



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

**MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LOS
NIVELES DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA Y
ELABORACIÓN DE UN PLAN DE CONTINGENCIA EN LA
EMPRESA CEMIX DE CENTROAMÉRICA, S.A.**

Josué David Morales Domingo

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, agosto de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES
DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE
CONTINGENCIA EN LA EMPRESA CEMIX DE CENTROAMÉRICA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSUÉ DAVID MORALES DOMINGO

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

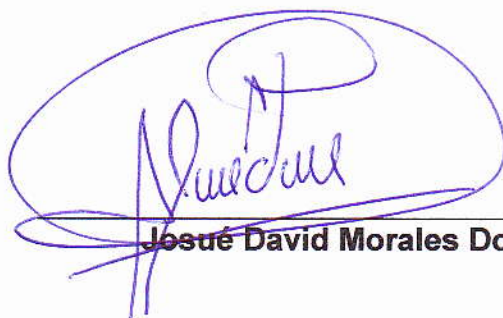
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE CONTINGENCIA EN LA EMPRESA CEMIX DE CENTROAMÉRICA, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto de 2009.



Josué David Morales Domingo



Guatemala, 11 de noviembre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1134.11.10.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

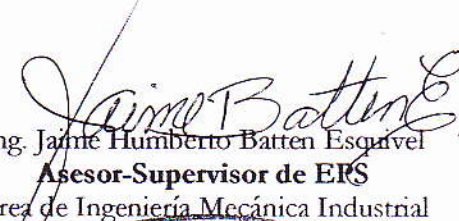
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Josué David Morales Domingo**, Carné No. **200217765** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE CONTINGENCIA EN LA EMPRESA CEMIX DE CENTROAMÉRICA, S.A.”**.

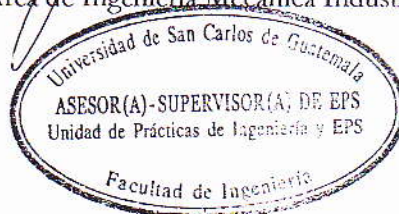
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE CONTINGENCIA EN LA EMPRESA CEMIX DE CENTROAMÉRICA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Josué David Morales Domingo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

TRABAJE DE GRADUACIÓN Y ENSEÑADA A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Colegiado 4272

Guatemala, noviembre de 2010.

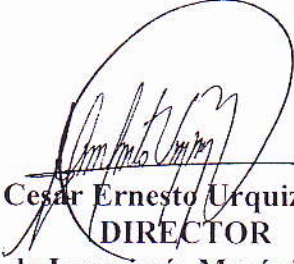
/mgp



REF.DIR.EMI.123.011

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 **MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE CONTINGENCIA EN LA EMPRESA CEMIX DE CENTROAMÉRICA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Josué David Morales Domingo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2011.

/mgp



DTG. 321.2011.

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: **MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE CONTINGENCIA EN LA EMPRESA CEMIX DE CENTROAMÉRICA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Josué David Morales Domingo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 31 de agosto de 2011.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la oportunidad de cumplir con uno de mis sueños y estar a mi lado durante este tiempo.
Mis padres	Por su apoyo incondicional, sacrificios y esfuerzos para hacer realidad este sueño.
Mis hermanos	Por sus palabras de aliento, confianza, compañía, y sobre todo por apoyarme en momentos importantes de mi vida.
Mis amigos	Responsables en gran parte de los mejores momentos de mi vida universitaria.
Mi familia en general	Por sus sinceras muestras de cariño en todo momento.
La Universidad de San Carlos	Por hacerme sentir orgulloso de ser parte de los profesionales egresados de tan digna casa de estudios.
La Facultad de Ingeniería	Por brindarme la formación académica, la cual me permite disfrutar esta etapa de mi vida.

Ti

Que eres mi inspiración, me brindaste la oportunidad de conocerte y compartir contigo durante la mayor parte de la carrera y lo que viene, gracias por esos maravillosos momentos a tu lado.

**Mis compañeros
de ingreso**

Los presentes y los recordados.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SIMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	
1.1. Descripción y antecedentes	1
1.2. Misión y visión	2
1.3. Valores	2
1.4. Localización	3
1.5. Estructura organizacional	4
1.5.1. Organigrama	5
1.6. Descripción y características de productos	6
1.6.1. Productos	7
1.6.1.1. Adhesivos	7
1.6.1.2. Boquillas	9
1.6.1.3. Acabados	9
1.6.1.4. Depósitos de agua	10
1.7. Materia prima	11
1.8. Proveedores	18
1.8.1. Nacionales	19
1.8.2. Internacionales	19

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA)

2.1.	Situación actual de la empresa	21
2.1.1.	Diagnóstico FODA de la empresa	21
2.1.2.	Descripción de los procesos productivos de la empresa	25
2.1.3.	Descripción de departamentos de la planta	33
2.1.3.1.	Área de planta torre	33
2.1.3.2.	Área de rotomoldeo	35
2.1.4.	Sistema de abastecimiento de materia prima	37
2.1.4.1.	Local	40
2.1.4.1.1.	Cementos	41
2.1.4.1.2.	Cal	41
2.1.4.1.3.	Carbonato de calcio	41
2.1.4.1.4.	Polvo de piedra	42
2.1.4.1.5.	Feldespato	43
2.1.4.2.	Importaciones	43
2.1.4.2.1.	Concentrados	43
2.1.4.2.2.	Polietileno	44
2.1.4.2.3.	Empaque	44
2.1.4.2.4.	Accesorios para depósitos de agua	45
2.1.5.	Demanda de los productos	46
2.1.5.1.	Independiente	46
2.1.5.2.	Dependiente	46
2.1.6.	Ubicación en bodega	47
2.1.6.1.	Materia prima	48

	2.1.6.2.	Producto terminado	51
2.1.7.		Costos asociados	53
	2.1.7.1.	Costo de producción	53
	2.1.7.2.	Materiales directos	54
	2.1.7.3.	Mano de obra directa	55
	2.1.7.4.	Costos indirectos	56
2.1.8.		Inventarios	58
	2.1.8.1.	De producto terminado	58
	2.1.8.2.	De materia prima	61
2.2.		Propuesta de mejora	63
	2.2.1.	Análisis de la información obtenida	64
	2.2.2.	Pronósticos de la demanda	64
	2.2.3.	Control de inventarios mediante base de datos	98
	2.2.3.1.	Cantidad óptima a pedir	103
	2.2.3.2.	Frecuencia o tiempo de abastecimiento	105
	2.2.3.3.	<i>Stock</i> mínimo y máximo	106
	2.2.4.	Identificación en bodega	110
	2.2.4.1.	Materia prima	110
	2.2.4.2.	Producto terminado	111
	2.2.5.	Personal involucrado	111
	2.2.6.	Establecimiento de mejora a implementar	112
	2.2.6.1.	Importancia de mejora propuesta	112
	2.2.6.2.	Ventajas de la nueva propuesta	112
	2.2.7.	Procedimiento para realización de nuevo sistema	113
	2.2.7.1.	Autoridad	113
	2.2.7.2.	Responsabilidad	114
	2.2.8.	Recursos técnicos	114

2.2.9.	Control y registro	115
2.2.9.1.	Base de datos	115
2.2.9.2.	Gráficos de datos obtenidos	115
2.2.9.3.	Comprobación de los pronósticos de la demanda	119
2.2.10.	Reducción de costos	120
2.2.10.1.	Por cantidades adquiridas	122
2.2.10.2.	Por almacenamiento	124
2.2.11.	Optimización de espacio físico en la planta	125
2.2.11.1.	Planos de distribución	125
	2.2.11.1.1. De producto terminado	125
	2.2.11.1.2. De materia prima	128
2.2.12.	Costos de implementación del proyecto	129
2.2.12.1.	Elaboración de base de datos	130
2.2.12.2.	Materiales y equipo de oficina	130
2.2.12.3.	Otros	130
3. FASE DE INVESTIGACIÓN (PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE UN SISMO EN LA EMPRESA)		
3.1.	Plan de contingencia	143
3.1.1.	Propósito del plan	144
3.1.2.	Objetivos del plan	145
3.2.	Descripción de funciones y responsabilidades	145
3.2.1.	Responsable del plan	146
3.2.2.	Puesto de mando	148
3.3.	Estructura organizacional del comité de activación	148
3.3.1.	Descripción de las unidades organizacionales	149
3.3.2.	Subcomisiones	150

	3.3.2.1.	De evacuación	150
	3.3.2.2.	De primeros auxilios	151
	3.3.2.3.	De conatos contra incendios	152
3.4.		Activación del plan	154
	3.4.1.	Criterios a tomar en cuenta	154
	3.4.2.	Sistema de alerta	155
	3.4.3.	Descripción y simbología de señalización básica	155
	3.4.3.1.	Formas geométricas	158
	3.4.3.2.	Significado de colores	158
3.5.		Procedimientos a seguir	159
	3.5.1.	Establecimiento de punto de reunión	171
	3.5.2.	Rutas de evacuación	173
	3.5.3.	Primeros auxilios	176
4.		FASE DE DOCENCIA (SEGUIMIENTO Y CAPACITACIÓN)	
4.1.		Planificar reuniones	179
	4.1.1.	Presentación	180
4.2.		Programación de capacitaciones	181
	4.2.1.	Seguridad industrial en el lugar de trabajo	182
	4.2.2.	Uso correcto de equipo de seguridad	185
4.3.		Adiestramiento de personal	192
	4.3.1.	Toma de datos en los inventarios	193
	4.3.2.	Manejo de base de datos para control de inventarios	193
	4.3.3.	Llenar hojas de control correctamente	194
4.4.		Plan de contingencia	194
	4.4.1.	Qué hacer en caso de un sismo	195
	4.4.2.	Señalización	196

4.5.	Control y monitoreo de métodos propuestos	198
4.6.	Medición de resultados	200
CONCLUSIONES		203
RECOMENDACIONES		205
BIBLIOGRAFÍA		207
APÉNDICE		209

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización de la empresa	4
2.	Organigrama (Cemix de Centro América, S.A.)	5
3.	Depósito de agua de 1 100 Litros	10
4.	Diagnóstico del sistema de abastecimiento de materia prima en la empresa	24
5.	Diagrama de proceso productivo	27
6.	Área de planta torre	35
7.	Área de rotomoldeo	36
8.	Tarimas con bolsas de empaque	45
9.	Ubicación de la materia prima en área de rotomoldeo	49
10.	Ubicación de la materia prima en área de planta torre	50
11.	Producto terminado en el área de oficinas	51
12.	Distribución actual del producto terminado	52
13.	Almacenaje de producto terminado	60
14.	Proceso de descarga de materia prima	61
15.	Gráfica de la demanda de adhesivos	68
16.	Gráfica de la demanda de boquillas	68
17.	Gráfica de la demanda de acabados	69
18.	Gráfica de la demanda de polietileno	70
19.	Base de datos	98
20.	Hoja 1	99
21.	Hoja 2	101
22.	Hoja 3	102

23.	Procedimiento de compra de materia prima	109
24.	Identificador de materia prima	110
25.	Demanda proyectada en unidades (bolsas) de adhesivos tipo A	117
26.	Demanda proyectada en unidades (bolsas) de adhesivos	117
27.	Demanda proyectada en unidades (bolsas) de boquillas	118
28.	Demanda proyectada en unidades (bolsas) de acabados	118
29.	Ubicación propuesta en bodega de producto terminado	127
30.	Ubicación propuesta en bodega de materia prima	129
31.	Única puerta de ingreso y egreso a la empresa	140
32.	Puerta de entrada y salida del área de rotomoldeo	140
33.	Salida de emergencia de BPT	141
34.	Obstrucción de salida de emergencia de BPT	141
35.	Estructura organizacional del plan de contingencia	148
36.	Señales informativas	156
37.	Señales preventivas	156
38.	Señales prohibitivas	157
39.	Señales de obligación	157
40.	Formas geométricas	158
41.	Significado de colores	159
42.	Punto de reunión	172
43.	Rutas de evacuación	173
44.	Señalización industrial	174
45.	Simbología	175
46.	Hojas de control de la producción diaria	194
47.	Hojas utilizadas en charlas de capacitación (A)	196
48.	Hojas utilizadas en charlas de capacitación (B)	197
49.	Hojas utilizadas en charlas de capacitación (C)	198

TABLAS

I.	Distribución de empleados en la empresa	6
II.	Proveedores	18
III.	Análisis FODA de la empresa	22
IV.	Tiempos de producción para los adhesivos	29
V.	Tiempos de producción para las boquillas	30
VI.	Tiempos de producción para los tinacos	31
VII.	Tiempos de producción para los acabados	31
VIII.	Tamaño y capacidad de tinacos disponibles	35
IX.	Tiempo perdido a causa de paros no programados	38
X.	Costo ocasionado por el exceso de horas extras	39
XI.	Capacidad de silos	40
XII.	Entrega de pedidos de cemento	41
XIII.	Identificación de los productos por familia y tipo	46
XIV.	Composición de los productos	47
XV.	Ficha técnica (actual) de la bodega	48
XVI.	Costo de producción de los adhesivos tipo A	54
XVII.	Costo de materiales directos	55
XVIII.	Costo de mano de obra directa	56
XIX.	Costos indirectos	57
XX.	Demanda de productos (en unidades)	66
XXI.	Demanda de polietileno en kilogramos	67
XXII.	Pronósticos de riesgo, método del último período	72
XXIII.	Pronósticos de riesgo, método del promedio aritmético	73
XXIV.	Pronósticos de riesgo, método del promedio móvil	74
XXV.	Pronósticos de riesgo, método del promedio móvil ponderado	75
XXVI.	Pronósticos de riesgo, PMPE Caso A ($\alpha = 0.1$)	78

XXVII.	Pronósticos de riesgo, PMPE caso A ($\alpha = 0.9$)	78
XXVIII.	Pronósticos de riesgo, PMPE caso A ($\alpha = 0.75$)	79
XXIX.	Pronósticos de riesgo, PMPE caso B ($\alpha = 0.1$)	81
XXX.	Pronósticos de riesgo, PMPE caso B ($\alpha = 0.9$)	81
XXXI.	Pronósticos de riesgo, PMPE caso B ($\alpha = 0.75$)	82
XXXII.	Pronósticos de riesgo, PMPE caso C ($\alpha = 0.1$)	84
XXXIII.	Pronósticos de riesgo, PMPE caso C ($\alpha = 0.9$)	85
XXXIV.	Pronósticos de riesgo, PMPE caso C ($\alpha = 0.8$)	85
XXXV.	Resumen de datos obtenidos, familias estables	86
XXXVI.	Error acumulado en unidades (bolsas) de adhesivos	87
XXXVII.	Error acumulado en unidades (bolsas) de boquillas	88
XXXVIII.	Error acumulado en unidades (bolsas) de acabados	89
XXXIX.	Error acumulado en kilogramos de polietileno	90
XL.	Demanda de los productos por períodos en unidades (bolsas)	91
XLI.	Demanda de polietileno por períodos en kilogramos	91
XLII.	Pronósticos de riesgo por período para los adhesivos (bolsas)	92
XLIII.	Pronósticos de riesgo por período para las boquillas (bolsas)	92
XLIV.	Pronósticos de riesgo por período para los acabados (bolsas)	93
XLV.	Pronósticos de riesgo por período para el polietileno (Kilogramos)	93
XLVI.	Pronósticos de riesgo por mes para los adhesivos	94
XLVII.	Pronósticos de riesgo por mes para las boquillas	95
XLVIII.	Pronósticos de riesgo por mes para los acabados	96
XLIX.	Pronósticos de riesgo por mes para el polietileno	97
L.	Cantidad de materia prima necesaria (toneladas) para cumplimiento de la demanda	97
LI.	Tiempos de entrega de importaciones	104
LII.	Cantidad óptima para cada tipo de materia prima	108

LIII.	Demanda real y proyectada en unidades (bolsas) de los productos	116
LIV.	Comparación entre la demanda real y la proyectada (unidades)	119
LV.	Análisis de los paros no programados	121
LVI.	Reducción de costos debido a la disminución de horas extras	122
LVII.	Comparación de costos entre ambos métodos	123
LVIII.	Comparación entre almacenamiento actual y mejorado	124
LIX.	Costos por desarrollo de proyecto	130
LX.	Otros costos por desarrollo de proyecto	131
LXI.	Costo total por desarrollo de proyecto	131
LXII.	Análisis de riesgos en área de producción	134
LXIII.	Análisis de riesgos en área de rotomoldeo	135
LXIV.	Números telefónicos de emergencia	178
LXV.	Costos por desarrollo del plan de contingencia	178
LXVI.	Cronograma de actividades	181
LXVII.	Programa de capacitaciones	182
LXVIII.	Costos directos por accidentes laborales	191
LXIX.	Costos indirectos por accidentes laborales	192
LXX.	Medición de resultados	202

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
BPT	Bodega de producto terminado
Ciclo	Cantidad de meses que intervienen en el cálculo
Q óptimo	Cantidad de pedido óptimo
Planificado	Cantidad requerida
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
α	Factor alfa
Kg	Kilogramo
ML	Magnitud local
Política_{N.R.}	Política de nivel de reorden
Política_{S.M.}	Política <i>stock</i> mínimo
PEPS	Primero en entrar, primero en salir
PMPE	Promedio móvil ponderado exponencial

UEPS

Último en entrar, primero en salir

GLOSARIO

Cantera	Lugar de donde se extraen minerales que serán utilizados en un proceso productivo.
<i>Clinker</i>	Compactación de los materiales para convertirlos en una mezcla uniforme, la cual será parte del cemento.
Concentrados	Nombre común de los químicos utilizados en el proceso.
Costos asociados	Representan una inversión presente o futura que genera ingresos.
Planta torre	Lugar donde se encuentran los silos que contienen la materia prima.
<i>Rack</i>	Estantería.
Rotomoldeo	Operación que describe la fabricación de depósitos de agua.
Secador	Departamento de la empresa donde se seca el material que se utiliza en el proceso productivo.
Tamizado	Operación que consiste en la separación de materiales acorde al tamaño que tienen.

Tolva

Parte abierta donde se depositan materiales para que caigan paulatinamente en la banda transportadora.

RESUMEN

Este trabajo representa la realización del Ejercicio Profesional Supervisado en la empresa Cemix de Centro América, S.A. Se basa en el estudio sobre el sistema actual del manejo de inventarios de materia prima, principalmente; para evaluar si dicho sistema funciona o si es necesario reemplazarlo por uno que se adecúe a las necesidades de la empresa.

Se realizó una base de datos en una hoja electrónica para contar con registros confiables de la demanda de los productos en meses anteriores. A partir de ésta se utilizó la herramienta de ingeniería industrial denominada Pronósticos de la Demanda, la cual permitió determinar la demanda de los meses posteriores.

Con esta información, y tomando en cuenta la composición de los productos, fue posible determinar la cantidad de materia prima necesaria para cumplir con esta demanda. Sobre esta base, se determinaron las cantidades óptimas que se deben mantener y/o comprar de cada tipo de materia prima y la frecuencia de los pedidos a fin de mantener los costos en los niveles deseados.

El ordenamiento e identificación de los materiales y el producto terminado en la bodega fue realizado con ayuda de los datos obtenidos en los pronósticos y mediante inventarios físicos para determinar las existencias actuales. Con esta referencia fue posible establecer espacios adecuados e identificados para la materia prima y para el producto terminado.

Se estableció el plan de contingencia en caso de un sismo en la empresa. Éste fue desarrollado luego de llevar a cabo el análisis de riesgos y las condiciones de seguridad e higiene industrial en las instalaciones. Para cumplir con los resultados esperados se realizaron charlas de capacitación y un simulacro para reforzar el grado de reacción en cada uno de los trabajadores.

OBJETIVOS

General

Diseñar una mejora en el sistema de abastecimiento de los niveles de inventario de materia prima en la empresa Cemix de Centro América, S.A.

Específicos

1. Determinar los tiempos empleados en los procesos de producción.
2. Crear un procedimiento fácil de aplicar y seguir para el abastecimiento de los niveles de inventario.
3. Definir un *stock* óptimo tanto de materia prima como de producto terminado.
4. Reducir los paros innecesarios de producción por falta de materia prima así como, los costos de operación.
5. Investigar los componentes de un plan de contingencia.
6. Instruir al personal sobre los pasos a seguir en caso de emergencia.

INTRODUCCIÓN

Contar con un adecuado sistema de abastecimiento de la materia prima necesaria para la elaboración de los productos que se realizan en la empresa, permite llevar a cabo todas las operaciones necesarias, sin ningún retraso para cumplir con los programas de producción diarios. El control sobre la materia prima con que se cuenta y la que se consume en mayores cantidades permite cumplir con este cometido. Esta información permite determinar los requerimientos de materiales y la ubicación óptima de cada uno de ellos.

La planeación y control de fabricación se relaciona básicamente con el futuro. Es necesario comenzar con la situación presente y prepararse para la cantidad de producto que ha de venderse. Para hacer esto, es preciso hacer conjeturas, suponer o estimar lo que va a pasar en adelante. La palabra pronóstico abarca las necesidades futuras del cliente. Puesto que toda la actividad de planeación en cualquier empresa trata sobre la atención de futuras necesidades del cliente, una gran parte de la organización debe funcionar sobre la base de los pronósticos de ventas.

El manejo de materiales puede ser el problema de la producción ya que agrega poco valor al producto y consume una parte del presupuesto de manufactura. Este manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, un eficaz manejo de materiales, se asegura que se entregará la cantidad correcta de materiales, en el momento y lugar adecuados. El manejo de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento.

La actividad sísmica, en Guatemala, se entiende como la probabilidad de que en un lugar determinado y durante un período de tiempo de referencia, ocurra un terremoto. El territorio nacional se relaciona con tres placas tectónicas: Norteamérica, Caribe y Cocos. Los movimientos relativos entre ellas determinan los rasgos topográficos principales del país y la distribución de los terremotos y volcanes.

La prevención y gestión del riesgo ante sismos implica la necesidad de desarrollar distintas líneas de actuación; unas más dirigidas a la previsión y prevención y otras tienen el objetivo de contar con una planificación operativa que posibilite mitigar los daños y actuar coordinadamente en caso de ocurrencia de una situación de emergencia.

El plan de contingencia en la empresa establece la organización y los procedimientos de actuación para enfrentar las emergencias por sismos que afecten a las instalaciones, tratando de adecuar la coordinación de los medios y recursos con que se cuenta para mitigar los posibles daños a los empleados y los bienes de la empresa.

En cualquier empresa, el recurso humano es fundamental para llevar a cabo los objetivos y metas que se persiguen en la implementación de un nuevo proyecto. Por ello es necesario capacitar o adiestrar al personal, desde diferentes puntos de vista, esto con el fin de que alcancen su máximo desarrollo a fin de que desempeñen eficazmente sus funciones diarias.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1. Descripción y antecedentes

Cemix es una empresa fundada en 1978 como respuesta a la necesidad de la industria de la construcción de contar con productos que optimicen sus procesos. Cemix ofrece una amplia gama de materiales que, además de funcionalidad y belleza, representan ahorros considerables en tiempo, material y mano de obra.

En 1995 deciden ampliar sus operaciones y área de cobertura, con lo cual inician operaciones en Guatemala. A partir de eso surge la planta de producción bajo el nombre de Cemix de Centroamérica, S.A., la cual se encarga de cubrir toda la región centroamericana.

Con esto, se inicia el proceso de expansión y comercialización de los productos de Cemix en diferentes países.

En cada lugar donde opera, el objetivo es mantener un contacto cercano con el cliente, capitalizando en conjunto las oportunidades de negocio.

Actualmente, fabrican diferentes tipos de productos. Entre los más importantes se mencionan los siguientes:

- ✓ Adhesivos para pisos y azulejos
- ✓ Boquillas
- ✓ Adebloks

- ✓ Depósitos para agua, conocidos regularmente como tinacos

Se tiene como objetivo principal la innovación ya que se considera que es vital para mantener una eminente posición dentro de la industria de la construcción en toda la región.

1.2. Misión y visión

A fin de establecer la razón de ser de la empresa se presenta lo siguiente:

Misión

Se tiene como misión “Bajar el costo de la construcción con productos novedosos que permitan el ahorro de tiempo y dinero en la etapa post-estructural de la construcción.”¹

Visión

“Crecer arriba del 20% anual promedio, logrando liderazgos regionales, basados en el concepto de un mantenimiento de alta calidad a través del aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles, y un elevado contacto con los clientes internos y externos.”²

1.3. Valores

Para lograr los objetivos establecidos en la misión y visión, procura comprometer e inculcar en los empleados los valores que tiene la empresa:

¹ Cemix de Centro América, S.A.

² Cemix de Centro América, S.A.

- ✓ Distribuidores confían en la empresa, además la consideran como un proveedor serio, que ofrece buen servicio;
- ✓ Usuarios prefieren los productos por su calidad consistente, e identifican las marcas como las de una empresa innovadora;
- ✓ Proveedores y competidores describen al personal como persona ágiles, hábiles para negociar y formales en los tratos;
- ✓ Se cuenta con la mejor gente, se trabaja con espíritu de equipo, hay presión y retos con oportunidad de progresar.

Política de Calidad

“Todo el personal de la empresa está comprometido con la calidad y mejora continua de los sistemas, productos y servicios, cumpliendo así con los requerimientos y expectativas de los clientes internos y externos.”³

1.4. Localización

La planta Cemix de Centroamérica, S.A., se encuentra localizada en el kilómetro 29.3 de la carretera CA-9 Sur, Amatitlán, Guatemala. Ver figura 1.

³ Cemix de Centro América, S.A.

Figura 1. Localización de la empresa



Fuente: *Google maps.*

1.5. Estructura organizacional

Como en cualquier empresa se cuenta con una estructura organizacional definida la cual permite establecer jerarquías, establecer funciones y responsabilidades para que todas las áreas de la empresa sean cubiertas por la persona o personas indicadas para ello. Todo esto contribuye al logro de los objetivos determinados.

Partiendo de esto se establecen cuatro componentes básicos en la organización:

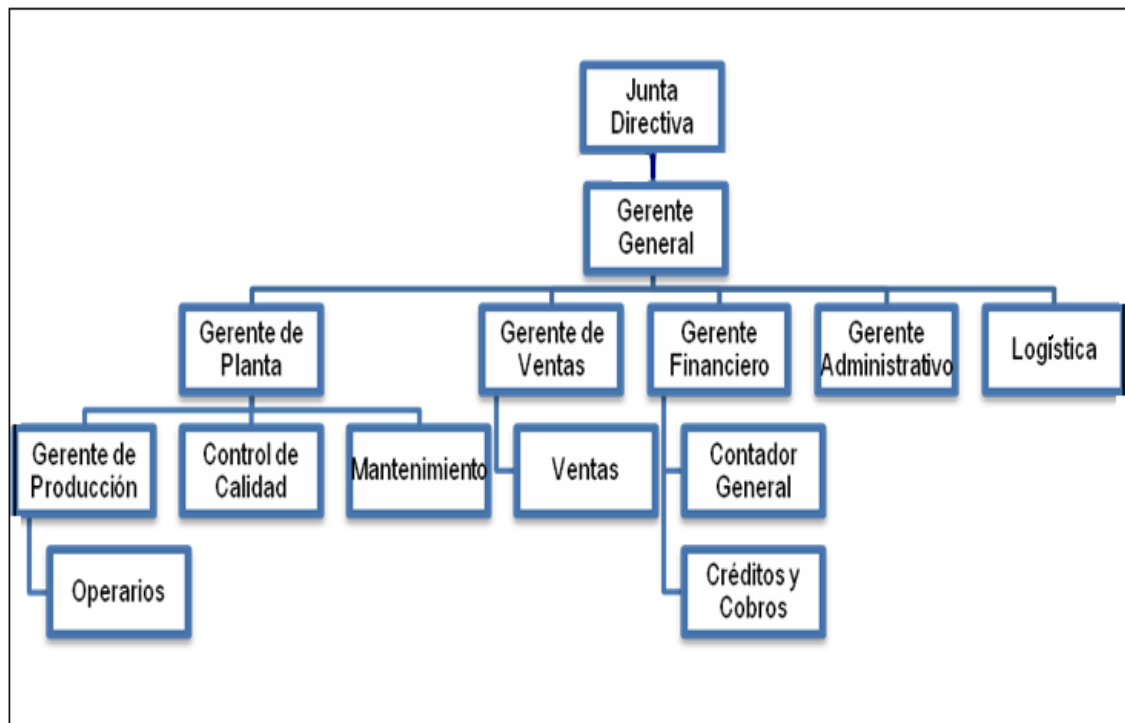
- ✓ El tipo de trabajo
- ✓ Las personas asignadas que ejecutan ese trabajo
- ✓ El ambiente en el cual se ejecuta el trabajo
- ✓ Las relaciones entre personas o unidades organizacionales

La empresa posee una estructura organizacional de tipo funcional, porque la separación del trabajo se basa en los procesos y actividades que se llevan a cabo diariamente. Además identifica claramente las funciones indispensables y asignar responsabilidades para alcanzar los objetivos de la organización.

1.5.1. Organigrama

Un organigrama permite determinar las relaciones de trabajo y jerarquía entre niveles de la empresa. A partir de esta estructura se establece el encargado de cada área, sus funciones y responsabilidades. La figura 2 muestra la estructura interna de la empresa.

Figura 2. Organigrama (Cemix de Centro América, S.A.)



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

Personal

La empresa cuenta, en la actualidad, con veintidós empleados distribuidos en las diferentes áreas de trabajo, como se indica a continuación en la tabla I:

Tabla I. **Distribución de empleados en la empresa**

Distribución de empleados	
No. de empleados	Área de trabajo
6	Área administrativa
10	Área de planta torre
4	Área de rotomoldeo
1	Bodeguero
1	Mantenimiento

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

La empresa cuenta con poco personal debido al tamaño y distribución actual de la planta. La mayor parte corresponde a la bodega de producto terminado, cuyo encargado es el operador del montacargas. A los empleados operativos no se les exige un título de nivel medio, debido al tipo de proceso productivo que se realiza.

1.6. Descripción y características de productos

La mayoría de productos se obtienen de mezclar cemento, gris o blanco, con agregados especiales que les proporcionan características particulares. De esta manera se obtiene un producto para cada necesidad.

1.6.1. Productos

La empresa cuenta con una gran cantidad de productos. La mayoría de ellos se prepara de manera similar, únicamente cambia el porcentaje de agregados de cada uno. Por esta razón, se clasifican en familias para identificarlos plenamente.

1.6.1.1. Adhesivos

Los adhesivos son sustancias capaces de mantener dos materiales unidos por medio de la adhesión de sus superficies. Un adhesivo en polvo está formulado con cemento blanco o gris, agregados inertes seleccionados y aditivos químicos especiales que le confieren al producto excelentes propiedades de adhesión, anti-deslizamiento, trabajabilidad y tiempo abierto. Son recomendados para la instalación de revestimientos de alta, media y baja absorción de agua en muros y pisos en áreas de tráfico intenso.

El tipo de adhesivo elegido depende del sustrato en el que será utilizado. Por esta razón, en la actualidad, existe una gran variedad de adhesivos, con una amplia gama de usos. Pegamix gris, blanco y constructor, son los adhesivos que se identifican como marcas líderes en el mercado. Cada uno es recomendado para diferentes áreas. A continuación se mencionan los productos principales:



CEMIX AMU: es un adhesivo a base de cemento Portland y resinas en polvo, fácil de usar, sólo necesita mezclarse con agua. Está diseñado para obtener alta adherencia en superficies de concreto liso o sustratos difíciles expuestos al tráfico intenso en interiores y exteriores, por su flexibilidad y resistencia.



CEMIX Pegamix Constructor: es un adhesivo de capa delgada a base de cemento Portland, para la instalación de losetas cerámicas de alta y media absorción de humedad.



CEMIX Pegapiso y Mármol: es un adhesivo en polvo a base de cemento Portland, agregados selectos y aditivos químicos especiales. Formulado para la instalación de loseta de mármol o piedra natural sobre superficies de cemento o concreto, aún en áreas que presenten defectos de nivelación de hasta 20mm.



CEMIX PSP: es un adhesivo a base de cemento Portland y resinas en polvo. Provee alta adherencia para instalar todo tipo de losetas cerámicas de alta, media, baja o nula absorción de humedad, así como piedra natural, aún en superficies lisas de concreto o sobre pisos cerámicos existentes.



CEMIX Porcelánico Gris: es un mortero adhesivo a base de cemento Portland y resinas en polvo. Está diseñado para obtener alta adherencia en superficies de concreto liso en lugares que serán expuestos al tráfico intenso en interiores y exteriores.



CEMIX Pisos y Azulejos: es un mortero adhesivo de capa delgada a base de cemento Portland y aditivos químicos especiales, para instalar todo tipo de azulejos y pisos cerámicos o piedra natural de manera rápida y sencilla en superficies horizontales y verticales.

1.6.1.2. Boquillas

El producto denominado boquilla es un compuesto en polvo, formulado a base de cemento, agregados especiales, aditivos químicos y pigmentos. Se usa para rellenar separaciones o boquillas que quedan entre las losas cerámicas al ser instaladas generalmente en pisos. Los productos de este tipo que se producen son: Boquillex Plus y Normal.



Boquilla a base de cemento Portland, aditivos químicos y pigmentos para juntas con ancho igual o menor a 3mm en todo tipo de azulejos y pisos, en interiores y exteriores.



Boquillex normal es una boquilla a base de cemento Portland, aditivos químicos, agregados especiales y pigmentos, diseñada para rellenar juntas o boquillas en todo tipo de azulejos y pisos, en interiores y exteriores.

1.6.1.3. Acabados

El objetivo del proceso de acabado es perfeccionar o retocar una superficie en la rugosidad, brillo, etc. Este procedimiento mejora la duración, resistencia a la intemperie y otros fenómenos de desgaste.

Los acabados Cemix son productos en polvo formulados a base de cemento, agregados selectos, fibras y aditivos químicos que, al mezclarse con el agua, forman una pasta fácil de manejar con la cual se pueden lograr acabados y texturas para exteriores e interiores.

Estos productos se clasifican según los aditivos que utilizan para su preparación, se identifican bajo el nombre de Adeblok.

1.6.1.4. Depósitos de agua

Generalmente se conocen como tinacos y se elaboran mediante el proceso conocido como rotomoldeo, el consiste en cocer polietileno en un molde rotativo. Se producen de diferentes tamaños para ofrecer diversas opciones a los clientes.

Estos depósitos se producen de manera similar, la variación de tamaños indicará la cantidad de material que se utilizará. Aquaplas es la marca comercial de estos productos. El tamaño que más se produce es el de 1 100 litros. Véase la figura 3.

Figura 3. Depósito de agua de 1 100 litros



Fuente: www.cemix.com.

1.7. Materia prima

Dada la diversidad de productos que se elaboran, es necesario contar con materia prima de diferente naturaleza, aunque con características similares. A continuación se define brevemente cada uno de los productos.

✓ **Cemento gris**

Se denomina cemento a un conglomerante hidráulico que, mezclado con agregados pétreos (árido grueso o grava, más árido fino o arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece al reaccionar con el agua, denominado hormigón o concreto.

Su uso está generalizado en construcción e ingeniería civil, su principal función es la de aglutinante. Existe una gran variedad de cementos según la materia prima base y los procesos utilizados para producirlo. Estos se clasifican en procesos de vía seca y procesos de vía húmeda.

El proceso de fabricación del cemento comprende cuatro etapas principales:

- Extracción y molienda de la materia prima;
- Homogeneización de la materia prima;
- Producción del *Clinker*;
- Molienda de cemento.

La materia prima para la elaboración del cemento (caliza, arcilla, arena, mineral de hierro y yeso) se extrae de canteras o minas y, dependiendo de la dureza y ubicación del material, se aplican ciertos sistemas de explotación y equipos. Una vez extraída, la materia prima es reducida a tamaños que puedan ser procesados por los molinos de crudo.

La etapa de homogeneización puede ser por vía húmeda o por vía seca, dependiendo de si se usan corrientes de aire o agua para mezclar los materiales.

En el proceso húmedo la mezcla de materia prima es bombeada a balsas de homogeneización y de allí hasta los hornos donde se produce el *clínker* a temperaturas superiores a los 1 500 °C. Cuando se aplica el proceso seco, la materia prima se homogeniza en patios de materia prima mediante el uso de maquinarias especiales.

En este proceso el control químico es más eficiente y el consumo de energía es menor. Esto se debe a que, como no se elimina agua añadida para mezclar los materiales, los hornos son más cortos y el *clínker* requiere menos tiempo sometido a las altas temperaturas.

El *clínker* obtenido, independientemente del proceso utilizado en la etapa de homogeneización, es luego molido con pequeñas cantidades de yeso para obtener cemento finalmente. El cemento gris tiene un color muy peculiar, gracias al cual también se le conoce como cemento Portland.

El nombre se debe a que, en 1824 el inglés Joseph Aspdin logró desarrollar una excelente cal hidráulica para construcción a la que llamó cemento Portland porque el gris era muy parecido al de las piedras halladas en la localidad de ese nombre, en Inglaterra.

Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clínker.

Cuando el cemento Portland se mezcla con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica.

Si se le agregan materiales particulares al cemento (calcáreo o cal) se obtiene el cemento plástico, que fragua más rápidamente y es más fácilmente trabajable. Este material es usado específicamente para el revestimiento externo de edificios.

