



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN  
LA INDUSTRIA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO APLICANDO LA METODOLOGÍA  
JUSTO A TIEMPO PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR CONTAMINACIÓN DE  
MATERIA PRIMA**

**Lourdes Beatriz Vásquez Xuyá**

Asesorado por el MA. Ing. David Francisco Estuardo Monzón Ávila

Guatemala, julio de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN  
LA INDUSTRIA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO APLICANDO LA METODOLOGÍA  
JUSTO A TIEMPO PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR CONTAMINACIÓN DE  
MATERIA PRIMA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LOURDES BEATRIZ VÁSQUEZ XUYÁ**

ASESORADO POR EL MA. ING. DAVID FRANCISCO ESTUARDO MONZÓN ÁVILA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Marco Vinicio Monzón Arriola
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdoba Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO APLICANDO LA METODOLOGÍA JUSTO A TIEMPO PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR CONTAMINACIÓN DE MATERIA PRIMA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 17 de junio de 2017.

**Lourdes Beatriz Vásquez Xuyá**



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226**



AGS-MGIPP-021-2017

Guatemala, 27 de junio de 2017.

Director  
 Francisco Gómez Rivera  
 Escuela de **Ingeniería Industrial**  
 Presente.

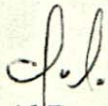
Estimado Director:


Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación de la estudiante **Lourdes Beatriz Vásquez Xuyá** carné número **201020423**, quien optó la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

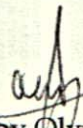
Sin otro particular, atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
 MA. Ing. David Francisco Estuardo Monzón A.  
 Asesor (a)

  
 Dra. Alba Maritzá Guerrero Spínola  
 Coordinadora de Área  
 Gestión de Servicios

*David Francisco Estuardo Monzón Avila*  
 INGENIERO CIVIL  
 COL. 10257

  
 MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
 Director  
 Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo  
 /la



REF.DIR.EMI.095.017

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 en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO APLICANDO LA METODOLOGÍA JUSTO A TIEMPO PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR CONTAMINACIÓN DE MATERIA PRIMA**, presentado por la estudiante universitaria **Lourdes Beatriz Vásquez Xuyá**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.308-2017

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: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO APLICANDO LA METODOLOGÍA JUSTO A TIEMPO PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR CONTAMINACIÓN DE MATERIA PRIMA**, presentado por la estudiante universitaria: **Lourdes Beatríz Vásquez Xuyá**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

*Aguilar*  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
DECANO



Guatemala, julio de 2017

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Porque sin su infinita misericordia nada de esto sería posible.
<b>Mi madre</b>	Beatriz Xuyá, quien con su sacrificio, ejemplo y dedicación me ha criado y ha hecho de mí una mujer con valores e integridad.
<b>Mi padre</b>	Marcelino Vásquez, que con su esfuerzo y deseo de superación siempre me apoyo para alcanzar mis metas.
<b>Mis hermanos</b>	Lucía y Pablo, porque han sido mi ejemplo y pilares en mi vida que me han apoyado en todo momento impulsándome a salir adelante.
<b>Mi sobrino</b>	Fernando Paredes, quien marcó un antes y un después en mi vida y con su sola presencia exige de mí una vida de excelencia.
<b>Mi novio</b>	Abel Arriaza, por su amor incondicional, apoyo y perseverancia para obtener este logro.
<b>Mi tío</b>	Axel Xuyá, porque siempre creyó en mí y con sus palabras y ejemplo me motivo a luchar por mis sueños.



## **Mis amigos**

Porque siempre estuvieron a mi lado en cada uno de los pasos recorridos dentro de las aulas universitarias.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Porque me ha albergado y brindado formación profesional la cual me distingue en el ámbito laboral.

**Facultad de Ingeniería**

Por concederme una formación específica en la ciencia de la Ingeniería.

**Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial**

Por haberme educado en el conocimiento de la ingeniería industrial.

**MA. Ing. David  
Francisco Monzón Ávila**

Por su asesoramiento, tiempo y conocimientos invertidos en mi formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
3.1. Descripción del problema .....	11
3.1.1. Pregunta central .....	12
3.1.2. Preguntas auxiliares .....	12
3.1.3. Delimitación del problema .....	12
3.1.4. Viabilidad .....	13
3.1.5. Consecuencias .....	13
4. JUSTIFICACIÓN .....	15
5. OBJETIVOS .....	19
5.1. General.....	19
5.2. Específicos .....	19
6. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	21
6.1. Materia prima para una planta de prefabricados de concreto.....	21
6.1.1. Granza.....	21

6.1.2.	Polvo de piedra .....	23
6.1.4.	Arena de río.....	26
6.1.5.	Cemento.....	28
6.2.	Contaminación de materia prima .....	29
6.2.1.	Ensayo de granulometría .....	29
6.2.2.	Prueba de sedimento .....	31
6.2.3.	Aceptación de la materia prima .....	32
6.3.	Industria de prefabricados de concreto .....	32
6.3.1.	Productos prefabricados de concreto que se fabrican y descripción de los procesos.....	34
6.4.	Gestión del abastecimiento .....	36
6.4.1.	Definiciones.....	37
6.5.	Administración de la cadena de abastecimiento .....	39
6.5.1.	Definición de valor .....	41
6.5.2.	Objetivo de la administración de las cadenas de abastecimiento .....	42
6.6.	Metodología justo a tiempo (JAT por sus siglas en español) ...	42
6.6.1.	Importancia.....	43
6.6.2.	Ventajas .....	43
6.6.3.	Desventajas.....	44
6.7.	Productividad en el método justo a tiempo.....	44
7.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	47
8.	METODOLOGÍA .....	49
8.1.	Fase 1 .....	51
8.2.	Fase 2: Indicadores de merma generada en el proceso de producción.....	51

8.3.	Fase 3: descripción del proceso de traslado de materia prima, desde las canteras hacia las plantas de producción.....	52
8.4.	Cálculo de muestra:.....	53
9.	CRONOGRAMA.....	55
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	57
10.1.	Revisión y resumen de datos .....	57
10.2.	Disposición y transformación de datos .....	58
10.3.	Análisis de contenido.....	58
10.4.	Obtención de resultados y conclusiones .....	59
11.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	61
11.1.	Recurso humano .....	61
11.2.	Recurso material .....	61
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
13.	APÉNDICES.....	69



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Curva granulométrica de la granza .....	23
2.	Curva granulométrica del polvo de piedra triturado.....	24
3.	Curva granulométrica del piedrín 3/8" .....	26
4.	Curva granulométrica de arena de río.....	27
5.	Curvas granulométricas .....	30
6.	Prueba de sedimento .....	31
7.	Diagrama de procesos de las áreas de la planta .....	35
8.	Diagrama de proceso de fabricación de artículos de concreto.....	36
9.	Cadena de abastecimiento básico .....	39
10.	Integración de los procesos de negocio a través de la administración de la cadena de abastecimiento.....	40
11.	Cronograma de actividades .....	55

### TABLAS

I.	Prefabricados de concreto .....	34
II.	Cuadro resumen .....	51
III.	Recursos físicos, financieros y humanos .....	62
IV.	Recursos tecnológicos .....	62
V.	Materiales.....	63
VI.	Resumen financiero .....	63





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>COGUANOR</b>	Comisión guatemalteca de Normas
<b>JIT</b>	<i>Just in time</i>
<b>JAT</b>	Justo a tiempo
<b>NTG</b>	Norma Técnica Guatemalteca
<b>SPM</b>	<i>Supply Chain Management</i>



# 1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación pretende a través de un plan de trabajo, gestionar el abastecimiento de materia prima en una fábrica de prefabricados de concreto, ubicada en Chimaltenango, aplicando la metodología justo a tiempo, para la reducción de merma por contaminación de materia prima.

El problema que se ha diagnosticado es el incremento de la merma en los diferentes turnos de producción, la merma en producción se da debido a factores ambientales que están fuera del control del personal operativo y factores de abastecimiento que están dentro del control de personal operativo, ambos factores se dan antes o después de iniciar el procedimiento de producción, ya que dicho procedimiento está totalmente automatizado. Debido a que los factores ambientales están fuera del control del personal operativo, la presente investigación se enfocará en la elaboración de un plan de trabajo que permita gestionar de manera óptima el abastecimiento de la materia prima.

Con la creciente demanda de prefabricados de concreto, es importante resolver esta situación para satisfacer las necesidades de los clientes, esta investigación pretende incrementar la productividad por medio de la aplicación de la herramienta de ingeniería, Justo a tiempo (JIT por su siglas en inglés), con dicha aplicación se logrará aumentar la productividad con base en un sistema de control de inventarios en donde todo se encuentra al nivel del *stock* mínimo, y en donde los proveedores cumplen la labor de entregar lo justo y necesario en el momento preciso, con ello se involucra a los operarios de la maquinaria y al personal administrativo.

Con la reducción de los niveles de inventario de materia prima, se espera obtener una mejora en la productividad global de la planta, lo cual generará mayores márgenes de ganancia y la satisfacción del cliente al entregarle el producto en el tiempo solicitado y con la calidad, según las normas que rigen los prefabricados de concreto (COGUANOR NTG 41054).

En el aspecto ambiental se espera una reducción de desperdicios que generan un incremento en la merma global de la planta, evitando el consumo excesivo de materia prima, la cual es extraída de las canteras, a través de la explotación de las montañas, lo cual impactaría positivamente el aspecto ambiental utilizando eficientemente los recursos y evitando al máximo los desperdicios.

La metodología justo a tiempo permite al ser puesta en práctica, la reducción de costos de almacenaje, tanto de materia prima como en producto terminado. La reducción de mermas en la industria de prefabricados de concreto como en cualquier industria productiva representa mejoras en costo y en beneficios para los colaboradores es por ello que la adecuada gestión del abastecimiento de la materia prima en la fábrica de estudio representa mejoras en el proceso de abastecimiento, sistematización, productividad operativa, administrativa y desarrollo del personal a todo nivel.

En el primer capítulo, se encuentra la teoría y procedimientos concernientes al tema de investigación, el desarrollo del concepto de materia prima para la industria, al mismo tiempo se describe cada una de las materias primas incluidas en el proceso de producción de prefabricados de concreto en donde se observa que la misma empresa se provee de insumos para la producción.

En el segundo capítulo, se desarrolla la investigación en donde se muestra una descripción breve de la empresa, de la industria de prefabricados, ubicación e historia, productos que se fabrican, líneas de producción y descripción del proceso de producción de prefabricados de concreto.

En el tercer capítulo, se presenta la gestión del abastecimiento, tema central de la presente investigación. Se describen conceptos como cadena de valor, logística, cadena de abastecimiento, y otros temas utilizados en la gestión industrial.

Y por último, en el cuarto capítulo se define la propuesta planteada, en que consiste la metodología justo a tiempo, cual es el impacto que la metodología tiene en procesos de producción, ventajas y desventajas de la utilización de la metodología y la productividad que se obtiene al utilizar correctamente la metodología justo a tiempo.

Con la reducción de los desperdicios al establecer un sistema sistemático del abastecimiento de la materia prima se espera una mejora en la productividad global de la planta, genera con esto un incremento en la rentabilidad de la empresa, utilizando de manera eficiente los recursos.



## 2. ANTECEDENTES

La metodología justo a tiempo (JAT), tiene como objetivo principal la reducción de factores improductivos en procesos administrativos y operativos. Se estudia investigaciones previas a la presente en donde aplican el método JAT para mejorar la productividad de distintas áreas, y cada una de ellas muestra los múltiples beneficios que se obtienen de la correcta aplicación del método.

Justo a tiempo es una herramienta que permite mejorar el servicio al cliente en empresas comercializadoras de equipo de cómputo en la ciudad de Quetzaltenango. Aplicar el método justo a tiempo le permitió al investigador mejorar el servicio al cliente, debido a que tomó dos muestras para la investigación; la primera muestra compradores y la segunda vendedores locales. Al darse cuenta que los clientes de este tipo de mercadería la buscan para comprarla de inmediato, para los vendedores implica que trabajen con un método de inventario que les permita tener en stock mercadería mínima sabiendo que cada uno de estos equipos necesita de una rotación elevada. Mendoza (2013) menciona que: al aplicar el método justo a tiempo, permite una satisfacción del 100% de los clientes que visitan las tiendas y una reducción de gastos de inventarios por el tipo de bien.

