



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y MANTENIMIENTO
DE EQUIPO EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA EN
UNA EMPRESA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO**

Carlos Enrique Canel López

Asesorado por el Ing. Rodolfo Molina Castellán

Guatemala, enero de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y MANTENIMIENTO
DE EQUIPO EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA EN
UNA EMPRESA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ENRIQUE CANEL LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. RODOLFO MOLINA CASTELLÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO 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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
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. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y MANTENIMIENTO
DE EQUIPO EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA EN
UNA EMPRESA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 8 de marzo de 2012.



Carlos Enrique Canel López

Guatemala, 11 de Marzo de 2013

Ingeniero:

Cesar Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Guatemala

Respetable Ingeniero:

Por medio de la presente le informo que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante: Carlos Enrique Canel López con carné 200511979 de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, cuyo título es:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO

Considero que el trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito el trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted,

R. Molina Castellán

Ing. Rodolfo Molina Castellán

Colegiado No. 1728

Asesor

Rodolfo Molina Castellán
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 1728

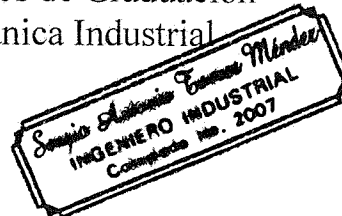


REF.REV.EMI.162.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Enrique Canel López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2013.

/mgp



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 **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Enrique Canel López**, 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, enero de 2017.



/mgp

De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.042-2017

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 UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Enrique Canel López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO



Guatemala, enero de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme la sabiduría y el entendimiento necesario para culminar esta etapa de mi vida.

Mis padres

Por haberme apoyado incondicionalmente durante todas las etapas de mi vida, especialmente en mi preparación profesional y por los consejos que fueron cruciales para seguir adelante.

Mis hermanos

Por ser una fuente de motivación y alegría constante.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por la sabiduría e iluminación que solamente él puede dar y porque sin su voluntad nada es posible.
Mis padres y hermanos	Por el amor, confianza y apoyo constante durante el desarrollo de mi vida profesional.
Compañeros de estudio	Por su valiosa amistad y apoyo en el transcurso de la carrera.
Mi asesor	Ingeniero Rodolfo Molina por brindarme su disposición y asesoría en el presente trabajo.
Grupo Forte y compañeros de trabajo	Por abrirme las puertas y la oportunidad de obtener conocimientos para desarrollarme personal y profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.1.1. Historia de la empresa.....	1
1.1.2. Misión	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Proceso de producción	2
1.1.5. Líneas de producción	5
1.1.6. Tipos de productos que ofrece la empresa.....	6
1.2. Importancia de la planeación de requerimiento de materiales...6	
1.2.1. Logística	7
1.2.2. Cadena de suministros	8
1.2.3. Pronósticos.....	9
1.2.4. MRP (Planeación de requerimiento de materiales).....	13
1.2.5. Ventajas y beneficios del sistema MRP	14
2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MATERIA PRIMA	17

2.1.	Tipos de materias primas	17
2.1.1.	Insumos utilizados para el proceso	17
2.1.2.	Productos y su composición.....	20
2.2.	Requerimiento de materiales	21
2.2.1.	Personal de logística	23
2.2.2.	Determinación de cantidades a pedir	23
2.2.3.	Proveedores.....	24
2.3.	Descripción del proceso de recepción de materias primas	25
2.3.1.	Diagrama del proceso	25
2.3.2.	Documentación para el proceso de recepción	28
2.4.	Maquinaria utilizada	30
2.4.1.	Instalaciones del área y su maquinaria	30
2.4.2.	Tipos de mecanismos utilizados.....	32
2.4.3.	Tipo de mantenimiento aplicado a la maquinaria ...	34
3.	PROPUESTA DEL DISEÑO DE GESTIÓN PARA LA MEJORA	35
3.1.	Planeación de requerimiento de materiales	35
3.1.1.	Determinación de modelos de inventarios.....	35
3.1.2.	Pronósticos de ventas estimados.....	42
3.1.3.	Explosión de materiales	42
3.1.4.	Nivel máximo de almacenamiento.....	46
3.1.5.	Nivel de reorden	47
3.1.6.	Stock de seguridad.....	48
3.1.7.	Cantidad óptima de pedido.....	49
3.1.8.	Línea teórica de consumo	50
3.1.9.	Planificación de requerimiento de materiales.....	52
3.2.	Desarrollo de una óptima gestión de materia prima.....	56
3.2.1.	Diagrama del sistema administrativo.....	56

3.2.2.	Implantación del modelo de inventarios en el software de la empresa.....	58
3.2.3.	Cotizaciones	58
3.2.4.	Órdenes de compra	62
3.2.5.	Control de inventarios.....	63
3.2.5.1.	Métodos, técnicas e instrumentos para la medición	64
3.2.5.2.	Documentación necesaria para el procedimiento.	67
3.2.5.3.	Recepción y salidas.....	69
3.3.	Seguridad industrial en las instalaciones del área de recepción.....	71
3.3.1.	Análisis de riesgos.....	71
3.3.2.	Equipo de protección personal	74
3.3.3.	Medidas de prevención.....	79
3.3.4.	Señalización	80
3.4.	Mantenimiento preventivo.....	86
3.4.1.	Programación del mantenimiento	87
3.4.1.1.	Personal requerido	87
3.4.1.2.	Repuestos, herramientas y suministros necesarios.	88
3.4.2.	Supervisión periódica del equipo	90
3.4.3.	Limpieza del área y mecanismos.....	91
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	93
4.1.	Plan de acción	93
4.1.1.	Implementación de modelo de pronósticos en el software	93

4.1.2.	Implementación de la planificación de mantenimiento preventivo	95
4.1.3.	Implementación el sistema de seguridad e higiene industrial	99
4.1.4.	Asignación y adiestramiento de personal.....	100
4.2.	Desarrollo de procedimientos.....	104
4.2.1.	Procedimiento de compras.....	104
4.2.2.	Procedimiento para la toma de inventarios	105
4.2.3.	Procedimientos de recepción	106
4.2.4.	Diagramas de operaciones de procedimientos	108
4.3.	Importancia de implementación	114
4.4.	Beneficios/costos	115
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORAS EN EL SISTEMA	117
5.1.	Seguimiento y control del plan de acción.....	117
5.1.1.	Supervisión constante en informes de pedidos de materiales	117
5.1.1.1.	Medición por controles en resultados de informes.....	117
5.1.2.	Revisión y análisis de procedimientos en la gestión	118
5.1.3.	Revisión periódica de los programas de mantenimiento.....	119
5.1.4.	Evaluación del desempeño del personal de logística	119
5.2.	Mejoras en la gestión	122
5.2.1.	Análisis de información	122
5.2.2.	Retroalimentación entre personal encargado de la gestión	123

5.2.3.	Evaluación de resultados.....	123
5.2.4.	Mejoras en el sistema.....	124
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	127
6.1.	Efecto actual de la empresa	127
6.2.	Efecto después de la propuesta	128
6.3.	Controles de mitigación	129
6.3.1.	Medidas de control	131
6.3.2.	Programa de monitoreo ambiental.....	133
6.3.3.	Prevención y control de contaminación	135
	CONCLUSIONES	137
	RECOMENDACIONES.....	139
	BIBLIOGRAFÍA.....	141
	APÉNDICES	143

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Proceso de producción para productos de concreto.....	3
2.	Gráfica de nivel de existencia, nivel de reorden	8
3.	Diagrama de causa y efecto en el requerimiento de materiales	22
4.	Orden de compras	24
5.	Ubicación de tolvas de áridos y silos de cemento	26
6.	Proceso de recepción de materiales.....	27
7.	Nota de ingreso de materiales	28
8.	Descarga de materiales hacia tolvas por cargador frontal.....	29
9.	Descarga de materiales hacia tolvas por proveedores	29
10.	Instalaciones áreas de recepción (POYATOS).....	31
11.	Instalaciones áreas de recepción (MASA).....	31
12.	Bancos de arena.....	32
13.	Transportadores para el abastecimiento de materiales	33
14.	Gráfica ventas block de 14 centímetros.....	37
15.	Gráfica modelo inventario (materia prima).....	52
16.	Requerimiento de materiales	57
17.	Formato para cotización de compra	59
18.	Formato para orden de compra	63
19.	Recepción de góndolas por parte de proveedores	66
20.	Formato para control de kárdex (método PEPS)	70
21.	Riesgos en silos de cemento	71
22.	Riesgos en tolvas	72
23.	Guantes para riesgos mecánicos	74

24.	Gafas protectoras	75
25.	Casco	75
26.	Tapones para oídos.....	76
27.	Mascarilla con válvula de exhalación	76
28.	Botas con punta de acero.....	77
29.	Chalecos reflectivos	78
30.	Imagen cargador frontal	81
31.	Ubicación de rótulos dentro del área de recepción	84
32.	Partes de una banda transportadora.....	89
33.	Programa de implementación de proyecto.....	95
34.	Formato para el control del mantenimiento preventivo.....	98
35.	Organigrama para el sistema de recepción de materiales	100
36.	Diagrama de compras de materias primas.....	109
37.	Diagrama de toma de inventarios de áridos.....	110
38.	Diagrama de toma de inventarios de cemento	111
39.	Diagrama de recepción de áridos.....	112
40.	Diagrama de recepción de cemento.....	113

TABLAS

I.	Ventas block de 14 centímetros	36
II.	Modelos de regresión.....	38
III.	Resultados de pronósticos de evaluación de familias de regresión .	39
IV.	Valores ventas nuevas	40
V.	Tabla resultante de familia combinada.....	41
VI.	Pronósticos de riesgo 2013.....	42
VII.	Formulación para elaboración de block de 14 centímetros	43
VIII.	Existencia de materiales	44
IX.	Cantidad de material por componente	46

X.	Cronograma de pedidos de áridos 2013	54
XI.	Cronograma de pedidos de cemento 2013	55
XII.	Tabla de cubicación de camiones de proveedores.....	66
XIII.	Tabla de análisis de riesgos del área de recepción.....	73
XIV.	Colores de seguridad	82
XV.	Detalles de señales a utilizar dentro del área	85
XVI.	Programación del mantenimiento preventivo.....	97
XVII.	Niveles soportables de ruido	130
XVIII.	Regulaciones del aire establecidos por la legislación ambiental de EE.UU.	134

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Qóptimo	Cantidad óptima de pedido
cm	Centímetros
db	Decibeles
h	Horas
kg	Kilogramos
km	Kilómetros
psi	Libras sobre pulgadas cuadradas
Ltc	Línea teórica de consumo
mm	Milímetros
Nr	Nivel de reorden
Nmax	Nivel máximo de almacenamiento
%	Porcentaje
“	Pulgadas
Ss	<i>Stock</i> de seguridad
u	Unidades

GLOSARIO

Banda transportadora	Es un medio para movilizar material de diferentes tamaños y granulometrías a distancias cortas y largas. Se utilizan telas entrelazadas de diferentes tamaños recubiertas de hules de varios espesores, para lograr esfuerzos de tensión requeridos. Se movilizan por medio de rodos que son movidos por componentes electromecánicos.
Batch	Cantidad o volumen de materia prima procesada para la producción.
Blower	Máquina neumática que mediante aire comprimido realiza presión al cemento para empujarlo hacia los silos.
Carenado	Cierre o cobertor utilizado en toda la longitud de las bandas transportadoras para retener en el interior el polvo producido.
Góndola	Se refiere al vehículo con capacidad de transporte de grandes volúmenes de arena, piedrín, tierra, etcétera.

Kárdex	Es un documento administrativo, que contiene datos generales de un producto en inventario y sirve como herramienta para tener información resumida de las transacciones de inventario en la empresa.
MRP	Por sus siglas en inglés (<i>Material Requirement Plannig</i>), es una técnica cuya función es controlar y coordinar materiales para que se encuentren disponibles cuando sea necesario sin tener un inventario excesivo.
OSHA	Por sus siglas en inglés (<i>Occupational Safety and Health Administration</i>), es una agencia del departamento de trabajo de Estados Unidos que establece e impone normas sobre la prevención de riesgos en el trabajo.
PEPS	Por sus siglas, Primero en entrar Primero en salir, es un método de inventarios que consiste en que los primeros artículos en entrar al almacén o producción son los primeros en salir.
Pictograma	Es un diagrama que utiliza imágenes o símbolos.

Pronóstico de ventas	Es una estimación o previsión de las ventas futuras para un período de tiempo determinado, puede ser en términos físicos o monetarios).
Silos	Depósitos de dimensiones variadas, regularmente en forma cilíndrica, que tienen la función de almacenamiento de materiales a granel.
Tolva	Depósitos de almacenamiento de baja capacidad utilizados para alimentar los procesos productivos.

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo se realizó en el Área de Recepción de Materias Primas de la empresa Grupo Forte, S. A., que se dedica a la fabricación de productos para la construcción.

Al realizar un análisis de la situación actual del Área de Recepción de Materias Primas se pudo determinar que cuenta con muchas deficiencias en varios factores como manejo de inventarios, seguridad ocupacional y mantenimiento de maquinaria, debido a esta situación se diseñó una propuesta para el adecuado control y manejo de un sistema de gestión.

La propuesta para un mejor control en el manejo de inventarios es basada en datos históricos de ventas de los productos que presentan una mayor demanda para luego obtener pronósticos de ventas de los meses siguientes y así conocer cuáles son las cantidades de materias primas requeridas.

Al conocer las cantidades necesarias de materias primas se pudo calcular los niveles de reorden, *stock* de seguridad, cantidad óptima de pedido para cada materia prima, así como, las fechas de pedido y entrega de los mismos, por otro lado, dentro de la propuesta también se incluye el mantenimiento preventivo a los mecanismos utilizados para el transporte de materias primas y también varios aspectos de seguridad industrial para el área.

Además se realizó una especificación para la implementación del sistema propuesto, como también una propuesta de mejora continua con el objetivo de que dicho sistema se mantenga constante y sea de beneficio para la empresa.

Un punto importante que es presentado en el último capítulo es el estudio desarrollado en relación con el impacto ambiental del área de recepción de materias primas, en el cual se presenta un análisis para disminuir los efectos negativos que se pueden producir al entorno ambiental.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema para la gestión de inventarios de materia prima, que permita una adecuada administración, planeación y aprovechamiento de los mismos.

Específicos

1. Evaluar la situación actual del proceso de producción, analizando la planificación, control, gestión de inventario, programas de mantenimiento, para la identificación de fallas del proceso y posibilidades de mejora.
2. Realizar un análisis del procedimiento de manejo de materiales, el diseño del control de inventarios y la maquinaria instalada en capacidad y período de mantenimiento.
3. Establecer las herramientas y controles para optimizar las proyecciones de compra de materias primas e insumos base a historiales y requerimientos del mercado.
4. Establecer los niveles de *stock* óptimo, nivel máximo, nivel de reorden, cantidad óptima de pedido para los materiales, mediante la aplicación de modelos de inventarios determinísticos.

5. Determinar una planeación de requerimiento de materiales (MRP), posterior a un análisis de proyecciones de demanda.
6. Definir los medios necesarios para la implementación de mantenimiento preventivo en los mecanismos utilizados en las áreas de recepción de materiales.
7. Desarrollar un plan de acción para implementar la propuesta de gestión de inventarios en el software de la empresa.

INTRODUCCIÓN

La gestión de inventarios es uno de los principales ejes de funcionamiento de cualquier empresa, debido a su gran impacto económico y a su aporte en los procesos productivos.

El adecuado control del mismo involucra, el proveer a la empresa a sus materiales necesarios para su continuo y regular desenvolvimiento frente a sus demandas, por lo que su administración debe ser llevada a cabo con el objetivo que permita minimizar los costos asociados a su almacenamiento, proporcionando además altos índices de rotación.

Gracias a una buena administración se puede trabajar de una forma ordenada, eficiente y rentable. Al no presentarse faltantes de materias primas o servicios se pueden satisfacer los requerimientos de los clientes, a su vez se debe contar con un sistema de pronósticos que ayuden a identificar las demandas altas, medias y bajas.

En el siguiente estudio se analizará a una empresa industrial que se dedica a la fabricación de productos de concreto, en el mismo se mostrará cómo se deben manejar adecuadamente las materias primas utilizadas en el proceso, esto se refiere a una planeación de los requerimientos según la demanda y los factores que influyen en su obtención, así como, un tipo de mantenimiento preventivo en las áreas en donde se manipulan los materiales, ya que estos se transportan por medio de mecanismos que deben estar en óptimas condiciones para hacer más eficiente la distribución de los mismos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Generalidades de la empresa

En este capítulo se describen las generalidades de la empresa Grupo Forte, se da a conocer la historia de cómo se originó, la descripción de la misión y visión, proceso de producción, tipos de productos, así como, el desarrollo de un marco teórico del manejo de inventarios, pronósticos y MRP.

1.1.1. Historia de la empresa

Grupo Forte se fundó en el mercado guatemalteco en enero del 2002. Montó su planta en la 24 calle 26-70 "A", zona 12, con su primera fábrica Super Block (MASA), para la fabricación de bloques livianos, de concreto, variedad de adoquines, bordillos, cunetas y muros de contención. Esta fábrica es totalmente automatizada con lo último en tecnología alemana, para ofrecer un sistema con respaldo internacional y compartir la experiencia de muros construidos en todo el mundo y en todo tipo de situaciones demográficas.

En abril del 2005 Grupo Forte, como complemento de su fábrica de bloques, puso en marcha su segunda fábrica. La planta de morteros secos de alta tecnología con capacidad de producir una amplia gama de producto tales como morteros de mampostería, concretos, repellos, adhesivos de pisos cerámicos, estuques de colores, acabados, selladores e impermeabilizantes.

La capacidad de producción de esta planta es de 20 000 kilogramos por hora de productos secos. Junto a esta planta Grupo Forte montó en el 2010 una planta complementaria para productos de concreto de tecnología también europea marca POYATOS.

Actualmente, Grupo Forte ha demostrado en el mercado su alta calidad y capacidad en su alta gama de productos. Ha tenido la oportunidad de participar en proyectos sumamente importantes tanto en Guatemala como en El Salvador, Honduras, Nicaragua y Belice.

1.1.2. Misión

Satisfacer la demanda en prefabricados de concreto, con precios competitivos, de acuerdo con los estándares de calidad y con entregas a tiempo según la necesidad de los clientes.

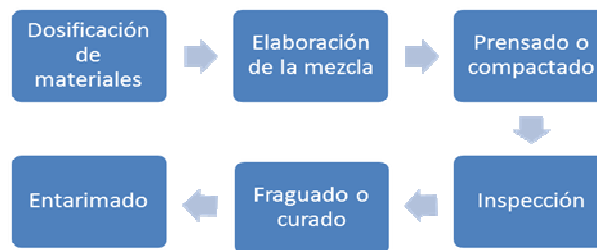
1.1.3. Visión

Ser la empresa líder de Centro América en la fabricación de productos de prefabricados de concreto, satisfaciendo clientes con un producto de alta calidad.

1.1.4. Proceso de producción

Análisis del proceso de producción actual: las operaciones que conforman el proceso para cualquier tipo de producto de concreto se pueden observar en la siguiente figura:

Figura 1. **Proceso de producción para productos de concreto**



Fuente: elaboración propia.

- Dosificación de los materiales: esta operación inicia en las fosas de agregados, en donde hay unas compuertas que se abren para llenar el *skip* (depósito de materiales) el cual sube a la tolva de la mezcladora y vacía los agregados en ella. Puede ejecutarse mientras la mezcladora está trabajando el material anterior.
- Elaboración de la mezcla: la mezcladora trabaja de la siguiente manera:
 - Primero se vacían los agregados en la tolva de la mezcladora inmediatamente se agregan tres cuartas partes del agua a usar en él y se mezcla entre 15 y 20 segundos.
 - Luego se agrega el cemento y se sigue mezclando. La mezcla inicial del agregado grueso con agua, seguida de la adición del cemento mejora la adherencia entre las partículas gruesas y la pasta de cemento.
 - Por último, la mezcla se transporta a la tolva compactadora. Puede ejecutarse mientras la mezcla anterior es compactada y no se puede realizar en otro departamento.

- Prensado o compactado: cuando se llena de mezcla la tolva de la máquina, se alimentan los moldes los cuales se compactan por medio de vibraciones que normalmente duran de 8 a 10 segundos, pasado este tiempo se retiran los bloques del molde dejándolos libres sobre las paletas. Puede ejecutarse mientras el operador de máquina está inspeccionando el bloque anterior.
- Inspección: en este momento se mide la altura, el largo y el ancho del bloque y se evalúa si hay grietas o porosidades, si presenta defectos, se debe retirar de la paleta o bandeja y devolver el material al *skip* para reutilizarlo. Esta operación puede ejecutarse mientras los bloques son transportados al elevador.
- Fraguado y curado: las paletas con los productos son transportadas a los cuartos de fraguado por medio de un elevador, el tiempo que el producto permanece en los cuartos de fraguado depende de la siguiente producción. El sistema de curado utilizado es de cámaras de vapor que aceleran la resistencia del producto.
- Almacenamiento o entarimado: después del período de endurecimiento inicial o fraguado, los blocks y pavimentos se retiran de las paletas o bandejas y se colocan en apilamientos de no más de 5, dejando espacios de unos 2 centímetros entre ellas para que circule el aire.

Allí se procede al período de curado que consiste en mantener durante los primeros siete días por lo menos, las condiciones de humedad y temperatura necesarias para que se desarrolle la resistencia y otras propiedades deseadas. Esta operación conlleva un esfuerzo físico a considerar, se ejecuta mientras el sistema está produciendo el lote de producción próximo a entarimar y no se puede realizar directamente en bodega.

1.1.5. Líneas de producción

Actualmente, la empresa cuenta con dos máquinas de gran capacidad para cubrir la demanda de los clientes, estas son de marca MASA que es de tecnología alemana y POYATOS que es de tecnología española, las características de las máquinas son las siguientes:

- MASA: tiene una capacidad de producción de aproximadamente 65 000 blocks, 300 000 adoquines o 10 kilómetros de bordillo por día. La tecnología de Grupo Forte permite la fabricación de productos de la más alta calidad, homogénea garantizada. La fábrica cuenta con sistemas de curado adecuado para los productos, permitiendo producir sin limitaciones durante todo el año.
- POYATOS: el tiempo de cada ciclo de producción es de entre 14-16 segundos, lo cual produce 24 bloques por paleta.