El cemento gris forma parte de la familia de los llamados cementos hidráulicos. Se les conoce así, porque fraguan y endurecen una vez combinados con agua o, incluso, estando debajo de ella.

El cemento Portland tiene dos usos principales: la elaboración de mortero (para acabados de mampostería, los llamados afines) y la elaboración de concreto armado, que es la base de, prácticamente, todo tipo de construcciones.

✓ **Cemento blanco**

Este cemento es una variedad que se fabrica a partir de materias primas cuidadosamente seleccionadas de modo que se elimine el hierro u otros materiales que le den color. Sus ingredientes básicos son la piedra caliza, base de todos los cementos, el caolín (una arcilla blanca que contiene mucha alúmina) y yeso.

El cemento Portland blanco se usa en obras de arquitectura que requieren mucha brillantez, o para realizar acabados artísticos de gran lucimiento. También sirve para vaciar esculturas que requieren de una buena dosis de blancura.

Aunque algunos piensan que los cementos blancos son más frágiles que los grises, en realidad tienen las mismas capacidades mecánicas y una elevada resistencia a la compresión.

Este producto puede pigmentarse con facilidad; para obtener el color deseado se puede mezclar con los materiales de construcción convencionales, siempre y cuando estén libres de impurezas.

El cemento es una sustancia particularmente sensible a la acción del agua y de la humedad. Por ello, para salvaguardar sus propiedades, se deben tomar algunas precauciones muy importantes, entre otras: el cemento a granel, inmediatamente después de se reciba en el área de las obras, deberá almacenarse en depósitos secos, diseñados a prueba de agua, adecuadamente ventilados y con instalaciones apropiadas para evitar la absorción de humedad.

✓ Cal

El Hidróxido de calcio, también conocido como cal muerta o apagada, es un hidróxido cáustico con la fórmula Ca(OH)_2 . Es un cristal incoloro o polvo blanco, obtenido al reaccionar óxido de calcio con agua. Puede también precipitarse mezclando una solución de cloruro de calcio con una de hidróxido de sodio.

Si se calienta a 512°C , el hidróxido de calcio se descompone en óxido de calcio y agua. La solución de hidróxido de calcio en agua es una base fuerte que reacciona violentamente con ácidos y ataca varios metales. Se enturbia en presencia de dióxido de carbono por la precipitación de carbonato de calcio.

El óxido de calcio o cal, de fórmula CaO . Esta palabra interviene en el nombre de otras sustancias, como por ejemplo la «cal apagada» o «cal muerta», que es hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 . También se denomina cal viva. Antiguamente, se usaba el término cal en vez de calcio.

Este material utilizado para hacer mortero de cal se obtiene de las rocas calizas calcinadas a una temperatura entre 900 y $1\ 200^\circ\text{C}$, durante días, en un horno rotativo o en un horno tradicional.

En estas condiciones el carbonato es inestable y pierde una molécula de óxido de carbono. El óxido de calcio reacciona violentamente con el agua, haciendo que ésta alcance los 90°C . Se forma, entonces, hidróxido de calcio, también llamado cal apagada, o Ca(OH)_2 .

Por eso, si entra en contacto con seres vivos, deshidrata sus tejidos (ya que estos están formados por agua).

El hidróxido de calcio reacciona otra vez con el óxido de carbono del aire para formar de nuevo carbonato de calcio (cal). En esta reacción la masa se endurece. Por esto, el óxido de calcio forma parte de formulaciones de morteros, especialmente al enlucir paredes de color blanco.

✓ **Feldespatos**

Los feldespatos son grupos de minerales constituyentes, fundamentalmente, de las rocas ígneas aunque pueden encontrarse en cualquier otro tipo de roca. Los feldespatos corresponden a los silicatos de aluminio y de calcio, sodio o potasio, o mezclas de estas bases.

Pueden ser monoclinicos o triclinicos. Son de color blanco, de brillo vítreo o bien de colores muy claros. Su origen es petrográfico, muy abundante y formado a través de la consolidación de los magmas. Son muy alterables y se deterioran a través de un proceso llamado caolinización.

✓ **Carbonato de Calcio**

Se producen a partir de la piedra caliza molida. De acuerdo con el tamaño que presentan se clasifican en grano cero, granza fina, extrafino, etc.

El carbonato de calcio se usa ampliamente en la industria, en su estado puro e impuro. Puede ser obtenido de piedras de cal, mármol, yeso y dolomita o conchas de ostra. La piedra caliza pura se prefiere para uso químico, como material de activación por su alto contenido de calcio.

Se puede producir carbonato de calcio por medio de varios métodos. El carbonato de calcio viene en dos formas, terroso y claro.

El carbonato de calcio terroso es producido por la molienda de piedras calizas en partículas muy finas. El carbonato de calcio claro, por otro lado, es producido por el quemado de piedras calizas a su temperatura de disociación y reconstitución de los componentes por una precipitación controlada. Si ésta precipitación es hecha en la presencia de un agente de revestimiento, pues se produce el carbonato de calcio activado.

Tanto el carbonato de calcio precipitado como el carbonato de calcio revestido, son de mejor calidad que el carbonato de calcio terroso.

El procedimiento para obtener este material es el siguiente:

- La piedra caliza se extrae de una cantera, y luego una banda transportadora la conduce a la planta;
- La piedra caliza es triturada;
- Mediante alimentadores vibratorios, la piedra caliza es transportada al tamiz o zaranda vibratoria;
- El carbonato de calcio seco, ligero o activado, es clasificado de acuerdo con el tamaño que tiene;
- Luego, los productos son enviados a los clientes.

✓ **Polietileno**

El polietileno (PE) es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$. Por su alta producción mundial (aproximadamente 60 millones de toneladas son producidas anualmente en todo el mundo) es también el más barato y es uno de los plásticos más comunes.

Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno, del que deriva su nombre.

En la actualidad, el uso comercial mas conocido es en el rotomoldeo. Este es un proceso joven que utiliza polvo de polietileno como materia prima. El polvo se coloca en un molde y por medio de rotación bi-axial y calentamiento, el polietileno se adhiere a la pared del molde para formar una pieza hueca. Un ejemplo son los tinacos para agua.

1.8. Proveedores

La empresa cuenta con diferentes proveedores, tanto locales como extranjeros. La materia prima que más se utiliza se compra en el ámbito local. Debido a las características de los materiales, existen empresas que proveen varios tipos de materia prima por lo hay pocos proveedores. Para identificarlos se mencionan en la tabla II.

Tabla II. **Proveedores**

Locales	Extranjeros
Cementos Progreso	Polímeros Mexicanos, S.A.
Pulverizadora Las Cruces	Químicos del Norte, S.A.
Pulverizadora La Roca	Impresos Exclusivos, S.A.

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

1.8.1. Nacionales

Se encargan de proveer los diferentes tipos de cementos, la cal y los agregados. Parte de los agregados se procesan en la planta por lo que se compran en su estado natural, conocido como polvo de piedra o carbonato de calcio, proveniente de la cantera sin ningún tipo de proceso. La misma empresa provee los tipos de cemento y la cal. Dos empresas que cuentan con suficiente producto para satisfacer los requerimientos, proveen los agregados.

1.8.2. Internacionales

Entre los materiales que se compran en el exterior, en México principalmente, se encuentran los químicos, los cuales confieren al producto terminado las propiedades requeridas, según especificaciones. También se compra el empaque de los productos los cuales se producen bajo pedido, para el proceso de rotomoldeo se necesita de polietileno, este se compra de dos colores: blanco y negro.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (MEJORA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA)

2.1. Situación actual de la empresa

Para conocer la situación de la empresa en lo relacionado con la compra de materia prima, se analizará brevemente, mediante el uso de herramientas de ingeniería las cuales facilitan la comprensión de la información.

2.1.1. Diagnóstico FODA de la empresa

Esta herramienta permite analizar la situación actual de la empresa y, además, examinar la interacción entre las características particulares de ella y el entorno en el cual compete o se desarrolla.

La información se obtuvo de una investigación de campo y de entrevistas informales con el personal administrativo para que expusieran las dificultades o ventajas relacionadas con la competencia. Además, se describen otros puntos, internos y externos, necesarios para alcanzar los objetivos propuestos en la misión y visión de la empresa.

La tabla III muestra los resultados obtenidos en dicha investigación.

Tabla III. **Análisis FODA de la empresa**

<p style="text-align: center;">FACTORES INTERNOS</p> <p style="text-align: center;">FACTORES EXTERNOS</p>	<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <p>F1. Producto líder en el mercado.</p> <p>F2. Empleados comprometidos con los objetivos de la empresa.</p> <p>F3. Proveedores establecidos.</p> <p>F4. Ambiente laboral agradable.</p> <p>F5. Canales de distribución definidos.</p>	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <p>D1. No cuenta con flota de transporte propia.</p> <p>D2. Mano de obra poco calificada.</p> <p>D3. Decisiones importantes se toman en México.</p> <p>D4. No existe departamento de compras.</p> <p>D5. Parte de la materia prima es importada.</p> <p>D6. Exceso de paros no programados.</p>
<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <p>O1. Existencia de empresas en el mercado nacional que provean materiales que permitan disminuir la compra de materiales importados.</p> <p>O2. Eliminación de aranceles al producto elaborado por la empresa en toda la región centroamericana.</p>	<p style="text-align: center;">Estrategias para MAXIMIZAR las Fortalezas y Oportunidades</p> <p>1. Establecer canales de comunicación con empresas relacionadas al tipo de materiales necesarios a fin de definir oportunidades de negocio. (F1,F3,F5,O1)</p>	<p style="text-align: center;">Estrategias para MINIMIZAR las Debilidades y MAXIMIZAR las Oportunidades</p> <p>1. Establecer un procedimiento fácil y adecuado para realizar la compra de materia prima. (D4,D5,D6,O1)</p> <p>2. Elaborar productos totalmente guatemaltecos. (D3,D5,O1,O2)</p>
<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <p>A1. Competencia disminuya precios.</p> <p>A2. Empresa de servicio de entrega aumente precios.</p> <p>A3. Sector de la construcción se contraiga.</p> <p>A4. Aumento a los aranceles de la materia prima importada.</p> <p>A5. Restricciones de ingreso de productos guatemaltecos en el resto de países centroamericanos.</p>	<p style="text-align: center;">Estrategias para MAXIMIZAR las Fortalezas y MINIMIZAR las Amenazas</p> <p>1. Seguimiento a las relaciones con los clientes y los proveedores a fin de detectar cambios en el comportamiento de las compras. (F3,A1,A3)</p> <p>2. Determinar las ventajas y desventajas de contar con empresas externas para la distribución del producto. (F3,F5,A2,A5)</p>	<p style="text-align: center;">Estrategias para MINIMIZAR las Debilidades y Amenazas</p> <p>1. Contar con flota de transporte propia. (A2,D1)</p> <p>2. Estandarizar procesos y procedimientos de compras. (D4,A4)</p>

Fuente: investigación de campo.

La tabla anterior muestra una serie de estrategias que se pueden establecer para aprovechar la situación actual de la empresa y las condiciones del ambiente en el que se desarrolla. Sin embargo para propósitos de este documento se hará énfasis en la estrategia: “Establecer un procedimiento fácil y adecuado para realizar la compra de materia prima”.

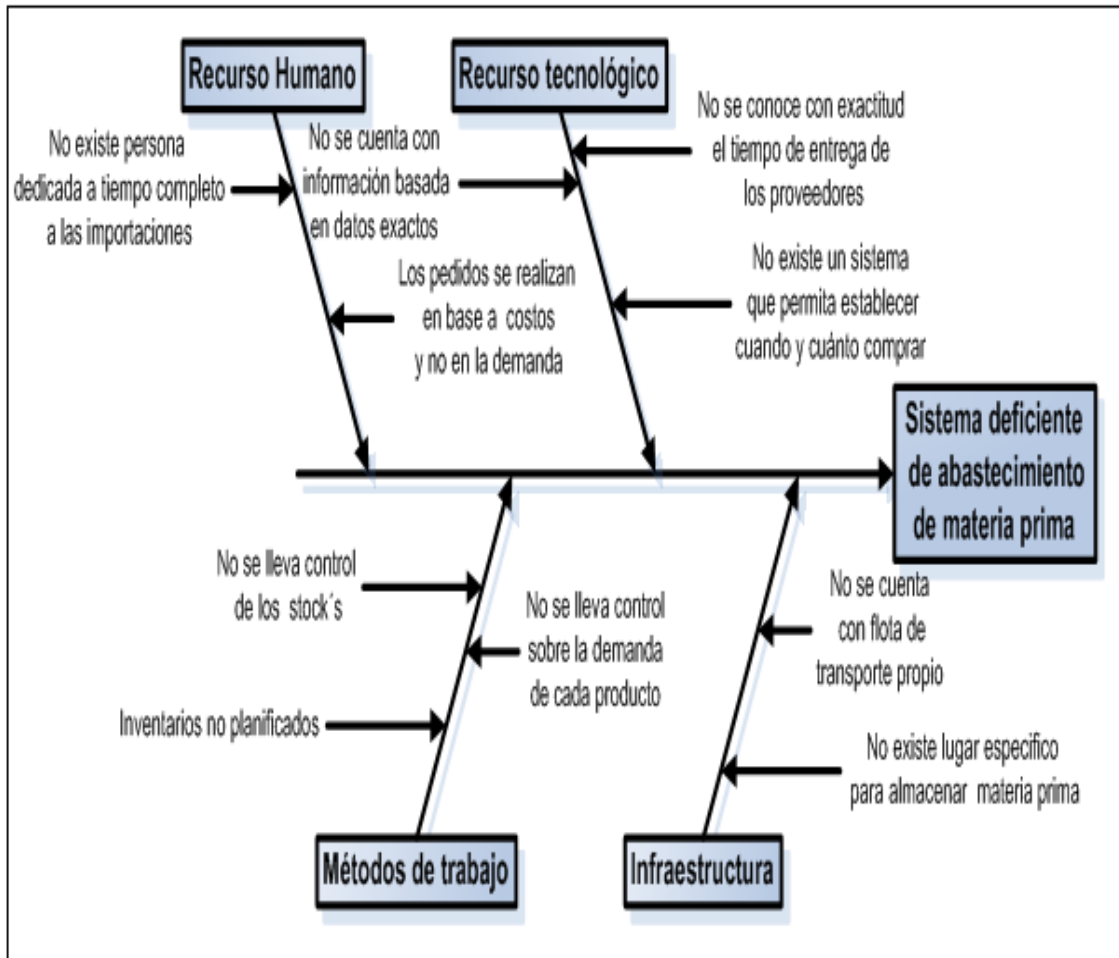
Diagnóstico del sistema de abastecimiento de materia prima

A fin de contar con información específica sobre la situación actual del manejo de la materia prima, es necesario identificar las causas principales para que el sistema no sea el adecuado. A partir de esto se debe realizar un análisis para luego presentar soluciones a los problemas encontrados.

Identificada la estrategia en el análisis FODA, se establecieron las causas principales que ocasionan la deficiencia en el abastecimiento de materia prima. Las causas que contribuyen con este problema se agruparon en cuatro categorías: el recurso humano, el recurso tecnológico, los métodos de trabajo y la infraestructura. Esta agrupación se realizó mediante el método de las cuatro emes es decir, máquinas, mano de obra, métodos y medio (entorno de trabajo). Esta herramienta se usa para explicar el problema, esto es, analizar sus causas para proponer soluciones de corrección.

La información se obtuvo de igual manera que con el diagnóstico FODA. La figura 4 muestra los resultados.

Figura 4. **Diagnóstico del sistema de abastecimiento de materia prima en la empresa Cemix de Centro América, S.A.**



Fuente: investigación de campo.

Partiendo de esta figura se pueden determinar las causas principales y controlables que ocasionan la deficiencia en el abastecimiento de la materia prima. Mediante la información obtenida se establecieron, como causas principales, la falta de personal dedicado a las compras, la falta de un procedimiento estandarizado para realizar dichas compras y la carencia de un lugar definido para el almacenamiento.

Mediante la realización de este documento se pretende solucionar las últimas dos causas encontradas en el análisis.

2.1.2. Descripción de los procesos productivos de la empresa

En la empresa se realizan dos tipos de procesos, la producción de adhesivos en polvo y la producción de depósitos de agua. Debido a que el proceso de producción de polvos es similar para todos los tipos de producto, es posible generalizarlo.

El proceso de rotomoldeo se aplica en la producción de los depósitos de agua, conocidos generalmente como tinacos.

Proceso de producción de polvos

El proceso comienza con la obtención de rocas de las canteras que se encuentran en las montañas o superficies ricas en minerales. Una vez acopiada, la piedra llega a una planta trituradora de donde sale clasificada según el tamaño del grano.

Para elaborar estos productos se requiere de un grano llamado polvo de piedra. Existen empresas particulares que lo transportan en camiones de volteo, en una forma simple y son proveedoras de Cemix. Dependiendo del producto que se producirá, varía la granulometría del grano.

En la cantera de los proveedores se extraen estos materiales y se transportan a la planta de producción, para ser utilizados en el proceso.

El polvo de piedra se deposita en la tolva receptora, luego pasa al área de secado de material. Aquí se cuenta con un horno secador que funciona con gas y cuya temperatura se gradúa, según las pruebas de humedad que se le aplican al polvo de piedra. De esta manera se logra que el polvo de piedra llegue a la siguiente área completamente seco, o con un porcentaje de humedad aceptable (menos de 1,5 %).

El siguiente paso es el tamizado, cuyo objetivo es seleccionar el polvo de piedra de acuerdo con el tamaño de cada grano. Esto se logra mediante el uso de mallas las cuales seleccionan el material y lo depositan en diferentes silos. A partir de este momento, se realiza una operación extra para triturar el grano demasiado grande que no pasa los diferentes tipos de mallas. Estos granos pasan por una tubería la cual llega a un molino y luego, a la banda transportadora donde se realiza el tamizado.

En este momento, el polvo de piedra se encuentra libre de humedad y clasificado, según su tamaño, en los silos contenedores.

También se utilizan otros productos, como cementos y cal, los cuales son depositados en silos independientes, y al igual que el polvo de piedra los proveedores lo transportan hasta la planta.

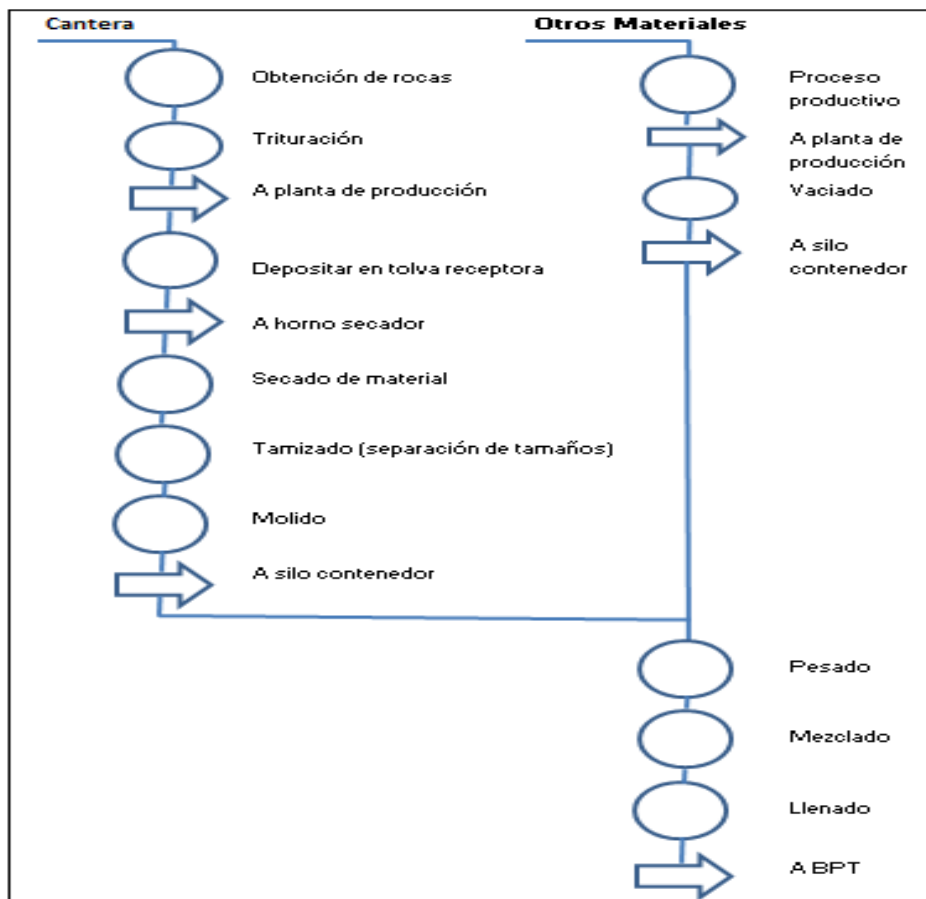
En este punto, se cuenta con toda la materia prima debidamente almacenada y lista para iniciar el proceso de producción.

El proceso principal se realiza en el cuarto de control, donde se programa el tipo de producto que se elaborará y la cantidad de cada tipo de material que conforma el producto. Todo esto se lleva a cabo mediante un sistema computarizado en el cual se forman ciclos hasta completar el *batch* requerido.

Luego, pasa al área de mezclado controlada, también por medio de un sistema computarizado. Allí se terminan de obtener los productos en una mezcla uniforme.

El paso final se lleva a cabo en el área de llenado donde intervienen los operadores quienes llenan las bolsas con el producto terminado. De aquí pasa al área de entarimado para ser llevado a la bodega de producto terminado, listo para ser despachado. Para ejemplificar mejor el proceso se presenta el siguiente diagrama.

Figura 5. **Diagrama de proceso productivo**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

Tiempos utilizados en los procesos de producción

Dado que se cuenta con la planta torre, el proceso es, en su mayor parte automático. Consiste en carga, mezclado y llenado. Sin embargo, el proceso de llenado es el que representa mayor atraso.

Para analizar los procesos y determinar la eficiencia en las operaciones, se realizó un estudio para establecer el tiempo necesario para cada operación. Se utilizó el método continuo para obtener el tiempo cronometrado, es decir, se analizó la operación completa de inicio a fin. No se determinó el tiempo estándar de la operación sino, únicamente el tiempo actual que se requiere para realizar cada tipo de producto.

A partir de estos datos es posible obtener el tiempo estándar y realizar mejoras en las operaciones que presentan mayor lentitud. Los tiempos determinados para las distintas familias de productos se muestran a continuación.

Para los adhesivos

Tabla IV. **Tiempos de producción para los adhesivos**

	Actividad	Tiempo (segundos)	Tiempo (minutos)
Pesaje	Llenado Cemento	46	03:57,8
	Espera	7,8	
	Agregado	75	
	Espera	11	
	Concentrado	28	
	Agregado	70	
	Carga total	237,8	
	Descarga	144	
Mezclado	Carga	144	05:38,0
	Mezclado	150	
	Descarga	44	
Llenado	Carga	44	07:20,6
	Envasado	440,6	
		Total	16:56,4

Fuente: investigación de campo.

Para producir una carga de adhesivos se requieren 00 h 16 min 56 s es decir, se producen aproximadamente cuatro cargas por hora. Debido a que la mayor parte del proceso es automático, es necesario mejorar la velocidad al cargar y mezclar, para aprovechar las ventajas con que se cuenta. De esta manera, se reducirán los tiempos de operación, los cuales son elevados.

Para las boquillas

Tabla V. **Tiempos de producción para las boquillas**

	Actividad	Tiempo (segundos)	Tiempo (minutos)
Pesaje	Llenado Cemento	36	03:33,8
	Espera	7,8	
	Agregado	85	
	Espera	7	
	Concentrado	18	
	Agregado	60	
	Carga total	213,8	
	Descarga	84	
Mezclado	Carga	84	04:38,0
	Mezclado	160	
	Descarga	34	
Llenado	Carga	34	06:30,8
	Envasado	390.8	
		Total	14:42,6

Fuente: investigación de campo.

Para producir una carga de boquillas se requieren 00 h 14 min 42 s es decir, se producen, aproximadamente, cuatro cargas por hora, porque este producto se empaqueta en unidades de 10 kg. Se observa que la diferencia con los adhesivos, que se empaquetan en bolsas de 20 kg, no es significativa por lo que se establece que este proceso es demasiado lento, debido a causas atribuidas al llenado.

En la producción de tinacos el proceso es principalmente manual, y consta de diferentes ciclos. Se debe mencionar que se producen dos tinacos en cada ciclo.

Tabla VI. **Tiempos de producción para los tinacos**

	Actividad	Tiempo (minutos)
1 100 litros	Calentamiento de molde	11,25
	Polietileno negro	1,02
	Cocimiento	14,28
	Polietileno blanco	1,01
	Cocimiento	19,58
	Enfriamiento	21,39
	Descarga de tinaco	6,25
	Total	74,78

Fuente: investigación de campo.

Según este dato, se requiere de una hora y quince minutos para producir dos tinacos, es decir que en una jornada de trabajo (ocho horas) se producen 12 tinacos. El resto del tiempo se ocupa en la limpieza de la maquinaria y el lugar de trabajo.

Tabla VII. **Tiempos de producción para los acabados**

	Actividad	Tiempo (segundos)	Tiempo (minutos)		
Pesaje	Cemento	45	06:00,8		
	Espera	7,8			
	Agregado	85			
	Espera	7			
	Agregado	78			
	Espera	8			
	Concentrado	10			
	Cal	40			
	Agregado	80			
	Carga total	360,8			
	Descarga	94			
	Mezclado	Carga		94	04:28,0
		Mezclado		120	
Descarga		54			
Llenado	Envasado	425,9	07:05,9		
	Total		17:34,7		

Fuente: investigación de campo.

Para producir una carga de acabados se requieren 00 h 17 min 34 s es decir, se producen aproximadamente tres cargas y media por hora. Este producto se empaqueta en bolsas de 40 kg y, a pesar de eso, la diferencia en la producción con los otros productos no es significativa. Sin embargo para determinar si las causas son atribuibles a los operadores o causas de otro tipo es necesario realizar un estudio de tiempos a profundidad en cada una de las operaciones involucradas.

Proceso de rotomoldeo

El rotomoldeo consiste en cargar un molde hueco, con material plástico en forma de polvo o líquido. El producto es formado en el interior de un molde que gira biaxialmente dentro de una cámara caliente.

El rotomoldeo ha sido utilizado tradicionalmente para moldear objetos largos y simples, tales como tinacos, tanques para la agricultura, juguetes, etc. Sin embargo, la variedad de formas que pueden moldearse por este proceso son ilimitadas.

El rotomoldeo es una técnica de transformación de plástico con un proceso de cuatro etapas que comprende: calentamiento inicial de molde, carga de polietileno, enfriamiento de molde y descarga del producto terminado.

El material plástico, en contacto con las paredes del molde, va aumentando su temperatura hasta que se funde y se pega a las paredes del mismo. En este momento se procede a su enfriado y posterior des-moldeo de la pieza.

En una forma simple el moldeo rotacional o rotomoldeo es el proceso de transformación primario empleado para producir cuerpos huecos, en el que en un molde se agrega polietileno. Este se distribuye y adhiere en toda la superficie interna, posteriormente el molde se enfría para permitir la extracción de la pieza terminada.

2.1.3. Descripción de departamentos de la planta

Como se describió anteriormente, se realizan dos procesos. Por esta razón, la planta de producción se encuentra dividida en dos partes: el área de planta torre y el área de rotomoldeo. Si bien existe puerta que divide estas áreas la misma se encuentra abierta durante toda la jornada de trabajo.

2.1.3.1. Área de planta torre

Se denomina planta torre o central torre, al lugar donde el almacenamiento de los polvos está en la parte más alta y todo el proceso, tanto de pesado como de mezclado y descarga de los productos en polvo se realiza por gravedad.

La planta torre es una serie de equipos cuya finalidad es la de obtener en una primera fase la dosificación, lo más exacta posible, de los distintos materiales que componen los productos en polvo (adhesivos, boquillas y acabados).

Comprende también una fase de revoltura, en la que se pretende obtener la mezcla íntima de todos los componentes, de forma que se pueda lograr una mezcla homogénea.

Condiciones actuales

En este departamento de la planta se procesan los productos en polvo, adhesivos, boquillas y acabados. Este proceso, en su mayor parte, es automático. Los silos donde se almacena la materia prima local no presentan la identificación del tipo de producto que guardan. Esto ha generado problemas con algunos proveedores porque no pueden descargar tan pronto como llegan, sino deben esperar a un operador de la empresa que les indique el lugar correcto. Esto implica que este operario detenga sus labores y el proceso de producción.

Además, no se cuenta con un programa establecido de mantenimiento lo cual ocasiona paros frecuentes debido a la falla de una parte de la maquinaria.

El ambiente de trabajo se contamina por la cantidad de polvo que se encuentra en ésta área. Además, durante el proceso de llenado, el ruido alcanza los 95 decibeles (esto se determinó con la ayuda de un sonómetro). Los efectos negativos a los que se exponen los operarios se detallan en la fase de investigación, en el apartado condiciones actuales de seguridad e higiene industrial.

La materia prima carece de un espacio determinado e identificado para cada tipo. Si bien se ha tratado de mantener estos materiales cerca del proceso productivo, esto no se ha logrado totalmente, debido a que no se cuenta con datos exactos sobre la cantidad de cada materia prima.

Figura 6. **Área de planta torre**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.3.2. **Área de rotomoldeo**

En esta área se producen los depósitos de agua (tinacos) de diferentes tamaños, mediante un proceso denominado rotomoldeo. Consta de varias estaciones de trabajo en las cuales se trabaja con los diferentes tamaños que se encuentran disponibles para la venta.

Tabla VIII. **Tamaño y capacidad de tinacos disponibles**

Tamaño	Capacidad (Litros)
Pequeño	450
Mediano	750
Mediano	1 100
Grande	5 000

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

Condiciones actuales

Mediante inspección visual y entrevistas informales con los operadores se pudo determinar que en esta parte se almacena la materia prima necesaria para el rotomoldeo y parte de la que se utiliza en planta torre, además de los accesorios que incluye cada tinaco terminado. Sin embargo, el espacio que ocupa cada uno de ellos no está determinado sino solamente se va acumulando, según la cantidad que ingresa.

El ambiente de trabajo es pesado porque el proceso requiere que circule la menor cantidad de aire para optimizar el proceso de cocimiento de los tinacos, esto ocasiona que la temperatura en esta área sea bastante elevada.

El proceso de producción no siempre es continuo, porque los empleados que lo elaboran deben colaborar con el operador del montacargas, cuando se debe cargar un contenedor con tinacos. Esto impide que la meta de producción diaria se alcance. La figura 7 muestra el molde en que se produce el tinaco grande.

Figura 7. **Área de rotomoldeo**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.4. Sistema de abastecimiento de materia prima

Debido al tipo de materiales que se utilizan en el proceso, y a la cantidad que se produce por día, hay materiales que se utilizan casi agotan su existencia, por día de producción. También hay materia prima innecesaria en ciertos productos. Todo esto se toma en cuenta al realizar los pedidos por medio de teléfono o por correo electrónico, ya que las empresas cuentan con órdenes de envío que se llenan según el tipo de producto que se requiera.

Se realizan inventarios cada inicio de mes. Ese día, no hay producción porque todo el personal se encarga del conteo físico. El área administrativa también se encuentra pendiente de los datos que se toman en este conteo porque los compara con los datos que se encuentran en el sistema.

Después del conteo se decide si se compran los químicos y el polietileno. Sin embargo, no se cuenta con datos de producción que permitan comprar lo óptimo sino lo que se cree necesario para cumplir con el mes que inicia.

Como se explicó anteriormente, el proceso utilizado actualmente no es exacto y no brinda la seguridad sobre si las cantidades que se compran son las que realmente se necesitan.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el ordenamiento que se tiene en la bodega, ya que el tiempo ordinario que se utiliza para levantar los datos de los inventarios es insuficiente, lo que obliga a la utilización de horas extras a fin de realizar un segundo conteo.

Cuando se realizan pedidos de materia prima importada, se corre el riesgo de comprar cantidades insuficientes.

Esta situación, muy frecuente, ha originado que en ciertas ocasiones no se puedan surtir los pedidos de los clientes porque no se cuenta con producto. Cuando el pedido es urgente y debe despacharse se ha utilizado un químico diferente, lo cual ocasiona que el costo se eleve, sin embargo no se le puede cargar este costo al cliente.

Para mostrar la situación actual, se realizó un recuento de los paros no programados durante el mes de marzo, aunque este problema surge en cualquier mes, los datos obtenidos se muestran en la tabla IX.

Tabla IX. **Tiempo perdido a causa de paros no programados**

Paros no programados				
Mes	Fecha	Tiempo (minutos)	Causa	Observaciones
Marzo	5	25	No se encontraba concentrado	
Marzo	5	30	Cambio de producto	Faltan 5 bolsas para completar pedido
Marzo	6	15	Empaque no sirve	
Marzo	8	30	Acumulación de tarimas	No había espacio para colocarlas
Marzo	10	32	Cambio de producto	No hay concentrado
Marzo	15	56	Marcar bolsas de empaque	Se acabaron bolsas de adhesivo
Marzo	19	27	Cambio de producto	No hay concentrado
Marzo	21	87	Esperando concentrado	El transportista se retrasó
Marzo	26	27	No se encontraba concentrado	
Total		329		

Fuente: investigación de campo.

Como se observa en la tabla anterior, el problema más recurrente se relaciona con los concentrados y se pierde aproximadamente 6 horas por este motivo.

Los resultados de estos paros y otros relacionados con los cambios de los programas de producción es el incumplimiento. Para solucionar el problema, trabajan horas extras o los días domingo. El costo se muestra en la tabla X.

Tabla X. **Costo ocasionado por el exceso de horas extras**

Año	Mes	Horas extras		Costo hora extra (Q)		
		Normales	Dobles	Normal	Doble	Total (Q)
2008	Noviembre	275	160	17,00	25,50	8 755,00
2008	Diciembre	290	152	17,00	25,50	8 806,00
2009	Enero	345	160	17,50	26,25	10 237,50
2009	Febrero	220	135	17,50	26,25	7 393,75
2009	Marzo	365	152	17,50	26,25	10 377,50
Promedio						Q 9 113,95

Fuente: costo de mano de obra.

Al mes se paga en promedio por concepto de horas extras Q 9 113,95. A continuación se presenta un análisis individual de cada uno de los materiales que se utilizan, locales e importados, para explicar brevemente los beneficios y bs débiles que se detectaron.

2.1.4.1. Local

El abastecimiento de estos materiales no presenta problemas, ya que los proveedores tienen capacidad suficiente para satisfacer los pedidos. Otra ventaja es que como desde hace varios años se ha comprado la materia prima con estos proveedores, los pedidos llegan a la planta de producción al día siguiente de haberlos solicitado. Como resultado, estos materiales están disponibles siempre que se les necesita y el costo de envío está incluido en el precio.

Para su almacenamiento se cuenta con silos ubicados en la parte alta del área de planta torre, los cuales tienen la siguiente capacidad:

Tabla XI. **Capacidad de silos**

Identificación	Materia prima	Capacidad (toneladas)
Silo 1	Cemento gris	38
Silo 2	Cemento blanco	30
Silo 3	Cal	30
Silo 4	Agregado A	38
Silo 5	Agregado B	38
Silo 6	Agregado C	38
Silo 7	Agregado D	38

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.4.1.1. Cementos

Los tipos de cemento gris y cemento blanco, los provee la misma empresa. Los distribuyen en pipas con capacidad entre 22 toneladas y 26 toneladas. La cantidad que se compra varía de cuatro a siete pipas a la semana y los pedidos se realizan al finalizar la jornada de trabajo porque se descuenta la cantidad utilizada al inventario inicial del día.

Como se mencionó, estos materiales no generan problemas porque poseen la capacidad suficiente para atender la demanda. Para ejemplificarlo se presenta la tabla con la información de la entrega de los pedidos. Esta se realiza al día siguiente de solicitar el producto. En el pedido se especifica la hora de entrega, por lo que se comprueba que su nivel de eficiencia en la entrega es de 90%, como se observa en la tabla XII.

Tabla XII. **Entrega de pedidos de cemento**

Cumplimiento en la entrega de pedidos de cemento			
Fecha	Hora de pedido	Hora de llegada	% Cumplimiento
15/05/2009	14:00	14:25	90%
17/05/2009	10:00	10:35	85%
18/05/2009	15:00	15:15	95%
23/05/2009	11:00	11:30	90%
24/05/2009	15:00	16:00	80%
26/05/2009	7:00	6:55	100%
Cumplimiento promedio			90%

Fuente: investigación de campo.

2.1.4.1.2. Cal

La empresa que provee la cal es una división de la empresa proveedora de cemento. Los pedidos se realizan con el mismo sistema que el cemento, aunque a las pipas que transportan la cal tienen una capacidad entre 15 000 kilogramos y 20 000 kilogramos. Debido a que no todos los productos llevan cal, los pedidos de este material no son muy frecuentes.

2.1.4.1.3. Carbonato de calcio

La empresa que lo suministra, cuenta con un sistema que clasifica los agregados de acuerdo con su tamaño. Esto se comprobó mediante una visita a las instalaciones. Los pedidos se realizan el día anterior al que se utilizará.