Chavéz, L. & Parada, I. & Rivas, D. (2003), en su trabajo de graduación con título: “La técnica justo a tiempo como elemento básico en la agilización del proceso de compra”, menciona que la técnica justo a tiempo es un elemento básico en la agilización de procesos de compra. El aplicar el método justo a

tiempo en un proceso de compras, permitió a los investigadores alcanzar los siguientes objetivos:

- Pagar precios razonablemente bajos por los mejores productos obtenibles, negociando y ejecutando todos los compromisos de la compañía.
- Mantener los inventarios lo más bajo posible, sin perjuicio de la producción.
- Encontrar fuentes de suministro satisfactorias y mantener buenas relaciones con las mismas.
- Asegurar la buena actuación del proveedor, entre otras cosas en lo que se refiere a la rápida entrega de los materiales y una calidad aceptable.
- Localizar nuevos materiales y productos a medida que vayan requiriéndose.
- Introducir buenos procedimientos, junto con controles adecuados y una buena política de compra.
- Implantar programas como el de análisis de valores, y análisis de costos, y decidir si deben comprarse o hacerse los materiales para reducir el costo de las compras.
- Conseguir empleados de alto calibre y permitir que cada uno desarrolle al máximo su capacidad.
- Mantener un departamento lo más económico posible sin desmejorar la actuación.
- Mantener informada a la alta gerencia de los nuevos materiales que van saliendo, que puedan afectar la utilidad o el buen funcionamiento de la compañía.



El investigador no solo logra la reducción de costos por exceso de inventario, si no que logra mantener un alto nivel de productividad en el departamento de compras, logrando con ello motivación tanto extrínseca como intrínseca para los colaboradores. Con la investigación se demuestra que la metodología justo a tiempo es aplicable a cualquier departamento que sea medido por su productividad y resultados, desde el departamento de compras hasta el departamento de producción.

Evangelista, R. & Herrera, S (2003) mencionan en su investigación con tema: “Diseño de un sistema administrativo de facturación utilizando la metodología del justo a tiempo para empresas distribuidoras de productos alimenticios caso practico: Diszasa de C.V.” donde determinan que la aplicación del método justo a tiempo se ha visto envuelto en todas las áreas para eficientar un proceso de mejora continua.

En la investigación se muestra cómo la metodología justo a tiempo permite optimizar procesos de facturación en empresas distribuidoras de productos alimenticios y se observa que para la aplicación de este método se debe contar con la aprobación de la Gerencia General, para tener la inversión que la aplicación de este método necesita, que en este caso es la compra de máquinas facturadoras para la venta de productos alimenticios.

Rivera, P. (2014), menciona es su tesis con tema: “Buenas prácticas de manufactura (BPM) con aplicación del Análisis de riesgos y puntos críticos de control (ARPCC) Enfocado al justo a tiempo (JAT) hospital veterinario Facultad de medicina veterinaria y zootecnia (fmvz) Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC)” que las buenas prácticas de manufactura (BPM) con aplicación del Análisis de riesgos y puntos críticos de control (ARPCC) enfocados a la metodología justo a tiempo en un hospital veterinario”, desarrolla

principalmente una cultura de intervención del personal, de trabajo en equipo, de involucramiento de las personas con las tareas que realiza, de compromiso o lealtad de los colaboradores con los objetivos de la empresa.

En la investigación se determina que la técnica justo a tiempo es más que un sistema que pretende disminuir o eliminar inventarios; es una filosofía que rige las operaciones de una organización; su fin es el mejoramiento continuo, para así obtener la máxima eficiencia y eliminar a su vez el gasto excesivo de cualquier forma en todas y cada una de áreas de la organización, sus proveedores y clientes. Es importante recalcar que eliminar despilfarros es una razón importante para llevar a cabo la implementación de esta técnica y esto se logra consiguiendo que el operario asuma la responsabilidad de controlar el proceso y llevando a cabo las medidas correctoras que sean necesarias, proporcionándole unas pautas que debe intentar alcanzar.

Varios autores coinciden que los beneficios de la aplicación de la herramienta justo a tiempo son innumerables, a continuación se detallan los beneficios más comunes que se derivan de la experiencia de diversas industrias, que han aplicado ésta metodología:

- Reduce el tiempo de producción (bien o servicio).
- Aumenta la productividad.
- Reduce el costo de calidad.
- Reduce los precios de material comprado.
- Reduce inventarios (materiales comprados, obra en proceso, productos terminados).
- Reduce tiempo de alistamiento.
- Reducción de espacios.

- Reduce la trayectoria del producto entre el fabricante, el almacén y el cliente.
- Se puede aplicar a cualquier tipo de empresa que reciba o despache mercancías.
- Se basa en el principio que el nivel idóneo de inventario es el mínimo que sea viable.
- Es una metodología más que una tecnología que ha ganado mucha aceptación; sin embargo, pocas empresas han creado la disciplina y los sistemas necesarios para aplicarlo, efectivamente.



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Descripción del problema**

El problema en la industria de prefabricados de concreto es que no cuentan con una gestión adecuada del departamento de transportes, para el abastecimiento de la materia prima.

La empresa FFAC, S. A. se dedica a la producción de prefabricados de concreto, se ubica en el kilómetro 61.5 carretera interamericana. Siendo empresa líder en producción, distribución y ventas de prefabricados de concreto, en el área de transportes que es la encargada del abastecimiento de la materia prima cuentan con 22 camiones de acarreo.

La inadecuada gestión de abastecimiento de materia prima genera merma en producción, por la contaminación de la materia prima, la cual es generada por la inadecuada gestión de abastecimiento de la misma para la industria de prefabricados de concreto, esto a su vez genera exceso de inventario y gastos de combustible elevados al utilizar maquinaria pesada para movilizar la materia prima excedente que es depositada en un almacén, causando desorden para luego movilizarlo hacia las fosas que utilizarán la materia prima para su producción.

Se gestionará el abastecimiento de materia prima en el área de transportes, en la industria de pre fabricados de concreto, aplicando la metodología justo a tiempo para la reducción de merma por contaminación de materia prima.

### **3.1.1. Pregunta central**

¿Qué herramienta de ingeniería permite gestionar de manera óptima el abastecimiento de materia prima en la industria de prefabricados de concreto logrando la reducción de merma por contaminación de materia prima?

### **3.1.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Cómo es el proceso de traslado de materia prima, desde las canteras hacia las plantas de producción?
- ¿Qué indicadores permiten medir la merma generada por contaminación de materia prima en la producción?
- ¿Cuál es el diseño del sistema JAT que permita la reducción de merma, por contaminación de materia prima?

### **3.1.3. Delimitación del problema**

La investigación se llevará a cabo en una empresa que fabrica productos de concreto ubicada en el km 61.5 carretera Interamericana. El trabajo comprende el despacho de materia prima en las canteras y traslado hacia las plantas de producción hacia las fosas donde se almacenará para ser utilizada en producción.

La presente investigación estará comprendida en los meses de agosto 2016 a abril 2017.

### **3.1.4. Viabilidad**

Todas las empresas en crecimiento están en búsqueda de métodos que les permitan incrementar su productividad en función de cumplir con la creciente demanda de productos que exigen los clientes y de esta manera ser más rentable y utilizar de manera eficiente los recursos.

Los recursos se clasifican de la siguiente manera, las cuales son importantes para esta investigación:

- Información del proceso, el cual consiste en la interacción con el personal y con el proceso productivo.
- Recursos financieros y humanos.

Para los primeros se cuenta con la autorización de la empresa para la realización de dicho proyecto, por lo que se tendrá acceso a la información para llevar a cabo la investigación. Los recursos financieros los aportará el investigador, apoyando con equipo de cómputo, tiempo y la información necesaria para la realización del proyecto.

### **3.1.5. Consecuencias**

Con la implementación de la metodología JIT se obtendrá una correcta gestión de la materia prima y un producto de mejor calidad al evitar contaminaciones por excedentes de inventario.

Se obtendrá una reducción de merma por contaminación de materia prima y la reducción del uso de maquinaria pesada para el traslado de la materia prima a las fosas de producción.

La implementación de esta metodología permitirá una eficiente gestión de los almacenes de materia prima, estableciendo horarios de entrega y almacenamiento de los agregados; lo cual a su vez generará un aumento en la productividad global de la planta, al evitar paros de producción por falta de materia prima o por materia prima que no cumpla con los estándares de calidad establecidos.

De no realizarse dicha investigación se mantendrá un alto nivel de desperdicios, lo cual impacta negativamente en el margen de la empresa, también impacta en el aspecto ambiental consumiendo excesivamente materia prima; además de mantener un alto índice de reclamos por parte de los clientes al no mantener los controles de calidad estrictos en el abastecimiento de materia prima ocasionando contaminación en esta, genera una gran cantidad de productos no conformes.



## 4. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación que se utilizará es calidad, ya que la calidad en la gestión del abastecimiento de materia prima permitirá la reducción de merma por contaminación de materia prima almacenada inadecuadamente. Esto se logrará aplicando el método justo a tiempo para la reducción de costos de almacenamiento y de contaminación de materia prima excedente, aplicando los cursos de principios y fundamentos de la calidad y tecnologías de la calidad de la maestría en Gestión Industrial.

Es necesario el desarrollo de esta investigación para evitar los altos índices de merma que se obtienen en la planta de producción ocasionando defectos en la calidad del producto terminado por la contaminación de la materia prima, genera con esto una rentabilidad más baja de lo que se espera.

La importancia de esta investigación radica en que la empresa está generando un costo innecesario por el exceso de materia prima en el almacén de materia prima, debido a que se solicita un exceso de materia prima con la justificación de que la producción no puede parar por falta de materia prima.

Por el exceso de inventarios de materia prima es necesaria la utilización de maquinaria pesada para el acarreo de los agregados desde los patios hasta la fosas de la planta donde serán utilizadas en producción y este costo es aún mayor que el costo de inventarios, ya que se ve envuelto el combustible, el desgaste de las piezas de la maquinaria y el operador.

Al aplica la metodología JAT se espera obtener una mejora en el costo del producto terminado, ya que se reducirá la merma que se obtiene por materia prima contaminada siendo esta merma un 5 % de la producción total, lo cual se verá reflejado en el estado de resultados.

El investigador al realizar el presente proyecto, se ve motivado por alcanzar una meta de calidad deseada, lo cual se verá reflejado en un índice de disminución de costos de producto terminado, esta información será presentada a la alta dirección de la empresa, con el fin de obtener reconocimiento por el arduo trabajo de investigación que se realiza.

Al aplicar una herramienta como lo es el JAT en la vida real, como lo es el caso de esta industria, permite al investigador ampliar sus conocimientos en función de alcanzar una cultura personal de mejora continua.

Los beneficios que se obtendrán al realizar la presente investigación se verán reflejados en las diferentes áreas de la empresa como lo son:

- Área financiera: Por medio de la reducción de costos del producto terminado, mejorando la rentabilidad de la empresa.
- Área productiva: Por medio de la reducción de mermas el personal operativo obtendrá mayores beneficios económicos al evitar descuentos por exceso de merma.
- Área de transporte: Permitirá un control más ordenado al eficientizar las entregas de materia prima.

Con el presente proyecto de investigación cuyo enfoque es el de mejorar la calidad de los productos, a través de la gestión del abastecimiento, tiene como consecuencia una lista de beneficiados por distintas razones.