El sistema utilizado por esta maquinaria es similar al de la máquina MASA entre lo que se puede mencionar, vibración modular, consistente en dos ejes vibrantes sincronizados unidireccionalmente. Cada uno lleva dos masas excéntricas que a plena carga se suman o se compensan consiguiendo vibrar o no, con el motor siempre en funcionamiento, el mantenimiento aplicado a la maquinaria es mínimo, enfocado en lubricación.

1.1.6. Tipos de productos que ofrece la empresa

Grupo Forte cuenta con una variada gama de productos prefabricados de concreto, así como, morteros secos y productos complementarios de la más alta calidad.

Entre los productos Forte se pueden mencionar los siguientes: pavimentos, cunetas, bordillos, blocks estándar, blocks rústicos, fachaletas, repellos monocapa, adhesivos para cerámica, mezcla para levantados, etcétera.

1.2. Importancia de la planeación de requerimiento de materiales

Los inventarios representan las existencias de recursos que las organizaciones emplean para cumplir con sus objetivos, por lo que una planeación de requerimiento de materiales es importante para la gestión de inventarios.

1.2.1. Logística

El término logística ha sido tomado del ámbito militar para ser utilizado en el mundo empresarial como el término que, en un sentido general, se refiere:

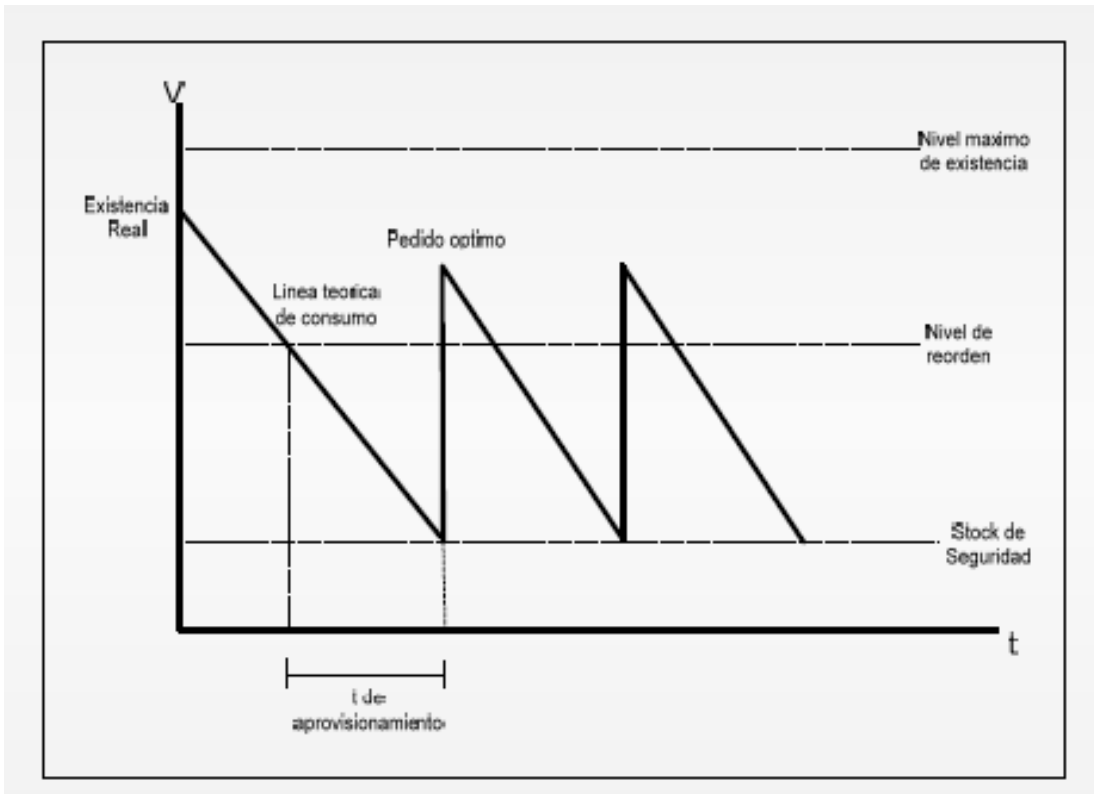
- Al posible flujo de los recursos que una empresa va a necesitar para la realización de sus actividades.
- Al conjunto de operaciones y tareas relacionadas con el envío de productos terminados al punto de consumo o de uso.

La logística es una función operativa que comprende todas las actividades y procesos necesarios para la administración estratégica del flujo y almacenamiento de materias primas y componentes, existencias en proceso y productos terminados; de tal manera, que estén en la cantidad adecuada, en el lugar correcto y en el momento apropiado.

Para el manejo de las materias primas dentro de la empresa, se debe diseñar el control de inventarios, que es una herramienta básica para formar el control del manejo de materiales, las herramientas a utilizar son:

- Pedido óptimo
- Nivel mínimo de existencias
- Nivel máximo de existencias
- Nivel teórico de consumo
- Nivel de reorden

Figura 2. **Gráfica de nivel de existencia, nivel de reorden**



Fuente: TORRES, Sergio. Control de la producción. p. 5.

1.2.2. **Cadena de suministros**

Engloba los procesos de negocio, las personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materias primas en productos y servicios intermedios y terminados que son ofrecidos y distribuidos al consumidor para satisfacer su demanda.

1.2.3. Pronósticos

Las ventas constituyen el punto de partida para la realización de presupuestos de la empresa en su parte de cálculos. El pronóstico de ventas se define como la proyección técnica de la demanda potencial de los clientes durante un horizonte de tiempo especificado y con suposiciones fundamentales.

Para los pronósticos de ventas se emplean numerosos análisis tales como: modelos matemáticos, técnicas de investigación de operaciones, ajustes de tendencia, análisis de correlación, suavización exponencial y otros. Hoy en día se hace más fácil esta tarea debido a la amplia aplicación de los computadores para suministrar los más variados y sofisticados análisis.

Los pasos a seguir en la proyección de la demanda son tres:

- Recolección de datos e información
- Análisis de los datos recolectados
- Utilización de los métodos para proyectar la demanda

Métodos para realizar los pronósticos:

Existen varios métodos para calcular los pronósticos; el primer paso consiste en evaluar los métodos que se pueden aplicar al tipo de comportamiento de los datos; la evaluación consiste en comparar el pronóstico con la producción real y calcular las desviaciones absolutas, las que sumadas, darán como resultado el error acumulado.

El método más adecuado será aquel que indique el menor error acumulado, el que, no es más que la diferencia entre los datos de producción y el pronóstico de cada mes. A veces el signo es muy importante, pues la fórmula sería (datos de producción menos pronósticos), respetando el signo y las cantidades de cada mes.

El error acumulado es la suma absoluta de cada mes de la columna de error, suma efectuada en forma vertical; aquí el signo no importa, pues cualquier diferencia, ya sea negativa o positiva siempre es considerada como un error.

De igual manera se procederá a calcular el error en todos los métodos que se analizarán. Para el cálculo del error acumulado se utilizarán los valores de los últimos cuatro meses del período de producción de determinado producto para todos los métodos y se utilizarán únicamente valores enteros en los resultados, ya que se trata de unidades estándares, por lo que no puede haber resultados con fracción decimal.

- Familias estables: dentro de las familias estables existen los siguientes métodos de evaluación.
- Último período: este método es el más sencillo de todos los métodos que se van a utilizar para su aplicación matemática; lo único que se debe hacer es suponer que la desviación estándar de los datos en el pasado serán iguales en el futuro; con esa afirmación, el pronóstico para el próximo período será igual al dato de producción que se tenga.

El pronóstico para el mes siguiente no es más que el dato de producción del mes anterior, así el pronóstico para el mes de diciembre, es la producción del mes de noviembre y así consecuentemente hasta finalizar el período en evaluación.

- Promedio aritmético: es un método que se utiliza cuando se necesita que el pasado se refleje hacia el futuro; la mecánica de uso es muy sencilla, pues el primer pronóstico que se calcula no es más que el promedio del resto de datos de producción reales anteriores al período donde se encuentra calculando el pronóstico. El segundo pronóstico es igual al anterior más el dato de venta más reciente, que corresponde al período del pronóstico anterior y todo dividido entre el nuevo número de períodos, así consecuentemente hasta terminar con todos los períodos que se quieran analizar.
- Promedio móvil: se diferencia del promedio aritmético, en que el número de períodos que se promedian es constante y para el pronóstico siguiente se desplaza el promedio desechando el valor más antiguo y agregando el valor más reciente o inmediato. Proporciona un ciclo formado por el número de períodos que se consideren en el promedio; se determinó que cuanto menos períodos tiene el ciclo, menor es el error acumulado que resulta para este juego de datos, por lo tanto, se utilizó un ciclo de cuatro períodos o meses.
- Promedio móvil ponderado: este es un promedio móvil, pero con ponderaciones aplicadas a cada período del promedio; estas ponderaciones deben sumar igual a uno.

- Promedio móvil ponderado exponencialmente: permite regular las causas asignables a las fallas entre las ventas reales y los pronósticos calculados.

Modelo con curvas ascendentes-descendentes

Son curvas cuyos datos experimentan cambios graduales a través del tiempo, en forma creciente o decreciente.

No existe estabilidad en las ventas de período y presentan un comportamiento ascendente o descendente, la herramienta estadística usada es la regresión cuya fórmula básica es la de una línea recta: $Y=a + bx$, siendo el intercepto a , b la pendiente, Y la variable dependiente a pronosticar, X la variable independiente (datos reales).

- Modelos más comunes:
 - Lineal: $Y= a+bX$
 - Geométrico: $Y=aX^b$
 - Hiperbólico: $Y= 1/a+bX$
 - Logarítmico: $Y= a+ b \ln X$
 - Semilogarítmico: $Y = ab^X$
 - Logarítmico inverso: $Y =a-bX$
- Modelo curvas cíclicas: los datos de venta siguen un patrón repetitivo de acuerdo con la época en períodos completos (semanas, meses, años), esta relación de ventas es de tipo horizontal y no vertical. Para aplicar este método es necesario tener tres juegos completos de datos de ventas con lo que se puede detectar la estacionalidad de los datos.

- Modelo de curvas combinadas: los datos de venta experimentan crecimientos a través del tiempo pero en forma estacionaria, es decir, que existe una relación horizontal pero que crece en relación al período anterior. Para trabajar el método primero hay que transformar los datos en un modelo cíclico lineal para luego trabajarlos como un modelo cíclico.
- Modelo de franja simulada: permite hacer comparaciones entre los diferentes modelos de curvas estables y los métodos de otras familias ya sean ascendentes, cíclicas y combinadas.

1.2.4. MRP (Planeación de requerimiento de materiales)

El MRP es definido como un sistema de planificación de componentes de fabricación, consistente en un conjunto de procedimientos lógicamente relacionados, diseñados para traducir un programa de producción en necesidades reales de los componentes, con fechas y cantidades.

Las principales características del MRP son las siguientes:

- Está orientado a los productos, debido a que planifica las necesidades de componentes partiendo de la explosión de necesidades de los mismos. Es pronosticador, ya que se basa en datos futuros de la demanda para planificar.
- Realiza un desglose del tiempo de las necesidades de componentes en función de los tiempos de suministro, estableciendo las fechas de emisión y entrega de pedidos.
- No toma en cuenta las restricciones de capacidad.

- Actúa de manera que cualquier cambio en las entradas, una vez introducidos, afecte todo el proceso en conjunto.
- Es una base de datos común, que debe ser utilizada por todas las áreas funcionales de la empresa.
- Debe permitir corregir con facilidad cualquier incidencia que surja en los aspectos de la empresa abarcados por el sistema.
- Las entradas básicas del MRP son:
- El programa maestro de producción, que indica las unidades de producto final a producir con y las fechas de entrega previstas.
- La lista de materiales, que indica la estructura de fabricación y el montaje de cada producto.
- Archivo de registro de inventarios, que son los datos sobre los tiempos de suministros, existencias en el almacén, recepciones programadas, etcétera.

1.2.5. Ventajas y beneficios del sistema MRP

Entre las ventajas y beneficios que se pueden obtener se encuentran, una mayor rotación de inventarios, disminución en el tiempo de espera de la entrega, mayor éxito en el cumplimiento de las promesas de entrega, disminuciones en los ajustes internos de producción para compensar los materiales que no se tienen disponibles.

Para muchas personas representa una mejoría con respecto a los sistemas anteriores de planeación y control de la producción. Sus aplicaciones aumentan a medida que los gerentes de operaciones continúan implantando mejores métodos para la administración de materiales.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MATERIA PRIMA

2.1. Tipos de materias primas

El análisis del manejo de inventarios de materias primas mediante la recopilación de información es útil para conocer cómo se realizan actualmente los procedimientos, y así determinar qué es lo que se debe mejorar y que acciones se deben de implementar en la organización.

2.1.1. Insumos utilizados para el proceso

- Cemento

Puede utilizarse cualquier cemento hidráulico para uso en la construcción, prestando especial atención al tipo y a la clase de resistencia del concreto. En Guatemala, se utiliza el cemento tipo 124 de clase 5 000 libras sobre pulgada cuadrada y el cemento Pórtland Puzolánico ARI 24 tipo HE (cemento para fabricar bloques de secado rápido). Se recomienda una cantidad mínima de cemento por bloque de 15 X 20 X 40 centímetros de 800 gramos, la cual dependerá del diseño de la mezcla.

- Agregados

En Guatemala, los agregados para bloques son de dos clases: los normales para concreto que son gravas y arenas naturales de río o mina y arenas y piedrines de trituración de roca de cantera o de canto rodado y los livianos o ligeros, que son granulados volcánicos de diversos tipos y procedencia que incluyen principalmente las granzas y arenas de pómez amarillas y blancas, y escorias volcánicas encontradas en las cercanías de los volcanes.

Los agregados son un componente importante de los bloques, ya que consisten en un 80 % de la unidad aproximadamente. Los agregados deben tener la posibilidad de aglutinarse por medio del cemento para formar un cuerpo sólido, por lo que son muy importantes su limpieza y durabilidad.

La limpieza implica que estén libres de arcillas, tierra negra, sedimentos y otros materiales orgánicos como raíces, cortezas, astillas de madera, hojas y otros materiales nocivos. La durabilidad implica que tengan partículas suaves o deleznales que se desintegren en el proceso de fabricación o al estar expuestas a las condiciones climáticas (lluvia, mojado, secado).

Es conveniente apuntar que el tamaño máximo de agregado para fabricación de bloques es generalmente de 1/2 pulgadas (12,5 milímetros) y el recomendado es de un tamaño máximo de 3/8 pulgadas (9,5 milímetros). El tamaño máximo de partículas no debe pasar de 1/3 del espesor de las paredes del bloque.

La mayoría de agregados que se usan tienen cierta proporción de agua (humedad) que puede variar del 1 hasta el 10 o 12 % en arenas normales y hasta más del 30 % en arenas pómez. Si se proporciona por masa (peso) deben pesarse mayores cantidades de material para compensar el agua.

El tamaño de los granos juega un papel importante en la dosificación de la mezcla y se determina pesando una muestra de agregado seco que se hace pasar a través de una serie de tamices. La proporción en que se encuentran los granos de distintos tamaños, expresados en tanto por ciento, constituye la composición de la granulometría de la muestra.

La cantidad de arena pómez varía en función de la cantidad de otros materiales como el polvo de piedra, polvillo de pómez, etcétera, ya que algunos fabricantes solamente utilizan arena pómez y polvillo que varía según la granulometría que tenga la arena pómez y estos cálculos son hechos por la experiencia.

Para la cantidad de finos y gruesos que debe llevar una mezcla es importante especificar los límites de graduación y el tamaño del agregado. La graduación y el tamaño del agregado afectan la relativa proporción de los mismos, como también los requerimientos de cemento y agua, economía, porosidad y absorción de los bloques de concreto.

El módulo de finura es un índice numérico, proporcional al tamaño promedio de las partículas de un agregado dado; mientras más grueso es el agregado, mayor es el módulo de finura y mientras más fino, menor es dicho módulo.

Al considerar el módulo de finura y la gráfica de límites, se puede realizar la proporción de agregados tanto por volumen como por masa. El criterio de módulo de finura adecuada se basa en que una combinación adecuada de granos gruesos, medios y finos, permite una proporción adecuada de cemento, trabaje y reaccione de manera adecuada en la mezcla.

- Agua

El agua debe ser apta para consumo humano, limpia, libre de materia orgánica, aceites, azúcares u otras sustancias que puedan afectar la resistencia o durabilidad del bloque.

El agua de mar puede bajar un poco la resistencia del bloque y produce manchas blanquecinas o eflorescencias debido a su contenido de sales.

El agua de ríos y quebradas puede usarse si no está turbia y está libre de desechos orgánicos.

El agua de lluvia, en especial de las primeras lluvias, tiene mucho dióxido de carbono que le da una acidez que afecta la calidad del concreto, por lo que se recomienda no usarla, en todo caso hay que rechazar el agua turbia y de coloración oscura y olor pronunciado o que tenga algas o manchas de aceite.

2.1.2. Productos y su composición

Para todos los productos se utilizan los mismos materiales, la diferencia en cada uno de ellos es la cantidad de cemento la cual varía según la resistencia y calidad que requiera el cliente.

Los productos con más alta resistencia tienen dentro de su formulación agregados semigruesos, los cuales hacen que el producto sea más resistente a la compresión.

Cada producto tiene una distinta formulación que se refiere al porcentaje de cada materia prima que compone la mezcla.

2.2. Requerimiento de materiales

El manejo de materiales comprende una planeación del requerimiento de materiales con base en el análisis del consumo para la producción, de los pronósticos de demanda, los tiempos de entrega de materiales por parte de los proveedores, el desperdicio promedio en las líneas de producción, la capacidad de almacenaje de la bodega de la empresa, cambios en el sistema de inventarios, políticas de la empresa con respecto a los proveedores.

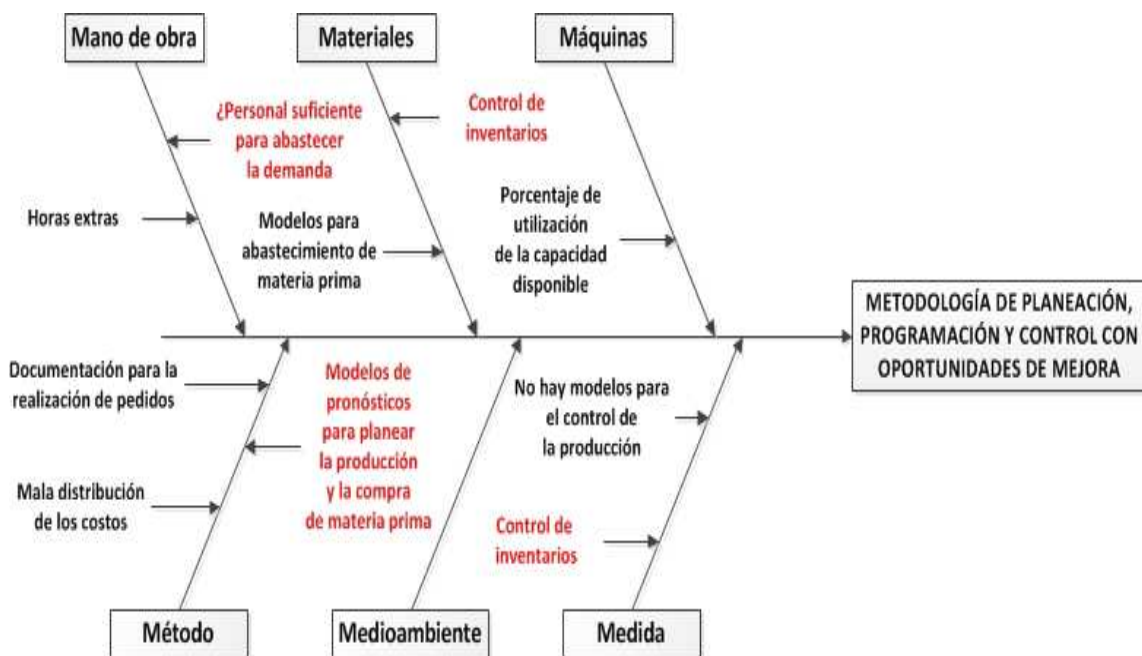
Se realizó el diagrama de causa efecto con el fin de determinar cómo se encuentran actualmente las diferentes causas de un efecto el cual es la planeación, programación y la gestión de inventarios. Para esto se tuvo en cuenta las 6M's, mano de obra, materiales, máquinas, método, medioambiente y medida.

Posteriormente, se determinaron inicialmente los factores críticos del diagnóstico que se presentan a continuación:

- No hay método documentado para establecer la manera de realizar pedidos.

- No existen modelos de pronósticos que permitan realizar la programación de la producción.
- No están establecidos los costos unitarios de producción y almacenamiento.
- Horas extras exageradas e inventarios innecesarios por poca utilización de la capacidad disponible.
- Mala distribución de los costos, la mayoría se le atribuyen a producción.

Figura 3. **Diagrama de causa y efecto en el requerimiento de materiales**



Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Personal de logística

El personal de logística se encarga de la gestión de los flujos físico e indirectamente los flujos financieros, los flujos físicos generalmente se dividen en la relación que existen entre el Departamento de Compras y la distribución que está a cargo de bodega.

2.2.2. Determinación de cantidades a pedir

Para el pedido de materiales necesarios para la producción se realiza un cálculo por parte del Departamento de Producción en el cual se analiza el pedido del Departamento de Ventas, ya que con base en este y la formulación para determinado producto se realizan los estimados de la cantidad necesaria de material a utilizar.

Por lo tanto, no se cuenta con un *stock* óptimo en el inventario de materias primas para prever escasez, atraso o imprevisto que pueda ocasionarse y así evitar paros en producción por falta de materiales.

En el software de la empresa tampoco se cuenta con un procedimiento que pueda determinar las cantidades óptimas, lo cual evitaría retrasos para los pedidos y la única información referente que se encuentra en esta base de datos es la cantidad que existe en inventarios, la cual no es revisada periódicamente para constatar de que los datos que se obtienen en el software sean reales.

Figura 4. Orden de compra

ORDEN DE COMPRAS No. 00001		
Proveedor : Nombre _____ Dirección _____ Tel. _____	Enviar a : Nombre _____ Dirección _____ Tel. _____	
Detalle de pago:		
Materiales	Precio Unitario	Total
<i>El producto descrito se deberá recibir el día:</i> _____		
_____ <i>Firma solicitante</i>	_____ <i>Firma Autorizada</i>	

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Proveedores

Los proveedores con los que cuenta la empresa actualmente son generalmente los que han abastecido de materias primas por mucho tiempo a la misma, cumpliendo con la demanda que se presenta, como también la calidad, lugar y tiempo de entrega, aunque por la deficiencia de planificación de pedidos no se cuenta con los materiales en el tiempo necesario.

