas en forma lógica y sistemática sobre un equipo o sistema con la finalidad de mantenerlo trabajando en condiciones específicas de funcionamiento y para reducir las posibilidades de ocurrencias de fallas; es decir, prolongar el tiempo de vida útil del equipo o sistema. Este mantenimiento puede ser de naturaleza menor, como simples reparaciones o mayor, como una revisión general. Este mantenimiento preventivo se clasifica en tres procesos:

- Visitas sistemáticas que serán quincenales.

- Reparaciones cuando sean necesarias.
- Mantenimiento preventivo

La creación de cualquier programa de Mantenimiento Preventivo va a depender de qué clase de trabajo de mantenimiento deba llevarse a cabo en determinada instalación y con qué frecuencia debe de hacerse.

El análisis apoyará al mantenimiento en:

- 1) Reducción o aumento en el nivel de mantenimiento.
- 2) Ajustes en la frecuencia del trabajo.
- 3) Identificación de las operaciones repetitivas o de alto costo.
- 4) Mejoramiento básico en reducir los costos de mantenimiento.
- 5) Mejoramiento en las decisiones de compras.

#### **4.2.1.2 Mantenimiento predictivo**

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

##### **Ventajas**

La intervención en el equipo o cambio de un elemento, nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

##### **Desventajas**

La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo

elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.

Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.

Por todo ello, la implantación de este sistema se justifica en máquinas o instalaciones donde los paros imprevistos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

#### **4.2.1.3 Mantenimiento correctivo**

Son todas aquellas actividades orientadas hacia la restitución de las características de funcionamiento de un equipo o sistema después de ocurrida la falla. Por lo general, estas fallas acarrearán retrasos en la productividad y por consecuencia pérdidas para la empresa en general. Los costos de mantenimiento correctivo son aquellos originados cuando el equipo falla o no puede ser operado a un costo razonable, estos incluyen también el tiempo de producción perdido, el costo de reparación en sí y en algunos casos el costo de reembolso de equipos, los cuales con mejor mantenimiento pudiesen haberse salvado. Este tipo de mantenimiento se clasifica en:

- Mantenimiento rutinario.
- Mantenimiento de emergencia.

#### Mantenimiento correctivo no Planificado:

Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no planificadamente, al contrario del caso de Mantenimiento Preventivo.

Esta forma de Mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

El ejemplo de este tipo de Mantenimiento Correctivo no Planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

#### Mantenimiento correctivo Planificado:

El Mantenimiento Correctivo Planificado consiste la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para efectuarlo

### **4.3 Capacitación para nuevos técnicos en maquinas automáticas**

La capacitación de mantenimiento es una obligación por parte de la empresa, ya que muchos mecánicos hoy en día no saben siquiera programar una maquina si es automática, cuando la empresa compra maquinaria nueva tiene el derecho que los proveedores de maquinaria capaciten a sus mecánicos por un tiempo programado y no tengan ninguna dificultad en el manejo de las mismas.

A continuación se muestra los logros que se obtienen con la capacitación de los nuevos técnicos de la maquinaria:

Logros obtenidos con la capacitación:

- 1)-Mantener en buen estado las máquinas de una empresa, las partes eléctricas del mismo al igual que los vehículos de transporte.
  
- 2)-Fomentar la capacitación y actualización del recurso humano.
  
- 3)-Incentivar a los integrantes de dicho departamento a capacitarse en la prevención de accidentes y de incendios.
  
- 4)-Formar parte del Comité de Higiene y Seguridad Industrial de la empresa.
  
- 5)-Innovar los programas de mantenimiento a fin de que no se produzcan pérdidas ni retrasos en los trabajos.
  
- 6)-Velar por el cumplimiento de las normas de Seguridad Industrial capacitándolos con medidas necesarias en cualquier clase de riesgo con que se trabaje.
  
- 7)-Garantizar el buen aprendizaje de personas en proceso de formación, tales como: aprendices, pasantes y otros.
  