Principalmente el cliente, ya que estará recibiendo un producto de calidad y en el tiempo justo, no se tendrán atrasos, debido a falta de producto por baja producción y todo el producto que reciba en obra llegará con la calidad deseada sin obtener altos porcentajes de quebrados. La empresa obtiene altos indicadores de productividad, lo cual los beneficiará en temporadas de consumo alto pudiendo abastecer el mercado sin ningún inconveniente; además de mejorar la imagen debido a la calidad que se obtendrá en las producciones, además de hacer un uso eficiente de los recursos, incrementando su margen de utilidad.

Por otra parte, los colaboradores también se verán beneficiados, debido a la reducción de los porcentajes de desperdicio estarán produciendo más unidades, lo cual les generará mejores ingresos, debido a que tienen un pago a destajo, en el cual verán reflejado el esfuerzo de producir con la materia prima con la calidad deseada.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Gestionar el abastecimiento de materia prima en la industria de prefabricados de concreto, aplicando justo a tiempo para la reducción de merma por contaminación de materia prima.

### **5.2. Específicos**

1. Analizar el proceso del traslado de materia prima desde las canteras hacia las plantas de producción.
2. Establecer indicadores que permitan medir la merma generada por contaminación de materia prima en la producción.
3. Proponer el diseño de un sistema de JAT que permita reducir la merma por contaminación de materia prima.



## **6. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **6.1. Materia prima para una planta de prefabricados de concreto**

La materia prima es la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de uso o consumo.

Para la fábrica que se dedica a la producción de artículos pre fabricados de concreto de estudio, se definirá a continuación la materia prima, se llamará agregados a cada uno de los componentes que se utilizan en la producción.

El 80 % de la materia prima para los prefabricados de concreto es obtenida por el proceso de trituración, dicho proceso se realiza por una maquinaria trituradora que produce de la piedra: granza, polvo de piedra y piedrín. En el proceso de trituración se deben manejar las medidas de grano que se deben de utilizar para el proceso de producción, es decir, que en el proceso de trituración es vital controlar este aspecto para ser utilizado en producción.

#### **6.1.1. Granza**

La granza o arena pómez como materia prima es el residuo que se separa al cernir el yeso u otro mineral, derivado de un proceso de trituración. La granza es la primera capa que recubre una piedra, esta es extraída en el primer proceso de la trituración de la piedra. Este material luego es triturado a la medida, según la necesita el cliente final.

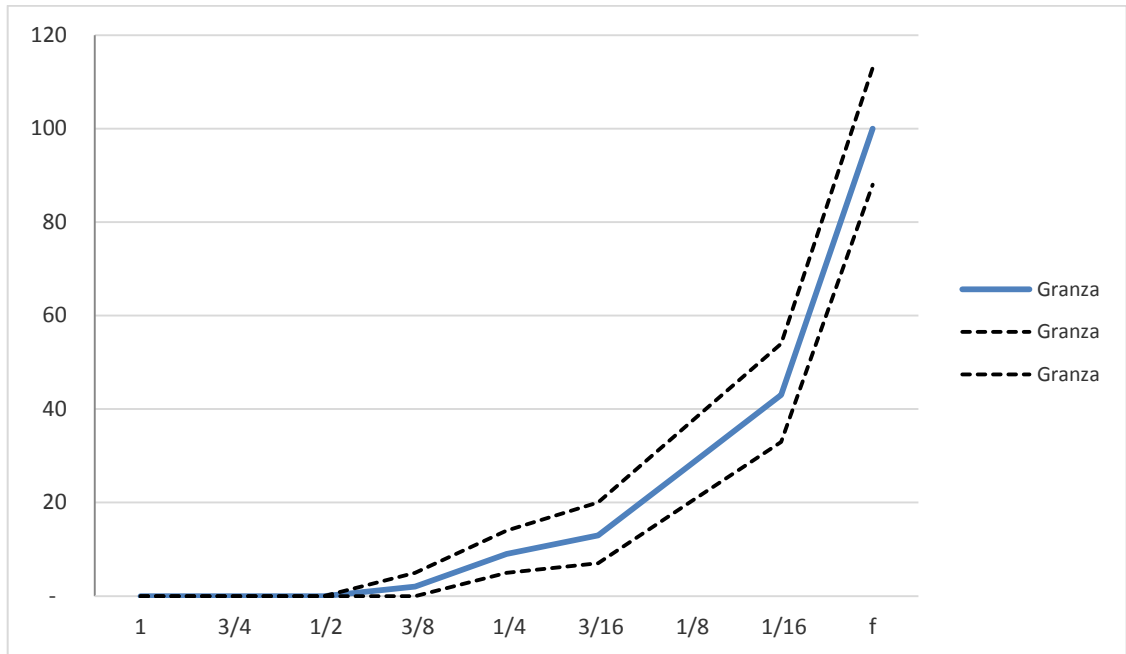
La granza le proporciona al producto la característica de reducción de peso, lo que permite fabricar un producto más liviano, siempre manteniendo controlados todos los aspectos de resistencia, ya que al utilizar un mayor porcentaje de este agregado puede incurrir en una baja de resistencia considerable, por lo que se debe de tener una fórmula que permita mantener las características de textura, apariencia y resistencia en condiciones óptimas para evitar problemas con resistencia.

El uso excesivo de este material puede resultar en un producto quebradizo con una apariencia rustica y una resistencia a la compresión muy baja, genera un porcentaje de merma excesivo, muchas bloqueras artesanales compensan el uso de granza con una mezcla de selecto que les permita mejorar las condiciones descritas.

En la siguiente ilustración 3 se puede observar el comportamiento granulométrico que presenta este agregado, en el cual se observa que el tamaño máximo de grano es de 3/8" con una cantidad considerable de finos que representa del 30 % al 50 %.



Figura 1. Curva granulométrica de la granza



Fuente: elaboración propia

### 6.1.2. Polvo de piedra

El polvo de piedra se puede denominar como un residuo resultado de la trituración de las rocas, el cual es un polvo fino de tamaño granular menor a  $\frac{1}{4}$ ", pero es muy utilizado en la fabricación de artículos de concreto.

Como lo indica su nombre, la característica del polvo de piedra es un polvo que queda como residuo del proceso de trituración, no contiene contaminantes como pueden ser componentes orgánicos.

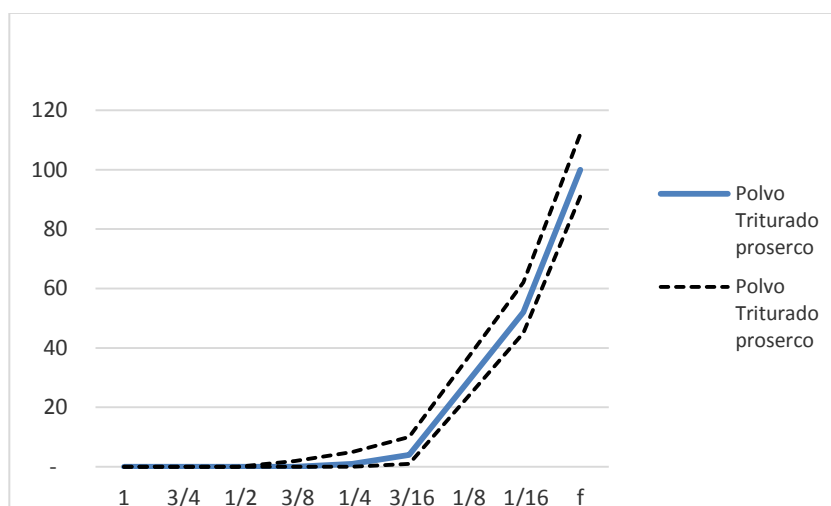
Este material es el que se obtiene al final del proceso de trituración como resultado de la trituración de la piedra para obtener el pedrín, el polvo que

resulta de esta trituración es trasladado por otra banda la cual acumula el denominado polvo de piedra, el cual en su mayoría es un polvo fino acompañado de piedras de  $\frac{1}{4}$ " y  $\frac{3}{16}$ ", el cual es utilizado en la producción de prefabricados, debido a la cantidad de finos que posee, generando en los producto una apariencia más fina y una resistencia mayor.

Este agregado es utilizado en su mayoría para productos de alta resistencia a la compresión y en adoquines de concreto para pavimentos, debido a que su utilización en proporciones controladas genera un aumento en la resistencia, además de una mejora en la apariencia y textura de los productos.

En la ilustración 4 se observa la curva granulométrica del polvo de piedra, en la cual se observa que el tamaño de grano mayor es de  $\frac{1}{4}$ " con una cantidad de finos del 50 al 60 %.

Figura 2. **Curva granulométrica del polvo de piedra triturado**



Fuente: elaboración propia.

### **6.1.3. Piedrín 3/8**

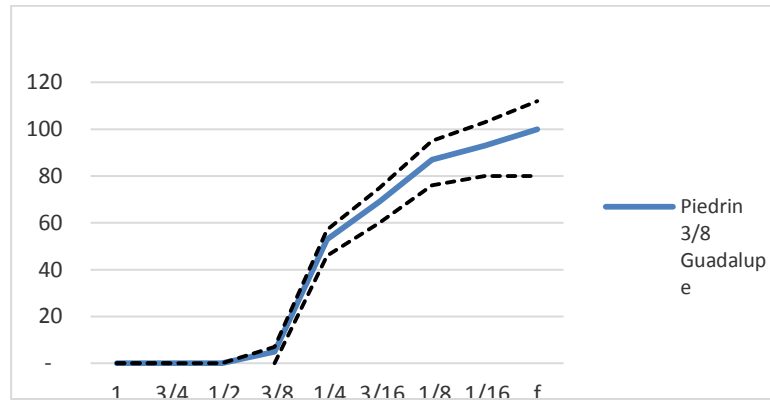
Es producido de la piedra triturada y clasificada por sus distintas medidas, se fabrica bajo las normas vigentes en Guatemala, el piedrín debe cumplir con los requisitos de calidad en cuanto a su granulometría, resistencia a la abrasión, entre algunas otras características que son vitales para la fabricación de artículos de concreto.

El piedrín se obtiene en mayor proporción en el proceso de trituración de la roca, siendo clasificado en distintas medidas, según la demanda del mercado, las medidas de 1/2" y 3/4" son utilizados para mezclas de concreto para la construcción de viviendas, edificios, etc., mientras que la medida de 3/8" es utilizada para la producción de prefabricados, debido al tamaño del grano, dando a la mezcla de hormigón mayor adherencia con el cemento, debido al tamaño de sus partículas.

En los bloques de concreto, el piedrín le proporciona a la mezcla una mejor resistencia a la compresión en proporciones controladas, si se mezcla en proporciones excesivas puede dar como resultado una apariencia muy rustica afectando la calidad del mismo.

En la ilustración 5 se observar la curva granulométrica del piedrín 3/8", el cual es utilizado en la producción de prefabricados, en donde se observa que el grano más grande que posee este agregado es de 3/8" con un porcentaje de finos muy bajo que van desde el 10% a un 15 %.

Figura 3. **Curva granulométrica del piedrín 3/8"**



Fuente: elaboración propia.

#### 6.1.4. **Arena de río**

La arena de río es comúnmente encontrada en depósitos aluviales, como pueden ríos, riachuelos, los cuales son de origen ígneo y son arrastrados por la corriente, lo cual facilita la extracción de este material.

Este agregado no pasa por ningún proceso de trituración, posee una granulometría más fina que el polvo de piedra, por lo que utilizado en grandes cantidades por la industria productora de artículos de concreto, debido a su trabajabilidad.