El Departamento de Compras es el encargado de realizar los pedidos a los proveedores los cuales dan dos opciones para la entrega de materiales como las compras a crédito y compras al contado.

Las órdenes de compras son revisadas en el momento en que se realiza la recepción de las materias primas, se verifica en este documento toda la información pertinente al pedido y entrega de las materias primas.

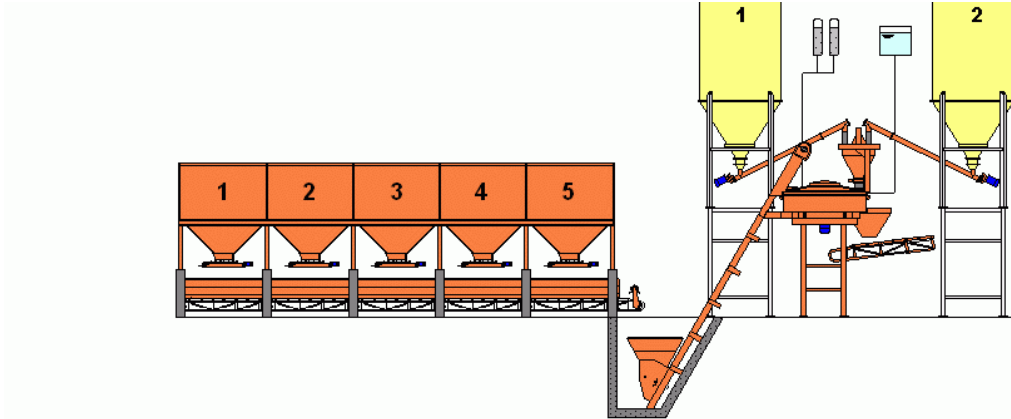
2.3. Descripción del proceso de recepción de materias primas

A través de una descripción detallada del proceso de recepción de materias primas, tomando en cuenta todos los factores que intervienen en el mismo, como la ubicación, documentación y procedimiento, se puede determinar cuáles son las deficiencias y así proponer una solución óptima e implementarla.

2.3.1. Diagrama del proceso

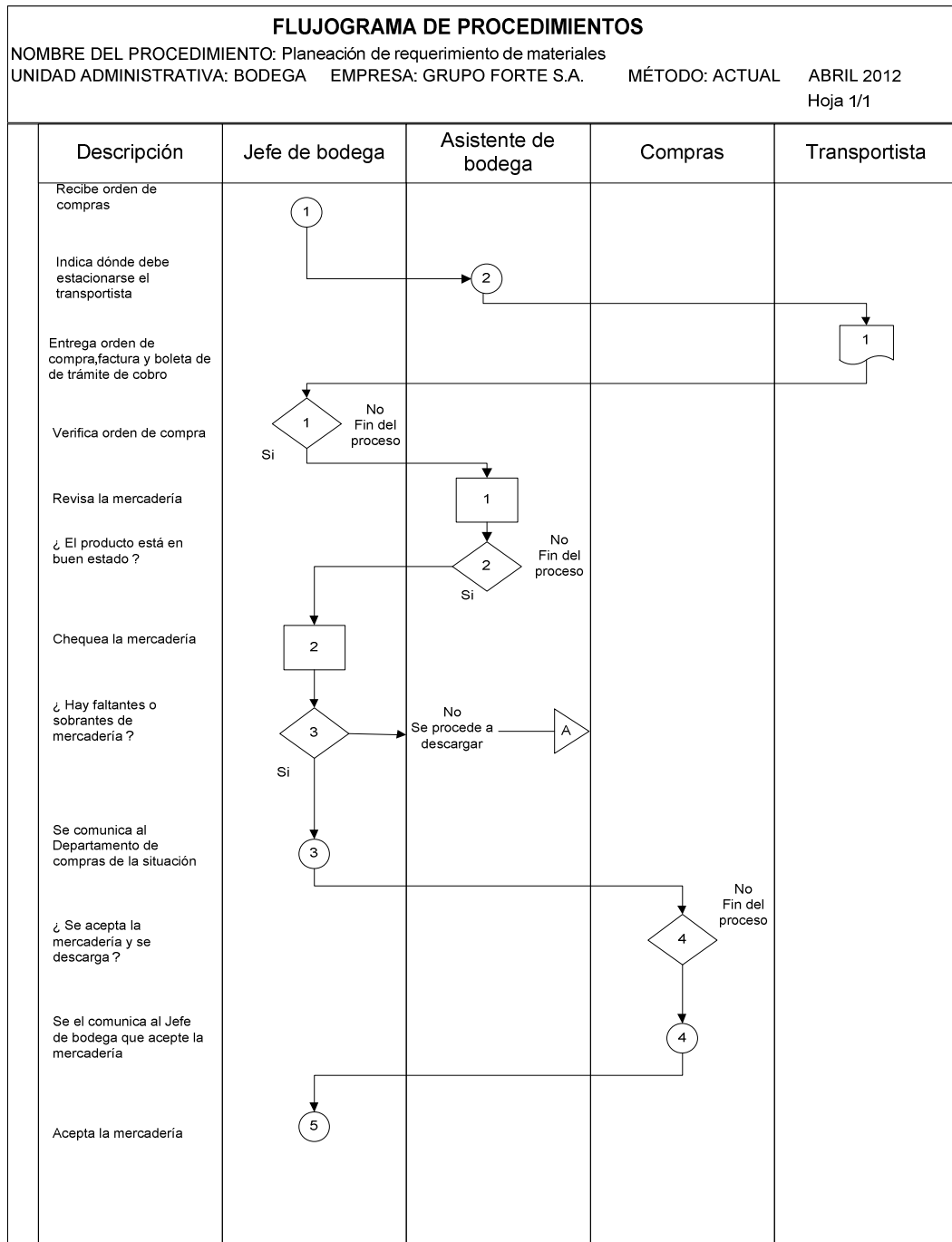
En la siguiente imagen se puede observar la ubicación de las tolvas enumeradas del 1 al 5 que son en las que se almacenan los materiales y los silos de cemento enumerados del 1 al 2, básicamente esa es la manera en la cual están instalados para el abastecimiento de producción para su posterior mezcla.

Figura 5. **Ubicación de tolvas de áridos y silos de cemento**



Fuente: imagen del software de la maquina POYATOS.

Figura 6. **Proceso de recepción de materiales actual**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

2.3.2. Documentación para el proceso de recepción

Los documentos utilizados en la recepción de los materiales son las notas de despacho y notas de ingreso. Las notas de despacho son las que el proveedor envía para tener una constancia de la entrega del material en la empresa, en la cual contiene la información del despacho realizado; por otro lado las notas de ingreso son las manejadas por la empresa en la cual se indica la información del proveedor, la descripción del pedido, código, cantidad y los nombres de las personas que despachan y reciben el producto, estas notas cuentan con varias copias de distinto color en las cuales se especifica cuál es la correspondiente para cada departamento.

Figura 7. **Nota de ingreso de materiales**

NOTA DE INGRESO DE MATERIALES		
Nombre del proveedor		
Código		
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Despacha el producto		Recibe el producto

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Descarga de materiales hacia tolvas por cargador frontal**



Fuente: Área de descarga directa de materiales máquina POYATOS, (24 calle final zona 12).

Figura 9. **Descarga de materiales hacia tolvas por proveedores**



Fuente: Área de descarga directa de materiales máquina MASA, (24 calle final zona 12).

2.4. Maquinaria utilizada

Es primordial conocer todos los factores y mecanismos que intervienen en el funcionamiento de la maquinaria que se utiliza para el abastecimiento de materias primas, con el fin de planificar mantenimientos y operaciones, así como, ver resultados a nivel técnico y gerencial.

2.4.1. Instalaciones del área y su maquinaria

En la empresa en estudio actualmente se cuenta con dos fábricas de producción de blocks las cuales son abastecidas de las materias primas por medio de bandas transportadoras, que son las encargadas de trasladar el material necesario a las tolvas y silos de recepción para la mezcla e inicio del proceso de producción.

En el área existen 5 tolvas para cada máquina en la cual se almacenan los distintos tipos de áridos y 2 silos de reposo para cada máquina en la cual se almacena el cemento.

Estos silos son de forma cilíndrica, contruidos de metal (lamina de ½") con tolva de caída tipo cono, cada tolva tiene una capacidad de almacenar 35 metros cúbicos de arena y los silos de cemento tienen capacidad para 75 000 kilogramos.

Figura 10. **Instalaciones del área de recepción (POYATOS)**



Fuente: Área de silos de cemento máquina POYATOS, (24 calle final zona 12).

Figura 11. **Instalaciones del área de recepción (MASA)**



Fuente: Área de silos de cemento máquina MASA, (24 calle final zona 12).

Figura 12. **Bancos de arena**



Fuente: Bancos de arena máquinas MASA y POYATOS, (24 calle final zona 12).

También se cuenta con un *blower* que es utilizado para el traslado del cemento hacia los silos en donde se almacena dicho material y es transportado por un tornillo sinfín el cual envía el material a la mezcladora para el inicio del proceso.

2.4.2. Tipos de mecanismos utilizados

El sistema para transporte de material mediante banda transportadora, es uno de los métodos más utilizados en la industria; particularmente, la unidad de materias primas cuenta con gran cantidad de cintas transportadoras en su proceso.

Estos sistemas se componen de dos tambores uno en cada extremo, al que está acoplado el motor se le llama de tracción ya que es el que brinda la tracción a la banda, mientras el otro recibe el nombre de cola porque se encarga únicamente de girar con la cinta.

Figura 13. **Transportadores para el abastecimiento de materiales**



Fuente: Área de tolvas de materiales máquina MASA, (24 calle final zona 12).

También existe un sistema para tensar la banda por tornillos o espárragos cuando no son bandas inclinadas. Otros elementos que componen las bandas transportadoras son los rodillos que existen en diferentes tipos de acuerdo con la función que desempeñen, ya que algunos se encargan de centrar la banda, otros de llevar la carga y de servir de retorno.

2.4.3. Tipo de mantenimiento aplicado a la maquinaria

En la empresa en estudio no existe un plan de mantenimiento preventivo ya que no se cuenta con una planificación de actividades para el mantenimiento de la maquinaria, provocando el mantenimiento correctivo el cual es aplicado cuando la maquinaria presenta averías o existen tiempos muertos, entonces se inicia con la inspección y reparación de las fallas presentadas, ocasionando que existan pérdidas de tiempo en la producción por no contar con repuestos, herramientas o materiales necesarios para solucionar los problemas presentados.

3. PROPUESTA DEL DISEÑO DE GESTIÓN PARA LA MEJORA

3.1. Planeación de requerimiento de materiales

Una función importante de los inventarios es anticiparse a las demandas futuras, mediante una planeación de requerimiento de materias primas, la cual será una herramienta útil para cubrir tiempos de abastecimiento, así como, para determinar cuáles son los indicadores que pueden utilizarse para la toma de decisiones en los inventarios.

3.1.1. Determinación de modelos de inventarios

Para evaluar la demanda de bloques se tomaron en consideración las ventas por mes en unidades del 2010, 2011 y 2012 para determinar la tendencia a lo largo de estos períodos y obtener los pronósticos de ventas. El análisis se realizará con base en el block de 14 centímetros, el cual es el que presenta una mayor rotación de inventarios en la empresa.

Por políticas de la empresa no se pudo tener acceso a toda la cantidad de datos solicitados, por lo que, estos se obtuvieron con base en los reportes de despachos realizados de producto terminado y fueron tabulados posteriormente.

En la siguiente tabla se muestra el detalle de las ventas de block de 14 por año el cual tiene una mayor demanda, la cual incrementó en la empresa debido al aumento de la capacidad de producción obtenida con la instalación de la máquina POYATOS.

Tabla I. **Ventas block de 14 centímetros**

VENTAS BLOCK DE 14

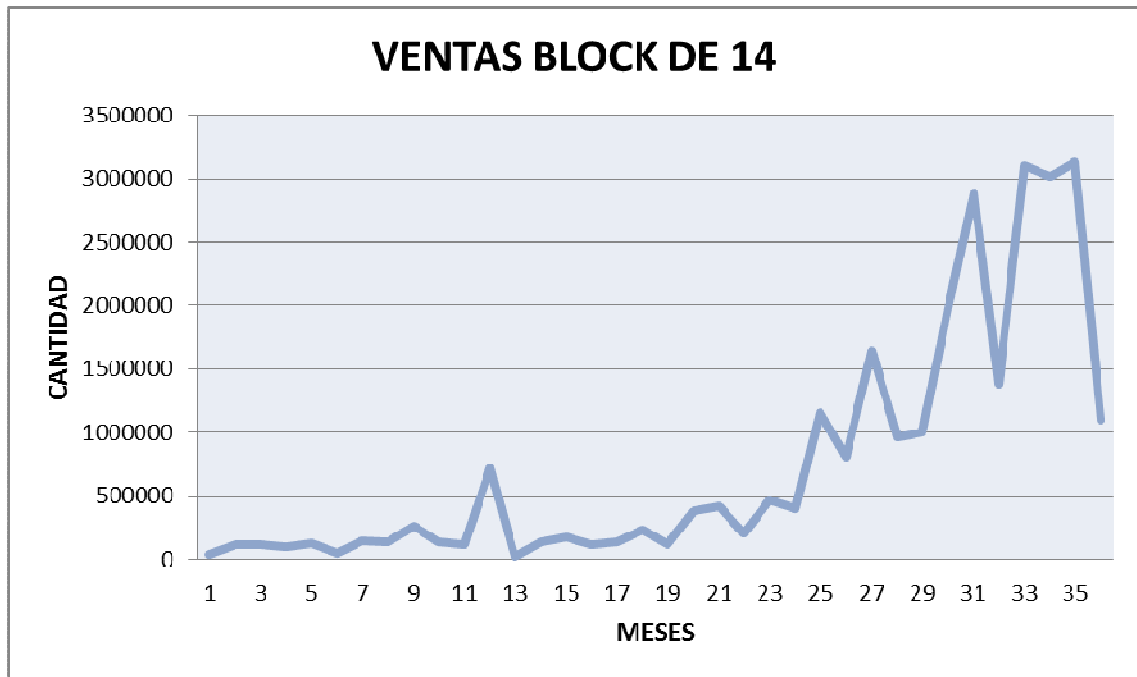
MES	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012
Enero	37 563	23 940	1 162 329
Febrero	115 475	132 129	811 176
Marzo	118 546	171 958	1 647 354
Abril	100 045	120 997	962 880
Mayo	125 468	137 897	1 001 574
Junio	51 887	233 954	1 988 661
Julio	147 090	117 600	2 891 259
Agosto	139 678	383 855	1 385 448
Septiembre	265 821	420 406	3 099 438
Octubre	138 152	203 839	3 012 808
Noviembre	116 170	466 208	3 127 663
Diciembre	720 352	403 034	1 099 326

Fuente: elaboración propia.

- Análisis primario

Este se realiza con base en las gráficas de los datos de ventas, las cuales se muestran a continuación:

Figura 14. Gráfica ventas block de 14 centímetros



Fuente: elaboración propia.

- Análisis secundario

Este se realiza en aplicar los métodos de pronósticos más adecuados basados en las gráficas de ventas y el que presente el menor error acumulado.

Al observar el comportamiento de las gráficas se puede concluir que las ventas no muestran un comportamiento estable, más bien tienen un comportamiento cíclico con una tendencia de crecimiento, por lo que se aplicará el método de familias combinadas.

Las herramientas a utilizar son los métodos estadísticos de regresión en donde la fórmula básica es:

$$y = a + bx$$

Y las variables de las ecuaciones son las siguientes:

y = dato de pronóstico a calcular

a = valor del eje y cuando el valor del eje x = 0

b = pendiente de la curva

x = período de tiempo a proyectar

Los modelos para determinar los valores de a, b y R tomando como base los datos de ventas por mes son los siguientes:

Tabla II. **Modelos de regresión**

Método Regresión	Ecuación
Lineal	$y = a + bx$
Exponencial	$y = ab^x$
Logarítmica	$y = a + bLn(x)$
Potencial	$y = ax^b$

Fuente: elaboración propia.

Estos modelos se utilizan para transformar los valores originales de las ventas originales a unos nuevos valores de ventas con una tendencia simulada tomando como base el modelo de regresión que presente un mejor coeficiente de correlación (r), es decir, el más cercano a 1.

Tabla III. **Resultados de pronósticos de evaluación de familias de regresión**

	Lineal	Exponencial	Logarítmica	Potencial
a	541 337	45 074	974 448	16 388
b	69 925	0,1091	649 418	1,1396
r	0,7729	0,8646	0,5895	0,7418

Fuente: elaboración propia.

El modelo de regresión exponencial presenta un mejor coeficiente de correlación, por lo cual, se procede a realizar los cálculos con $r = 0,8646$ y $b = 0,1091$.

La fórmula para obtener los datos de transformación de ventas nuevas con tendencia simulada es:

$$\text{Dato nuevo} = \text{dato original} - (b \times t)$$

En donde:

b= pendiente

t= período a analizar (1, 2, 3, etcétera).

Tabla IV. **Valores ventas nuevas**

MES	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012
Enero	37 563	23 939	1 162 326
Febrero	115 475	132 127	811 173
Marzo	118 546	171 956	1 647 351
Abril	100 045	120 995	962 877
Mayo	125 467	137 895	1 001 571
Junio	51 886	233 952	1 988 658
Julio	147 089	117 598	2 891 256
Agosto	139 677	383 853	1 385 445
Septiembre	265 820	420 404	3 099 434
Octubre	138 151	203 837	3 012 804
Noviembre	116 169	466 205	3 127 659
Diciembre	720 351	403 031	1 099 322

Fuente: elaboración propia.

Los valores son parecidos a los de la tabla original esto es porque la pendiente es muy pequeña, con lo cual se logra estabilizar la tabla.

El siguiente paso es realizar los cálculos respectivos para obtener el promedio horizontal de cada mes, promedio vertical del juego de 36 datos, los índices estacionales y los pronósticos de riesgo.

Las fórmulas de los índices estacionales y pronósticos para el nuevo período del 2013 es el siguiente:

Índice enero = promedio horizontal enero / promedio vertical del juego de datos

Pronóstico enero = promedio vertical del juego de datos * índice enero + (b X 37)

Índice febrero = promedio horizontal febrero / promedio vertical del juego de datos.

Pronóstico febrero= promedio vertical del juego de datos * índice febrero + (b X 38).

En donde b = 0,1091 del método de regresión exponencial.

Y así sucesivamente para los demás meses.

El cuadro resultante es el siguiente:

Tabla V. **Tabla resultante de familia combinada**

Mes	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Promedio horizontal	Índice	Pronóstico de riesgo
Enero	37 563	23 939	1 162 326	407 943	0,54	407 947
Febrero	115 475	132 127	811 173	352 925	0,47	352 929
Marzo	118 546	171 956	1 647 351	645 951	0,86	645 955
Abril	100 045	120 995	962 877	394 639	0,52	394 643
Mayo	125 467	137 895	1 001 571	421 644	0,56	421 649
Junio	51 886	233 952	1 988 658	758 165	1,01	758 170
Julio	147 089	117 598	2 891 256	1 051 981	1,40	1 051 986
Agosto	139 677	383 853	1 385 445	636 325	0,85	636 330
Septiembre	265 820	420 404	3 099 434	1 261 886	1,68	1 261 891
Octubre	138 151	203 837	3 012 804	1 118 264	1,49	1 118 269
Noviembre	116 169	466 205	3 127 659	1 236 678	1,64	1 236 683
Diciembre	720 351	403 031	1 099 322	740 901	0,98	740 907

X VERTICAL (36 DATOS) = 752 275

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Pronósticos de ventas estimados

Los pronósticos de riesgo propuestos para el 2013 se muestran en la siguiente tabla, estos fueron obtenidos con base en el método de regresión exponencial.

Tabla VI. **Pronósticos de riesgo 2013**

Mes	Año 2013
Enero	407 947
Febrero	352 929
Marzo	645 955
Abril	394 643
Mayo	421 649
Junio	758 170
Julio	1 051 986
Agosto	636 330
Septiembre	1 261 891
Octubre	1 118 269
Noviembre	1 236 683
Diciembre	740 907

Fuente: elaboración propia.

3.1.3 Explosión de materiales

Para determinar la planeación de requerimiento de materiales es necesario conocer la cantidad de unidades que pueden ser producidas durante las jornadas de trabajo de la empresa.

Para block de 14 fabricado en POYATOS:

Rendimiento: 1 batch = 12 ciclos* (24 unidades/1 ciclo) = 288 u.

Jornada laboral: diurna y nocturna

La formulación para la elaboración de block de 14 por batch de 2 500 kilogramos se presenta a continuación:

Tabla VII. **Formulación para elaboración de block de 14 centímetros**

Material	%	kg
Arena poma 3/8	37	925
Arena de río fina 1/8	25	624
Piedrín 1/4-1/8	17,5	439
Piedrín 3/8	13	324
Cemento gris	7,5	188
Total	100	2 500

Fuente: elaboración propia.

El ciclo de evaluación para el análisis es de 4 meses de enero a abril del 2013.

Con base en los historiales de los inventarios de materia prima, las existencias de las mismas al 31 de diciembre del 2012 fueron las siguientes:

Tabla VIII. **Existencia de materiales**

Material	Cantidad (kg)
Arena poma 3/8	102 875
Arena de río fina 1/8	139 358
Piedrín 1/4-1/8	9 000
Piedrín 3/8	29 900
Cemento gris	19 518

Fuente: elaboración propia.