- 8)-Llevar a cabo en conjunto con la administración y la gerencia la programación y ejecución de algún programa de mantenimiento en las máquinas de la empresa para así obtener mayores ganancias en menos actividades de mantenimiento, mayor producción con menos paradas y lograr mayor confianza en el recurso humano disponible.

Conceptos básicos que debe de llevar el área de mantenimiento dentro de una planta industrial:

1. Los registros adecuados de mantenimiento indicaran la frecuencia de mantenimiento de descomposturas y esta información podrá utilizarse para establecer las frecuencias de servicio para evitar al máximo las fallas.
2. El personal de mantenimiento, supervisores y mecánicos que hacen el trabajo de reparaciones, son fuentes valiosas de información en lo que se refiere a la frecuencia del mantenimiento para evitar los paros al máximo.
3. El personal de operación frecuentemente sabe que trabajos específicos deben llevarse a cabo, para minimizar la probabilidad de fallas.

#### **Los manuales de servicio del fabricante del Equipo:**

Son guías valiosas para conocer cómo deben instalarse las diferentes partes del equipo, operarse y darles mantenimiento. Proveen datos específicos con respecto a mantenimiento, tales como: especificaciones, servicios que necesitan ajustes partes de repuestos y reparaciones completas.

#### **Los registros de mantenimiento del Equipo:**

Los registros de mantenimiento llevado a cabo en los equipos proporcionan datos significativos en relación a la elaboración de los programas de MP. Modelos de trabajos repetitivos basados en fallas de los equipos pueden sugerir servicios de rutina, ajustes o cambios de partes. Otros requerimientos de mantenimiento más incidentales y al azar pueden sugerir inspecciones programadas.

### **El personal de operación:**

Las personas responsables de la operación o del uso del equipo con frecuencia proporcionan información sobre problemas de mantenimientos locales, desapercibidos para el mismo fabricante, y que no aparecen claros en los historiales de mantenimiento llevado a cabo.

El personal de mantenimiento:

El personal de mantenimiento involucrado en la ejecución del trabajo de mantenimiento proporcionara valiosísima información para los programas de MP. Un supervisor de mantenimiento por ejemplo, seguramente conoce los trabajos que si se hubieran llevado a cabo en bases programadas, se hubieran evitado paros de emergencia que lo apresuran. El especialista competente puede señalar en detalle maneras diferentes de hacer los trabajos que resulten en alargamientos de los ciclos de las fallas.

### **Edad, condición y valor del equipo:**

El equipo antiguo o mantenido inadecuadamente requerirá una atención de mantenimiento más frecuente. Tal vez se requerirá una reparación completa antes de que pueda establecerse la frecuencia adecuada. En ocasiones lo más aconsejable será la reposición de las instalaciones.

## **4.4 Implantación del proyecto**

### **4.4.1 Capacitación al personal**

La capacitación del personal tanto empleados y obreros de la empresa sepan que la Salvaguarda de sus puestos de trabajo dependen de la eliminación sistemática de los distintos tipos de desperdicios, y aun más, de su prevención, a los efectos de incrementar los niveles de productividad haciendo a la empresa más competitiva y rentable.

Debe capacitarse a los niveles medios, de supervisión y empleados de primera línea en los siguientes aspectos:

- a) Concientización acerca de los diversos tipos de desperdicios y sus efectos nocivos para la organización.
- b) capacitación en tareas de detección, medición, resolución de problemas, prevención y eliminación de los diversos tipos de mudas (desperdicio en japonés)
- c) Capacitar al personal en materia de: Trabajo en Equipo, Herramientas de gestión, SPC (Control Estadístico de Procesos), Calidad, Productividad y Mejora Continua.
- d) Capacitar y entrenar en la detección y eliminación de actividades sin valor agregado. Y por otra parte mejorar la eficiencia y productividad de los procesos y actividades con valor agregado para el cliente o con valor agregado para la empresa.