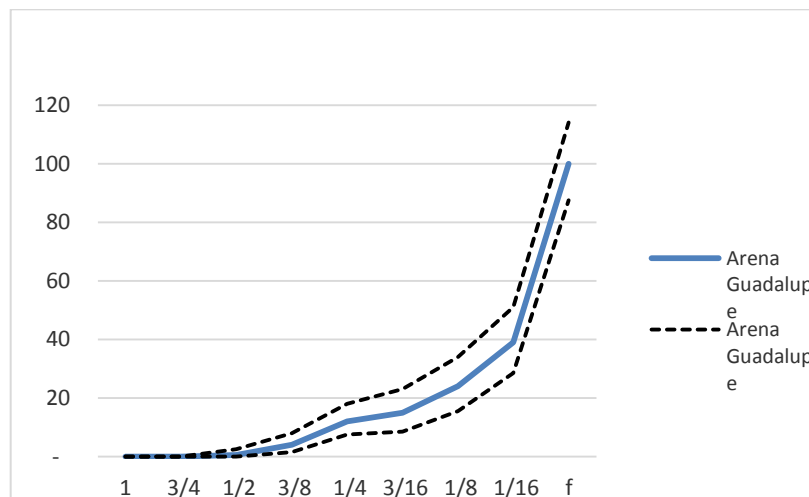
Esta arena también se le conoce como canto rodado, debido a que la piedra no es triturada para obtener piedra, es decir, que la arena es lo primero que se obtiene en el proceso de trituración, se obtiene al cernir el material que se ingresará a trituración y lo que resulta de este cernido se le conoce como arena de río.

Las rocas se obtienen del cauce que arrastra el río, las cuales son extraídas del río y llevadas al proceso de trituración.

En la mezcla de hormigón la arena cumple un papel muy importante, ya que es utilizada en todos los productos, ya sea de baja o alta resistencia, debido las características del agregado. En proporciones altas, la arena le da a la mezcla mejor adherencia y plasticidad, mientras que en proporciones bajas, mejora la trabajabilidad.

En la ilustración 6 se observa la curva granulométrica de la arena, se puede observar que el grano de mayor tamaño es de 3/8" con un porcentaje de finos del 50 % a un 60 %.

Figura 4. **Curva granulométrica de arena de río**



Fuente: elaboración propia.

### **6.1.5. Cemento**

El cemento funciona como un conglomerante, es decir, que su función es adherir las partículas de la mezcla que son arena, piedrín y granza, para hacer una mezcla uniforme que permita al producto tener la resistencia adecuada según las necesidades del cliente.

Un uso adecuado de cemento permite obtener un resultado de resistencia favorable, mientras que un uso muy bajo de cemento da como resultado datos muy bajos de resistencia.

De los agregados descritos anteriormente los que se fabrican en las trituradoras de la corporación, son arena, piedrín y polvo de piedra; la granza es comprada a proveedores certificados que cumplen con los requisitos de calidad exigidos por control de calidad.

El cemento también se compra a un proveedor certificado el cual envía constantemente certificados de calidad del cemento para asegurar su uso en producción.

Se tomarán únicamente los agregados que se encuentran en la bodega uno (principal) de materia prima siendo estos:

- Granza
- Polvo piedra
- Piedrín 3/8
- Arena de río

## **6.2. Contaminación de materia prima**

Se define a la contaminación en materia prima como la alteración de la sustancia. En el caso de estudio se define como la presencia de otros materiales en la materia prima. Como se explicó en capítulo anterior, se estudiarán solo los agregados que se almacenan en la bodega principal de materia prima.

Para que los agregados contribuyan a una buena resistencia, es necesario que estos no contengan limo orgánico en exceso, tierra o contaminación así como raíces de árboles, restos de madera, basura, entre otros.

El limo orgánico es una contaminación natural que en cierto porcentaje puede crear una ligadura o amarre para obtener mayor resistencia, pero no debe sobrepasar el 7 % de su peso en arenas y el 2 % de su peso en el piedrín. Una prueba bastante utilizada para saber si el material está lo suficientemente limpio o apropiado para ser usado es la prueba de sedimentación, la cual se describirá más adelante.

Para conocer si la materia prima está contaminada el departamento de control de calidad realiza los siguientes ensayos:

### **6.2.1. Ensayo de granulometría**

Este ensayo permite conocer el tamaño del grano del material de estudio, de esta manera al realizar este ensayo se separa cada grano dependiendo de su tamaño.

Encontrando algún material contaminante dentro de su estructura, en los materiales se considera un contaminante la presencia de tierra o algún otro material que no sea de estudio.

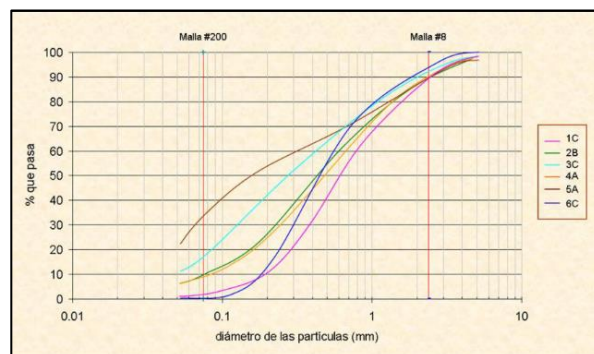
El procedimiento para realizar el ensayo de granulometría es el siguiente:

Selección de la muestra: La muestra se obtiene tomando tres partes de un banco de material, en la parte de arriba, en la parte de en medio y en la parte de abajo. Esto se hace para que la muestra sea representativa del banco, la muestra tiene que ser de un mínimo de 5kg.

Tamizado: Este proceso consiste en que a través de una sucesión de tamices de distintos tamaños (1", ¾", ½", 3/8", ¼", 3/16", 1/8") el agregado es cernido, con el fin de obtener el porcentaje que retuvo cada uno de los tamices.

Curva granulométrica: Se grafica cada uno de los porcentajes que se obtuvo de cada tamiz para obtener la curva granulométrica, como lo muestra la ilustración 7.

Figura 5. **Curvas granulométricas**



Fuente: elaboración propia.



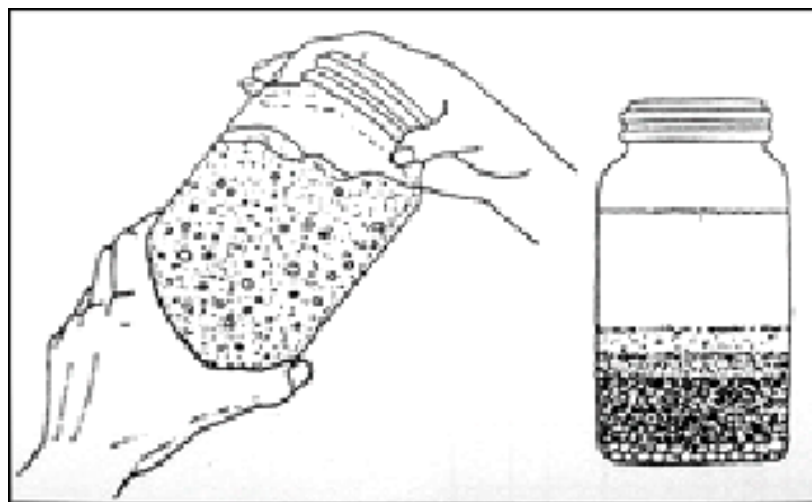
### 6.2.2. Prueba de sedimento

Esta prueba tiene como objetivo principal el detectar la presencia de arcilla o algún otro contaminante dentro del agregado; a través del asentamiento de todos los componentes dejando los contaminantes por arriba de estos.

La prueba consiste en:

- Colocar el agregado en una botella de vidrio de 500ml a la mitad
- Llenar la botella de agua, llenando  $\frac{3}{4}$  de la misma
- Dejar reposar por 24hrs
- Luego de las 24hrs se revisará la muestra para detectar el volumen de arcilla que contiene el agregado.
- Tomando la altura de los contaminantes presentes ya se puede tener un porcentaje de presencia de contaminación.

Figura 6. Prueba de sedimento



Fuente: elaboración propia.

### **6.2.3. Aceptación de la materia prima**

Con los ensayos antes descritos, granulometría y prueba de sedimentos, se determina si se acepta o se rechaza el lote de materia prima que ingresa, por medio departamento de control de calidad.

El procedimiento es el siguiente:

- Ingresa a planta el camión o góndola con la cantidad de materia prima indicada en la boleta.
- El camión ingresa a báscula donde se realiza la primera inspección visual del agregado, además de corroborar que la cantidad de volumen que indica el proveedor sea la correcta.
- Al aprobar la primera inspección visual, en la que se observa el color del agregado, el camión ingresa a descarga el material en el patio.
- Estando el material en patio, se realiza la prueba de granulometría, en donde se corrobora a través de las gráficas granulométricas mostradas en el capítulo anterior que cumpla el agregado con estar dentro de los límites de control.
- Al corroborar que el material cumple con los requisitos del departamento de control de calidad, el agregado es depositado dentro de la fosa para ser utilizada por producción.
- Si el material es rechazado, se regresa el material al proveedor indicándole la razón por la cual se rechaza el camión.

### **6.3. Industria de prefabricados de concreto**

FFAC,S.A. es la empresa de mayor producción, líder en ventas y distribución de materiales para la construcción del occidente, que van desde

bloques huecos de concreto para muros hasta losas para techos de distintas aplicaciones. La planta de producción principal está ubicada a 61.5 km de la ciudad capital en la carretera Interamericana, Zaragoza, Chimaltenango. Otras 4 plantas de producción distribuidas en la región centro-sur-occidente del país, abarca de mejor manera el mercado de construcción.

La planta más grande se le conoce como El Kontic, llamada así por la aldea Kuntic, donde está ubicada, cuenta con un terreno de 10 manzanas y con cuatro líneas de producción, una línea de adoquín, otra de bloques de concreto, tubos de concreto y por último, la línea de artículos varios. La tecnología con la que cuenta esta empresa es de las mejores del mundo, se cuenta con una máquina Poyatos de España con una capacidad de producción de 80,000 bloques diarios, siendo la planta con mayor capacidad en el territorio guatemalteco. La fabricación de sus productos se rigen bajo las normas ASTM y COGUANOR, siendo estas últimas las normas que están vigentes en Guatemala para todo tipo de artículos manufacturados.

Cada planta y área de producción tiene un estricto control de calidad, lo cual se ve reflejado en el producto final que le es entregado al cliente, generando satisfacción por la calidad de estos. Se llevan controles estadísticos de los parámetros que rigen la fabricación de los bloques, tales como medidas, apariencia, textura y resistencia.

El departamento de transporte de materia prima cuenta con 22 camiones de acarreo de materiales, cada camión está a cargo de un piloto profesional certificado en manejo defensivo. Este departamento está a cargo del jefe de logística de materia prima, siendo en total 23 personas en este departamento.