Se realiza el procedimiento para determinar el requerimiento de materiales según los pronósticos realizados para cada mes:

Arena poma 3/8:

enero

$$= (407\ 947 \text{ unidades}) * (925 \text{ kg/batch}) * (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 1\ 310\ 242 \text{ kg}$$

febrero

$$= (352\ 929 \text{ unidades}) * (925 \text{ kg/batch}) * (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 1\ 133\ 540 \text{ kg}$$

marzo

$$= (645\ 955 \text{ unidades}) * (925 \text{ kg/batch}) * (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 2\ 074\ 683 \text{ kg}$$

abril

$$= (394\ 643 \text{ unidades}) * (925 \text{ kg/batch}) * (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 1\ 267\ 517 \text{ kg}$$

Arena de río fina 1/8:

enero

$$= (407\ 947 \text{ unidades}) * (624 \text{ kg/batch}) * (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 883\ 884 \text{ kg}$$

febrero

$$= (352\ 929 \text{ unidades}) * (624 \text{ kg/batch}) * (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 764\ 680 \text{ kg}$$

marzo

$$= (645\,955 \text{ unidades}) \cdot (624 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 1\,399\,570 \text{ kg}$$

abril

$$= (394\,643 \text{ unidades}) \cdot (624 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 855\,060 \text{ kg}$$

Piedrín 1/4 - 1/8:

enero

$$= (407\,947 \text{ unidades}) \cdot (439 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 621\,835 \text{ kg}$$

febrero

$$= (352\,929 \text{ unidades}) \cdot (439 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 537\,972 \text{ kg}$$

marzo

$$= (645\,955 \text{ unidades}) \cdot (439 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 984\,633 \text{ kg}$$

abril

$$= (394\,643 \text{ unidades}) \cdot (439 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 601\,557 \text{ kg}$$

Piedrín 3/8:

enero

$$= (407\,947 \text{ unidades}) \cdot (324 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 458\,940 \text{ kg}$$

febrero

$$= (352\,929 \text{ unidades}) \cdot (324 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 397\,045 \text{ kg}$$

marzo

$$= (645\,955 \text{ unidades}) \cdot (324 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 726\,700 \text{ kg}$$

abril

$$= (394\,643 \text{ unidades}) \cdot (324 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 443\,974 \text{ kg}$$

Cemento gris:

enero

$$= (407\,947 \text{ unidades}) \cdot (188 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 266\,298 \text{ kg}$$

febrero

$$= (352\,929 \text{ unidades}) \cdot (188 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 230\,384 \text{ kg}$$

marzo

$$= (645\,955 \text{ unidades}) \cdot (188 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 421\,665 \text{ kg}$$

abril

$$= (394\,643 \text{ unidades}) \cdot (188 \text{ kg/batch}) \cdot (1 \text{ batch}/288 \text{ unidades}) = 257\,614 \text{ kg}$$

Tabla IX. **Cantidad de material por componente**

Mes	Pronóstico	Material (kg)				
		Arena poma 3/8	Arena de río fina 1/8	Piedrín 1/4-1/8	Piedrín 3/8	Cemento gris
Enero	407 947	1 310 245	883 884	621 835	458 940	266 298
Febrero	352 929	1 133 540	764 680	537 972	397 045	230 384
Marzo	645 955	2 074 683	1 399 570	984 633	726 700	421 665
Abril	394 643	1 267 517	855 060	601 557	443 974	257 614
Total planificado :		5 785 986	3 903 195	2 745 998	2 026 659	1 175 963

Fuente: elaboración propia.

3.1.4 Nivel máximo de almacenamiento

Es la cantidad máxima que se puede mantener en inventario y está en función del material, es decir, si es perecedero o no, en el caso específico de las materias primas en el proceso productivo de productos para la construcción, se puede tomar como 6 meses el tiempo indicado para mantener la materia prima, ya que es un producto no perecedero.

$$N_{\max} = (\text{total planificado/ciclo}) \times R_{N_{\max}}$$

$R_{N_{\max}} = 6$ meses (criterio establecido por la empresa, tiempo que el material puede estar almacenado a excepción del cemento que son 3 meses)

$$N_{\max} \text{ arena poma } 3/8 = (5\,785\,986 / 4) * 6 = 8\,678\,979 \text{ kg}$$

$$N_{\max} \text{ arena de río fina } 1/8 = (3\,903\,195 / 4) * 6 = 5\,854\,793 \text{ kg}$$

$$N_{\max} \text{ pedrín } 1/4 - 1/8 = (2\,745\,998 / 4) * 6 = 4\,118\,997 \text{ kg}$$

$$N_{\max} \text{ pedrín } 3/8 = (2\,026\,659 / 4) * 6 = 3\,039\,989 \text{ kg}$$

$$N_{\max} \text{ cemento gris} = (1\,175\,963 / 4) * 3 = 881\,972 \text{ kg}$$

3.1.5. Nivel de reorden

Es la cantidad de materia prima que indica que es necesario realizar una nueva orden para el abastecimiento de la misma.

$$N. R. = (\text{planificado/ciclo}) \times R_{NR}$$

$R_{NR} =$ período que resulta del promedio de las últimas entregas de materia prima (X_{prom}).

Como no se lleva un registro constante y detallado de las entregas de los pedidos, en el cual se pueda observar claramente cuál es el tiempo de entrega por parte de los proveedores, con base en consultas con los proveedores y para efectos de un mejor control como anticipación en los pedidos se tomará como 1 semana (0,23 meses) el tiempo en que se tarda en realizar el pedido para los áridos y para el cemento 3 días (0,1 meses).

Este intervalo se refiere desde que se realizó el pedido hasta la entrega en planta de producción de las materias primas.

R _{NR} (arena poma 3/8)	= 0,23 meses
R _{NR} (arena de río fina 1/8)	= 0,23 meses
R _{NR} (piedrín 1/4-1/8)	= 0,23 meses
R _{NR} (piedrín 3/8)	= 0,23 meses
R _{NR} (cemento gris)	= 0,10 meses

N. R. (arena poma 3/8)	= (5 785 986 / 4) X 0,23 = 332 694 kg
N. R. (arena de río fina 1/8)	= (3 903 195 / 4) X 0,23 = 224 434 kg
N. R. (piedrín 1/4-1/8)	= (2 745 998 / 4) X 0,23 = 157 895 kg
N. R. (piedrín 3/8)	= (2 026 659 / 4) X 0,23 = 116 533 kg
N. R. (cemento gris)	= (1 175 963 / 4) X 0,10 = 29 399 kg

3.1.6. Stock de seguridad

Es la cantidad de materia prima que se debe tener almacenada antes de llegar al punto de agotamiento y así prevenir cualquier imprevisto.

$$S. S. = (\text{planificado/ciclo}) \times R_{SS}$$

R_{SS} = período definido por la diferencia entre el tiempo de entrega más tardío y el promedio calculado para N. R. (pedido+tardío – X_{prom}).

El tiempo máximo en que los proveedores pueden entregar un pedido de áridos según su demanda es de 10 días (0,33 meses) y 5 días (0,17 meses) para el cemento.

R_{SS} (arena poma 3/8)	= (0,33 – 0,23)	=	0,10 meses
R_{SS} (arena de río fina 1/8)	= (0,33 – 0,23)	=	0,10 meses
R_{SS} (piedrín 1/4-1/8)	= (0,33 – 0,23)	=	0,10 meses
R_{SS} (piedrín 3/8)	= (0,33 – 0,23)	=	0,10 meses
R_{SS} (cemento gris)	= (0,17 – 0,10)	=	0,07 meses

S.S. (arena poma 3/8)	= (5 785 986 / 4) X 0,10 = 144 650 kg
S.S. (arena de río fina 1/8)	= (3 903 195 / 4) X 0,10 = 97 580 kg
S.S. (piedrín 1/4-1/8)	= (2 745 998 / 4) X 0,10 = 68 650 kg
S.S. (piedrín 3/8)	= (2 026 659 / 4) X 0,10 = 50 666 kg
S.S. (cemento gris)	= (1 175 963 / 4) X 0,07 = 20 579 kg

3.1.7. Cantidad óptima de pedido

Es la cantidad óptima de materia prima que se debe mantener en inventario para que se pueda tener abastecida la línea de producción y así permanezca continua, además de no tener invertido mucho capital.

$$Q_{\text{óptimo}} = (2XS.S.) + N.R.$$

Qóptimo (arena poma 3/8)	= (2 X 144 650) + 332 694 = 621 994 kg
Qóptimo (arena de río fina 1/8)	= (2 X 97 580) + 224 434 = 419 594 kg
Qóptimo (piedrín 1/4-1/8)	= (2 X 68 650) + 157 895 = 295 195 kg
Qóptimo (piedrín 3/8)	= (2 X 50 666) + 116 533 = 217 865 kg
Qóptimo (cemento gris)	= (2 X 20 579) + 29 399 = 70 557 kg

3.1.8. Línea teórica de consumo

Es el punto en la línea de *stock* de seguridad que indica la fecha en que ingresa la materia prima en la empresa.

$$LTC = (\text{existencia/planificado}) \times \text{ciclo}$$

Existencia 1 = cantidad de materia prima al inicio del período de la planificación de producción

Existencia 2 = Qóptimo + S.S.

Arena poma 3/8:

$$\text{Existencia}_1 = 102\,875 \text{ kg}$$

$$\text{Existencia}_2 = 621\,994 + 144\,650 = 766\,644 \text{ kg}$$

$$LTC_1 = (102\,875 / 5\,785\,986) \times 4 = 0,07 \text{ meses}$$

$$LTC_2 = (766\,644 / 5\,785\,986) \times 4 = 0,53 \text{ meses}$$

Arena de río fina 1/8:

$$\text{Existencia}_1 = 139\,358 \text{ kg}$$

$$\text{Existencia}_2 = 419\,594 + 97\,580 = 517\,174 \text{ kg}$$

$$LTC_1 = (139\,358 / 3\,903\,195) \times 4 = 0,14 \text{ meses}$$

$$LTC_2 = (517\,174 / 3\,903\,195) \times 4 = 0,53 \text{ meses}$$

Piedrín 1/4-1/8:

$$\text{Existencia}_1 = 9\,000 \text{ kg}$$

$$\text{Existencia}_2 = 295\,195 + 68\,650 = 363\,845 \text{ kg}$$

$$\text{LTC}_1 = (9\,000 / 2\,745\,998) \times 4 = 0,01 \text{ meses}$$

$$\text{LTC}_2 = (363\,845 / 2\,745\,998) \times 4 = 0,53 \text{ meses}$$

Piedrín 3/8:

$$\text{Existencia}_1 = 29\,900 \text{ kg}$$

$$\text{Existencia}_2 = 217\,865 + 50\,666 = 268\,531 \text{ kg}$$

$$\text{LTC}_1 = (29\,900 / 2\,026\,659) \times 4 = 0,06 \text{ meses}$$

$$\text{LTC}_2 = (268\,531 / 2\,026\,659) \times 4 = 0,53 \text{ meses}$$

Cemento gris:

$$\text{Existencia}_1 = 19\,518 \text{ kg}$$

$$\text{Existencia}_2 = 70\,557 + 20\,579 = 91\,136 \text{ kg}$$

$$\text{LTC}_1 = (19\,518 / 1\,175\,963) \times 4 = 0,07 \text{ meses}$$

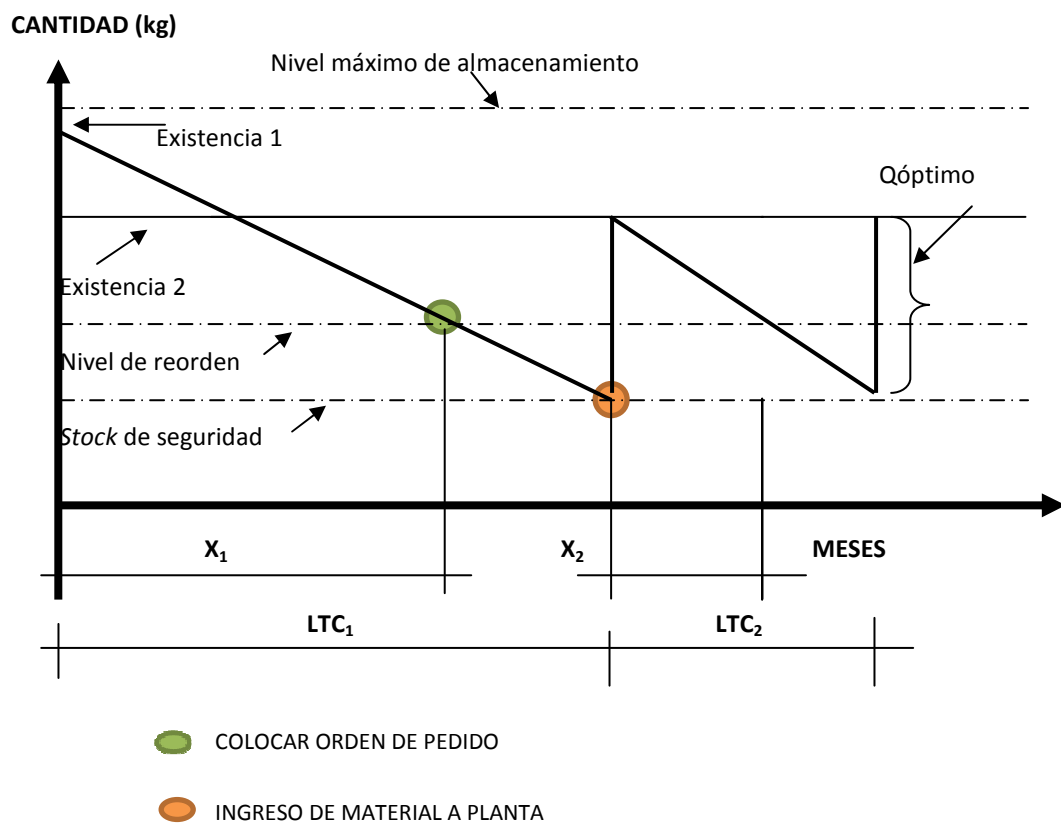
$$\text{LTC}_2 = (91\,136 / 1\,175\,963) \times 4 = 0,31 \text{ meses}$$

En conclusión la LTC_1 indica el tiempo a partir del 1 de enero del 2013, en el cual se contará con la cantidad de materia prima existente hasta llegar al *stock* de seguridad y para que ingrese el nuevo pedido y luego la LTC_2 indique el tiempo que se mantendrá constante desde el ingreso de materiales.

3.1.9. Planificación de requerimiento de materiales

Mediante una relación de triángulos se puede obtener el tiempo en el cual se debe realizar el pedido según el nivel de reorden para el caso de la existencia 1 (X_1) y para la existencia 2 (X_2), para esta última el tiempo se mantendrá constante para los demás meses ya que el nivel de existencia se mantendrá constante (existencia 2).

Figura 15. Gráfica modelo inventario (materia prima)



Fuente: elaboración propia.

Por relación de triángulos:

$$x_1 = \frac{LTC_1(EXISTENCIA_1 - N.R.MATERIAL)}{(EXISTENCIA_1 - S.S.MATERIAL)}$$

$$x_2 = \frac{LTC_2(EXISTENCIA_2 - N.R.MATERIAL)}{(EXISTENCIA_2 - S.S.MATERIAL)}$$

En la gráfica del modelo general de inventarios se puede observar que LTC_1 y LTC_2 son los tiempos en que se agotará el material y en los cuales ingresará la cantidad óptima de los pedidos.

El X_2 para todos los materiales a excepción del cemento es de 0,37 meses y para el cemento de 0,27 meses.

Para el caso específico del block de 14 se puede determinar que al comparar las existencias al 31 de diciembre del 2012 estas se encuentran por debajo del *stock* de seguridad por lo tanto, el primer pedido se debe realizar el primer día de labores.

Para el primer pedido como existe un déficit en la cantidad existente en todos los materiales a diferencia de la arena de río fina 1/8, se debe pedir la cantidad óptima, además de la diferencia entre la existencia 1 y el *stock* de seguridad, de la siguiente manera:

$$1er\ pedido\ material = Q_{\text{óptima}} + (S.S. - Existencia_1)$$

Arena poma 3/8:	$621\ 994 + (144\ 650 - 102\ 875) = 663\ 769$ kg
Arena de río fina 1/8:	419 594 kg
Piedrín 1/4 -1/8:	$295\ 195 + (68\ 650 - 9\ 000) = 354\ 845$ kg
Piedrín 3/8:	$217\ 865 + (50\ 666 - 29\ 900) = 238\ 631$ kg
Cemento gris:	$70\ 557 + (20\ 579 - 19\ 518) = 71\ 618$ kg

Para la arena de río fina únicamente se debe realizar el pedido de la cantidad óptima ya que la cantidad existente 1 se encuentra por encima del *stock* de seguridad.

Las cantidades a pedir a partir del segundo pedido son las cantidades óptimas de cada material.

El cronograma para la arena poma 3/8, arena de río fina 1/8, piedrín 1/4-1/8, piedrín 3/8 es el siguiente:

Tabla X. **Cronograma de pedidos de áridos 2013**

Cronograma de pedidos	
Orden de pedido	Ingreso a área de recepción
02 de enero	8 de enero
21 de enero	26 de enero
8 de febrero	14 de febrero
27 de febrero	5 de marzo
18 de marzo	23 de marzo
5 de abril	11 de abril
24 de abril	30 de abril

Fuente: elaboración propia.

Como la cantidad de pedido óptima de cada material es demasiada para cubrir la recepción en un solo día, se debe planificar conjuntamente con el proveedor la posibilidad de abastecer con 5 góndolas de cada material cada día, para evitar un congestionamiento en el área de recepción hasta cubrir la cantidad solicitada, esto se debe realizar según una planificación acordada con el proveedor.

El cronograma para el cemento gris es el siguiente:

Tabla XI. **Cronograma de pedidos de cemento 2013**

Cronograma de pedidos	
Orden de pedido	Ingreso a área de recepción
02 de enero	4 de enero
14 de enero	16 de enero
25 de enero	28 de enero
6 de febrero	8 de febrero
18 de febrero	20 de febrero
1 de marzo	4 de marzo
13 de marzo	15 de marzo
25 de marzo	27 de marzo
5 de abril	8 de abril
17 de abril	19 de abril
29 de abril	1 de mayo

Fuente: elaboración propia.

Para la recepción de cemento la cantidad óptima de pedido si se puede cubrir en un solo día, únicamente se debe planificar con el proveedor las horas de entrega.

3.2. Desarrollo de una óptima gestión de materia prima

Esta sección trata respecto de los procedimientos y actividades que se han de utilizar o implementar para lograr manejar y controlar de la mejor manera toda la materia prima que se compra e ingresa a la empresa.

3.2.1. Diagrama del sistema administrativo

Debido a que actualmente la empresa realiza el pedido de materias primas cuando el nivel de inventarios existentes es casi nulo o cuando no se tiene la suficiente cantidad de materia prima para satisfacer la demanda, es necesario realizar un análisis y obtener los datos de nivel de reorden, *stock* de seguridad y nivel máximo de almacenamiento para realizar la planificación de la obtención de materias primas para evitar paros y tiempos muertos en la producción.

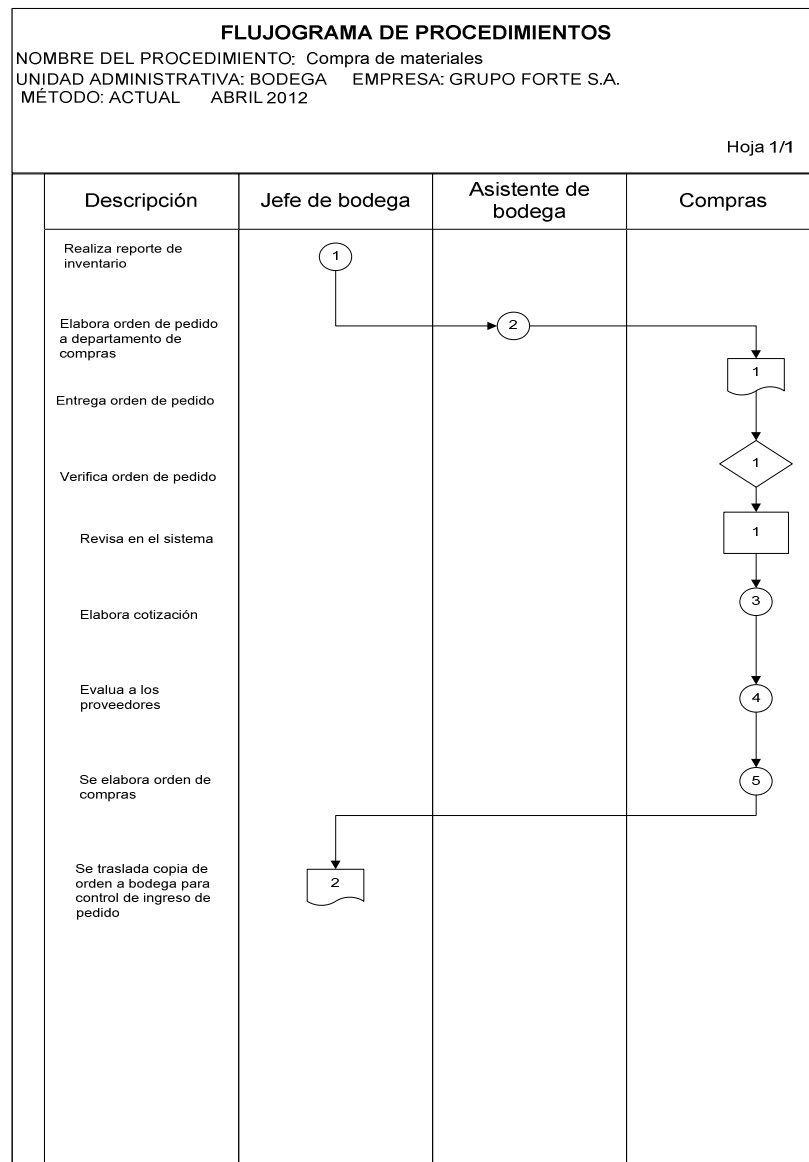
Para llevar un control adecuado es necesario determinar pronósticos utilizando los modelos matemáticos que más se adecuen a los comportamientos de las ventas.

Posteriormente, se deben determinar las cantidades necesarias de materiales (requerimientos brutos), para satisfacer la demanda obtenida de acuerdo con los pronósticos de ventas, al obtener estos datos se debe tener en cuenta el inventario actual de materiales para así determinar los requerimientos netos.

Al contar con los datos netos de requerimientos se procede a realizar las cotizaciones evaluando todos los factores necesarios de los materiales y así se procede a realizar la orden de compra.

En el siguiente diagrama se puede observar claramente el procedimiento a seguir para la elaboración del requerimiento de materiales.

Figura 16. **Requerimiento de materiales**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2007.

3.2.2. Implantación del modelo de inventarios en el software de la empresa

La empresa cuenta con el software *Sap Business One*, el cual sirve como plataforma para llevar el control de varias funciones empresariales básicas, esta cuenta con varias ventajas que son de utilidad para la empresa.

Se pueden crear pronósticos para planificar las compras y producción de antemano, incluso antes de recibir los pedidos reales de ventas. Los pronósticos pueden utilizarse como recurso de necesidad adicional para la ejecución MRP. Es por ello, que se puede planificar la fabricación del producto con base en pronósticos.