Esta empresa ofrece una ventaja ya que, cuando tienen bajos los inventarios de un tamiz (tamaño de grano), avisan por correo electrónico o telefónico para evitar el desabastecimiento del cliente.

2.1.4.1.4. Polvo de piedra

Este producto no está procesado, por lo cual no genera problema la entrega de los pedidos. Este material es transportado en camiones de volteo con capacidad de 20 toneladas. Los pedidos se realizan el día anterior a la entrega, sin embargo cuentan con capacidad para entregar el producto el día en que se solicita.

2.1.4.1.5. Feldespato

Este producto, al igual que la cal no se consume al mismo ritmo que el cemento por lo que, los pedidos no son muy frecuentes. Se entrega un día después de haberlo solicitado.

2.1.4.2. Importaciones

Los químicos que se utilizan solo se producen en México, por lo cual no existe otra opción de compra. El plazo de entrega de los pedidos oscila entre un mes y mes y medio.

Se compra por toneladas y se trata de adquirir contenedores completos, mayores a veinte toneladas para que el costo unitario no sea muy elevado. El costo de estos materiales incluye el flete y los gastos aduanales.

2.1.4.2.1. Concentrados

Bajo este nombre se realizan los pedidos de químicos que se utilizan en los productos.

Existen diferentes clases lo cual implica que se realizan pedidos de varios tipos y en cantidades diferentes de cada uno. Esto ha provocado, en varias oportunidades, que haya desabastecimiento de un concentrado y exceso en otros.

2.1.4.2.2. Polietileno

Al igual que los concentrados, se compra por toneladas y existen de dos colores polietileno blanco y polietileno negro. El plazo de entrega también oscila entre un mes y mes y medio después de realizado el pedido. Los pedidos se hacen cada dos meses o cuando se considera que la cantidad es insuficiente para cumplir con los pedidos. La entrega es efectiva, cuando el producto llega a la planta de producción.

2.1.4.2.3. Empaque

Se refiere a las bolsas de papel en las que se empaca el producto. Están diseñadas especialmente para contener este tipo de producto. El diseño es similar al de las bolsas que contienen cemento. Estas bolsas no se compran con frecuencia porque se adquieren por tarimas y cada una de ellas consta de 5 000 unidades. Para mantener los costos en los niveles más bajos se compran cada cuatro meses. El empaque y sus características se muestran en la siguiente figura.

Figura 8. **Tarimas con bolsas de empaque**

	<p>FICHA TÉCNICA DE LAS BOLSAS DE EMPAQUE</p> <p>ADHESIVOS</p> <p>CAPACIDAD 22 Kilogramos MEDIDAS (25 X 10 X 20) centímetros MATERIAL DE FABRICACIÓN papel-PET-papel</p>
	<p>BOQUILLAS</p> <p>CAPACIDAD 10 Kilogramos MEDIDAS (20 X 10 X 15) centímetros MATERIAL DE FABRICACIÓN papel-PET-papel</p>
	<p>ACABADOS</p> <p>CAPACIDAD 40 Kilogramos MEDIDAS (30 X 10 X 25) centímetros MATERIAL DE FABRICACIÓN papel-PET-papel</p> <p>El PET es un polímero que pertenece al grupo de materiales sintéticos denominados poliésteres. Posee varias propiedades entre las cuales se mencionan:</p> <ul style="list-style-type: none"> Buena resistencia química y térmica, Muy buena barrera contra la humedad, <p>las cuales lo hacen el material ideal para utilizarlo en este tipo de bolsas para empaque.</p>

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.4.2.4. **Accesorios para depósitos de agua**

Generalmente, se compran junto con el polietileno. Los pedidos se realizan en unidades, tres veces por año, y el espacio que ocupan en el contenedor no corresponde con su peso.

2.1.5. Demanda de los productos

Para determinar la cantidad de materia prima que se consume, se debe conocer con exactitud, o lo mas exacto posible, la demanda de producto terminado. Para facilitar la comprensión de estos datos se realizará una separación de la demanda de producto terminado y los materiales que se utilizan para la fabricación de estos.

2.1.5.1. Independiente

Bajo este término se hará énfasis en la demanda de producto terminado. Es decir, las ventas que se realizan de cada producto por mes. Debido a que no se cuenta con datos anteriores, la demanda inicial corresponde a la demanda del mes de abril del año 2008. Como se mencionó anteriormente los productos se dividen en familias, cada uno de estos productos requiere de formulas similares para su preparación. Para mayores detalles véase la tabla XIII.

Tabla XIII. **Identificación de los productos por familia y tipo.**

Adhesivos				Boquillex			Acabados		
A	B	C	D	PLUS	BX1	BX2	ADE	RE	EMP

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.5.2. Dependiente

Este nombre se referirá a la materia prima. Esta depende completamente de las ventas de producto terminado que se realizan.

La proporción de materiales que se utilizan para los productos dependerá del tipo de familia que se esté produciendo. Sin embargo, la mayor cantidad que se utiliza corresponde a los agregados.

La composición de los productos se muestra en la Tabla XIV. Esta información será útil para determinar la cantidad necesaria para cumplir con la demanda futura.

Tabla XIV. **Composición de los productos**

Materiales	Identificación	Porcentaje
Cemento gris	CG	20.27%
Cemento blanco	CB	5.65%
Cal	CAL	0.77%
Agregado A	AG A	28.74%
Agregado B	AG B	23.03%
Agregado C	AG C	10.21%
Agregado D	AG D	8.75%
Quimico 1	Q1	0.73%
Quimico 2	Q2	0.64%
Quimico 3	Q3	0.58%
Quimico 4	Q4	0.40%
Quimico 5	Q5	0.08%
Quimico 6	Q6	0.15%
		100%

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.6. Ubicación en bodega

La empresa se divide en dos partes, el área de planta torre y el área de rotomoldeo. En la planta torre se encuentra el producto terminado, la materia prima y las oficinas. En el área de rotomoldeo se encuentran las estaciones de trabajo, el polietileno y parte de materia prima que se utiliza en planta torre.

2.1.6.1. Materia prima

Se encuentra almacenada en *racks* (ver tabla XV). El problema actual es que no se encuentra identificada y el espacio disponible es insuficiente.

Eso ocasiona que se encuentre almacenada en varias partes de la bodega. La ubicación actual de la materia prima se muestra en la figura 9.

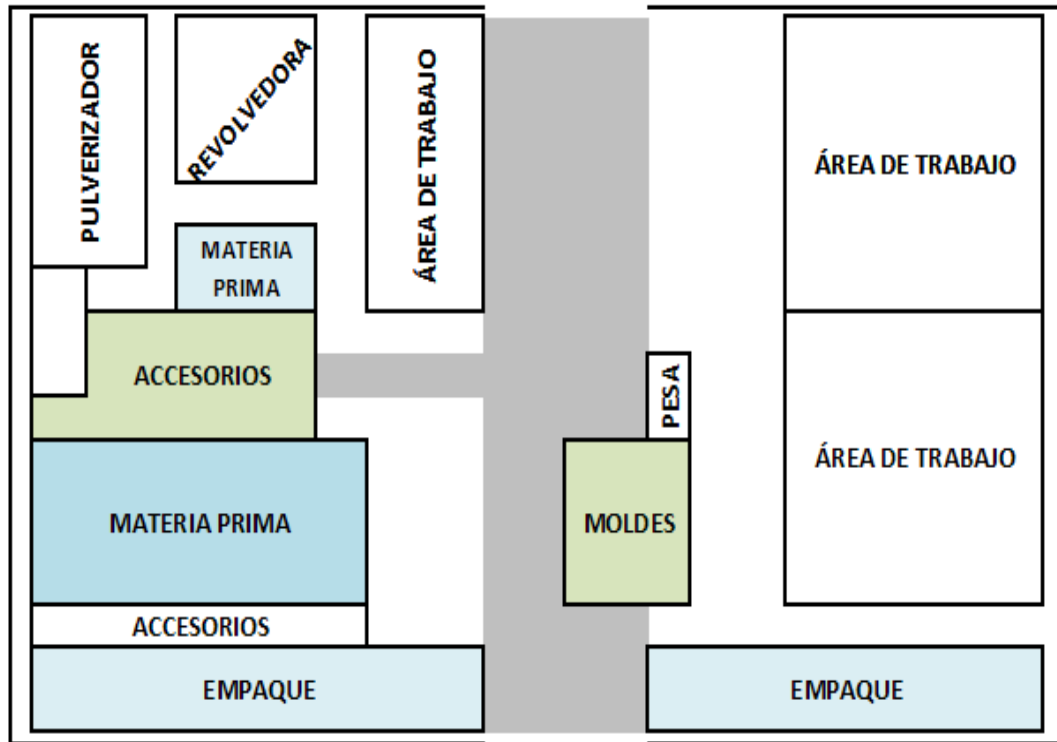
Tabla XV. **Ficha técnica (actual de la bodega)**

Ficha técnica de la bodega			
Zona de tarimas			
Longitud:	30 m		
Ancho:	25 m		
Altura:	8 m		
Unidad de carga:	tarima		
Medida:	(1.2 x 1.0 x 0.1) m		
Estiba:	3 tarimas		
Capacidad:	1152 tarimas		

Racks			
Tipo:	Convencional	Tipo:	Convencional
Altura:	6 m	Altura:	6 m
Longitud:	12.5 m	Longitud:	8 m
Ancho:	1.25 m	Ancho:	1.25 m
Capacidad:	40 tarimas	Capacidad:	32 tarimas
Nº de rack´s:	1	Nº de rack´s:	4

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

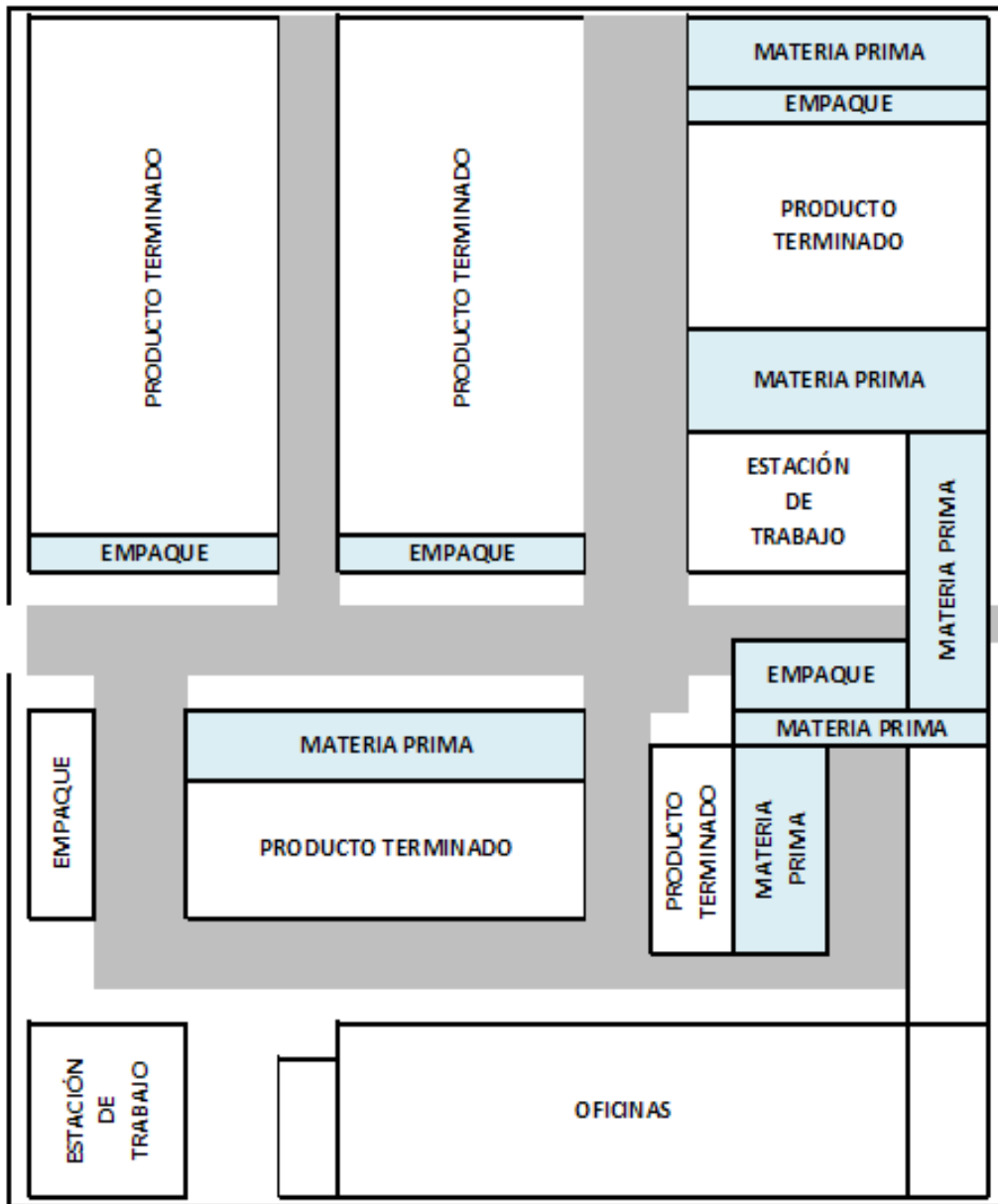
Figura 9. Ubicación de materia prima en área de rotomoldeo



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

La ubicación de la materia prima en el área de planta torre se muestra en la figura 10.

Figura 10. Ubicación de la materia prima en área de planta torre



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.6.2. Producto terminado

Debido a la diversidad de productos que se fabrican; se dificulta contar con un área específica para cada uno de ellos.

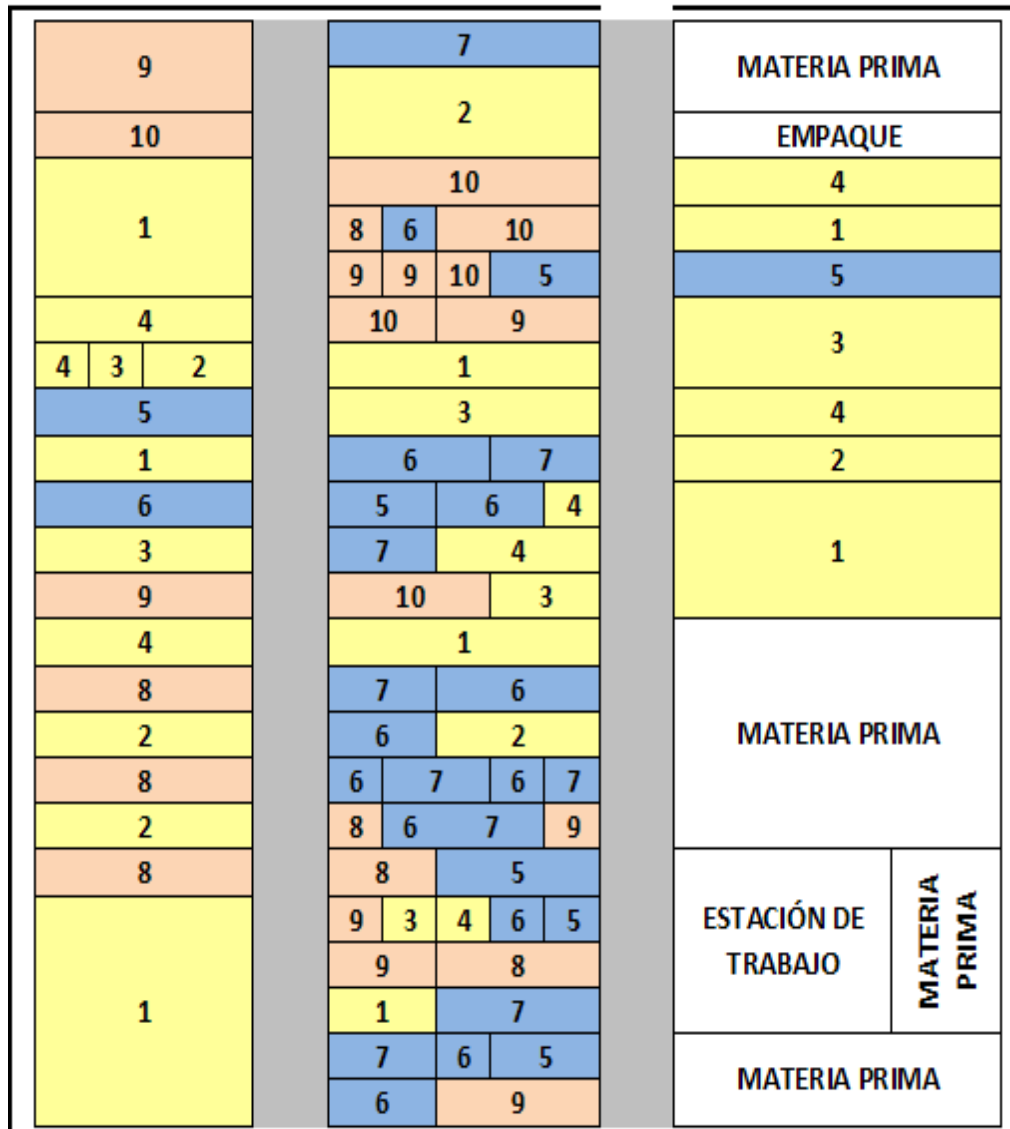
La figura 11 muestra parte de los materiales que se encuentran sin un lugar fijo, en este caso frente al área de oficinas. La distribución actual del producto terminado, se muestra en la figura 12.

Figura 11. **Producto terminado en área de oficinas**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

Figura 12. Distribución actual del producto terminado



FAMILIA	TIPO	IDENTIFICACIÓN
ADHESIVOS	A	1
	B	2
	C	3
	D	4
BOQUILLAS	PLUS	5
	BX1	6
	BX2	7
ACABADOS	ADE	8
	RE	9
	EMP	10

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.7. Costos asociados

En una empresa, es difícil establecer los precios de ingresos o los costos de operación. Para ello es necesario investigar a fondo para determinar los rubros que ocasionan mayores costos y cuales podrían mejorarse. Se hará énfasis en el costo de producción debido a que la compra y el abastecimiento de la materia prima están directamente relacionados con este costo.

2.1.7.1. Costo de producción

Generalmente, en la empresa se tiene que procesar la materia prima y transformarla en nuevos productos. En este caso, se adquiere materia prima de diferentes proveedores y el producto final es una mezcla de ellos, es decir, que la empresa no vende el producto idéntico a como lo adquiere. El costo de producción incluye el valor de los materiales y los gastos en que se incurre al realizar el proceso de transformación.

En la tabla XVI se presenta el costo de producción de los adhesivos tipo A, debido a que estos son los que presentan mayor demanda.

Tabla XVI. Costo de producción de los adhesivos tipo A

Cemix de Centro América S,A, Costo de producción Adhesivos tipo A		
Movimiento de materia prima		
Costo de materia prima	Q, 2 089 254,82	
Mano de obra directa	Q, 21 980,12	
Costo Primo		Q 2 111 234,94
Gastos de fabricación		
Gasto Ind, de fabricación	Q, 3 000,00	
Mano de obra indirecta	Q, 70 480,12	
Cuotas patronales	Q, 8 929,83	
Gastos indirectos		Q 82 409,95
<i>Tipo de cambio \$1 = Q7,98</i>		Q 2 193 644,89

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

El costo unitario de fabricación se obtiene dividiendo el costo de producción entre la cantidad de bolsas producidas. El resultado es el siguiente: el costo unitario de fabricación de una bolsa de adhesivo tipo A es de Q 28,58.

2.1.7.2. Materiales directos

Son insumos o materiales que se pueden mezclar y/o transformar. Entre ellos se mencionan los diferentes tipos de cemento, cal y otros productos en polvo, así como el polietileno.

En el caso de los adhesivos tipo A se utiliza cemento gris, concentrado, los agregados y la bolsa de empaque. El resumen de estos datos se muestra en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Costo de materiales directos**

Cemix de Centro América S,A, Materiales directos Adhesivos tipo A	
Cemento gris	Q, 536 933,43
Concentrados	Q, 1 131 523,07
Agregado A	Q, 184 190,40
Agregado B	Q, 141 826,61
Empaque (Saco papel)	Q, 189 562,62
Costo de materiales directos	Q, 2 089 254,82

Tipo de cambio (\$1 = Q7,98)

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.7.3. **Mano de obra directa**

Es el sueldo que se les paga a los trabajadores que participan en el proceso de transformación de la materia prima. Se toma como base el salario de los encargados y el de los operarios.

Se les paga un bono de producción por completar el programa de producción diario. Actualmente, ninguno de turnos no completa los programas, por lo que únicamente se les paga una proporción de este bono. También se les paga un bono por mantener limpia el área de producción.

La tabla XVIII muestra el resumen de lo que actualmente representa este costo.

Tabla XVIII. **Costo de mano de obra directa (Q)**

Puesto	Costo hora normal	Sueldo ordinario	Horas extras	Costo hora extra	Sueldo extra	Bono		Salario total
						Producción	Limpieza	
encargado 1	16,67	2 000,00	38	25,00	950,00	400,00	75,00	3 425,00
encargado 2	16,67	2 000,00	24	25,01	600,12	325,00	75,00	3 000,12
operario 1	8,75	1 100,00	38	13,13	498,75	400,00	75,00	2 073,75
operario 2	8,75	1 100,00	38	13,13	498,75	400,00	75,00	2 073,75
operario 3	8,75	1 100,00	38	13,13	498,75	400,00	75,00	2 073,75
operario 4	8,75	1 100,00	38	13,13	498,75	400,00	75,00	2 073,75
operario 5	8,75	1 100,00	24	13,13	315,00	325,00	75,00	1 815,00
operario 6	8,75	1 100,00	24	13,13	315,00	325,00	75,00	1 815,00
operario 7	8,75	1 100,00	24	13,13	315,00	325,00	75,00	1 815,00
operario 8	8,75	1 100,00	24	13,13	315,00	325,00	75,00	1 815,00

Total MOD 21 980,12

Tipo de cambio (\$1 = Q7,98)

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

El costo de la mano de obra directa (MOD) asciende a Q. 21 980,12.

2.1.7.4. Costos indirectos

Son todos los gastos necesarios para el área de producción, como la energía eléctrica, los gastos de mantenimiento y otros insumos. Estos costos, si bien no corresponden al proceso, son necesarios para cumplir con los programas de producción.

En términos contables, se puede decir que un costo indirecto, es todo aquel gasto de tipo general no incluido en el costo directo, pero que interviene para que el trabajo o concepto sea ejecutado de manera correcta, y que se debe distribuir en proporción en el precio unitario.

Este tipo de costo, se encuentra tanto en la planta de producción como en el personal administrativo. Actualmente, estos costos representan el 28% del costo directo.

Entre estos gastos se encuentran el personal de oficina, materiales y equipo de oficina (hojas, tintas de impresora, lapiceros, etc.), equipo de oficina (computadoras impresoras, fax, muebles, etc.), servicios (agua embotellada, agua potable, luz, internet, teléfono, etc.)

La tabla XIX muestra el resumen de los costos indirectos.

Tabla XIX. **Costos indirectos**

Cemix de Centro América S,A,		
Mano de obra indirecta	Q,	70 480,12
Cuotas patronales	Q,	8 929,83
Gastos de administración	Q,	10 000,00
Gastos diversos	Q,	2 500,00
Energía eléctrica	Q,	175 000,00
Transporte	Q,	200 000,00
Mantenimiento	Q,	50 000,00
Servicios	Q,	48 000,00
Otros	Q,	26 359,00
Total gastos indirectos	Q,	591 268,95

Tipo de cambio (\$1 = Q7,98)

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.1.8. Inventarios

Los inventarios constituyen una parte vital en la manufactura o distribución de productos y están íntimamente ligados a la necesidad de obtener artículos en el momento y lugar exacto en el que se requieren. Se puede decir, entonces, que el inventario es el almacenamiento de bienes y productos.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que para mantener estos artículos, la empresa debe gastar grandes cantidades de dinero en los materiales, con el fin de tener la seguridad de que la producción nunca va a ser afectada por falta de ellos o que el almacenamiento no deteriorará los insumos o el producto terminado.

2.1.8.1. De producto terminado

Constituyen el producto final del proceso. Debido al tipo de proceso que se realiza y los materiales que lo constituyen no se presenta problema con el almacenamiento ya que puede tardar hasta seis meses sin endurecerse. El tiempo que permanecen en bodega depende también de los clientes ya que algunas veces estos envían sus camiones a recoger el producto, lo que ocasiona a veces que se deba cambiar el programa de producción debido a que la cantidad de producto no es suficiente para completar un pedido.

La mayor parte de veces el cliente establece en su pedido el día que necesita que se le entregue el producto. Cuando esto sucede se utiliza consciente o inconscientemente el sistema de último en entrar primero en salir (UEPS). Debido a la forma en que se almacenan en bodega, el operador del montacargas despacha el producto que se acaba de producir o el que este más próximo.

Metodología método UEPS

El acomodo mediante este método es bastante simple: aquellos productos que recién entran en bodega, serán también los primeros en salir de la misma, colocándose la producción más reciente hacia el frente del *rack* o lugar en el que se encuentran almacenados y la producción más antigua se quedará en la parte posterior. Este método es de gran ayuda en la toma de inventarios ya que permite llevar un control de los ingresos y egresos de producto en bodega en la cual se almacenen diferentes tipos de producto.

Sin embargo, ocasiona que el nivel de obsolescencia aumente considerablemente. En el caso de la empresa, este método no es funcional debido a que en la bodega se almacena un solo tipo de producto y su vida útil es de aproximadamente seis meses. Para ejemplificar la metodología utilizada en este método se muestra la figura 13, además de un caso ocurrido en el mes de julio, en el cual se detectó adhesivos tipo A con fecha de producción de marzo.

Figura 13. Almacenaje de producto terminado



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

De la figura anterior, se presentan los siguientes comentarios:

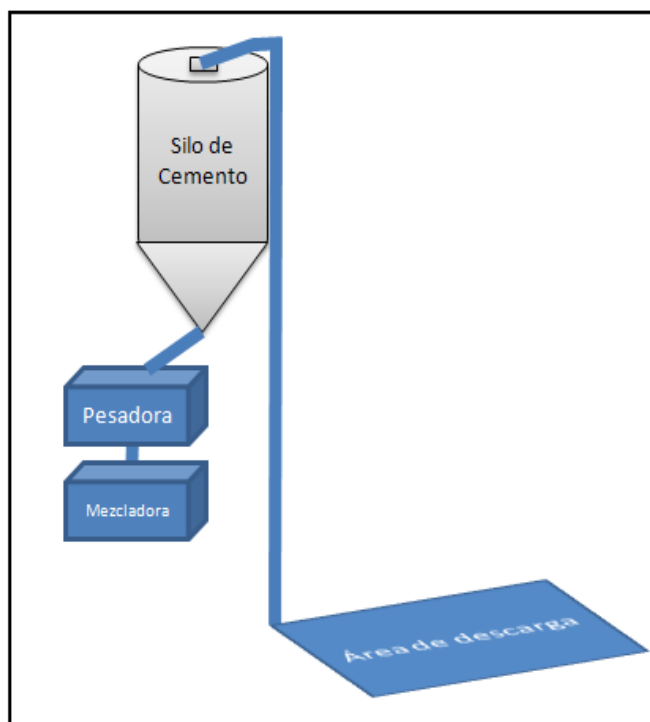
- ✓ El montacarguista estiba la siguiente tarima sobre las tarimas que fueron producidas en días anteriores;
- ✓ Cuando el montacarguista realiza un despacho, no se preocupa en verificar la fecha de producción de cada tarima sino que toma la que tenga a su alcance;
- ✓ El método UEPS se utiliza la mayoría de veces para el despacho de los productos, es decir, la última tarima que ingresó, es la primera que será despachada.

2.1.8.2. De materia prima

Debido a que la mayor parte de ésta es local y se almacena en silos de la planta torre, se utiliza el método de primero en entrar primero en salir (PEPS), es decir el pedido que ingresa ocupa el espacio que va quedando al utilizar la materia prima anterior. En el caso de la materia prima importada, se utiliza el mismo método, aunque con la diferencia que no se almacena en silos, sino que se trata de almacenar en *racks* para mantenerla cerca del proceso productivo, aunque en la actualidad no tiene un lugar determinado.

La figura 14 ejemplifica la situación actual de la materia prima.

Figura 14. **Proceso de descarga de materia prima**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

De esta figura se presentan los siguientes comentarios:

- ✓ La materia prima es transportada en pipas y se estacionan en el área de descarga;
- ✓ El transportista conecta el camión con los tubos de llenado mediante una manguera;
- ✓ La materia prima sube a lo más alto de los silos por medio de aire comprimido, el cual es liberado automáticamente al estar conectado el camión a los tubos de llenado;
- ✓ La materia prima recién llegada se acumula en la parte alta del silo, es decir ocupa el espacio que va quedando desocupado;
- ✓ Cuando se realiza una carga de producto, se programa en el cuarto de control las cantidades que se utilizan de cada material, este va descargando las cantidades requeridas las cuales llegan a la pesadora por gravedad, y de ahí a la mezcladora;
- ✓ Se utiliza el método PEPS para la materia prima, es decir, la materia prima que ingresa en primer lugar es la que se utiliza. Cuando el silo se desocupa se realiza el pedido y el ciclo se repite.

Metodología método PEPS

La metodología utilizada en este método es bastante simple: aquellos productos que entran en primer lugar a la bodega, serán también los primeros en salir. Los productos más viejos se corren hacia el frente del *rack* y los más nuevos se quedarán en la parte posterior. Con esto se asegura aún más la frescura y calidad de los productos que se despachan para la venta.

En caso de la materia prima, la bodega o almacén está representado por los silos, es decir el material que ingresa primero en el silo es el material que se ha de utilizar primero.

2.2. Propuesta de mejora

A fin de alcanzar los objetivos establecidos y haciendo uso de herramientas propias de ingeniería industrial se pretende establecer un método de inventarios de materia prima adecuado para la empresa, el cual permitirá facilitar cada uno de los procesos involucrados. El método que mejor se adapta a las condiciones de la empresa es el método ABC. Es decir, la materia prima A será la que más se utiliza y los materiales tipo C los que menos se utilizan. Sin embargo, para determinar si en realidad este método es el conveniente se utilizarán los métodos de pronósticos para determinar las cantidades que se deben producir.

Antes de entrar de lleno al tema de los inventarios, se presenta como propuesta, la misión y visión de la empresa porque las actuales no presentan en forma clara el propósito o razón de ser de la empresa ni otros lineamientos que se deben de tomar en cuenta para establecer los objetivos perseguidos por la empresa.

Misión

A fin de definir claramente la razón de ser la empresa y proveer información sobre el mercado en el que se desarrolla, se presenta la misión de la empresa: “Ofrecer productos de calidad para la etapa post-estructural de la construcción”.

Visión

Para determinar el propósito fundamental y las aspiraciones que se tienen en la empresa se presenta a continuación la visión de la empresa: “Ser, en la región latinoamericana, la empresa líder en la producción y comercialización de productos que permiten el ahorro de tiempo y dinero en la etapa post-estructural de la construcción”.

La gerencia determinará la conveniencia o no del establecimiento de cada uno de los textos propuestos.

2.2.1. Análisis de la información obtenida

Como se observa, no se cuenta con un método establecido para almacenar los materiales y producto terminado, o para realizar las compras de materia prima. La tabulación de los datos de los programas de producción diaria permitirá determinar la demanda de meses posteriores para proponer los programas de producción diarios, basados en datos concretos y que los mismos no sean modificados por la falta de materiales. Esto permitirá reducir las horas extras que actualmente se utilizan para cumplir con los programas de producción que dejaron pendientes.

2.2.2. Pronósticos de la demanda

Esta herramienta permite determinar, con cierto grado de precisión, el comportamiento que tendrá la gráfica de la demanda en meses posteriores. Se basa en el supuesto de que si las ventas presentan una tendencia, esta se mantendrá a lo largo del tiempo.

A fin de aprovechar la información que se obtiene de esta herramienta, se debe reunir la información necesaria, tabular los datos que se obtienen, graficarlos y luego determinar el comportamiento que presentan a fin de utilizar el método adecuado.

Luego de reunir información suficiente sobre la demanda en meses anteriores, se tabulan los datos obtenidos. Estos datos inician en el mes de abril del año 2008, debido a que se llenan hojas de control en las que se muestra la producción del día indicando el tipo de producto y la cantidad producida.

Tomando como referencia esta información, se actualizó la base de datos y los resultados se muestran a continuación en unidades de producto (bolsas) en la Tabla XX.

Tabla XX. Demanda de productos

Mes	Adhesivos (bolsas)				Boquillex (bolsas)			Acabados (bolsas)		
	A	B	C	D	PLUS	BX1	BX2	ADE	RE	EMP
1	159 748	15 487	5 051	8 369	6 959	3 127	3 205	2 955	213	559
2	156 155	14 947	5 288	6 906	6 877	3 152	3 105	3 009	206	709
3	147 221	12 032	2 642	7 020	6 991	2 999	3 170	3 082	467	549
4	155 636	20 156	2 324	8 222	7 168	2 659	2 989	2 994	347	602
5	147 444	20 487	3 857	7 300	7 102	2 957	3 125	2 806	249	636
6	155 361	15 419	3 373	9 416	7 007	3 566	3 150	2 765	208	828
7	154 777	20 174	2 626	9 351	6 759	2 935	3 297	2 988	315	785
8	161 374	15 339	3 002	8 045	6 979	3 154	3 506	2 868	305	655
9	159 768	16 188	1 354	7 797	6 903	3 361	3 748	2 923	212	570
10	158 570	9 756	6 789	9 317	7 094	3 664	3 760	2 812	206	688
11	149 833	10 912	9 618	9 076	7 325	3 541	4 027	2 867	256	612
12	151 820	11 048	5 796	9 947	7 133	3 295	3 894	2 824	209	758
13	146 320	10 572	7 018	8 704	7 606	3 928	4 023	2 986	356	691
14	148 576	13 726	6 883	9 510	7 588	3 972	3 588	2 905	363	721
15	145 805	10 322	6 236	7 736	7 328	3 827	3 550	2 728	152	776
16	154 544	11 471	3 058	8 153	7 126	3 984	4 081	2 973	249	689
17	153 492	9 266	4 892	7 174	7 613	3 887	3 698	2 778	250	733

Fuente: elaboración propia.

Los datos de la tabla anterior muestran cierta tendencia. Sin embargo, para determinar correctamente esta tendencia se deben graficar los datos anteriores para plantear una conclusión basada en datos concretos.

La demanda de polietileno se muestra en la Tabla XXI.

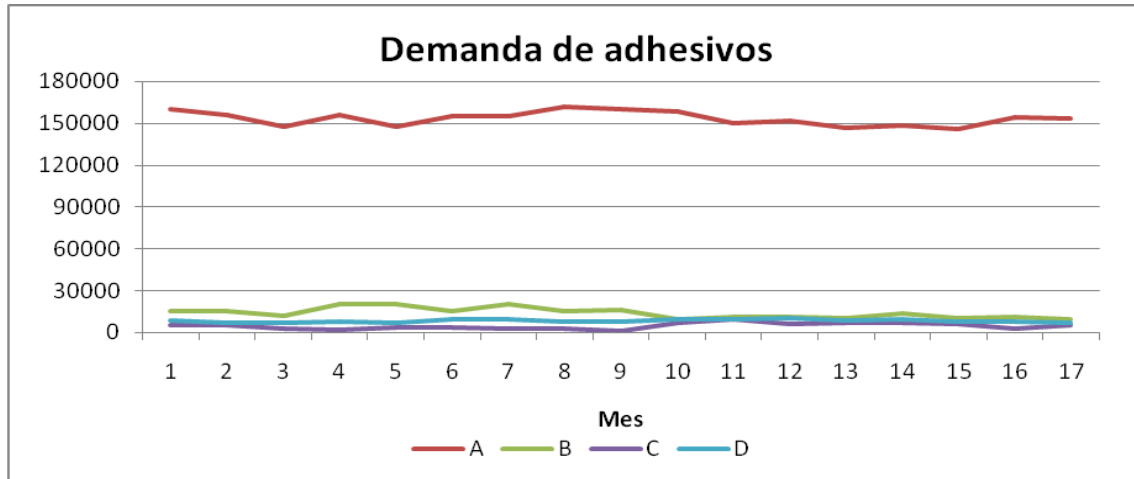
Tabla XXI. **Demanda de polietileno en kilogramos**

Mes	Negro	Blanco
1	15 856	22 092
2	15 493	22 879
3	15 226	22 391
4	15 214	22 680
5	15 096	22 036
6	16 000	21 908
7	15 447	23 039
8	15 190	22 400
9	15 332	21 800
10	15 800	22 683
11	15 960	22 542
12	16 000	21 920
13	15 682	23 000
14	15 060	22 560
15	14 980	21 990
16	15 620	22 000
17	16 000	22 200

Fuente: elaboración propia.

A fin de determinar el comportamiento de la demanda de producto se graficarán los datos mostrados en las tablas anteriores.