### 6.3.1. Productos prefabricados de concreto que se fabrican y descripción de los procesos

Se fabrican una gran cantidad de artículos para la comercialización y utilización como materia prima, los cuales se describen en la siguiente lista:

Agregados:

- Arena de río, con granulometría de 0-1/2"
- Polvo de piedra triturado, con granulometría de 0-1/4"
- Piedrín 3/8", utilizado en producción de artículos de concreto
- Piedrín 1/2", comercializado

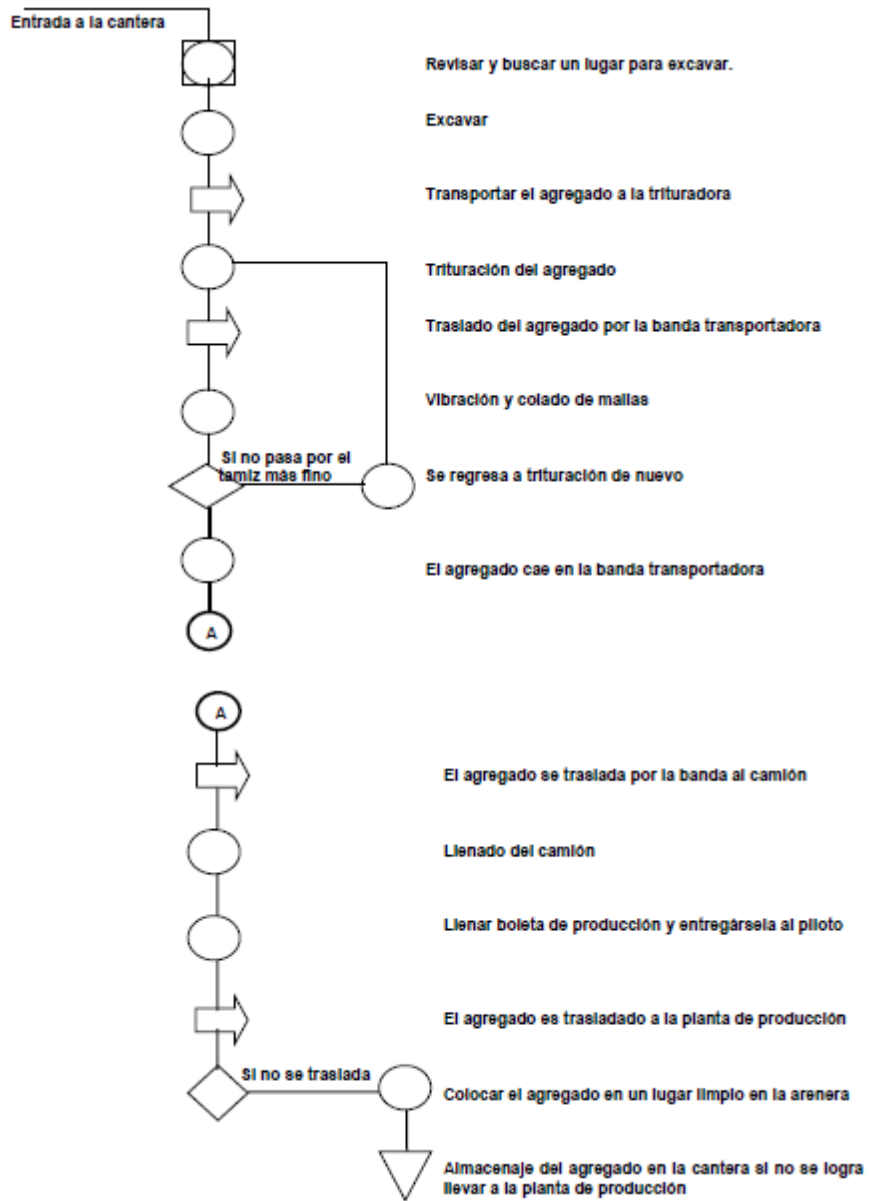
Tabla I. Prefabricados de concreto

Producto	Resistencias
Block de 14x19x39 cm	25, 35, 50 y 70 kg/cm <sup>2</sup>
Block de 15x19x39 cm	25, 35, 50 y 70 kg/cm <sup>2</sup>
Block de 15x20x40 cm	25, 35, 50 y 70 kg/cm <sup>2</sup>
Block de 19x19x39 cm	25, 35, 50 y 70 kg/cm <sup>2</sup>
Adoquín Tipo Cruz	42 y 55 kg/cm <sup>2</sup>
Tubos de Concreto de 4" hasta 60"	3000 psi concreto
Artículos varios	2000 psi

Fuente: elaboración propia.

En la figura 7, se observa la imagen de trituración, en el cual se pueden observar los pasos que conlleva desde la búsqueda de la piedra, la excavación, el transporte hasta la trituración de la piedra y el traslado hacia las distintas plantas donde será utilizado el agregado.

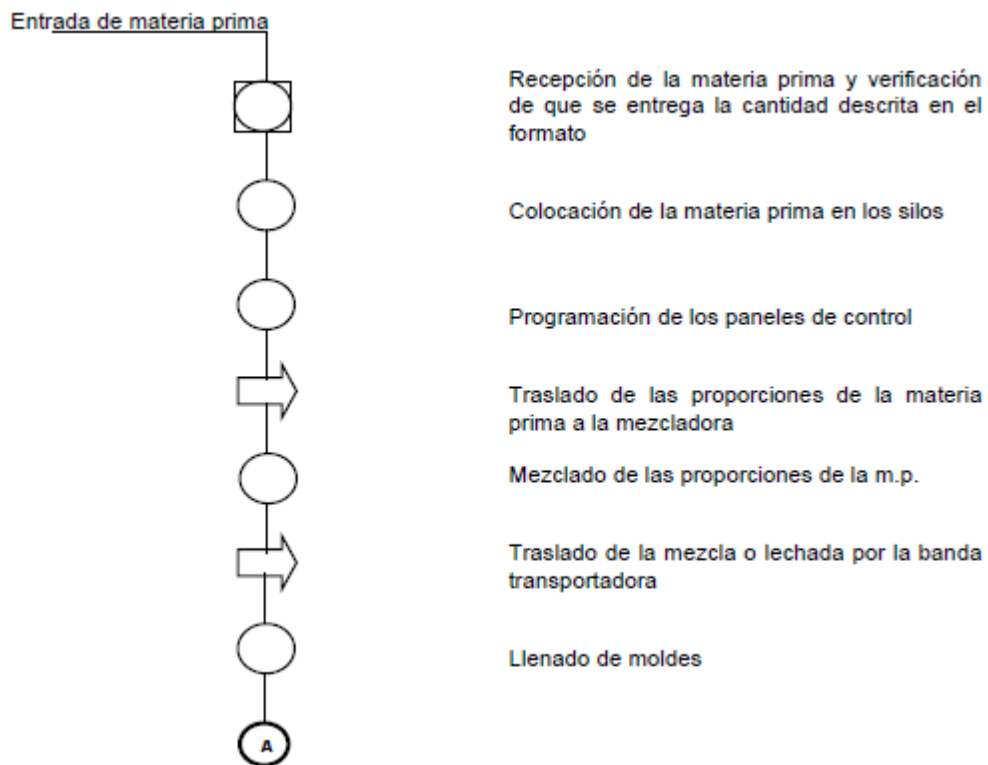
Figura 7. Diagrama de procesos de las áreas de la planta



Fuente: elaboración propia.

En la figura 8 se presenta el DFP de fabricación de los artículos de concreto, el cual inicia donde termina el DFP de trituración, que es la recepción de la MP y el ingreso en las fosas de dicho material, donde será utilizado en la máquina de producción.

Figura 8. **Diagrama de proceso de fabricación de artículos de concreto**



Fuente: elaboración propia.

#### 6.4. Gestión del abastecimiento

El avance tecnológico ha ido creciendo exponencialmente y a grandes escalas, por lo que en los últimos años han surgido nuevos términos industriales.

Un nuevo término es la administración o gestión de la cadena de suministros o abastecimiento que no se ha quedado fuera del crecimiento, aún existen varias discusiones de en qué se diferencia de la logística integral.

En términos generales, la logística se entiende como el conjunto de actividades, conocimientos y medios para coordinar y proveer los recursos que se necesitan para desarrollar alguna actividad principal en el tiempo establecido, forma y al mejor costo posible en un contexto de productividad y calidad. (López, 2002).

Específicamente en términos empresariales, logística es un proceso para administrar de manera estratégica los movimientos y el almacenamiento de MP (materias primas), partes y PT (productos terminados), desde el abastecimiento de los proveedores hasta el consumidor final.

Se ha definido la logística como el proceso de la administración de la cadena de suministros que planifica, implementa y controla de manera efectiva y eficiente el almacenamiento y flujo de los bienes o servicios y toda la información relacionada entre ellos. (Pilot, 2001).

Desde el punto de vista gerencial la logística es una herramienta necesaria para operar la cadena de abastecimiento de manera íntegra, a manera que se obtengan los mejores costos en el menor tiempo posible, el indicador de esta herramienta se mide, a través del servicio al cliente o consumidor final

#### **6.4.1. Definiciones**

- Cadenas de abastecimiento:

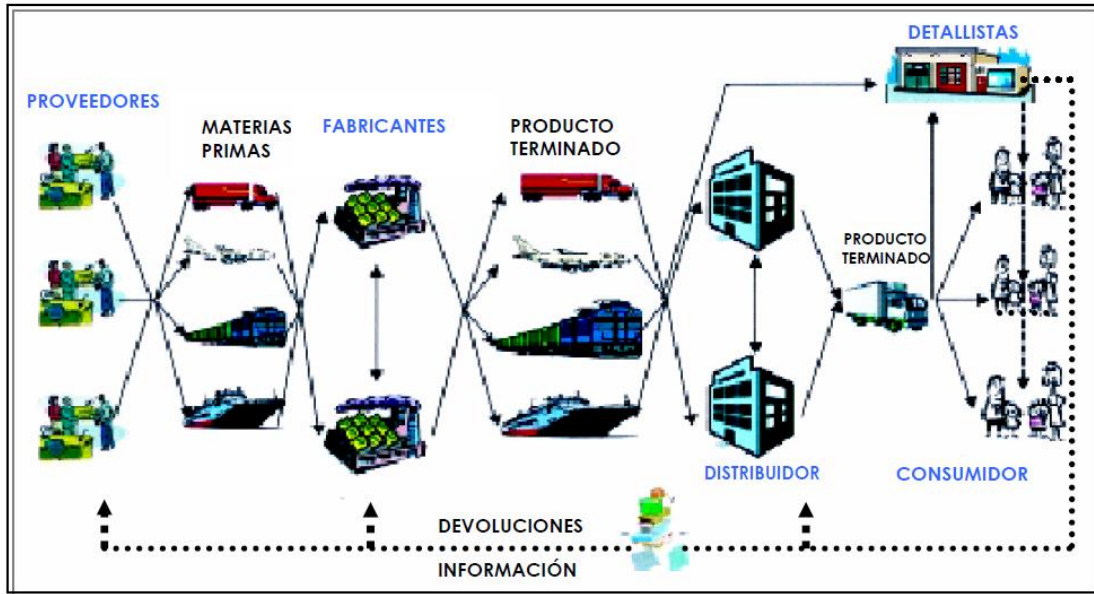
La cadena de abastecimiento se le conoce también como cadena de suministros, en algunos lugares se le denomina cadena de valor, la cual es un conjunto de procesos conectados, que tienen información directa a los proveedores de materiales y servicios, que van desde las materias primas hasta la entrega del producto final a los clientes. (Krajewski, 2002, p.892).

Al hablar de cadenas de abastecimiento o suministro, se trata de la integración, al trabajo en equipo de cada una de las áreas que conforman la empresa, participan producción, distribución, logística, bodega y venta (comercialización) de productos y sus componentes, es decir, la empresa se integra en función de generar satisfacción al cliente por medio de la entrega oportuna del producto comprado. En este flujo de trabajo se incluyen proveedores, transportistas, es decir que todo lo que conectan a los proveedores de materiales y servicios, que se componen del cambio de materiales (materia principal) en bienes y servicios, y la entrega de estos al cliente final. La información es vital en todo este flujo, por lo que administrar de manera correcta la información es importante para no generar confusiones o demoras.

El límite de *stock* o inventario se determinan a través de factores en donde los proveedores se ven involucrados, con la información adecuada producción puede conocer cuánto debe producir en un determinado tiempo, evitando con esto gastos innecesarios de sobre *stock* de productos y atrasos que generen mala imagen a la marca en el mercado.