Por medio de la aplicación de este módulo de pronósticos y MRP en este software se puede planificar las compras y producción con anticipación, antes de recibir los pedidos de ventas reales, ya que con la aplicación dentro del software de los modelos de pronósticos de ventas se podrán obtener de una manera más rápida los datos que se desean.

También la aplicación del sistema MRP dentro del software, será de mucha importancia para obtener de una manera más eficiente y fácil los resultados de la planificación de pedidos para la materia prima.

3.2.3. Cotizaciones

Ya obtenidos los datos de requerimiento de materiales es necesario continuar con el proceso de compras de los mismos, consultando proveedores que puedan satisfacer la demanda, así como, los costos más favorables sin afectar la calidad de los materiales.

Para realizar las cotizaciones es necesario evaluar con al menos tres tipos de proveedores distintos para así tener más opciones y elegir la más adecuada y que a su vez contenga las condiciones necesarias, salvo en casos en que la empresa en estudio por su amplia trayectoria en el mercado ya cuente con proveedores establecidos con líneas de crédito que facilitan la entrega de los materiales, por otro lado, es recomendable aun teniendo estos proveedores ya establecidos consultar con otros proveedores mensualmente, ya que pueden surgir cambios en los costos y calidad.

El formato propuesto para la cotización de materias primas es el siguiente:

Figura 17. **Formato para cotización de compra**

SOLICITUD DE COTIZACIÓN		COTIZACIÓN NO. _____		
GRUPO FORTE, S.A.				
NOMBRE DEL SOLICITANTE:		DATOS DEL PROVEEDOR		
DEPARTAMENTO:		PROVEEDOR:		
FECHA DE COTIZACIÓN:		DIRECCIÓN:		
CONDICIONES DE PAGO:		TELÉFONO:		
Favor cotizar los artículos detallados a continuación:				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO SOLICITADO	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOTAL A PAGAR:				
Tiempo de entrega en días: La cotización debe recibirse antes del día:				
f. _____ FIRMA Y SELLO (PROVEEDOR)				

Fuente: elaboración propia.

La selección de proveedores representa la función o responsabilidad más importante del Departamento de Compras. La selección y evaluación de proveedores constituye un área de decisión básica dentro del proceso de compras. El departamento deberá ser capaz de localizar fuentes de abastecimiento confiables y progresistas e intentará que los proveedores mantengan un interés activo en las negociaciones, así como, una apropiada colaboración. Todas las demás funciones de este departamento, se deben considerar secundarias para cualquier empresa, respecto a la función de seleccionar de una manera profesional y competente a los proveedores.

Para la evaluación del proveedor se hace un análisis de evaluación por proporciones de no conformidad. Por razones de eficacia de todas las actividades planificadas para la dotación de mercadería debe comprenderse que la finalidad de las mismas es que el proveedor brinde.

- La mercadería con las características pactadas
- En la fecha requerida
- La cantidad requerida

El plan de compras es más eficaz en cuanto mejores resultados obtiene en los tres aspectos anteriores.

- Políticas generales de compra:

Las directrices que deben regir la compra de mercadería son las siguientes:

- Antes de comprometer a la empresa para una compra, cada empleado debe asegurarse que el precio que se va a pagar, por las diferentes mercaderías, sea el más conveniente y de la mejor calidad, comparándolos con otros de similares características o especificaciones.
- Las órdenes de compras son autorizadas por el gerente general.
- Se debe actualizar permanentemente el catálogo de productos y precios de los principales proveedores.
- Toda información sobre cotizaciones se manejará única y exclusivamente por los miembros del personal de compras en forma confidencial, previa a la adjudicación.
- Sólo se recibirá mercancía de proveedores que estén de acuerdo con las facturas, precios y condiciones pactadas en el pedido y/u orden de compra.
- Toda factura y la mercadería correspondiente que se reciba del proveedor debe revisarse detalladamente antes de iniciar el trámite de pago.
- No se recibirán obsequios, gratificaciones o cualquier tipo de invitaciones, que puedan influir de algún modo, en la selección del proveedor.

- El Departamento de Compras deberá reconocer ampliamente las normas o requerimientos gubernamentales vigentes para su aplicación correcta en las facturas de los proveedores e importación de producto.
- Toda adquisición de mercaderías deberán ser canalizadas a través del Departamento de Compras.
- Toda bonificación, oferta y/o descuento por parte de los proveedores, deberá estar indicado en la factura de cobro, para dejarlo registrado en el proceso de pago.

3.2.4. Órdenes de compra

Al determinar el proveedor que cumpla con todos los requerimientos establecidos se procede a realizar la orden de compra para el pedido de la materia prima.

El documento de orden de compra debe ser comparado en el momento en que se reciben las materias primas, además de ser registrada junto con los datos pertinentes como fecha, cantidad, precio, proveedor y tipo de material.

El formato propuesto es el siguiente:

Figura 18. **Formato para orden de compra**

ORDEN DE COMPRA		ORDEN NO. _____		
GRUPO FORTE, S.A.				
Proveedor: _____ Dirección: _____				
Fecha de Pedido: _____ Fecha de Pago: _____ Terminos de la entrega: _____ Condiciones de pago: _____				
Por este medio se les solicita suministrar lo siguiente				
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO SOLICITADO	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOTAL A PAGAR:				
Nota: Se ruega enviar la factura original junto con el original de este pedido				
f. _____ Gerente Producción (Solicitado)	f. _____ Gerente Financiero (Autorizado)	f. _____ Departamento Compras (Pedido)		

Fuente: elaboración propia.

3.2.5. **Control de inventarios**

Para lograr que exista orden y control en el área de materia prima, se deben establecer lineamientos y normas que permitan a cada uno de los operarios y supervisores que trabajen en esta área aprovechar al máximo los recursos con que se cuentan y lograr con ello integrarlos de la mejor manera.

3.2.5.1. Métodos, técnicas e instrumentos para la medición

Por políticas de la empresa y ejecución de proyectos actuales no se cuenta con una báscula para camiones, lo cual es lo indicado para llevar un control más exacto en los inventarios de áridos y cemento, por lo que la empresa deberá tener muy en cuenta realizar un análisis y justificación a largo plazo para la adquisición de una báscula.

Una solución inmediata y a corto plazo conjuntamente con un estricto control podrá ser eficaz en la toma de inventarios el cual se detalla en la presente propuesta.

Para llevar el control de las cantidades exactas de materias primas es primordial que las personas a cargo de estos puestos tengan los conocimientos y experiencia necesaria para gestionar los materiales que ingresan, salen y los que se encuentran actualmente en existencias.

En el momento en que las materias primas son recibidas se debe constatar que la cantidad que aparece especificada en la orden de compra sea la misma que se está recibiendo físicamente, para realizar esta operación es necesario cubicar cada camión con su góndola y así conocer el dato exacto del volumen que puede contener cada camión.

La cubicación de las góndolas de los camiones debe ser solicitada a los proveedores en la cual se indique los datos de cada camión, es decir, el número de placa y el cubicaje del mismo.

Tabla XII. **Tabla de cubicaciones de camiones de proveedores**

GÓNDOLAS PROVEEDORES CUBICADAS

PROVEEDOR DE SERVICIO: X

PLACA	PILOTO	DESCRIPCIÓN	ALTO	ANCHO	LARGO	TOTAL	ESPACIO	CAPACIDAD M ³
		Transporte	METROS	METROS	METROS	M ³	CILINDRO M ³ .	GÓNDOLA
		Góndola	1,52	2,22	7,32	24,701	0,70	24,00
		Góndola	1,63	2,21	6,68	24,009	0,50	23,51
		Góndola	1,34	2,24	8,22	24,618	0,6	24,02
		de Volteo	1,7	2,25	4,27	16,333	0,50	15,833
		de Volteo	1,66	2,22	3,98	14,667	0,5	14,167
		de Volteo	1,59	2,18	4,56	15,806	0,5	15,306
		de Volteo	1,71	2,21	4,00	15,116	0,50	14,616

Fuente: Tabla real de un proveedor que presta el servicio en la empresa.

Además la persona encargada de recibir las materias primas debe revisar en cada camión la altura a la cual se encuentra la materia prima para comparar el volumen real de la cubicación de cada camión con el que se especificó en la orden de compra.

Cada camión debe inspeccionarse, debido a que los áridos que se reciben generalmente vienen con cierto grado de humedad es necesario realizar los análisis respectivos en el laboratorio para determinar cuál es la cantidad neta que se recibe de cada material y así hacer los reclamos respectivos a los proveedores con respecto al material faltante.

Figura 19. **Recepción de góndolas por parte de proveedores**



Fuente: instalaciones de la empresa, (24 calle final zona 12).

El control que debe llevar la persona encargada del área de materias primas debe ser actualizado cada día.

Recursos necesarios para la toma de inventarios de áridos:

Instrumentos de medición para altura de camiones: aquí es necesario contar con una varilla en la cual se indique la altura correspondiente por cada centímetro para hacer la conversión y determinar si el nivel del material dentro la góndola es el indicado según el cubicaje de la misma.

Si en la góndola el material tiene forma de cono es necesario nivelar el material para que se pueda tener un dato más exacto en la medición de la cubicación.

En las tolvas en donde se descarga el material se cuenta con sensores que detectan la altura a la cual se encuentra la tolva para así determinar cuál es el volumen del mismo y saber cual es la cantidad que se encuentra disponible para su uso.

Tablas de cubicación obtenidas por proveedores: comparar mediante la tabla de cubicación de cada camión el obtenido por la medición realizada.

Computadora: servirá como herramienta para llevar los registros correspondientes (kárdex) del inventario de materias primas.

Recursos necesarios para la toma de inventarios de cemento:

Una ventaja en la recepción de silos de cemento es que estos cuenta con una báscula que indica la cantidad existente en los silos, lo cual facilita el control de las descargas al poderse comparar los datos de las notas de envió del proveedor con lo que indica la máquina.

Al final de las descargas es necesario que la persona encargada de la recepción cuente con un martillo de goma para golpear la pipa de cemento y verificar que ya no cuente con material dentro de la misma.

3.2.5.2. Documentación necesaria para el procedimiento

Toda la información del control y rotación de *stock* de materias primas debe mantenerse debidamente registrada de una manera que sea fácil de comprender, documentada de forma manual y computarizada, también revisada periódicamente mostrando todos los datos de los recibos, notas de entrada y salida para un mejor control del sistema de gestión.

En los registros es necesario anotar todos los datos diarios de entradas de materiales, salidas hacia producción y si existen es importante anotar las observaciones en una hoja de control, también se debe contar con una computadora en la cual se almacene toda la información para un mejor manejo de la misma y para comparar en determinado momento algún dato de una manera más fácil.

Los documentos a utilizar son los siguientes:

- Envío de parte del proveedor:

Este documento es independiente de cada proveedor y puede variar, pero los datos básicamente son los mismos, en donde se indican los detalles del envío (nombre proveedor, placa camión, cantidad, material, sello).

- Orden de compra por parte de la empresa:

Es necesaria para comparar ante el envío que emite el proveedor y verificar que se esté recibiendo lo que se solicitó.

- Nota de ingreso por parte de la empresa:

Este documento sirve como comprobante al proveedor en donde se indica que se recibió el producto y si es necesario se anota alguna observación con relación a la recepción, además que tiene como función darle ingreso al inventario de materias primas.

- Hojas de control de ingresos y salidas:

Es un registro para llevar el control de los movimientos de las materias primas y especificar cuál ha sido su utilización en determinado momento.

- Hojas de control de inventarios:

Reporte que se debe hacer diariamente para conocer la disponibilidad de materias primas con que se pueden contar.

3.2.5.3. Recepción y salidas

Con un kárdex de control de inventarios se podrá llevar un registro de manera organizada de los materiales que se encuentran en el área de recepción.

Por medio del kárdex se llevará el detalle de las entradas y salidas del material para saber en todo momento cuál es el saldo de determinado material.

El kárdex de inventario de materiales consta de lo siguiente:

- Fecha de entradas y/o salidas.
- Número de envío u orden de compra.
- Entradas: registro de la cantidad y costo total de los artículos recibidos.
- Salidas: registro de la cantidad y costo total de los materiales entregados a producción.
- Costo por unidad: registro del valor de costo por dimensión.
- Saldos: registro de la cantidad y costo total de los materiales en existencia en el área de recepción.

Como existen varios métodos para llevar un kárdex, para la gestión de inventarios de materias primas se propone el método PEPS (primero en entrar, primero en salir) en donde se anotan las cantidades y costos totales, según las facturas y órdenes de compra para los ingresos y para las salidas se pueden obtener de una manera más fácil y bastante aproximada por medio del reporte que genera el software utilizado para la producción, en el cual se detalla el consumo de materiales en cada jornada de trabajo.

La hoja de control del kárdex mediante el método PEPS se detalla a continuación:

Figura 20. **Formato para control de kárdex (método PEPS)**

KÁRDEX DE MATERIAS PRIMAS (MÉTODO PEPS)

MATERIAL: _____
 UNIDAD: _____
 CÓDIGO: _____

FECHA	NO. ENVÍO	INGRESOS			SALIDAS			STOCK	PROVEEDOR
		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL		
TOTALES:		Σ (INGRESOS)		Σ (TOTAL INGRESOS)	Σ (SALIDAS)		Σ (TOTAL SALIDAS)		

RESUMEN	STOCK	SALDO
INICIAL	SALDO INICIAL	VALOR INICIAL
ENTRADAS	Σ (INGRESOS)	Σ (TOTAL INGRESOS)
SALIDAS	Σ (SALIDAS)	Σ (TOTAL SALIDAS)
TOTAL:	SALDO INICIAL + Σ (INGRESOS) - Σ (SALIDAS)	SALDO INICIAL + Σ (TOTAL INGRESOS) - Σ (TOTAL SALIDAS)

Fuente: elaboración propia.

3.3. Seguridad industrial en las instalaciones del área de recepción

En esta sección se desarrolla un diagnóstico y evaluación de la situación actual de las áreas específicas en lo que corresponde a la seguridad e higiene industrial, analizando las instalaciones físicas, los equipos de seguridad personal, los métodos y procedimientos de cada uno de los procesos o actividades, etcétera.

3.3.1. Análisis de riesgos

El área de recepción se divide en dos lugares, el de áridos y el de cemento que son las materias primas utilizadas para el proceso de producción, en estos lugares es necesario desarrollar un análisis de los riesgos a los cuales se encuentra expuesto el trabajador.

Figura 21. Riesgos en silos de cemento



Fuente: instalaciones de la empresa, (24 calle final zona 12).

Figura 22. **Riesgos en tolvas**



Fuente: instalaciones de la empresa, (24 calle final zona 12).

El análisis correspondiente en estas áreas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla XIII. **Tabla de análisis de riesgos del área de recepción**

ANÁLISIS DE RIESGOS			
ÁREA OPERATIVA	ACTIVIDAD CRÍTICA	IDENTIFICACIÓN DE RIESGO	PARTE DEL CUERPO COMPROMETIDA
SILOS DE CEMENTO	Manipulación de mangueras	Cortes por alambres sueltos y manguera en mal estado	Manos
	Ambiente contaminado	Inhalación de polvo	Vías respiratorias
ÁREA RECEPCIÓN	Alturas en silos y tolvas	Caídas de personas dentro del silo	Integridad física
	Ruidos	Pérdida del sentido auditivo por exceso de más de 80 dB	Sentido Auditivo
	Ambiente contaminado	Inhalación de polvo	Vías respiratorias
	Circulación de vehículos	Atropello por la circulación de máquinas y camiones	Integridad física
TRANSPORTADORES	Funcionamiento de bandas transportadoras	Atrapamiento y golpes en elementos mecánicos	Integridad física (manos, brazos, piernas, cabeza)
		Caída de objetos sobre operarios desde cinta transportadora	
		Saltos de piedras o polvo	Golpes en cuerpo y ojos
ÁREA DE DESCARGA EN TOLVA DE ÁRIDOS	Peligro en aludes	Caídas de personas	Integridad física

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Equipo de protección personal

Es indispensable que el personal que labora en estas áreas cuente con un equipo para su protección personal para desempeñar sus actividades en las instalaciones de una manera segura.

Los implementos adecuados para las instalaciones según el análisis de riesgos deben ser la utilización de:

- Guantes: deben ser resistentes a la perforación, al rasgado, al corte por cuchilla y resistentes a la abrasión.

Figura 23. **Guantes para riesgos mecánicos**



Fuente: Climax. Catálogo de productos. p.7.

- Gafas protectoras: gafas panorámicas de policarbonato destinadas a la protección frente a los riesgos de impactos de partículas de alta velocidad y baja energía.

Figura 24. **Gafas protectoras**



Fuente: Climax. Catálogo de productos. p.8.

- Cascos: fabricado de ABS con estabilización ultravioleta de alta calidad, este material permite obtener unos excelentes resultados en la absorción y distribución de fuerzas producidas por los impactos de objetos en caída.

Figura 25. **Casco**



Fuente: Climax. Catálogo de productos. p.12.

- Tapones para oídos: reducen el ruido obstaculizando su trayectoria desde la fuente hasta el canal auditivo. Estos pueden ser orejeras o tapones.

Figura 26. **Tapones para oídos**



Fuente: Climax. Catálogo de productos. p.14.

- Mascarillas: deben ofrecer protección frente a polvos peligrosos y partículas finas de polvo. La mascarilla debe tener una válvula de exhalación, banda de sujeción, clip nasal y foam (espuma).

Figura 27. **Mascarilla con válvula de exhalación**



Fuente: Climax. Catálogo de productos. p.15.

- Botas con punta de acero: diseñada para prevenir y proteger los pies de las lesiones ocasionadas con objetos en desplome, el impacto y la compresión. Resistencia al impacto 200 Joules.

Figura 28. **Botas con punta de acero**



Fuente: Climax. Catálogo de productos. p.17.

- Chalecos reflectores: para uso de operarios en pista, encargados de bodega, con el objetivo de identificar y distinguir a cada uno de los trabajadores en la planta.

Figura 29. **Chaleco reflectivo**



Fuente: Climax. Catálogo de productos. p.19.

- Uniforme: el uso de uniforme en las áreas administrativas y operativas, hace que el ambiente sea más profesional y mejora la confianza del empleado, fomenta el sentido de lealtad y compromiso con la empresa. De igual manera aumenta la conciencia de los clientes hacia la empresa, lo que puede reducir costos en publicidad y promoción.

Estos elementos existen dentro de la empresa, aunque en algunos casos no se les proporciona a todo el personal o se encuentra deteriorado y en el área de recepción específicamente no se utilizan y son indispensables para contrarrestar los riesgos que existen y que fueron expuestos anteriormente mediante el análisis de riesgos.

3.3.3. Medidas de prevención

Las medidas de prevención tienen como finalidad definir cuáles serán los procedimientos y acciones que garanticen la seguridad de los colaboradores ante la ocurrencia de algún incidente.

Es importante orientar y preparar a los colaboradores sobre las medidas a adoptar.

Para descender dentro de los silos será necesario utilizar un arnés, procurando que la longitud sea la adecuada para el nivel al que se desea llegar, esta operación se realizará con la maquinaria desconectada a la red eléctrica y se deberá contar con la presencia de otra persona fuera del silo.

El área de acceso a las tolvas estará delimitada por una baranda de 90 centímetros de altura, con pasamanos y barras intermedias. Además, la superficie de la plataforma debe ser antideslizante.

En la boca de las tolvas deberá (excepto en el lugar especificado para el vertido de materias primas), colocarse una plataforma con una baranda, con pasamanos, la cual debe estar totalmente asegurada y sólida.

En las bandas transportadoras todas las transmisiones de las poleas deberán estar protegidas con guardas de seguridad para evitar atrapamientos.

El acceso y circulación para camiones y cargador frontal deberá estar delimitado y correctamente señalizado.

Debido a que en el área de recepción también se trabaja en jornada nocturna es indispensable instalar iluminación no inferior a los 100 lux.

Para una mayor seguridad debe haber un estricto control en los accesos del personal autorizado dentro del área y también para personas ajenas a la misma.

3.3.4. Señalización

Es necesario indicar cuales son los lugares en donde existe la probabilidad de riesgos para el personal y esto se puede realizar por medio de una señalización adecuada y visible en las áreas específicas, esto debido a que actualmente no se cuenta con ningún tipo de señalización en el área de recepción.

Es conveniente señalar el área debido a que existe la concurrencia de varios tipos de vehículos como el cargador frontal y los camiones de los proveedores de materia prima, esto es importante para hacer más seguro y eficiente el área en donde transitan los vehículos.

Figura 30. **Imagen cargador frontal**



Fuente: Área de Recepción de Materias Primas. (24 calle final zona 12).

Por otro lado, también es importante señalar los riesgos que existen dentro del área ya que se manejan herramientas y elementos que deben ser utilizados con suma precaución y solamente por el personal capacitado, entre ellos se pueden mencionar, la utilización de *blowers*, mangueras, mecanismos en transportadores, controles eléctricos, entre otros.

Para la implementación de la señalización es importante tomar en cuenta que el ángulo visual será determinado por la altura y posición de las señales para que exista una adecuada visibilidad, también las mismas deberán estar accesibles e iluminadas.

La señalización se debe realizar según las normas internacionales especificadas para rótulos, colores, formas y pictogramas.

Tabla XIV. **Colores de seguridad**

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
Rojo	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia.
Rojo	Material y equipos de lucha contra incendios.	Identificación y localización
Amarillo	Señal de advertencia	Atención, precaución, verificación.
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas de salida y emergencia, pasajes o rutas de evacuación.

Fuente: elaboración propia.

- **Rótulos de advertencia**

Estos rótulos son los que indican que existe peligro en determinado lugar del área y así tomar las medidas de precaución necesarias. Son de forma triangular con el pictograma color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

- **Rótulos de salvamiento**

Indicarán cuáles serán las vías a utilizar en caso de alguna emergencia y llegar a la zona de seguridad y también para ubicar botiquines de primeros auxilios, son de forma rectangular con el pictograma blanco sobre fondo verde.