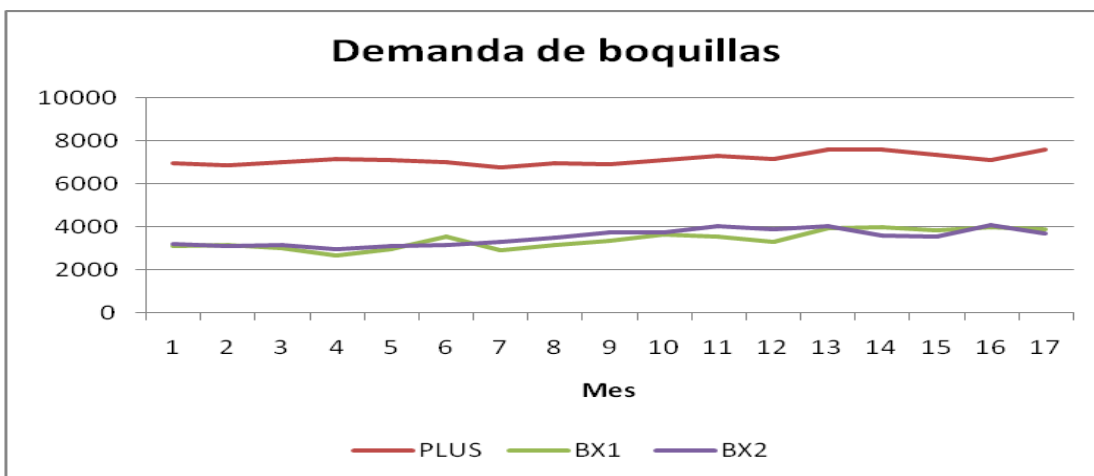
Figura 15. **Gráfica de la demanda de adhesivos**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la demanda de las cuatro familias de adhesivos no se nota variación mayor entre los diferentes meses. La tendencia que se observa es constante, por lo que se concluye que estos productos tienen una demanda estable en el transcurso del tiempo.

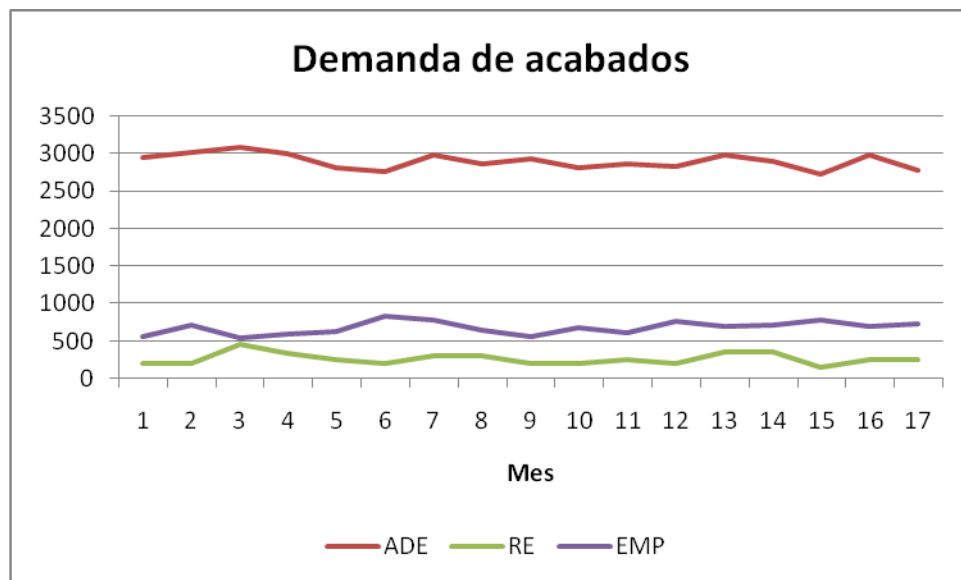
Figura 16. **Gráfica de la demanda de boquillas**



Fuente: elaboración propia.

La gráfica de la demanda de las tres familias de boquillas no presenta variación en el transcurso del tiempo, si bien las gráficas de las familias BX1 y BX2 presentan un crecimiento en los meses 6 al 9, al llegar al mes 10 se estabilizan nuevamente. Partiendo de esto se concluye que estos productos tienen una demanda estable.

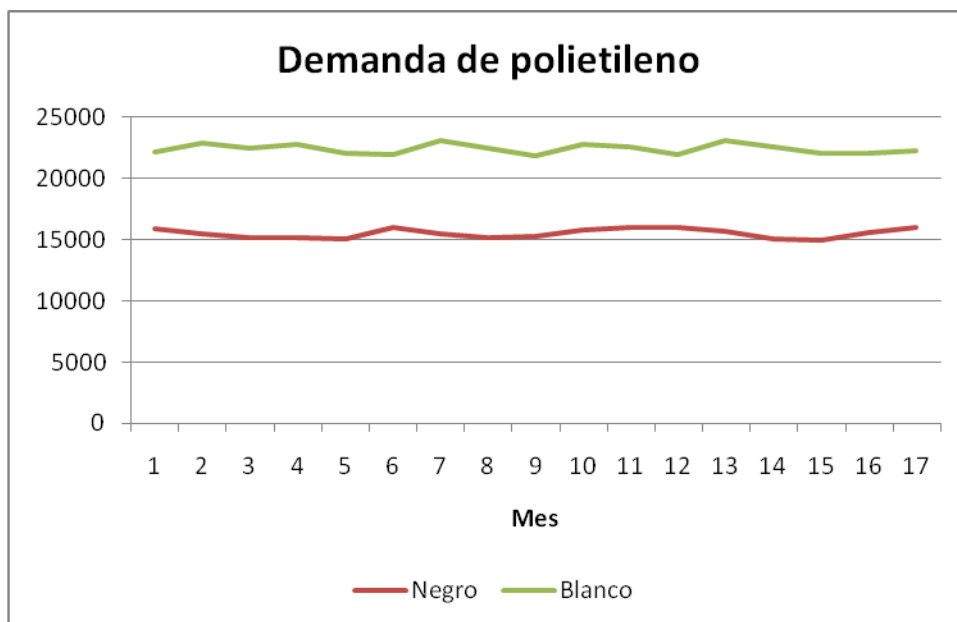
Figura 17. **Gráfica de la demanda de acabados**



Fuente: elaboración propia.

La gráfica anterior de la demanda de los acabados no refleja variación mayor a la que se presenta en el resto de productos (adhesivos y boquillas), al igual que ellas, estos productos tienen una demanda estable.

Figura 18. **Gráfica de la demanda de polietileno**



Fuente: elaboración propia.

El comportamiento de esta gráfica es constante a lo largo de los meses. La variación entre ellos no es significativa; en conclusión la demanda del polietileno de ambos colores es estable.

Como se observa en las graficas anteriores el comportamiento de la demanda presenta una tendencia estable, por lo que se realizará el pronóstico de evaluación con la herramienta de pronósticos de evaluación de la demanda para familias estables.

Se realizarán los cálculos para la familia de adhesivos tipo A con todos los métodos de las familias estables para determinar el que presentará menor variación en la cantidad de bolsas de producto. Se presentan, al final, los resultados obtenidos de cada uno de los métodos aplicados a cada una de las familias, es decir para adhesivos, boquillas, acabados y para el polietileno.

Método del último período

Con este método se asume que el último dato de venta real se convierte en el pronóstico del próximo período, se asume que la desviación estándar del pasado es igual a la desviación estándar del futuro.

Para obtener los pronósticos, únicamente se toma el dato anterior y se coloca en la columna de pronósticos, luego se compara el pronóstico contra la venta real, la diferencia obtenida es el error.

El error acumulado es la sumatoria de de los valores absolutos de la columna error.

Así, el pronóstico del mes 14, en unidades es la venta real del mes 13.

Pronóstico mes_{14} = venta real mes 13

Pronóstico mes_{14} = **146 320**

El error del mes 14 es la diferencia de la venta real y el pronóstico del mismo.

Error mes_{14} = venta real mes_{14} - pronóstico mes_{14}

Error mes_{14} = 148 576 – 146 320

Error mes_{14} = **2 256**

Los resultados se muestran en la tabla XXII.

Tabla XXII. **Pronósticos de riesgo, método del último período**

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error acumulado
13	146 320			
14	148 576	→ 146 320	2 256	2 256
15	145 805	→ 148 576	-2 771	5 027
16	154 544	→ 145 805	8 739	13 766
17	153 492	→ 154 544	-1 052	14 818

Fuente: elaboración propia.

Método del promedio aritmético

Este método se aplica cuando se tiene interés en que todo el pasado refleje el contenido del pronóstico en el futuro. El pronóstico se obtiene sumando todos los datos anteriores y luego dividirlo entre el número de datos. Al pronóstico posterior se agrega el nuevo dato de ventas y divide entre el número de datos.

Así el mes 14 será el promedio de los meses 1 al 13.

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = (159\ 748 + 156\ 155 + 147\ 221 + 155\ 636 + 147\ 444 + 155\ 361 + 154\ 777 + 161\ 374 + 159\ 768 + 158\ 570 + 149\ 833 + 151\ 820 + 146\ 320) / 13$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = \mathbf{154\ 156}$$

El error y el error acumulado se obtienen de la misma manera que en el método del último período.

Estos resultados se muestran en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Pronósticos de riesgo, método del promedio aritmético**

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error acumulado
13	146 320			
14	148 576	154 156	-5 580	5 580
15	145 805	153 757	-7 952	13 532
16	154 544	153 227	1 317	14 849
17	153 492	153 310	183	15 032

Fuente: elaboración propia.

Método del promedio móvil

Este método consiste en realizar un promedio de los meses anteriores tomando como base un ciclo, el cual se recomienda sea de 6 meses, para contar con un dato confiable. Así el mes 14 será el promedio del mes 8 hasta el mes 13, el mes 15 será el promedio del mes 9 hasta el mes 14.

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = (161\,374 + 159\,768 + 158\,570 + 149\,833 + 151\,820 + 146\,320)/6$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = \mathbf{154\,614}$$

El error y el error acumulado se obtienen de la misma manera que en el método del último período.

Estos resultados se muestran en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Pronósticos de riesgo, método del promedio móvil**

Promedio móvil (ciclo de 6 meses)

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error acumulado
13	146 320	156 024		
14	148 576	154 614	-6 038	6 038
15	145 805	152 481	-6 676	12 714
16	154 544	150 154	4 390	17 104
17	153 492	149 483	4 009	21 113

Fuente: elaboración propia.

Método del promedio móvil ponderado

Este método al igual que los anteriores, selecciona la información que se quiere tomar en cuenta. Se desecha la información más antigua y se toma la más reciente para obtener un dato más actualizado.

La diferencia con el método anterior se encuentra en la incorporación de ponderaciones para cada uno de los datos del ciclo. Con estas ponderaciones se debe tomar en cuenta ciertos criterios los cuales se describen a continuación:

La ponderación máxima de todo el ciclo no puede ser mayor que el número de períodos involucrados en el ciclaje, es decir, si se analiza un promedio móvil ponderado de ciclaje 3, la suma de las ponderaciones de cada uno de los períodos del ciclo debe sumar 3.

El valor que se asigna a cada período no puede ser menor que el del dato anterior, estos valores dependen del peso que se le quiera dar a cada dato, es decir los datos más recientes tienen más valor que los antiguos. No se puede utilizar una ponderación igual a cero.

Para calcular el pronóstico del mes 14 se utilizaron ponderaciones de 0.1, 1 y 1.9

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = (\text{venta mes}_{11} * \text{ponderacion}_1 + \text{venta mes}_{12} * \text{ponderacion}_2 + \text{venta mes}_{13} * \text{ponderacion}_3) / 3$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = ((149\ 833 * 0.1) + (151\ 820 * 1) + (146\ 320 * 1.9)) / 3$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = \mathbf{148\ 270}$$

El error y el error acumulado se obtienen de la misma manera que en el método del último período.

Estos resultados se muestran en la tabla XXV.

Tabla XXV. **Pronósticos de riesgo, método del promedio móvil ponderado**

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error acumulado
13	146 320	151 383		
14	148 576	148 270	-2 807	2 807
15	145 805	147 932	-2 127	4 934
16	154 544	146 746	7 798	12 732
17	153 492	151 432	2 060	14 792

Fuente: elaboración propia.

Método del promedio móvil ponderado exponencial (caso A) $\alpha = 0,1$

Cuando la gráfica de la demanda presenta una tendencia poco estable o con cierto grado de desviación, es conveniente el uso de este método ya que permite manejar tendencias que no son exclusivamente estables en el tiempo.

Para esto se incorpora un nuevo elemento al realizar los pronósticos: el factor alfa (α). El factor alfa varía entre 0 y 1; un valor cercano a cero indica que la causa de la variación del modelo se debe al azar. En otras palabras, no se puede controlar; mientras que un valor cercano a uno indica que las causas de la diferencia en el cálculo se deben a problemas con el modelo.

Para encontrar el valor de alfa que más se ajusta a las ventas, se calculan primero los pronósticos con un valor cercano a cero y luego un valor cercano a uno. Se recomienda utilizar valores iniciales de 0,1 y 0,9; con estos resultados, se procede a evaluar valores intermedios que den un error acumulado menor al de los dos cálculos anteriores.

La fórmula para calcular este pronóstico es la siguiente:

$$\text{Pronóstico mes}_n = \text{ventas mes}_{n-1} + (\alpha) * \text{error}_{n-1}$$

$$\text{Pronóstico mes}_n = \text{ventas mes}_{n-1} + (\alpha) * (\text{ventas mes}_{n-1} - \text{pronóstico mes}_{n-1})$$

Para obtener el pronóstico de riesgo para el mes 14, la fórmula es la siguiente:

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = \text{ventas mes}_{13} + (\alpha * \text{error}_{13})$$

El pronóstico del mes 13 será el pronóstico inicial, este se encuentra calculando el promedio de las cuatro ventas anteriores al período (mes 9 al mes 12).

El error es la diferencia entre las ventas reales del período anterior menos el pronóstico anterior.

Para el mes 13, los cálculos son los siguientes:

$$\text{Pronóstico mes}_{13} = (159\,768 + 158\,570 + 149\,833 + 151\,820)/4$$

$$\text{Pronóstico mes}_{13} = \mathbf{154\,998}$$

Para el mes 14

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = \text{pronóstico mes}_{13} + (\alpha * (\text{venta mes}_{13} - \text{pronóstico mes}_{13}))$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = 154\,998 + (0,1*(146\,320-154\,998))$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = \mathbf{154\,130}$$

Para el mes 15

$$\text{Pronóstico mes}_{15} = 154\,130 + (0,1*(148\,576-154\,130))$$

$$\text{Pronóstico mes}_{15} = \mathbf{153\,575}$$

El error y el error acumulado se obtienen de la misma manera que en el método del último período.

Estos resultados se muestran en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Pronósticos de riesgo, PMPE caso A ($\alpha = 0,1$)**

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error acumulado
13	146 320	154 998		
14	148 576	154 130	-5 554	5 554
15	145 805	153 575	-7 770	13 324
16	154 544	152 798	1 746	15 070
17	153 492	152 972	520	15 590

Fuente: elaboración propia.

Promedio móvil ponderado exponencial (caso A) $\alpha = 0,9$

$$\text{Pronóstico mes}_{13} = (159\,768 + 158\,570 + 149\,833 + 151\,820)/4$$

$$\text{Pronóstico mes}_{13} = 154\,998$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = 154\,998 + (0,9 \cdot (146\,320 - 154\,998))$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = \mathbf{147\,188}$$

$$\text{Pronóstico mes}_{15} = 147\,188 + (0,9 \cdot (148\,576 - 147\,188))$$

$$\text{Pronóstico mes}_{15} = 148\,437$$

Estos resultados se muestran en la tabla XXVII.

Tabla XXVII. **Pronósticos de riesgo, PMPE caso A ($\alpha = 0,9$)**

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error acumulado
13	146 320	154 998		
14	148 576	147 188	1 388	1 388
15	145 805	148 437	-2 632	4 020
16	154 544	146 068	8 476	12 496
17	153 492	153 696	-204	12 701

Fuente: elaboración propia.

Promedio móvil ponderado exponencial (caso A) $\alpha = 0,75$

El mejor alfa es un dato intermedio el cual se determinó luego de sustituir diversos valores en la fórmula inicial.

$$\text{Pronóstico mes}_{13} = (159\,768 + 158\,570 + 149\,833 + 151\,820)/4$$

$$\text{Pronóstico mes}_{13} = 154\,998$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = 154\,998 + (0,75*(146\,320-154\,998))$$

$$\text{Pronóstico mes}_{14} = \mathbf{148\,489}$$

Estos resultados se muestran en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Pronósticos de riesgo, PMPE caso A ($\alpha = 0,75$)**

Mes	Venta	Pronóstico	Error	Error acumulado
13	146 320	154 998		
14	148 576	148 489	87	87
15	145 805	148 554	-2 749	2 836
16	154 544	146 492	8 052	10 888
17	153 492	152 531	961	11 848

Fuente: elaboración propia.

Método del promedio móvil ponderado exponencial (caso B) $\alpha = 0,1$

Este caso varía del anterior debido a que la fórmula tiene un dato extra, la fórmula es la siguiente:

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 14} = \text{pronóstico}_{\text{mes } 13} + \frac{(1-\alpha)^* \text{tendencia}_{\text{mes } 13}}{\alpha}$$

La tendencia (T) representa la variación entre dos períodos de ventas y debe ubicarse en el último dato de ventas reales que se tomará en cuenta (mes 13).

Se necesita también conocer la tendencia básica que se colocará en el mes 12.

$$T_{\text{mes } 12} = \text{venta}_{\text{mes } 12} - \text{venta}_{\text{mes } 11}$$

$$T_{\text{mes } 12} = 151\,820 - 149\,833$$

$$T_{\text{mes } 12} = 1\,987$$

$$T_{\text{Mes } 13} = \alpha * (\text{venta}_{\text{mes } 13} - \text{venta}_{\text{mes } 12}) + ((1 - \alpha) * T_{\text{Mes } 12})$$

$$T_{\text{Mes } 13} = 0,1 * (146\,320 - 151\,820) + ((1 - 0,1) * (1\,987))$$

$$T_{\text{Mes } 13} = 1\,238$$

Esta última fórmula es general para encontrar el resto de tendencias que se necesitan para calcular los pronósticos.

Para calcular el pronóstico se necesita conocer, también, el pronóstico anterior (mes 13), que es el promedio de las ventas de cuatro períodos anteriores (mes 9 al mes 12).

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 13} = \frac{(\text{venta}_{\text{mes } 9} + \text{venta}_{\text{mes } 10} + \text{venta}_{\text{mes } 11} + \text{venta}_{\text{mes } 12})}{4}$$

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 13} = (159\,768 + 158\,570 + 149\,833 + 151\,820)/4$$

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 13} = \mathbf{154\,998}$$

Con estos datos se procede a calcular el primer pronóstico de evaluación:

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 14} = \frac{\text{pronóstico}_{\text{mes } 13} + (1-\alpha) * \text{tendencia}_{\text{mes } 13}}{\alpha}$$

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 14} = \frac{154\,998 + (1 - 0,1) * 1\,238}{0,1} = \mathbf{166\,142}$$

De esta forma, se calcula cada uno de los pronósticos de los meses 15 al 17.

Las tablas XXIX, XXX y XXXI muestran los resultados obtenidos para $\alpha = 0,1$, $\alpha = 0,9$ y con el α que da como resultado el menor error acumulado.

Tabla XXIX. Pronósticos de riesgo, PMPE caso B ($\alpha = 0,1$)

Mes	Venta	Pronóstico	Tendencia	Error	Error acumulado
11	149 833				
12	151 820		1 987		
13	146 320	154 998	1 238		
14	148 576	166 142	1 340	-17 566	17 566
15	145 805	178 203	929	-32 398	49 965
16	154 544	186 564	1 710	-32 020	81 984
17	153 492	201 953	1 434	-48 461	130 446

Fuente: elaboración propia.

Promedio móvil ponderado exponencial (caso B) $\alpha = 0,9$

Tabla XXX. Pronósticos de riesgo, PMPE caso B ($\alpha = 0,9$)

Mes	Venta	Pronóstico	Tendencia	Error	Error acumulado
11	149 833				
12	151 820		1 987		
13	146 320	154 998	-4 751		
14	148 576	154 470	1 555	-5 894	5 894
15	145 805	154 643	-2 338	-8 838	14 731
16	154 544	154 383	7 631	161	14 893
17	153 492	155 231	-184	-1 739	16 631

Fuente: elaboración propia.

Promedio móvil ponderado exponencial (caso B) $\alpha = 0,75$

El mejor alfa es un dato intermedio el cual se determinó luego de sustituir diversos valores en la fórmula inicial.

Tabla XXXI. **Pronósticos de riesgo, PMPE caso B ($\alpha = 0,75$)**

Mes	Venta	Pronóstico	Tendencia	Error	Error acumulado
11	149 833				
12	151 820		1 987		
13	146 320	154 998	-3 628		
14	148 576	153 788	785	-5 212	5 212
15	145 805	154 050	-1 882	-8 245	13 457
16	154 544	153 423	6 084	1 121	14 579
17	153 492	155 451	732	-1 959	16 537

Fuente: elaboración propia.

Método del promedio móvil ponderado exponencial (caso C)

Si se quiere obtener los resultados con un grado de confiabilidad mayor, este es el método que se recomienda utilizar.

Consiste en llevar un control de los promedios, tanto de los pronósticos como de las tendencias representadas como pronóstico promedio (P promedio) y tendencia promedio (T promedio) respectivamente.

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 14} = \text{P promedio}_{\text{mes } 13} + \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \text{T promedio}_{\text{mes}}$$

$$T_{\text{mes } 13} = \alpha * (\text{ventas}_{\text{mes } 13} - \text{ventas}_{\text{mes } 12}) + (1 - \alpha) * T_{\text{promedio}_{\text{mes } 13}}$$

El primer pronóstico se obtiene de promediar los 4 meses anteriores de la venta real del mes a tomar en cuenta.

Para el mes 10 el pronóstico es el promedio de las ventas de los cuatro meses anteriores (6 al 9).

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 10} = \frac{(\text{ventas}_{\text{mes } 6} + \text{ventas}_{\text{mes } 7} + \text{ventas}_{\text{mes } 8} + \text{ventas}_{\text{mes } 9})}{4}$$

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 10} = \frac{(155\,361 + 154\,777 + 161\,374 + 159\,768)}{4}$$

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 10} = \mathbf{153\,305}$$

La tendencia de ese período se obtiene mediante:

$$T_{\text{mes } 10} = \text{venta}_{\text{mes } 10} - \text{venta}_{\text{mes } 9}$$

$$T_{\text{mes } 10} = 158\,570 - 159\,768$$

$$T_{\text{mes } 10} = \mathbf{-1\,198}$$

El pronóstico promedio y la tendencia promedio del mes 10 tienen el mismo valor que el pronóstico y la tendencia básica.

Para calcular el pronóstico del mes 11 se realiza lo siguiente:

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 11} = \frac{P_{\text{promedio}_{\text{mes } 10}} + (1-\alpha) * T_{\text{promedio}_{\text{mes } 10}}}{\alpha}$$

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 11} = \frac{153\,305 + (1 - 0,1) * -1\,198}{0,1}$$

$$\text{Pronóstico}_{\text{mes } 11} = \mathbf{142\,523}$$

$$P \text{ promedio}_{\text{mes } 11} = \frac{\text{pronóstico}_{\text{mes } 10} + \text{pronóstico}_{\text{mes } 11}}{2}$$

$$P \text{ promedio}_{\text{mes } 11} = \frac{153\,305 + 142\,523}{2} = 147\,914$$

$$T_{\text{mes } 11} = \alpha * (\text{ventas}_{\text{mes } 11} - \text{ventas}_{\text{mes } 10}) + (1 - \alpha) * T \text{ promedio}_{\text{mes } 10}$$

$$T_{\text{mes } 11} = 0,1 * (149\,833 - 158\,570) + (1 - 0,1) * (-1\,198) = -1\,952$$

$$T \text{ promedio}_{\text{mes } 11} = \frac{T_{\text{mes } 10} + T_{\text{mes } 11}}{2}$$

$$T \text{ promedio}_{\text{mes } 11} = \frac{-1\,198 + (-1\,952)}{2} = -1\,575$$

Del modo anterior, se calculan los datos de los siguientes períodos para cada uno de los meses posteriores (mes 12 al mes 17) los resultados se muestran en la tabla XXXII.

Tabla XXXII. **Pronósticos de riesgo, PMPE caso C ($\alpha = 0,1$)**

Mes	Venta	Pronóstico	Pronóstico promedio	Tendencia	Tendencia promedio	Error	Error acumulado
9	159 768						
10	158 570	153 305	153 305	-1 198	-1 198		
11	149 833	142 523	147 914	-1 952	-1 575		
12	151 820	133 739	138 131	-1 219	-1 585		
13	146 320	123 863	128 801	-1 977	-1 598		
14	148 576	114 421	119 142	-1 212	-1 595	34 155	34 155
15	145 805	104 791	109 606	-1 712	-1 462	41 014	75 169
16	154 544	96 445	100 618	-442	-1 077	58 099	133 268
17	153 492	90 923	93 684	-1 075	-758	62 569	195 837

Fuente: elaboración propia.

Promedio móvil ponderado exponencial (caso C) $\alpha = 0,9$

Tabla XXXIII. **Pronósticos de riesgo, PMPE caso C ($\alpha = 0,9$)**

Mes	Venta	Pronóstico	Pronóstico promedio	Tendencia	Tendencia promedio	Error	Error acumulado
9	159 768						
10	158 570	153 305	153 305	-1 198	-1 198		
11	149 833	153 172	153 238	-7 983	-4 591		
12	151 820	152 728	152 950	1 329	-3 327		
13	146 320	152 580	152 654	-5 283	-1 977		
14	148 576	152 435	152 507	1 833	-1 725	-3 859	3 859
15	145 805	152 316	152 375	-2 666	-417	-6 511	10 369
16	154 544	152 329	152 322	7 823	2 579	2 215	12 585
17	153 492	152 609	152 469	-689	3 567	883	13 468

Fuente: elaboración propia.

Promedio móvil ponderado exponencial (caso C) $\alpha = 0,8$

El mejor alfa es un dato intermedio el cual se determinó luego de sustituir diversos valores en la fórmula inicial.

Tabla XXXIV. **Pronósticos de riesgo, PMPE caso C ($\alpha = 0,8$)**

Mes	Venta	Pronóstico	Pronóstico promedio	Tendencia	Tendencia promedio	Error	Error acumulado
9	159 768						
10	158 570	153 305	153 305	-1 198	-1 198		
11	149 833	153 006	153 155	-7 229	-4 214		
12	151 820	152 102	152 554	747	-3 241		
13	146 320	151 743	151 922	-5 048	-2 151		
14	148 576	151 385	151 564	1 375	-1 837	-2 809	2 809
15	145 805	151 105	151 245	-2 584	-605	-5 300	8 109
16	154 544	151 094	151 099	6 870	2 143	3 450	11 559
17	153 492	151 635	151 364	-413	3 229	1 857	13 416

Fuente: elaboración propia.

Para mostrar los resultados obtenidos de los métodos realizados se presenta la tabla resumen con los errores acumulados obtenidos por cada uno de ellos, en unidades.

Tabla XXXV. **Resumen de datos obtenidos, familias estables**

		Error acumulado
Familia	Método	Tipo A
Adhesivos	Último período	14 818
	Promedio aritmético	15 032
	Promedio móvil	21 113
	Promedio móvil ponderado	14 792
	Promedio móvil ponderado exponencial	
	Caso A, alfa=0,1	15 590
	Caso A, alfa=0,9	12 701
	Caso B, alfa=0,1	130 446
	Caso B, alfa=0,9	16 631
	Caso C, alfa=0,1	195 837
Caso C, alfa=0,9	13 468	

Fuente: elaboración propia.

El resto de familias de productos presenta la misma tendencia, por lo que se realizarán los cálculos con los métodos anteriores y el resultado se presenta en la tabla XXXVI.

Para los adhesivos

Tabla XXXVI. Error acumulado en unidades (bolsas) de adhesivos

		Error acumulado (bolsas)			
		Tipo			
Familia	Método	A	B	C	D
Adhesivos	Último período	14 818	9 912	5 794	3 976
	Promedio aritmético	15 032	13 446	5 856	3 402
	Promedio móvil	21 113	5 626	6 835	4 594
	Promedio móvil ponderado	14 792	6 933	4 943	2 737
	Promedio móvil ponderado exponencial				
	Caso A, alfa=0,1	15 590	6 526	4 982	4 262
	Caso A, alfa=0,9	12 701	9 076	5 424	3 671
	Caso B, alfa=0,1	130 446	19 439	272 931	57 097
	Caso B, alfa=0,9	16 631	6 925	4 709	4 177
	Caso C, alfa=0,1	195 837	727 849	641 847	189 435
Caso C, alfa=0,9	13 468	28 769	7 673	10 188	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, cada tipo de adhesivo cuenta con un método apropiado. Es decir, un método que al final presenta menor variación, que es realmente lo que interesa. De esta manera no se producen cantidades superiores a las necesarias que únicamente ocasionan costos de almacenaje.

Al igual que con los adhesivos se presenta la tabla resumen, para las boquillas, con los resultados obtenidos luego de realizar los cálculos con cada uno de los métodos de las familias estables. De esta manera se identifica el método que presenta menor variación en bolsas de producto.

Para las boquillas

Tabla XXXVII. Error acumulado en unidades (bolsas) de boquillas

Familia	Método	Error acumulado (bolsas)		
		PLUS	BX1	BX2
Boquillas	Último período	967	443	1 387
	Promedio aritmético	1 236	2 380	996
	Promedio móvil	950	1 090	965
	Promedio móvil ponderado	1 345	840	1 231
	Promedio móvil ponderado exponencial			
	Caso A, alfa=0,1	1 044	1 392	991
	Caso A, alfa=0,9	980	452	1 352
	Caso B, alfa=0,1	12 372	14 700	10 003
	Caso B, alfa=0,9	1 105	1 548	992
	Caso C, alfa=0,1	23 150	33 100	808
Caso C, alfa=0,9	1 432	3 342	2 341	

Fuente: elaboración propia.

Para las boquillas tipo Plus, se debe utilizar el método del promedio móvil para obtener la menor diferencia entre bolsas producidas y bolsas vendidas, para las boquillas tipo BX, el método del último período y para las boquillas tipo BX2 el método del promedio móvil ponderado exponencial caso C y valor alfa de 0,1.

La siguiente tabla presenta el resumen con los datos obtenidos, para los acabados, al realizar los cálculos con cada uno de los métodos de las familias estables, para identificar el método que presenta menor variación en bolsas de producto.

Para los acabados

Tabla XXXVIII. **Error acumulado en unidades (bolsas) de acabados**

Familia	Método	Error acumulado (bolsas)		
		Tipo		
		ADE	RE	EMP
Acabados	Último período	698	316	216
	Promedio aritmético	393	259	233
	Promedio móvil	405	243	205
	Promedio móvil ponderado	557	391	158
	Promedio móvil ponderado Exponencial			
	Caso A, alfa=0,1	387	246	236
	Caso A, alfa=0,9	651	314	209
	Caso B, alfa=0,1	2 441	2 807	10 081
	Caso B, alfa=0,9	388	272	300
	Caso C, alfa=0,1	12 655	390	14 173
Caso C, alfa=0,9	383	276	105	

Fuente: elaboración propia.

Para los acabados tipo ADE se debe utilizar el método del promedio móvil, para los acabados tipo RE y tipo EMP el método del móvil ponderado exponencial caso C y valor alfa de 0,9, siempre tomando como criterio principal los métodos que presentan menor error acumulado, es decir menor variación.

Debido a que la gráfica de la demanda de polietileno presenta la misma tendencia de los productos en polvo (adhesivos, boquillas y acabados) se realizaron los cálculos mediante los métodos de las familias estables, con el propósito de identificar el método que presenta menor variación en kilogramos de producto, los resultados obtenidos se presentan en la tabla XXXIX.

Tabla XXXIX. **Error acumulado en kilogramos de polietileno**

		Error acumulado (kg)	
		Negro	Blanco
Polietileno	Método		
	Último período	1 722	1 120
	Promedio aritmético	1 680	1 145
	Promedio móvil	1 749	1 181
	Promedio móvil ponderado	2 441	1 501
	Promedio móvil ponderado exponencial		
	Caso A, alfa=0,1	1 798	970
	Caso A, alfa=0,9	1 842	1 216
	Caso B, alfa=0,1	3 111	40 300
	Caso B, alfa=0,9	1 695	817
	Caso B, alfa=0,86	1 635	807
	Caso C, alfa=0,1	382 858	278 808
Caso C, alfa=0,9	364 227	346 415	

Fuente: elaboración propia.

A partir de estos datos, se realiza el cálculo de los pronósticos de riesgo de la demanda para los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, a saber los meses 18, 19, 20 y 21 respectivamente.

A fin de calcular los pronósticos de riesgo para los próximos cuatro meses se hace referencia a períodos los cuales constan de cuatro meses.

El período 1 consiste en la demanda de los meses 2 al 5, el período 2 la demanda de los meses 6 al 9, el período 3 la demanda de los meses 10 al 13 y el período 4 la demanda de los meses 14 al 17.

Tabla XL. **Demanda de los productos por períodos en unidades (bolsas)**

Período	Adhesivos				Boquillas			Acabados		
	A	B	C	D	PLUS	BX1	BX2	ADE	RE	EMP
1	606 456	67 622	14 111	28 448	28 138	11767	12 389	11 891	1 269	496
2	631 280	67 120	10 355	34 609	27 648	13016	13 701	11 544	1 040	040
3	606 543	42 288	29 221	34 044	29 158	14428	15 704	11 489	1 027	027
4	602 417	44 785	21 069	28 601	29 655	15670	14 917	11 384	1 014	919

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Demanda de polietileno por períodos en kilogramos**

Período	Polietileno	
	Negro	Blanco
1	61 028	89 986
2	61 969	89 147
3	63 442	90 145
4	61 660	88 750

Fuente: elaboración propia.

Es decir se pronosticará la demanda para el siguiente período. Para el caso de los adhesivos tipo A, el método que resulto con el menor error fue el método de promedio móvil ponderado exponencial caso A con alfa = 0,1, por lo que se realizará los cálculos para encontrar los pronósticos de riesgo con este método. Para los adhesivos tipo B el menor error acumulado resultó con el método del promedio móvil, y así con el resto de familias.

Los resultados se muestran en la tabla XLII en la cual la demanda (D) y el pronóstico (P) se muestran en unidades.

Tabla XLII. **Pronósticos de riesgo por período para los adhesivos (bolsas)**

Adhesivos									
		A		B		C		D	
Período	D	P	D	P	D	P	D	P	
1	606 456		67 622		14 111		28 448		
2	631 280		67 120		10 355		34 609		
3	606 543	614 760	42 288	59 010	29 221	17 896	34 044	34 046	
4	602 417	612 562	44 785	51 398	21 069	19 741	28 601	30 616	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Pronósticos de riesgo por período para las boquillas (bolsas)**

Boquillas							
		PLUS		BX1		BX2	
Período	D	P	D	P	D	P	
1	28 138		11 767		12 389		
2	27 648		13 016		13 701		
3	29 158	28 315	14 428	13 016	15 704	13 931	
4	29 655	28 820	15 670	14 428	14 917	14 154	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Pronósticos de riesgo por período para los acabados (bolsas)**

Período	Acabados					
	ADE		RE		EMP	
	D	P	D	P	D	P
1	11 891		1 269		2 496	
2	11 544		1 040		2 838	
3	11 489	11 641	1 027	1 112	2 749	2 694
4	11 384	11 864	1 014	1 027	2 919	2 684

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Pronósticos de riesgo por período para polietileno (kilogramos)**

Período	Polietileno			
	Blanco		Negro	
	D	P	D	P
1	89 986		61 028	
2	89 147		61 969	
3	90 145	89 759	63 442	62 146
4	88 750	89 850	61 660	62 304

Fuente: elaboración propia.

Con estos datos se pueden calcular los pronósticos de riesgo por mes, para esto se utiliza el dato del período 4 y se divide entre 4.

Los adhesivos se producen en bolsas de 20 kilogramos y para obtener las toneladas que se producen al mes se realiza el siguiente cálculo:

Toneladas = No. Unidades * 20 kilogramos * 1 tonelada
 1 000 kilogramos

Para el mes 18 = 153 141 * 20 * (1)
 1 000

Mes 18 = 3 063 toneladas

Tabla XLVI. **Pronósticos de riesgo por mes para los adhesivos**

Pronósticos (bolsas)				
Mes	A	B	C	D
18	153 141	12 850	4 935	7 654
19	153 141	12 850	4 935	7 654
20	153 141	12 850	4 935	7 654
21	153 141	12 850	4 935	7 654
Pronósticos (toneladas)				
Mes	A	B	C	D
18	3 063	257	99	153
19	3 063	257	99	153
20	3 063	257	99	153
21	3 063	257	99	153

Fuente: elaboración propia.

Las boquillas se producen en bolsas de 10 kilogramos y para obtener las toneladas que se producen al mes se realiza el siguiente cálculo.

Toneladas = No. Unidades * 10 kilogramos * 1 tonelada
 1 000 kilogramos

Para el mes 18 = 7 205 * 10 * (1)
 1 000

Mes 18 = 72 toneladas

Tabla XLVII. **Pronósticos de riesgo por mes para las boquillas**

Pronósticos (bolsas)			
Mes	PLUS	BX1	BX2
18	7 205	3 607	3 539
19	7 205	3 607	3 539
20	7 205	3 607	3 539
21	7 205	3 607	3 539
Pronósticos (toneladas)			
Mes	PLUS	BX1	BX2
18	72	36	35
19	72	36	35
20	72	36	35
21	72	36	35

Fuente: elaboración propia.