Figura 9. Cadena de abastecimiento básico



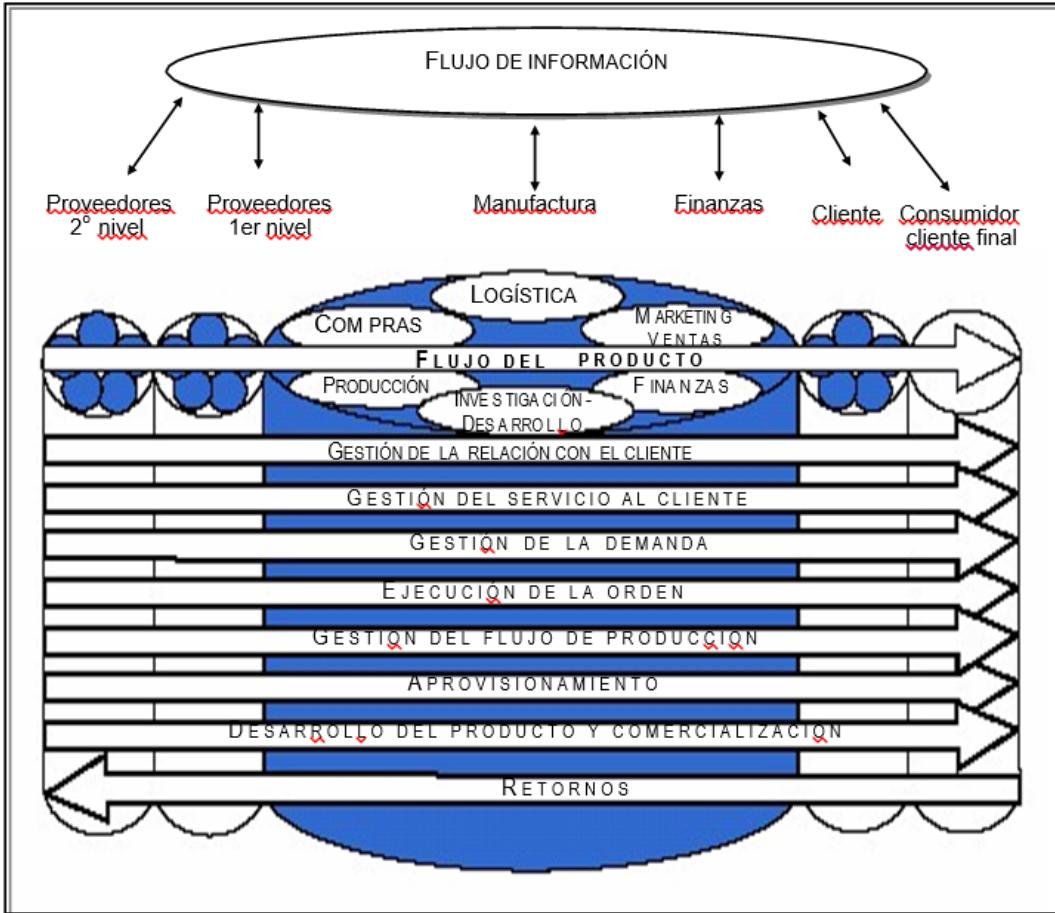
Fuente: Pilot 2001. Gestión de la cadena de suministro.

La cadena de abastecimiento conlleva responsabilidades todos los departamentos, cada uno cumple una función importante y vital para el correcto funcionamiento del servicio o bien que se quiera distribuir.

### 6.5. Administración de la cadena de abastecimiento

La administración de la cadena de abastecimiento se refiere a la coordinación, programación y adquisición controlada, producción, inventarios y entrega de productos y/o servicios a los consumidores finales, mejorando continuamente a largo plazo cada departamento como tal como la eficiencia de toda la cadena. Para el manejo adecuado de la cadena de abastecimiento es necesario el correcto procesamiento de la información desde sus clientes a los proveedores. (Pilot, 2001).

Figura 10. Integración de los procesos de negocio a través de la administración de la cadena de abastecimiento



Fuente: López, E. 1997. La red global de suministro: preparados para crecer. (en línea). Madrid.

Se observa complicado y como una tarea difícil, ya que conlleva a un trabajo en equipo de todos los departamentos involucrados y que estos interactúen de manera eficiente en la resolución de los problemas, por lo que la unión es vital para que se puedan llevar a cabo todos los procesos de manera eficiente.

Para el autor López, en su obra 2002, que habla de la cadena de abastecimiento, indica que en el nuevo milenio se presentará competencia entre las diferentes cadenas de abastecimiento y no como en la actualidad que se presentan entre las compañías particulares.

### **6.5.1. Definición de valor**

Valor es lo que se debe generar para atraer el cliente a comprar nuestros productos, es decir, con la correcta administración de la cadena debe generar ese valor, valor que debe llevar a la empresa a un grado de competitividad más alto.

Este factor es uno de los elementos más importante, ya que si no existe el valor y no se le transmite al cliente toda la gestión de la cadena no habrá tenido éxito y no habrá cumplido su objetivo, el cual es generar satisfacción en el cliente, a través de la combinación de los flujos operativos.

Este valor se ve reflejado en los contenidos extras en el producto o proceso, genera mayores beneficios a los clientes, sin incrementar el precio, buscando siempre la fidelidad del cliente hacia la empresa y no perder competitividad.

El valor o valores agregado se refiere al contenido adicional en el producto o en el/los proceso, genera mejores beneficios al cliente, sin que esto signifique un precio mayor. También se deben tomar las innovaciones que se puedan realizar en cualquier parte del proceso de comercialización y producción. (Revista Gestión, 2000).

### **6.5.2. Objetivo de la administración de las cadenas de abastecimiento**

El principal objetivo de la administración de la cadena de abastecimiento es reducir al mínimo cualquier incertidumbre y riesgos que se pueden dar en la operación diaria de la empresa, generando niveles óptimos de inventario, tiempos de ciclos, procesos y aumentos los niveles de satisfacción del cliente final. (Chase, pág. 463-493).

Con lo anterior en mente, se defino como el objetivo primordial la mejora en la toma de decisiones respecto a la entrega de valor al cliente optimizando la cadena de abastecimiento.

Los objetivos que desean alcanzar en la cadena de abastecimiento se detallan a continuación:

- Establecer un servicio de calidad a los clientes directos.
- Optimizar los inventarios.
- Mantener los inventarios según las necesidades de los consumidores finales.

### **6.6. Metodología justo a tiempo (JAT por sus siglas en español)**

El método JAT (Traducido del inglés *Just in Time*) es una herramienta de ingeniería para la organización del equipo productivo en las industrias, la filosofía es de origen japonés el cual permite un incremento en la productividad.

Esta filosofía consiste en un control estricto de los inventarios cuyo fin es mantener un stock mínimo posible, cuya función de los proveedores es cumplir

con las entregas de los justo y necesario cuando se necesite, sin generar atrasos ni complicaciones, cuyo propósito es aumentar la productividad global de la empresa.

Esta herramienta reduce el costo de la administración y pérdidas en las bodegas, debido a decisiones innecesarias, eliminando suposiciones y organizando las pedidas en tiempo real con la cantidad exacta necesaria.

### **6.6.1. Importancia**

La importancia de la filosofía JAT, aplicada de manera correcta es la de producir solo lo que se necesita, evitando cantidades excesivas de *stock* por producciones mal programadas y coordinadas en las cantidades necesarias.

La herramienta JAT es una filosofía y a la vez un sistema integral para la administración de la producción, cuya evolución se debe a prueba y error en un periodo de tiempo de más o menos quince años.

Esta filosofía nació en las industrias japonesas, cultura que es reconocida por su disciplina y compromiso con las herramientas de ingeniería, inicio cuando las industrias le solicitaron a los empleados la eliminación de los desperdicios.

### **6.6.2. Ventajas**

- Reducción de costos al eliminar la mala coordinación de la producción, evita mantener niveles altos de inventario en todos los procesos productivos.
- Se reducen de manera significativa los productos obsoletos.

- Relación más cercana con los proveedores.
- Tiempos de entregas más cortos.
- Costos de rotación de inventarios más bajos.
- Reduce desperdicios.
- Mejores índices financieros.
- Costos de producción más bajos.
- Menor costo de almacenamiento.
- Se tiene una correcta gestión y selección de proveedores, reduciendo problemas de calidad y coordinación.
- Toma de decisiones efectivas.

### **6.6.3. Desventajas**

- Al mantener los *stock* mínimos se puede incurrir en riesgos de retrasos y suspensiones por falta de materiales, que puede ocasionar paros no programados en producción y generar pérdidas financieras.
- Al comprar solo lo necesario los proveedores se limitan al ofrecer descuentos por no comprar grandes cantidades de suministros, lo cual depende de la relación que exista con el proveedor.

## **6.7. Productividad en el método justo a tiempo**

Es la relación de lo producido y los medios empleados para producirlo, lo que se puede medir de la productividad son las unidades producidas, clientes atendidos, y en rentabilidad neta del negocio. Mientras que los recursos se pueden cuantificar por medio de número de trabajadores, horas-máquina, etc. Es decir que si se desea optimizar la productividad es necesario optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados. (Gutiérrez, 2009, p.9).

Las empresas apoyan teorías como *Just in Time* para poder alcanzar las metas propuestas e incrementar su competitividad en el mercado, por medio de esta herramienta se busca un incremento en la productividad al tener en el tiempo justo los pedidos de materia prima para abastecer las fosas de producción y mantener una productividad constante sin paros que afecten este indicador.

La planta de producción se maneja con dos turnos de producción, los cuales tienen una meta de productividad diaria, la cual se ha visto afectada por la excesiva merma, debido a la contaminación en los agregados causa de no establecer una solicitud de materia prima eficaz que satisfaga las necesidades de producción, por lo que el material que ingresa a planta se queda en las fosas a pesar de que están llenas y con material que se queda afuera de estas, debido a que no pueden almacenar más materia prima.

Lo que causa que el material que queda fuera de las fosas por quedarse sin espacio en las fosas se mezcla con el material de las demás fosas contaminándose el material almacenado en las otras fosas, generando en el producto una mezcla con un porcentaje de agregados diferente al de la fórmula establecida por el departamento de control de calidad, lo que afecta directamente en la calidad del producto.

Esto sucede cuando a un producto de alta resistencia al cual no se le dosifican agregados livianos como la arena pómez o granza, se mezcla con el agregado pesado como lo es la arena, polvo de piedra o piedrín, genera en la mezcla de hormigón cierto porcentaje de granza. La cual afecta directamente la calidad del producto, incrementando la merma considerablemente.





## 7. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS  
ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

### 1. MATERIA PRIMA PARA UNA PLANTA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO

- 1.1. Granza
- 1.2. Polvo de piedra
- 1.3. Piedrín 3/8
- 1.4. Arena de río
- 1.5. Cemento
- 1.6. Contaminación de Materia Prima
- 1.7. Ensayo de granulometría
- 1.8. Prueba de sedimento
- 1.9. Aceptación de la materia prima

2. INDUSTRIA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO
  - 2.1. Antecedentes e historia
  - 2.2. Productos prefabricados de concreto que se fabrican y descripción de los procesos
  - 2.3. Diagrama de procesos de las áreas de la planta
  
3. GESTIÓN DEL ABASTECIMIENTO
  - 3.1. Definiciones
  - 3.2. Administración de la cadena de abastecimiento
  - 3.3. Definición de valor
  - 3.4. Objetivo de la administración de las cadenas de abastecimiento
  
4. METODOLOGÍA JUSTO A TIEMPO (JAT por sus siglas en español)
  - 4.1. Definición
  - 4.2. Importancia
  - 4.3. Ventajas
  - 4.4. Desventajas
  - 4.5. Productividad en el método justo a tiempo

CRONOGRAMA

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

## 8. METODOLOGÍA

La presente investigación es de diseño no experimental con enfoque cuantitativo, ya que se observará el proceso de la gestión del abastecimiento de la materia prima en una planta de prefabricados de concreto, tal y como es en su contexto para después analizarlo.

De acuerdo con Kenliger, que afirma “la investigación de diseño no experimental, es la investigación sistemática en la que el investigador no tiene control sobre las variables independientes porque ya ocurrieron los hechos o porque son intrínsecamente manipulables” (p.269). Como en el proceso de producción, se limita a la observación dada la incapacidad de influir sobre las variables y sus efectos.

La presente investigación es de tipo exploratorio y descriptivo, es exploratorio, debido a que su propósito es comenzar a conocer el proceso de la gestión de abastecimiento en la industria de prefabricados de concreto, se trata de una exploración inicial en un momento específico, ya que no se cuenta con datos de investigaciones previas. Es descriptivo, ya que la investigación consiste en indagar las incidencias de merma en la producción por calidad de materia prima, al igual que los valores en que se manifiesta.

En esta investigación, se utilizará el estudio descriptivo de enfoque cuantitativo, ya que se desea alcanzar una meta de reducción de porcentaje de merma al proceso de producción de prefabricados de concreto, específicamente en la planta ubicada en el km. 61.5 carretera interamericana, Chimaltenango, la cual presenta un costo elevado en merma por producción.