- Rótulos de obligación

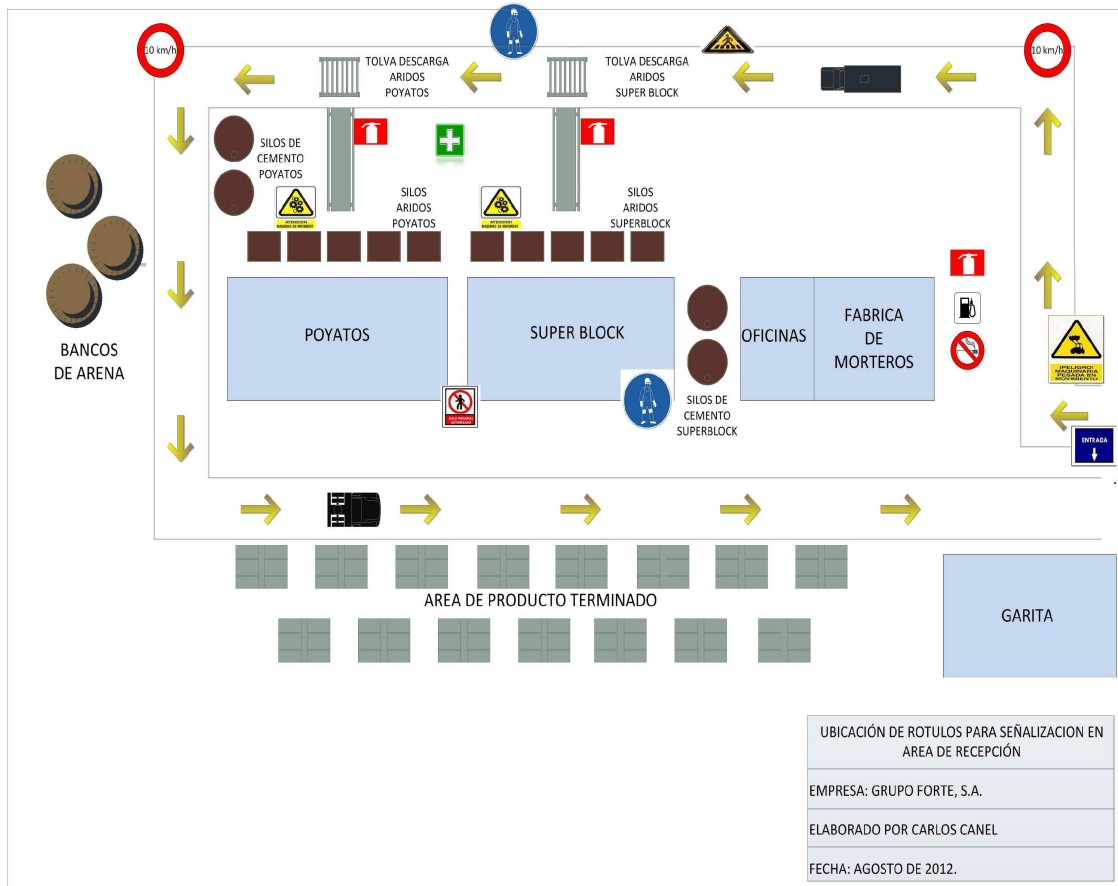
Estos rótulos servirán para indicar al personal que realice cierta acción o que utilice su equipo de protección personal. Son de forma circular con pictograma azul y fondo azul.

- Rótulos de prohibición

Indican cuáles son las acciones que no están permitidas dentro del área porque estos pueden ser comportamientos peligrosos. Son de forma circular, el pictograma será de color negro sobre fondo blanco con bordes rojos.

La ubicación de los rótulos dentro del área se muestra en la siguiente página:

Figura 31. **Ubicación de rótulos dentro del área de recepción**





Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio 2010.

El número total de señales se detalla en la siguiente tabla:

Tabla XV. **Detalles de señales a utilizar dentro del área**

SEÑALES A UTILIZAR		
SÍMBOLO	TOTAL	DESCRIPCIÓN
	1	Uso obligatorio de protección personal
	2	Uso obligatorio de protección personal
	1	Entrada
	1	Precaución maquinaria pesada en movimiento
	1	Equipo mecánico en funcionamiento
	1	Paso de peatones

Continuación de la tabla XV.

	1	Sólo personal autorizado
	1	Prohibido fumar
	3	Extintor
	2	Velocidad permitida 10km/h

Fuente: elaboración propia.

3.4. Mantenimiento preventivo

Es importante desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en el área de recepción de materias primas con el objetivo de hacer más eficiente todos los elementos utilizados para el transporte de las mismas, tomando las medidas necesarias para su ejecución apoyándose de una adecuada programación.

3.4.1. Programación del mantenimiento

En esta sección se hace mención de los recursos a considerar para la programación de un mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, así como, el personal requerido para operar o realizar cambios de repuestos y lubricantes, además de un detalle de los mismos para mantener un *stock* en bodega.

3.4.1.1. Personal requerido

El personal necesario para desarrollar el mantenimiento preventivo en las áreas de recepción debe ser el personal del Departamento de Mantenimiento, en el caso específico de la propuesta, deberá haber un supervisor, mecánico y electricista encargado de cada jornada, el cual debe tener conocimiento de los mecanismos por los que están compuestos los transportadores.

Las funciones para cada uno de los integrantes del mantenimiento es la siguiente:

Supervisor: encargado de programar, coordinar y dar seguimiento al mantenimiento.

Mecánicos y electricistas de turno: realizar el mantenimiento periódico con base en la programación indicada por el supervisor.

Debido a que en la empresa se maneja una jornada diurna y una nocturna, es indispensable que exista retroalimentación de los trabajos realizados entre cada mecánico y electricista encargados de cada jornada mediante una bitácora en la cual se anoten todas las actividades relacionadas con el mantenimiento aplicado.

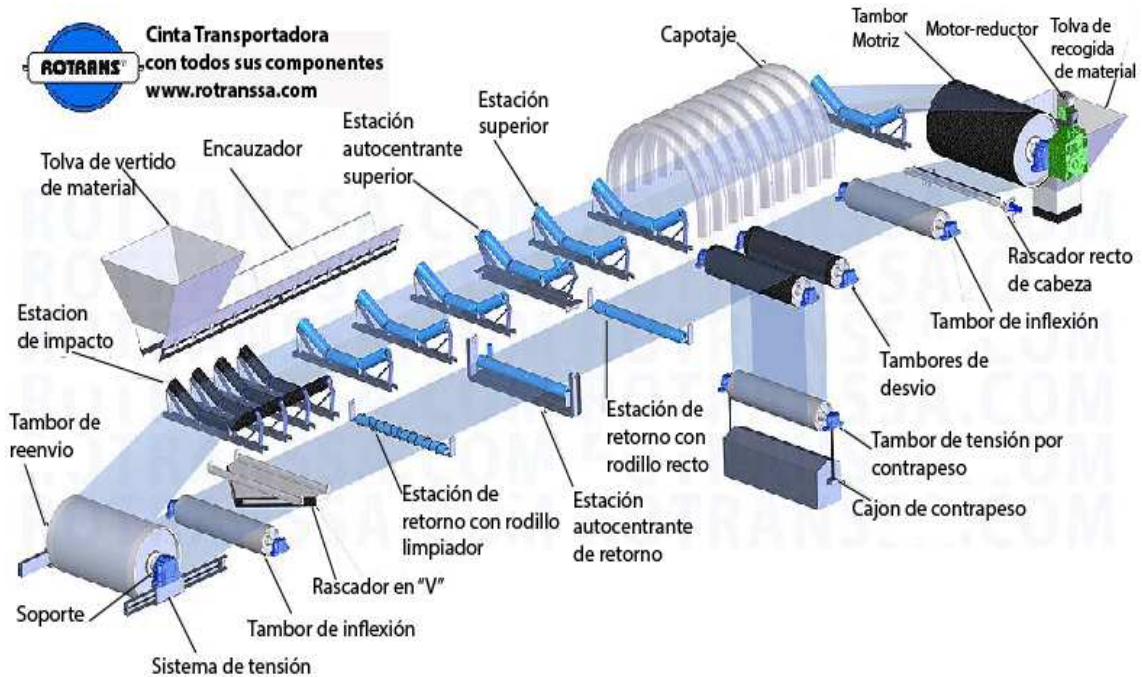
3.4.1.2. Repuestos, herramientas y suministros necesarios

Es necesario contar con un inventario determinado para aplicar el mantenimiento adecuado a los transportadores y sus accesorios, con esto se pueden disminuir significativamente los tiempos muertos y al mismo tiempo prolongar la vida útil de los transportadores y sus elementos.

Para este efecto es indispensable identificar cada uno de los transportadores, ya que son varios los utilizados para el proceso de abastecimiento de materia prima y para llevar a cabo esta actividad se deben colocar etiquetas en cada transportador para diferenciarlos y hacer más fácil su ubicación y monitoreo para el personal de mantenimiento.

Posteriormente de la identificación de cada transportador, se procede a realizar una lista de todos los componentes de los transportadores para así tener en inventario los repuestos que presenten mayores desgastes y puntos críticos en su utilización para evitar paros de producción debido a problemas de mantenimiento.

Figura 32. Partes de una banda transportadora



Fuente: <http://rotranssa.com/cintas-transportadoras>. [Consulta: marzo de 2013].

Los repuestos que se deben tomar en cuenta para la lista de repuestos para tener en existencia ante cualquier percance son los siguientes:

- Marca y modelo de motores.
- Marca y modelo de cajas reductoras.
- Marca y modelo de rodos *puller* y de tracción.
- Medidas de las bandas transportadoras.
- Medidas y tipo de fajas para motor y caja reductora.
- Tipos de rodillos para el soporte de la banda.
- Cojinetes utilizados en motores y cajas reductoras.
- Tipos de chumaceras.
- Medidas de tornillos.

Entre las herramientas utilizadas para realizar el mantenimiento preventivo existen varias que son de tipo estándar, estas incluyen:

- Llaves hexagonales métricas y en pulgadas
- Llaves de cola métricas y en pulgadas
- Pistola para lubricar
- Extractores para cojinetes
- Martillos
- Polipasto
- Sacabocados y grapas para unir bandas

La lubricación también es indispensable para este tipo de mantenimiento en los cojinetes y también en los niveles de aceite en las cajas reductoras, es necesario conocer el tipo de grasa y aceite adecuados para estos componentes.

3.4.2. Supervisión periódica del equipo

La supervisión debe realizarse periódicamente según el programa de mantenimiento preventivo, esto se debe realizar llevando un control por medio de una bitácora en donde se documenten los servicios realizados en cada transportador.

Antes de realizar el mantenimiento y revisiones se debe cortar la energía eléctrica y verificar que la máquina se encuentre apagada y así brindar seguridad a los colaboradores a cargo de la actividad a realizar, debido a que las partes móviles del transportador pueden causar algún inconveniente.

Para garantizar la funcionalidad de las cintas transportadoras de placas articuladas deberían observarse los puntos.

- Temperatura: no debería rebasarse una temperatura de servicio de 300 grados Celsius como máximo. Esto se debe observar diariamente.
- Puesta en marcha de la cinta transportadora: la tolerancia de angularidad de la guía relativa a la cadena de accionamiento no debería ser superior a ± 3 grados Celsius. Los ejes motrices y los ejes de cambio de dirección deberán estar alineados en ángulo recto relativo a la instalación. Se debe hacerse quincenalmente.
- Cadenas de guía: comprobar el funcionamiento, limpieza y lubricación mensualmente.

3.4.3. Limpieza del área y mecanismos

La limpieza frecuente evitará que existan desgastes críticos en los transportadores, se debe realizar una limpieza profunda al final de cada semana, ya que por el uso frecuente de los mismos tiende a acumularse una cantidad significativa de materiales que no fueron aprovechados y además son los que provocan la mayor parte de los daños en ejes, cojinetes, banda y rodillos, debido a que por ser materiales áridos las piedras y partes pequeñas que pueden tener algún tipo de filo pueden incrustarse fácilmente.

Al final de cada jornada es importante que se realice una revisión en el área para determinar si es necesario realizar una limpieza inmediata para dejar los mecanismos libres para su funcionamiento.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Plan de acción

Es importante seguir una serie de acciones que estén orientadas a cómo implementar el plan propuesto para la gestión de inventarios, con la obtención de los datos anteriormente calculados se tiene la base fundamental sobre los indicadores adecuados que se deben tener en los inventarios de materias primas, así como, sus procedimientos dentro del área de recepción y para su complemento es necesario abordar en otros aspectos que se detallan en este capítulo.

4.1.1. Implementación de modelo de pronósticos en el software

Como complemento para tener una eficiencia en la obtención de resultados, es importante poner en marcha el módulo de pronósticos y MRP en la plataforma SAP utilizada por la empresa, es necesario que el Departamento de Sistemas tenga en cuenta cuáles son los requerimientos por parte del Departamento de Producción y se le especifique cuáles deben ser las funciones esperadas por el sistema para que se adecue a las políticas de la empresa.

Es importante aclarar que para la implementación del proyecto de pronósticos y MRP, no es un proyecto del Departamento de Sistemas y de Operaciones, sino de un proyecto que beneficiará a la empresa en un mejor y más eficiente control y es indispensable que la dirección general de la empresa dé el visto bueno del proyecto y se integre al mismo.

Para llevar a cabo el proyecto se debe dar a conocer la idea a la gerencia general y para tal efecto es importante seguir un conjunto de pasos que pueden ser de utilidad para presentar la propuesta de implementar una mejora en la administración de inventarios.

- En conjunto con el personal de sistemas de la empresa y el personal de gestión de materias primas, dar a conocer el panorama planteado del proceso y describir los casos que actualmente se presentan y llevar a cabo una junta de lluvia de ideas.
- Identificar áreas de oportunidad para el desarrollo del sistema tanto de pronósticos como MRP y su relevancia en el manejo de inventarios.
- Posteriormente realizar una sesión de lluvia de ideas con los encargados del Departamento de Informática para identificar las ideas a desarrollar e implementar las estrategias para la aplicación del nuevo sistema y hacer una evaluación en conjunto con el Departamento de Operaciones, considerando todo lo expuesto en las sesiones.
- Al contar con una estrategia para la implementación dar a conocer y explicar a todos los colaboradores el concepto de los sistemas de información que se desean implementar para analizar algunas ideas que se puedan aportar y sean consideradas como positivas para el proyecto.
- Obtener la autorización por parte de Gerencia General para poner en marcha el proyecto de implementación involucrando a todos los colaboradores que estarán dentro del proceso.

Figura 33. Programa de implementación de proyecto

GRUPO FORTE								
Implementación de modelo de pronósticos en el software								
Elaborado por: Carlos Canel								
DETALLE			2012					
No. 1	Actividad a desarrollar	Responsable	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
1	Reunión para determinar la situación actual	Personal de sistemas y personal de gestión de materias primas						
2	Identificar áreas de desarrollo							
3	Implementación de estrategias							
4	Pruebas del plan piloto							
5	Autorización de gerencia para implementar el							

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Implementación de la planificación de mantenimiento preventivo

Los mantenimientos preventivos deben ser planificados con base y en coordinación con los aspectos de producción para que puedan ser ejecutados eficientemente.

El encargado del área de recepción debe estar informado acerca de la programación del mantenimiento preventivo establecido por el Departamento de Mantenimiento considerando que los paros necesarios tengan la menor influencia en las actividades del área y así contar con el tiempo disponible y el día que se requiere para realizar el mismo.

De preferencia los mantenimientos deberían realizarse los días sábados por la tarde, teniendo en cuenta que se debe planificar con anticipación cuáles serán los recursos necesarios para realizar el mismo, esto realizando previas visitas y chequeos, estos deben ser rápidos y sólo si es necesario se debe detener la maquinaria.

La programación del mantenimiento preventivo se detalla a continuación:

Tabla XVI. **Programación del mantenimiento preventivo**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
TRANSPORTADORES, SILOS Y CARGADOR
FRONTAL

DESCRIPCIÓN	SEMANAL	QUINCENAL	MENSUAL	DEFINIDO
DOSIFICACIÓN				
Inspeccionar las correas de los reductores.		X		
Inspección general de rodillos.	X			
Alineación de bandas de alimentación.		X		
Inspección de chumaceras de rodos bandas de alimentación.			X	
Inspección de nivel de aceite en cajas reductoras.			X	
Inspección y lubricación de elementos mecánicos (lubricación si es necesario).	X			
Limpieza de equipos eléctricos.	X			
Mientras la máquina es en funcionamiento inspeccionar visualmente ganchos, cadenas y problemas que no se ven al estar la máquina parada. Escuchar ruidos extraños en el funcionamiento de la maquinaria.				Diariamente
SILOS				
Revisión de mangueras y filtros de silos.			X	
CARGADOR FRONTAL				
Inspección general de cargador frontal.	X			

ESTA GUÍA NO DEBE INTERRUMPIR LOS TRABAJOS EN EJECUCIÓN Y/O EMERGENCIAS QUE SURJAN, NI EN LOS TRABAJOS ASIGNADOS POR EL SUPERIOR. SI EN ALGÚN CASO EL DÍA QUE SE DEBE HACER LA REVISIÓN SE PRESENTA ALGÚN OTRO PROBLEMA QUE REQUIERA TODAS LAS PERSONAS DE MANTENIMIENTO SE POSPONDRÁ PARA EL DÍA SIGUIENTE. LOS TIEMPOS DE LIMPIEZA SE DEBEN APROVECHAR PARA LLEVAR A CABO ESTAS REVISIONES.

Fuente: elaboración propia.

El formato para llevar el control del mantenimiento preventivo es el siguiente:

Figura 34. **Formato para control de mantenimiento preventivo**

GRUPO FORTE , S.A.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIALES

Fecha	Técnico	Máquina	Trabajo Efectuado/Reparación	Observaciones

F. JEFE MANTENIMIENTO

F. JEFE PRODUCCIÓN

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Implementación el sistema de seguridad e higiene industrial

Para la implementación del sistema de seguridad e higiene industrial dentro de las áreas de recepción de materias primas se tendrán en cuenta todas las actividades que se desarrollan dentro de las mismas, relacionadas con la seguridad ocupacional, para tal fin debe existir un involucramiento de parte de todos los colaboradores para que se pueda enfocar y retroalimentar toda la información pertinente y de esta manera se puedan llegar a implementar adecuadamente los proyectos de seguridad dentro del área.

En lo que a equipo de protección personal se refiere es fundamental que se realicen pláticas, presentaciones y capacitaciones para hacer conciencia en los trabajadores acerca de la importancia de la utilización del equipo de protección personal para la prevención de accidentes en la ejecución de actividades y así evitar que exista una resistencia ante la obligación de su uso, además debido a que la empresa no cuenta con el equipo de protección suficiente y no en todas las áreas, se deberá regular el mismo para las personas del área de recepción.

Para que la señalización y medidas de contingencia sean eficientes es necesario que también se informe a todo el personal del área sobre el significado de las señales para que estos sean capaces de interpretarlas y puedan adoptar las medidas y comportamientos generales correspondientes.

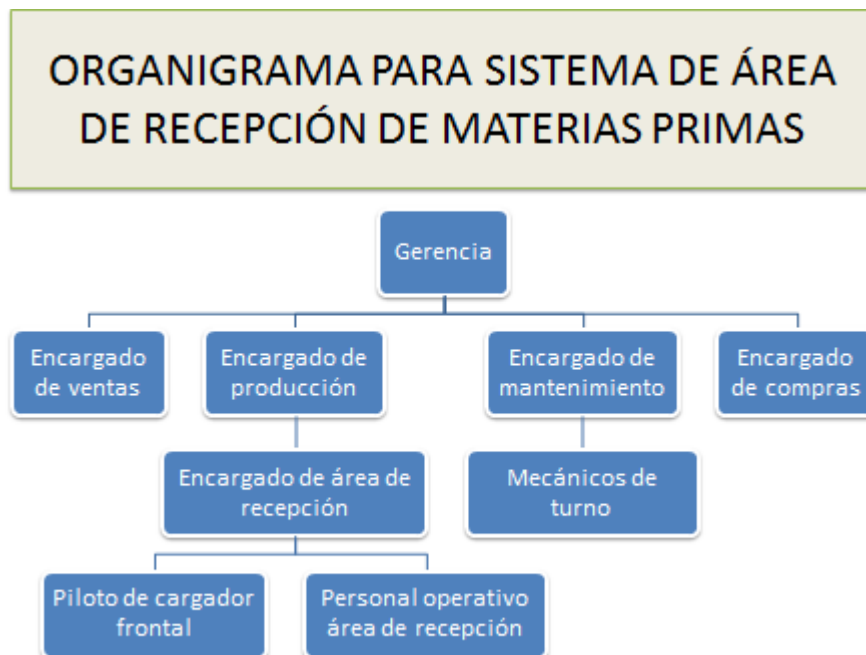
Se debe realizar un normativo de seguridad e higiene industrial para el Departamento de Recepción en el cual se especifiquen cuáles serán las normas a seguir y deberá ser publicado para que todo el personal esté enterado del proyecto, esto deberá ser realizado por el encargado del área.

4.1.4. Asignación y adiestramiento de personal

Para llevar una gestión idónea es necesario diseñar un sistema administrativo y operativo en el cual se identifiquen y definan las actividades que realizará cada integrante del sistema, estos sistemas se basan en logística del pedido, análisis, recepción y control de materias primas.

El sistema administrativo estará relacionado con las herramientas administrativas de planificación, organización, dirección y control, en cambio el Sistema Operativo estará relacionado con la ejecución de las actividades del proceso del sistema.

Figura 35. Organigrama para el sistema de recepción de materiales



Fuente: elaboración propia.

Sistema administrativo

Para implementar el sistema administrativo es necesario contar con varios departamentos de la empresa, realizando actividades específicas, las cuales son:

- Departamento de Ventas

En este departamento se deberá contar con una persona encargada de llevar el control y resumen de las ventas mensuales detalladas en unidades de los productos con una rotación de inventarios más alta.

- Departamento de Producción

En este departamento se deberá contar con una persona que se encargue de realizar los cálculos y análisis correspondientes de los pronósticos de ventas con el objetivo de verificar los niveles de *stock* de inventarios actualizados para así realizar la solicitud de todas las compras de materias primas.

- Departamento de Compras

En este departamento deberá haber una persona encargada de realizar las cotizaciones y órdenes de compras para la obtención de materias primas.

- Departamento de Mantenimiento

Este departamento deberá trabajar conforme a su planificación y programación siempre tomando en cuenta la información del área de recepción de materiales para organizar los trabajos de mantenimiento preventivo de manera que no afecten el proceso de abastecimiento de materiales hacia producción.

Sistema Operativo

El Sistema Operativo debe estar compuesto del siguiente personal:

- Un encargado del área de materias primas

Funciones

- Supervisar el buen estado de los áridos al momento de su llegada para la planta.
- Verificar que cumpla con las normas de calidad que mantiene la empresa.
- Revisar facturas de envió y verificar que coincida con lo recibido.
- Realizar notas de entradas de materia prima para efectos de inventario.
- Una vez terminada la revisión archivar toda la documentación correspondiente.