#### **4.4.2 Aplicación de los procedimientos**

Para incrementar la producción en la industria del producción de blocks es necesario ir de la mano con los procesos de producción y que los empleados tengan claro lo que deben de realizar y tener confianza en su jefe superior inmediato, debido a que el personal que se utiliza en el manejo de maquinas es bastante reducido la persona encargada de la implementación de los procedimientos en la planta tendrá que trabajar en equipo con el operario, para que esta situación no disminuya el desempeño del operario en su puesto de trabajo, al principio se le debe de comunicar los beneficios que se pretenden obtener tanto para el empleado como para la organización, para que este coopere de una manera más abierta y sin miedo de perder su empleo, ya que



todo ser humano se resiste al cambio y trata de demostrar que el nuevo sistema no funciona.

Para la aplicación de los procedimientos se debe de seguir una secuencia lógica de acuerdo con el proceso de producción y se debe iniciar con la capacitación del personal que lo realizará y que este concientizado de la responsabilidad que él tiene con la organización al implementar el cambio en el proceso.

#### **4.4.3 Aplicación de parámetros y normas**

Para implementar los parámetros y normas debe colocarse tableros de información en las estaciones de trabajo y que los supervisores y jefe de planta trabajen en conjunto para poder aplicar estos parámetros de producción y normas respecto a las variables que afectan el proceso. Para lograr implantar normas es necesario que se desarrollen conferencias, audiovisuales y charlas para que el personal en general tenga conocimiento del compromiso que tiene cada uno con la organización, por lo que debe de esforzar por alcanzar los parámetros día a día en el desarrollo de sus actividades.

Es necesario que se impartan capacitaciones constantes en los trabajadores, par que tengan bien claro la manera de realizar las operaciones de una manera adecuada y eficaz.

Es necesario también contar con el equipo en óptimas condiciones y la herramienta en buen estado y poder registrar todas las variables involucradas en el proceso de incrementar la productividad en la industria de la fabricación de materiales de construcción como lo es el block de diferente forma y tamaño. Donde los parámetros tienen que variar respecto

a la experiencia en realizar las operaciones y el estado en el que se encuentra el equipo en uso.

#### **4.5 Realización de los ajustes necesarios a los procedimientos, con el fin de optimizar el tiempo de cambio**

Se modificaron los procedimientos para que incluyeran la tarea de llenado automático de la máquina fabricadora de blocks y la otra modificación que se tuvo que hacer fue con el traslado con una banda de transporte del producto terminado al área de secado, esto por la rapidez en la producción..

#### **4.6 Crear una cultura de trabajo en equipo**

La descripción de equipo es: "un grupo de individuos unidos con un objetivo común; usando una metodología común; actuando en un espacio y tiempo determinado; teniendo habilidades complementarias; basándose en valores compartidos; y con responsabilidad mutua".

Los equipos tienen un proceso de formación antes de llegar a la madurez.

Inician con la afiliación, después el poder, realización y finalmente madurez.

La afiliación se refiere a la integración inicial que lleva a cabo el equipo. Los miembros se conocen entre sí; aprenden y fijan las reglas del equipo; y comparten los valores en los que el grupo se sustentará. Las características de esta etapa son: inseguridad de los integrantes ante los demás, timidez de actuación, falta de liderazgo, carencia de aceptación de algunos miembros, confusión en el planteamiento de valores y objetivos. En esta etapa deberán formularse políticas para normar la actuación del grupo, los miembros deberán designar un líder-moderador para el mejor desempeño del grupo.

Los integrantes establecerán fronteras y objetivos.

En la etapa de poder se va formando ese espíritu de grupo, necesario para amalgamar el equipo. Los integrantes conocen los valores, reglas, y objetivos.

La confianza va creciendo y empiezan a exteriorizar opiniones al grupo. En este punto se inicia la dinámica del equipo. Se gesta la figura de un líder, cuya función es estimular la comunicación e interacción; modera a los integrantes; y retroalimenta a los miembros respecto a sus conductas y actitudes. En esta etapa deberá quedar acordado quién será el líder. Éste a su vez deberá motivar y facilitar la integración del equipo. Es muy importante notar que la presencia del líder es temporal, ya que se busca que el equipo de trabajo sea autodirigido, y no "jalado" por un líder.