Los acabados se producen en bolsas de 40 kilogramos y para obtener las toneladas que se producen al mes, se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Toneladas} = \text{No. Unidades} * 40 \text{ kilogramos} * \frac{1 \text{ tonelada}}{1\,000 \text{ kilogramos}}$$

$$\text{Mes 18} = 2\,966 * 40 * \left(\frac{1}{1\,000} \right) = 119 \text{ toneladas}$$

Tabla XLVIII. **Pronósticos de riesgo por mes para los acabados**

Pronósticos (bolsas)			
Mes	ADE	RE	EMP
18	2 966	257	380
19	2 966	257	380
20	2 966	257	380
21	2 966	257	380
Pronósticos (toneladas)			
Mes	ADE	RE	EMP
18	119	10	15
19	119	10	15
20	119	10	15
21	119	10	15

Fuente: elaboración propia.

El polietileno se utiliza en kilogramos. Para obtener la cantidad de toneladas se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Toneladas} = \text{No. Kilogramos} * \frac{1 \text{ tonelada}}{1\ 000 \text{ kilogramos}}$$

$$\text{Para el mes 18} = 22\ 462 * \left(\frac{1}{1\ 000} \right)$$

$$\text{Mes 18} = 22,46 \text{ toneladas}$$

Tabla XLIX. **Pronósticos de riesgo por mes para el polietileno**

Pronósticos (kilogramos)		
Mes	Blanco	Negro
18	22 462	15 415
19	22 462	15 415
20	22 462	15 415
21	22 462	15 415
Pronósticos (toneladas)		
Mes	Blanco	Negro
18	22.5	15.4
19	22.5	15.4
20	22.5	15.4
21	22.5	15.4

Fuente: elaboración propia.

Con estos resultados y con la composición de los productos (tabla XIV) se calcula la cantidad de materia prima en toneladas necesaria para el cumplimiento de esta demanda.

Tabla L. **Cantidad de materia prima necesaria (en toneladas) para cumplimiento de la demanda**

Materia prima local (toneladas)							
Mes	CG	CB	CAL	AG A	AG B	AG C	AG D
18	1 052,5	211,1	29,6	1 564,1	775,6	54,3	21,3
19	1 052,5	211,1	29,6	1 564,1	775,6	54,3	21,3
20	1 052,5	211,1	29,6	1 564,1	775,6	54,3	21,3
21	1 052,5	211,1	29,6	1 564,1	775,6	54,3	21,3
Materia prima importada (toneladas)							
Mes	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	
18	48,6	38,6	33,2	22,5	3,2	5,7	
19	48,6	38,6	33,2	22,5	3,2	5,7	
20	48,6	38,6	33,2	22,5	3,2	5,7	
21	48,6	38,6	33,2	22,5	3,2	5,7	

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Control de inventarios mediante base de datos

Una base de datos bien estructurada permite contar con un registro exacto de la producción diaria. Esto, a la vez, permite determinar lo que se ha producido en períodos más prolongados.

La base de datos fue realizada en una hoja electrónica de Microsoft Excel, utilizando varias opciones entre las que se encuentra la opción de filtros, macros y otras con que cuenta este programa, las cuales son de fácil aplicación. Al abrir el archivo se observa la pantalla que se muestra en la figura 19, la cual cuenta con las siguientes opciones:

Figura 19. Base de datos



Fuente: elaboración propia.

La opción número 1; al hacer clic sobre ella permite el traslado hacia la hoja que contiene la base de datos.

La opción número 2; al hacer clic sobre ella permite el traslado a la hoja que contiene los pronósticos de la demanda.

La opción número 3; al hacer clic sobre ella permite el traslado a la hoja que contiene el manejo de materiales. Esta información es de uso exclusivo de la gerencia de producción.

Al seleccionar la opción base de datos; se muestra la siguiente pantalla:

Figura 20. Hoja 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	P	
1	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)	(M)
2	Reporte	Área	Fecha	Mes	Año	Turno	Producto	Peso Uni. (k)	Familia	Tipo	Unidades	Peso Tot. (ton)	Respon
6693	04779	Planta Torre	21	20	2009	1	livelador	40	Adhesivos	A	200	8.00	Margarit
6694	04780	Planta Torre	21	20	2009	1	AMU	10	Adhesivos	D	388	3.88	Margarit
6695	04781	Planta Torre	21	20	2009	1	Rojo	10	Boquilla	BX2	410	4.10	Margarit
6696	04782	Planta Torre	21	20	2009	1	PSP	20	Adhesivos	B	544	10.88	Margarit
6697	04783	Planta Torre	21	20	2009	1	Constructor	20	Adhesivos	A	2,413	48.26	Margarit
6698	04732	Planta Torre	21	20	2009	1	Mandarina	10	Boquilla	BX1	205	2.05	Ernesto
6699	04733	Planta Torre	21	20	2009	1	Pegamix Gris	20	Adhesivos	A	2,088	41.76	Ernesto
6700	04734	Planta Torre	21	20	2009	1	Café claro	10	Boquilla	BX2	204	2.04	Ernesto
6701	04735	Planta Torre	21	20	2009	1	negro	10	Boquilla	BX2	205	2.05	Ernesto
6702	04736	Planta Torre	21	20	2009	1	Adeblok Fino	35	Acabados	ADE	52	1.82	Luis Pi
6846													
6847													
6848													
6849													
6850													
6851													

Totales: 6,709 124,84

Menú Ir a Tabla Dinámica

Menu Base de Datos Tabla Dinámica Pronosticos

Fuente: elaboración propia.

La opción número 4 (Menú) permite regresar al inicio de la hoja electrónica.

A continuación se explican brevemente estos campos.

- A. Reporte: indica el correlativo de cada reporte
- B. Área: para identificar el departamento al que corresponde el producto
- C Fecha, mes y año: a fin de ubicar la fecha en que se realizó cada producto, ante cualquier reclamo
- D. Turno: en ocasiones se trabaja a doble turno y con esto se identificará mejor el lote de producción correspondiente
- E. Producto: aquí se identificará el producto final
- F. Peso unidades (kg): los productos consisten en pesos de 10 kg, 20 kg y 40 kg
- G. Familia: para identificar de una manera más clara los productos, se clasificarán los productos por familia
- H. Tipo: para identificación del material que utiliza
- I. Unidades: la cantidad en unidades que se producen
- J. Toneladas: la cantidad de producción en toneladas
- K. Responsable: esto permitirá determinar la persona encargada del cumplimiento de producción del día

La opción número 5 (ir a tabla dinámica) permite el traslado hacia otra hoja en la cual se encuentra la información tabulada en meses.

Figura 21. Hoja 2

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a dynamic table. The table has columns for 'Familia', 'Tipo', 'Mes', and 'Total'. The data is filtered for 'Adhesivos' and 'Tipo A'. The 'Mes' column shows months from 4 to 20, and the 'Total' column shows corresponding values. A diagram on the right side of the spreadsheet shows a flow from 'Base de Datos' to 'A Pronosticos'. A callout '6' points to the 'Base de Datos' box, and a callout '7' points to the 'A Pronosticos' box.

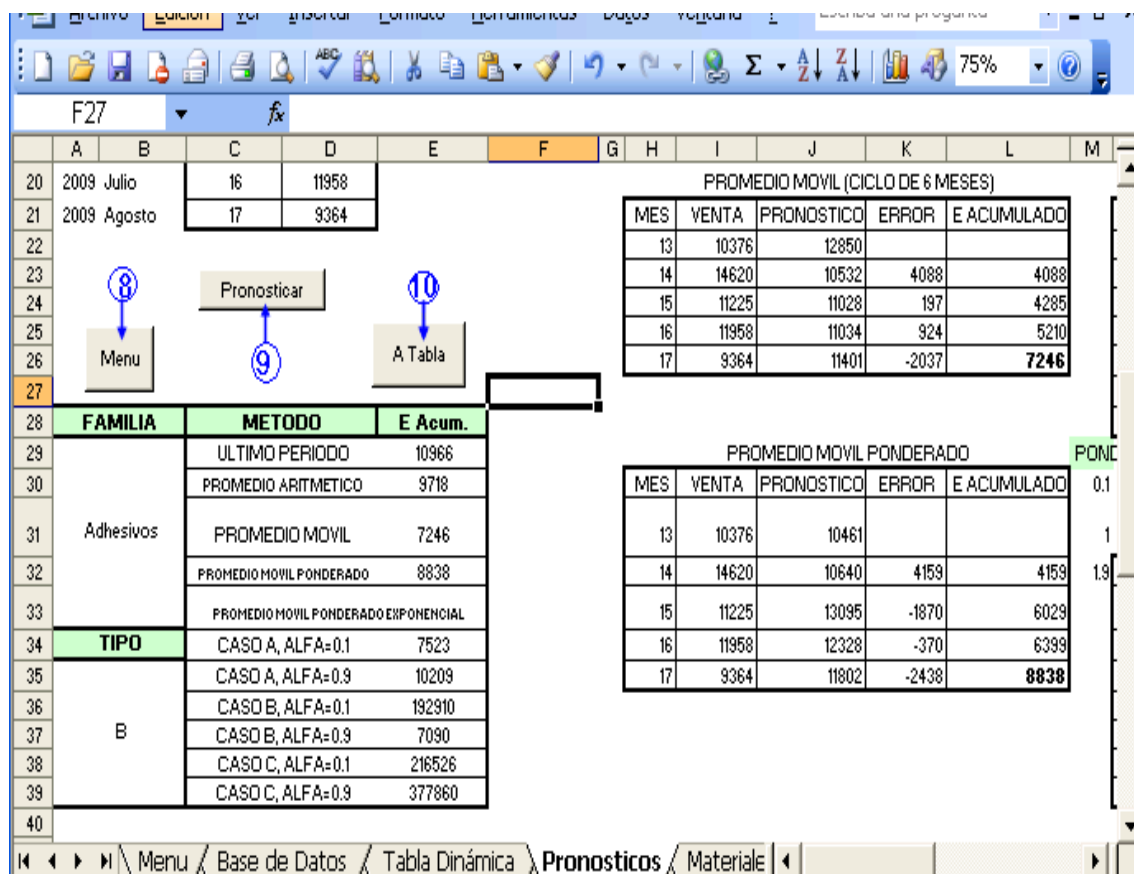
Familia	Tipo	Mes	Total
Adhesivos	A	4	160944
		5	161155
		6	160821
		7	161728
		8	161417
		9	161451
		10	160777
		11	161374
		12	159768
		13	160570
		14	160833
		15	161178
		16	161548
		17	160478
		18	160840
		19	160675
		20	158292
Total A			2733849

Fuente: elaboración propia.

La opción número 6 permite regresar a la hoja que contiene la base de datos.

Como se muestra en la imagen la información puede ser desplegada por mes, familia y tipo de producto. La opción número 7 permite trasladarse a la hoja que realiza los cálculos de los pronósticos.

Figura 22. Hoja 3



Fuente: elaboración propia.

La opción número 8 (menú) permite regresar al menú principal.

La opción número 9 (pronosticar) realiza los cálculos para obtener los pronósticos de la demanda.

La opción número 10 (a tabla) permite regresar a la hoja que contiene la tabla dinámica.

La hoja que contiene la información con la cantidad de materiales está destinada para uso exclusivo de la gerencia. En ella se encuentran los datos con la cantidad disponible en cualquier momento, los ingresos y los consumos realizados diariamente.

2.2.3.1. Cantidad óptima a pedir

Una de las decisiones básicas que deben tomarse en el manejo de inventarios es la de equilibrar los costos de inversión en inventarios con los de la colocación de pedidos de reposición de los mismos. La cantidad correcta que se debe pedir es aquella que mejor equilibra los costos relacionados con el número de pedidos colocados y los costos relacionados con el tamaño de los pedidos colocados. Cuando se han equilibrado adecuadamente estos costos, se minimiza el costo total. La cantidad de pedido resultante se llama tamaño de lote económico.

Partiendo de los datos obtenidos de la demanda durante los próximos meses, se cuenta con información valiosa, la cual permite saber exactamente la cantidad que se va a necesitar de los proveedores y a partir de esto pedir mejores precios, siempre y cuando esto sea posible.

La empresa utiliza, con más frecuencia, el tipo de inventario donde los niveles de existencias se reducen con el tiempo y después se reabastecen con la llegada de nuevos materiales.

En el caso de la materia prima local y con las facilidades con que se cuenta para ella (almacenamiento y entregas) no se requiere realizar los cálculos relacionados. Para la materia prima importada es necesario conocer los tiempos de entrega para determinar un tiempo promedio, el cual es de gran utilidad para realizar los cálculos relacionados.

Tabla LI. **Tiempos de entrega de importaciones**

Pedido	Tiempo (días)	Tiempo (meses)
1	35	1,17
2	32	1,07
3	41	1,37
	Promedio	1,20

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

El ciclo consta de 4 meses.

Los cálculos realizados corresponden al concentrado A, y al final se presenta un resumen que contiene los resultados obtenidos para cada uno de los materiales necesarios.

La fórmula para obtener la cantidad de pedido óptimo es la siguiente:

$$Q \text{ óptimo} = 2(\text{Planificado/Ciclo}) * \text{Política}_{S.M.} + (\text{Planificado/Ciclo}) * \text{Política}_{N.R.}$$

Donde

Q óptimo = Cantidad de pedido óptimo

Planificado = Cantidad requerida (dato obtenido de los pronósticos)
Ciclo = Cantidad de meses que intervienen en el cálculo
Política_{S.M.} = Política *stock* mínimo
Política_{N.R.} = Política de nivel de reorden

La fórmula para calcular la política de *stock* mínimo es la siguiente:

Política_{S.M.} = pedido más tardado + promedio de entrega

Política_{S.M.} = (1,37 – 1,20) meses

Política_{S.M.} = 0,17 meses

La fórmula para calcular la política de nivel de reorden es la siguiente:

Política_{N.R.} = promedio de entrega

Política_{N.R.} = 1,20 meses

Con estos datos se procede a calcular el Q óptimo;

Q óptimo = $2(194,3/4) * 0,17 + (194,3/4) * 1,20$

Q óptimo = 74,8 toneladas

La cantidad de pedido óptimo para el concentrado A es de 74,8 toneladas.

2.2.3.2. Frecuencia o tiempo de abastecimiento

Para encontrar este dato se necesita la siguiente fórmula:

Tiempo de abastecimiento = Q óptimo/consumo actual

El consumo actual corresponde a la cantidad de materia prima que se utilizó en agosto, es decir 35,3 toneladas.

$$\text{Tiempo de abastecimiento} = 74,8/35,3$$

$$\text{Tiempo de abastecimiento} = 2,12 \text{ meses} = 64 \text{ días}$$

Es decir, la frecuencia o tiempo de abastecimiento es de 64 días, o aproximadamente cada 2 meses.

$$\text{Nivel de reorden} = (\text{planificado/ciclo}) * \text{política}$$

$$\text{Política}_{N.R.} = \text{promedio de entrega}$$

$$\text{Política}_{N.R.} = 1,20 \text{ meses}$$

$$\text{Nivel de reorden} = (194,3/4) * 1,20$$

$$\text{Nivel de reorden} = 58,29 \text{ toneladas}$$

2.2.3.3. Stock mínimo y máximo

Para encontrar este dato se necesita la siguiente fórmula:

$$\text{Stock mínimo} = (\text{Planificado/Ciclo}) * \text{Política}_{S.M.}$$

$$\text{Política}_{S.M.} = \text{pedido más tardado} + \text{promedio de entrega}$$

$$\text{Política}_{S.M.} = (1,37 - 1,20) \text{ meses}$$

$$\text{Política}_{S.M.} = 0,17 \text{ meses}$$

$$\text{Stock mínimo} = (194,3/4) * 0,17$$

$$\text{Stock mínimo} = 8,3 \text{ toneladas}$$

Es decir, cuando la cantidad de concentrado A en bodega sea de 8,3 toneladas debe hacerse un nuevo pedido.

Para calcular el *stock* máximo, debe tomarse en cuenta una serie de factores, como la demanda en períodos más prolongados y los costos en que se incurrirán; sin embargo, debido a las variaciones que se pueden presentar en la demanda este dato se calculó tomando como referencia los 4 meses que corresponden al ciclo. La fórmula queda de la siguiente manera:

$$\text{Stock máximo} = (\text{planificado/ciclo}) * \text{política}$$

$$\text{Política}_{S.Ma.} = \text{ciclo}$$

$$\text{Política}_{S.Ma.} = 4 \text{ meses}$$

$$\text{Stock máximo} = (194,3/4) * 4$$

$$\text{Stock máximo} = 194,4 \text{ toneladas}$$

Es decir, la cantidad máxima que se debe comprar y tener en bodega corresponde a lo que se va a utilizar durante los próximos 4 meses.

La tabla LII contiene la información obtenida para cada uno de los materiales importados.

Tabla LII. **Cantidad óptima para cada tipo de materia prima**

Concentrado	Q óptimo (toneladas)	Tiempo de abastecimiento (meses)	Stock mínimo (toneladas)	Stock máximo (toneladas)
A	74,8	2,12	8,3	58,3
B	60,2	1,93	6,6	46,9
C	52,3	2,40	5,8	40,8
D	36,2	2,44	4,0	28,2
E	6,8	2,13	0,8	5,3
F	11,1	1,76	1,2	8,6
Polietileno				
Blanco	34,7	1,56	3,8	27,0
Negro	23,5	1,47	2,6	18,3

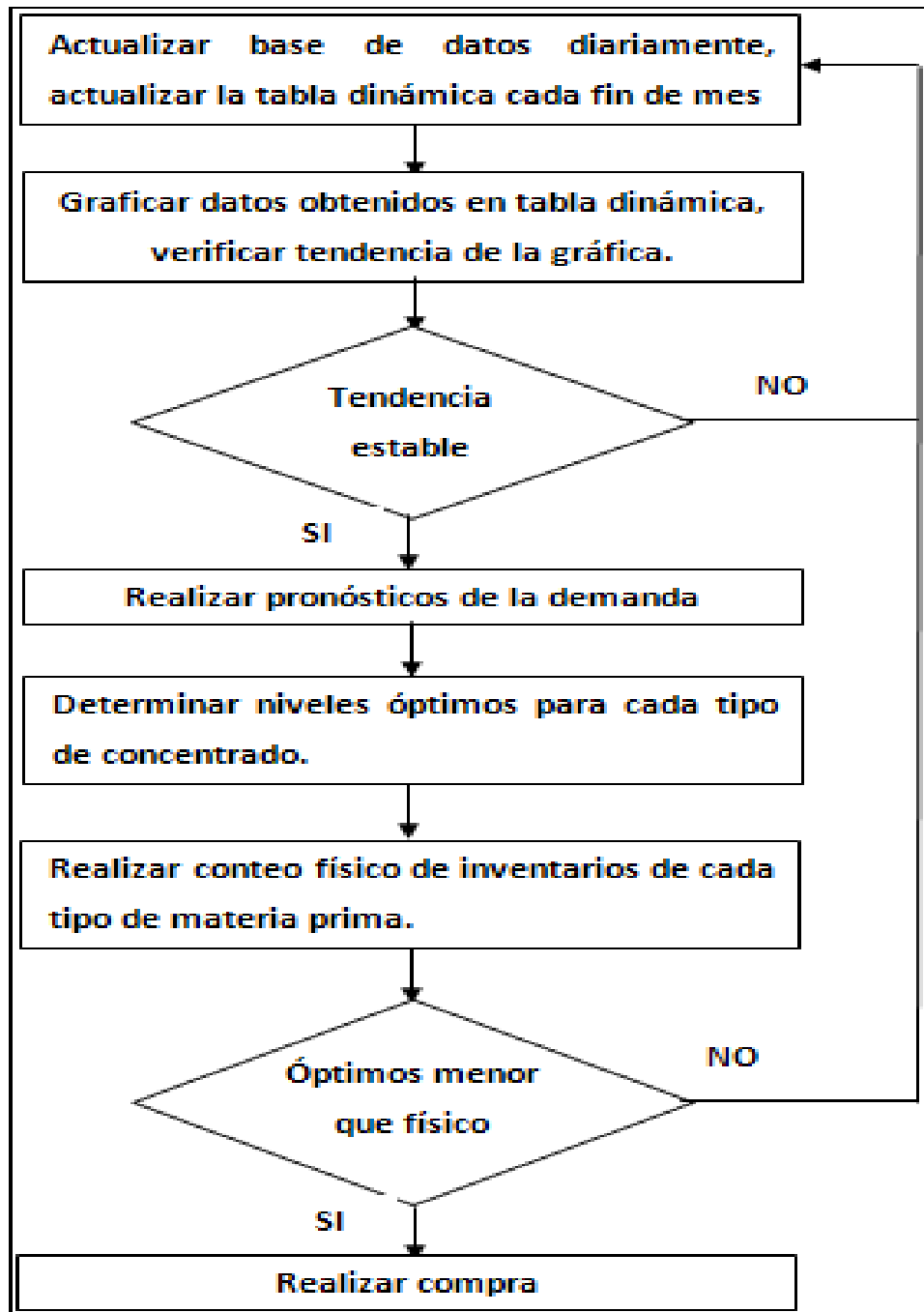
Fuente: propia.

Procedimiento a seguir para el abastecimiento de materia prima

A fin de alcanzar los objetivos planteados al inicio, se debe establecer un procedimiento en el cual han de establecerse los criterios que se tomarán en cuenta para la compra de materiales.

Este procedimiento se debe seguir si se realizan importaciones. Su éxito depende de la información que sea ingresada, por lo que se debe prestar atención a este aspecto. La figura siguiente muestra, en forma resumida, el procedimiento que la persona encargada de compras, en colaboración con los encargados de turno debe seguir para actualizar los datos diariamente.

Figura 23. Procedimiento de compra de materia prima



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

2.2.4. Identificación en bodega

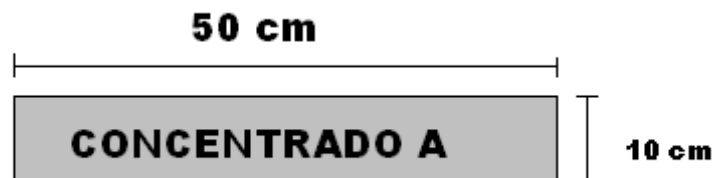
Para saber la cantidad y el lugar donde se encuentra cada tipo de concentrado disponible, se deben identificar plenamente para ahorrar tiempo al buscar lo que se necesita para la producción diaria.

2.2.4.1. Materia prima

Debido a que la materia prima local se almacena en silos, y cada silo contiene un tipo de material, no se presenta mayor problema al identificar cada uno de ellos. La materia prima importada viene en tarimas de 50 bolsas y cada bolsa pesa 10 kilogramos. Cuando se inicia una tarima, generalmente, se pierde la identificación que trae, por lo que es necesario identificarla.

Es necesario, asimismo, optimizar el espacio con que se cuenta. Para ello se debe colocar un identificador en el espacio designado para cada tipo de materia prima, como se muestra en la figura 24.

Figura 24. **Identificador de materia prima**



Fuente: elaboración propia.

2.2.4.2. Producto terminado

Debido a la cantidad de productos fabricados es difícil identificar cada uno de ellos. Por ello, se debe optimizar el espacio disponible y, mediante los pronósticos que se obtuvieron, disponer de un espacio proporcional a la demanda de cada uno de ellos. Para la identificación se propone pintar la bodega por áreas en las cuales únicamente se colocará el producto por el tipo de familia al que pertenezca.

La mayor parte de los adhesivos se empaca en bolsas blanco con verde, las boquillas en bolsas amarillas y los acabados en bolsas anaranjadas, por lo que el área que ocupan debe pintarse con estos colores.

2.2.5. Personal involucrado

A fin de alcanzar los objetivos establecidos, se debe instruir a los empleados para comprometerlos a que realicen sus actividades de la mejor manera posible. El operador del montacargas debe identificar la materia prima y el producto terminado ya que él realiza la descarga de la materia prima y la ubica en el lugar correspondiente.

El gerente de producción es el encargado exclusivo de la actualización diaria de la base de datos. De esta manera podrá determinar cualquier tipo de variación en la demanda de los productos y la compra de la materia prima en el tiempo establecido.

2.2.6. Establecimiento de mejora a implementar

El uso de la base de datos para controlar la producción diaria, por ser una hoja electrónica, se implementa al momento de establecer la información que a de conformarla.

Para obtener los resultados esperados, se deben nivelar previamente los inventarios de cada tipo de materia prima y establecer las entregas pendientes. Con estos datos actualizados se determina la realización de pedidos a principio de cada mes.

2.2.6.1. Importancia de mejora propuesta

Como se mencionó anteriormente, el fin principal de todas las empresas es generar ingresos y mantener los costos en niveles aceptables. El control exacto de la materia prima y su almacenamiento en un lugar de fácil identificación impide que el departamento de producción se desabastezca de los materiales necesarios, el cambio de los programas de producción diarios y la disminución de tiempos muertos. Todo esto, al final, se traduce en costos, los cuales en definitiva disminuirán al implementar este método.

2.2.6.2. Ventajas de la nueva propuesta

Entre las principales se mencionan las siguientes:

- ✓ En compras se evitarán duplicidades por desconocimiento o mala gestión de los materiales con que se cuenta;

- ✓ En aprovisionamiento, ya que al conocer exactamente lo que se necesitará de los proveedores a corto, mediano y largo plazo, se pueden negociar mejores precios;
- ✓ Por concepto de mano de obra se reducirán las horas extras, se reducirán los tiempos muertos y la planificación de programas de producción estará acorde con los materiales disponibles;
- ✓ La cantidad de pedidos disminuirá;
- ✓ El espacio en bodega se optimizará y el ordenamiento en ella se facilitará;
- ✓ Conocimiento exacto del lugar que ocupa cada material en la bodega.

2.2.7. Procedimiento para realización de nuevo sistema

Como todo cambio que quiera implementarse en una empresa, el éxito de este depende de la forma en que sea transmitido a los involucrados, se debe dar toda la información relacionada e instruir adecuadamente a los trabajadores. Luego, debe haber una etapa de supervisión con los encargados para que sigan los métodos establecidos y pueda corregirse cualquier error.

2.2.7.1. Autoridad

La persona encargada será el gerente de producción o la persona que él delegue, quien deberá actualizar la base de datos diariamente. Esto le permitirá contar con los datos relacionados con la producción diaria y a partir de ahí puede determinar la cantidad de materiales disponibles.

La persona o personas que él designe para el resto de cambios propuestos deben comprometerse a realizar las tareas y tomar decisiones en ausencia de él.

2.2.7.2. Responsabilidad

El gerente de producción debe verificar que las personas designadas para realizar los cambios cumplan con sus funciones. El ordenamiento e identificación de la materia prima y del producto terminado compete al operador del montacargas. El encargado en turno debe llenar las hojas de control en las cuales se lleva el registro de los materiales utilizados. Además, cada trabajador es responsable de mantener el orden y limpieza del área en que se encuentre. Sin embargo, el gerente de producción debe verificar el cumplimiento de estas tareas.

2.2.8. Recursos técnicos

El gerente de producción cuenta con un computador portátil y en la oficina de producción existe una computadora, por lo que la base de datos se debe actualizar en la computadora de la oficina y luego trasladar la información a cada uno de los encargados. Para el uso de la base de datos se cuenta con un manual de usuario (ver Anexo 1), el cual se debe proporcionar a cada uno de los encargados en turno para que ingresen la información de la manera correcta.

2.2.9. Control y registro

La base de datos se debe utilizar como registro, por lo que el ingreso de datos con la producción diaria y los pronósticos debe ser lo único que se haga en la computadora que se encuentra en la oficina. Esto se debe a que el control de la materia prima es información confidencial y únicamente la han de manejar los ingenieros a cargo, en su computador personal. Los encargados de menor jerarquía no deben tener acceso a estos datos.

2.2.9.1. Base de datos

Los datos se encuentran actualizados hasta el mes de agosto, a partir de esto se cuenta con datos exactos obtenidos de la producción diaria. Los datos del año anterior únicamente se tomaron en cuenta para pronosticar la demanda.

2.2.9.2. Gráficos de datos obtenidos

La tabla LIII muestra los datos obtenidos en el presente año. Se incluyen, además, los datos esperados para los meses posteriores, estos datos corresponden a bolsas de producto.

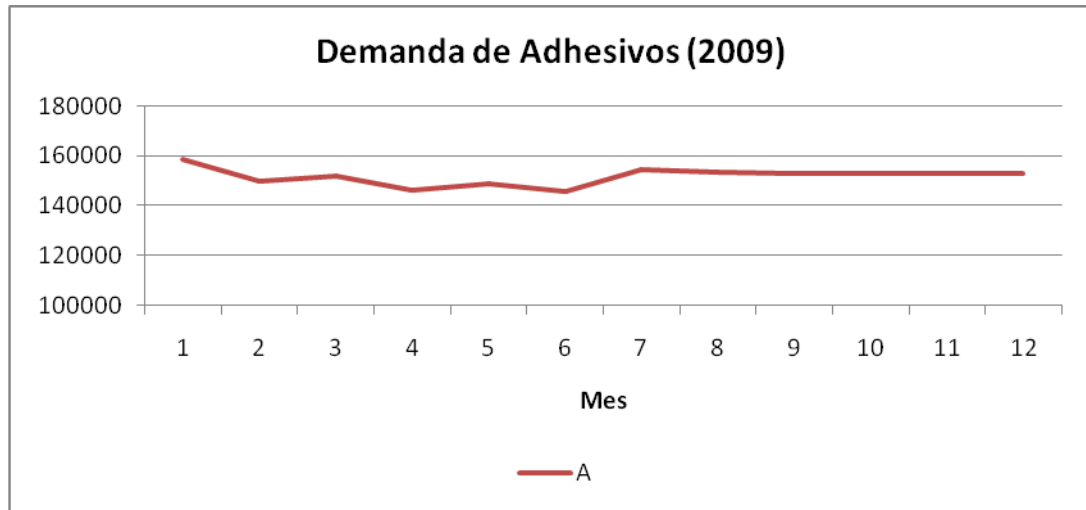
Tabla LIII. **Demanda real y proyectada en unidades (bolsas) de Producto**

Mes	Adhesivos (bolsas)				Boquillas (bolsas)			Acabados (bolsas)			
	A	B	C	D	PLUS	BX1	BX2	ADE	RE	EMP	
Real	1	158 570	9 756	6789	317	7 094	3 664	3 760	2 812	206	688
	2	149 833	10 912	9618	076	7 325	3 541	4 027	2 867	256	612
	3	151 820	11 048	5796	947	7 133	3 295	3 894	2 824	209	758
	4	146 320	10 572	7018	704	7 606	3 928	4 023	2 986	356	691
	5	148 576	13 726	6883	538	7 588	3 972	3 588	2 905	363	721
	6	145 805	10 322	6236	736	7 328	3 827	3 550	2 728	152	776
	7	154 544	11 471	3058	153	7 126	3 984	4 081	2 973	249	689
	8	153 492	9 266	4892	174	7 613	3 887	3 698	2 778	250	733
Proyectada	9	153 141	12 850	4935	654	7 205	3 607	3 539	2 966	257	671
	10	153 141	12 850	4935	654	7 205	3 607	3 539	2 966	257	671
	11	153 141	12 850	4935	654	7 205	3 607	3 539	2 966	257	671
	12	153 141	12 850	4935	654	7 205	3 607	3 539	2 966	257	671

Fuente: elaboración propia.

Las gráficas obtenidas se muestran en las siguientes figuras.

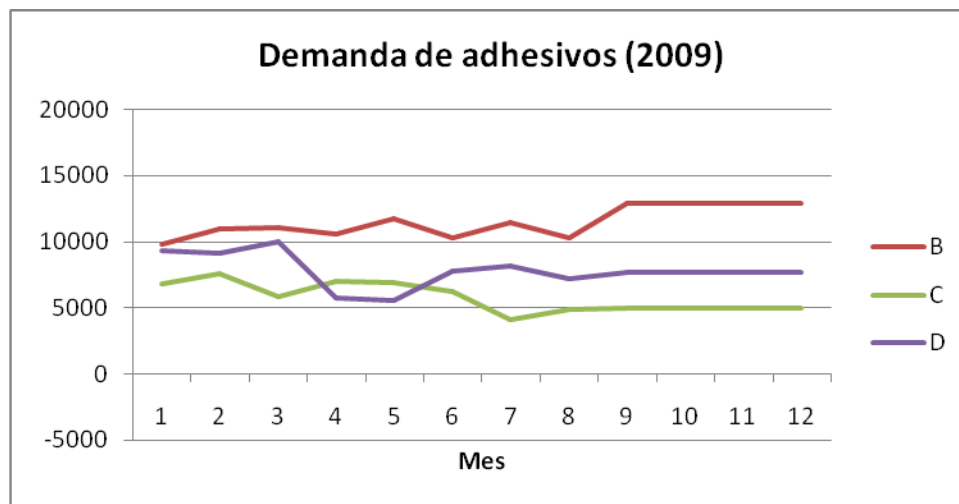
Figura 25. **Demanda proyectada en unidades (bolsas) de adhesivos tipo A**



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la gráfica anterior, la demanda de este producto se mantiene constante durante todo el año.

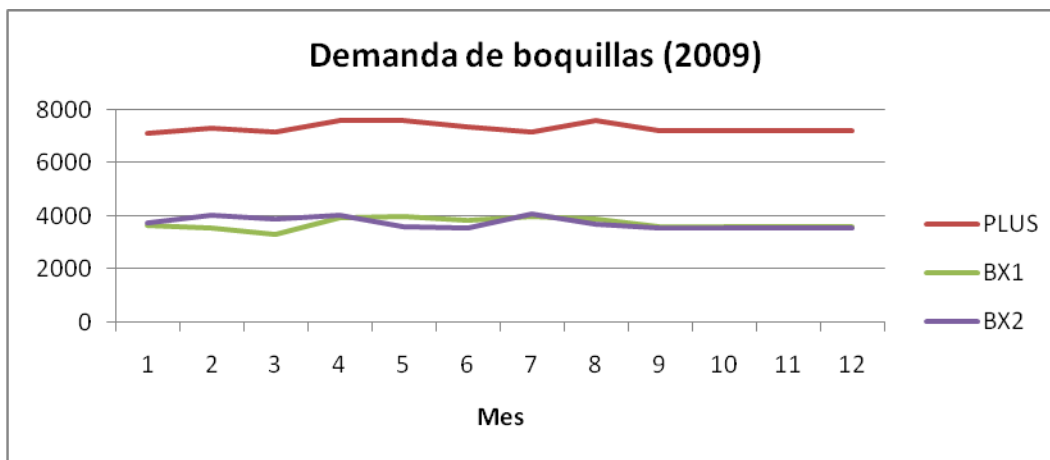
Figura 26. **Demanda proyectada en unidades (bolsas) de adhesivos**



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la gráfica anterior, la demanda de estos productos se mantiene constante durante todo el año. El adhesivo tipo B presenta un leve aumento y luego vuelve a mantenerse constante.

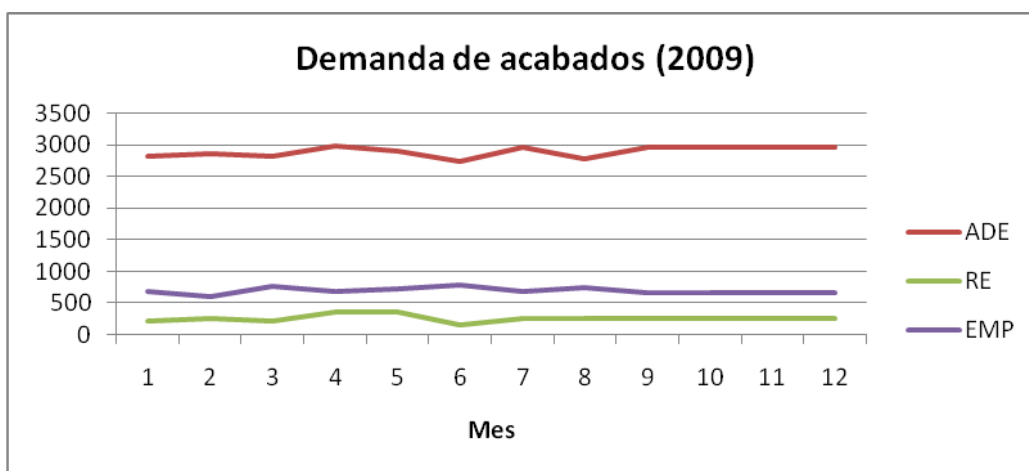
Figura 27. **Demanda proyectada en unidades (bolsas) de boquillas**



Fuente: elaboración propia.

La demanda de boquillas no presenta variación a lo largo del año.

Figura 28. **Demanda proyectada en unidades (bolsas) de acabados**



Fuente: elaboración propia.

La demanda de acabados al igual que la de boquillas se mantiene estable a lo largo del año.

2.2.9.3. Comprobación de los pronósticos de la demanda

El trabajo con pronósticos implica suponer o estimar lo que pasará a partir del presente. Esto es útil para realizar la programación de la producción con base en estos datos. El riesgo existe cuando se realiza la compra de materiales, ya que si los datos son incorrectos, el costo en que se incurre es demasiado alto, por esto; se debe verificar los datos obtenidos cada mes e ir comparándolos con los datos reales para corregir cualquier error.

Para ejemplificar esto se comparó el dato obtenido con los pronósticos para el mes de septiembre y la demanda real del mismo mes de todos los productos. Esta comparación se muestra en la tabla LIV.

Tabla LIV. **Comparación entre la demanda real y la proyectada (unidades)**

Demanda	Adhesivos (bolsas)				Boquillas (bolsas)			Acabados (bolsas)		
	A	B	C	D	PLUS	BX1	BX2	ADE	RE	EMP
Real	154 321	12 563	4 973	7 628	7 016	4 150	4 036	2 739	225	639
Pronóstico	153 141	12 850	4 935	7 654	7 205	3 607	3 539	2 966	257	671
Diferencia	1 181	-287	38	-26	-189	543	498	-227	-32	-32
Un dato positivo indica que la demanda real fue mayor a la demanda pronosticada.										
Un dato negativo indica que la demanda real fue menor a la demanda pronosticada.										

Fuente: elaboración propia.

En el caso de los adhesivos tipo A, la diferencia obtenida significa que la demanda real sobrepasó a la pronosticada por 1 181 bolsas. Con esta información es posible calcular los pronósticos para el resto de los meses posteriores con una precisión mayor.

2.2.10. Reducción de costos

Uno de los principales objetivos de la empresa es la reducción de costos en cada una de sus operaciones, manteniendo la calidad en cada uno de sus productos y el servicio de atención a los clientes. Existe una serie de acciones que permiten alcanzar estos objetivos, las cuales se pueden aplicar en ciertas circunstancias, como son:

- ✓ Eliminar tareas innecesarias mediante la estandarización de procesos y/o procedimientos;
- ✓ La selección adecuada del personal ayuda a obtener una mayor productividad, lo que se refleja en el cumplimiento de los programas de producción diarios;
- ✓ Contar con los materiales en el momento que se necesiten, evitará realizar cambios en los programas de producción;
- ✓ El control de calidad del producto final, evitará la devolución de los productos que no cumplan con los requerimientos establecidos, y los reprocesos;
- ✓ La ubicación e identificación en bodega del lugar exacto en que se encuentra cada material, permitirá la disminución de tiempo en la búsqueda de estos.

Para verificar la reducción de costos se presenta en la tabla LV el detalle de los paros no programados durante el mes de septiembre. Si bien no se han eliminado por completo, se nota una reducción y quizá lo más importante, estos no corresponden a problemas con la materia prima.

Tabla LV. **Análisis de los paros no programados**

Paros no programados				
Mes	Fecha	Tiempo (minutos)	Causa	Observaciones
Septiembre	9	36	Falla de maquinaria	
Septiembre	11	42	Cambio de producto	Pedido urgente
Septiembre	13	5	No se encontraba concentrado	
Septiembre	17	7	No se encontraba concentrado	
Septiembre	18	14	Cambio de producto	No hay concentrado
Septiembre	23	9	Cambio de producto	Pedido urgente
Total		113		

Fuente: elaboración propia.

En cuestión de mano de obra directa se obtuvo una disminución en la cantidad de horas extras, la diferencia que se obtuvo a favor de la empresa corresponde a un ahorro de Q. 5 441,95, lo más significativo es que se eliminaron las horas extras dobles debido a que no se trabajó los días domingo.

Tabla LVI. **Reducción de costos debido a disminución de horas extras**

Año	Mes	Horas extras		Costo hora extra		Total (Q)
		Normales	Dobles	Normal	Doble	
2009	Agosto	200	72	17,00	25,50	5 236.,0
2009	Septiembre	124	0	17,00	25,50	2 108,00
PROMEDIO						Q 3 672,00

Tipo de cambio (\$1 = Q7,98)

Fuente: elaboración propia.

2.2.10.1. Por cantidades adquiridas

Teniendo los datos de pedido óptimo y la frecuencia de abastecimiento para cada tipo de materia prima, se programan los pedidos con anticipación lo que permite la reducción de estos y que se pueda negociar con la empresa proveedora los precios de cada uno de los materiales. La tabla LVII muestra la comparación entre el método actual y el método mejorado.

Tabla LVII. **Comparación de costos entre ambos métodos**

Concentrado	Mejora		Actual		
	Q óptimo (toneladas)	Costo de compra (Q)	Compra actual por mes (ton)	Cantidad comprada según tiempo de abastecimiento (toneladas)	Costo de compra (Q)
A	74,8	2 065 228,00	50	106	2 926 660,00
B	60,2	1 513 428,00	30	57,9	1 455 606,00
C	52,3	1 683 537,00	25	60	1 931 400,00
D	36,2	1 236 954,00	15	36,6	1 250 622,00
E	6,8	211 888,00	5	10,65	331 854,00
F	11,1	401 598,00	5	8,8	318 384,00
Polietileno					
Blanco	34,7	282 805,00	20	31,2	254 280,00
Negro	23,5	144 760,00	30	44,1	271 656,00
Total		7 540 198,00			8 740 462,00

Tipo de cambio (\$1 = Q7,98)

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se obtiene un ahorro de **Q. 1 200 264,00** al realizar las compras de materia prima mediante los cálculos obtenidos.

2.2.10.2. Por almacenamiento

Al contar con los datos de la demanda futura se cuenta con los datos de la cantidad de materiales que se necesitarán y a partir de esto se determinará el espacio que ocuparán. Esto permite reducir el espacio que ocupan los materiales que no se utilizan demasiado o que tienen un tiempo de utilización mayor, lo que implica contar con lo que realmente se necesita.

La tabla LVIII muestra la cantidad de tarimas que han de comprarse de cada material así como la capacidad de almacenamiento con que se cuenta (ver tabla XV).

Tabla LVIII. **Comparación entre almacenamiento actual y mejorado**

Concentrado	Q óptimo (toneladas)	Peso por tarima (toneladas)	Cantidad de tarimas	Cantidad de tarimas (actual)	Capacidad de almacenamiento
A	74,8	1,7	44	62	32 tarimas en cada rack
B	60,2	2,0	30	29	
C	52,3	2,0	26	30	
D	36,2	2,0	18	18	Total 32 *4 = 128 tarimas
E	6,8	2,0	3	5	
F	11,1	2,0	6	4	
Total tarimas			127	149	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior se cuenta con espacio suficiente para almacenar estos materiales, si se compran basados en el pedido óptimo. Con el método actual, se observa una diferencia negativa de 21 tarimas, debido a que no se cuenta con espacio suficiente para las 149 tarimas.

Esto ocasiona que se deba almacenar en otros lugares lo que a la vez resta espacio para almacenar producto terminado.

Entre las ventajas con que se cuenta al almacenar la materia prima de esta manera se mencionan:

- ✓ Eliminación o reducción del tiempo que se pierde en paros no programados por la búsqueda de materiales
- ✓ Identificación plena de cada tipo de materia prima
- ✓ Claro conocimiento de las cantidades con que se cuenta

2.2.11. Optimización de espacio físico en la planta

Hacer el mejor uso de las instalaciones con que se cuenta y establecer espacios tanto para la materia prima como el producto terminado, permite ahorrar tiempo valioso en la producción y en el despacho de los productos requeridos por los clientes y determinar el tiempo en que ha permanecido el producto en las instalaciones y la rotación que tiene cada uno de ellos.

2.2.11.1. Planos de distribución

Para facilitar la localización de cada producto, se deben realizar planos de distribución a fin de que el encargado de transportar o descargar los materiales los lleve al lugar correcto.

2.2.11.1.1. De producto terminado

Para la optimización del espacio con que se cuenta, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Se cuenta con 306 espacios disponibles para almacenar tarimas
- ✓ Cada tarima soporta dos tarimas de peso, es decir se pueden estibar tres tarimas en cada espacio
- ✓ Tomando esto en consideración, en total se cuenta con 918 espacios
- ✓ Productos con mayor demanda y rotación son los adhesivos tipo A y B
- ✓ Estos productos deben estar lo más cerca posible del área de despacho a fin de que el tiempo entre cada uno de ellos sea el mínimo posible
- ✓ Los productos con menor demanda son los acabados

Este plano será de uso exclusivo de la persona que maneja el montacargas, ya que es el encargado del ordenamiento en bodega y del despacho de los pedidos. Actualmente, la distribución del producto terminado no es prioridad, por lo que se debe tomar unos días en los cuales no haya producción para ordenar la bodega; luego, ordenar lo que se produce diariamente.

Con base en los datos obtenidos de la demanda y en los aspectos mencionados, la propuesta de ubicación de los productos se muestra en la figura 29.

Figura 29. **Ubicación propuesta en bodega de producto terminado**

4	ADHESIVOS TIPO A															ADHESIVOS TIPO B								
3	ADHESIVOS TIPO A															ADHESIVOS TIPO B								
2	ADHESIVOS TIPO A															ADHESIVOS TIPO B								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
PASILLO																								
5	BOQUILLA BX2					BOQUILLA BX1						BOQUILLA PLUS						ACABADOS ADE				ACABADOS RE		
4	BOQUILLA BX2					BOQUILLA BX1						BOQUILLA PLUS						ACABADOS ADE				ACABADOS RE		
3	BOQUILLA BX2					BOQUILLA BX1						BOQUILLA PLUS						ACABADOS ADE				ACABADOS RE		
2	BOQUILLA BX2					BOQUILLA BX1						BOQUILLA PLUS						ACABADOS ADE				ACABADOS RE		
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	
PASILLO																								
MATERIA PRIMA	ESTACIÓN DE TRABAJO					MATERIA PRIMA	6	ADHESIVOS TIPO D						ADHESIVOS TIPO C						ACABADOS EMP				
	ESTACIÓN DE TRABAJO						5	ADHESIVOS TIPO D						ADHESIVOS TIPO C						ACABADOS EMP				
	ESTACIÓN DE TRABAJO						4	ADHESIVOS TIPO D						ADHESIVOS TIPO C						ACABADOS EMP				
	ESTACIÓN DE TRABAJO						3	ADHESIVOS TIPO D						ADHESIVOS TIPO C						ACABADOS EMP				
	ESTACIÓN DE TRABAJO						2	ADHESIVOS TIPO D						ADHESIVOS TIPO C						ACABADOS EMP				
	ESTACIÓN DE TRABAJO						1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3			

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

Tomando como referencia el espacio designado para los adhesivos tipo A, se determinó la cantidad de tarimas que se pueden almacenar, así se obtiene la cantidad de tarimas a almacenar, se cuenta con 15 espacios y cada espacio permite almacenar 4 tarimas y la estiba que se permite es de 3 tarimas, el total de tarimas a almacenar corresponde a $(15 \cdot 4 \cdot 3)$ tarimas = 180 tarimas.

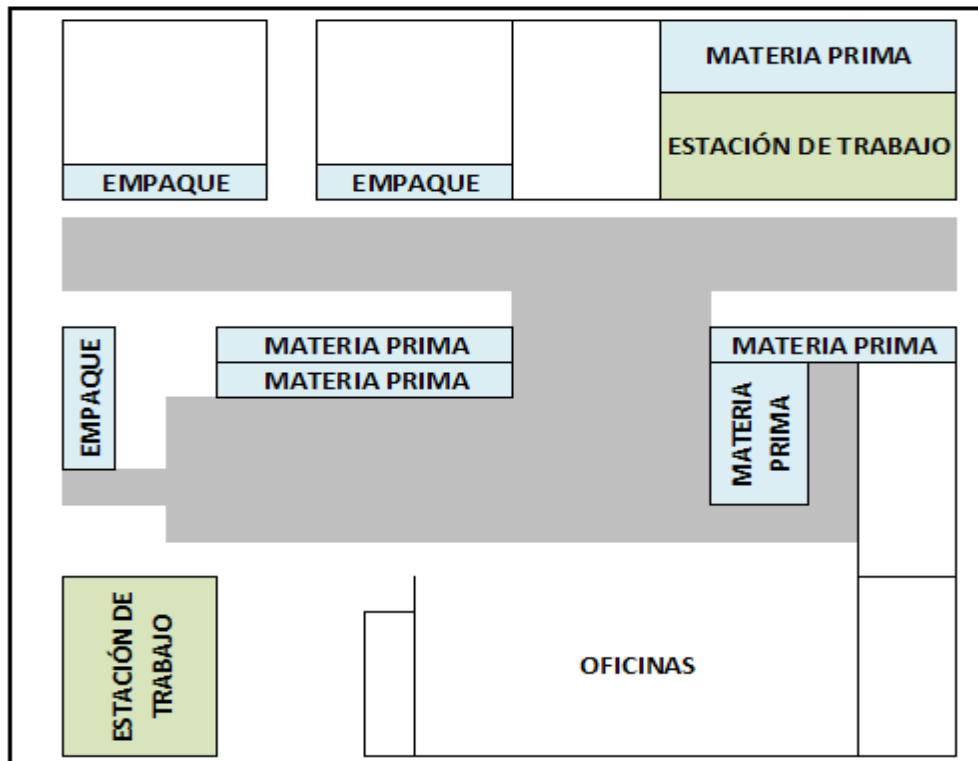
2.2.11.1.2. De materia prima

Los aspectos que se deben considerar para realizar esta distribución se presentan a continuación:

- ✓ La materia prima se almacena en *racks* (ver tabla XV)
- ✓ Se pueden almacenar dos tarimas en cada espacio en el *rack*
- ✓ Los materiales se deben almacenar lo más cerca posible del lugar donde se realiza el proceso productivo
- ✓ Los materiales deben estar debidamente identificados
- ✓ El espacio con que se cuenta permite almacenar 128 tarimas

Para lograr este propósito se debe tener en cuenta la cantidad requerida de cada uno de los materiales para cumplir con los pronósticos de la demanda, así como la proximidad al área de producción. De esta manera se minimiza a el tiempo que se utiliza en la búsqueda de materiales, una propuesta para ubicar la materia prima se presenta en la figura 30.

Figura 30. **Ubicación propuesta en bodega de materia prima**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A..

2.2.12. **Costos de implementación del proyecto**

En todo proyecto se utilizan recursos propios y de la empresa. Esto implica costos para la empresa debido a que se detiene la producción por unas horas o se debe comprar el equipo necesario. Sin embargo, a largo plazo ayudan a mejorar los métodos actuales o tener la seguridad que todo el personal está informado de la participación de cada uno de ellos en la realización de la mejora planteada.

2.2.12.1. Elaboración de base de datos

La base de datos fue diseñada en una hoja electrónica, por lo que el costo de esta únicamente corresponde al uso del equipo de oficina.

2.2.12.2. Materiales y equipo de oficina

Para el cálculo de los pronósticos de la demanda y demás datos obtenidos se utilizó la computadora que se encuentra en la oficina de producción. Se utilizaron, además, fotocopias en las que se explicaba el ordenamiento de la bodega y el diagrama final de la ubicación de cada uno de los productos y la materia prima.

Tabla LIX. Costos por desarrollo de proyecto

Descripción	Cantidad	Costo (Q)
Uso de cañonera	1	400,00
Hojas de papel bond	500	40,00
Fotocopias	300	50,00
Marcadores	5	50,00
Tipo de cambio (\$1 = Q7,98)	Total	540,00

Fuente: elaboración propia.

2.2.12.3. Otros

Para adiestrar a los encargados en el uso de la base de datos, se les solicitó quedarse una vez terminada la producción diaria y se contabilizó como horas extras. Para la identificación de la materia prima se realizó la inversión que se muestra en la tabla LX.

Tabla LX. **Otros costos por desarrollo de proyecto**

Descripción	Costo	Observaciones
Mano de obra	Q150,00	Adiestramiento a los 2 encargados, 3 horas/semana cada uno
Mano de obra	Q 515,12	Capacitaciones
Reglillas	Q400,00	Identificación de los concentrados y polietileno
Total	Q 1 065,12	Tipo de cambio (\$1 = 7,98)

Fuente: elaboración propia.

El costo total para la realización e implementación del proyecto se resume a continuación en la Tabla LXI.

Tabla LXI. **Costo total por desarrollo de proyecto**

Descripción	Costo
Materiales y equipo de oficina	Q540,00
Otros	Q1 065,12
Honorarios de epesista	Q12 000,00
Total	Q13 605,12
Tipo de cambio (\$1 = Q7.98)	

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN (PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE UN SISMO EN LA EMPRESA)

✓ **Condiciones actuales de seguridad e higiene industrial**

- **La empresa**

Debido a que la empresa se encuentra próxima a una región volcánica, el riesgo de enfrentar una situación generada por un sismo es relativamente mayor que en otras regiones.

- **Áreas críticas de la planta**

Son aquellas zonas que, por su naturaleza, equipo, almacenaje, características físicas, acumulación de materiales, o cualquier otro factor proporcionan riesgo al personal, visitantes y bienes de la empresa.

Área de secador: el riesgo fundamental está representado por un incendio que se generara en su entorno, debido a que se trabaja con gas. Ante ello, debe eliminarse todo material combustible que no forme parte del proceso (basura, desechos, etc.).

Área de rotomoldeo: el riesgo principal también lo representan los incendios o explosiones debido a fugas de gas, o incendios en la materia prima. Ante ello, se deben extremar las medidas o cuidados en el manejo y transporte de los materiales, el buen uso de las instalaciones eléctricas y el control de fuentes de calor.

- **Análisis de riesgos**

Para identificar los riesgos a los que se exponen los trabajadores en cada una de las áreas de la empresa y proponer soluciones para minimizarlos, se presentan las siguientes tablas:

Tabla LXII. **Análisis de riesgos en área de producción**

<p>Área de pesado <i>Riesgos detectados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Caídas en piso por partes de maquinaria mal ubicadas ➤ Ruido, puede ocasionar sordera ➤ Caída en la pesadora cuando se agregan concentrados ➤ Caída en elevador cuando se suben materiales <p>Área de mezclado <i>Riesgos detectados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ruido puede ocasionar sordera ➤ Quemaduras debido al contacto con la mezcladora ➤ Caídas debido a aceite derramado en piso ➤ Caídas en escaleras que llevan a otra área 	<p>Área de llenado <i>Riesgos detectados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ruido puede ocasionar sordera ➤ Excesiva exposición a polvo ➤ Prensado de mano debido a boquilla de llenado ➤ Dolores musculares al permanecer sentado por tiempo prolongado ➤ Dolores musculares al levantar cargas pesadas ➤ Partículas de polvo en los ojos ➤ Golpes en los pies debido a la caída de bolsas en ellos ➤ Arrastre de operadores por banda transportadora <p>Corredor a BPT <i>Riesgos detectados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Caídas debido a piso resbaloso ➤ Golpes debido a topes con el montacargas ➤ A quedar aplastados con las tarimas debido a la caída de éstas ➤ A ser atropellados con el montacargas ➤ A quedar atrapados por la caída de producto
--	---

Fuente: investigación de campo.

Tabla LXIII. **Análisis de riesgos en área de rotomoldeo**

<p>Área de pulverizado</p> <p><i>Riesgos detectados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ruido puede ocasionar sordera ➤ Excesiva exposición a polvo ➤ Caídas debido a material tirado en el área de trabajo ➤ Quemaduras debido al motor de la pulverizadora <p>Área de secador</p> <p><i>Riesgos detectados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ruido excesivo por el compresor ➤ Quemaduras debido al contacto con el secador ➤ Caídas en la banda transportadora ➤ Caídas en la tolva de llenado ➤ Excesiva exposición a polvo ➤ Caídas en las escaleras que llevan a la tolva de llenado 	<p>Área de producción</p> <p><i>Riesgos detectados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Desmayos debido a calor excesivo ➤ Quemaduras ➤ Cortes debido a las rebabas del PT ➤ A quedar aplastados por la caída de los moldes ➤ Dolores musculares al levantar cargas pesadas <p>Área de silos</p> <p><i>Riesgos detectados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Caídas en las escaleras ➤ Golpes debido a topes con las escaleras ➤ Caídas en los silos cuando suben a ver la cantidad de material que hay en ellos. ➤ Excesiva exposición a polvo ➤ Ruido excesivo en la tamizadora
--	---

Fuente: investigación de campo.

✓ **Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales en cualquier industria son de gran importancia porque crean condiciones laborales que permiten a los trabajadores ejecutar todas las tareas de la mejor manera posible.

Si los trabajadores se encuentran en un ambiente grato, en condiciones higiénicas, sin experimentar frío ni calor, con una iluminación y ventilación adecuada y con el menor ruido posible, realizarán las tareas asignadas de forma correcta lo que implicará beneficios para la empresa relacionados con la disminución de reprocesos.

Las condiciones ambientales actuales de la empresa son deficientes, debido al tipo de materiales y proceso que se realiza. Los principales problemas lo generan las partículas de polvo y el ruido excesivo en el área de producción.

- **Partículas de polvo**

Debido a la utilización de cementos y diferentes tipos de granos de piedra triturada, la cantidad de polvo que se acumula en el área de producción es bastante grande y a pesar de que se cuenta con extractores estos no impiden su acumulación.

- **Ruido**

En el proceso de llenado, los operarios se encuentran expuestos por largos periodos al ruido que produce la maquinaria, y aunque se les provee de tapones para los oídos, no se verifica que realmente los usen, debido a que, según ellos, ya están acostumbrados. Otro problema es que el proceso se realiza sentado, por lo que los operarios pasan toda la jornada de trabajo en la misma postura.

- **Efectos sobre los operarios**

Los trabajadores expuestos al contacto directo e indirecto con las partículas de polvo y/o ruido pueden desarrollar un daño irreversible en su organismo.

Ese daño será proporcional a una serie de factores como son:

- Los propios de la naturaleza humana
- La concentración en el ambiente
- La velocidad de absorción por el organismo
- Tiempo de exposición e inhalación
- Los característicos de los materiales (su toxicidad)

Los efectos más comunes sobre los operarios en la empresa debido a la exposición a los vapores u olores contaminantes son:

- Dolor de garganta
- Tos
- Dolor de cabeza

- Irritación de los ojos
 - Sordera
 - Dolor de espalda
- ✓ **Programa de seguridad e higiene industrial**

La empresa no cuenta con un programa de este tipo en las instalaciones, porque desde que inició sus labores, no ha ocurrido accidente de trabajo de gran magnitud, sino solo percances leves.

En la empresa, como se identificó anteriormente existen áreas críticas que requieren mayor atención. La gerencia debe reducir los riesgos, sin embargo cada trabajador es responsable del área de trabajo en que se encuentra, ya sea informando a la gerencia sobre cualquier problema o manteniendo ordenado su lugar de trabajo, ya que al final ellos son los que están en riesgo directo.

- **Normas y políticas establecidas de seguridad industrial**

No existen normas y políticas establecidas relacionadas con la seguridad industrial en la empresa. Simplemente el personal es consciente de ciertas reglas básicas de comportamiento para evitar ciertos accidentes o cuidar la salud, pero estas resultan insuficientes o no se les da la importancia necesaria.

- **Hábitos de higiene industrial**

Se ha tratado de inculcar en los trabajadores la importancia de mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado, sin embargo por el material que se utiliza esto no es posible en todo momento y aun no se ha podido corregir este problema.

La existencia de fugas de materiales en el proceso de llenado genera que las áreas de trabajo se ensucien con gran facilidad.

✓ **Señalización**

La planta de producción no cuenta actualmente con ningún tipo de señalización industrial, y debido a los procesos existentes, la señalización en la empresa es de suma importancia, para que los trabajadores observen y reconozcan los diferentes tipos de riesgos a los cuales están expuestos y al tipo de seguridad que se requiere en cada una de las áreas de trabajo. La materia prima no se encuentra identificada, únicamente el área de producto terminado cuenta con parte de la señalización necesaria.

✓ **Salidas de emergencia**

Lamentablemente, dentro de la planta de producción no existen rutas ni salidas de evacuación definidas al momento de una emergencia. Cada área cuenta con una entrada. La del área de planta torre es utilizada como acceso principal y como entrada al área de producto terminado por lo que existe riesgo cuando se utiliza el montacargas para ingresar o sacar productos.

El área de rotomoldeo cuenta con una entrada principal la cual se utiliza también para llevar el producto terminado al patio. En ocasiones está obstruida con producto que aun no ha sido sacado. Se cuenta con una salida posterior pero regularmente esta obstruida con tarimas que contienen materia prima.

La ventaja principal es en las puertas, que están abiertas durante el tiempo que los trabajadores se encuentran en la empresa, porque cuenta con una garita de control, En las siguientes figuras se muestra la entrada y salida para cada una de las áreas, además se cuenta con una salida de emergencia de la bodega de producto terminado, esta se muestra en la figura 33.

Figura 31. **Única puerta de ingreso y egreso a la empresa**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

Figura 32. **Puerta de entrada y salida del área de rotomoldeo**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

Figura 33. **Salida de emergencia de BPT**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

A pesar de que se cuenta con ésta salida de emergencia, no se le da la importancia necesaria ya que la mayor parte del tiempo permanece obstruida con materia prima, como se muestra en la figura 34.

Figura 34. **Obstrucción de salida de emergencia de BPT**



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

✓ **Protección personal**

El equipo de protección personal con el que se cuenta en la planta de producción de la empresa, no es suficiente o el adecuado. La mayor parte de los puestos de trabajo de todas las áreas, exigen el uso de los equipos de protección.

No existe supervisión sobre el uso de los equipos de protección, por lo cual los trabajadores no los utilizan porque les produce incomodidad y por el poco conocimiento que tienen sobre las ventajas y beneficios que conlleva la utilización adecuada de los mismos.

✓ **Capacitación**

Ninguno de los trabajadores de la empresa cuenta con algún tipo de capacitación relacionada con la seguridad e higiene industrial. Por tal motivo, ninguno de los operarios sabe utilizar o manejar un extinguidor de fuego, o qué deben hacer al momento de presentarse un sismo o terremoto. Desconocen, además, la importancia de la utilización del equipo de protección personal y las consecuencias a largo plazo a que se exponen por la no utilización de estos.

3.1. Plan de contingencia

Es el documento en el cual se establecen responsabilidades, funciones, procedimientos y normas que, ante un evento adverso, deben los actores sociales, organizar, identificar y ejecutar acciones coordinadas para trasladar a una o varias personas de un lugar de alto riesgo a uno de menor riesgo y, brindar la atención primaria, de manera efectiva y eficiente, utilizando adecuadamente los recursos disponibles para la pronta respuesta en caso de emergencia. Es decir, contribuye a la realización de tareas relacionadas, con la búsqueda, rescate, evacuación, combate de conato de incendio, implementación de medios de seguridad y primeros auxilios en caso de ocurrir un evento de fuerza mayor.

El presente documento establece los criterios generales que debe reunir el Plan de Contingencia para la operación de la planta de producción que utilizará la empresa Cemix de Centro América, S.A., el cual deberá contar con la aprobación de las autoridades correspondientes.

Dicho Plan de Contingencia deberá ser desarrollado a nivel de detalle siguiendo los lineamientos generales que aquí se indican.

Análisis de riesgos potenciales

Durante la etapa de operaciones los principales riesgos que podrían generarse corresponden a incendios y fugas de gas en el área de rotomoldeo y el área del secador, no así en el área de planta torre, esto debido a la naturaleza de los materiales.

Para minimizar los riesgos, debido a que la magnitud de los daños sería muy importante, debe disminuirse la probabilidad de ocurrencia de accidentes. Por eso, es fundamental la adopción de medidas de seguridad, recomendándose su estricto cumplimiento.

Entre los desastres naturales se incluyen los movimientos sísmicos y las erupciones volcánicas. En el primer caso, la espontaneidad del hecho, muchas veces no detectado a tiempo, impide acciones preventivas y solo será posible aplicar medidas de mitigación. Las erupciones volcánicas podrían provocar una emergencia. En tal caso, la prevención incluye las alertas correspondientes que propiciarán la adopción de medidas de prevención que involucren la presencia de personal y equipos de trabajo o herramientas que puedan ser retirados de la zona hacia áreas seguras.

3.1.1. Propósito del plan

El plan de contingencia ante el riesgo sísmico en la empresa establece la organización y los procedimientos de actuación para hacer frente a las emergencias por sismos o terremotos que afecten los procesos productivos, atendiendo a adecuar la coordinación de los medios y recursos que intervienen para mitigar los posibles daños a las personas, bienes y medio ambiente.

Asimismo, establecer los métodos y estrategias que regulen las acciones que se deben desarrollar en forma coordinada y que permitan responder en una emergencia, mediante la optimización de los recursos humanos, materiales, físicos y financieros que dispone la empresa, con el fin primordial de salvaguardar la vida de las personas, proteger bienes materiales y el medio ambiente, en coordinación con autoridades competentes, CONRED, Bomberos, Cruz Roja y demás actores sociales afines.

3.1.2. Objetivos del plan

El objetivo general es que el personal operativo y administrativo de la empresa conozcan y sepan qué hacer durante un sismo o terremoto, mediante instrucciones precisas para su desarrollo, las cuales deben estar dirigidas por una persona responsable quien elaborará y ejecutará el presente plan.

Objetivos específicos:

- ✓ Determinar las áreas críticas de la empresa;
- ✓ Asegurar una adecuada protección de la vida e integridad física de todos los trabajadores de la empresa;
- ✓ Crear en el personal hábitos y actitudes favorables de seguridad, dando a conocer los riesgos que se originan en determinadas situaciones de emergencias e instruyéndolos a como deben actuar ante cada una de ellas;
- ✓ Lograr que ante una determinada situación de emergencia, se pongan en práctica los procedimientos operativos establecidos en el presente plan.

3.2. Descripción de funciones y responsabilidades

En definitiva, delimitar y conocer a las personas implicadas y sus responsabilidades en el plan de contingencia, así como suministradores de equipo y servicios que puedan aunar conjuntamente esfuerzos, además de disponer de contratos de mantenimiento adecuados con terceras empresas especializadas en seguridad industrial podría significar una gran diferencia del éxito de la contingencia.

También se determina que el coordinador general o encargado del plan debe tener capacidad de decisión y responsabilidad, capaz de asumir y redirigir los problemas que puedan surgir durante la emergencia.

Después de que acontezca cualquier tipo de emergencia o problema, se debe establecer un orden de prioridades, ya sea para poder restablecer las operaciones o verificar los daños ocasionados en las instalaciones.

3.2.1. Responsable del plan

El coordinador general o responsable del plan de contingencia, tendrá la responsabilidad total del personal involucrado. Conjuntamente con ésta responsabilidad participa en la elaboración de los planes de control y acciones a tomar; antes, durante y después de una emergencia.

Distribuye las funciones y responsabilidades de acuerdo con el personal que en ese momento se encuentre laborando y que se requiera de acuerdo a la emergencia que se presente. Mantiene comunicación permanente, durante y después de la emergencia con todo el personal involucrado.

Entre sus principales funciones se encuentran las siguientes:



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

PUESTO: _____ Responsable del plan _____

HOJA DE CONTROL: _____ Funciones y responsabilidades _____

FECHA DE APROBACIÓN: _____ agosto de 2,009 _____

- ✓ Poner en ejecución el plan;
- ✓ Evaluar la emergencia en cuanto a su magnitud y propagación;
- ✓ Determinar el tipo de alarma en relación con la evaluación de la emergencia, ya sea esta parcial o total;
- ✓ Determinar la solicitud de ayuda externa como: bomberos, ambulancias, CONRED, etc.
- ✓ Definir y coordinar las acciones de control de todos los grupos operativos que forman parte de la organización del plan de emergencia;
- ✓ Revisar el plan y adecuar sus procedimientos operativos, acorde a modificaciones estructurales, nuevos sistemas técnicos de control, etc.;
- ✓ Realizar las prácticas con los integrantes del plan de contingencia, realizar las evaluaciones, correcciones e implementaciones y determinar las necesidades de capacitación y/o entrenamiento de todos los trabajadores, en lo relacionado con las emergencias;
- ✓ Coordinar con bomberos y/o comisiones relacionadas con la reducción de desastres aquellos aspectos que sean necesario par la buena ejecución del presente plan.

OBSERVACIONES: _____

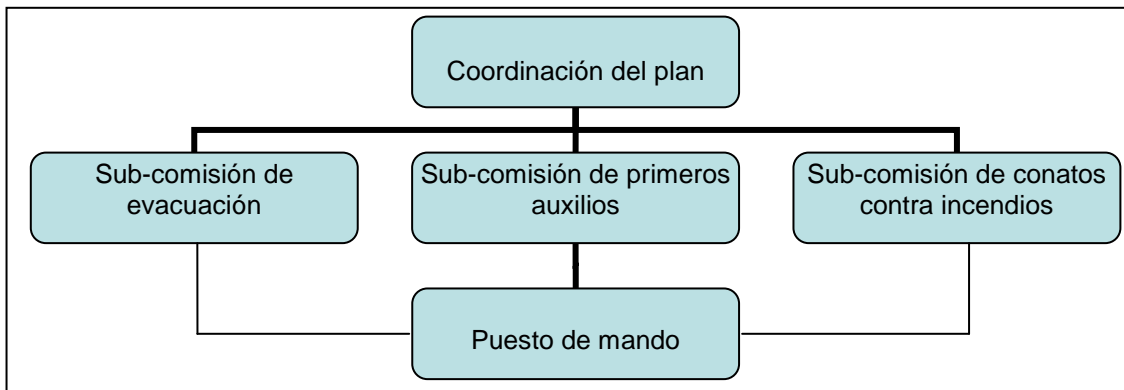
3.2.2. Puesto de mando

Es el lugar físico de convergencia de todos los encargados de las subcomisiones y el coordinador del plan, para la coordinación y toma de decisiones en el manejo del plan de evacuación y atención. Físicamente se ubica en un lugar cercano al evento, donde se pueda tener una perspectiva general de las acciones que se ejecutan para la atención del evento, sin entorpecer las mismas. Debido a estas características el lugar ideal para este puesto es la oficina del coordinador del plan, es decir el gerente general de la empresa.

3.3. Estructura organizacional del comité de activación

Como todo proyecto, que se inicia se deben establecer las unidades que lo conformarán, así como las personas que se encargarán de hacer las unidades funcionales y tendrán la responsabilidad directa de actuar y velar por que se cumplan las indicaciones que hagan al momento de presentarse una emergencia.

Figura 35. Estructura organizacional del plan de contingencia



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

3.3.1. Descripción de las unidades organizacionales

Para establecer las funciones de cada unidad, lograr los objetivos que se pretenden y evitar equivocaciones o duplicidad de funciones se presenta la descripción de cada unidad.

✓ **Coordinación del plan**

Unidad encargada del desarrollo de actividades relacionadas con la planeación, coordinación y ejecución de los procedimientos establecidos en el plan de contingencia, según el tipo de evento que se trate.

✓ **Sub-comisión de evacuación**

Unidad responsable de elaborar el procedimiento para realizar la evacuación en condiciones seguras e inmediatas de las personas que se encuentren en el lugar de la emergencia, permitiendo salvaguardar sus vidas ubicándolos en un lugar seguro previamente establecido.

✓ **Sub-comisión de combate contra conatos de incendios**

Unidad encargada de dirigir y elaborar el procedimiento para combatir de manera efectiva, rápida y segura, la presencia de un conato de incendio.

✓ **Sub-comisión de primeros auxilios**


Unidad encargada de la elaboración y seguimiento del proceso de primeros auxilios durante un evento impredecible.

3.3.2. Subcomisiones

Debido a la cantidad de personal que labora en la empresa, se hace necesario contar con las unidades más importantes y/o necesarias las cuales permitirán alcanzar los objetivos planteados al inicio del plan.


3.3.2.1. De evacuación

Entre sus principales funciones se encuentran:

	Plan de contingencia
Cemix de Centro América, S.A.	
PUESTO: <u>Sub-comisión de evacuación</u>	
HOJA DE CONTROL: <u>Funciones y responsabilidades</u>	
FECHA DE APROBACIÓN: <u>agosto de 2,009</u>	
<ul style="list-style-type: none">✓ Elaborar el proceso de evacuación de las instalaciones conjuntamente con los demás miembros de la comisión;✓ Alejar a la población de la zona de peligro, priorizando de manera inmediata las áreas a evacuar;✓ Determinar las rutas de evacuación;✓ Velar por que las rutas de evacuación estén libres y señalizadas;✓ Desarrollar actividades de capacitación para el personal de la sub-comisión de manera constante;✓ Elaborar el plan operativo de evacuación;✓ Promover y participar en simulacros de evacuación y atención de pacientes.	
OBSERVACIONES: _____	


3.3.2.2. De primeros auxilios

Entre sus principales funciones se encuentran:

	Plan de contingencia
Cemix de Centro América, S.A.	
PUESTO: <u>Sub-comisión de primeros auxilios</u> HOJA DE CONTROL: <u>Funciones y responsabilidades</u> FECHA DE APROBACIÓN: <u>agosto de 2,009</u>	
<ul style="list-style-type: none">✓ Atender de manera oportuna a las personas que fueron afectadas por un evento natural o provocado, con recursos básicos y locales;✓ Brindar primeros auxilios y atención pre-hospitalaria;✓ Coordinar el traslado de heridos a centros asistenciales;✓ Desarrollar actividades de capacitación para el personal de la sub-comisión de manera constante;✓ Elaborar el plan de primeros auxilios;✓ Promover y participar en simulacros de evacuación y atención de emergencia; y;✓ Realizar funciones afines.	
OBSERVACIONES: _____ _____	


3.3.2.3. De conatos contra incendios

Entre sus principales funciones se encuentran:

	Plan de contingencia
Cemix de Centro América, S.A.	
PUESTO: <u>Sub-comisión de conatos contra incendios</u> HOJA DE CONTROL: <u>Funciones y responsabilidades</u> FECHA DE APROBACIÓN: <u>agosto de 2,009</u>	
<ul style="list-style-type: none">✓ Identificar y señalar los lugares donde existen extintores;✓ Identificar y señalar los lugares donde están ubicados los tableros eléctricos;✓ Identificar y señalar los lugares donde existan materiales combustibles e inflamables;✓ Desarrollar actividades de capacitación para el personal de la sub-comisión de manera constante;✓ Elaborar el plan operativo de conatos de incendios;✓ Promover y participar en simulacros de evacuación y atención de pacientes; y,✓ Realizar funciones afines.	
OBSERVACIONES: _____ _____ _____	

Puesto de Mando

Estará a cargo de una persona, la cual será el jefe de operaciones, este se encargará de coordinar las actividades tanto en tiempo pasivo, o cuando se presente una emergencia. Sus funciones son:

	Plan de contingencia
Cemix de Centro América, S.A.	
PUESTO: <u>Jefe de operaciones</u>	
HOJA DE CONTROL: <u>Funciones y responsabilidades</u>	
FECHA DE APROBACIÓN: <u>agosto de 2,009</u>	
<ul style="list-style-type: none">✓ Evaluar la emergencia;✓ Dirigir todas las acciones de acuerdo a la emergencia presentada, de extinción y/o control de incendios, evacuación cuando la situación lo amerite;✓ Mantener despejada y expeditas las vías de evacuación y equipos de extinción de incendio;✓ Participa en la elaboración de los planes de control y acciones a tomar; antes, durante y después de una emergencia;✓ Coordinar los ejercicios de entrenamiento de todo el personal;✓ Mantener comunicación permanente, durante y después de la emergencia con todo el personal.	
OBSERVACIONES: _____	

3.4. Activación del plan

El plan será activado por el jefe de operaciones con aprobación del coordinador general. Debido a los riesgos a que se encuentran expuestas las instalaciones se pueden dar dos situaciones para que el plan sea activado, estas son:

✓ Activación estacional

Este tipo de activación dará lugar cuando se realice un simulacro para que todo el personal conozca las situaciones críticas o amenazas que se generan en una emergencia y la manera correcta de manejarlas.

✓ Ocurrencia súbita

Es la activación del plan en situaciones reales, cuya actividad ocurre de manera abrupta y sin existir previos avisos.

3.4.1. Criterios a tomar en cuenta

Para proteger la integridad del personal de la empresa, se deben prever ciertas situaciones, las cuales, por su naturaleza pueden afectar negativamente al personal. Actuar con anticipación ante estas situaciones permitirá minimizar los daños tanto físicos como personales, para la activación del plan se tomará como prioridad las siguientes situaciones:

- ✓ Cuando exista riesgo de una erupción volcánica
- ✓ Cuando exista un sismo, no importando la magnitud
- ✓ Cuando se reciba una alerta de CONRED

- ✓ Cuando exista fuga de gas propano
- ✓ Cuando ocurra un incendio

3.4.2. Sistema de alerta

Sistema que será decretado por el jefe de operaciones de acuerdo con la infraestructura del edificio, o debido a situaciones fuera de control, con el apoyo y dirección del coordinador general. Dicho sistema es activado a través de una señal de alarma, que se recomienda sea una bocina para que todos los empleados escuchen la señal, independientemente del lugar donde se encuentren; sin embargo, en ausencia de ella se puede utilizar:

- ✓ Un toque de timbre o gorgorito: que indicará que las personas deben estar listas;
- ✓ Dos toques de timbre o dos silbidos de gorgorito: para indicar que es una evacuación;
- ✓ Tres toques de timbre o silbidos de gorgorito para indicar que es un incendio.

3.4.3. Descripción y simbología de señalización básica

La señalización de seguridad en una empresa es de suma importancia, ya que en ello radica la reducción del riesgo a que se encuentran expuestos los trabajadores. En la señalización se destacan las acciones preventivas, particularmente aquellas que informan y advierten respecto de la posibilidad de un riesgo; una señal permite identificar lugares seguros o áreas en las que es obligatorio utilizar equipo de seguridad.

Existen distintos tipos de señales las cuales se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ **Señales informativas:** se utilizan para guiar y proporcionar ciertas recomendaciones que se deben observar.

Figura 36. **Señales informativas**



Fuente: www.tecniseguros.com.

- ✓ **Señales preventivas:** tienen por objeto advertir sobre la existencia y naturaleza de un riesgo.

Figura 37. **Señales preventivas**



Fuente: www.tecniseguros.com.

- ✓ **Señales prohibitivas o de restricción:** tienen por objeto indicar las acciones que no se deben ejecutar.

Figura 38. **Señales prohibitivas**



Fuente: www.tecniseguros.com.

- ✓ **Señales de obligación:** se utilizan para imponer la ejecución de una acción determinada, a partir del lugar donde se encuentra la señal y el momento de visualizarla.

Figura 39. **Señales de obligación**



Fuente: www.tecniseguros.com.

Para que las señales cumplan su función, se debe tomar en cuenta lo siguiente:





- Deben ser entendibles para cualquier persona
- Se debe evitar el uso de textos extensos

- Se debe evitar el exceso de señales
- Se debe realizar periódicamente simulacros

3.4.3.1. Formas geométricas

Los más utilizados son los siguientes:

Figura 40. Formas geométricas





Señal	Forma geométrica	Significado
Información		Proporciona información
Prevención		Advierte un peligro
Prohibición		Prohíbe una acción susceptible de provocar un riesgo
Obligación		Exige una acción determinada

Fuente: www.tecniseguros.com.

3.4.3.2. Significado de colores

Por todos es sabido que los colores pueden causar ciertas sensaciones en las personas, sin embargo en el caso de la señalización industrial, estos colores representan:

Figura 41. **Significado de colores**

Rojo  Alto, prohibición Identifica equipo contra incendio	Verde  Condición segura Primeros auxilios
Amarillo  Precaución Riesgo	Azul  Obligación Información

Fuente: www.tecniseguros.com.

3.5. **Procedimientos a seguir**

En caso de presentarse una emergencia, se debe informar y capacitar a los trabajadores sobre los procedimientos o medidas que deben tomar a fin de minimizar los riesgos. Sin embargo se deben observar ciertas medidas en cualquier momento, aunque no ocurra una emergencia, entre estas medidas se tiene:

✓ **Medidas preventivas**

La empresa debe lograr que todos sus trabajadores tomen conciencia que las situaciones de emergencia tienen su origen en los riesgos presentes en el lugar de trabajo y que en la medida que se eliminen los riesgos, disminuyen las probabilidades de una emergencia, ante lo cual debe hacer un llamado a acatar las siguientes medidas de prevención:



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

ATENCIÓN: Todo el personal

HOJA DE CONTROL: Medidas preventivas


FECHA DE APROBACIÓN: agosto de 2,009

1. Debe existir un permanente orden y aseo que contemple el uso de recipientes provistos de tapa los cuales deben ser retirados diariamente;
2. Los circuitos no deben recargarse mas allá de su capacidad, cualquier situación anómala debe ser informada al mecánico de turno;
3. Se debe respetar las señalizaciones de “**no fumar**”, lo cual debe hacerse extensivo al personal externo que labore en la empresa;
4. Los pasillos de circulación internos deben mantenerse libres y demarcados, debe tenerse presente que la obstrucción de un pasillo, puede constituirse en un obstáculo para el control de una situación de emergencia;
5. Los extintores deben mantenerse libres de todo obstáculo, estos deben ser revisados periódicamente;
6. Toda vez que por alguna circunstancia se utilice un extintor contra incendio, se debe dar aviso de inmediato al jefe de planta, a fin de que este sea recargado.

OBSERVACIONES: _____

✓ **Procedimiento en caso de incendio**

Los procedimientos deben ser seguidos por todos los trabajadores que se encuentren en la empresa incluyendo los transportistas, proveedores y visitas.

	Plan de contingencia
Cemix de Centro América, S.A.	
HOJA: <u> 1 </u>	
ATENCIÓN: <u> Todo el personal </u>	
HOJA DE CONTROL: <u> Procedimiento a seguir en caso de un incendio </u>	
FECHA DE APROBACIÓN: <u> agosto de 2,009 </u>	
<ol style="list-style-type: none">1. Todo trabajador de la empresa que detecte un conato de incendio, debe dar el aviso rápido y oportuno. Es fundamental la actuación dentro de los primeros cinco minutos. Hay que evitar el pánico y la desesperación. En caso de ocurrir lo último se debe sacar a la persona afectada y llevarla a un área segura.2. El acceso a los extintores, cuartos de control y salidas deben permanecer siempre despejados. Estos equipos no deben bloquearse;3. Evaluada la situación por el coordinador general, corresponderá al jefe de operaciones llamar a los bomberos, si la situación así lo requiere.4. Si el incendio, ocurre en la noche o en días festivos se comunicará la emergencia de inmediato a los bomberos.	
OBSERVACIONES: _____	



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

HOJA: 2

ATENCIÓN: Todo el personal

HOJA DE CONTROL: Procedimiento a seguir en caso de un incendio

FECHA DE APROBACIÓN: agosto de 2,009

1. Posteriormente se contactará con las personas establecidas en el plan de contingencia;
2. Mantendrá las puertas abiertas de acceso a la empresa para el ingreso de los bomberos;
3. Esperará la llegada de los encargados e informará de la situación;
4. No permitirá el ingreso de personas ajenas a la empresa;
5. Si la emergencia ocurre en días hábiles de trabajo, esperará las instrucciones del jefe de operaciones, o de los sub-comités.

OBSERVACIONES: _____


✓ Cuando sea necesaria la Evacuación

Una evacuación implica el abandono parcial o total de las instalaciones de la empresa al momento de ocurrir una emergencia. El entrenamiento previo permite hacerlo rápida y ordenadamente, lo cual es necesario en edificios de muchos ocupantes hacia una zona segura determinada con anterioridad.

Se pueden dar dos situaciones:

- Evacuación parcial: se llevará a efecto cuando una situación amenace parcialmente las instalaciones y se requiera evacuar una o más áreas en forma independiente.
- Evacuación total: se llevará a efecto cuando sea una situación progresiva y amenace la totalidad de las instalaciones.

Las medidas a tomarse son las siguientes:

	Plan de contingencia
Cemix de Centro América, S.A.	
HOJA: <u> 1 </u>	
ATENCIÓN: <u> Todo el personal </u>	
HOJA DE CONTROL: <u> Procedimiento a seguir en caso de evacuación </u>	
FECHA DE APROBACIÓN: <u> agosto de 2,009 </u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4. 5. 6. 	<p>La evacuación parcial o total, debe ser determinada por el coordinador general o en su defecto por el jefe de operaciones de la empresa;</p> <p>Dada la orden de evacuación parcial o total, el jefe de operaciones guiará al personal hacia el punto de reunión;</p> <p>Todo el personal debe estar familiarizado con la ruta de evacuación de su sector y cumplir estrictamente las instrucciones de la persona a cargo de la evacuación;</p> <p>Realizar la desconexión y apagar todos los artefactos eléctricos, o que funcionen a base de gas;</p> <p>Caminar rápido, sin correr, no atropellar a sus compañeros, mantener la calma, tratar de no llevar nada en las manos;</p> <p>Si hay que evacuar el área de trabajo, realícelos siguiendo las instrucciones del encargado de evacuación;</p>



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

HOJA: 2

ATENCIÓN: Todo el personal

HOJA DE CONTROL: Procedimiento a seguir en caso de evacuación

FECHA DE APROBACIÓN: agosto de 2,009

1. No actué por si solo, puede poner en riesgo su vida y la de sus compañeros de trabajo;
2. Utilice las vías de evacuación señaladas, si estas están obstaculizadas, utilice las más próximas;
3. No regresar al área evacuada por objetos o materiales olvidados. No bajar corriendo por escaleras;
4. Ante la presencia de humo y gases calientes protéjase el rostro con un pañuelo. Si es necesario salga gateando manteniendo el rostro apegado al piso. Inspire lentamente por la nariz. Expire por la boca;
5. Si es alcanzado por las llamas, **NO CORRA**, tírese al piso y haga rodar su cuerpo;
6. Una vez en el punto de reunión (zona de seguridad), permanezca en ese lugar hasta nueva orden.

OBSERVACIONES: _____



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

HOJA: 3

ATENCIÓN: Todo el personal

HOJA DE CONTROL: Procedimiento a seguir en caso de evacuación

FECHA DE APROBACIÓN: agosto de 2,009

1. El coordinador pasará lista para verificar que todo el personal se encuentre en la zona de seguridad, verificando el personal ausente a la jornada de trabajo para evitar confusiones;
2. Solo regrese al lugar cuando los bomberos o el coordinador le indique hacerlo;
3. El jefe de operaciones designará encargados los cuales revisarán las oficinas, baños y casilleros para verificar que ninguna persona se encuentre en esos lugares;
4. El personal que no se encuentre en la empresa en el momento de la evacuación, una vez que ha llegado debe presentarse de inmediato al jefe de operaciones o al coordinador.

OBSERVACIONES: _____

- ✓ **Procedimiento a seguir una vez controlada la emergencia por incendio**



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

ATENCIÓN: Todo el personal

HOJA DE CONTROL: Procedimiento una vez controlada la emergencia por incendio

FECHA DE APROBACIÓN: agosto de 2,009

1. El personal en conjunto informará sobre las pérdidas y daños en el área afectada;
2. El jefe de operaciones dispondrá evaluar la cantidad de equipos contra incendios y material empleado en la emergencia e informará de pérdidas según inventario;
3. Se deberá enviar a recargar los extintores utilizados;
4. Se elaborará un informe de incidentes a fin de determinar las causas del incendio. Se adoptarán las medidas necesarias a fin de evitar su repetición;
5. En caso de lesionados en los participantes del control de la emergencia, se deben llevar al hospital más cercano.

OBSERVACIONES: _____

✓ **Procedimiento a seguir en caso de ocurrir un sismo**



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

ATENCIÓN: Todo el personal

HOJA DE CONTROL: Procedimiento a seguir en caso de ocurrir un sismo


FECHA DE APROBACIÓN: agosto de 2,009

1. Mantener la calma. Evite el descontrol y la desesperación. La empresa
2. tiene infraestructura antisísmica;
3. Apagar fuentes de calor;
4. Cerrar llaves de paso de gas;
5. Apagar los sistemas;
6. Alejarse de *racks* y/o de cualquier elemento que pueda caer encima;
7. Siga las rutas de evacuación;
8. En caso de lesionados avisar al área de personal;
9. Avisar de inmediato a los Sub-comités de emergencia ante cualquier anomalía en la infraestructura de la empresa. Estar atento ante posibles réplicas;
10. Diríjase al punto de reunión.

OBSERVACIONES: _____

Además de estas medidas de carácter eventual, ya que se implementarán en caso de una emergencia, se deben establecer otro tipo de ellas, las cuales por su importancia se establecerán como permanentes.

✓ **Medidas de seguridad de carácter permanentes**

	Plan de contingencia
Cemix de Centro América, S.A.	
HOJA: <u> 1 </u>	
ATENCIÓN: <u> Todo el personal </u>	
HOJA DE CONTROL: <u> Medidas de seguridad de carácter permanentes </u>	
FECHA DE APROBACIÓN: <u> agosto de 2,009 </u>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cada jefe es responsable de prevenir incendios, controlando que se cumplan con las medidas de seguridad establecidas en las normas internas, reglamento interno y en el presente plan. Estricto control debe existir sobre los proveedores, transportistas y todo personal ajeno que ejecute trabajos de reparación y/o mantenimiento. ✓ Está estrictamente prohibido fumar en cada una de las dependencias de la empresa. Se incluye a los proveedores y clientes. ✓ El gerente de planta, es el responsable directo de controlar y adoptar las medidas de seguridad ante trabajos de corte y soldaduras que se ejecuten en el interior de la empresa. Para tal efecto antes que se realicen los trabajos deberá revisar el área para posteriormente dar su aprobación. 	
OBSERVACIONES: _____ _____ _____	



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

HOJA: 2

ATENCIÓN: Todo el personal

HOJA DE CONTROL: Medidas de seguridad de carácter permanentes

FECHA DE APROBACIÓN: agosto de 2,009

- ✓ Los depósitos o botes con basura deben retirarse diariamente de los lugares de trabajo;
- ✓ Los waipes o trapos impregnados con solventes o cualquier material químico, deben desecharse apropiadamente;
- ✓ Es obligación de cada trabajador el orden y aseo de su área de trabajo;
- ✓ No se debe bloquear el acceso a los extintores, cuartos de control y salidas de emergencias;
- ✓ Todos los trabajadores deben saber el uso y aplicación de los extintores existentes en su área de trabajo;
- ✓ Todo extintor descargado o despresurizado, debe enviarse de inmediato al encargado de compras para su recarga o reemplazo.

OBSERVACIONES: _____



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

HOJA: 3

ATENCIÓN: Todo el personal

HOJA DE CONTROL: Medidas de seguridad de carácter permanentes

FECHA DE APROBACIÓN: agosto de 2,009

- ✓ El guardia en turno realizará sus rondas por todo el perímetro de la empresa. Cualquier anomalía debe reportarla inmediatamente al gerente de planta. Debe mantener a la mano los números telefónicos de bomberos, Policía Nacional Civil y encargados del plan de contingencia en la empresa;
- ✓ Asimismo la iluminación perimetral es fundamental para la seguridad de la empresa la cual debe revisarse permanentemente;
- ✓ La ubicación de los equipos contra incendios, tablero eléctrico principal y áreas críticas en la empresa, debe ser conocido por el guardia y su correcto funcionamiento.

OBSERVACIONES: _____

3.5.1. Establecimiento de punto de reunión

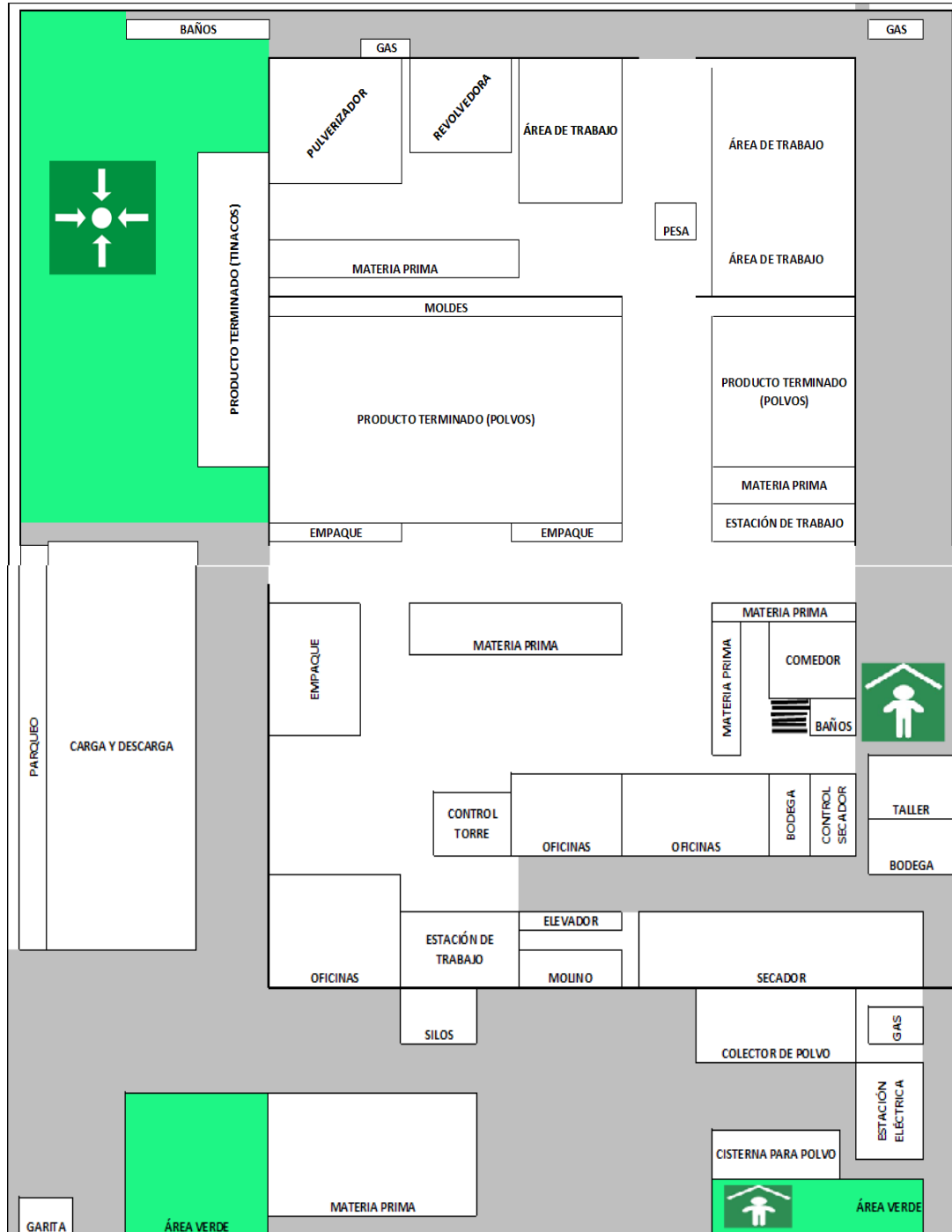
El punto de reunión es un lugar seguro que ofrece mayores posibilidades de sobrevivir o correr menos riesgos, por lo que se debe ubicar en un punto fuera de las instalaciones de la planta de producción de la empresa, se determinó como punto de reunión el área verde central, por ser el lugar en el que se presentan las mejores características y fácil identificación, esto se detalla en la figura 42.

Asimismo, se identificaron zonas de seguridad, una de las cuales se encuentra en un área próxima al taller de mantenimiento, lo que contribuye a que el personal que labora en esta área cuente con una zona de menor riesgo. Una vez controlada o disminuida la situación de emergencia deben dirigirse al punto de reunión, estas zonas de seguridad se muestran en la figura 42.

La figura 43 hace referencia a las rutas que han de seguirse al momento de ser necesaria la evacuación de la planta de producción.

La figura 44 hace referencia a la señalización que ha de mantenerse en cada una de las áreas de la empresa, la figura 45 representa un breve resumen del significado de cada una de estas señales.

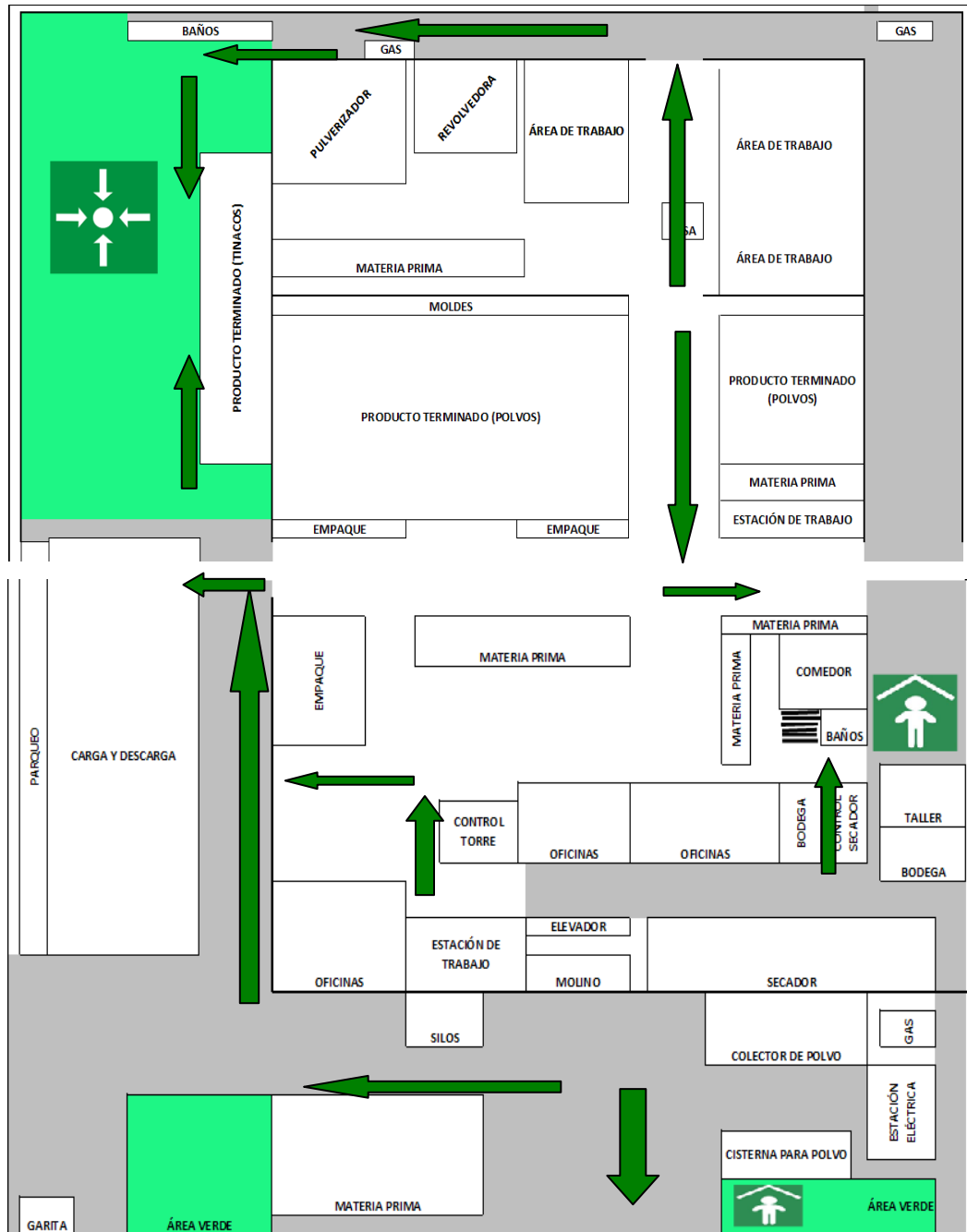
Figura 42. Punto de Reunión



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

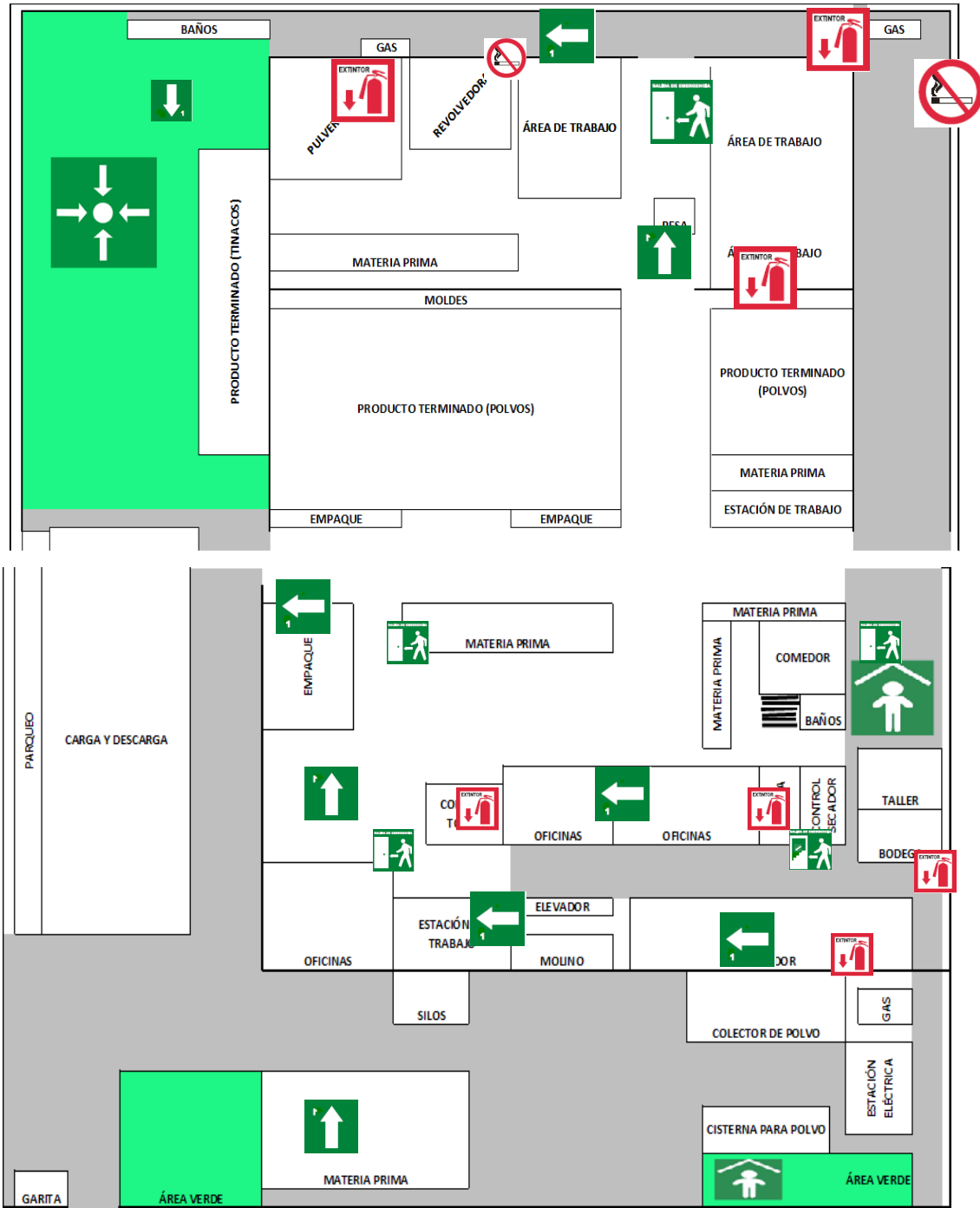
3.5.2. Rutas de evacuación

Figura 43. Rutas de evacuación



Fuente: Cemix de centro América, S.A.

Figura 44. Señalización Industrial



Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

Figura 45. **Simbología**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	<p>Zona de seguridad: identifica un lugar en el cual no se presentan mayores riesgos en caso de una emergencia.</p>
	<p>Ruta de evacuación: identifica la ruta que ha de seguir en caso de una emergencia.</p>
	<p>Salida de emergencia</p>
	<p>Extintor</p>
	<p>Prohibido fumar</p>
	<p>Punto de reunión</p>
	<p>Botiquín de primeros auxilios</p>

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

3.5.3. Primeros auxilios

El estado y la evolución de las lesiones derivadas de un accidente dependen en gran parte de la rapidez y de la calidad de los primeros auxilios recibidos. Luego de analizar posibles situaciones de emergencia, se deben adoptar medidas en materia de primeros auxilios, para ello se debe considerar entre otras cosas:

- ✓ Designación del personal encargado: el cual debe ser suficiente en número, en función de los riesgos, deberá recibir la formación adecuada en materia de primeros auxilios, y disponer del material adecuado;
- ✓ Revisión o comprobación periódica del correcto funcionamiento de las medidas adoptadas;
- ✓ Organización de las relaciones que sean necesarias con servicios externos para garantizar la rapidez y eficacia de las actuaciones en materia de primeros auxilios y asistencia médica de urgencias.

Dada la cantidad de personal que trabaja en la empresa, dos personas serán las encargadas de ésta función y de auxiliar a quien lo necesite en momento que se presente la emergencia.

Entre sus principales funciones están:



Plan de contingencia

Cemix de Centro América, S.A.

PUESTO: _____ Encargado de primeros auxilios _____

HOJA DE CONTROL: Funciones y responsabilidades _____

FECHA DE APROBACIÓN: _____ agosto de 2,009 _____

- ✓ Serán responsables que el botiquín se encuentre con los insumos necesarios para una prestación de primeros auxilios;
- ✓ Deberán solicitar oportunamente la recepción de los elementos faltante;
- ✓ Contar con una lista de personal que presenten enfermedades crónicas;
- ✓ En caso de evacuación deberán llevar el botiquín a la zona de seguridad;
- ✓ Proporcionar los cuidados inmediatos y temporales a los accidentados, proporcionando los cuidados necesarios y evitarles un daño mayor hasta que reciban la ayuda médica especializada;
- ✓ Entregar al lesionado a los equipos de salud presentes en la emergencia;
- ✓ Una vez controlada la emergencia realizar la mantención del botiquín y reposición de los insumos utilizados;
- ✓ Mantener actualizados, vigentes y en buen estado los botiquines y medicamentos.

OBSERVACIONES: _____

✓ **Números de emergencia**

Estos números deben tenerse presentes en cualquier momento, para que los conozcan las autoridades encargadas ante este tipo de situaciones.

Tabla LXIV. **Números telefónicos de emergencia**

Policía Nacional Civil	110
Bomberos Voluntarios	122
CONRED	2385 4144
Hospital Nacional de Amátitlan	6626 3092

Fuente: elaboración propia.

✓ **Costo de implementación del plan de contingencia**

Los simulacros y las actividades de capacitación se realizaron en jornada de trabajo. Para cada una de ellas se tomó una hora y tres para el simulacro, por lo que el costo de estos consiste en el salario que tiene cada uno de ellos por día. Además, se utilizaron fotocopias en las cuales se capacitaba a los empleados sobre el significado de señales y símbolos utilizados en los simulacros.

Tabla LXV. **Costos por desarrollo del plan de contingencia**

Descripción	Costo	Observaciones
Mano de obra	Q. 2 080,03	Capacitaciones y simulacros
Señales	Q. 1 600,00	Plan de contingencia
Total	Q. 3 680,03	

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA (SEGUIMIENTO Y CAPACITACIÓN)

El éxito de un nuevo proyecto y el logro de los objetivos planteados al inicio de este, radica completamente en la manera en que los involucrados comprendan las funciones que les serán asignadas, y la forma en que se han de realizar los cambios propuestos.

La información a los trabajadores relacionados directamente es uno de los puntos más importantes en todo proyecto. En el caso de un plan de contingencia, la ausencia de información y la falta de recomendaciones y/o directrices de actuación a los involucrados conlleva el riesgo de provocar pánico, desorganización y, en general, comportamientos o actuaciones negativas.

La responsabilidad de la información y directrices a los trabajadores es una parte importante de la gerencia de producción, esto debido a que en ella se encuentra la persona que conoce los cambios propuestos.

4.1. Planificar reuniones

Para dar seguimiento a la gestión preventiva, es indispensable realizar reuniones con una periodicidad mensual, para revisar el cumplimiento de las funciones asignadas a los miembros del comité y reportar los resultados, planes y avances en las revisiones por la dirección establecidas según el sistema de gestión de calidad.

4.1.1. Presentación

Se llevan a cabo varias reuniones. Una de ellas es la de presentación del proyecto al personal, la de informes parciales a la gerencia de producción y la de los resultados obtenidos. Las reuniones se realizan en la oficina de la gerencia de producción.

Para lograr la colaboración del personal en la elaboración del proyecto, es necesario conocer a cada uno y la función que realizan en la empresa, para crear un clima de confianza. De esta manera no se sentirán presionados con la labor que se realice en cada área y estarán dispuestos a colaborar con lo que se les solicite.

En la primera reunión se llevará a cabo la presentación, la cual tiene por objetivo principal dar a conocer el proyecto y la persona encargada de realizarlo, esta se lleva a cabo durante la primera semana de iniciado el proyecto.

Las reuniones de informes parciales se llevan a cabo únicamente con el gerente de producción y en ellas se muestra el avance del proyecto. La presentación final con los logros alcanzados se lleva a cabo una semana antes de finalizar el proyecto. El programa de las actividades a llevar a cabo se presenta en la tabla LXVI.

Tabla LXVI. **Cronograma de actividades**

Actividad	Participantes	Mes						
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Presentación inicial	Todo el personal	X						
Capacitación	Personal operativo			X				
Capacitación	Personal operativo				X			
Costos ocasionados por la falta de SHI en el lugar de trabajo	Gerencia		X					
Informes de avance	Gerencia		X	X	X	X	X	
Capacitación	Personal operativo				X	X		
Capacitación	Encargados de turno y Gerencia					X		
Capacitación	Encargados de turno					X		
Capacitación	Todo el personal				X			
Capacitación	Todo el personal					X		
Simulacro	Todo el personal						X	X
Presentación final	Gerencia							X

Fuente: elaboración propia.

4.2. Programación de capacitaciones

En cualquier empresa, la capacitación juega un papel muy importante para la creación de la cultura de seguridad tanto en el lugar de trabajo como en otras áreas de ella. A través de esta se proporciona la información y los elementos para conocer, prever, evaluar y proponer controles a los riesgos previamente detectados, y lograr con esto la preparación de todos los trabajadores para contribuir a la eliminación y disminución de tales riesgos.

Por esto, debe establecer un programa de capacitación sobre manejo de situaciones que puedan resultar nocivas para los trabajadores.

El programa de las capacitaciones se muestra en la tabla LXVII.

Tabla LXVII. Programa de capacitaciones

Tema	Participantes	Duración	Expositor	Observaciones
Seguridad e Higiene Industrial en el lugar de trabajo	Personal operativo	1 hora	Ing. Josué David Morales	
Uso de equipo de seguridad	Personal operativo	1 hora	Personal Grupo 3M, S.A.	Empresa proveedora de equipo industrial
Toma de datos en los inventarios	Personal operativo	1 hora	Ing. Josué David Morales	
Manejo de base de datos para control de inventarios	Encargados de turno	2 horas	Ing. Josué David Morales	1 hora por mes
Utilización de las hojas de control	Encargados de turno	2 horas	Ing. Josué David Morales	1 hora por día
¿Qué hacer en caso de un sismo?	Todo el personal	1 hora	Ing. Josué David Morales	
Señalización industrial	Todo el personal	1 hora	SOLUTEC, S.A.	Empresa encargada de la señalización

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Seguridad industrial en el lugar de trabajo

Es importante dar a conocer a todo el personal operativo los términos relacionados con la seguridad e higiene industrial y la importancia de aplicarlas en el lugar en que desempeñan sus labores. La seguridad y la higiene aplicadas a los centros de trabajo tiene como objetivo salvaguardar la vida, preservar la salud y la integridad física de los trabajadores por medio del dictado de normas encaminadas tanto a que les proporcionen las condiciones para el trabajo, como a capacitarlos y adiestrarlos para que se eviten, dentro de lo posible, las enfermedades y los accidentes laborales.

La seguridad y la higiene industriales son, entonces, el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos destinados a localizar, evaluar, controlar y prevenir las causas de los riesgos en el trabajo a que están expuestos los trabajadores en el ejercicio o con el motivo de su actividad laboral. Por tanto es importante establecer que la seguridad y la higiene son instrumentos de prevención de los riesgos y deben considerarse sinónimos por poseer la misma naturaleza y finalidad.

Ante las premisas que integran las consideraciones precedentes, se establece la necesidad imperiosa de desarrollar la capacidad y el adiestramiento para optimizar la seguridad y la higiene en los centros de trabajo, a fin de que, dentro de lo posible y lo razonable, se puedan localizar, evaluar, controlar y prevenir los riesgos laborales.

La primera capacitación será sobre la seguridad e higiene industrial en el lugar de trabajo y los temas principales a tratar se resumen a continuación.

✓ **Condiciones inseguras**

Son aquellas que, eliminadas previamente, evitan los accidentes o disminuyen la probabilidad de que estos ocurran. Se informó a los trabajadores de las condiciones inseguras que se observaron durante visitas a la planta de producción, siendo las siguientes:

- Protecciones inadecuadas: principalmente en el área de rotomoldeo, los operarios utilizan guantes de lona en lugar de cuero al manipular elementos calientes o cortantes;

- Herramientas y equipos defectuosos o inadecuados: cuando no localizan rápidamente al mecánico, los trabajadores emplean destornilladores o cuchillos para realizar reparaciones eléctricas menores;
- Falta de orden y limpieza: existencia de materiales o producto terminado en áreas de trabajo, hay tarimas o herramientas en el piso y elementos innecesarios en algunos sectores o áreas de trabajo de la planta;
- Equipo de protección inadecuada: los operarios no utilizan el equipo de protección que se les provee ya sea por desobediencia o incomodidad;
- No existe señalización industrial: no están identificadas las áreas de riesgo en la empresa.

✓ **Actos inseguros**

La probabilidad de accidentes aumenta en función de la falla en la conducta de los individuos, al no cumplir con los requisitos de normas de seguridad y/o prácticas seguras comúnmente aceptadas. Entre los actos inseguros que se observaron en la planta de producción se encuentran:

- Varias actividades, ya sea trabajos u operaciones, son realizados sin autorización previa, por parte de los operarios;
- Formas defectuosas o inseguras de levantar y llevar pesos;
- Los operarios hacen bromas en el lugar de trabajo, ya sea tirando material a un compañero o no prestando atención a lo que hacen;
- Mal empleo del equipo de protección personal o la no utilización de este
- Los operarios realizan actividades de ajuste, o reparaciones que corresponden al mecánico;

- El montacargas lo utilizan a excesiva velocidad;
- Los operarios corren en las escaleras;
- La utilización de ropa holgada cerca de las bandas transportadoras.

Las repercusiones o efectos negativos de la falta de seguridad industrial en el trabajo son varias, entre ellas se mencionan las siguientes:

Entre los efectos negativos que el trabajo puede tener para la salud del trabajador, los accidentes son los indicadores inmediatos y más evidentes de las malas condiciones del lugar de trabajo, y dada su gravedad, la lucha contra ellos es el primer paso de toda actividad preventiva.

Las pérdidas son generalmente los costos directos y que son fácilmente cuantificables, ya que involucran el costo de los equipos, edificios y materiales; además existen los costos como: pago de indemnización, pérdida de la producción, entrenar a personal de reemplazo, etc.

4.2.2. Uso correcto de equipo de seguridad

Todo trabajador, antes de utilizar cualquier tipo de sistema o equipo de protección personal (E.P.P), debe recibir una adecuada y completa capacitación y entrenamiento por parte de una persona especialmente designada para dar dichas instrucciones.

Factores como el desuso o el uso inadecuado de los equipos de seguridad, el desconocimiento de las normas de seguridad en el desarrollo de una labor, de las creencias, motivaciones, negligencia, ineptitud y condiciones de trabajo inadecuadas, son las que inciden en la producción de accidentes y se debe tratar de prevenirlas.

La protección y la seguridad van de la mano, es necesario crear, desarrollar e internalizar el hábito de actuar en función de ellas, no solamente en el lugar de trabajo; sino en todo momento. Es más fácil prevenir el accidente que esperar a que se produzca para aprender la lección, considerar la protección (uso de equipos de seguridad) de manera permanente sin obviar el riesgo por insignificante que parezca.

La capacitación fue en conjunto con la empresa proveedora del equipo y trató entre otras cosas lo siguiente:

✓ **Requisitos de un E.P.P.**

- Proporcionar máximo confort y su peso debe ser el mínimo compatible con la eficiencia en la protección;
- no debe restringir los movimientos del trabajador;
- debe ser construido de acuerdo con las normas de construcción;
- debe tener una apariencia atractiva.

✓ **Clasificación de los E.P.P.**

- Protección a la cabeza (cráneo)
- Protección de ojos y cara
- Protección a los oídos
- Protección de las vías respiratorias
- Protección de manos y brazos
- Protección de pies y piernas
- Cinturones de seguridad
- Ropa de trabajo

- **Protección a la cabeza (cráneo)**

Los elementos de protección a la cabeza, básicamente se reducen a los cascos de seguridad. Los cascos de seguridad proveen protección contra casos de impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza.

Los cascos de seguridad también pueden proteger contra choques eléctricos y quemaduras. El casco protector no se debe caer de la cabeza durante las actividades de trabajo, para evitar esto puede usarse una correa sujeta a la quijada.

Es necesario inspeccionarlo periódicamente para detectar rajaduras o daño que pueden reducir el grado de protección ofrecido.

- **Protección de ojos y cara**

Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que pueda poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección apropiada para estos órganos.

Los anteojos protectores para trabajadores ocupados en operaciones que requieran empleo de sustancias químicas corrosivas o similares, serán de material blando que se ajuste a la cara, resistente al ataque de dichas sustancias.

- **Protección a los oídos**

Cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles, punto que es considerado como límite superior para la audición normal, es necesario dotar de protección auditiva al trabajador. Los protectores auditivos, pueden ser: tapones de caucho u orejeras (auriculares).

Tapones, son elementos que se insertan en el conducto auditivo externo y permanecen en posición sin ningún dispositivo especial de sujeción.

Orejeras, son elementos semiesféricos de plástico, rellenos con absorbentes de ruido (material poroso), los cuales se sostienen por una banda de sujeción alrededor de la cabeza.

- **Protección de las vías respiratorias**

Las mascarillas ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire, polvo mayormente, el uso inadecuado del respirador puede ocasionar una sobre exposición a los contaminantes provocando enfermedades o muerte.

- **Protección de manos y brazos**

Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo con los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos.

Los guantes deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones. No deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria. Los guantes que se encuentran rotos, rasgados o impregnados con materiales químicos no deben ser utilizados.

- **Tipos de guantes**

Para la manipulación de materiales ásperos o con bordes filosos se recomienda el uso de guantes de cuero o lona. Para revisar trabajos de soldadura o fundición donde haya el riesgo de quemaduras con material incandescente se recomienda el uso de guantes y mangas resistentes al calor.

Para trabajos eléctricos se deben usar guantes de material aislante. Para manipular sustancias químicas se recomienda el uso de guantes largos de hule o de neopreno.

- **Protección de pies y piernas**

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos pesados.

La gerencia debe proporcionar a los trabajadores toda la información necesaria y específica, de los riesgos a que están expuestos, asociados a las operaciones o trabajos a realizar en cada área de trabajo.

Asimismo se programó una charla informativa con la gerencia a fin de informar sobre los costos en que se incurre al no utilizar el equipo de protección propuesto, esto con el fin de controlar diariamente a los trabajadores a que lo utilicen.

✓ **Costos por accidentes y lesiones**

Los costos más representativos son los provocados por accidentes con trabajadores, donde padecen consecuencias que pueden ser materiales, como gastos y pérdida de ingresos; e intangibles, como el dolor y el sufrimiento, en ambos casos se pueden dar de corta o de larga duración. Estos costos para la empresa no son siempre fáciles de calcular, ya que hay pérdidas asociadas a los accidentes laborales difíciles de evaluar.

En la mayoría de los casos estos costos están directamente relacionados con la gravedad de los accidentes, de forma que, a mayor gravedad del accidente el costo es más elevado.

Los costos en los que se ve involucrado la empresa a consecuencia de los accidentes y lesiones ocurridos en la planta se dividen en costos directos e indirectos, estos se presentan a continuación.

• **Costos directos**

Son aquéllos costos en los que la empresa puede contabilizar y cuantificar fácilmente. Entre ellos se encuentran los mostrados en la tabla LXVI.

Tabla LXVIII. **Costos directos por accidentes laborales**

Costos directos	
➤	Costo de las horas perdidas tanto por los trabajadores accidentados como por sus compañeros, mandos, etc. el día del accidente.
➤	Costo asociado a la pérdida de producción el día del accidente.
➤	Costo de parada de maquinaria, si quedara precintada hasta que su estado se considere seguro o porque haya que repararla o reponerla.
➤	Costo de la atención médica en la empresa: material de primeros auxilios, horas dedicadas por el servicio médico, etc.
➤	Costo de materiales: pérdidas de materias primas, productos dañados en el accidente, etc.
➤	Costo de equipos o maquinaria: costo de la reparación de los daños sufridos en el accidente.
➤	Costo para la recuperación de la producción: costo de horas extras, costo de rotación de personal, costo de subcontratación, etc.
➤	Costos administrativos por el tiempo dedicado a las gestiones que requiere un accidente.
➤	Costos asociados a la contratación de nuevo personal: costos de anuncios, procesos de selección, contratación, formación, etc.
➤	Costos por nueva distribución de los puestos de trabajo: sustituciones, formación, reentrenamiento, etc.
➤	Sanciones, multas, recargos de prestaciones, recargos en los seguros, indemnizaciones, etc.

Fuente: www.tecniseguros.com.

- **Costos indirectos**

Son aquellos costos que no se pueden medir de manera real ni exacta, pero que están indudablemente asociados al accidente. Los principales costos indirectos se muestran en la tabla LXIX.

Tabla LXIX. **Costos indirectos por accidentes laborales**

Costos indirectos	
➤	Costos por la pérdida de imagen a causa del accidente laboral.
➤	Costos por pérdida de contratación, cuando se valora la integración de la prevención de riesgos.
➤	Costos de conflictos laborales: deterioro en las relaciones laborales entre los trabajadores y con la empresa.
➤	Costos por disminución de la moral de los trabajadores tras un accidente laboral.
➤	Costos por la pérdida de la experiencia del trabajador accidentado.

Fuente: www.tecniseguros.com.

Se debe señalar que, si bien los accidentes laborales suponen un costo importante para la empresa, éste no es comparable, con el costo personal, familiar y social que también generan, y además, mucho más difícil de cuantificar.

4.3. Adiestramiento de personal

El adiestramiento es el conjunto de actividades encaminadas a proporcionar al trabajador los conocimientos y destrezas necesarias para desempeñar su labor de la manera correcta, asegurando la prevención de pérdidas de información o la inexactitud de los datos.

4.3.1. Toma de datos en los inventarios

La toma de datos en los inventarios es muy importante y debe instruirse apropiadamente a los empleados sobre la forma de hacerlo, el recuento de materiales elaborado por personal no preparado para ello es poco profesional ya que no carecen de la formación necesaria, los inventarios están muy enfocados al área de contabilidad, lo que implica que la empresa no produzca y los operarios no desempeñen sus actividades regulares.

Para optimizar el tiempo que se utiliza en la toma de inventarios se diseñaron hojas de control para este propósito. Estas hojas consisten en el control de producto terminado, de materia prima y para el área de rotomoldeo, el llenado correcto de estas hojas se realizó durante la realización de inventario.

4.3.2. Manejo de base de datos para control de inventarios

Para que la base de datos diseñada cumpliera con su propósito, los encargados de ingresar los datos recibieron información extra, para resolver cualquier problema que se les presentara.

Se redactó un manual de usuario el cual fue entregado a cada encargado de turno, en el se detalla la forma en que se ha de ingresar a la base de datos y la forma correcta de ingresar la información.

Con el gerente de producción se realizó de una manera distinta, el control y registro de la base de datos se realizó en conjunto con él; durante una semana, esto permitió que se agregara información que él consideraba necesaria y la manera correcta de llevar el control de los materiales.

4.3.3. Llenar hojas de control correctamente

Para facilitar el ingreso de la información y evitar datos erróneos, se realizó el registro de los reportes de producción diaria en conjunto con los encargados de turno, esto se llevó a cabo durante una semana.

Figura 46. Hojas de control de la producción diaria

CARGA NÚMERO	HORA INICIO	HORA TERMINADO	CALIDAD		RECHAZO	OBSERVACIONES
			1a.	2a.		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
TOTAL						

Fuente: Cemix de Centro América, S.A.

4.4. Plan de contingencia

Establecido el plan de contingencia en la empresa, es necesario realizar pruebas o simulacros para determinar el grado de reacción de los trabajadores, la capacitación proporcionó la información y los elementos para conocer, prever, evaluar y proponer controles a los riesgos detectados a que se exponen en el ambiente laboral en que se desempeñan, con esto se alcanzó mantener la preparación de todos los trabajadores para contribuir a la eliminación y disminución de tales riesgos.

4.4.1. Qué hacer en caso de un sismo

Debido a las amenazas constantes de sismos en la región y los riesgos a que se está expuesto frente a estos fenómenos, es importante saber cómo responder ante esta amenaza.

✓ Procedimiento a seguir en caso de ocurrir un sismo



¿Qué debo hacer en caso de un sismo?

Antes

Identificar las áreas seguras y las rutas de evacuación.

Alejarse de los elementos altos o colgantes.

Mantener a mano un botiquín de primeros auxilios.

Mantener a mano los teléfonos de emergencia.

Mantener despejados los pasillos o rutas de evacuación y las salidas de emergencia.

Colaborar con los simulacros que se realicen.

Durante

Mantener la calma.

Cierre válvulas de gas, corte el flujo de corriente eléctrica.

Diríjase a las zonas seguras o al punto de reunión.

Después

Haga caso a las indicaciones impartidas por las personas encargadas de atender la situación.

Verificar que todo el personal se encuentre bien.

Si queda atrapado haga lo posible por realizar un grito o señal que llame la atención.

Si es necesario comuníquese con las entidades de socorro.

4.4.2. Señalización

Para este propósito se utilizó parte del documento que se encuentra disponible en el sitio web de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de nuestro país, el cual se identifica como Formas colores y símbolos de seguridad en caso de desastres.






Figura 47. Hojas utilizadas en charlas de capacitación (A)

Para señales informativas de emergencia			Normas de Señalización
Significa	Características		Ejemplo
La ubicación de un extintor	Color: Seguridad Contraste Forma: Símbolo: Texto:	rojo blanco Cuadrado un extintor con una flecha direccional EXTINTOR	
La ubicación de un hidrante	Color: Seguridad Contraste Forma: Símbolo: Texto:	rojo blanco rectángulo un hidrante con una flecha direccional HIDRANTE	
La ubicación de una alarma contra incendios	Color: Seguridad Contraste Forma: Símbolo:	rojo blanco cuadrado un timbre con ondas sonoras	
La ubicación de un teléfono de emergencias	Color: Seguridad Contraste Forma: Símbolo:	rojo blanco cuadrado silueta de un auricular	
La ubicación de equipo de emergencia	Color: Seguridad Contraste Forma: Símbolo:	rojo blanco cuadrado un par de guantes y un hacha	

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Guatemala, C.A.

Fuente: www.conred.org.gt.

Figura 48. Hojas utilizadas en charlas de capacitación (B)






Para señales informativas			Normas de Señalización
Significa	Características		Ejemplo
La ubicación de una ruta de evacuación	Color: Seguridad Contraste	verde blanco cuadrado flecha indicando el sentido requerido y el número de la ruta de evacuación	
Zona de seguridad	Color: Seguridad Contraste	verde blanco cuadrado figura humana resguardándose ZONA DE SEGURIDAD	
La ubicación del lugar donde se dan los primeros auxilios	Color: Seguridad Contraste	verde blanco cuadrado cruz equidistante	
El punto de reunión o zona de conteo donde se concentrarán las personas en caso de emergencia	Color: Seguridad Contraste	verde blanco cuadrado cuatro flechas equidistantes dirigidas hacia un punto	
La ubicación de una salida de emergencia	Color: Seguridad Contraste	verde blanco rectángulo silueta humana avanzando hacia una salida que se indica con una flecha direccional SALIDA DE EMERGENCIA	

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Guatemala, C.A.



Fuente: www.conred.org.gt.

Figura 49. **Hojas utilizadas en charlas de capacitación (C)**

Significa	Características		Ejemplo
La ubicación de una escalera de emergencia en el sentido Requerido	Color:	Seguridad Contraste verde blanco	
	Forma:	rectángulo	
	Símbolo:	silueta humana avanzando hacia una escalera en la que se indica con una flecha el sentido requerido	
	Texto:	SALIDA DE EMERGENCIA	
Lugar reservado para minusválidos	Color:	Seguridad Contraste azul blanco	
	Forma:	cuadrado	
	Símbolo:	figura humana en silla de ruedas	
La ubicación de escaleras en el sentido requerido	Color:	Seguridad Contraste azul blanco	
	Forma:	cuadrado	
	Símbolo:	la silueta de un tramo de escalera con una flecha en el sentido requerido	
La ubicación de una bocina que se usará en caso de una emergencia	Color:	Seguridad Contraste azul blanco	
	Forma:	cuadrado	
	Símbolo:	un megáfono con ondas sonoras	
La ubicación de una escalera eléctrica en el sentido requerido	Color:	Seguridad Contraste azul blanco	
	Forma:	cuadrado	
	Símbolo:	escalera en el sentido requerido con una figura humana sobre ella	

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Guatemala, C.A.



Fuente: www.conred.org.gt.

4.5. Control y monitoreo de métodos propuestos

Rara vez se pueden reunir todos los datos necesarios para llevar un control exacto de los beneficios obtenidos con la implementación de un nuevo proyecto a menos que se dedique a ello considerable tiempo y esfuerzo. Pero en general, es posible, respecto de casi todos los proyectos, reunir algunos datos de cada clase.

El propósito fundamental de los pronósticos es hacer buenas estimaciones en las cuales basar los modelos para la toma de decisiones para la compra de la materia prima, es decir obtener estimaciones basadas en datos confiables permitirá que se alcancen los objetivos deseados.

Una de las bases primordiales para que el nuevo sistema funcione, consiste en la verificación continua de su desarrollo, directamente en el área de producción, para esto es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Verificar una vez por semana el ordenamiento e identificación de la materia prima en la bodega;
- ✓ Verificar diariamente que la base de datos sea actualizada correctamente
- ✓ Verificar una vez por semana que los reportes de producción coincidan con la cantidad de materiales utilizados, es decir que sean llenados correctamente;
- ✓ Cada fin de mes confrontar los datos obtenidos en la base de datos con los datos pronosticados a fin de verificar que la tendencia de estos se mantenga estable;
- ✓ Llevar un registro del tiempo de entrega de los pedidos, desde que se hacen hasta su llegada a la planta de producción;
- ✓ Establecer una reunión una vez al mes, con los encargados de turno, en un horario y lugar predeterminados, para revisar en qué medida está cumpliendo el sistema, en qué medida está fluyendo la materia prima en relación a lo esperado, qué dificultades les ha presentado el nuevo sistema y qué beneficios han obtenido, dicha reunión no debe exceder de 60 minutos.

Para la revisión del plan de contingencia, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- ✓ Se debe tener siempre un cronograma de las actividades que se desarrollarán en un periodo determinado;
- ✓ Es importante llevar siempre las estadísticas en accidentalidad, enfermedad y ausentismo de la empresa; pero no solo se debe tener un cuadro lleno de números, se debe trabajar para que esos índices evaluados no aumenten, si no que al contrario disminuyan;
- ✓ Es importante la realización de simulacros dos veces al año y/o capacitación sobre un aspecto relacionado con la seguridad;
- ✓ La señalización a de revisarse una vez por mes a fin de que cada área se encuentre identificada;
- ✓ Verificar que los trabajadores cumplan con lo establecido en el presente plan.

4.6. Medición de resultados

El seguimiento a los criterios establecidos anteriormente dependerá completamente de la gerencia, los cambios propuestos serán evaluados periódicamente en cuanto a recursos, realización, metodología, cobertura, cumplimiento de fechas y acciones consecuentes. El resultado de éstas, mostrará el grado de efectividad de las medidas propuestas tanto en el área de producción como en la prevención y control de riesgos establecidos; estos resultados serán la base de futuros ajustes y/o modificación, aplicables al dinamismo propio del nuevo sistema.

Se debe tomar en cuenta y evaluar la información proporcionada por los empleados, se debe retroalimentar lo enseñado contra lo aprendido en la capacitación a fin de establecer ajustes a estos programas.

Como se mencionó este sistema fue propuesto para un periodo de cuatro meses, a fin de iniciar el próximo año con los niveles óptimos de inventario, finalizado el periodo, se debe hacer siempre una evaluación de los objetivos propuestos y si estos se cumplieron; se debe evaluar que aspectos no se pudo cumplir y cuales fueron los principales factores para que el programa funcionara o las respectivas fallas del mismo.

Para el plan de contingencia se debe recordar que si bien no es posible evaluar a cabalidad los resultados de los simulacros y/o capacitación, se debe recordar que siempre se esperan resultados de un programa de este tipo, ya que representa costos e inversión de parte de la compañía.

Al finalizar cada capacitación se realizó una prueba que consistía en cinco preguntas (una de estas se muestra en el Anexo 2), los resultados obtenidos se presentan en la tabla LXX.

Tabla LXX. **Medición de resultados**

Resultados de capacitación	Puntuación			Conclusión	Resultados post-capacitación	Beneficios obtenidos por el personal
	Mínima	Máxima	Media			
Seguridad e Higiene Industrial en el lugar de trabajo	60	100	82	El personal comprendió los puntos tratados en la capacitación.	Se realizó una inspección en cada una de las áreas, se estableció que estas se encuentran limpias y ordenadas en su mayor parte.	El bono de limpieza les fue pagado completo
Uso de equipo de seguridad	80	100	87	El personal comprendió el tema expuesto en la capacitación.	Se realizó una inspección en cada una de las áreas, se estableció que la mayor parte del personal utiliza el equipo de protección.	El bono de limpieza les fue pagado completo
¿Qué hacer en caso de un sismo?	40	80	73	Es necesario realizar charlas directas con el personal que no comprendió a cabalidad el tema expuesto.	Cuando se realizó el primer simulacro, parte del personal operativo no aplicó los procedimientos establecidos, esto se corrigió en el segundo.	Riesgo menor a sufrir accidentes en caso de una emergencia
Señalización industrial	60	80	70	El personal comprendió los puntos tratados en la capacitación.	Se realizaron entrevistas al personal y estos lograron identificar cada señal mostrada	Claro conocimiento de los riesgos que representa cada área en la empresa

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se determinó el tiempo necesario para la producción de cada uno de los productos, sin embargo la mayor parte de este tiempo corresponde al proceso de llenado, por lo que solucionado el problema de abastecimiento de la materia prima se debe realizar un mejoramiento de estos tiempos, los tiempos de producción actuales para la elaboración de una carga de adhesivos es de 00 h 16 min 56 s, para las boquillas es de 00 h 14 min 42 s y para los acabados es de 00 h 17 min 34 s, con base en estos datos se debe estimar el tiempo necesario para cumplir con los pedidos y de ser necesario la programación de horas extras.
2. Para la compra de materiales se establecieron acciones que han de seguirse para mejorar el abastecimiento de ellos, se diseñó una hoja electrónica, la cual se basa en los registros de los reportes de producción diarios, en ella se lleva el control de los materiales que se tiene en existencia, los que se utilizaron y los materiales que están llegando a los niveles más bajos, a partir de estos datos se debe programar los pedidos y la cantidad a comprar de cada uno de los materiales.

3. El *stock* óptimo para la materia prima se estableció mediante el manejo de materiales para los cuatro meses siguientes, en ellos se logró determinar los tiempos de frecuencia de pedidos, la cantidad que debe permanecer en bodega a fin de no desabastecer al departamento de producción y mantener los inventarios en los niveles mínimos a fin de no elevar los costos por su manejo.
4. Tomando como referencia los datos obtenidos en la base de datos, fue posible, en los primeros meses de prueba, realizar los programas de producción diarios con base en ellos, lo que permitió que los paros innecesarios debido a la falta de materiales disminuyera, esto también permitió la reducción de los costos de operación por concepto de mano de obra directa debido a la reducción significativa de horas extras.
5. El plan de contingencia permitió establecer directrices de actuación, así como las personas responsables de actuar ante cualquier evento que pueda afectar negativamente la salud de los trabajadores, este consiste en una estructura jerárquica lineal en la cual se establecen responsabilidades y actividades que han de seguirse para minimizar los riesgos ante la presencia de un sismo o terremoto.
6. La realización de charlas de capacitación y simulacros permitió que los trabajadores se comprometan a realizar sus funciones de la mejor manera y mantener los lugares de trabajo limpios y ordenados, asimismo se logró comprometer a los operarios a utilizar el equipo de protección personal que se les provee.

RECOMENDACIONES

1. Debido a que se trabaja con pronósticos, es necesario que la gerencia de producción verifique los datos de las ventas reales con los datos obtenidos mediante las técnicas de los pronósticos, para determinar la variación entre éstos. Además, es necesario verificar que la demanda mantenga esta tendencia, si no es así, realizar los pronósticos con los métodos correspondientes.
2. De la actualización diaria de la base de datos depende su éxito. Por ello, es necesario que el gerente de producción verifique el ingreso de los reportes al final de cada turno o como mínimo una vez por semana, esto permitirá contar con datos confiables y actualizados de los materiales con que se cuenta.
3. Es importante que la gerencia de producción verifique que los materiales y el producto terminado ocupen el lugar que les fue asignado, asimismo es muy importante la comunicación entre los encargados de turno y la gerencia a fin de determinar las causas que impidan la realización de los procedimientos establecidos.
4. La persona encargada de la compra de materiales debe realizar las mismas, tomando en cuenta los niveles de reorden establecidos a fin de mantener los costos en niveles aceptables y el abastecimiento oportuno al departamento de producción.

5. El encargado del plan de contingencia debe controlar y verificar que las salidas y rutas de evacuación se encuentren libres y que no se almacene producto terminado en ellas, a fin de que cumplan con su función y no representen riesgos innecesarios para los trabajadores.

6. El gerente de planta en coordinación con el encargado del plan de contingencia deben contribuir a que el plan de contingencia se mantenga vigente. Para ésto es necesario que se realicen, como mínimo dos simulacros por año, asimismo se debe capacitar a los empleados en el uso del equipo de seguridad a fin de que se encuentren preparados ante cualquier amenaza.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIAZA HERRERA, Flor de María. “Administración y control de inventarios para una planta productora de alimentos.” Trabajo de graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000. 72 p.
2. ASFAHL, C. Ray. *Seguridad industrial y salud*. 4a ed. México: Prentice Hall, 2000. 144 p.
3. ASTUDILLO, G. *Plan de Contingencia*. Capeseg [en línea]. Disponible en web: <http://www.capeseg.cl/documentos/seguridad/Plan.Evacuación-n_1.pdf>. [consulta: 17 de febrero de 2010].
4. Cemix de Centro América, [en línea]. Disponible en web: <<http://www.cemix.com>>. [consulta: 08 de septiembre de 2008].
5. CONRED. [en línea]. Disponible en web: <<http://www.conred.org.gt>>. [consulta: 08 de marzo de 2009].
6. CONTRERAS PONCE, Aldo. *Seguridad, Prevención y Salud Ocupacional*. Paritarios [en línea]. Disponible en web: <<http://www.paritarios.cl/seguridad/equipos>>. [consulta: 17 de febrero de 2010].
7. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. *Normas de Señalización* [diapositiva]. Guatemala: CONRED, 2008. 15 diapositivas.

8. EHAB JALILALIL, Aranqui Rezeq. “Diseño del sistema de planeación y control de inventarios en una empresa comercializadora de perfumes.” Trabajo de graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, URL. Guatemala, 2003. 102 p.
9. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*, 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
10. GASCON, M. *Sismos*. Wikipedia [en línea]. Disponible en web: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Sismo>>, <<http://www.wikipedia.com/sismos>>. [consulta: 22 de diciembre de 2009].
11. GRIMALDI, John V. *La seguridad industrial, su administración*. 2a ed. México: Alfaomega, 1996. 743 p.
12. Oficina de Ayuda Humanitaria Comisión Europea. *Programa de prevención y atención de desastres*, España: Alarcón, 2003. 11 p.
13. PÉREZ FERNÁNDEZ, Edgar Estuardo. “Análisis del control y propuesta de optimización de los inventarios en la bodega de materiales para una industria manufacturera de perfumes.” Trabajo de graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 82 p.
14. TORRES, Sergio. *Control de la producción*, ed. rev. Guatemala: Palacios, 2001. 104 p.
15. VÁSQUEZ CALVET, Jorge Alejandro. “Administración de seguridad y análisis de riesgos en una empresa de rafias y empaques plásticos.” Trabajo de graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 146 p.

APÉNDICE 1

MANUAL DE USUARIO

Este manual indica las herramientas y funciones con que cuenta la base de datos, está desarrollada en una hoja electrónica. Para dar una idea general se presentan las instrucciones que se han de seguir a fin de cumpla con su función.

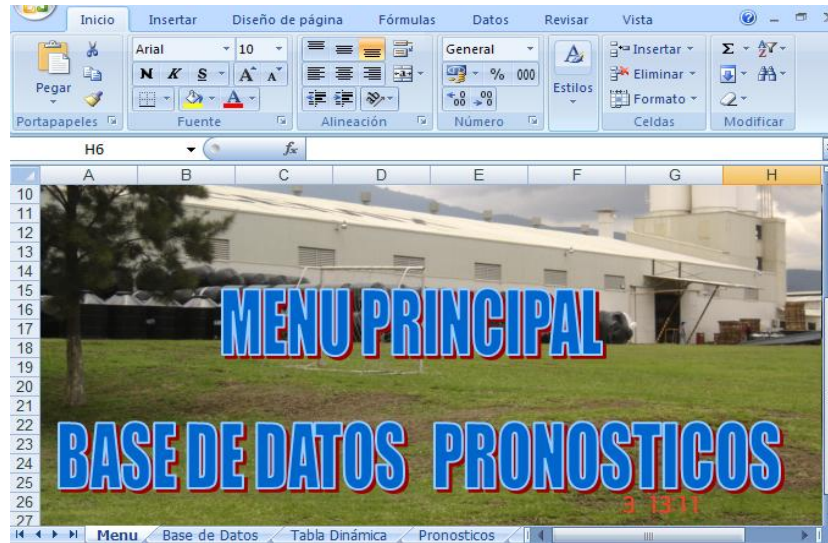
1. Seleccionar el archivo CEMIX –BASE DE DATOS- ubicado en el escritorio.

Ubicación de Base de datos



2. Hacer doble clic sobre este archivo.
3. Al ingresar a este archivo se presenta la siguiente pantalla

Hoja Principal



4. Esta pantalla representa el menú principal y mediante ella se puede trasladar a cualquier hoja del archivo.
5. Para ingresar los reportes diarios de producción, se debe posicionar sobre la opción BASE DE DATOS y hacer clic sobre ella.
6. Al realizar esto se presenta la siguiente pantalla

Ingreso de reportes

Reporte	Área	Fecha	Mes	Año	Turno	Producto	Peso Uni. (kg)	Familia	Tipo	Uni. Buenas
01679	Planta Torre	5	Agosto	2009	1	Blanco	10	Boquilla	BX1	210
01680	Planta Torre	5	Agosto	2009	1	Café claro	10	Boquilla	BX2	99
09267	Planta Torre	5	Agosto	2009	1	Pegamix Gris	20	Adhesivos	A	1,625
09268	Planta Torre	5	Agosto	2009	1	Constructor	20	Adhesivos	A	1,800
09269	Planta Torre	5	Agosto	2009	1	Adeblok blanco fino	40	Acabados	EMP	105
09270	Planta Torre	5	Agosto	2009	2	Adeblok Remolinead	40	Acabados	RE	52
Totales										242,888

Uni. Buenas	Uni. Rechada	Uni. Tot.	Peso Buenas (ton)	Peso Rechada (t)	Peso Tot. (ton)	Responsable	Costo Por Unidad
210	0	210	2.10	-	2.10	Margarito García	
99	0	99	0.99	-	0.99	Margarito García	
1,625	0	1625	32.50	-	32.50	Margarito García	
1,800	0	1800	36.00	-	36.00	René Montenegro	
105	0	105	4.20	-	4.20	René Montenegro	
52	0	52	2.08	-	2.08	René Montenegro	
242,888	9	242,897	4,676.19	0.136	4,676.33		

7. Para ingresar los reportes de producción se debe realizar lo siguiente:

7.1. En la celda denominada Reporte se debe ingresar el número que aparece en la parte superior derecha de cada uno de los reportes.

Identificación de reporte



7.2. En la celda Área se debe ingresar Planta torre, las siguientes celdas corresponden a la fecha de elaboración de los productos, la celda Turno representa el grupo que realizó los productos.

7.3. En la celda Producto se debe ingresar el nombre comercial del producto.

7.4. En la celda Peso Uni. (kg) se debe ingresar el peso de los productos, tomando como referencia los siguientes:


Para los adhesivos 20

Para las boquillas 10

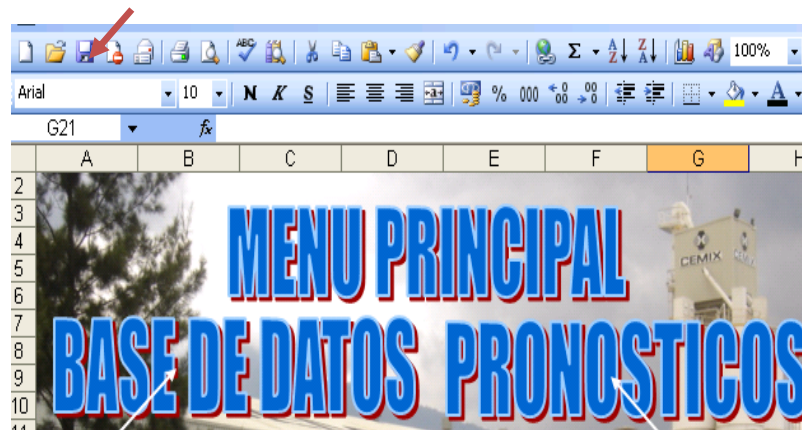
Para los acabados 40

7.5. En las celdas Familia y Tipo se debe ingresar información del producto en mención.

7.6. En la celda Uni. Buenas, se debe ingresar la cantidad de bolsas que produjeron del producto en cuestión.

- 7.7 En la celda Uni. Recha. se debe ingresar las bolsas que presentan defectos, ya sea que se rompieron o que no presentan el color correspondiente.
- 7.8 Las siguientes celdas Uni. Tot., Peso Buenas (ton), Peso Recha (ton) y Peso Tot. (ton) se calculan mediante fórmula por lo que, no se debe ingresar ningún dato en ellas.
- 7.9 La celda Responsable se debe llenar con el nombre del encargado cada turno.
- 7.10 La celda costo por unidad se debe dejar en blanco, ya que corresponde al gerente de producción determinarlo.
- 8 Al terminar de ingresar los datos se debe guardar la información, para esto se debe hacer clic en el icono , el cual se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla.

Almacenamiento de Información



- 9 Hecho esto se debe cerrar el archivo.

APÉNDICE 2

Prueba realizada al finalizar la charla de capacitación

Nombre: _____

Fecha: _____

1. ¿Sabe usted qué es un equipo de seguridad?

SI

NO

2. ¿Los riesgos en el lugar de trabajo se pueden minimizar con el uso del equipo de seguridad?

SI

NO

3. ¿Considera importante el uso del equipo de seguridad?

SI

NO

4. ¿Los problemas respiratorios son ocasionados por la de uso de la mascarilla?

SI

NO

5. ¿A quién beneficia el uso del equipo de seguridad?

EMPRESA

TRABAJADOR

APÉNDICE 3

Señalización industrial en área de secador



Señalización industrial en área de rotomoldeo