- En caso de existir algún problema de especificación en la documentación dar aviso a la persona correspondiente para verificar el porqué de dicha situación.
- Llevar el kárdex de cada material y reportar diariamente el *stock* existente a producción.
- Un piloto

Funciones

- Encargado de manipular el cargador frontal y abastecer los silos y tolvas para la producción.
- Indicar a los pilotos de las góndolas la ubicación y el área de descarga de los materiales.
- Mantener en buen estado el cargador frontal e informar cualquier desperfecto del mismo.
- Personal operativo para el área

Funciones

- Mantener el orden y limpieza en el área.
- Apoyar en cualquier situación tanto a los supervisores y demás personal que este laborando en el área.
- Informar al supervisor cualquier inconveniente o desperfecto que observen en el área.

4.2. Desarrollo de procedimientos

Es importante la implementación de procedimientos adecuados para optimizar de una mejor manera todas las acciones relacionadas con el manejo de inventarios, que inicia desde la compra de materias primas hasta la recepción de las mismas.

4.2.1. Procedimiento de compras

Para la obtención de materias primas el procedimiento de compras se especifica a continuación, este procedimiento es el mismo para áridos y cemento, deberá realizarse individualmente para cada máquina es decir Masa o Poyatos:

- Revisión de los niveles de inventario actualizados.
- Se debe comparar el nivel de inventario actualizado con el nivel de reorden del material en análisis.
- Si se determina que el nivel de inventario es mayor que el nivel de reorden no se procede a realizar la orden de compra.
- Si se determina que el nivel de reorden es mayor que el nivel de inventario se procede a generar la orden de compra con el valor obtenido de la cantidad de pedido óptimo.
- Después de elaborar la orden de compra se debe enviar una copia al proveedor y otra al encargado del área de recepción para que pueda ser comparada en el momento de recepción de materias primas.

- Documentar y llevar un correlativo de las órdenes de compra.

4.2.2. Procedimiento para la toma de inventarios

Para la toma de inventario es necesario establecer la periodicidad en la cual se realizará dicha actividad, esta deberá llevarse a cabo mensualmente realizando los reportes correspondientes y también deberá realizarse para fines contables. Este procedimiento deberá realizarse individualmente para la máquina a evaluar Masa o Poyatos.

Además el procedimiento debe explicarse por separado para los áridos y para el cemento.

Procedimiento de toma física de inventario para los áridos:

- Determinar la máquina en donde se desea realizar el inventario (Masa o Poyatos).
- Establecer las áreas de medición (banco de arena o tolvas).
- Realizar mediciones.
- Sumar datos de tolvas y bancos de arena.
- Realizar conversiones a una misma unidad de medida (volumen).
- Documentar datos de inventario físico.

Procedimiento de toma física de inventario para el cemento:

- Establecer la maquinaria en la cual se realizará el inventario (Masa o Poyatos).
- Revisar datos de medición del sensor en silos de cemento.
- Anotar mediciones.

- Realizar informe de inventario.
- Documentar los resultados.

4.2.3. Procedimientos de recepción

La recepción de materias primas es importante porque es aquí en donde se debe tener la atención adecuada para recibir el material en óptimas condiciones y con las cantidades establecidas, deberá realizarse individualmente para cada máquina, es decir, Masa o Poyatos.

El procedimiento para la recepción de áridos se debe realizar de la siguiente manera:

- En el momento de recibir la factura por parte del proveedor se debe comparar con la orden de compra.
- Colocar el camión en el área de descarga indicada por el encargado de área.
- Realizar un chequeo visual del nivel adecuado en la góndola y comparar el dato de cubicación de la misma con el de la cantidad pedida y que correspondan con los anotados en la factura.
- Si la altura es menor a la establecida por la tabla de cubicación o si el material en el caso de los áridos tiene demasiada agua, no se recibirá el mismo y se debe notificar al proveedor.
- Si la medida es igual o mayor al número indicado, se descargará el material.

- Cargar el producto al inventario, emitir una nota de entrada al proveedor.
- Archivar todas las mediciones hechas en los camiones para llevar un control adecuado.

Procedimiento de recepción para el cemento:

- Recibir la factura y revisar con la orden de compra.
- Colocar la pipa de cemento en el lugar de descarga indicado por el encargado del área.
- Colocar la manguera en donde será transportado el cemento de la pipa hacia el silo.
- Descargar del producto.
- Golpear con un martillo de goma la pipa de cemento para verificar que ya no contenga material.
- Revisar en el reporte del sistema de producción la cantidad detectada por la báscula de los silos.
- Cargar el producto al inventario, emitir una nota de entrada al proveedor.
- Archivar.

4.2.4. Diagramas de operaciones de procedimientos

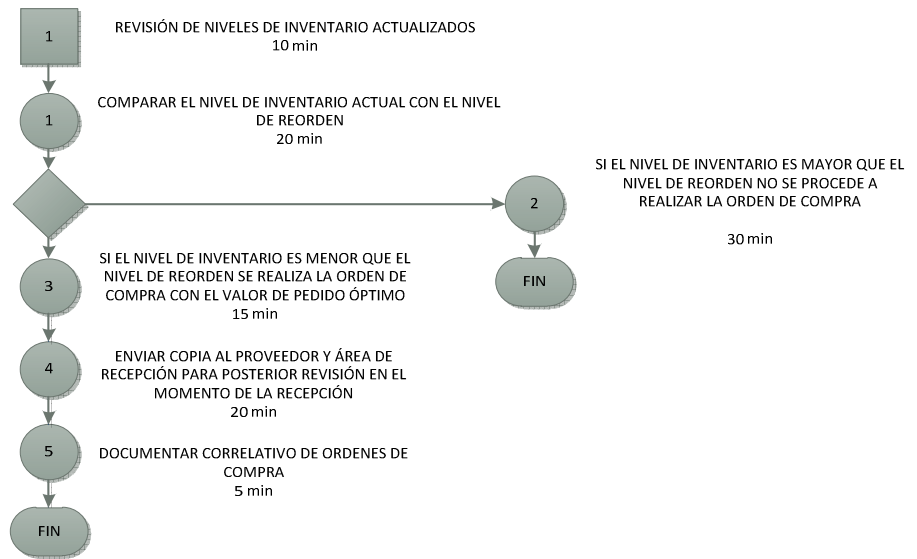
En las siguientes figuras se muestran los diagramas que definen cuales son los procedimientos relacionados con la gestión de inventarios que van desde la cotización y compra de materias primas hasta la recepción de las mismas, así mismo, se incluyen los procedimientos para la toma de inventarios de materias primas.

La integración de estos procedimientos son esenciales para que exista un control en el sistema de gestión de materias primas y para que los niveles de inventario se encuentren actualizados.

Figura 36. Diagrama de compras de materias primas

EMPRESA: GRUPO FORTE, S.A.
PROCESO: COMPRA DE MATERIAS PRIMAS
MÉTODO: ACTUAL

FECHA: ABRIL 2012
ELABORADO POR: CARLOS CANEL



RESUMEN			
SÍMBOLO	EVENTO	TOTAL	TIEMPO MINUTOS
	Operación	5	90
	Inspección	1	10
	Decisión	1	5
	TOTAL		105

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

Figura 37. Diagrama toma de inventarios de áridos



EMPRESA: GRUPO FORTE, S.A.

FECHA: ABRIL 2012

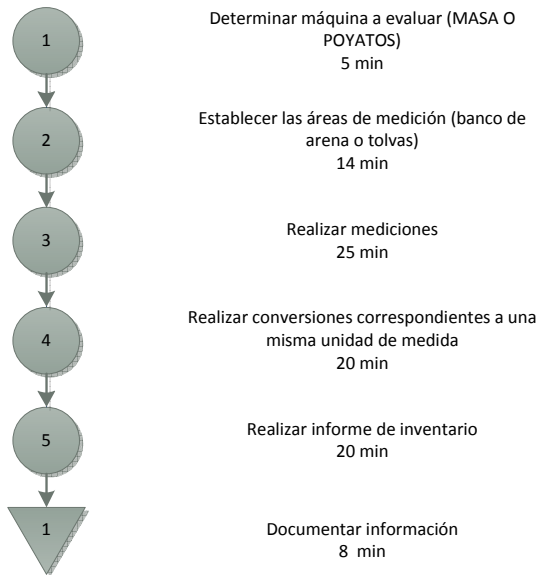
PROCESO: TOMA DE INVENTARIOS DE ARIDOS



ELABORADO POR: CARLOS CANEL

MÉTODO: PROPUESTO

INICIA: ÁREA DE PRODUCCIÓN

FINALIZA: ÁREA DE PRODUCCIÓN



RESUMEN			
SÍMBOLO	EVENTO	TOTAL	TOTAL MNUTOS
	Operación	5	84
	Almacenaje	1	8
			TOTAL 92 minutos

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

Figura 38. Diagrama toma de inventarios de cemento



EMPRESA: GRUPO FORTE, S.A.

FECHA: ABRIL 2012

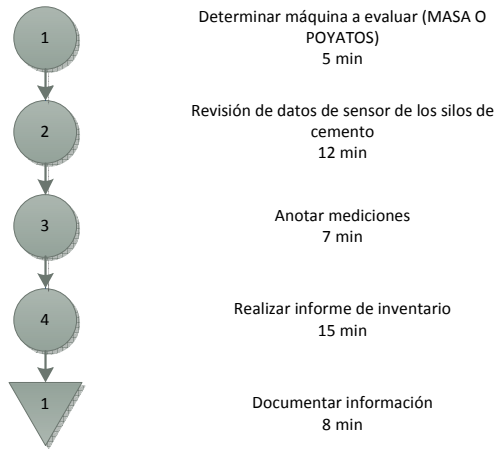
PROCESO: TOMA DE INVENTARIOS DE CEMENTO

ELABORADO POR: CARLOS CANEL

MÉTODO: PROPUESTO

INICIA: ÁREA DE PRODUCCIÓN

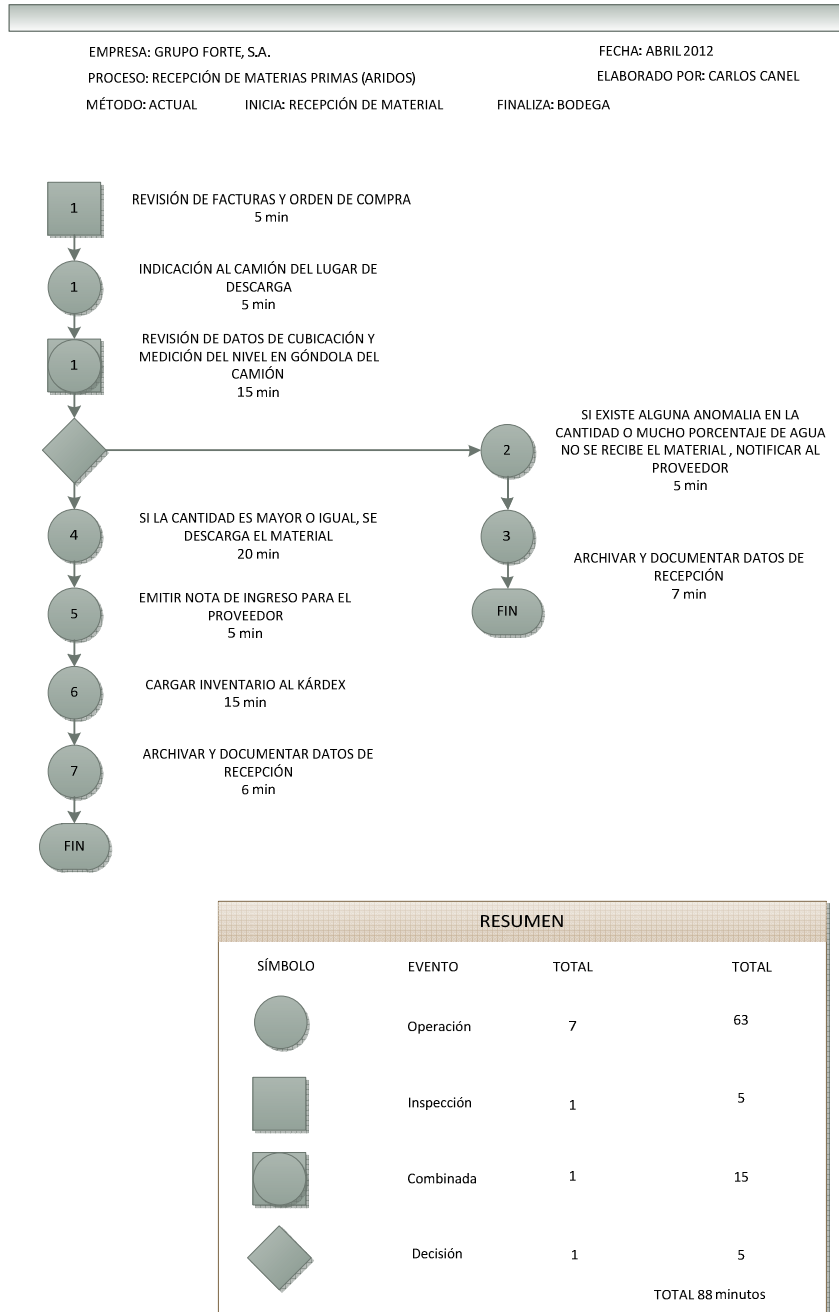
FINALIZA: ÁREA DE PRODUCCIÓN



RESUMEN			
SÍMBOLO	EVENTO	TOTAL	TOTAL MINUTOS
	Operación	4	39
	Almacenaje	1	8
			47 minutos

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

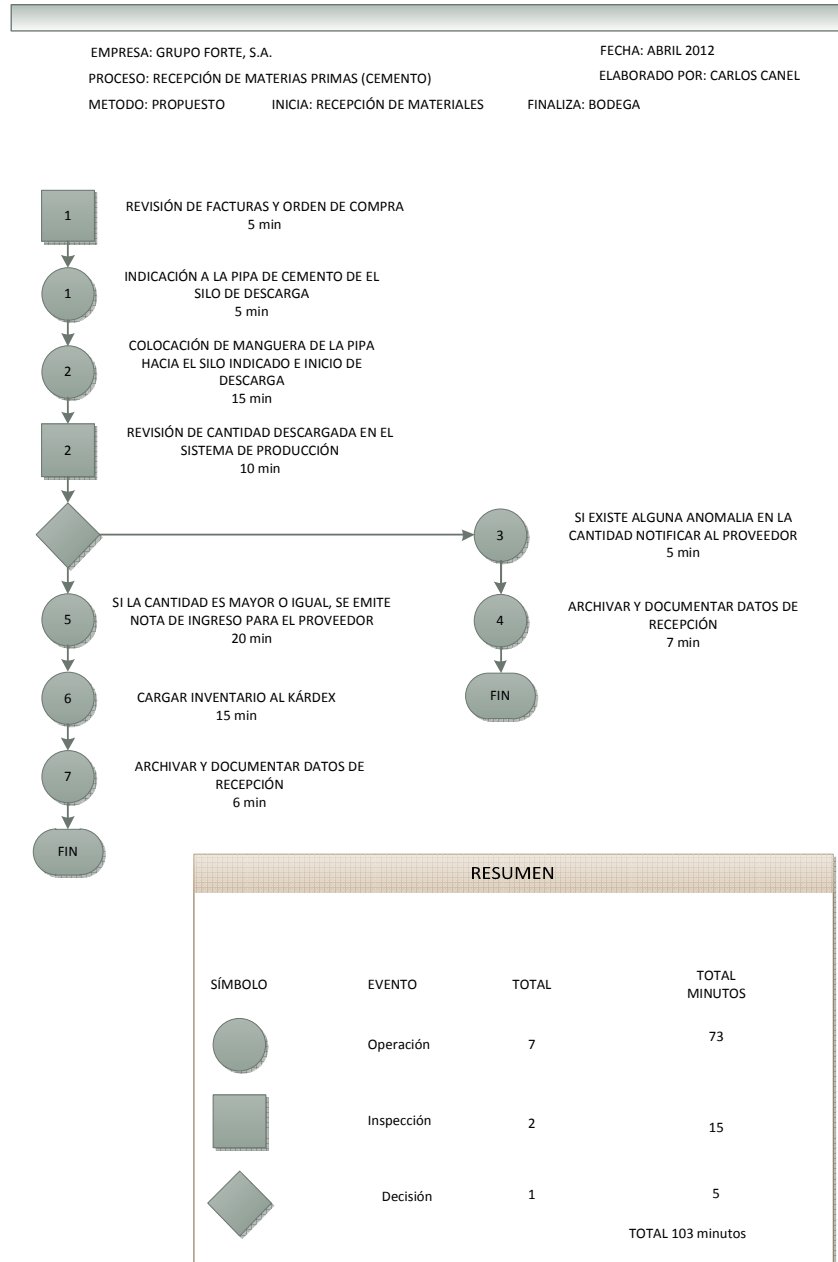
Figura 39. Diagrama de recepción de áridos



RESUMEN			
SÍMBOLO	EVENTO	TOTAL	TOTAL
	Operación	7	63
	Inspección	1	5
	Combinada	1	15
	Decisión	1	5
		TOTAL 88 minutos	

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

Figura 40. Diagrama de recepción de cemento



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

4.3. Importancia de implementación

El sistema de gestión de inventarios logrará que se aumente la productividad de la organización debido a que el mismo cuenta con la información y procedimientos necesarios para realizar las estimaciones y obtención de resultados correspondientes del requerimiento de materiales de una forma más fácil y rápida, así como, la programación de los pedidos de los mismos.

La obtención de los niveles óptimos de inventario de materias primas será de utilidad para establecer si se pueden cubrir las necesidades de abastecimiento esto conlleva a una reducción de costos de inventarios, además de la eliminación de tiempos muertos de producción.

Este control se realizará por medio del kárdex del inventario de cada material que será actualizado permanentemente, mediante las formas utilizadas para dar seguimiento a las entradas y salidas de inventario de los distintos materiales utilizados en el sistema productivo.

Por otro lado la implementación de un sistema de seguridad e higiene industrial en el área será beneficiosa tanto para la empresa como para los colaboradores, ya que la primera se evitará costos relacionados a accidentes y demás factores que los puedan afectar y estos tendrán una salud ocupacional con las condiciones adecuadas.

También el desarrollo de un sistema de mantenimiento preventivo lograra que la maquinaria se mantenga en perfectas condiciones para desempeñar sus funciones sin interrupciones, además de eliminar la posibilidad de incurrir en costos provocados por paros de máquinas, tiempos ociosos y otros inconvenientes que conllevan los desperfectos mecánicos.

4.4. Beneficios/costos

Con el nuevo procedimiento de recepción de la materia, se tienen muchas ventajas, las cuales agilizarán los procesos, proporcionarán más orden y seguridad además permitirán controlar la materia prima de una mejor manera.

Entre los beneficios están:

- Se sabrá la cantidad de materia prima que está ingresando mediante el control llevando el kárdex por el método PEPS.
- Permitirá saber con certeza la cantidad de kilogramos de materia prima para saber si es necesario realizar pedidos o se tiene cubierto el plan de producción según los resultados del plan de MRP.
- Se puede comparar el peso proporcionado por el proveedor mediante análisis de muestras de áridos para determinar la humedad en dichos materiales, con lo cual se podrá ver si el proveedor está enviando la materia prima con peso exacto, sino fuese así se tendrá la oportunidad de hacer reclamos ya que se tiene el peso comprobado.

- Se tendrá un mejor control en la seguridad ocupacional para evitar accidentes y hacer más eficientes a los trabajadores.
- Mediante la aplicación del mantenimiento preventivo en la maquinaria de abastecimiento de materiales, traerá muchos ahorros en concepto de pérdidas de tiempo en mano de obra, así como, un aumento de la productividad.

En relación a los costos de mano de obra no requiere ningún costo adicional ya que únicamente se debe realizar una reorganización de los trabajadores asignándoles las funciones establecidas para la gestión, es decir, el costo de mano de obra se mantiene estable, por políticas de la empresa no se pudo tener acceso a esta información.

Los costos adicionales en los que se tendrá que incurrir serán la obtención de los implementos de protección personal, así como, la señalización de las áreas según el análisis de riesgo, también la obtención de los repuestos de las bandas transportadoras para tener en *stock* para aplicar el mantenimiento preventivo.

Estos costos se realizarán según cotizaciones presentadas a gerencia las cuales presenten un menor costo y mayor calidad, según el análisis presentado por departamento indicado para una posterior autorización.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORAS EN EL SISTEMA

5.1. Seguimiento y control del plan de acción

Dar un seguimiento de las propuestas implementadas es necesario para controlar todos los aspectos que intervienen en el plan de acción y procedimientos de la gestión de inventarios de materias primas, para así supervisar y mejorar los mismos, con el fin de encaminar todos los esfuerzos hacia los objetivos planteados.

5.1.1. Supervisión constante en informes de pedidos de materiales

Es importante supervisar y comparar constantemente cada pedido de materias primas para cerciorarse de que los pronósticos realizados tienen un margen de error mínimo y aceptable en comparación con la demanda real del mercado.

5.1.1.1. Medición por controles en resultados de informes

Es importante tener una medida de control y con mayor razón en la gestión de inventarios para constatar si la aplicación de pronósticos y MRP coincide evidentemente con la demanda real del mercado.

Es aquí donde se analizan los resultados obtenidos y evalúan donde pueden existir las posibles fallas en el sistema de gestión de inventarios y efectuar acciones correctivas que lleven a una mejora constante en el sistema.

Estas medidas de control se hacen con base en los reportes generados por el sistema SAP, así como, los generados por el Área de Recepción de Materias Primas, por otro lado es importante tomar en cuenta la observación y ejecución de actividades programadas dentro del área.

Para tener una medida efectiva en el control de los resultados es conveniente determinar los requerimientos de materiales generados por el Departamento de Producción para los pedidos de materiales y comparar con los que se generan en el sistema SAP para verificar la confiabilidad de los mismos y si existe alguna desviación deberá determinarse cuál es la causa o fuente de dicha desviación, estos análisis deben realizarse periódicamente por el encargado del área de recepción.

Debe realizarse frecuentemente un inventario físico que también debe ser comparado con la información del sistema SAP para verificar las posibles diferencias que puedan existir y evaluar sus causas, para realizar los ajustes correspondientes en el inventario, así como, una revisión de la documentación de entradas y salidas.