La etapa de realización es en la que se llega a la productividad.

Productividad es tener mayores resultados con los mismos o menores recursos. Para esta etapa el equipo ya está integrado, los miembros ya conocen y manejan las reglas y los valores compartidos. Se aplica un método común, se aprovechan las habilidades de cada uno, y el talento de los integrantes para solucionar los problemas. En esta etapa el líder del equipo, facilita los procesos y ayuda a la toma de decisiones de grupo. El líder apoya las opiniones y motiva a los miembros a mejorar la solución a la que se ha llegado. El líder ayuda también a trazar el plan de acción relativo a la solución del problema. En esta etapa el líder logrará la completa integración de los miembros y resaltará las cualidades de cada uno. Los integrantes deberán crear un mecanismo para toma de decisiones en grupo. Se trazarán planes de trabajo para las acciones acordadas. Finalmente, la madurez es la etapa donde los miembros actúan de manera interdependiente. Cada miembro actúa de manera individual, pero apoyando y apoyándose en el equipo. Los miembros responden automáticamente a los problemas.

Sugerencias para mejorar el trabajo en equipo:

- Revisar periódicamente el desempeño.

- Reconocer el éxito
- Solucionar problemas
- Planificar los pasos de la acción
- Compartir información
- Comunicar y coordinar

## **5. PLAN DE SEGUIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO**

### **5.1 Medición de los resultados obtenidos**

Antes de implementar las mejoras se había hecho un cálculo de la producción que era simultáneamente la producción de 2 blocks en aproximadamente 9 minutos y 50 segundos actualmente se reduce el tiempo produciéndolos 7 min y 27 seg esto sin tomar en cuenta el tiempo de secado de 8 horas recomendadas pero con la diferencia que en la actualidad se producen 5 blocks simultáneamente, por lo que se incrementa la producción de 3 blocks más en menor tiempo.

Para la medición de los resultados utilizaremos una tabla de medición de tiempos de operación de cada estación de trabajo el cual seguirá la forma del formato siguiente.

**Tabla VIII. Formato de toma de tiempos**

TOMA DE TIEMPOS

INDUSTRIA PROCOMAZ FORMATO DE CONTROL DE TIEMPOS

GUATEMALA 2008 ELABORADO: LUIS ALONZO

FORMATO CONTROL DE TIEMPOS

MAQUINA No. \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 LINEA \_\_\_\_\_ INFENIERO \_\_\_\_\_  
 SUPERVISOR \_\_\_\_\_

No.	Nombre de Operación	Nombre Operario	Ciclos (segundo)						Promedio Ciclo	Eficiencia %
			1	2	3	4	5	6		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										

APROBADO POR: \_\_\_\_\_

### **5.1.1 Comparación de los resultados antes y después de la implementación**

Una vez realizado el análisis de los datos obtenidos después de la implementación de las mejoras se pudo observar lo siguiente:

a) Tiempos de mezcla: Existe una mejora en los tiempos de mezcla, producción y traslado del block por motivo de la automatización de estos procesos con lo cual se agiliza el mezclado y traslado del mismo.

b) Eficiencia: A pesar que en el período después de la implementación de las mejoras hubo más cambios de presentación, la eficiencia se incrementó de 60% a 97%.

c) Producción: La producción anterior era de 1800 blocks diarios aproximadamente, variando los días en que los operarios no laboraban, actualmente y con el nuevo sistema se producen 2900 blocks en ocho horas de trabajo.

## 5.2 Formatos de tiempos muertos (maquinaria en reparación)

Los tiempos muertos en maquinaria es el tiempo en que una maquina esta parada y no está haciendo su función dentro de la línea y provoca retraso en la producción la cual causa pérdidas a la planta.