Con esta investigación se espera una reducción del 5 % en la merma del producto terminado. Se aplicará entonces el método justo a tiempo para reducción de materia prima contaminada y exceso de costos innecesarios en traslados de materia prima.

Todo esto será desarrollado y documentado a través de la creación de formatos que permitirán generar un control en los abastecimientos de materias primas.

El trabajo de investigación se realizará para la planta de producción de prefabricados de concreto ubicada en el km. 61.5 Ruta Interamericana.

Las variables y los indicadores son cuantitativos ya que se tomarán en cuenta cantidades numéricas de lotes de producción y de lotes de merma.

Las variables a medir en la presente investigación son las siguientes:

- Tiempo de abastecimiento de materia prima
- Porcentaje de merma por lote de producción
- Cantidad de materia prima por lote de producción
- Productividad de la planta

Los indicadores que servirán para darle seguimiento a la mejora del proceso de gestión del abastecimiento de materia prima para la planta de prefabricados de concreto son:

- Tiempo Medio de abastecimiento de MP =  $\frac{\text{Tiempo de abastecimiento}}{\text{Lotes de MP}}$
- Merma por lote de producción =  $\frac{\text{Cantidad de merma}}{\text{Lote de producción}}$

- $Productividad = \frac{\text{Unidades Fabricadas}}{\text{Recursos Utilizados}}$
- $\text{Cantidad de Materia prima por lote de producción} = \frac{\text{Cantidad de Materia prima}}{\text{Lotes de Producto terminado}}$

Tabla II. **Cuadro resumen**

Objetivo	Variable	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de medición
<b>Analizar el proceso de traslado de materia prima.</b>	Tiempo de abastecimiento de materia prima.	Cuantitativa Independiente	Indicador No.1	-Observación -Fichaje -Tabulación de Resultados
<b>Medición de merma en producción Reducción de Merma</b>	Porcentaje de merma por lote de producción Productividad	Cuantitativa Dependiente	Indicador No.2	-Observación -Medición de tiempos -Tabulación de Resultados
<b>Diseño de sistema JAT.</b>	Cantidad de materia prima por lote.	Cuantitativa Independiente	Indicador No.3	-Observación -Medición de tiempos -Tabulación de Resultados

Fuente: elaboración propia.

### 8.1. Fase 1

Se da inicio con la fase de revisión documental que proporciona las bases para la elaboración de la investigación, desde la fase metodológica, teórica y práctica.

### 8.2. Fase 2: Indicadores de merma generada en el proceso de producción

Para ello, se debe utilizar la técnica de mapeo de cadena de valor, en donde se apreciará los desperdicios en el proceso. Esta técnica se realizará en cada una de las áreas involucradas en la producción, teniendo como finalidad

detectar el área en donde la merma se evidencia detectando así la oportunidad de mejora.

Se recolectará a continuación la información del sector operativo utilizando la técnica de encuesta con el objetivo evidenciar las áreas del proceso productivo y mermas.

Se establece el indicador de porcentaje de merma.

### **8.3. Fase 3: descripción del proceso de traslado de materia prima, desde las canteras hacia las plantas de producción**

Descripción del proceso de traslado de materia prima para el abastecimiento de las mismas para la producción de artículos de concreto, incluye la interrelación de las áreas que lo conforman, equipo y transportes. Utilizando la observación directa, se obtendrá el diagnóstico de la situación de la empresa, identificación de parámetros iniciales para futuras comparaciones.

Es de vital importancia conocer el proceso de la gestión del abastecimiento, ya que la herramienta a aplicar necesita conocer si el proveedor, en este caso la misma empresa, tiene la capacidad de abastecer justo a tiempo.

En la industria de prefabricado de concreto, la producción se realiza con base a pronósticos, ya que es un producto de consumo masivo, esta planificación es desarrollada por producto, según *stocks* establecidos y es despachada para la venta cumpliendo con el tiempo determinado para que cumpla la calidad solicitadas, según las normas establecidas. Organizando la información de la planificación de la producción, se puede proceder a conocer

cuáles son los meses, semanas o días en donde se planifica la producción más alta y con ello coordinar con el departamento de transporte el abastecimiento exacto para que la producción continúe sin tener un inventario de materia prima alto que genera contaminación en la misma y costos de traslados internos; en estos picos de la producción es de vital importancia que la presente investigación centre esfuerzos, ya que con ello se conseguirá mayor beneficio.

Se define el indicador de tiempo de abastecimiento.

#### **8.4. Cálculo de muestra:**

La población elegida para esta investigación son 23 operarios directos en la fabricación de los prefabricados de concreto de análisis.

La muestra será sistematizada, ya que se conocen los grupos de producción directamente relacionados con los artículos de prefabricados de concreto que se evaluarán y se utilizarán las variables cuantitativas.

La muestra para la encuesta se seleccionó utilizando la Ley de Regularidad Estadística, considerando un nivel de confianza de 95 %, con un margen de error del 5 %, una probabilidad de éxito del 50 % y de fracaso.

Fórmula para población finita:

$$N = \frac{Z^2 pq N}{e^2 (N-1) + Z^2 pq}$$

En donde

Z= Nivel de confianza

P= Prevalencia esperada (0.5)

q= 1-p (si p=50%, q=50%)

e= Cantidad aceptable de error de muestreo

N= Número de elementos de la población.

$$N = \frac{(0.95^2)(0.5)(0.5)(30)}{(0.05^2)(30 - 1) + (0.95^2)(0.5)(0.5)}$$

$$N = \frac{6.76875}{0.298125}$$

$$N = 22.71$$

Tamaño de la muestra: 23

Como puede observarse en el cálculo de la muestra, el tamaño de la muestra corresponde a 23 colaboradores, de una población de 30.

Analizar el proceso de traslado de materia prima permitirá el hallazgo de las áreas de mejora.

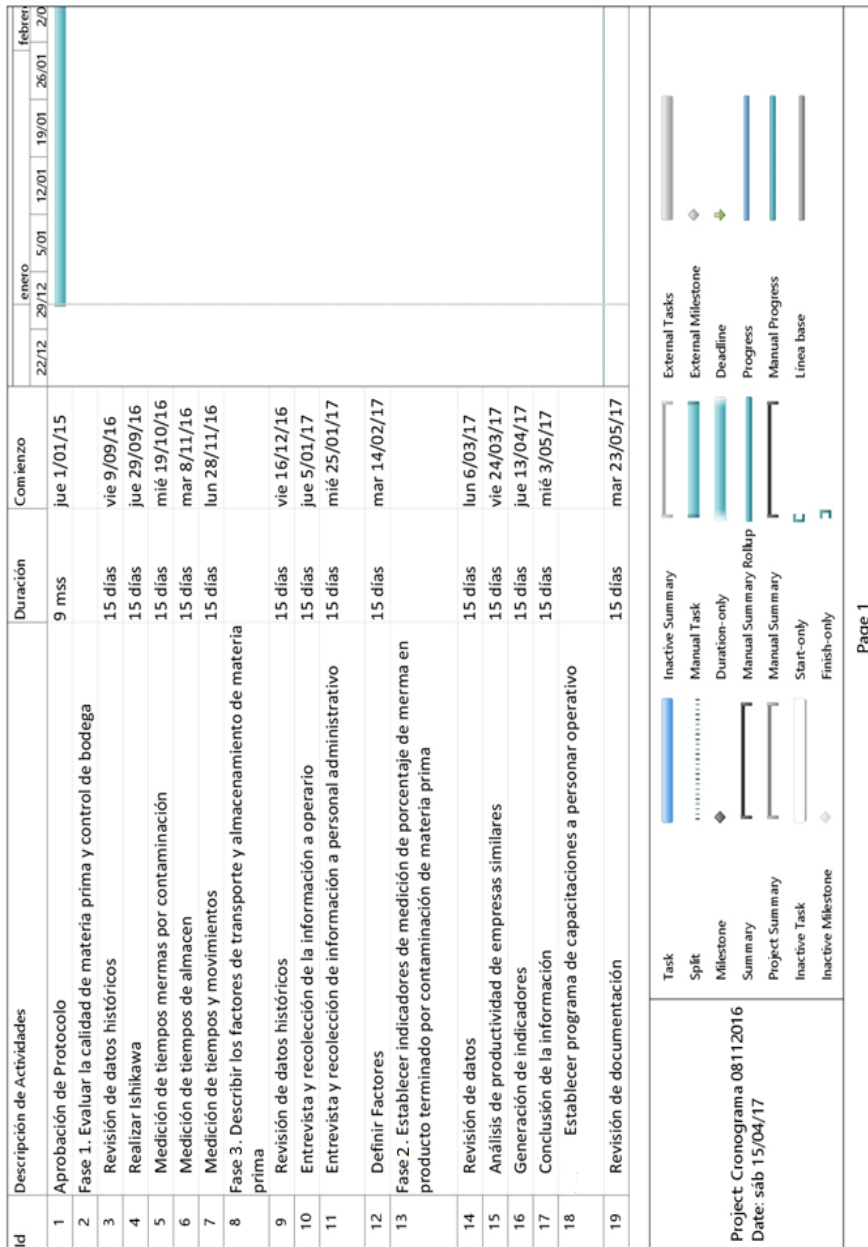
El diseño del sistema JAT, permitirá la reducción de costos por almacenamiento y reducción de merma en la producción.

A través de los conocimientos que se impartirán en el programa de capacitación dará inicio con la implementación y ejecución de la metodología JAT en la planta de prefabricados de concreto.



## 9. CRONOGRAMA

Figura 11. Cronograma de actividades



Continuación de la figura 11.

Id	Descripción de Actividades	Duración	Comienzo	febrero											
				22/12	29/12	5/01	12/01	19/01	26/01	2/02					
20	Realizar un análisis de las personas que necesitan capacitación	15 días	lun 12/06/17												
21	Tabulación de la información generada	15 días	vie 30/06/17												
22	Conclusión de la información	15 días	jue 20/07/17												
23	Presentación de Resultados	15 días	mié 9/08/17												
24	Discusión de Resultados	15 días	mar 29/08/17												
25	Redacción de Conclusiones	15 días	lun 18/09/17												
26	Redacción de Recomendaciones	15 días	vie 6/10/17												
27	Redacción del Informe Final	15 días	jue 26/10/17												

<p>Project: Cronograma 08112016 Date: sáb 15/04/17</p>	
--	--

Fuente: elaboración propia.

## **10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

Las técnicas de análisis documental que se utilizarán será el fichaje, por medio del cual se hará la recopilación y registro del material que se encuentre disponible acerca del abastecimiento de materia prima de la empresa, donde se harán síntesis, resumen y comentarios acerca de lo que se encuentre en la investigación.

Parte importante de la investigación, serán las encuestas (ver anexo 1) que se realicen al personal operativo de la planta de producción, siendo los operarios y el personal administrativo, los cuales darán información valiosa acerca de la situación del abastecimiento de materia prima y la merma de producción, puede generar a través de esta información un espectro más amplio de conocimiento que permitirá abordar de mejor manera el problema.

A través del fichaje y las encuestas (ver anexo 2) se hará la recolección de datos, que servirán para el análisis posterior a través de los siguientes pasos:

### **10.1. Revisión y resumen de datos**

El primer paso luego de la recolección de los datos para el tratamiento de la información será reducir los datos obtenidos, es decir, es la simplificación, el resumen y la selección de la información para hacerla manejable.

Para la reducción de los datos tenemos:

- Separación en unidades
- La identificación y clasificación de unidades
- La tarea de síntesis y agrupamiento

## **10.2. Disposición y transformación de datos**

La información recogida será transformada en gráficos que faciliten la comprensión y el análisis de la misma, esta información gráfica dará una perspectiva amplia que permitirá comprender como se encuentra el proceso de producción de la planta.

Se podrá conocer el tipo de mermas que son más comunes y afectan más a la productividad de la planta. Se generarán matrices explicativas para recomponer la información recogida y comprender los fenómenos de merma estudiados.