5.1.2. Revisión y análisis de procedimientos en la gestión

Una periódica revisión y evaluación del desempeño de los procedimientos para la gestión de inventarios es indispensable, ya que de esta manera se puede garantizar el cumplimiento de las diversas tareas que tiene a cargo el personal, asignando responsabilidades en los involucrados de cada procedimiento y de esta forma se puede analizar y verificar el desempeño de cada tarea detectando posibles alteraciones en algunas partes de los procedimientos y corregirlas para tener mejores resultados.

5.1.3. Revisión periódica de los programas de mantenimiento

El modelo de plan de mantenimiento preventivo propuesto, no debe quedarse como un plan fijamente establecido, ya que este pretende ser un primer paso para la transición de un mantenimiento más completo y eficiente, esto debido a que las políticas de la empresa tienen una percepción ya determinada de los mantenimientos anteriores y no será fácil cambiarla en un breve plazo.

Por otro lado, una revisión periódica del plan propuesto significaría una mejora de la situación actual ya que esto prevendría la ocurrencia de fallos en el mismo, también es importante tomar en cuenta las practicas recomendadas por el fabricante ya establecidas en los manuales y cabe resaltar todas las recomendaciones por todo el personal y encargado de mantenimiento para introducir mejoras en los programas y procedimientos que permitan inferir en un óptimo estado o comportamiento de todos los elementos mecánicos.

5.1.4. Evaluación del desempeño del personal de logística

Un análisis de los puestos de trabajo, perfil de competencias y habilidades para cada cargo, podrá presentar las realidades presentes de cada trabajador y realizar una pauta del análisis, para determinar que trabajadores cumplen o no cumplen a cabalidad cada uno de los requisitos, pudiendo de esta forma inferir en sus debilidades o fortalezas, para plantear un plan de desarrollo y capacitación.

Los objetivos de la evaluación del desempeño del personal involucrado en la logística de la obtención de materias primas son:

- Desarrollar evaluaciones al personal que se encuentre dentro del proceso y que contemple mejoras en el mismo y darle seguimiento para que se cumplan.
- La evaluación de desempeño debe basarse en factores específicos de productividad, competencias y conductas laborales acordes a las desarrolladas y requeridas en el área para establecer una promoción laboral dentro de la empresa.

Los estándares que se evaluarán están registrados de manera detallada en el proceso de competencias y características del cargo, los cuales ya están identificados en los procedimientos y serán ajustados al desarrollo de los factores: productividad, conducta laboral y competencias.

Cada factor cuenta con las líneas establecidas que son generales en el proceso logístico y que apuntan a tener personal competente y preparado para asumir nuevos compromisos dentro de la organización.

Productividad

- Conocimiento del trabajo en proceso de recepción, inspección y almacenamiento.
- Conocimiento y destreza en el manejo de software para desarrollo del proceso.
- Conocimiento en el control y realización de inventarios.
- Conocimiento de las materias primas.
- Conocimiento en el proceso de administración de inventarios.

- Eficiencia en el abastecimiento de materias primas.

Conducta laboral

- Responsabilidad
- Relaciones interpersonales
- Actitud frente al trabajo
- Liderazgo
- Iniciativa
- Participación
- Receptividad
- Actitud de mejoramiento
- Organización
- Cumplimiento de normas establecidas
- Cooperación

Competencias

- Disposición y realización de trabajo en equipo.
- Comunicación clara y oportuna en la ejecución y mejoramiento del proceso logístico.
- Actitud de servicio en el entorno con demás colaboradores.
- Capacidad resolutoria, recursividad y priorización.
- Liderazgo en los procesos de calidad.
- Capacidad para plantear ideas nuevas en el desarrollo de su trabajo.
- Capacidad para afrontar dificultades y manejar diversas situaciones.
- Capacidad de despertar interés y motivación en su equipo de trabajo.

5.2. Mejoras en la gestión

Actualmente se vive en un mercado globalizado en el cual toda empresa necesita competir y esto se logra mediante una mejora constante, por lo que es de suma importancia revisar los procedimientos, equipos y herramientas utilizados en la gestión para lograr alcanzar los objetivos fijados, de igual forma es importante capacitar y motivar a los colaboradores ya que estos son el motor fundamental de las organizaciones.

5.2.1. Análisis de información

Esta parte del sistema de gestión de inventarios de materias primas es de vital importancia debido a que permitirá visualizar datos y tomar decisiones relacionadas con la mejora del mismo.

Los reportes deberán generarse periódicamente y estos deben ser reportes de recepción y de salidas de materiales.

Los reportes de recepción deberán ser con base en un listado de pedidos con costos para su posterior análisis.

Es importante analizar estadísticamente varios factores como los porcentajes de merma, humedad y demás factores relacionados con las materias primas, estos análisis también se pueden apoyar en los realizados por el laboratorio, los cuales indicarán el estado de calidad, cantidad y porcentajes de humedad de las materias primas.

Los reportes deberán generarse periódicamente en la plataforma SAP, de acuerdo con la clasificación del producto o de acuerdo con la naturaleza del reporte, no obstante, el sistema deberá proporcionar cualquier reporte en el momento que se requiera.

5.2.2. Retroalimentación entre personal encargado de la gestión

Para tener una visión integral, el personal involucrado en el sistema expondrá los problemas que ha observado, las posibles soluciones que parecen factibles sobre las cuales se podrá trabajar para encontrar la óptima, la cual debe ser implementada en el sistema.

Esto se realizará mediante reuniones en la mañana de un determinado día de la semana y tendrán como objetivo, mantener informado a todo el personal involucrado sobre los pormenores del funcionamiento del sistema.

En conjunto se podrá aplicar las herramientas de la administración (planear, organizar, dirigir y controlar) para implementar las acciones que se crean convenientes para la corrección de posibles problemas o para la mejor administración de la planeación de requerimiento de materiales o bien en los procedimientos establecidos de recepción.

5.2.3. Evaluación de resultados

La evaluación de resultados debe realizarse en conjunto con los colaboradores que participan en la gestión y así tomar las decisiones que puedan servir para corrección o mejora en los factores evaluados, como el recurso humano, procedimientos y el sistema en general del manejo de inventarios.

El objetivo primordial de la evaluación de resultados está enfocado básicamente en un proceso para realizar mejoras continuamente al sistema de gestión de inventarios.

Al realizar la evaluación, si se determina que existe una deficiencia en el sistema es importante que todos los esfuerzos sean dirigidos objetivamente a solucionarla y eliminarla y si por el contrario, se llega a la conclusión de que no existe ningún inconveniente en alguna área del sistema se debe enfocar todos los esfuerzos en la búsqueda de oportunidades que puedan mejorar el sistema.

La utilización de herramientas administrativas son de suma importancia y servirán de apoyo para la evaluación y toma de decisiones del sistema de administración, entre algunas se pueden mencionar: lluvia de ideas, diagrama Ishikawa (causa y efecto), FODA, diagramas de Pareto, histogramas, entre otros.

5.2.4. Mejoras en el sistema

Es importante estar actualizados y utilizar como herramienta en la empresa la tecnología para tratar de mejorar constantemente procedimientos que son obsoletos para renovarlos y hacer más productivo el trabajo.

Para realizar una mejora en el sistema de gestión es necesario presentar la propuesta ante la gerencia de la empresa, detallando la información pertinente que sea fácil de interpretar y evaluar para así tomar una decisión que satisfaga y justifique la propuesta.

La aprobación de una propuesta de mejoras en el sistema debe ser analizada con base en un análisis económico, calidad de los materiales, satisfacción de los colaboradores, políticas internas de la empresa y factores de entorno ambiental, todo esto con el fin de crear una ventaja competitiva para la empresa, estos factores son determinantes porque de estos depende que se apruebe y ejecute un proyecto o mejora.

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Efecto actual de la empresa

La actividad productiva realizada dentro de la empresa provoca en algunos momentos impactos negativos a los lugares circundantes y al entorno ambiental. Las molestias de estas actividades impactantes están mayormente asociadas con el ruido, vibraciones producidas por la maquinaria y el polvo provocado por las materias primas.

La mayoría de impactos provocados por la empresa están asociados con la naturaleza de las instalaciones y su maquinaria por lo que es importante aclarar que la mayoría de impactos pueden ser mitigados convenientemente, para evitar ocasionar un impacto muy significativo al entorno.

Los impactos asociados con la generación de energía sonora dentro de las instalaciones son causados por la energía liberada por la operación de la maquinaria durante el proceso de producción y se determinó mediante las especificaciones del fabricante de la maquinaria que existe una alta intensidad sonora en las diferentes áreas del proceso industrial.

Con respecto a las emisiones de polvo en el ambiente provoca poca visibilidad en los caminos y el entorno cercano al área de recepción de materias primas, afectando la seguridad, sin olvidar los daños a la salud de los colaboradores y la calidad de los productos

6.2. Efecto después de la propuesta

La proyección de una imagen empresarial moderna requiere, que en toda actividad productiva se refleje un compromiso medioambiental y para que Grupo Forte forme parte de estos requerimientos, es necesario, la aplicación de un sistema de monitoreo y control del medioambiente, los resultados que derivan del mismo son los siguientes:

- Operar con base en las normas establecidas por el reglamento sobre evaluación de impacto ambiental del ministerio de ambiente y recursos naturales y con énfasis en las buenas prácticas de manufactura.
- Realizar la actividad productiva de manufactura de productos para la construcción previniendo y procurando minimizar los posibles efectos sobre el medioambiente.
- Coordinar y poner en práctica una gestión ambiental.
- Cuidar la buena imagen, específicamente del área de recepción de materias primas.
- Utilizar eficientemente las materias primas, así como, la energía eléctrica, agua y demás recursos.
- Implementar un programa de concientización sobre el cuidado del entorno ambiental, dirigido a todos los colaboradores de la empresa, como también a los clientes, proveedores y a toda la comunidad en general.

Además de la protección del medioambiente, las medidas a llevar a cabo previenen y van directamente relacionadas con los riesgos laborales que son ocasionados por los agentes físicos (polvo, ruido, vibraciones), por tal razón hace que sea obligada su aplicación.

En cualquier caso, todo lo anteriormente expuesto para efectos de control de impacto ambiental es de suma importancia para reflexionar sobre una mejor gestión en las actividades productivas de productos para la construcción, por lo tanto, la aplicación del mismo generará mejoras en varios factores como riesgos laborales, calidad y eficacia de procesos.

Debe destacarse que el éxito en la aplicación de este modelo está basado en el compromiso de todos los colaboradores de la empresa que son los responsables de la implementación día a día de las medidas preventivas o correctivas previstas.

6.3. Controles de mitigación

Conociendo las fuentes de impacto provocadas por la maquinaria y materias primas, es importante mantener un control adecuado sobre estas, estableciendo medidas de mitigación de impacto ambiental.

6.3.1. Medidas de control

- Medidas para controlar el ruido y vibraciones

La emisión de ruido es un aspecto que debe ser cuidado por la empresa y se pueden aplicar medidas en función de las características de la planta de producción.

Realizar los mantenimientos periódicos de las máquinas, de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante y por los planes de mantenimiento preventivo, es una alternativa importante ya que garantiza el buen funcionamiento de todos los dispositivos, estas operaciones son:

- Lubricación de piezas móviles.
- Corregir defectos de alineamiento en bandas transportadoras.
- Sustituir piezas desgastadas.
- Comprobar que los tornillos estén adecuadamente apretados.
- Equilibrar las piezas giratorias para evitar vibraciones.
- Revisar los silenciadores y tubos de escape en montacargas y cargador frontal.

Para hacer referencia al aspecto de las medidas de mitigación en las Áreas de Producción será necesario aplicar los conceptos establecidos por las Normas OSHA (*Occupational Safety And Health Act*), según la OSHA los niveles de ruido soportables por una persona son los siguientes:

Tabla XVII. **Niveles soportables de ruido**

Límites permisibles:

Duración Por día hr.	Nivel max. Db.
8 hrs	85
4 hrs	90
2 hrs	95
30 min	100
15 min	105
7.5 min	110

Fuente: SANDOVAL, Moises. Seguridad Industrial en una planta embotelladora de bebidas.

p.35.

Como consecuencia y tal como se había expuesto anteriormente, la empresa deberá proveer al personal del equipo de protección personal correspondiente en el área, ya que sobrepasados 75 decibeles es necesario utilizar tapones de oídos y orejeras para los que sobrepasan los 85 decibeles.

- Medidas para controlar el polvo

Para evitar que el aire provoque dispersión de los materiales finos de las materias primas (arena poma, piedrín, arena caliza, cemento) es conveniente que los mismos se depositen bajo techo.

De ser posible las materias primas anteriormente mencionadas deben mantenerse con una cierta cantidad mínima de humedad en los bancos de arena para evitar su dispersión en el aire.

El confinamiento por carenado de los puntos de emisión de polvo sirven para impedir la difusión atmosférica, dichos carenados dotan a los transportadores de la cobertura suficiente para hacer frente a las inclemencias del tiempo, como la lluvia o el frío, a la vez que evitan las emisiones de polvo a la atmósfera, contribuyendo así a la conservación del entorno y el medioambiente.

También es conveniente colocar filtros en los techos de los silos de cemento para evitar fugas en los mismos.

Es necesario implementar instrucciones y procedimientos de trabajo para reducir las emisiones de polvo ocasionados por los transportistas mediante el establecimiento de un límite de velocidad para transitar dentro de las instalaciones de la empresa.

- Medidas para otras emisiones a la atmósfera

La emisión de sustancias contaminantes y otros compuestos de azufre, óxidos de nitrógeno o monóxido de carbono, se debe a los vehículos, montacargas y motores de combustión interna, lo cual no genera un problema mayor pero debe tenerse en consideración.

Las medidas para prevenir y controlar las emisiones de gases de combustión interna, pueden aplicarse de la siguiente manera:

- Utilizar cintas transportadoras como un sistema continuo para sustituir el transporte de camiones, es conveniente elegir y mantener en buen estado el transporte interno.
 - Realización de mantenimiento preventivo para conservar las características originales de estos equipos.
- Medidas para residuos y desperdicios

Por otra parte, los residuos o desperdicios que puedan suceder durante el proceso de producción o por cualquier accidente que provoque la destrucción del producto en estado húmedo, se recolectarán y se volverán a incorporar al proceso productivo en el próximo batch a producir.

Si por alguna razón existe algún tipo de rotura del producto terminado este se puede volver a incorporar al proceso productivo a través de la fase de triturado.

6.3.2. Programa de monitoreo ambiental

- Monitoreo y control del ruido y vibraciones

Se deberá realizar un monitoreo permanente de los niveles de ruido en las instalaciones de la empresa, es decir, en todas sus áreas, especialmente en la planta de producción y sus respectivas áreas, por efecto del uso de las máquinas de producción y demás actividades que provocan niveles de ruido superiores a los establecidos por la OSHA. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda no sobrepasar los 65 decibeles.

El ruido será determinado en sitios próximos a las principales fuentes de ruido y en los receptores más cercanos, conforme la ubicación de los diferentes frentes de trabajo.

La toma del ruido se debe realizar por medio de equipos medidores (sonómetros) situados:

- En los límites de la fábrica para determinar el impacto al medioambiente.
- En los puntos del exterior de la empresa, para estudiar las posibles molestias a terceros.

Debe tomarse en cuenta todos los efectos de otras fuentes de ruido externo, para determinar cuál es la emisión real de la actividad.

- Monitoreo y control de emisiones a la atmósfera

Realizar un monitoreo permanente del control de la emisión de polvos y gases, por efecto de las maquinarias y otras actividades que provocan niveles de polvo, para ser evaluadas respecto a las normas.

Como en Guatemala no se cuenta con una legislación ambiental que regule la calidad del aire, se utilizan como referencia los límites de calidad del aire establecidos en la legislación de EEUU, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XVIII. **Regulaciones del aire establecidos por la legislación ambiental de EEUU**

Parámetro	Concentración	Período de medición
Dióxido de azufre, SO ₂	30 ppb	Anual
	140 ppb	24 h
Partículas PM ₁₀	150 ug/ m ³	24 h
Partículas PM _{2,5}	65 ug/ m ³	24 h
Monóxido de carbono, CO	9 ppm	8 h
	35 ppm	1 h
Ozono, O ₃	120 ppb	1 h
	80 ppb	8 h
Dióxido de nitrógeno, NO ₂	53 ppb	Anual
	100 ppb	1 h

Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt:8080/calidadaire/regulaciones.htm>.
[Consulta: mayo de 2013].

6.3.3. Prevención y control de contaminación

Para la prevención y control de efectos de impacto ambiental es importante el papel que desempeñan los colaboradores en la aplicación de las estrategias medioambientales en el desempeño productivo de la empresa, pues son los que tienen una relación más directa en la ejecución y puesta en práctica de la mayoría de las medidas establecidas.

La formación, motivación y sensibilización de los colaboradores es un factor decisivo para alcanzar los objetivos fijados para la mejora de la gestión medioambiental de la empresa.

Debe centrarse una mayor atención en:

- Explicar la importancia que tienen las medidas medioambientales para la empresa y para los trabajadores.
- Cursos de impacto ambiental y restauración del entorno afectado por las actividades productivas realizadas.
- Impartir información que explique por qué, cómo y con qué medios deben realizarse las actuaciones relacionadas con la mejora del medioambiente.
- Elaborar instrucciones por escrito para la ejecución de las acciones como procedimientos de trabajo y acciones correctivas.
- Establecer algún tipo de incentivo para los colaboradores que se involucren activamente y algún sistema de sanción para aquellos que descuiden estos aspectos.

CONCLUSIONES

1. Al realizar un análisis específico de los procedimientos del sistema de gestión de inventarios se determinó que estos son poco confiables para la toma de decisiones y presentan deficiencias, ya que se realiza con base en estimaciones eventuales lo cual provoca que exista el riesgo de no contar con la cantidad necesaria de los materiales.
2. Los procedimientos propuestos para las cotizaciones, compras, recepción, salidas y manejo de inventarios permiten una mejor coordinación, eficiencia y control entre los departamentos involucrados en la planificación de los requerimientos de materiales.
3. Para la realización de los pronósticos de ventas se analizaron 36 meses correspondientes al 2010, 2011 y 2012 del block de 14 que es el que cuenta con más demanda y la tendencia simulada para el análisis se realizó mediante los modelos de regresión, en los cuales se determinó que la curva más representativa es la del modelo exponencial, por lo tanto se obtuvieron los pronósticos de riesgo futuro con base en la familia de demanda combinada.

4. Con base en los cálculos realizados para mantener una producción continua se pudo determinar que se debe contar con una cantidad óptima de cada material de la siguiente manera: para arena poma 3/8 la existencia debe ser de 621 994 kilogramos, para arena de río fina 1/8 de 419 594 kilogramos, para piedrín 1/4-1/8 de 295 195 kilogramos, para piedrín 3/8 de 217 865 kilogramos y para el cemento gris de 70 557 kilogramos; así como, se debe tomar en cuenta el nivel de reorden, nivel máximo y cantidad óptima de pedido para cada material.
5. Con base en los pronósticos obtenidos para el 2013 se realizó una planificación de la llegada de cada uno de los materiales necesarios para la producción del block de 14.
6. El modelo del plan de mantenimiento preventivo propuesto para los mecanismos utilizados en el área de recepción es un paso importante hacia un mantenimiento más completo, el cual tiene como finalidad cambiar la antigua filosofía de mantenimiento y por otra parte significaría una mejora de la situación actual.
7. Para la implementación del módulo de pronósticos y MRP en el software de la empresa se especifican cuáles son los pasos a seguir para que pueda ser aprobado y ejecutado, esto permitirá a la empresa ser más eficiente en la administración de materias primas, además de agilizar la obtención de información para la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar continuamente a todo el personal involucrado en el sistema de manejo de inventarios, con la finalidad de que se conozcan los nuevos procedimientos y métodos de trabajo propuestos.
2. Es necesario revisar constantemente la información de los pronósticos de ventas y de los requerimientos de materiales y compararlo con los datos reales y así mantener un control efectivo que garantice el buen funcionamiento del sistema.
3. Ejecutar la propuesta de implementación del módulo de pronósticos dentro de la plataforma SAP será una herramienta importante y valiosa para la toma de decisiones de una manera más rápida y oportuna que permitirá evitar altos costos de mantenimiento de inventarios, riesgos de pérdida de materias primas y paros en producción.
4. Aprobar la implementación del programa de mantenimiento preventivo propuesto para garantizar la operación y el servicio que presta la maquinaria, así como, direccionar al personal para que practiquen todas las actividades de mantenimiento con responsabilidad.
5. Implementar la propuesta del análisis de seguridad ocupacional para que los colaboradores puedan realizar sus actividades laborales tomando las precauciones debidas y evitando incidentes que provoquen inconvenientes para la empresa.

6. Es importante y necesario realizar un estudio de factibilidad para hacer la inversión de una báscula para camiones, ya que con la implementación de esta se tendrá un mejor y más exacto control en las materias primas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE MARTÍNEZ, Eduardo. *Seguridad Integral en las empresas industriales, comerciales y de servicios*. 2a. ed. México: Diana, 1994. 314 p.
2. ALVARADO ORELLANA, Eddy Roberto. *Diseño de un sistema para la optimización del manejo de inventarios en una industria papelera*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 127 p.
3. ÁLVAREZ LUCAS, Roberto Antonio. *Administración y control de inventarios para una fábrica de bloques de concreto*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 125 p.
4. Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos. *Explotaciones de áridos y medio ambiente*. España: ANEFA, 2011. 76 p.

5. SILVESTRE QUIÑONEZ, Moisés Geremías. *Análisis, mejora e instalación de una banda transportadora para el aumento de la eficiencia en el proceso de llenado en una planta de fabricación de alimento para animales*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 145 p.

6. TORRES, Sergio. *Control de la Producción*. Guatemala: Palacios, 2001. 256 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Formato de control de inventarios de materias primas

GRUPO FORTE, S.A.

ELABORADO POR:

MATERIA PRIMA DISPONIBLE A FECHA:

MATERIA PRIMA EN BANCO Y SILOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M.P. SILO MASA	M.P. SILO POYATOS	M.P. BANCO	TOTAL
POMA 1/2					
ARENA DE RÍO					
POLVO DE PIEDRA					
3/8 PIEDRÍN CALIZO					
ARENA CALIZA 1/8					
PIEDRÍN 1/4-1/8					
CEMENTO GRIS					
CEMENTO BLANCO					

OBSERVACIONES:

Fuente: elaboración propia.