Este tiempo tiene que ser medido y costeadado al área de mantenimiento si fue por negligencia del mecánico o la máquina no sirve y tuvo que ser reemplazada, esta es una herramienta que sirve a toda empresa en la cual el área de mantenimiento esta independiente del área de producción fuera el caso, este tipo de formatos tiene que ser mostrada cada semana a los gerentes de producción para poder justificar las pérdidas por el área de mantenimiento.

**Tabla IX. Formato de tiempo muerto**

TIEMPO MUERTO EN LINEA			
LINEA			
FECHA			
SUPERVISOR			
CODIGO	CAUSA	CODIGO	CAUSA
FM	Falta de material	MI	Molde incorrecto
PM	Problema en maquinaria	CR	Calidad rechazada
FME	Falta de mezcla	FI	Falta información
Horario	# Maquina	Codigo	Total de maquinas
Observaciones:			



### **5.3 Cálculo de personas teóricas y reales necesarias de mano de obra directa**

Anteriormente se había hablado del cálculo de personal Planta, estos cálculos son basados tanto en las necesidades de la fábrica como de las capacidades teóricas del personal por medio de controles de tiempo y producción.

No. Operarios = 10 Operarios

### **5.4 Carga o ritmo de trabajo**

La intención principal de la planificación es proyectar los requerimientos de capacidad instaladas para un plan de producción, juntamente con ingeniería deben de tomarse decisiones oportunas para balancear los requerimientos con la capacidad disponible.

La base de seguimiento para el plan de capacidad es el control de la entrada y salida de los productos, la salida planificada del producto está basada en niveles de personal, horas de trabajo, etc.

### **5.5 Requerimiento de operarios**

El requerimiento de operarios dentro de una línea de producción es un proceso de decisión respecto de los recursos humanos para conseguir objetivos dentro de la fábrica, el problema de anticipar en la organización la cantidad y calidad de las personas necesarias es sumamente importante, en la mayor parte de las empresas industriales el órgano encargado de la

planeación y control de la producción lleva a cabo la planeación de la llamada MOD personal de nivel operacional contratado por horas, directamente ligado a la producción industrial dentro de la planta.

Cualquier aumento de productividad resultante del cambio de tecnología reducirá las necesidades de personal por unidad adicional de producto o servicio, tal aumento de productividad podrá provocar también una reducción del precio del producto o servicio, de modo que origine un aumento en las ventas y en consecuencia, un aumento de las necesidades de personal, para lo cual deberá preverse la utilización de esta mano de obra ya capacitada en la fabrica para no originar ningún despido.

## **5.6 Asignación de cargas de trabajo**

La carga de trabajo debe estar equilibrada y rebalancear las operaciones ya que tiene que mantenerse en una carga de 80% y no menor, ya que significaría que ese tiempo lo tendrían de alguna forma libre y es donde podemos asignarles cargas de trabajo.

## **5.7 Combinación de Operaciones**

Cuando hablamos de combinación de operaciones es que debemos aprovechar la maquinaria y el personal al 100% , en muchos casos tenemos maquinaria mal utilizada o sub-utilizadas las cuales nos causan una mala inversión y desperdicio de recursos, en el proceso de elaboración de blocks siempre existen algunas operaciones que se pueden combinar. Es decir se persigue la poli funcionalidad operativa y el aprovechamiento de los recursos y como consecuencia se mejora el rendimiento de la producción y los costos asociados.

## **5.8 Balance de líneas**

### **5.8.1 Concepto**

La tecnología ha sido definida, frecuentemente, como el arte de saber hacer las cosas. Se trataría entonces de una cuestión de saber o, mejor dicho, de saber-hacer (know how). Si la cosa no anda bien, es porque no saben cómo hacer; ésta podría ser la explicación más frecuente de por qué no se logra éxito en la industrialización. Esta explicación se basa en el sentido común. No es por cierto la mala voluntad lo que permite explicar por qué el que viene a reparar un desperfecto no lo puede reparar; por qué un operario se equivoca; por qué un ingeniero pone a trabajar juntos equipos que son incompatibles; por qué el director de una fábrica lanza la producción de un producto que no se venderá. Si todos supieran qué hacer, las fábricas marcharían bien, produciendo, y los productos se venderían.

#### **PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO.**

- Análisis de Tiempos y Movimientos realizado por el ingeniero de métodos.
- El ingeniero de métodos evalúa los tiempos y Movimientos de cada operación y los aprueba.
- El ingeniero de métodos identifica los cuellos de Botellas por medio del diagrama de Pitch, e implementar un plan de acción con personal de capacitación y/o comodines (Operario Poli funcional de apoyo).
- Integración de un grupo para mejorar las problemáticas de la línea y modulo determinados por el diagrama de pitch.
- Ejecución del plan de acción de todas las personas involucradas durante el proceso de rebalanceo e ingreso de nuevos métodos por el proceso de automatización de operaciones.
- Reunión de Avances

## REFERENCIAS PARA EJECUTAR EL BALANCE DE LÍNEAS.

Los documentos de referencia para ejecutar el balanceo de líneas son los siguientes:

- Secuencia del estilo de block.
- Lay out.
- Manuales.
- Mock Ups (muestra física de la operación validado por Depto. Calidad)
- Muestra Física del producto terminado.
- Muestra el método correcto.
- Muestra la estación de trabajo.

Con ello los cuellos de botella son eliminados como en la planta el llenado de cada máquina más la mezcla de materia prima fueron identificados como uno de los puntos en donde se crea atraso esto fue informado por los operarios de las máquinas.

Asignaciones de trabajo de cada operario son:

	Tiempo producir un block(min)	Tiempo de espera (min)	Minutos Permitidos (min)
Operario 1	4.10	2.0	6.10
Operario 2	6.10	-	6.10
Operario 3	3.00	2.9	6.10

La eficiencia de la línea de producción.

$$E = \frac{13.2}{18.30} = 72\%$$

$N = 0.58 \times 18.3$

N= 10 OPERARIOS

Actualmente se opera con este sistema donde se necesita 10 operarios, con la propuesta de automatización se pretende optimizar la mano de obra y la eficiencia en línea.

## **5.8.2 Características**

### **5.8.2.1 Eficiencia potencial**

La eficiencia potencial la obtenemos en base a la capacidad potencial y nos sirve que eficiencia tiene el operador en su operación, la utilizamos para evaluar los cuellos de botella que pueden ocurrir dentro de la línea, acuérdesse que no siempre la eficiencia ayudara a mejorar la línea si existen otros problemas externos como: falta de material, accesorios, etc. Siempre hay que tomar todos las posibles causas antes de evaluar al operador ya que si el operador no cuenta con todos las ayudas posibles para su trabajo no estará siendo eficiente en su trabajo.

### **5.8.2.2 Producción potencial**

La producción potencial se va a trabajar con base a las capacidades individuales de cada operario de líneas, para los cual usaremos los gráficos de picht, cada operario tiene una capacidad potencial que la podemos trabajar de diferentes formas para la cual el beneficiado sea la línea de producción.

### **5.8.2.3 Reasignación de operarios.**

La posibilidad de que la empresa requiera personal en operaciones especiales es un caso que se ve en toda empresa de producción y fabricación, no todo el personal tiene habilidades técnicas para manipular cualquier maquina, cuando existe rotación de personal estas ocasionan atrasos en la producción por no tener un plan de acción que pueda cubrir el recurso necesario.

Con el balance de líneas y la automatización de la misma es recomendable tener dentro de cada línea un mínimo de 5 personas que puedan ser multifuncionales, esto ayudara a poderlas tener como comodines y puedan cubrir esa plaza mientras se capacita a otra persona, es muy recomendable llevar un histórico de habilidades del personal de línea, ya que a veces ni el supervisor, ni el jefe de área saben del potencial que tienen dentro de la línea y la planta.

## **5.9 Plan de mejora continua**

### **5.9.1 Estudio de productos sustitutos**

Los productos que pueden sustituir al block son: El ladrillo, paredes prefabricadas, los cuales de igual forma pueden ser implementados para ser producidos en la fábrica y ampliar la gama de productos que esta ofrece a la población. Los productos que sustituyen al block no son tan utilizados como este por su alto costo.

## 5.9.2 Producción y productividad

La capacidad de producción es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad es fundamental en cuanto permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.

Los incrementos y disminuciones de la capacidad productiva provienen de decisiones de inversión o desinversión (Ej.: adquisición de una máquina adicional o automática).

Productividad es la relación que existe entre las salidas y las entradas de un sistema. La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado.

Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. Por ello, el Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa trata de aumentar la productividad.

La mejora de la productividad se obtiene innovando en:

- Tecnología
- Organización
- Recursos humanos y laborales
- Condiciones de trabajo
- Otros.





## CONCLUSIONES

1. Se estudió la productividad de la empresa, la cual al medirla reflejó un 60% de eficiencia, por lo que se sugiere implementar nuevos sistemas de producción automática, estos son los que en su mayoría utilizan grandes industrias de producción de blocks a nivel internacional, por lo tanto nos muestran las grandes ventajas de la automatización y los beneficios que se obtienen.
2. Se estandarizaron los procesos actuales de la empresa, el cual en su total reflejaba 9 minutos y 50 segundos, este se mejoró a 7 minutos y 27 segundos, con lo que se eliminaron los cuellos de botella que retrasaban el proceso.
3. La mejor persona para llevar a cabo el trabajo en la empresa y optimizar recursos es la que ya tiene experiencia comprobada, compleción fuerte y mayor de edad acostumbrado a trabajar bajo presión, comprometer al trabajador para que se enfoque en los objetivos diarios de la empresa.
4. Al evaluar y analizar los resultados financieros de las propuestas de la Tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN), la mejor propuesta es la máquina Esmma 1000 Hidráulica, ya que satisface la demanda requerida por el mercado teniendo los siguiente índices 42% y Q.150,662 respectivamente.
5. Se creó un plan que se adapta a las necesidades de la empresa, este mantiene una mejora continua y busca tener la mejor tecnología en la empresa haciendo uso de herramientas como balance de líneas y suprimiendo tiempos muertos o cuellos de botella.

8. El uso de los diagramas son una estrategia para la estandarización de tiempo en el que se refleja el cambio que se obtiene al mejorar el sistema de producción de uno manual a uno automático.
  
9. Dada la importancia de las operaciones de mantenimiento, deben de adecuarse a procedimientos y estrategias que permitan conservar el buen estado de la máquina, y así garantizar la operación de la planta.

## RECOMENDACIONES

1. Que apliquen normas de calidad para ser más competitivos en el mercado, por mantener la calidad en los productos y poder competir a nivel internacional.
2. Ampliar la variedad de productos que se ofrecen a los clientes, descentralizando la planta de producción para así abarcar gran parte del país.
3. Incentivar con bonos a los operarios al momento de alcanzar metas o proyecciones de ventas propuestos por la empresa.
4. Realizar estudios con respecto a maquinaria secadora de block para minimizar el tiempo de secado del mismo y no depender tanto de la luz solar, estas son cámaras de secado rápido y cada vez son más las utilizadas en la industria de fabricación de block.
5. Se recomienda establecer un plan estratégico general de la empresa, este plan debe de adaptarse a la situación actual y a las necesidades mismas de la empresa.
6. Se sugiere una retroalimentación en la capacitación y el nuevo sistema de producción que se utiliza, esto se efectuará para que el operario se adapte rápidamente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Harrington H. James. Cómo Incrementar la calidad productiva en su empresa. Editorial McGraw-Hill. Pág. 54, 58-60
2. Salazar Ramos, Claudia Arabella, Aumento de la productividad por medio de la automatización. Trabajo de Graduación de Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2002. Pág. 25-44
3. Donald César Valdez Aguilar. Automatización en el área de bodega en una empresa de Correo y mensajería para lograr una mayor productividad. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2004. Pág. 23, 33, 45
4. Torres Méndez, Sergio Antonio. Ingeniería de Plantas. Edición 2004. Pág. 10-36.
5. Bain, David. Productividad, Solución a problemas de la empresa. Segunda edición. Edición McGraw-Hill Editorial Interamericana. Pág. 12-18
6. Sumanth, David J. Ingeniería y Administración de la Productividad. Tercera Edición. Edición McGraw-Hill Editorial Interamericana. Pág. 25-28
7. Boon, G. Automatización flexible en la industria (difusión y producción de máquinas-herramientas de control numérico en América Latina). Edición Limusa. 1998. Pág. 22

8. Lhoste, G. Administración automatizada de empresas. Editorial Reverté. 2000. Pág. 23-27
- .
9. Pollock, F. La automatización, sus consecuencias económicas y sociales. Edición Buenos Aires: Sudamericana. Tercera edición. Pág. 23-26
10. Buckingham, W. El impacto de la automatización en la gente y en los negocios. Edición Buenos Aires: Hobbs. Segunda edición. Pág. 34-40



Parte 2:

No	Elementos	Registro de tiempo										$\Sigma T$	$\Sigma E$	$\Sigma X$	$\Sigma T_{mec}$	$\Sigma TM$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma Obs.$	$\Sigma V$	EM		
1		E														
		T														
2		E														
		T														
3		E														
		T														
4		E														
		T														
5		E														
		T														
6		E														
		T														
7		E														
		T														
8		E														
		T														
9		E														
		T														
10		E														
		T														



## **ANEXO 2.**

Fotografía de abastecedor de mezcla semiautomático no utilizado en la empresa, este puede ser tomado en cuenta ya que minimiza el tiempo de llenado de cada máquina.



Fuente: Fábrica de blocks Procomaz

Así mismo se tiene sin uso el llenador del abastecedor, este prototipo fue elaborado a pedido especial de la fábrica de blocks, pero nunca fue puesto a funcionar.

Utilizándolo servirá en el aumento de la eficiencia y la disminución del tiempo en carga del abastecedor de mezcla.

Su función principal es el aumento en el llenado del abastecedor, con ello se garantiza la disponibilidad de mezcla y la rapidez del llenado de cada máquina bloquera.





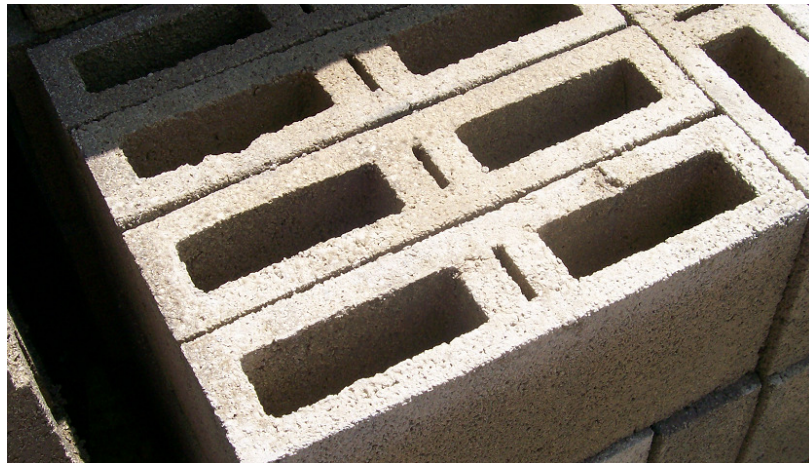
Fuente: Fotografía tomada en fábrica Procomaz



### **ANEXO 3**

A continuación se muestra la fotografía producto terminado de diferente tipo y piedra laja ofrecido a los clientes y que es proporcionado por otra empresa para ponerlo a disposición de los clientes.

Block 10x20x40



Block 20x20x40





Block en U 15x20x40



Piedra Laja y Piedra Volcánica



Fuente: Fábrica Procomaz



## ANEXO 4

Mapa de la ubicación de la fábrica de blocks Procomaz.