Se generarán gráficas de control que permitirán ver los comportamientos de la producción y la incidencia de las mermas en la baja productividad que se presenta, de esta manera se podrá encontrar puntos fuera de los límites de control que servirán para realizar un análisis más profundo.

## **10.3. Análisis de contenido**

Con la información presentada en matrices y gráficas de control, se podrá dar paso al análisis de la información, esta permitirá conocer a profundidad los detalles que mantienen un bajo índice de productividad. La información

generada será un pilar para fundamentar la base de implementación de la herramienta JAT, al conocer la situación se podrá definir un mejor avance.

Se aplicarán las medidas de tendencia central: moda, mediana, media aritmética y medidas de correlación para que la interpretación sea más objetiva, que complementarán a las gráficas de control para generar información más relevante.

#### **10.4. Obtención de resultados y conclusiones**

Al haber analizado toda la información, se obtendrán los resultados de las evaluaciones, que permitirán conocer el estado de la productividad, de esta manera se podrán generar conclusiones para dar inicio con el proceso de la mejora en la gestión del abastecimiento.



## **11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

El desarrollo de este trabajo de graduación será responsabilidad del investigador, por lo que la viabilidad desde los diferentes aspectos que lo comprenden debe ser objeto de una evaluación lo más próximo a la realidad. Los recursos tanto humanos como materiales al momento de estimar el proyecto se detallan abajo, en cuanto al recurso material como el uso de mobiliario, equipo y automóvil solo se tomó como costo una depreciación por su uso y no el precio del mismo, por ser recursos con los que ya se contaba por parte del Investigador.

### **11.1. Recurso humano**

Un investigador a tiempo parcial dedicando en promedio 30 horas a la semana.

### **11.2. Recurso material**

Computadora personal, teléfono, vehículo eventualmente, energía eléctrica, gastos de alimentación por desplazamientos a el lugar del proyecto, hojas, material de oficina y presentación final del proyecto.

La factibilidad y resultado satisfactorio de todo proyecto de investigación, está basado en las facilidades para el acceso a la información, que es básica para el estudio del problema a resolver y la disponibilidad del recurso económico, tanto para realizar la investigación como el financiamiento para su implementación. Otro factor a tomar en cuenta es las posibles oposiciones que

para este caso podría ser la oposición de la distribuidora de energía eléctrica para permitir la conexión a su sistema.

Para esta diseño de investigación, ya se cuenta con la colaboración de personas de la planta de prefabricados de concreto para brindar la información requería que sea importante para el proyecto. El financiamiento de la investigación será a cuenta del maestrando/investigador partiendo de la evolución de los costos y que están acordes con sus posibilidades económicas.

Tabla III. **Recursos físicos, financieros y humanos**

<b>CANTIDA UNIDADES</b>	<b>TIEMPO MESES</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>TOTAL PARCIAL</b>
1	3	Investigador/maestrando a tiempo parcial.	Q2 500,00	Q7 500,00
1	1	Entrevistador/maestrando	Q2 000,00	Q2 000,00
1	1	Asesor de trabajo de graduación	Q2 800,00	Q2 800,00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q12 300,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Recursos tecnológicos**

<b>CANTIDAD UNIDADES</b>	<b>TIEMPO MESES</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>PRECIO/ UNIDAD</b>	<b>TOTAL PARCIAL</b>
1	3	Depreciación de computadora	Q200,00	Q600,00
1	3	Teléfono	Q150,00	Q450,00
1	3	Depreciación vehículo	Q1 500,00	Q4 500,00
1	3	Depreciación de impresora	Q50,00	Q150,00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q5 700,00</b>

Fuente: elaboración propia.



Tabla V. **Materiales**

CANTIDAD UNIDADES	TIEMPO MESES	CONCEPTO	PRECIO/ UNIDAD	TOTAL PARCIAL
1	3	Resma de papel bond de 120 grs. Tamaño carta	Q125,00	Q125,00
1	3	Lapiceros, lápices, borradores	Q100,00	Q100,00
1	3	Consumo de energía eléctrica.	Q50,00	Q150,00
1	3	Viáticos de personal	Q900,00	Q2 700,00
1		Tinta de impresora	Q400,00	Q400,00
1	3	Materiales varios	Q150,00	Q450,00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q3 925,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Resumen Financiero**

UNIDAD	CONCEPTO	MONTO
1	Recurso Humano <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigador parcial dedicado en promedio 30 horas a la semana</li> </ul>	Q 12 300,00
2	Recurso Tecnológico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora Personal</li> <li>• Teléfono</li> <li>• Vehículo</li> <li>• Energía Eléctrica</li> </ul>	Q 5 700,00
3	Materiales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas</li> <li>• Presentaciones</li> <li>• Grapas</li> <li>• Lapiceros</li> <li>• Lapices</li> </ul>	Q 3 925,00
<b>TOTAL DE INVERSION</b>		<b>Q 21 925,00</b>

Fuente: elaboración propia.



## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Browne, J. (1988). Production Management Systems, a CIM Perspective. Chile: AddisonWaley.
2. Carl, S. (2000). Contabilidad Administrativa. México: Thomson.
3. Chase, R.B., Aquilano, N.J. y Jacobs, R.F., (2001). Manual de operaciones de manufactura y servicios: Manejo de la cadena de suministros. Colombia: McGraw-Hill.
4. Chavéz, L. & Parada, I. & Rivas, D (2003) La técnica justo a tiempo como elemento básico en la agilización del proceso de compra, San Salvador, El Salvador. Trabajo de graduación para optar al grado de Licenciatura en Administración de empresas. Universidad Tecnologica de El Salvador. El Salvador.
5. Chose, R. (1995). Dirección y administración de las operaciones. México: McGraw-Hill.
6. Evangelista, R. & Herrera, S (2003) Diseño de un sistema administrativo de facturación utilizando la metodología del justo a tiempo para empresas distribuidoras de productos alimenticios caso práctico: Diszasa de C.V. Tesis de Licenciatura en Economía. Universidad "Dr. Jose Matias Delgado". Nueva San Salvador.

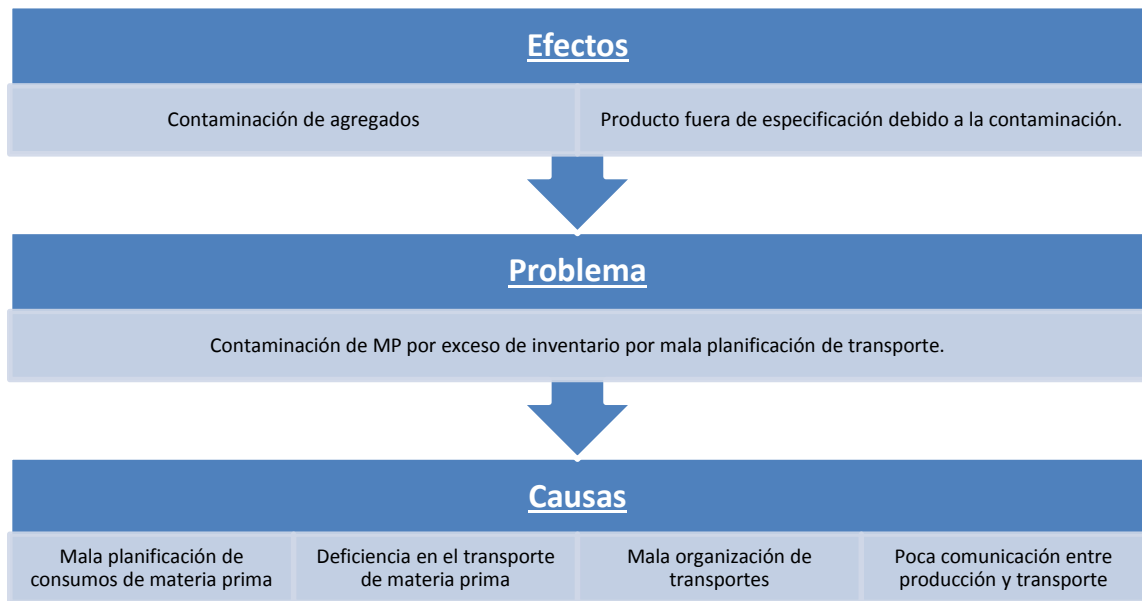
7. Gaither, F. (2003). Administración de producción y operaciones. México: International Thompson Editores.
8. Hay, E. (1989). Justo a tiempo = Just in time: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva. Bogota: Norma.
9. Ishikawua, K. (2002). ¿Qué es el control total de la calidad?. México: Norma.
10. Krajewski, L.J., Ritzman, L.P., (2002). Administración de Operaciones: Administración de la cadena de suministro. México: Prentice Hall.
11. Lopez, C. (2002). Gestión Logística: Herramienta indispensable para la competitividad. .Argentina: Macchi.
12. Mendoza, E. (2013). Justo a tiempo como herramienta para mejorar el servicio al cliente en empresas comercializadoras de equipo de cómputo de la ciudad de Quetzaltenango. Tesis de Licenciatura en Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Rafael Landívar. Guatemala.
13. Monden, Y. (1990), El sistema de producción de Toyota. Buenos Aires.
14. Monden, Y. (1996). El “Just in Time” hoy en Toyota. España: Deusto.
15. Muñoz, D. (2009). Administración de operaciones: Enfoque de administración de procesos de negocios. México: Cengage Learning.

16. Noori. H. (1998). Administración de operaciones: Calidad total y respuesta sensible rápida. Colombia: McGraw-Hill.
17. Piloña, G. (2014). Guía práctica sobre Métodos y Técnicas de Investigación Documental y de Campo. Guatemala: GP Editores.
18. Revista Gestión. (2000). Tiempo de integración: Cadena de abastecimiento. Recuperado de: <http://www.ambitos.com.ar/art/00-1304-b-0.htm#otros>.
19. Rivera, P. (2014) Buenas prácticas de manufactura (BPM) con aplicación del Análisis de riesgos y puntos críticos de control (arpcc) Enfocado al justo a tiempo (JAT) hospital veterinario Facultad de medicina veterinaria y zootecnia (fmvz) Universidad de san Carlos de Guatemala (USAC)” que las buenas prácticas de manufactura (BPM) con aplicación del Análisis de riesgos y puntos críticos de control (ARPCC) enfocados a la metodología justo a tiempo en un hospital veterinario. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
20. Schonberger, R. (1990). Técnicas japonesas de fabricación. México: Noriega Limusa.
21. Topp, V. (2008). “Productivity in the Mining Industry”. Australia: Productivity Commission.
22. Visconti, R., Muñoz, R. (2006). Todo Costos. México: UNR Editora.

23. Zandin, K. (2005). Maynard Manual del Ingeniero Industrial. México: McGraw-Hill Interamericana México.

## 13. APÉNDICES

### Apéndice 1. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Formato de encuestas a operarios

Tema	Nivel				
	Muy Poco	Poco	Regular	Bueno	Muy Bueno
1. Afecta en la producción la calidad de Materia Prima	1	2	3	4	5
2. Afecta en la producción el tiempo de abastecimiento de materia prima	1	2	3	4	5
3. Las bodegas de materia prima son las adecuadas para el almacenamiento de esta	1	2	3	4	5
4. La merma de producción le afecta en su remuneración quincenal	1	2	3	4	5
5. El problema de la merma en la producción es consecuencia de un mal procedimiento de producción	1	2	3	4	5
6. Se ha quedado sin materia prima disponible para la producción	1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 3. Encuesta a personal administrativo/control de calidad

Tema	Nivel				
	Muy Poco	Poco	Regular	Bueno	Muy Bueno
1. Los métodos utilizados para verificar la calidad de materia prima son los adecuados	1	2	3	4	5
2. El sobre stock de materia prima afecta la calidad de los productos	1	2	3	4	5
3. Han tenido problemas con los proveedores actuales de materia prima	1	2	3	4	5
4. El transporte de materia prima es el adecuado para la distribución de la misma	1	2	3	4	5
5. Los depósitos de materia prima son los adecuados para la misma	1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia.