

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

REDISEÑO DE LAS OPERACIONES DE ELABORACIÓN DE
PINTURAS INDUSTRIALES EPÓXICAS

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presenta el bachiller:

Laura Esther Reyes Toledo

ASESOR: Ing. Fernando Noriega Bardalez

Lima, Noviembre del 2008

RESUMEN

La presente tesis propone una nueva metodología en la secuencia de operaciones para la elaboración de pinturas epóxicas por ser el producto de mayor venta de la empresa en estudio. Lo que se propone es una metodología utilizada por las empresas de pinturas líderes en el mercado, la cual consiste en elaborar la pintura a través de bases y pastas, productos semielaborados, modificando la elaboración tradicional.

Esta mejora que se propone tiene mayor relevancia ante las expectativas del mercado de pinturas, el cual en los últimos años ha ido creciendo debido al crecimiento del sector construcción, que durante el 2006 y el primer trimestre del 2007 creció 15% y 9% respectivamente y que inclusive aún tiene buenas expectativas en el mercado para los siguientes años. Además, cabe mencionar que la participación de mercado para la industria de pinturas se ha diversificado logrando evitar que pocas empresas se posicionen de la demanda de pinturas.

La empresa en estudio, presenta buenos sistemas de Control de Calidad, de Ventas y de Organización; los cuales están bien estructurados y realizan sus operaciones de manera óptima logrando así un buen control de la materia prima, producto en proceso y producto final, un servicio de venta y post venta completo para el cliente y una organización bien estructurada, la cual tiene definida claramente sus responsabilidades y funciones. Sin embargo, los sistemas de Logística de Salida y de Producción presentan varios aspectos a mejorar, los cuales la propuesta que se presenta en esta tesis trata de mejorar.

La propuesta de elaborar la pintura estrella de la empresa con bases y pastas trae consigo beneficios tangibles e intangibles. Dentro de los beneficios tangibles se puede lograr una reducción en el tiempo de producción de la pintura epóxica en 184 minutos aproximadamente por cada 100 galones de pintura producido debido a que la ruta para elaborar el producto varía de tal manera que se acortan las operaciones. Otro beneficio tangible es el ahorro de aproximadamente \$1,372 anuales por mantener en stock los productos semielaborados (bases y pastas) envés de productos terminados de alta rotación, lo cual también permite poder atender mayor número de colores al cliente y no sólo los más vendidos. Finalmente, dentro de los beneficios intangibles la empresa puede ser más flexible con el cliente, lo cual conlleva a una mayor satisfacción del cliente por atenderlo en los colores que requiere con el mismo lead time definido.

Como se verá en el desarrollo de la tesis, esta cuenta con seis capítulos. El primero trata sobre el marco teórico, el cual presenta la situación actual del sector de pinturas y la descripción de herramientas que se utilizarán para el desarrollo de la presente. En el segundo capítulo se presenta la "radiografía" de la empresa, se le conoce y analiza en los siguientes aspectos: proceso productivo, logística de salida, calidad, organización y proceso de ventas. En el tercer capítulo se realiza el diagnóstico de la empresa en los ítems antes mencionados. En el cuarto capítulo se presenta la propuesta de mejora para la empresa. El capítulo cinco presenta cuadros comparativos entre la situación actual y propuesta demostrando los beneficios a obtener con la propuesta de la presente tesis. Finalmente, el último capítulo presenta la evaluación económica de la implementación de la propuesta.

INDICE

INDICE.....	i
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE GRÁFICOS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE PINTURAS.....	2
1.1.1 Sector y actividad económica.....	2
1.1.2 Relación con otras Actividades Económicas.....	2
1.1.3 Importancia del sector en el Perú.....	3
1.1.4 Capacidad instalada del sector.....	5
1.2 CLASIFICACIÓN DE SECTORES A LOS QUE ATIENDE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE PINTURAS.....	8
1.3 HERRAMIENTAS A UTILIZAR.....	8
1.3.1 De Producción.....	8
Balance de masa o materia.....	9
Estudio de Tiempos.....	9
1.3.2 De Logística.....	13
1.3.3 De Calidad.....	16
a. Diagrama de Pareto.....	17
b. Diagrama de Causa – Efecto.....	17
c. Histograma.....	18
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA EMPRESA.....	19
2.1 LA EMPRESA.....	19

2.2 LA COMPETENCIA.....	20
2.2.1 <i>Ubicación de las empresas principales del sector de pinturas.....</i>	20
2.2.2 <i>Características de la competencia.....</i>	21
2.2.3 <i>Participación del mercado.....</i>	22
2.3 SISTEMA PRODUCTIVO.....	23
2.3.1 <i>Productos que Elabora.....</i>	23
2.3.2 <i>Proceso Productivo.....</i>	25
2.3.3 <i>Instalaciones y medios operativos.....</i>	32
a. <i>Tipo de distribución.....</i>	32
b. <i>Maquinaria.....</i>	34
c. <i>Tecnología, Patentes y Know how.....</i>	37
d. <i>Instalaciones para el servicio del personal.....</i>	38
2.3.4 Recursos.....	38
<input type="checkbox"/> <i>Materia prima que emplea y su procedencia.....</i>	38
<input type="checkbox"/> <i>Características principales de la materia prima.....</i>	39
2.4 SISTEMA DE LOGÍSTICA DE SALIDA.....	40
2.4.1 <i>Estructura del Área y Funciones.....</i>	40
a. <i>Jefatura de Almacén de Productos Terminados.....</i>	40
b. <i>Jefatura de despacho y distribución.....</i>	40
2.5 SISTEMA DE CALIDAD.....	41
2.5.1 <i>Variables a medir.....</i>	41
a. <i>Inspección a la materia prima.....</i>	41
b. <i>Inspección al producto en proceso de elaboración.....</i>	42
c. <i>Inspección al producto terminado.....</i>	42
2.6 SISTEMA ORGANIZACIONAL.....	43
2.6.1 <i>Estructura Organizativa.....</i>	44
2.7 SISTEMA DE VENTAS.....	47
2.7.1 <i>Productos.....</i>	48

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	49
3.1 De la Producción.....	49
3.1.1 <i>Del Balance de Masa del Proceso.....</i>	49
3.1.2 <i>Del Estudio de Tiempos.....</i>	52
a. <i>Cálculo del tamaño de la muestra (n).....</i>	52
b. <i>Determinación del Tiempo Básico.....</i>	53
c. <i>Asignación de Suplementos.....</i>	53
d. <i>Determinación del Tiempo Estándar.....</i>	54
e. <i>Determinación del Cuello de Botella.....</i>	55
f. <i>Análisis del Tiempo Productivo e Improductivo.....</i>	57
<i>Fortalezas y Debilidades del Área de Producción.....</i>	59
3.2 Del Sistema de Logística de Salida.....	60
3.2.1 <i>Jefatura de Despacho y Distribución.....</i>	61
3.2.2 <i>Jefatura de Almacén de Productos Terminados.....</i>	62
<i>Fortalezas y Debilidades del Área de Logística de Salida.....</i>	64
3.3 Del Sistema de Control de Calidad.....	64
3.3.1 <i>Control de Calidad a la Materia Prima.....</i>	64
3.3.2 <i>Control de Calidad al Producto en Proceso de Elaboración.....</i>	65
3.3.3 <i>Control de Calidad al Producto Terminado.....</i>	66
<i>Fortalezas y Debilidades del Área de Calidad.....</i>	67
3.4 Del Sistema Organizacional.....	68
3.5 Del Sistema de Ventas.....	69
3.6 De LA EMPRESA.....	70

CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA.....	73
4.1 De La Producción.....	74
4.2 Del manejo de inventarios.....	78
4.2.1 <i>Estudio de Inventario para Productos Terminados.....</i>	<i>79</i>
a. <i>Metodología utilizada.....</i>	<i>79</i>
b. <i>Parámetros utilizados.....</i>	<i>79</i>
c. <i>Lotes Económicos de Productos Terminados (EOQ' s).....</i>	<i>81</i>
d. <i>Capacidad de almacén.....</i>	<i>84</i>
e. <i>Resultados.....</i>	<i>85</i>
4.2.2 <i>Estudio de Inventario para Bases y Pastas.....</i>	<i>86</i>
a. <i>Metodología utilizada.....</i>	<i>86</i>
b. <i>Parámetros utilizados.....</i>	<i>86</i>
c. <i>Lotes Económicos de Productos Terminados (EOQ' s).....</i>	<i>87</i>
d. <i>Capacidad de almacén.....</i>	<i>88</i>
e. <i>Resultados.....</i>	<i>89</i>
CAPITULO V. COMPARACION DE LA METODOLOGÍA ACTUAL Y PROPUESTA.....	90
5.1 Número de Colores a Atender.....	90
5.2 Tiempo de Ciclo Operativo del Producto.....	91
5.3 Costos incurridos en inventario.....	91
5.4 Cuadro Resumen Comparativo.....	92
CAPITULO VI. EVALUACION ECONOMICA DE LA PROPUESTA.....	93
6.1 Costos de la Implementación de la Propuesta.....	93
6.2 Beneficios por la Implementación de la Propuesta.....	93

CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	100



INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	CIIU 2422: Concentración Geográfica	20
Cuadro 2.2	Condiciones de Aprobación de las Pruebas de Calidad	30
Cuadro 2.3	Relación entre el Tipo de Presentación del Envase y Tipo de Producto de la EMPRESA	31
Cuadro 2.4	Información Técnica y Descriptiva de las Máquinas Dispersadoras	34
Cuadro 2.5	Información Técnica y Descriptiva de las Máquinas de Molienda ...	35
Cuadro 2.6	Información Técnica y Descriptiva de las Máquinas Amasadoras ..	36
Cuadro 2.7	Información Técnica y Descriptiva de los Agitadores	36
Cuadro 2.8	Información Técnica y Descriptiva del Horno	37
Cuadro 2.9	Las Materias Primas y sus Características	38
Cuadro 2.10	Ventas del 2007 de los Productos de LA EMPRESA	48
Cuadro 3.1	Balance de Masa	50
Cuadro 3.2	Porcentaje de Tiempos Suplementarios	54
Cuadro 3.3	Tiempo Estándar de cada Operación	54
Cuadro 3.4	Número de Lotes a Producir por Hora por cada Hombre – Máquina	55
Cuadro 3.5	Número de Lotes a Producir por Hora	56
Cuadro 3.6	Total de Tiempo Productivo e Improductivo medido durante la Toma de Tiempos	57
Cuadro 3.7	Causas del Tiempo Improductivo de la Planta de Producción de LA EMPRESA	59
Cuadro 3.8	Detalle de los Costos de Colocar una Orden de Producción	62
Cuadro 3.9	Detalle del Costo Anual de Mantener Inventario	63
Cuadro 4.1	Tiempos Estándares de Producción para las Bases y Pastas	76

Cuadro 4.2	Tiempos Estándares de Producción para la Fabricación de Pinturas Epóxicas	77
Cuadro 4.3	Detalle de los Costos de Colocar una Orden de Producción	80
Cuadro 4.4	Detalle del Costo Anual de Mantener Inventario	81
Cuadro 4.5	Cálculos de EOQ para Productos de Alta Rotación	82
Cuadro 4.6	Cambios en el Costo por Ajuste del EOQ por la Capacidad	83
Cuadro 4.7	Costos por Mantener Inventario de Producto Epóxicos en Almacén de la Planta de Producción	84
Cuadro 4.8	Capacidad de Almacén de Productos Terminados	85
Cuadro 4.9	Cuadro Comparativo del Sistema de EOQ Actual y Propuesto de Productos Terminados	86
Cuadro 4.10	Cálculos de EOQ para Bases y Pastas	87
Cuadro 4.11	Costo por Mantener Inventario de Bases y Pastas en Almacén	88
Cuadro 5.1	Características de la Situación Actual y Propuesta.....	90
Cuadro 5.2	Número de Colores a Atender en la Situación Actual y Propuesta..	91
Cuadro 5.3	Tiempo de Producción en la Situación Actual y Propuesta.....	91
Cuadro 5.4	Costos por Mantener Inventario Situación actual y Propuesta....	92
Cuadro 5.5	Cuadro Comparativo de la Situación Actual y Propuesta.....	92

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1	Relación de la Industria de Pinturas con Otras Actividades Económicas	2
Gráfico 1.2	PERU: Variación anual del PBI del Sector Construcción 2000 – 2007	4
Gráfico 1.3	SECTOR CONSTRUCCION: Marzo 2007 Variación Porcentual ..	5
Gráfico 1.4	Evolución de la producción - % de Utilización de la Capacidad Instalada	6
Gráfico 1.5	Tasa de Utilización de la Capacidad Instalada de la Industria Manufacturera	7
Gráfico 1.6	Suplementos	12
Gráfico 1.7	Costos Involucrados por Mantener Inventarios en Almacén	16
Gráfico 1.8	Relación Producto – Consumidor	16
Gráfico 1.9	Diagrama de Pareto	17
Gráfico 1.10	Estructura del Diagrama Causa – Efecto	18
Gráfico 1.11	Histograma	18
Gráfico 2.1	Participación del Mercado en Pinturas en 1999	22
Gráfico 2.2	Participación del Mercado de Pinturas en el 2004	23
Gráfico 2.3	Diagrama de Operaciones de la Elaboración de Pinturas	26
Gráfico 2.11	Distribución por Procesos de la planta de LA EMPRESA	33
Gráfico 2.12	Causas Relevantes de la Desaprobación de la Producción de Pinturas	43
Gráfico 2.13	Estructura Organizacional de LA EMPRESA	44
Gráfico 2.14	Organigrama de Administración y Finanzas	45
Gráfico 2.15	Organigrama Comercial	45
Gráfico 2.16	Organigrama de Operaciones	46
Gráfico 2.17	Representación Porcentual de las Ventas según Producto	48

Gráfico 3.1	Proceso Productivo de Elaboración de la Pintura Epóxica	49
Gráfico 3.2	Diagrama Causa-Efecto de la Pérdida de Solvente	51
Gráfico 3.3	Distribución del Tiempo en Cola según Área de Trabajo	57
Gráfico 3.4	Diagrama Causa – Efecto del Tiempo Improductivo	59
Gráfico 3.5	Diagrama de Flujo del proceso de Despacho y Distribución de Pinturas	61
Gráfico 3.6	Diagrama de Funcionamiento de LA EMPRESA	72
Gráfico 4.1	Proceso Productivo de las Bases	74
Gráfico 4.2	Proceso Productivo de las Pastas	75
Gráfico 4.3	Proceso Productivo de Pinturas Epóxicas con Bases y Pastas	77
Gráfico 4.4	Curva de Costos según la Cantidad a Pedir	84

INTRODUCCIÓN

La misión de todo ingeniero industrial es mejorar sistemas empresariales. Esta misión se acentúa aun más cuando existen oportunidades que de no ser aprovechadas en el momento adecuado, se transforman en amenazas.

La empresa a analizar se dedica a la elaboración de pinturas industriales y al igual que muchas otras empresas manufactureras está afrontando el problema de clientes insatisfechos debido al incumplimiento en las entregas de pedidos en fechas establecidas. Esto no quiere decir que las empresas de esta industria no tengan los recursos suficientes, sino que no hacen un uso efectivo de ellos. Este problema cobra mayor importancia ante un escenario de creciente demanda de pinturas, el cual se debe al crecimiento de otras industrias relacionadas directamente como el sector construcción, lo cual exigirá un mejor desempeño con eficiencia y eficacia de las empresas del sector de pinturas.

La presente tesis tratará de demostrar que la empresa en estudio puede mejorar tanto en su productividad, servicio al cliente, rentabilidad, entre otros; utilizando criterios de análisis y diagnóstico aplicados a diferentes áreas de la empresa mediante el uso de herramientas sencillas y sin incurrir en altos costos.

La propuesta de esta tesis plantea enfocarse con mayor énfasis en el proceso productivo y logístico. Sin embargo, como consecuencia del análisis realizado a las áreas de la empresa se encuentran diferentes puntos por mejorar, que son oportunidades a aprovechar, las cuales se proponen como recomendaciones mas no son parte central de la tesis.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

1.1 LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE PINTURAS

1.1.1 Sector y actividad económica

Para describir el sector y actividad económica del sector en estudio se utilizará la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU). Según esto, la industria de fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares se halla en el ámbito administrativo del Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales (MITINCI) y se le identifica de la siguiente manera:

Sección D: Industrias Manufactureras

División 24: Fabricación de Sustancias y Productos Químicos

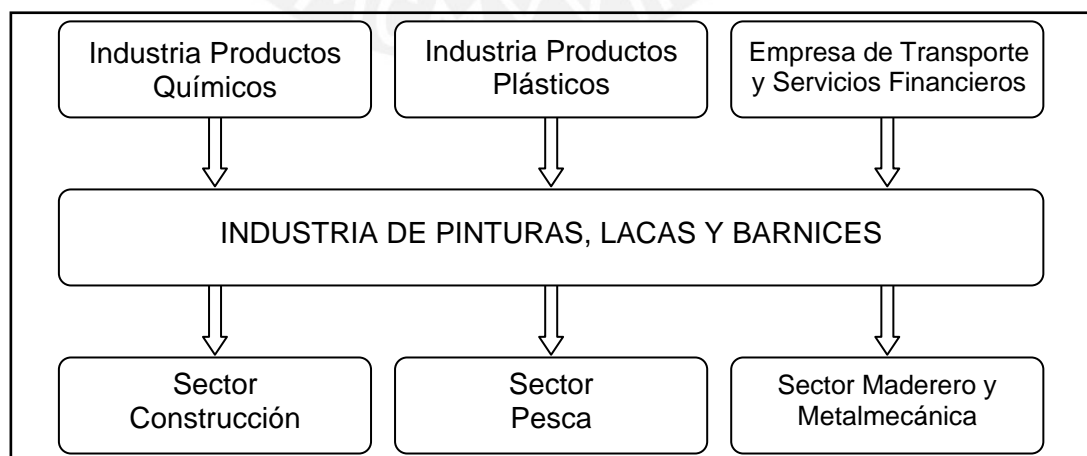
Código 2422: Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas

1.1.2 Relación con otras Actividades Económicas¹

La industria de pinturas, lacas y barnices genera demanda en diversos sectores. Tiene vínculos tanto hacia delante como hacia atrás de ella. En el siguiente gráfico se muestra la interacción de la industria de pinturas con otras industrias.

Gráfico 1.1

Relación de la Industria de Pinturas con Otras Actividades Económicas



Fuente: Elaboración propia en base al documento de estadísticas del Ministerio de la Producción.

¹ Extraído de las estadísticas del Ministerio de la Producción, según el perfil manufacturero. Mayor información en: www.produce.gob.pe/industria/competitividad/perfiles/pdf/2422.pdf

Hacia atrás se tiene las siguientes vinculaciones:

- Industria de productos químicos. Esta industria la provee de diversos derivados del petróleo (acetonas, quetonas, disolventes, aguarrás y aditivos) necesarios para la elaboración de pinturas
- Industria de productos plásticos. Esta le provee todo tipo de envases.
- Empresas de transportes y servicios financieros, entre otros. Esta vinculación es en menor medida.

Hacia delante mantiene una fuerte relación con el sector construcción, pesca, industria de muebles, accesorios de madera, productos metálicos y con la actividad metalmecánica en general, a los que abastece con pinturas domésticas, industriales y marinas.

1.1.3 Importancia del sector en el Perú

La industria de pinturas tiene importancia en el sector manufacturero peruano debido al valor de la producción y ventas que generan. Según el informativo Alert@ Económica del 8 de Junio del año 2007, el tamaño del mercado nacional de pinturas se estima en US\$ 130 millones, de los cuales el 14.4% es de origen extranjero. Además, las exportaciones alcanzaron los US\$ 1.9 millones en el 2006 creciendo 55.0%. Por su parte, en el mismo período la importación de pinturas alcanzó los US\$ 18.8 millones. De dicho monto el 68.7% fue destinado para uso doméstico, 31.2% para uso industrial y el resto para uso automotriz.²

Cabe mencionar que para la industria de pinturas se ha tenido buenas perspectivas durante los últimos años. En el 2006, el crecimiento del sector de pinturas fue de 16,5% debido al dinamismo de la edificación de viviendas, así como el avance del sector industrial y se estima según las investigaciones de la consultora MAXIMIXE que en el 2007 la industria de pinturas crecerá 15,1%. La información presentada en el informativo de la consultora fue la siguiente:

“En el 2007 la industria de pinturas crecerá 15.1% impulsada por el dinamismo del sector construcción, elevando las ventas de pinturas...MAXIMIXE estima que en

² Extraído del informativo Alert@ Económica del 8 de Junio del 2007. Mayor información en: <http://www.maximixe.com/alertaeconomica/080607/#indic>

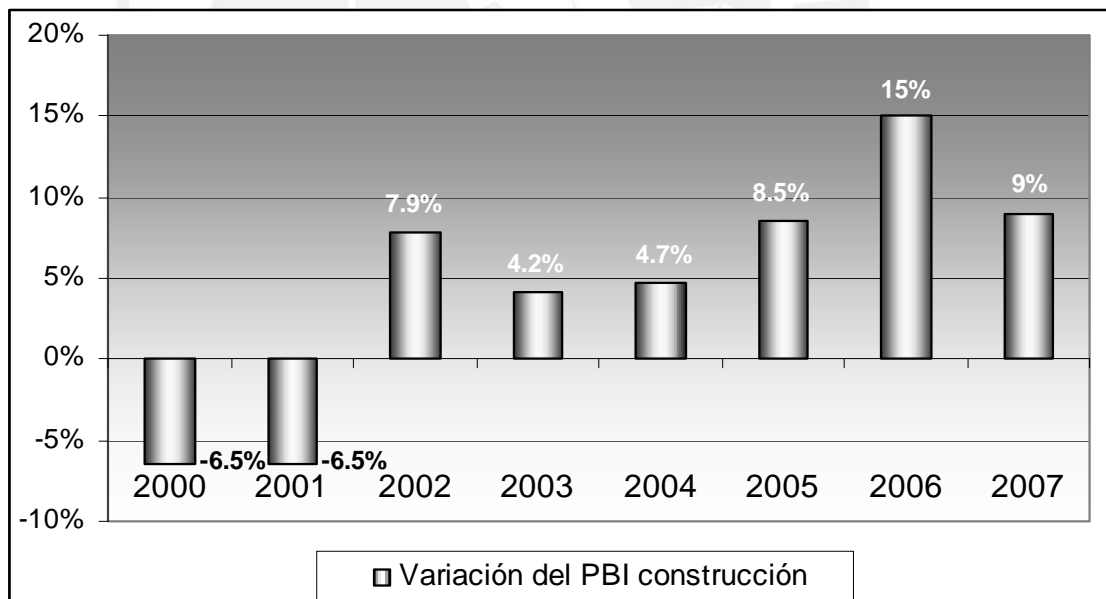
el 2007 la importación de pinturas alcance las 6 mil TM, valorizadas en US\$ 22.3 millones, en un escenario en el que el precio promedio de importación se eleve 7%. El incremento de la importación se sustenta en las buenas perspectivas del sector construcción (11.6%) como del sector industrial (7.7%).

Además, para el 2007 se estima un incremento de 16.0% en el volumen exportado, lo que implicaría un aumento de 20% en el monto enviado al exterior (asumiendo un alza de 3.4% en el precio promedio de exportación). Dicho dinamismo se sustenta en el crecimiento económico de los principales países de destino de las exportaciones nacionales³

En los gráficos 1.2 y 1.3 se muestran la tendencia de crecimiento anual y mensual del sector construcción, el cual ha sido una de las principales razones de crecimiento del sector de pinturas.

Gráfico 1.2

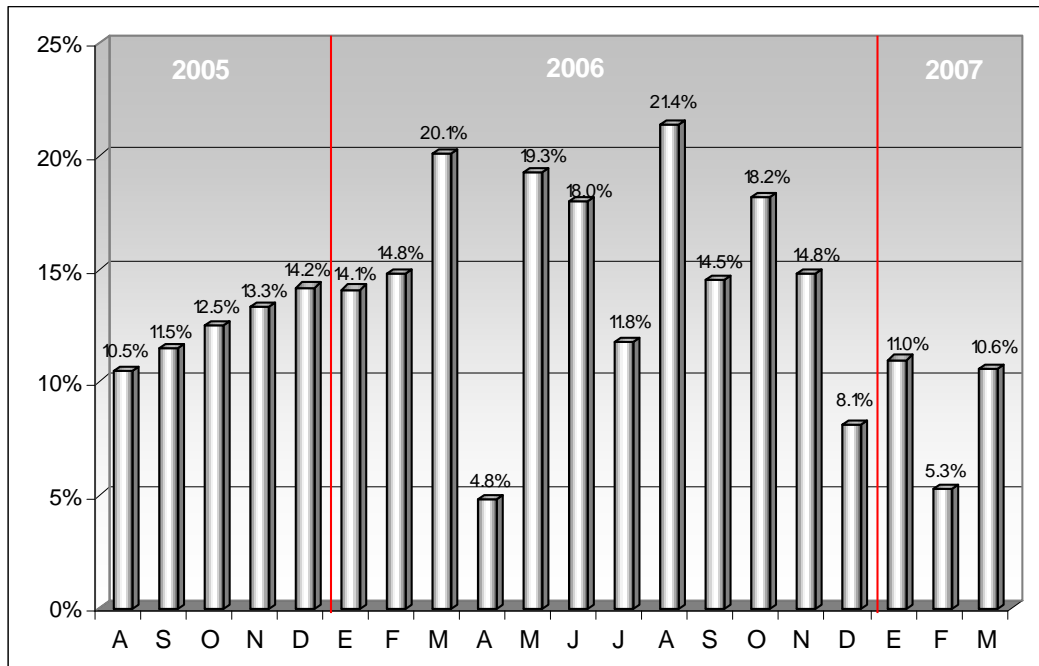
PERU: Variación anual del PBI del Sector Construcción
2000 – 2007 ^{A/} (en porcentajes)



Fuente: INEI - Dirección de Cuentas Nacionales; BCRP - Series Estadísticas
Elaboración: MTPE - Programa de Estadísticas y Estudios Laborales (PEEL)
A/ (Enero - Marzo)

³ Extraído del diario digital SURNOTICIAS del 11 de Junio del 2007. Mayor información en: <http://www.surnoticias.com/modules.php?name=News&file=article&sid=3213>

Gráfico 1.3
SECTOR CONSTRUCCION: Marzo 2007
Variación Porcentual %



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI

1.1.4 Capacidad instalada del sector

Según la información publicada en la página Web del Ministerio de Producción⁴, para el sector de pinturas, el índice promedio de utilización de la capacidad instalada fue evolucionando progresivamente en el periodo 1991-2000 hasta alcanzar su máximo nivel en 1997 (69.8%). Luego de esta cumbre, el sector sufrió una contracción en sus niveles de producción debido a la evolución desfavorable del sector de construcción y al crecimiento de las importaciones de productos similares importados de otros países como España, México y Argentina. Debido a ello, las empresas de este sector tuvieron que operar a menores niveles de utilización de planta, habiendo descendido hasta el 59.7% en el 2000.

Sin embargo, en los últimos años, la utilización de la capacidad instalada del sector ha ido incrementándose debido al dinamismo del sector construcción (véase 1.1.3 – página 3), ante la creciente edificación de viviendas y otras

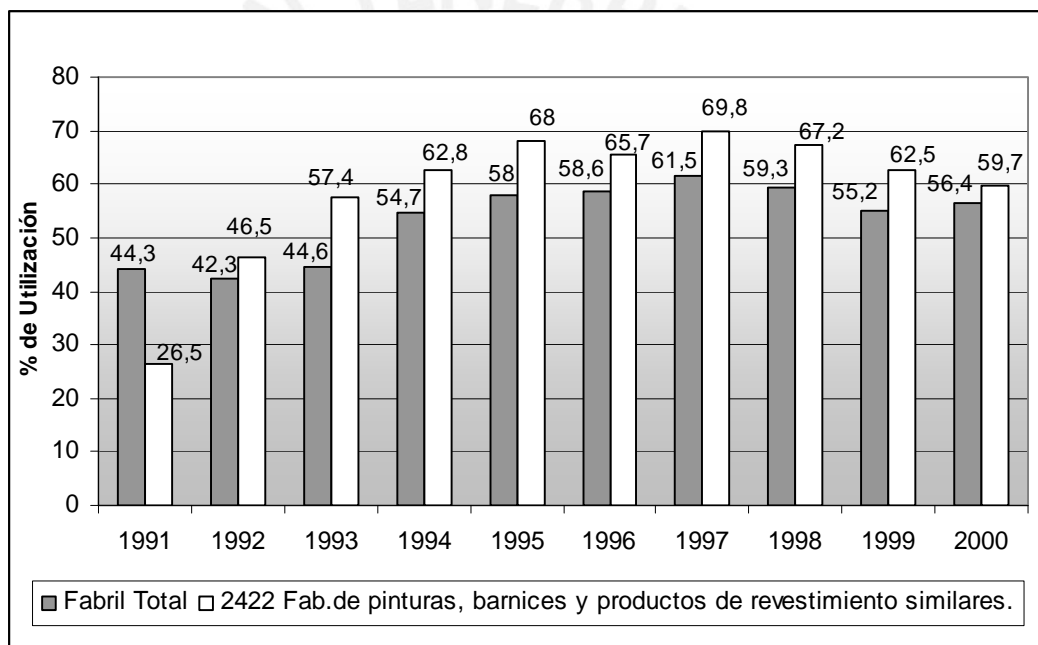
⁴ PRODUCE: Ministerio de la Producción. <http://www.produce.gob.pe/>

construcciones tanto en Lima como en provincias, por lo que la variación del índice mensual de producción en la industria de pinturas ha crecido, llegando a un valor promedio para el 2007 de 69.7%.

A continuación se muestra la evolución de la producción y el porcentaje de utilización de la capacidad instalada del sector en la década de los 90 (Gráfico 1.4) y la variación porcentual del índice mensual de producción de la industria de pinturas durante el 2005, 2006 y 2007 (Gráfico 1.5).

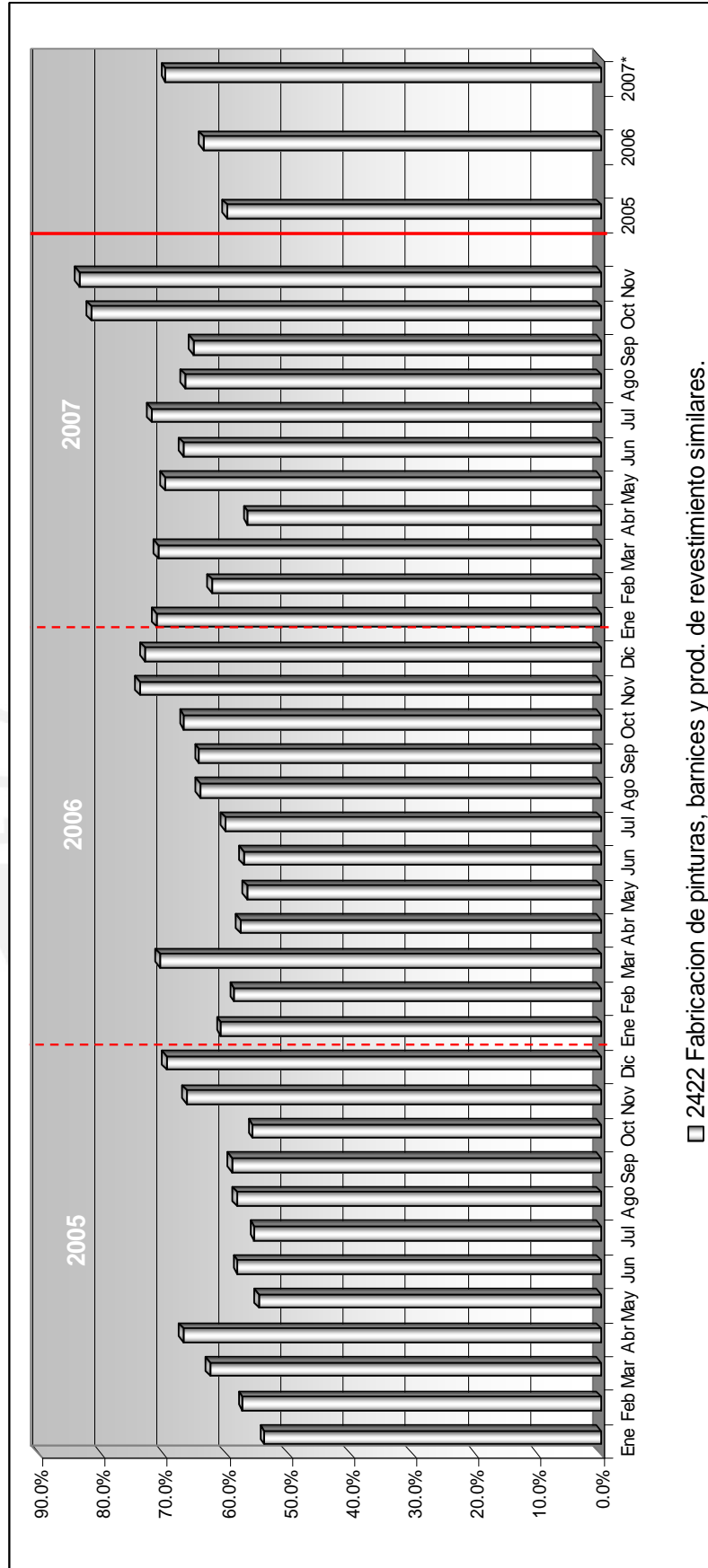
Gráfico 1.4

Evolución de la producción - % de Utilización de la Capacidad Instalada
(Año base – 1994)



Fuente: Ministerio de Producción – Oficina de Estadísticas

Gráfico 1.5
Tasa de Utilización de la Capacidad Instalada de la Industria Manufacturera
(Año Base 1994 = 100)



* Promedio de los meses de Enero a Noviembre del 2007

Fuente: Elaboración propia en base al Boletín Estadístico Mensual de Diciembre del 2005, 2006 y el Boletín Estadístico Mensual de Noviembre 2007.

1.2 CLASIFICACIÓN DE SECTORES A LOS QUE ATIENDE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE PINTURAS

Los sectores a los que puede atender la industria de pinturas son:

- Sector Industrial
- Sector Doméstico
- Sector Marino

Sector Industrial. Las pinturas para el sector industrial se caracterizan por tener alto rendimiento de revestimiento para el mantenimiento industrial, con el fin de proteger las superficies a pintar, aún en las condiciones ambientales y corrosivas más agresivas.

Sector Doméstico. Las pinturas para el sector doméstico pueden usarse en interiores como exteriores, en su mayoría deja una superficie lisa y de suave apariencia, inclusive con un buen aroma. Usualmente lavables y con una gran variedad de colores por ser pinturas de decoración.

Sector Marino. Utiliza las pinturas como anti-incrustante para sus navieras, pues están diseñadas para proteger cascos de embarcaciones de uso comercial impidiendo la adhesión de la flora y fauna marina, por ello la mayoría tiene en su composición compuestos derivados de extractos de plantas para su utilización como repelentes ecológicos.

1.3 HERRAMIENTAS A UTILIZAR

1.3.1 De Producción

Todo proceso industrial está caracterizado por el uso de insumos (materia prima, materia secundaria y/o materia auxiliares) que sometidos a una transformación dan lugar a otros materiales de mayor valor o utilidad (productos finales, sub productos o productos secundarios, productos residuales y/o productos de desechos).

Balance de masa o materia

Un balance de masa está basada en el axioma que dice que “la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma”. Así este balance consiste en la verificación de la igualdad cuantitativa que debe existir entre los insumos de entrada y los productos de salida; es decir, que la suma de todas las masas que entran en un proceso u operación debe ser igual a la suma de todas las masas que salen de dicho proceso u operación.

El método a seguir para realizar un balance de ese tipo es el siguiente:

- Realizar un diagrama de bloques o diagrama de flujo, esto es un esquema en el que se identifican todas las operaciones, procesos unitarios y sus interrelaciones a fin de reflejar fielmente lo que ocurre en el proceso real.
- Identificar las entradas y salidas de cada proceso u operación.
- Seleccionar una cantidad inicial o final de uno de los componentes que sirva como base de cálculo.
- Buscar y utilizar el o los factores que sean constantes a través del proceso para poder enlazar unas cantidades con otras.
- Calcular el balance, de preferencia en forma tabulada para mantener el orden de cifras y evitar omisiones y repeticiones.

Estudio de Tiempos⁵

Otra herramienta básica que ayudará en el análisis del sistema productivo de la empresa es la medición del trabajo, el cual servirá para investigar, reducir, y finalmente eliminar el *tiempo improductivo*⁶.

La definición expuesta para la medición del trabajo según la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) en su libro “Introducción al Estudio del Trabajo” es la siguiente:

“La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”

⁵ Tomado en base del libro de “Introducción al Estudio del Trabajo” de la Oficina Internacional del Trabajo.

⁶ Tiempo improductivo: Tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo por cualquier causa que sea.

Más adelante se detallará el concepto de *trabajador calificado*. Por el momento queda claro que la medición del trabajo es el medio por el cual se mide el tiempo que se invierte en ejecutar una operación o una serie de operaciones de tal forma que el tiempo improductivo se destaque o sea posible separarlo del tiempo productivo y también sirve para fijar *tiempos tipo* de ejecución de trabajo para una operación.

Una de las principales técnicas empleadas en la medición del trabajo es el *estudio de tiempos*, herramienta que se utilizará en la presente tesis. Según la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), el estudio de tiempo se define como una técnica empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Para realizar el estudio de tiempo se debe seleccionar trabajadores calificados, los cuales tienen la experiencia, conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad. Luego de tener seleccionado a los trabajadores calificados se continuará con las siguientes etapas del estudio de tiempos.

- a. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la operación, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
- b. Descomponer la operación o tarea en “elementos”, el cual se define según la Oficina Internacional del Trabajo como la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

Hay que tomar en cuenta que todo ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción.

- c. Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos y determinar el tamaño de la muestra.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizará el método estadístico, para ello hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares (n') y luego aplicar la siguiente fórmula para un nivel de confianza de 95.45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Fuente: Publicado en el libro "Introducción al Estudio del Trabajo" de la Oficina Internacional del Trabajo (4ta edición revisada)

- d. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada "elemento" de la operación.
- e. Determinar simultáneamente a la medición de tiempos la velocidad de trabajo efectiva del operario de lo que debe ser el *ritmo tipo*. Esta valoración se da según la idea que tenga la persona que realiza la toma de tiempos de lo que debe ser el ritmo tipo.
- f. Convertir los tiempos observados en "tiempo básicos". Para ello se multiplica el tiempo observado por la valoración asignada al trabajador evaluado.

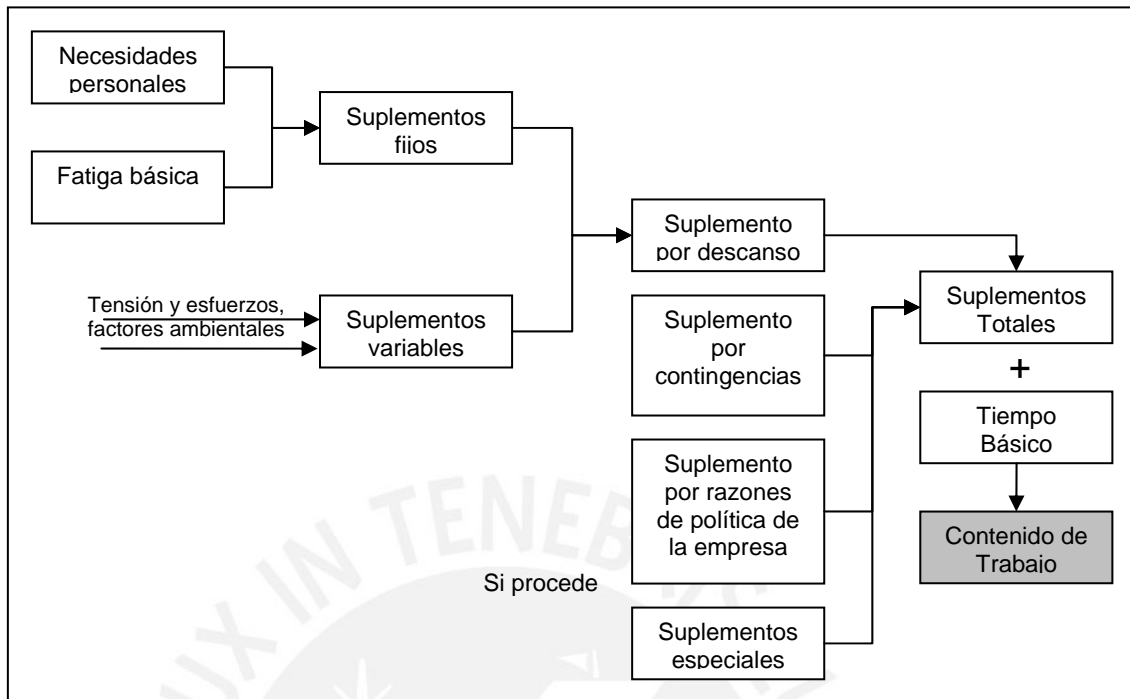
$$TiempoBásico = TiempoObservado * \frac{ValorAtribuido}{ValorTipo}$$

Fuente: Publicado en el libro "Introducción al Estudio del Trabajo" de la Oficina Internacional del Trabajo (4ta edición revisada)

- g. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.

El gráfico 1.6 de la siguiente página muestra el modelo básico para el cálculo de los suplementos. El suplemento por descanso (destinado a reponerse de la fatiga) es la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de política de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones.

Gráfico 1.6 Suplementos



Fuente: Publicado en el libro "Introducción al Estudio del Trabajo" de la Oficina Internacional del Trabajo (4ta edición revisada)

La definición de cada tipo de suplemento según la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) publicada en el libro "Introducción al Estudio del Trabajo" es la siguiente:

Suplemento por descanso: Es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo.

Suplemento por contingencias: Es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.

Suplemento por razones de política: Es una cantidad, no ligada a las anteriores, que se añade al tiempo tipo para que en circunstancias excepcionales, a un nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.

Suplementos especiales: Se les considera para actividades que normalmente no forman parte del ciclo del trabajo, pero sin las cuales éste no se podría

efectuar debidamente. Tales suplementos pueden ser permanentes o pasajeros, lo que se deberá especificar.

- h. Determinar el *tiempo tipo* o llamado también *tiempo estándar*, propio de la operación, el cual es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo. Su cálculo es de la siguiente manera:

$$\text{TiempoTipo} = \text{TiempoBásico} + \text{Suplementos}$$

Fuente: Publicado en el libro "Introducción al Estudio del Trabajo"
de la Oficina Internacional del Trabajo (4ta edición revisada)

1.3.2 De Logística⁷

La mayoría de empresas manufactureras conserva en almacén los productos de mayor rotación para una atención y entrega rápida al cliente. Para calcular estas cantidades idóneas que deben estar en almacén se utilizan diferentes metodologías, entre las más conocidas se tiene el modelo del lote económico (Economic Order Quantity – EOQ) que es la cantidad que la empresa debe mantener en inventario para minimizar el costo total de inventario, el cual incluye los costos de mantenimiento, costos de ordenar, y costos por no tener el producto en inventario (costo de escasez).

El modelo EOQ revisa continuamente el sistema de inventario, el cual monitorea constantemente el nivel de inventario y lo repone cuando éste llega al *punto de repedido o reorden*⁸. El EOQ propone un modelo que calcula el punto de reorden apropiado y la cantidad adecuada a ordenar para el inventario y así evitar *roturas de stock*⁹.

Este modelo tiene como supuestos que los costos relevantes, la tasa de demanda o consumo y el tiempo de entrega son conocidos. Y como consecuencia de estos supuestos, no existen las roturas de stock.

⁷ Tomado como base del libro de Logística Industrial de Adolfo Carreño y de la Enciclopedia de Small Bussiness virtual: <http://www.referenceforbusiness.com/small/Di-Eq/Economic-Order-Quantity-EOQ.html>

⁸ El punto de reorden es el nivel de inventario que determina el momento en que se debe colocar una orden para luego ser llevada a inventario.

⁹ Se conoce como rotura de stock a la escasez o falta del producto en inventario.

Los costos relevantes al que hacemos mención son los siguientes:

Costo Unitario del Producto (C)

Son todos aquellos en que se incurren en la adquisición del producto. Está constituido principalmente por el costo unitario del artículo.

También se considera dentro del costo del producto, costos relacionados con los gastos de flete, aduanas, etc. si es que hubiese.

Costos de Ordenar (A)

Es la suma de todos aquellos gastos inherentes al abastecimiento de materiales en un lapso de tiempo determinado y que son independientes del tamaño del pedido.

Está constituido por el costo de análisis de cotizaciones de proveedores, costos de emisión de ordenes de compra, los cuales se refieren a todos aquellos gastos que se incurren en la preparación de la orden de compra hasta su envío al proveedor; y los costos de seguimiento que son todos los gastos efectuados para lograr que el proveedor envíe la mercadería oportunamente.

Costo de posesión de inventarios (i %)

Son todos aquellos costos relacionados con el mantenimiento y control de los materiales almacenados. Son proporcionales al nivel de inventario.

Está constituido principalmente por los costos de inversión del capital que son los intereses (%) sobre el capital invertido en las existencias, costo de almacenaje y manipulación que son los gastos relacionados con la conservación, control y manipulación de materiales, y los seguros para los riesgos de deterioro, robos y obsolescencia.

Este costo se expresa como un porcentaje anual del costo unitario del producto.

Luego de presentar los costos relevantes de mantener inventario es importante mencionar que el modelo EOQ encuentra la cantidad que minimiza la suma de todos los costos que están relacionados con tener inventario, la cual se deriva de la fórmula básica del modelo EOQ que se presenta a continuación:

$$\text{CostoTotal}(q) = D * P + \frac{D}{q} * A + \frac{q}{2} * i * C \quad \dots\dots\dots (\alpha)$$

Fuente: Publicado en el libro "Logística Industrial" de Adolfo Carreño Solís - 2005

Donde:

D: Es la demanda en el periodo de tiempo estudiado

P: Es el precio del producto

D*P: Es el costo de compra del inventario en un periodo de tiempo

q: Es la cantidad pedida del producto.

A: Es el costo de emisión de órdenes de compra

i: Es el costo de posesión de inventarios para el periodo de tiempo estudiado.

C: Costo unitario del artículo

Para calcular la cantidad (q) que minimice los costos se deriva la fórmula anterior (α) respecto a "q", que luego de resolver se obtiene la cantidad óptima a ordenar (Q), la cual se calcula de la siguiente manera:

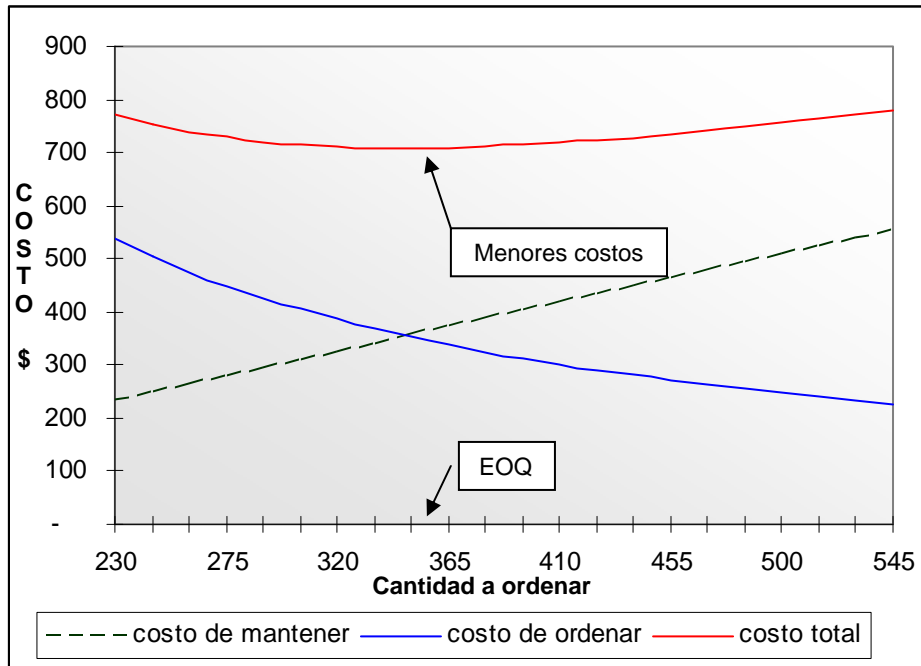
$$Q = \sqrt{\frac{2 * A * D}{i * C}}$$

Fuente: Publicado en el libro "Logística Industrial" de Adolfo Carreño Solís - 2005

Esta fórmula se usará posteriormente para encontrar el lote económico, el cual generará menores costos en inventario. A continuación se muestra el gráfico 1.7 donde se expresa la relación existente entre la cantidad a ordenar y los costos que involucran.

Gráfico 1.7

Costos involucrados por mantener inventarios en almacén



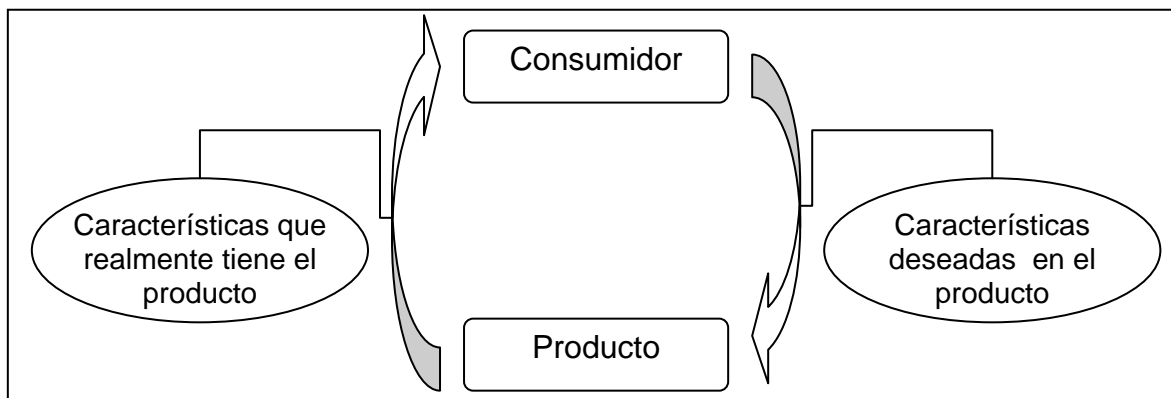
Fuente: Elaboración propia en base al capítulo V del libro "Logística Industrial" de Adolfo Carreño.

1.3.3 De Calidad

Según la Sociedad Americana para el Control de Calidad (American Society for Quality Control, A.S.Q.C.), la calidad es un conjunto de características de un producto, proceso o servicio, que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario. Esto puede ser representado con el siguiente gráfico.

Gráfico 1.8

Relación producto – consumidor



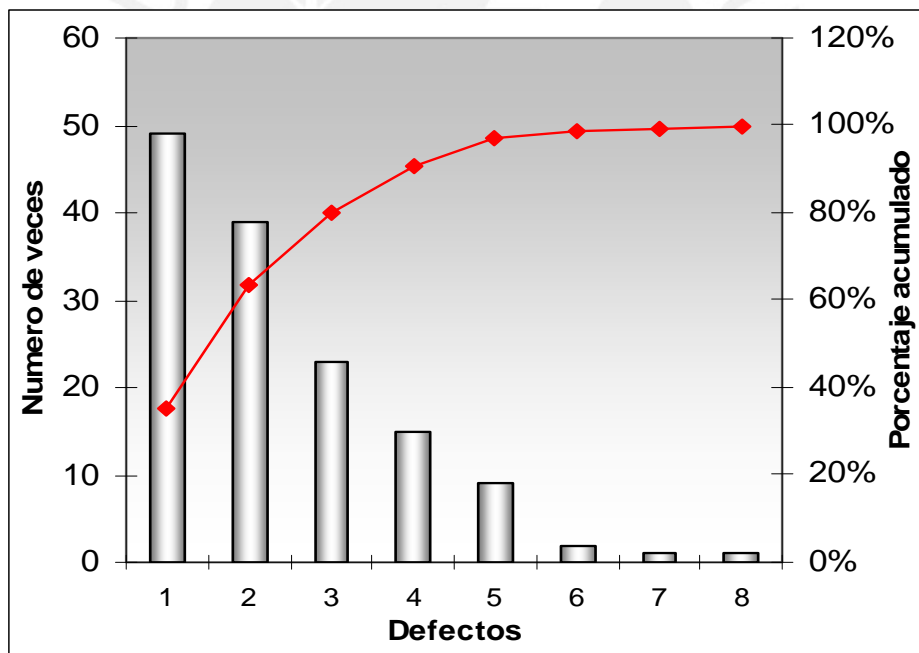
Fuente: Elaboración propia

Herramientas que se aplican en el estudio

a. Diagrama de Pareto

Las características que hacen que un producto sea defectuoso pueden ser varias. Generalmente, la mayoría de las pérdidas generadas por dicha razón se pueden atribuir a pocos defectos y éstos a su vez a un número relativamente pequeño de causas. Si se logra identificar esas causas se conseguirá eliminar la mayoría de las pérdidas mencionadas. Para ello se utiliza el diagrama de Pareto, con el que se pretende separar las causas que generan la mayoría de las pérdidas¹⁰ de las restantes, que también generan pérdidas pero de mucha menor importancia¹¹. En el gráfico 1.9 se muestra un diagrama de Pareto como ejemplo.

Gráfico 1.9
Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

b. Diagrama de Causa - Efecto

Método para clarificar las distintas causas que se piensan afectan a los resultados de indeterminado trabajo, señalando mediante flechas la relación causa-efecto

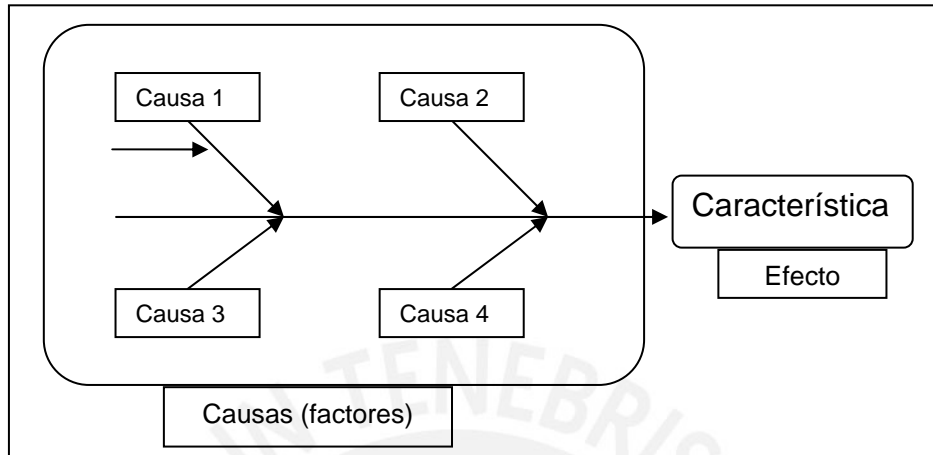
¹⁰ A ese grupo de causas se le suele llamar vitales

¹¹ A este grupo de causas que generan pérdidas no tan significativas se les suele llamar triviales

entre ellas. El gráfico 1.10 muestra la estructura básica de un diagrama causa-efecto.

Gráfico 1.10

Estructura del diagrama causa – efecto



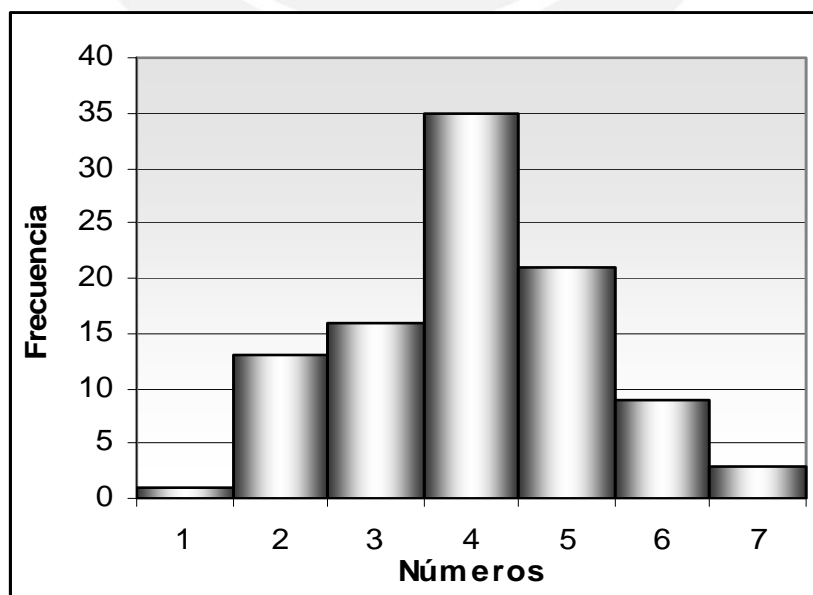
Fuente: Elaboración propia

c. Histograma

Los histogramas representan gráficamente la distribución de una muestra de datos, a partir de la cual se podrá tener una idea de cómo lo hace la población a la que representa. El gráfico 1.11 muestra un histograma como ejemplo.

Gráfico 1.11

Histograma



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se presenta una “radiografía” de la empresa y su descripción se basa en cinco aspectos: producción, logística de salida, calidad, organización y ventas.

2.1 LA EMPRESA

La empresa que será objeto de estudio pasará a llamarse de aquí en adelante “LA EMPRESA”.

LA EMPRESA se dedica al procesamiento y comercialización de productos químicos orientados a los sectores de pinturas y se encuentra ubicada en el distrito de Chorrillos. La fábrica tiene un área de aproximadamente 2500 m² con un área construida de 650 m². Todas las operaciones del proceso productivo se dan en las mismas instalaciones, así como el área administrativa, gerencial y financiera se ubican en el mismo lugar.

Con respecto a las edificaciones, todas las áreas de la empresa constan de un solo nivel (primer piso). La fábrica está constituida por dos grandes áreas, la parte operativa y la parte administrativa. Referente a los aspectos de construcción, la parte administrativa y operativa son de material noble y el techo de la planta es una nave con calaminón. Cabe mencionar que el terreno donde se ubica LA EMPRESA es de los mismos dueños.

Está constituido por el régimen de sociedades anónimas y fue creada en el año 1998. En sus inicios se ubicaba en Surquillo, la planta era aproximadamente de 4000 m², espacio suficiente para las operaciones que realizaban pues los productos que ofrecían se dirigían a diversas industrias como la automotriz, industria que en la actualidad ya no atiende. En el 2000, la empresa se trasladó a Chorrillos, donde construyeron la planta con la maquinaria necesaria para los productos que atenderían, por lo que algunas máquinas que poseían fueron desensambladas y vendidas.

El sector productivo al que pertenece LA EMPRESA es el secundario, pues ésta se encarga de la industrialización de las materias primas básicas, transformándolas en bienes de consumo y/o bienes intermedios para la actividad económica de otras unidades productoras.

En cuanto al tamaño se puede establecer de diferentes formas. Para ciertos especialistas el tamaño se mide en función del ingreso facturado, para otros es según el número de empleados que posee y para otros está en relación con su participación en el mercado.

Siguiendo lo anterior, definiremos el tamaño de LA EMPRESA según esas tres concepciones. LA EMPRESA facturó en promedio alrededor de 2.5 millones de dólares en el 2007, da trabajo a 65 personas y tiene una pequeña participación en el mercado que en los últimos años ha estado creciendo, por lo que concluimos en que LA EMPRESA en estudio es una mediana empresa.

2.2 LA COMPETENCIA

Según la página web de Créditos Perú¹², existen en la actualidad 31 empresas operativas de pinturas. Cabe resaltar que la información proporcionada está referida sólo a las principales empresas en el sector de pinturas, por lo cual existen más empresas en esta industria.

2.2.1 Ubicación de las empresas principales del sector de pinturas

Según la información obtenida de Créditos Perú, las principales empresas del sector de pinturas, clasificadas con # CIIU 24220, se encuentran en su mayoría en la provincia de Lima. Según su distribución geográfica, hay 30 (97%) empresas del sector en los diferentes distritos de Lima y 1(3%) empresa en la provincia del callao.

Cuadro 2.1

CIIU 2422: Concentración Geográfica
(Empresas operativas a Diciembre del 2007)

Provincia	Empresas Principales	%
Lima	30	97%
Callao	1	3%
Total	31	100%

Fuente: Elaboración propia según información obtenida de la página de Créditos Perú

¹² Pagina de Créditos Perú: <http://www.creditosperu.com.pe/pep-fabricacion-de-pinturas-y-barnices-24220.php>

2.2.2 Características de la competencia

La competencia puede caracterizarse por diferentes rubros como su ubicación, tamaño, productos, etc. Para este caso, la competencia será caracterizada por su ubicación y tamaño de la empresa.

Según Ubicación¹³

- Empresas que elaboran pinturas dentro de la provincia de Lima
En este grupo tenemos a las empresas más conocidas en el mercado. Entre las principales tenemos a las siguientes:
 - Corporación Peruana de Productos Químicos (CPPQ)
 - Pinter
 - Sherwin Williams
 - Tekno Química S.A.
 - Vencedor
 - Anypsa, etc.

- Empresas que elaboran pinturas fuera de la provincia de Lima (otras provincias)
 - Matices y Acabados Necaval E.I.R.L.
 - Pinturas Cotlear
 - Pinturas Farba S.A.
 - Reimo S.A.C.
 - Representaciones William's (Representante de la Sherwin Peruana), etc.

Según tamaño

- Empresas de mayor tamaño que compiten directamente con LA EMPRESA son:
 - CPPQ
 - Sherwin Williams
 - Tekno
 - Vencedor

¹³ Información obtenida a Noviembre del 2007 de las Páginas Amarillas:
<http://paginasamarillas.com.pe/index.do>

- Empresas de menor tamaño que compiten con LA EMPRESA son:
 - Chemifabric
 - Interpaint (Sherwin Peruana)
 - Chemisa

2.2.3 Participación del mercado

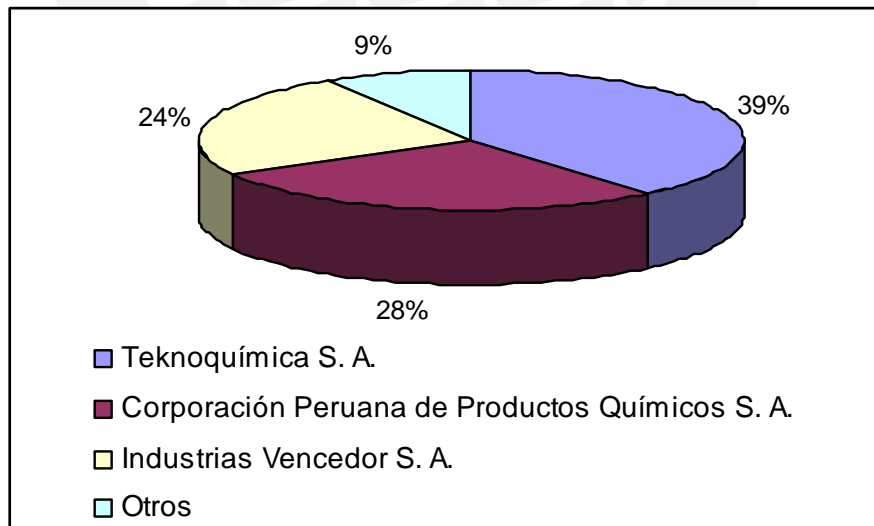
Según el último estudio de Ranking de Empresas por Ingresos del CONASEV en el año de 1999, mostraba como empresas líderes a las siguientes:

- Teknoquímica S.A.
- Corporación Peruana de Productos Químicos S.A.
- Industrias Vencedor S.A.

En el siguiente gráfico 2.1 se muestra la participación del mercado de cada una de las empresas mencionadas según sus ingresos en 1999.

Gráfico 2.1

Participación del Mercado en Pinturas en 1999

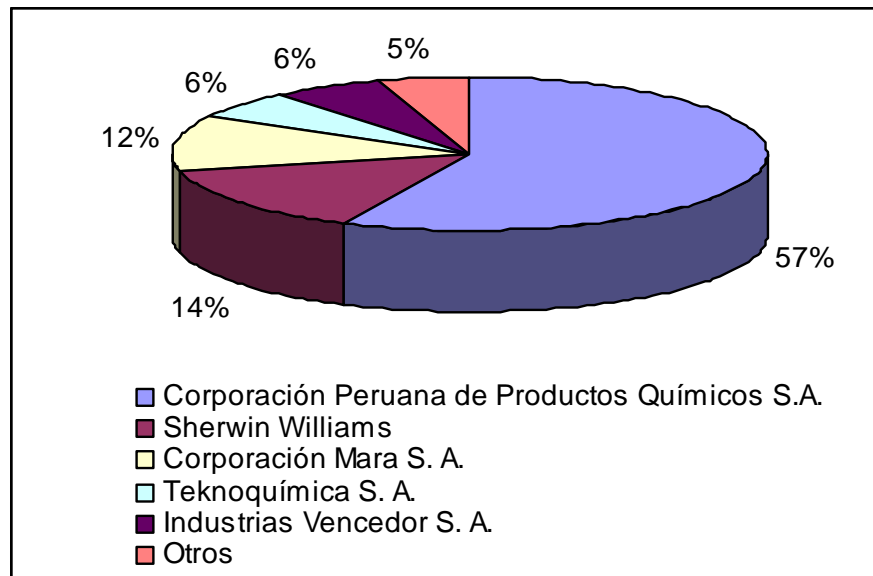


Fuente: Elaboración propia en base al ranking de empresas en el ejercicio 1999 realizada por La Comisión Nacional Supervisora de Empresas y Valores

Las 3 empresas líderes en ese momento representaban el 91% de las ventas de esta rama industrial. Sin embargo, en estos últimos años, la participación del mercado ha variado, pues han ingresado más empresas como principales que reflejan la competitividad del mercado en esta industria tal como se observa en el gráfico 2.2.

Gráfico 2.2

Participación del Mercado de Pinturas en el 2004



Fuente: Información otorgada por el Departamento Comercial de LA EMPRESA.

2.3 SISTEMA PRODUCTIVO

A continuación se describen los productos que elabora LA EMPRESA con la descripción de las operaciones que realiza e información complementaria que permite conocer mejor a LA EMPRESA respecto a la producción de pinturas.

2.3.1 Productos que Elabora

LA EMPRESA se dedica a la fabricación de pinturas epóxicas, de poliuretano, anti incrustantes, convencional industrial y de señalización.

Pinturas Epóxicas. Las pinturas epóxicas son hechas en base de Zinc ya que éste evita la oxidación de metales permitiéndole una mayor duración. Está dirigido principalmente para el mantenimiento industrial.

Características:

- ❑ En este rubro tenemos pinturas anticorrosivas, barnices, y pinturas de acabado.
- ❑ Las pinturas de acabado son en base de poliamidas.
- ❑ Las características principales de la pintura epóxica son su brillo, alta resistencia al impacto, buena flexibilidad y resistencia química.
- ❑ Una de sus aplicaciones es para el pintado de piscinas por su buena resistencia a la inmersión en agua.

Pinturas de Poliuretano. Son pinturas usadas como acabado por su brillo en estructuras metálicas, concreto y madera en condiciones muy agresivas.

Características:

- ❑ Dentro del grupo de poliuretanos se tiene a barnices y esmaltes poliuretanos.
- ❑ Los barnices son en base a resinas poliuretanos acrílicos alifáticos.
- ❑ Los esmaltes son en base a resinas poliuretanos acrílicos alifáticos de alto brillo.
- ❑ La característica principal de las pinturas de poliuretano es su alta retención de brillo y color.
- ❑ Se aplica en estructuras expuestas a derrames y salpicaduras de aceites, combustibles, entre otros por ser resistentes a ellos.

Pinturas Anti incrustante. Son Pinturas ecológicas formuladas en combinación de resinas poliméricas y venenos orgánicos.

Características:

- ❑ Las pinturas anti incrustantes son en base a resinas naturales, caucho y venenos organo-metálicos.
- ❑ La característica principal de las pinturas anti incrustantes es su alta protección a los cascos de embarcaciones en la obra viva.
- ❑ Una de sus principales aplicaciones es en los cascos de embarcaciones de uso comercial de acero o madera impidiendo la adhesión de la flora y fauna marina.

Pinturas Convencional Industrial. Son pinturas dirigidas especialmente a la industria por su alta resistencia a ambientes muy agresivos.

Características

- ❑ En este grupo se tiene a pinturas anticorrosivas y esmaltes.
- ❑ Los anticorrosivos son en base a resinas alquídicas y pigmento inhibidor de la corrosión.
- ❑ Los esmaltes son formulados con resinas alquídicas especiales.
- ❑ La característica principal de las pinturas convencional industrial es su alta protección a superficies metálicas que están sometidas a ambientes de agresividad normal.
- ❑ Algunas de sus aplicaciones son proteger y decorar superficies de metal, madera y concreto; proteger superficies de hierro en ambientes marinos e industriales; entre otros.

Pinturas de señalización. Son las pinturas de tráfico utilizados en la señalización de tránsito, pistas de aeropuerto y carreteras.

Características

- ❑ Las pinturas de señalización son en base a pintura alquídica y caucho clorado.
- ❑ Las características principales de las pinturas de señalización son su alta resistencia a la abrasión, de rápido secado y su excelente visibilidad.
- ❑ Su aplicación principal es su utilización en las pistas de aeropuertos y carreteras.

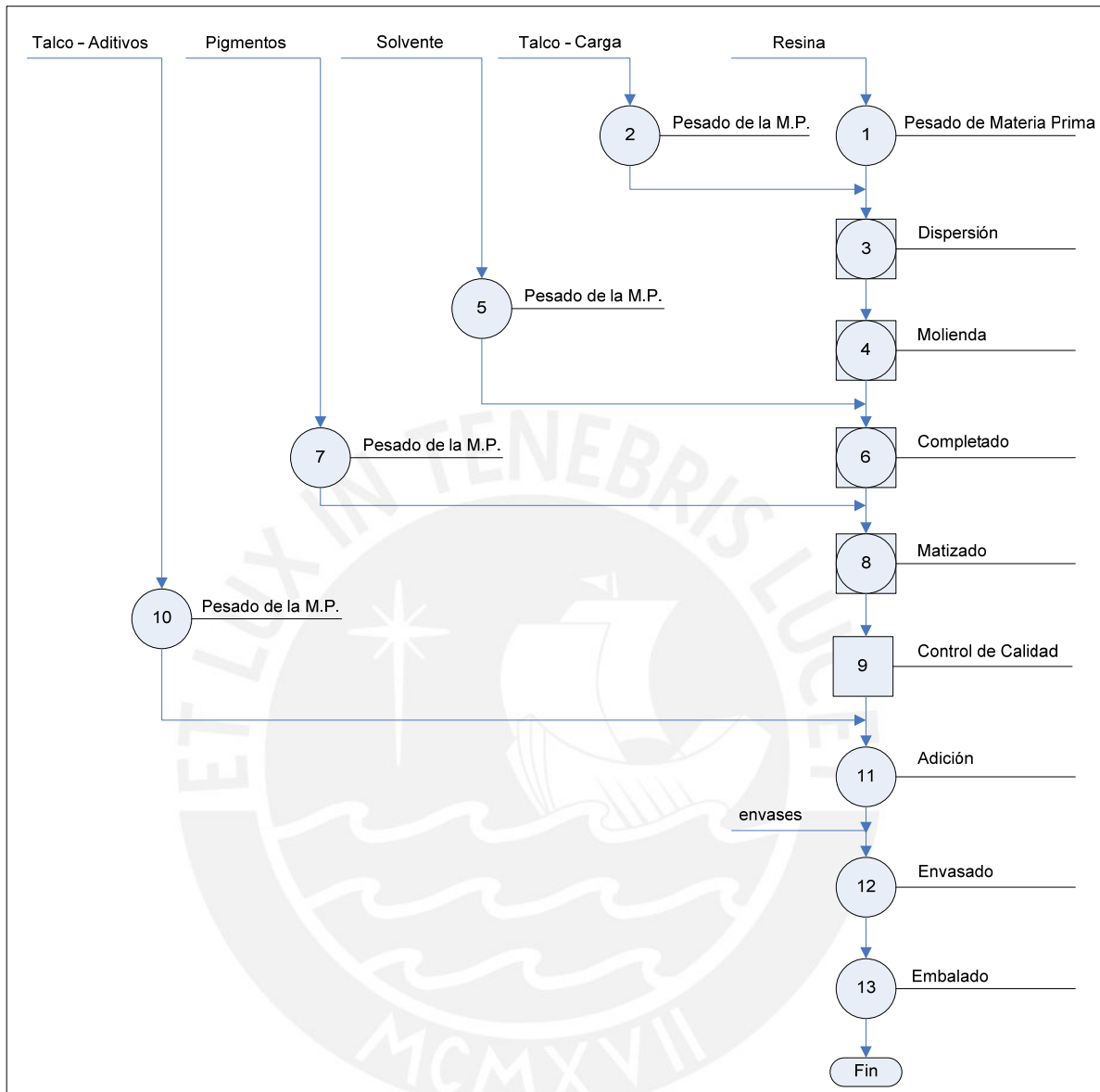
2.3.2 Proceso Productivo

En el gráfico 2.3 de la siguiente página se mostrará el Diagrama de Operaciones (DOP) de los diferentes productos de LA EMPRESA. La mayoría de los productos se realizan con las mismas operaciones, la diferencia está en los insumos que se utilizan ya que estos otorgan las características de cada producto final.

El proceso completo para la elaboración de una pintura consta de nueve operaciones, los cuales se muestran en el siguiente gráfico.

Gráfico 2.3

Diagrama de Operaciones de la Elaboración de Pinturas.



Fuente: Elaboración propia según información otorgada por el área de operaciones de LA EMPRESA

A continuación se muestra la descripción de la secuencia de operaciones mostradas en el gráfico anterior. Cabe mencionar que todas las operaciones se realizan a temperatura ambiente (17° a 25° Celsius).

Pesado de las Materias Primas

- Esta operación consiste en pesar los insumos que la “receta¹⁴” del producto solicita según la cantidad establecida en la receta.

¹⁴ Entiéndase con receta a la formulación de la pintura generada por el laboratorio de la empresa.

- ❑ Para esta operación se requiere de balanzas y recipientes donde colocar el insumo si fuese necesario.
- ❑ El número de trabajadores que realizan esta operación en la EMPRESA son dos operarios, uno de ellos encargado de abastecer la materia prima sólida (talcos, pigmentos, resinas) y el otro operario encargado de abastecer la materia prima líquida (resinas, solventes, entre otros).
- ❑ Esta operación inicia todo el ciclo de producción del producto. Para ello el personal encargado de estas actividades se encarga de obtener del almacén de materia prima los insumos solicitados en la receta, pesarlos en la balanza y abastecer la cantidad requerida. Es importante mencionar que primero se abastece los insumos sólidos y se colocan en el almacén transitorio de materia prima. Luego se realiza el abastecimiento de los insumos líquidos, este ocurre cuando la pintura va a ingresar a línea de producción y durante su proceso productivo ya que algunos insumos como el solvente, resinas, entre otros; serán necesarios para etapas intermedias de la producción y así finalizar la elaboración de la pintura.

Dispersión

- ❑ La operación de dispersión consiste en la homogenización de los insumos que requiere la mezcla.
- ❑ Para esta tarea se requiere de máquinas dispersadoras de media y/o alta potencia que se encarguen de disolver los insumos en la mezcla. La EMPRESA cuenta con tres máquinas dispersadoras estáticas y tres máquinas dispersadoras móviles.
- ❑ El número de trabajadores capacitados para realizar esta operación en la empresa son tres.
- ❑ Esta operación marca la “limpieza” del producto, es decir, la ausencia de gránulos de los insumos sólidos en la mezcla, para ello se vierten los insumos sólidos conocido como “carga”, materiales neutros que tienen por objetivo aumentar su viscosidad o el volumen de la mezcla como por ejemplo: cal apagada, caucho, parafinas, entre otros componentes, y pigmentos si fuese necesario en la resina líquida anteriormente abastecida para que la máquina dispersadora homogenice la mezcla mediante agitación. Sin embargo, existen ciertos pigmentos de alta dureza que no son disueltos completamente en la dispersión, para estos casos se realiza la siguiente operación.

Molienda

- ❑ La operación de molienda consiste en triturar completamente los pigmentos de alta dureza de la mezcla, tal como los pigmentos de colores oscuros, ejemplo: azul, negro, verde, entre otros; a través de los *cuerpos moledores*¹⁵, que al estar en movimiento a alta velocidad los tritura logrando así la fineza requerida de *7Hegman-NS*¹⁶.
- ❑ Para ello se requiere de molinos verticales u horizontales. La EMPRESA cuenta con cinco molinos verticales y un molino horizontal en funcionamiento, este último utilizado exclusivamente para el pigmento color negro y así evitar contaminar mezclas de otros colores.
- ❑ Las personas capacitadas para manejar estas máquinas en la empresa son tres operarios.
- ❑ Cabe mencionar que esta operación se realiza las veces que sean necesarias hasta conseguir la fineza de la pintura requerida, por lo que el tiempo de duración de esta operación es variable según el número de veces y cantidad (galones) de mezcla que pase por la máquina. Para ello, la mezcla anteriormente homogenizada en la operación de dispersión ingresa al molino y ésta con sus cuerpos moledores en movimiento a alta velocidad van triturando los gránulos existentes en la mezcla. Esta nueva mezcla más homogénea se deposita en una nueva *paila*¹⁷ y si fuese necesario se reingresa la mezcla a la máquina hasta obtener la fineza requerida. Es muy importante limpiar la máquina al finalizar esta operación para evitar contaminar la siguiente mezcla que no necesariamente es de la misma tonalidad o color.

Completado

- ❑ La operación de completado consiste en añadir a la mezcla ya homogénea el resto de insumos líquidos que requiere.
- ❑ Para esta operación se utilizan las mismas máquinas utilizadas en la operación de dispersión, es decir, las máquinas dispersadoras.
- ❑ Al igual que para la operación de dispersión, las personas capacitadas para esta actividad son tres operarios.

¹⁵ Cuerpos moledores: Son bolas de porcelana o acero que se encuentran dentro del molino. Estos pueden ser de diferentes tamaños, de 15mm a 90mm de diámetro, que por ser hecho de un material altamente resistente es responsable de la resistencia contra desgaste. El tipo, tamaño y peso de estos determinan la eficiencia efectiva de trituración y así también del rendimiento total del molino.

¹⁶ 7 Hegmans-NS: Valor requerido para aprobar la fineza de la mezcla. Ver página 30.

¹⁷ Paila: Envase en el cual se coloca la pintura, parecido a un cilindro con un dispositivo de caño para la salida del producto

- ❑ Esta operación se ejecuta luego de la dispersión o molienda según sea la ruta del producto. Aquí se agregan los insumos líquidos como la resina (materia prima que da consistencia a la pintura), solventes (materia prima que da soltura a la pintura), entre otros productos líquidos. Luego, en la máquina dispersadora se mezclan hasta su completa homogenización para lograr el nivel de fineza requerido por la pintura.

Matizado

- ❑ La operación de matizado consiste en agregar concentrados de colores (tintas, pastas) a la mezcla hasta obtener el color que se requiere.
- ❑ Para esta operación se utiliza máquinas agitadoras de alta velocidad que disuelven los concentrados de colores en la mezcla de pintura inicial que se obtiene del completado. LA EMPRESA cuenta con una máquina agitadora para esta operación.
- ❑ El personal capaz de realizar esta actividad en la empresa es un operario. Hay que considerar que para este puesto a diferencia de los otros, hay que tener una habilidad especial con la observación de colores.
- ❑ Para esta operación se agregan pastas o tintas que son colores de alta concentración que al ser agitadas en la máquina se combinan con la mezcla hasta obtener el color del *patrón*¹⁸ de la pintura requerida por el cliente.

Control de Calidad

- ❑ La operación de control de calidad consiste en revisar una pequeña muestra de la pintura producida a través de diferentes pruebas para verificar que los resultados estén dentro de los parámetros requeridos asegurándonos de esta manera la entrega de un producto de calidad.
- ❑ Para esta operación se utilizan diferentes instrumentos tales como una balanza digital, copas de viscosidad, termómetros, pinceles, brochas, aplicador de películas cuádruple, grindómetro, densímetro, entre otros instrumentos.
- ❑ Las personas capacitadas para realizar las pruebas de control de calidad al producto final en LA EMPRESA son dos laboratoristas.
- ❑ Para esta operación, al recibir la muestra de pintura luego del matizado o completado según sea la ruta del producto, el laboratorista toma la temperatura de la muestra y la refrigera. Es importante mencionar que la muestra que recibe el laboratorio se encuentra en el rango de 55°C. a 70°C debido a que las

¹⁸ Patrón: Modelo que sirve de muestra o modelo para obtener otra cosa igual.

operaciones anteriores se realizan a alta velocidad, lo cual ocasiona que la pintura se encuentre a dicha temperatura. Luego de 30 a 45 minutos, se mide nuevamente la temperatura de la muestra y así sucesivamente hasta que la muestra se encuentre a temperatura ambiente entre los 17°C a 25°C. Cuando la muestra se encuentra en ese rango de temperatura, se realizan las siguientes pruebas, la cuales se describen a detalle en el Anexo 1:

- Prueba de Fineza de la Pintura.
- Evaluación de Color.
- Tiempo de *Secado Rápido*¹⁹ de la Pintura.
- Tiempo de Secado de la Pintura.
- Viscosidad de la Pintura.
- Densidad de la Pintura.
- Poder cubriente de la Pintura.
- Brillo de la Pintura

Tomar nota que para algunas pruebas, los resultados obtenidos se comparan con los resultados obtenidos de las pruebas aplicadas a la muestra patrón, y según ello se aprueba o rechaza la prueba. Y con la obtención de la aprobación de todas las pruebas se puede aprobar la pintura elaborada. A continuación se muestra el cuadro 2.2 en el cual se detalla las diferentes condiciones de aprobación de todas las pruebas del laboratorio a considerar para la aprobación de la pintura.

Cuadro 2.2
Condiciones de Aprobación de las Pruebas de Calidad

Prueba de Calidad	Forma de medición	Valor de aprobación
Fineza	Regla grindómetro	7 Hegman-NS
Color	Visual	Igual color que la muestra patrón
Tiempo de secado rápido	Cronómetro / tacto	Pasado el tiempo de secado rápido establecido en el Manual de Laboratorio, la pintura no debe manchar la yema del dedo
Tiempo de secado	Cronómetro / tacto	Pasado el tiempo de secado rápido establecido en el Manual de Laboratorio, la pintura no debe manchar la yema del dedo
Viscosidad	Viscosímetro	+/- 10% de la viscosidad de pintura patrón
Densidad	Densímetro	+/- 2% de la densidad de pintura patrón
Poder cubriente	Visual	Igual recubrimiento que la muestra patrón
Brillo	Visual	Igual brillo que la muestra patrón

Fuente: En base a la información brindada por el laboratorio de LA EMPRESA.

¹⁹ Secado rápido se le llama al secado superficial de la pintura, el cual se debe a la alta volatilidad del solvente que al estar en contacto con el medio ambiente ocasiona que la superficie de la pintura seque mucho más rápido que las capas internas de pintura.

En caso se apruebe la pintura continúa con la operación de envasado y en caso se rechace la pintura continúa con la operación de adición para añadir el aditivo necesario según haya sido el resultado de sus evaluaciones.

Adición

- ❑ La operación de adición consiste en agregar a la mezcla de pintura aditivos sugeridos por el laboratorio según sus resultados obtenidos.
- ❑ Para esta operación se utilizan las mismas máquinas utilizadas en la operación de dispersión, es decir, las máquinas dispersadoras.
- ❑ El personal capaz de realizar esta operación es el mismo que realiza la operación de dispersión, por lo que se cuenta con tres operarios hábiles para esta actividad.
- ❑ La operación de adición ocurre cuando algún resultado de laboratorio lo exige, por ejemplo, si el tiempo de secado para una pintura específica es mayor de lo requerido, el laboratorista dará la indicación de añadir cierta cantidad de un aditivo secante a la pintura para que pueda pasar a la operación de envasado. Para ello, el operario encargado traslada la mezcla de pintura, la cual se encuentra en el almacén temporal de productos terminados, a la máquina dispersadora para que esta disuelva homogéneamente el aditivo agregado en la mezcla.

Envasado

- ❑ La operación de envasado consiste en verter la pintura en los envases correspondientes según la presentación que haya solicitado el cliente.
- ❑ Para esta operación se requiere de una balanza digital y los envases, los cuales pueden ser de ¼ galón, 1 galón, 5 galones o 20 litros. La presentación a utilizar dependerá del producto a envasar y la presentación requerida por el cliente. En el cuadro 2.3 se muestra la relación entre el tamaño del envase y tipo de producto.

Cuadro 2.3

Relación entre el Tipo de Presentación del Envase
y Tipo de Producto de la EMPRESA

Presentación del Envase	Tipo de Producto
¼ galón	Catalizador
1 galón	Pintura Marca "A" y "B"
5 galones	Pintura Marca "A"
20 litros	Pintura Marca "B"

Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por el área de Producción de la EMPRESA

- ❑ El personal destinado a realizar esta operación son dos operarios, uno para cada centro de envasado.
- ❑ Es importante mencionar que para la realización del envasado se vierte la pintura desde la paila a los envases correspondientes mientras que estos van siendo pesados al mismo tiempo del llenado en la balanza digital para evitar excederse de lo especificado.

Es importante mencionar que durante el envasado se aseguran de la limpieza de la pintura. Para ello, a parte de que en la operación de control de calidad se verifica la limpieza de la pintura a través de la prueba de fineza, en la operación de envasado, se filtra la pintura a través de una malla antes de verterla en el envase y así evitar la presencia de cualquier impureza.

Embalado

- ❑ La operación de embalado consiste en colocar en cajas los envases que serán transportadas hacia el cliente.
- ❑ Para esta operación se requiere de cinta adhesiva, cajas y la pintura envasada.
- ❑ El personal que realiza esta operación en la EMPRESA son dos operarios, uno para cada línea de envasado.
- ❑ Las presentaciones de embalaje que utiliza la EMPRESA son de 4, 6 u 8 envases de pinturas por caja, ello dependerá del tamaño del envase antes mencionado.

2.3.3 Instalaciones y medios operativos

a. Tipo de distribución

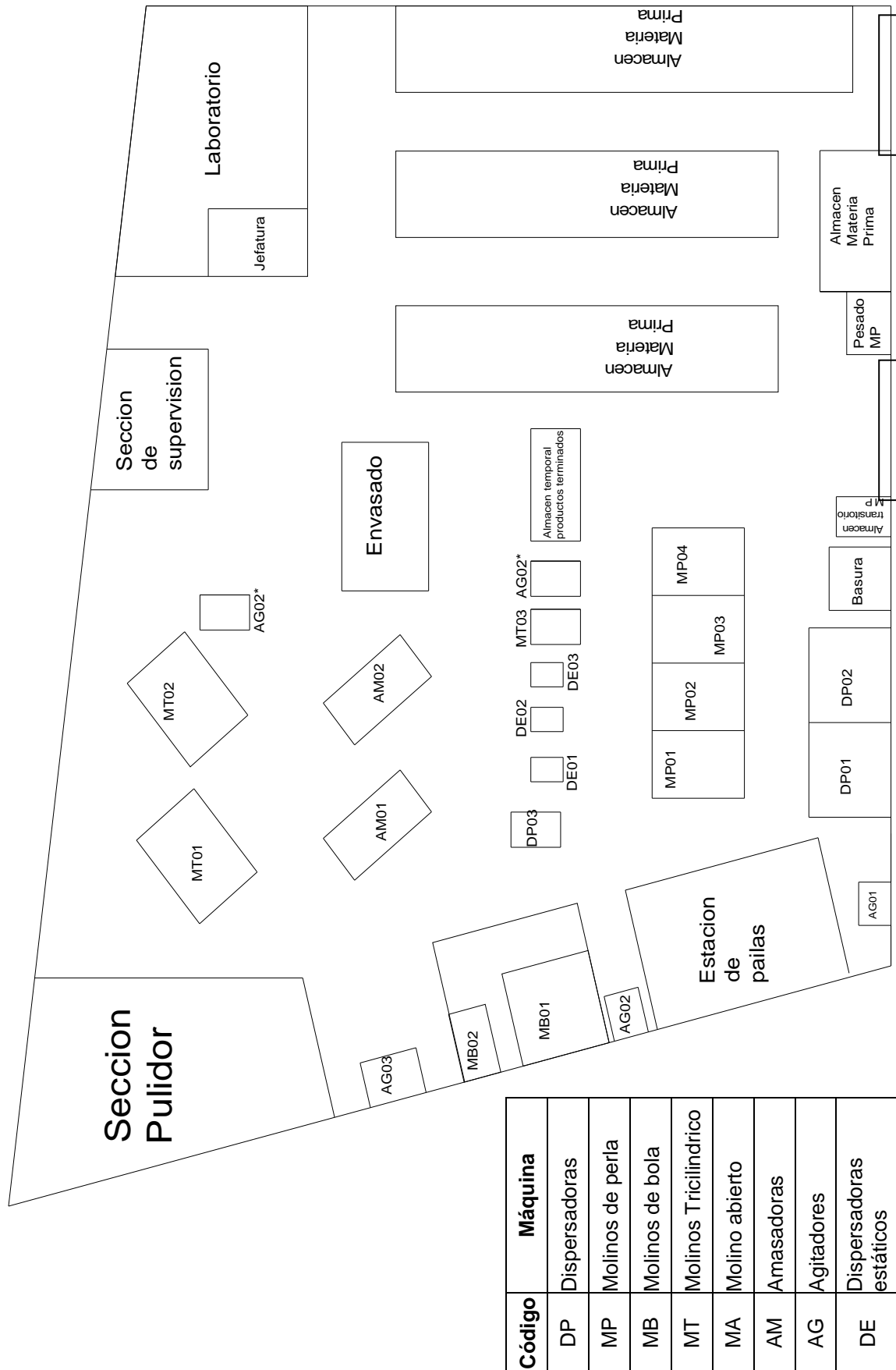
Respecto a la distribución de la planta, esta cuenta con una distribución por proceso. Esto debido a las siguientes razones:

- ❑ Los puestos de trabajo se sitúan por funciones.
- ❑ El material se desplaza de una sección a la siguiente que le corresponda según la ruta del producto.
- ❑ Cada proceso se programa para el puesto más adecuado según el producto, capacidad de máquina, características de las máquinas como potencia, velocidad, entre otros.

En el gráfico 2.11 de la siguiente página se muestra la distribución de la planta de LA EMPRESA.

Gráfico 2.11

Distribución por Procesos de la planta de LA EMPRESA



b. Maquinaria

La planta de producción cuenta con seis áreas de trabajo, las cuales se describen a continuación.

Área de Dispersión (DP)

El área de dispersión cuenta con tres máquinas dispersadoras estáticas y tres dispersadoras móviles de diferente capacidad y potencia cada una. Por lo que su uso dependerá del producto y tamaño de lote a producir. En el siguiente cuadro 2.4 se muestra la información técnica y descriptiva de las máquinas dispersadoras con las que cuenta la EMPRESA.

Cuadro 2.4

Información Técnica y Descriptiva de las Máquinas Dispersadoras

Máquina	Descripción Técnica	Potencia (KW / h)	Capacidad (Galones)	Frecuencia de Uso	Mantenimiento Anual
Dispersador Movable 1	Marca DRAIS, modelo RSV-24. Motor eléctrico. Sistema de izaje hidráulico, año 1972	17,5	150	Alta	2
Dispersador Movable 2	Marca DRAIS, modelo RSV-33-2. Motor eléctrico	24	150	Alta	2
Dispersador Movable 3	Marca DRAIS. Modelo RSV5F. Motor eléctrico. Año 1979.	3.6	100	Alta	1
Dispersador Estático 1	Marca RALUC, modelo RAD-5,5 vf.	0,735	35	Media	0,67
Dispersador Estático 2	Marca RALUC, modelo RAD-5,5 vf.	0,75	35	Media	0,5
Dispersador Estático 3	Marca RALUC, modelo RAD-5,5 vf.	0,735	35	Alta	2

Fuente: Elaborado en base a la información proporcionada por el área de Producción de la EMPRESA.

Según el histórico de producción, el rendimiento de las máquinas dispersadoras en la actualidad (Junio 2007) es de 95%.

Área de Molienda (M)

En la EMPRESA se distinguen dos áreas de molienda, una para los molinos de perla (MP) y la otra para los molinos de bola (MB). Estas se diferencian porque los molinos de perlas dependen de las *fuerzas centrífugas*²⁰ aplicadas a las perlas

²⁰ Fuerza centrífuga: Es la fuerza que tiende a alejar los objetos del centro de rotación mediante la velocidad tangencial, perpendicular al radio, en un movimiento circular.

para lograr la dispersión, y un molino de bolas utiliza *fuerzas gravitacionales*²¹ para provocar las fuerzas dispersantes.

El uso de las máquinas depende del color del pigmento a moler debido a su dureza. El molino de bola se utiliza para el pigmento de color negro, pigmento de mayor dureza, y cada molino de perla se utiliza para un color diferente, esto para evitar contaminar a la mezcla.

En el siguiente cuadro 2.5 se muestra la información técnica y descriptiva de las máquinas de molienda con las que cuenta la EMPRESA.

Cuadro 2.5

Información Técnica y Descriptiva de las Máquinas de Molienda

Máquina	Descripción Técnica	Potencia (KW / h)	Capacidad (Galones)	Frecuencia de Uso	Mantenimiento Anual
Molino de Perla 01	Marca DRAIS. Tipo vertical. Modelo PM-125 PLV	17.5	25	Media	1
Molino de Perla 02	Marca DRAIS. Tipo vertical. Modelo PM-5 RL-V	6.8	20	Alta	2
Molino de Perla 03	Marca DRAIS. Tipo vertical. Modelo PM-50. Bomba separada de 0.75Kw.	24	25	Media	1
Molino de Perla 04	Marca DRAIS. Tipo vertical. Modelo PM-50. Bomba separada de 21Kw.	27,5	25	Media	1
Molino de Perla 05	Marca DRAIS. Tipo SM-58. Motor eléctrico de 10Kw. Sistema de izaje hidráulico. Año 1960.	10	25	Alta	2
Molino de Bola 01	Marca BAKER PERKINS, con moto reductor y transmisión por corona y piñón, tapa de carga y descarga. Bolas de acero.	2,2	30	Media	1

Fuente: Elaborado en base a la información proporcionada por el área de Producción de la EMPRESA.

Según el área de operaciones, el rendimiento de las máquinas de molienda de perla y de bola es de 95% y 90% respectivamente.

Área de Amasadoras (AM)

En esta área se tiene a las máquinas amasadoras, las cuales se utilizan para la elaboración de masillas, producto que LA EMPRESA también fabrica en

²¹ Fuerza gravitacional: Es la interacción que experimentan dos objetos con masa. El efecto de la fuerza gravitacional sobre un cuerpo suele asociarse en lenguaje cotidiano al concepto de peso.

menor frecuencia puesto que es un *producto estacional*²². El número de máquinas amasadoras con las que cuenta la EMPRESA es dos.

En el siguiente cuadro 2.6 se muestra la información técnica y descriptiva de dichas máquinas.

Cuadro 2.6

Información Técnica y Descriptiva de las Máquinas Amasadoras

Máquina	Descripción Técnica	Potencia (KW / h)	Capacidad (Galones)	Frecuencia de Uso	Mantenimiento Anual
Amasador 01	Marca Pentax. Motor eléctrico de 30Kw. Motoreductor de 20Kw. Año 1979	30	50	Poca	1
Amasador 02	Marca SPANGENGER, modelo IMHN150. Repotenciado en 1985	20	30	Media	1

Fuente: Elaborado en base a la información proporcionada por el área de Producción de la EMPRESA.

Área de Agitadores (AG)

El área de agitadores cuenta con dos máquinas de columna que se encargan de agitar la mezcla del pulidor, otro producto estacional de la empresa. Por ello, la frecuencia de uso de estas es baja a media.

En el siguiente cuadro 2.7 se muestra la información técnica y descriptiva de los agitadores de la EMPRESA.

Cuadro 2.7

Información Técnica y Descriptiva de los Agitadores

Máquina	Descripción Técnica	Potencia (KW / h)	Capacidad (Galones)	Frecuencia de Uso	Mantenimiento Anual
Agitador 01	Anclados en la pared, de izaje manual con motor eléctrico de 3.8Kw.	3,8	75	Baja	1
Agitador 02	Anclados en la pared, de izaje manual con motor eléctrico de 3.8Kw.	3,8	75	Media	0,67

Fuente: Elaborado en base a la información proporcionada por el área de Producción de la EMPRESA

²² Producto estacional: Producto con demanda estacional, es decir, es demandada por el público durante una parte del año.

Área de Pulidor

Esta área es exclusivamente para la elaboración del pulidor, producto estacional de la empresa. Para su fabricación, la EMPRESA cuenta con 1 horno el cual presenta las siguientes características.

Cuadro 2.8

Información Técnica y Descriptiva del Horno

Máquina	Potencia (KW / h)	Capacidad (Galones)	Frecuencia de Uso	Mantenimiento Anual
Horno	40	100	Estacionaria	0,5

Fuente: Elaborado en base a la información proporcionada por el área de Producción

Área de envasado

La EMPRESA cuenta con dos áreas de envasado, cada una para diferentes productos, una de ellas es para las pinturas y la otra exclusivamente para los disolventes.

El área de envasado de disolventes posee dos líneas de envasado, cada una con un recipiente de 150 galones en los cuales se vierte el disolvente para luego envasarlos en las presentaciones correspondientes.

El área de envasado de pinturas también cuenta con dos líneas de envasado, las cuales no cuentan con recipientes para verter la pintura. Para este caso, se utiliza la misma paila donde se encuentra la pintura, pues esta es trasladada a una de las líneas de envasado y cuenta con un dispositivo de caño, el cual permite el proceso de envasado de la pintura en las presentaciones requeridas.

c. Tecnología, Patentes y Know how

La empresa utiliza insumos nacionales, equipos de producción, laboratorios de investigación, análisis y fabricación; y personal técnico con experiencia y en permanente capacitación que respaldan la calidad de los productos de LA EMPRESA.

La patente que posee LA EMPRESA es la formulación de sus pinturas, elaboradas por el propio personal del laboratorio de la empresa.

d. Instalaciones para el servicio del personal

LA EMPRESA cuenta con todas las instalaciones necesarias para su personal, entre estas instalaciones tenemos los baños, duchas y vestidores. Además tiene bebederos en diferentes partes de la fábrica para que el personal tanto administrativo como operativo se pueda refrescar.

2.3.4 Recursos

□ **Materia prima²³ que emplea y su procedencia**

LA EMPRESA al ser una empresa manufacturera utiliza recursos físicos. La materia prima que utiliza para la fabricación de pinturas son básicamente cuatro, cada una de ellas se compra a diferentes proveedores, los cuales ofrecen productos de calidad en cuanto al cumplimiento de sus propiedades como resistencia, durabilidad de color, viscosidad entre otras; y a un buen precio.

En el siguiente cuadro 2.9 se muestra la materia prima que insume, su procedencia, la cantidad requerida mensual promedio y su rendimiento.

Cuadro 2.9

Las Materias Primas y sus Características

Materia Prima	Principal Proveedor	Pedido promedio mensual^{1/}	Rendimiento %
Talcos (cargas y aditivos)	Agregados Calcáreos	120 Kg.	98%
Resinas	Química Anders	140 Kg.	99%
Solventes	Perú Químico	181 Kg.	95%
Pigmentos	Representaciones y distribuciones Ivver	52 Kg.	98%

Fuente: Información otorgada por el área de Proyectos de LA EMPRESA

^{1/} Cantidades estimadas a Agosto del 2007

Cabe mencionar que LA EMPRESA también utiliza productos intermedios elaborados en base a la mezcla de algunas materias primas expuestas en el

²³ Materia Prima: Se define como materia prima todos los elementos que se incluyen en la elaboración de un producto. La materia prima es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final.

cuadro 2.9. De esta manera se elaboran las bases y pastas que posteriormente revisaremos a detalle.

❑ **Características principales de la materia prima**

LA EMPRESA ofrece una variedad de pinturas que se distinguen entre sí por su color y algunas otras características tales como el brillo, tiempo de secado, resistencia al agua, viscosidad, entre otras. Por ello, la materia prima del mismo grupo puede variar, todo depende del tipo de pintura a realizar (véase 2.3.1 – página 23).

Como ya se mencionó se tiene cuatro principales insumos para la fabricación de la pintura. Cada uno de estos insumos cumple un rol diferente en el producto. A continuación se muestra las características principales de estas:

- a. **Talcos:** Dentro de esta categoría de materia prima se distinguen dos grupos. La primera llamada **Carga**, la cual da brillo y cuerpo a la pintura. Además de ello, ayuda a alcanzar el porcentaje de sólidos en volumen que requiere la pintura. El segundo grupo son los **Aditivos**, el cual es un conjunto de productos que se adicionan al final del proceso para mejorar algunos aspectos de la pintura, es decir para mejorar la producción, conservación, aplicación y propiedades fisico-químicas en general tales como el brillo, viscosidad y otras. Se cuenta con una gran variedad de aditivos como los antiflotantes, antiseccantes, antipiel, dispersantes, etc.
- b. **Resina:** Es el medio donde se incorpora los demás ingredientes para la fabricación de la pintura. Se utiliza resina sólida y líquida según se requiera. La resina sólida se utiliza en pinturas acrílicas, epóxicos, caucho, etc. La resina líquida se utiliza en pintura de poliuretano, epóxico, alquídicas, entre otros.
- c. **Solvente:** Este insumo da la característica de la rapidez de secado de la pintura; es decir, mientras más volátil sea el solvente, más rápido secará la pintura. La resina junto con el solvente es llamada “vehículo”
- d. **Pigmentos:** La característica principal del pigmento es el de dar color a la pintura y poder cubriente.

2.4 SISTEMA DE LOGÍSTICA DE SALIDA

En este punto se describe al área de logística de salida y las funciones que realizan.

2.4.1 Estructura del Área y Funciones

Esta área se divide en dos jefaturas: jefatura de almacén de productos terminados y jefatura de despacho y distribución. Estas dos jefaturas se encuentran juntas a los almacenes de materia prima y producto terminado y del área de producción para una mejor comunicación con ellos.

Las tareas básicas de esta área son establecer la producción de pinturas de alta rotación para almacén de productos terminados, despachar los pedidos a los clientes y distribuirlos.

El área cuenta con cinco trabajadores, los cuales llevan en promedio 3 años laborando en su puesto, en su mayoría jóvenes entre los 25 a 35 años que son capacitados constantemente en temas relacionados con su labor de trabajo y temas de la industria de pinturas. A continuación se detallará un poco más de las jefaturas de almacén de productos terminados y de despacho y distribución.

a. Jefatura de Almacén de Productos Terminados

Esta jefatura cuenta con dos trabajadores, una de ellas encargada de realizar el cálculo del *lote económico*²⁴ de los productos de alta rotación de LA EMPRESA para evitar las roturas de stock y así poder atender a los clientes rápidamente. Para ello utiliza el sistema Economic Order Quantity – EOQ.

La otra persona del área, jefe del almacén de producto terminado, se encarga de toda la gestión que ello implica, como generar una orden de lote económico de un producto terminado, coordinar con el área de producción la programación de los productos necesarios, hacer seguimiento al cumplimiento de la producción de los productos solicitados, entre otras coordinaciones.

b. Jefatura de despacho y distribución

Esta jefatura cuenta con tres trabajadores, uno de ellos es el jefe del área y los otros dos trabajadores son los encargados de la distribución de la carga.

²⁴ Lote Económico: Cantidad de un producto en almacén que minimiza el costo total de inventario (costo de mantenimiento, costo de reordenar y costo de escasez). Véase 1.3.2

La persona encargada de esta jefatura realiza las siguientes tareas:

- ❑ Recibe copia de la orden de pedido de un cliente
- ❑ Verifica en el sistema si el producto solicitado por el cliente se encuentra en el almacén y verifica si cumple con la cantidad necesaria.
- ❑ De no tener la cantidad requerida, emite una orden de pedido a la jefatura de producción.
- ❑ Coordina constantemente con el personal de ventas, operaciones y jefatura de almacén de producto terminado.

Las funciones de las personas encargadas de la distribución realizan la siguiente actividad.

- ❑ En caso de tener la cantidad del producto solicitado, realiza el despacho y distribución de éste al cliente. Esto implica la carga de la mercadería a la camioneta y manejo del transporte.

2.5 SISTEMA DE CALIDAD

El área de calidad de la empresa se encarga de revisar las propiedades físicas y químicas de la pintura y verificar que éstas cumplan con los requisitos establecidos. Esta área está formada por siete personas que constantemente son capacitadas, sin embargo solo tres laboratoristas se encargan de las inspecciones. Los otros laboratoristas se encargan de la realización de recetas y de los nuevos desarrollos de pinturas.

2.5.1 Variables a medir

Las variables a medir se distinguen por el tipo de producto a evaluar, es decir, se realizan diferentes pruebas cuando se inspecciona a la materia prima, al producto que está en proceso de elaboración y al producto final. Por ello, la distribución del laboratorio se distingue en tres zonas, cada uno asignado a un tipo de producto a inspeccionar, de esta manera se evita confundir los diferentes materiales o productos en inspección.

a. Inspección a la materia prima

La materia prima que la empresa compra son productos de calidad que junto con el producto trae consigo una hoja de resultados de pruebas de calidad realizadas por el laboratorio del proveedor y en algunos casos laboratorios externos. Por ello,

la empresa aleatoriamente realiza la inspección a la materia prima para verificar los resultados aprobados obtenidos por el proveedor y así evitar problemas en producción en la fabricación de la pintura.

Para esta tarea está asignado solo un laboratorista.

b. Inspección al producto en proceso de elaboración

La inspección en proceso realizada en laboratorio sucede luego de la operación de dispersión o molienda si hubiese, que son las operaciones donde se tritura y mezclan los insumos para obtener una mezcla homogénea con el fin de aprobar la fineza de la pintura para que continúe con las demás operaciones según su ruta.

La prueba de calidad que se realiza en esta inspección es la prueba de fineza explicada a detalle en el Anexo 1, la cual tiene como objetivo determinar la fineza de la pintura dada por la homogeneidad de la mezcla. En caso de no tener la fineza requerida, se continúa dispersando o moliendo según sea el caso más del tiempo indicado hasta obtener la aprobación por el laboratorio de la fineza de la mezcla, caso contrario continúa con su secuencia de operaciones.

Esta tarea es realizada por cualquiera de los laboratoristas que inspeccionan el producto terminado.

Cabe resaltar que la fineza de la pintura se mide y controla en cada etapa de producción (dispersión, molienda, completado y matizado) por el operario que realiza la actividad como control de su operación. Sin embargo, la aprobación de la prueba de fineza en laboratorio es la autorización para que la mezcla dispersada o molida continúe al proceso que continúa (completado o matizado).

c. Inspección al producto terminado

Cuando la elaboración de la pintura ha finalizado, se realiza la inspección al producto terminado a través de diferentes pruebas en laboratorio como las ya mencionadas y explicadas en el Anexo 1, tales como la prueba de viscosidad, color, fineza, densidad, entre otras. Para ello, se lleva una muestra de la pintura producida al laboratorio con la cual se realizarán las diferentes pruebas y los resultados obtenidos serán comparados con los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la pintura patrón. Según los resultados se procederá a aprobar la muestra de pintura fabricada para el envasado o caso contrario, según

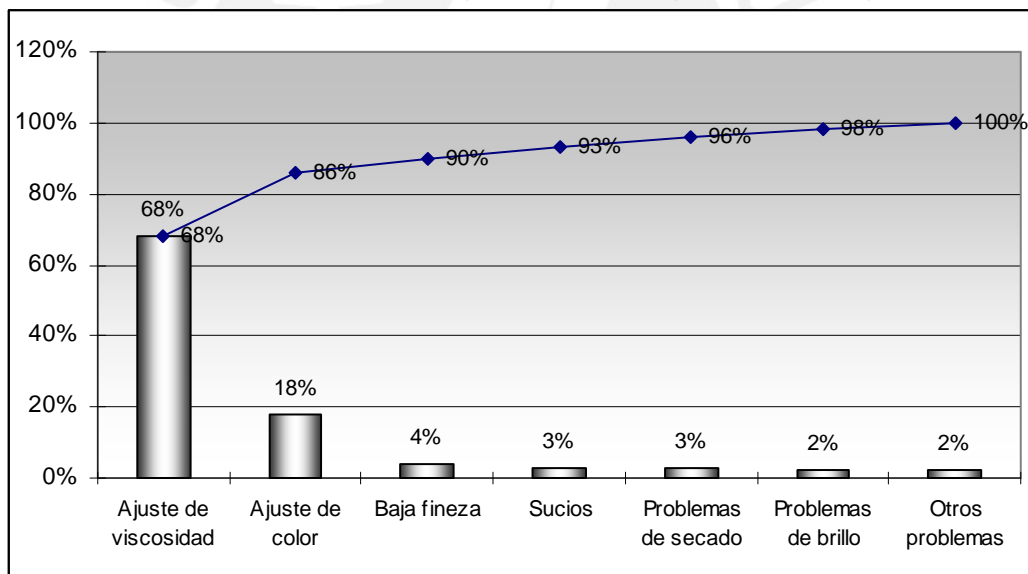
el problema encontrado en la pintura, esta pasará al proceso de completado con el aditivo necesario.

Estas pruebas de calidad son realizadas por dos laboratoristas capacitados con los instrumentos y herramientas del laboratorio no tan modernos en algunos casos, lo cual conlleva a que el tiempo en el que se realizan las pruebas de las muestras de pinturas producidas lleven un mayor tiempo y haya demora en la aprobación de las muestras para su envasado debido a la cola de espera.

Según los reportes de calidad de febrero a junio del 2007, la razón principal por la que la pintura no es aprobada para pasar directamente al proceso de envasado es su viscosidad. A continuación se muestra un diagrama de Pareto de las causas principales de desaprobación de las pinturas.

Gráfico 2.12

Causas relevantes de la desaprobación de la producción de pinturas



Fuente: Elaborada en base a los reportes de calidad (Febrero-Junio 2007) de LA EMPRESA

2.6 SISTEMA ORGANIZACIONAL

En el aspecto organizacional se describe la estructura organizativa de la empresa, la cual según el autor del libro "Organización de Empresas", Enrique B. Franklin, los organigramas presentados en las siguientes páginas (gráfico 2.13, 2.14, 2.15 y 2.16) son de naturaleza microadministrativos por corresponder a una sola organización siendo esta la única. Según su ámbito, los organigramas que se presentarán son de

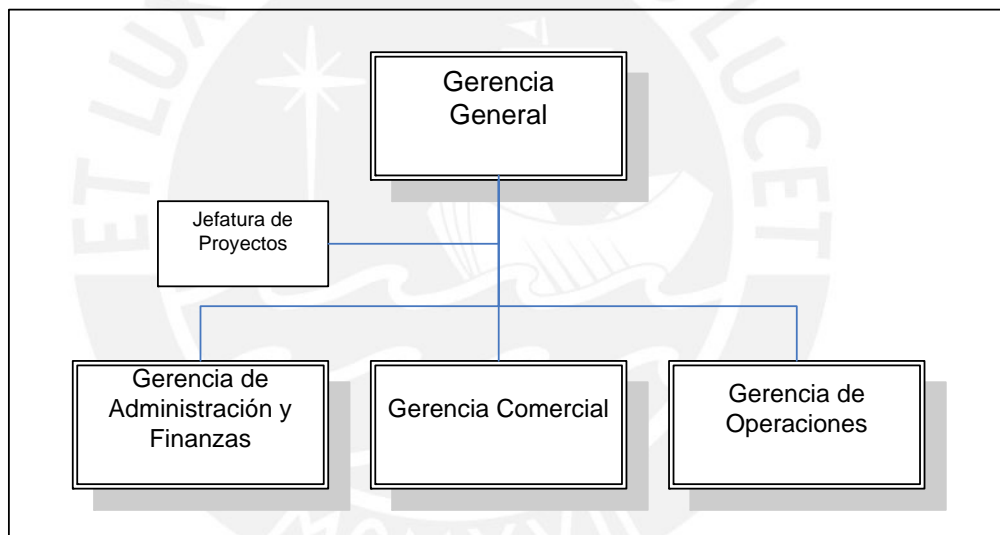
ámbito específico, pues estas mostrarán en forma particular la estructura de cada gerencia. Según el contenido, los organigramas de la empresa son integrales, ya que estas representan de manera gráfica todas las unidades administrativas de la organización y sus relaciones de dependencia. Por último, según la presentación de los organigramas, estos son organigramas verticales, ya que presentan las unidades ramificadas de arriba hacia abajo desagregando los diferentes niveles jerárquicos en forma escalonada.

2.6.1 Estructura Organizativa

En el gráfico 2.13 se muestra el diagrama de la estructura organizacional de LA EMPRESA, esta figura corresponde a la organización real de la empresa.

Gráfico 2.13

Estructura Organizacional de LA EMPRESA

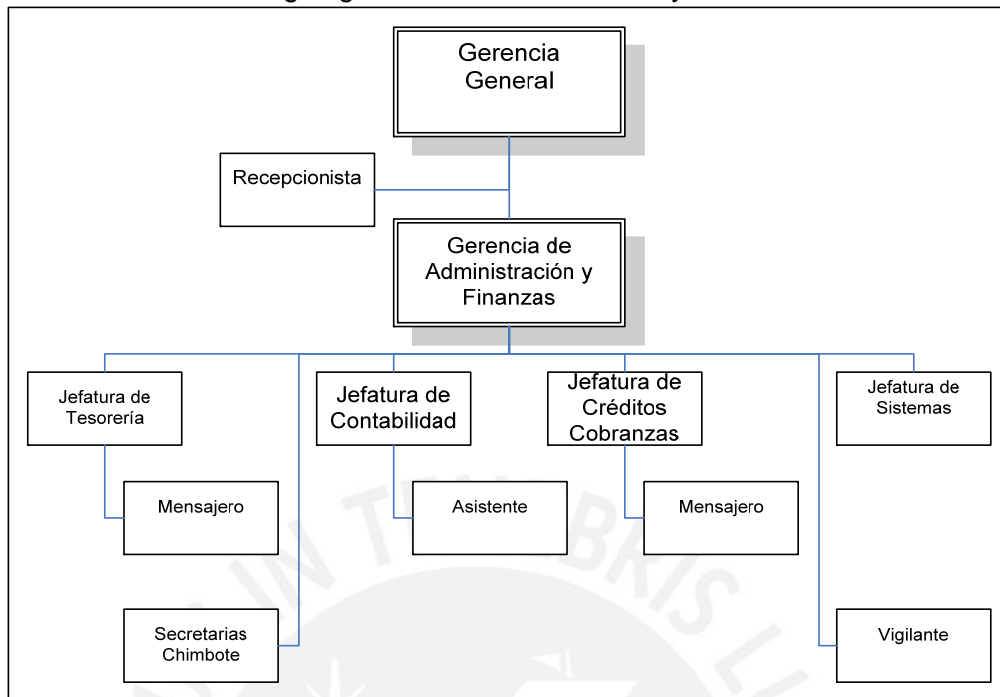


Fuente: Otorgada por el departamento de Recursos humanos de LA EMPRESA

En los gráficos 2.14, 2.15 y 2.16 se muestran los organigramas detallados de la Gerencia de Administración y Finanzas, Gerencia Comercial y Gerencia de Operaciones de LA EMPRESA, respectivamente.

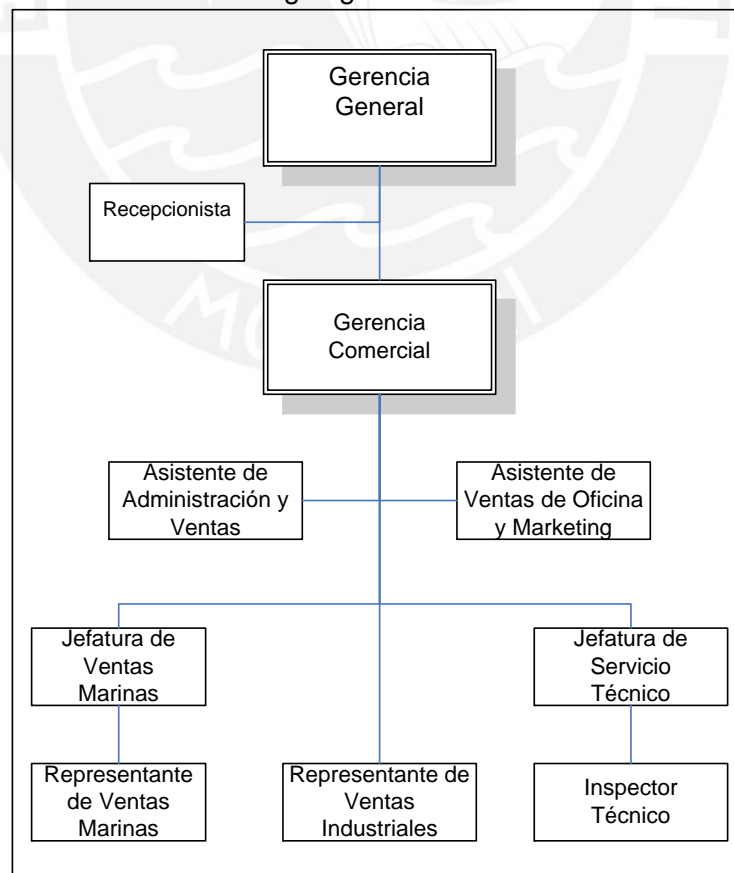
La estructura de los organigramas de LA EMPRESA es por departamentalización funcional, es decir, los organigramas están creados por departamentos, los cuales son basados en las funciones de trabajo desempeñadas.

Gráfico 2.14
Organigrama de Administración y Finanzas



Fuente: Otorgada por el departamento de Recursos humanos de LA EMPRESA

Gráfico 2.15
Organigrama Comercial

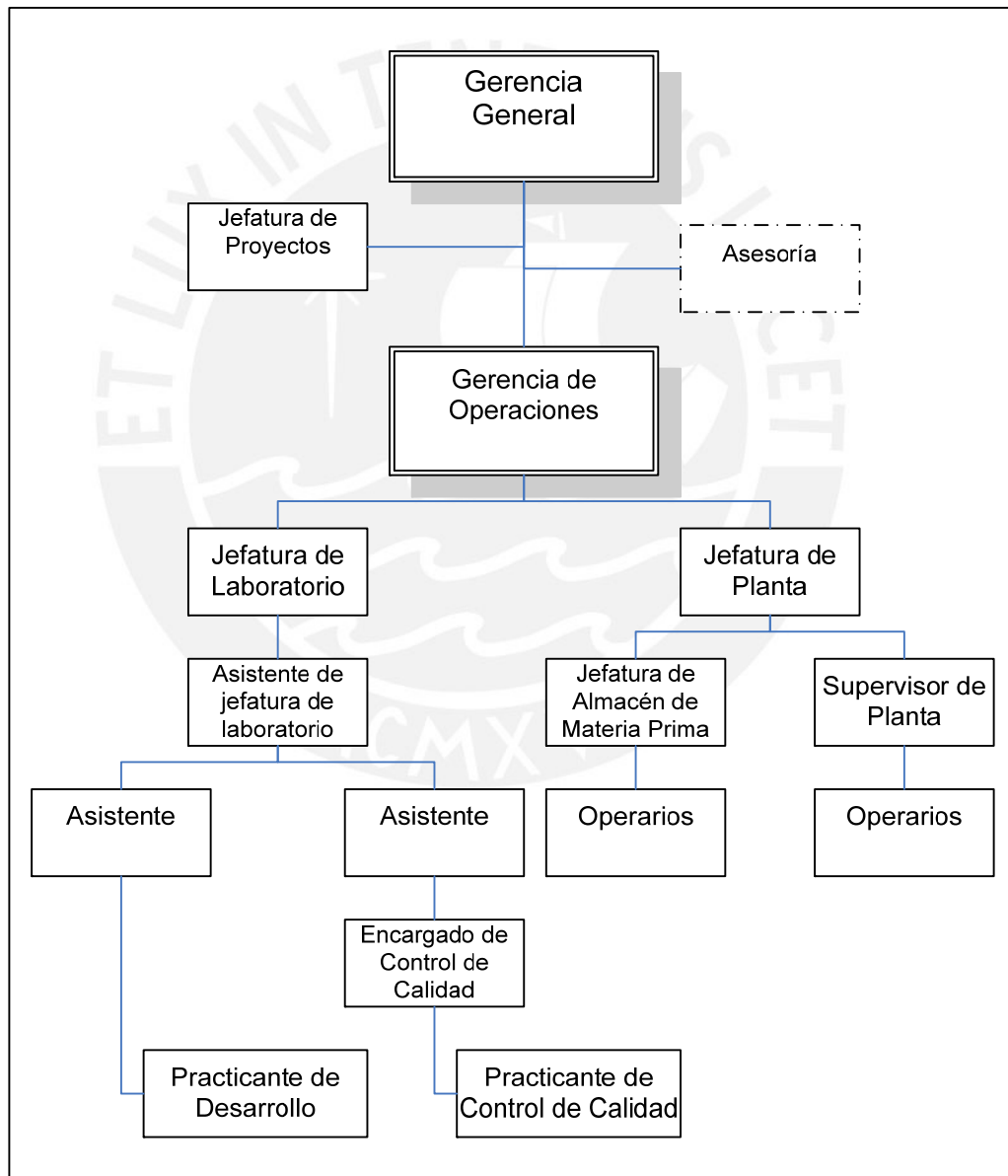


Fuente: Otorgada por el departamento de Recursos humanos de LA EMPRESA

Como se va observando en los diferentes organigramas presentados, las funciones se dividen entre los empleados conforme a la especialización que tenga cada uno de ellos y se agrupan de acuerdo a cada uno de los diferentes campos de acción; a su vez cada uno de estos campos tiene un gerente que es el responsable de asignar tareas y vigilar que estas sean realizadas de una forma correcta. Por último, encontramos a un gerente general que es el que se encarga de coordinar todas las funciones y responsabilidades para lograr las metas de la organización.

Gráfico 2.16

Organigrama de Operaciones



Fuente: Otorgada por el departamento de Recursos humanos de LA EMPRESA

Dentro de los niveles del personal que labora en LA EMPRESA se tienen los siguientes:

- Nivel Directivo: Conformado por la Gerencia General y jefatura de proyectos. En este nivel se tiene a 3 personas.
- Nivel Ejecutivo: Formado por las diferentes gerencias, es decir la Gerencia de Administración y Finanzas, Gerencia Comercial y Gerencia de Operaciones. En este nivel se tiene a 3 personas.
- Nivel Operativo: Conformado por los jefes de cada una de las áreas o departamentos operativos tales como Logística, Producción, etc. Este nivel esta conformado por 10 personas.
- Personal de Apoyo: Conformado por los supervisores y/o inspectores (personal de laboratorio), almaceneros, transportistas, vendedores, etc. Aquellos que apoyan o complementan las operaciones que se dan en cada una de las áreas. En este nivel se tiene a 35 personas.
- Operarios: Tienen la tarea de transformar la materia prima a producto terminado, es decir, son los encargados de la elaboración de la pintura. En este nivel se tiene a 14 personas.

2.7 SISTEMA DE VENTAS

El área de ventas de LA EMPRESA se divide en dos grupos: la fuerza de venta que se encarga de captar clientes para incrementar las ventas y los inspectores de recubrimiento que se encargan de inspeccionar el área donde se aplicará la pintura como su aplicación propiamente dicha.

Como ya se mencionó anteriormente, las pinturas fabricadas son para el sector industrial como marino. Por ello, en la fuerza de ventas se cuenta con personal especializado en esas dos ramas, teniendo a 9 empleados especializados en la rama industrial y 6 empleados especializados en pinturas para el sector marino.

2.7.1 Productos

Se realizó la recopilación de la información sobre las ventas de LA EMPRESA durante el año 2007 obteniendo la siguiente distribución de los productos según sus ventas.

Cuadro 2.10

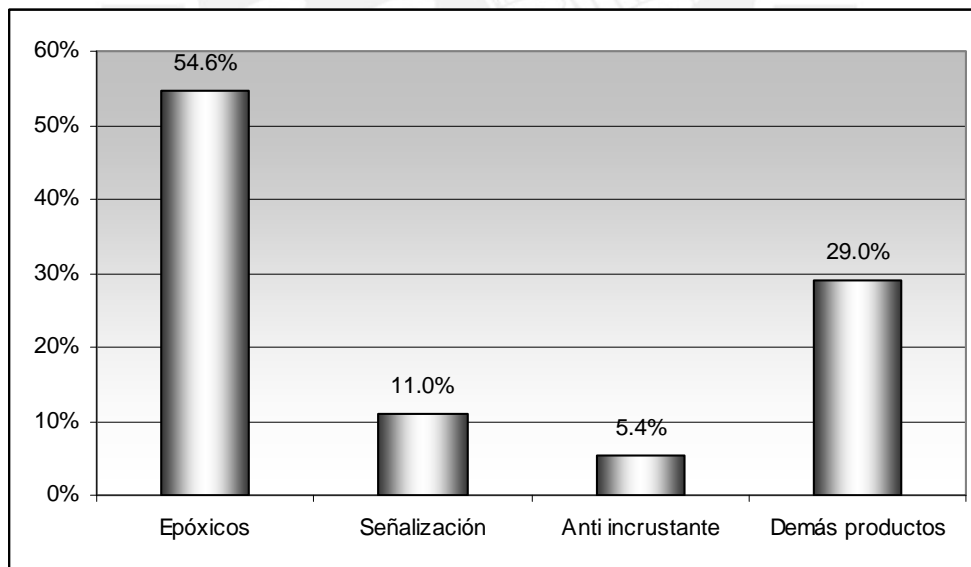
Ventas del 2007 de los Productos de LA EMPRESA

Productos	Galones Anuales	%
Epóxicos	38,537	54.6%
Señalización	7,753	11.0%
Anti incrustante	3,828	5.4%
Demás productos	20,467	29.0%
Total	70,585	100%

Fuente: Información otorgada por el área de Ventas de LA EMPRESA

Gráfico 2.17

Representación Porcentual de las Ventas según Producto



Fuente: Elaboración propia según las ventas de LA EMPRESA en el 2007

Como se aprecia en el gráfico, las pinturas epóxicas representan el producto de mayor venta para LA EMPRESA, por ello los esfuerzos de mejora de LA EMPRESA deben estar enfocados especialmente para este tipo de pintura.

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Luego de presentada la situación actual de la empresa en estudio, este capítulo diagnosticará la situación de cada área de la empresa antes mencionada.

3.1 De la Producción

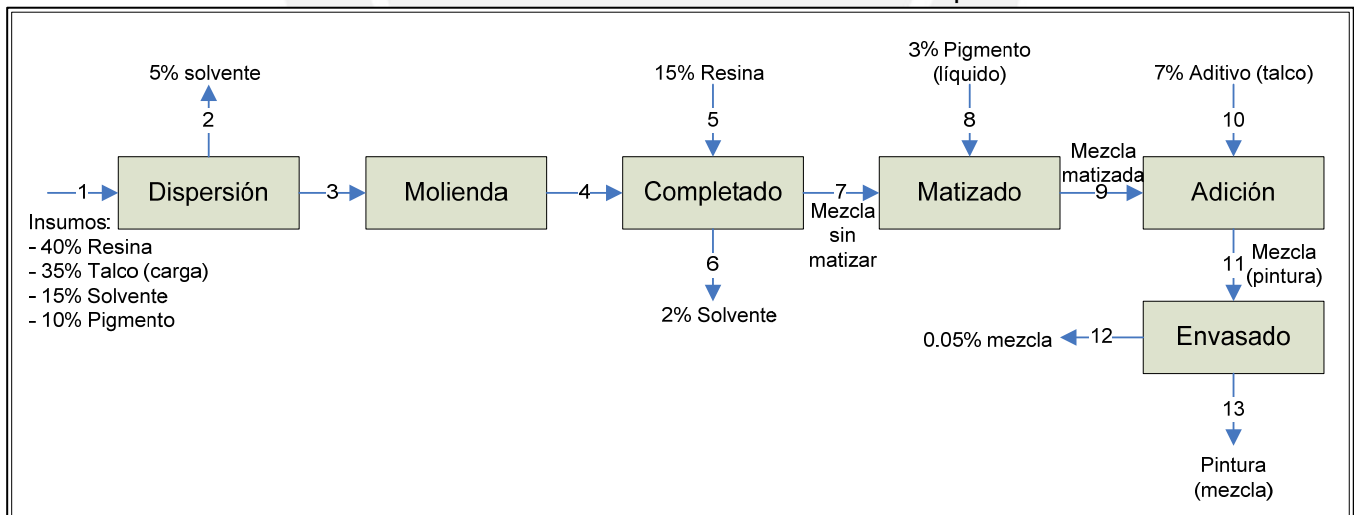
Según las ventas de la empresa (véase 2.7.1 – página 48) el producto de mayor venta y por ende el *producto estrella*²⁵ de la empresa es la pintura epóxica. Por ello, de aquí en adelante concentraremos todos los estudios en el análisis y mejora del proceso de dicha pintura.

3.1.1 Del Balance de Masa del Proceso

En este punto, es importante mencionar que las pinturas epóxicas pueden tener diferentes propiedades, tanto en color, porcentaje de sólidos, viscosidad, entre otros. Esto conlleva a que el proceso productivo de algunas pinturas epóxicas sean diferentes entre si. Por ello, en este punto se mostrará el proceso completo por el cual pasa la mayoría de los productos epóxicos para luego llegar a su diagnóstico.

Gráfico 3.1

Proceso Productivo de Elaboración de la Pintura Epóxica.



Fuente: Departamento de Producción y Laboratorio de Calidad de LA EMPRESA (Marzo 2007)

En el gráfico 3.1 se muestra un diagrama de bloques del proceso de elaboración de la pintura, con este diagrama se puede apreciar gráficamente las entradas y salidas de

²⁵ Producto Estrella es el producto de la empresa con las mayores ventas, por lo que se le considera el producto representativo. En este caso es la pintura representativa de la empresa.

cada operación, para los cuales se ha realizado el balance de masa hallando de esta manera las cantidades entrantes y salientes en cada punto enumerado, los cuales están expresados en porcentaje en peso. En el siguiente cuadro 3.1 se muestran los valores hallados en cada punto. Para ver el detalle de los cálculos realizados ver Anexo 2.

Cuadro 3.1

Balance de Masa

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Resina	40%		40%	40%	15%		55%		55%		55%	-0.03%	55%
Talco	35%		35%	35%			35%		35%	7%	42%	-0.02%	42%
Solvente	15%	-5%	10%	10%		-2%	8%		8%		8%	0.00%	8%
Pigmento	10%		10%	10%			10%	3%	13%		13%	-0.01%	13%

Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por el área de Operaciones

Según el gráfico 3.1 de la página anterior y los datos hallados, la primera pérdida se observa en el proceso de dispersión, en el cual se pierde 5% de solvente durante la ejecución del proceso debido a la alta temperatura a la que llega la mezcla por su agitación en la máquina ($T = 65^\circ$ a 75° C.) causando que el solvente, por su propiedad de alta volatilidad, se evapore rápidamente teniendo así una pérdida aproximada del 5% de solvente. La segunda pérdida ocurre en el proceso de completado, en el cual se pierde 2% de solvente de la mezcla debido a las mismas razones que para el proceso de dispersión, ya que ambas se realizan en la misma máquina (máquinas dispersadoras), sin embargo la razón por la cual el porcentaje de pérdida es diferente en cada proceso es porque está en función al tiempo de agitación de la mezcla y como se verá en el estudio de tiempo, el tiempo de dispersión es mayor al tiempo de completado. Por último, la tercera pérdida se da en el proceso de envasado, el cual es mínimo y se origina por el resto de mezcla que queda en la paila luego del envasado.

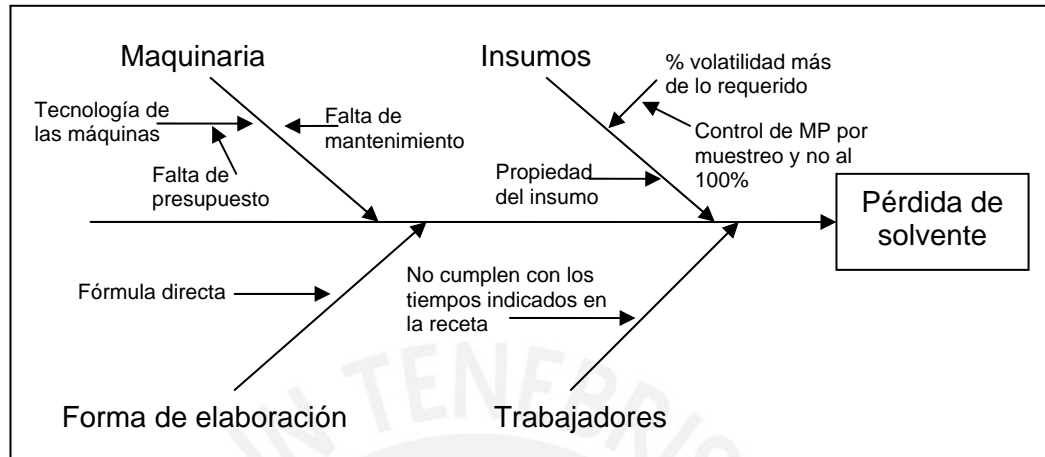
Por tanto, la cantidad que se pierde de solvente será proporcional a la cantidad de pintura que se elabora. Para el caso de las pinturas epóxicas, al ser el producto estrella, su fabricación mayormente se realiza en lotes de 100 a 150 galones²⁶, por lo que se tendría aproximadamente una pérdida de 1 a 1.5 galones por lote producido. Si bien esta cantidad parece ser ínfima, por la frecuencia que se da, genera costos relevantes en la materia prima de solventes.

²⁶ 1 galón equivale a 3.785 litros

Las razones posibles de este problema se muestran en el siguiente gráfico 3.2.

Gráfico 3.2

Diagrama causa-efecto de la pérdida de solvente.



Fuente: Elaboración propia en base a la información brindada por el área de Producción y Laboratorio de Calidad de LA EMPRESA y observación directa.

Observando el diagrama causa-efecto, las razones que se han hallado para la pérdida de solvente son principalmente por la naturaleza del insumo, ya que tiene como propiedad una alta volatilidad, otra razón es por las máquinas que se utilizan, ya que al trabajar en máquinas antiguas, estas no tienen los recubrimientos que tienen las máquinas de alta tecnología que presentan tapas de mayor seguridad. La tercera razón de la pérdida de solvente es la forma de elaboración, pues utilizan la formulación directa que consiste en elaborar la pintura por el proceso completo utilizando materias primas y no productos intermedios, lo cual conlleva a tener un mayor tiempo en los procesos donde hay pérdida de solvente. Por último, esta pérdida también puede darse por los trabajadores, pues si estos mantienen a la mezcla más tiempo de lo indicado agitándose, esto causará que haya mayor pérdida de solvente.

Según las causas encontradas para este problema, se recomienda cambiar la forma de elaboración de la pintura utilizando productos intermedios, lo cual disminuiría el tiempo en los procesos de dispersión y completado, los cuales son los procesos en los que hay pérdidas de solvente. Este punto se tratará en la propuesta de la presente tesis. Asimismo, se recomienda supervisar que los operarios estén cumpliendo con mantener la mezcla en cada proceso el tiempo indicado.

3.1.2 Del Estudio de Tiempos

En este punto se analizará los tiempos de producción de cada operación por el que pasa la pintura epóxica, los cuellos de botella, tiempos ociosos e improductivos, entre otros.

Más adelante se mostrará los tiempos estándares de cada operación por el que pasa la pintura epóxica, los cuales están basados en un estudio en planta para la toma de tiempos. Este ha sido utilizado para diagnosticar la situación de la empresa. Para ello se ha considerado los tiempos promedios, la valoración del trabajador y tiempos suplementarios.

Los tiempos promedios han sido obtenidos de las mediciones de tiempo. Para la valoración del trabajador se ha calificado el ritmo de trabajo de cada operario en comparación del trabajador promedio. Y los tiempos suplementarios se han calculado según las características de cada operación siguiendo La Tabla de Suplementos Estándares mostrada en el Anexo 3.

A continuación se mostrará los tiempos estándares hallados en base al estudio de tiempo realizado mostrado a detalle en el Anexo 4 siguiendo los pasos listados en la teoría descrita en el punto 1.3.1 (página 9)

a. Cálculo del tamaño de la muestra (n)

Luego de determinar los elementos a medir, los cuales se mostrarán a detalle en el Anexo 4, se muestra como se determinó el tamaño de la muestra según el método estadístico, el cual aplica la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Fuente: Publicado en el libro "Introducción al Estudio del Trabajo"
de la Oficina Internacional del Trabajo (4ta edición revisada)

Para ello, previamente se efectuaron 10 observaciones preliminares para poder aplicarla. A continuación se muestra la toma de datos (cronometraje) para el primer elemento establecido. En el anexo 4 se muestra la toma de datos preliminar para todos los elementos determinados.

Pesado de la Materia Prima

Operario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n'	Suma(x ²)	[Suma(x)] ²	Suma(x)	n
Operario 1	58	44	59	55	62	52	47	69	64	54	10	32,336	318,096	564	26
Operario 2	56	63	75	55	50	60	64	77	68	55	10	39,529	388,129	623	30

Con este cálculo se concluye que se requiere tomar 30 veces el tiempo de esta actividad.

b. Determinación del Tiempo Básico

A continuación se muestra los tiempos tomados para el elemento anteriormente mencionado (Pesado de Materia Prima) según el tamaño de la muestra requerida. Asimismo, se valorará el trabajo de cada operario para poder hallar el tiempo básico de cada elemento, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$TiempoBásico = TiempoObservado * \frac{ValorAtribuido}{ValorTipo}$$

Fuente: Publicado en el libro "Introducción al Estudio del Trabajo"
de la Oficina Internacional del Trabajo (4ta edición revisada)

 Pesado de la Materia Prima

Oper.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	T. Obs. (min)	Valoración
Oper. 1	58	44	59	55	62	52	47	69	64	54	54	59	63	52	53	56.3	100%
Oper. 2	56	63	75	55	50	60	64	77	68	55	57	71	51	58	67	61.8	90%

Del cuadro obtenemos lo siguiente:

$$T. \text{ Básico} = T. \text{ observado} * \text{Valoración} = 56 \text{ minutos}$$

En el Anexo 4 se muestra la información completa para las demás operaciones.

c. Asignación de Suplementos

En el estudio de tiempos es importante tomar en cuenta la energía que se necesita para las operaciones que se realizan ya que éstas pueden causar desgaste del trabajador para ejecutar su operación. Al realizar una actividad, la tarea requerirá un esfuerzo humano, por lo que hay que prevenir ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar.

El principal suplemento que detectamos en el área de trabajo analizada es el tiempo que un trabajador puede ocupar en el instante de realizar sus necesidades personales. A ello se le suma los tiempos de otros suplementos según la operación, los cuales se muestran en detalle en el cuadro 3.2.

Actualmente, la empresa no ha establecido un tiempo determinado para tiempos de suplementos, por lo que para la determinación del tiempo estándar se considerará los porcentajes de la *Tabla de Suplementos Estándares* mostrado en el Anexo 3.

Cuadro 3.2

Porcentaje de Tiempos Suplementarios

OPERACIONES	CONSTANTE		VARIABLES					TOTAL (%)
	Necesidades Personales (%)	Basico por fatiga (%)	Trabajar de pie (%)	Calidad del aire (%)	Tension Visual (%)	Tension Auditiva (%)	Monotonía Física (%)	
Pesado de MP	5	4	2	7	5	2	1	26
Dispersado	5	4	2	7		2	1	21
Preparar Molienda	5	4	2	5			1	17
Molienda	5	4	2			2	1	14
Completado	5	4	2	7		2	1	21
Matizado	5	4	2	5		2	1	19
Control de Calidad	5	4	2		2		1	14
Adición	5	4	2	7		2	1	21
Preparar Envasado	5	4	2	5			1	17
Envasado	5	4	2	5	2		1	19

Fuente: Sistema de suplemento por descanso adoptado a la empresa (Marzo 2006) basado en la Tabla de Suplementos Estándares del libro de Introducción al Estudio del Trabajo – 2da Edición. - OIT

d. Determinación del Tiempo Estándar

En base a la información del cuadro anterior 3.2 y los tiempos cronometrados mostrados en el Anexo 4, hallamos el tiempo estándar, el cual se muestra en el siguiente cuadro 3.3.

Cuadro 3.3

Tiempo Estándar de cada Operación

OPERACIONES	Tiempo Básico (min)	T.Suplementos (min)	Tiempo Estándar (min)
Pesado de MP	56	15	71
Dispersado	41	9	50
Preparado para Molienda	6	1	7
Molienda	0.57	0.08	0.65 x galón
Completado	26	5	31
Matizado	63	12	75
Control de Calidad	78	11	89
Adición	22	5	27
Preparado para Envasado	19	3	22
Envasado	0.81	0.15	0.96 x galón

Fuente: Elaboración propia en base al estudio de tiempos (Marzo 2006)

Como se ve en el cuadro 3.2, el tiempo total que lleva realizar la pintura epóxica tiene una parte fija y otra parte variable, que dependerá del proceso por el que pase y del número de galones a producir. Para estimar el tiempo de producción se tomará como base una producción de 100 galones, lo cual nos dará un tiempo de 533 minutos (8 horas y 53 minutos).

$$T.\text{Producir 100 gal.} = 71+50+7+0.65*100+31+75+89+27+22+0.96*100 = 533 \text{ min.}$$

Esto lo volveremos a ver cuando se compare con el tiempo estándar de la metodología a proponer en el capítulo 4.

e. Determinación del Cuello de Botella²⁷

Con el estudio de tiempo realizado podemos analizar qué proceso de producción es el cuello de botella en la planta, desde el punto de vista de la línea de producción, el cual es el área de envasado (véase cuadro 3.4) por la cantidad de tiempo que demora la operación, lo cual generaría que el ciclo de producción sea mayor. Para ello se ha hallado el número de lotes que se producirían en una hora por cada operación para poder determinar en qué operación se realizarán menos lotes por hora, ya que esta será la operación cuello de botella por producir menos cantidad en la misma unidad de tiempo, la cual marcará el ritmo de la producción.

Cuadro 3.4

Número de Lotes a Producir por Hora ^{AV} por cada Hombre - Máquina

OPERACIONES	ELEMENTOS MEDIDOS	Tiempo Estandar (min/lote)	Tiempo Estandar (min/lote)	Lotes Producidos x hora
Pesado de MP	Pesado de MP	71	71	0.85
Dispersado	Dispersado	50	50	1.20
Molienda	Preparado para Molienda	7	72	0.83
	Molienda	65		
Completado	Completado	31	31	1.94
Matizado	Matizado	75	75	0.80
Control de Calidad	Control de Calidad	89	89	0.67
Adicion	Adicion	27	27	2.22
Envasado	Preparado para Envasado	22	118	0.51
	Envasado	96		

Fuente: Elaboración propia en base al estudio de tiempos realizado en Marzo 2006

^{AV} Se considera un lote de 100 galones

²⁷ Cuello de botella se refiere a diferentes actividades que disminuyen la velocidad de los procesos, incrementan los tiempos de espera y reducen la productividad, trayendo como consecuencia final el aumento en los costos.

Según el cuadro, el proceso cuello de botella es el envasado porque genera la menor cantidad de lotes en la misma unidad de tiempo, lo cual marcaría el ritmo de la producción. Sin embargo, si hacemos el análisis de los tiempos que los productos estuvieron en cola, se observó que el área donde mayor tiempo pasaban los lotes de producción en espera de ser atendidos era en el área de matizado, ya que para esta operación solo hay una persona y máquina. Por ello, según los recursos, esta operación no puede trabajarse en paralelo, lo cual genera que los productos estén mayor tiempo en cola. Por tanto, la capacidad de producción de cada operación es multiplicada por cada recurso hombre-máquina para hallar el proceso crítico de la línea de producción, el cual es el área de matizado, tal como se muestra en el siguiente cuadro 3.5.

Cuadro 3.5

Número de Lotes a Producir por Hora

OPERACIONES	Recursos Hombre - Máquina	Lotes Producidos x hora x hombre-maq. ^{A/}	Lote Producidos x hora
Abast. de MP	2	0.85	1.70
Dispersado	3	1.20	3.60
Molienda	3	0.83	2.49
Completado	3	1.94	5.82
Matizado	1	0.80	0.80
Control de Calidad	2	0.67	1.34
Adición	3	2.22	6.66
Envasado	2	0.51	1.02

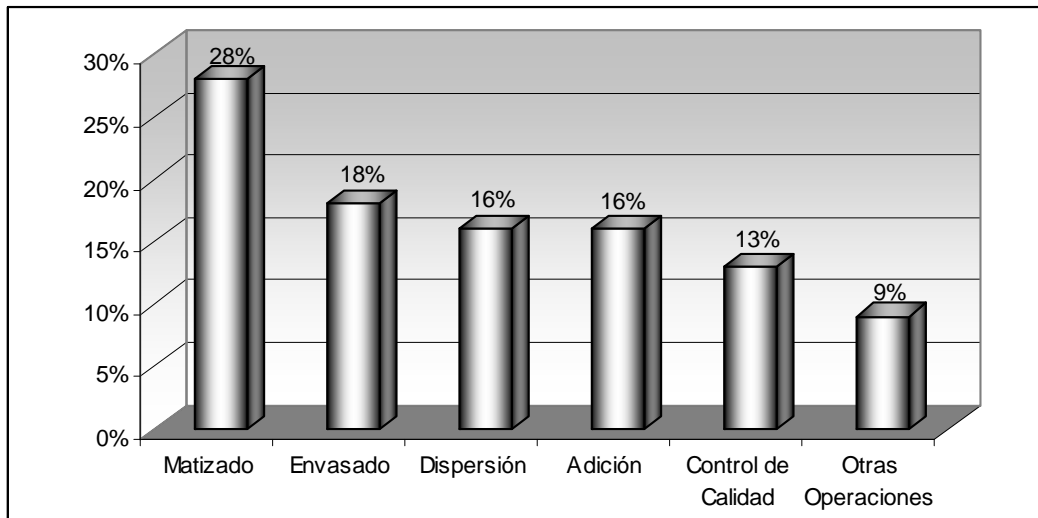
Fuente: Elaboración propia en base al estudio de tiempos realizado en Marzo 2006

^{A/} Obtenido del cuadro 3.3

Del estudio de tiempo también obtuvimos el dato del tiempo en espera de cada producto en cada operación, el cual se muestra en el siguiente gráfico 3.3 de forma porcentual (%), en el cual se aprecia que un 28% del tiempo en espera se debe al área de matizado por ser el proceso crítico debido a los escasos recursos que tiene, tal como se mostró en el cuadro anterior (Cuadro 3.4), lo cual aumenta el ciclo de producción de las pinturas.

Gráfico 3.3

Distribución del Tiempo en Cola según Área de Trabajo



Fuente: Elaboración propia en base en el estudio de tiempos realizados en Marzo 2006

f. Análisis del Tiempo Productivo e Improductivo

Luego de realizar el estudio de tiempo, se recolectó la suficiente data para determinar los tiempos productivos e improductivos de la planta, es decir, se calculó el tiempo en el que el producto era trabajado, ya sea por el operario o la máquina; y el tiempo en el cual el producto no estaba siendo trabajado sino que estaba en espera de ser trabajado.

El tiempo productivo se calcula de sumar todos los tiempos medidos mostrados en las tablas del punto 3.1.2-b (página 53), los cuales dan un total de 11,462 minutos exactos. Y para calcular el tiempo improductivo, se sumó los tiempos en los que los productos estuvieron esperando ser trabajados, lo cual da un total de 8,617 minutos. Ambos datos obtenidos de la data de tiempos tomados. A continuación se muestran los resultados de los tiempos productivos e improductivos medidos durante el estudio de tiempos.

Cuadro 3.6

Total de Tiempo Productivo e Improductivo
Medido durante la Toma de Tiempos

	minutos	%
Tiempo Productivo	11,462	57%
Tiempo Improductivo	8,617	43%
Tiempo Total	20,079	100%

Fuente: Elaboración propia en base al estudio de tiempos (Marzo 2006)

Según el cuadro 3.6, el tiempo en el que se trabajaron los productos fue el 57% del tiempo que tomó elaborar los productos medidos. Sin embargo, es importante mencionar que la producción de pinturas presenta estacionalidad y la temporada en la cual se realizó el estudio de tiempo ha sido de producción medio baja.

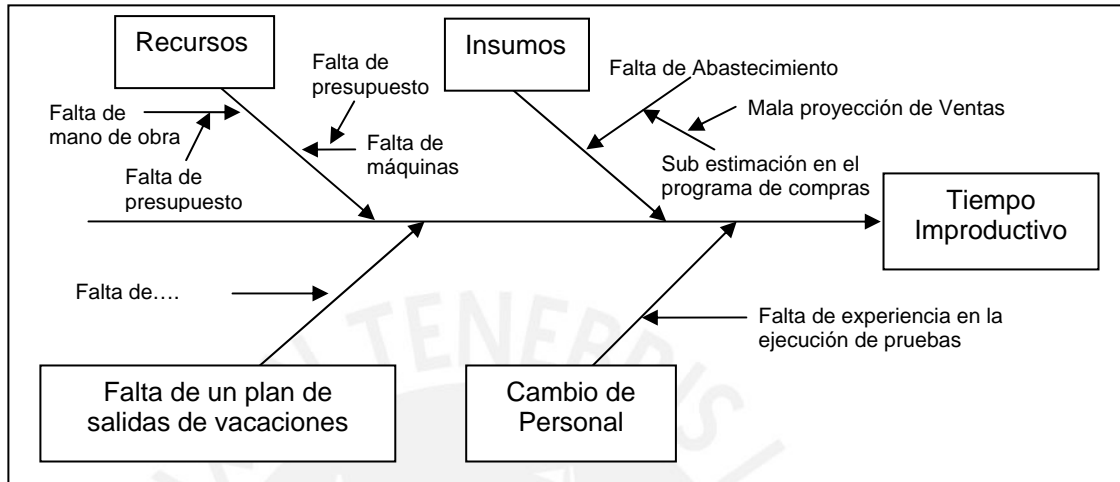
Asimismo, LA EMPRESA al trabajar bajo pedido presenta variabilidad en el porcentaje (%) de tiempo productivo e improductivo para cada pintura a fabricar. Por ejemplo, en la toma de tiempos se observó que hubieron pedidos urgentes, los cuales tuvieron un tiempo improductivo del 3% del tiempo que llevó a realizar la pintura; ya que al ser 'urgente', este pasaba por cada proceso sin esperar su turno de producción, trayendo como consecuencia el retraso de los productos que estaban en línea. Por otro lado, se observó que hay productos que pasan mayor tiempo que los productos 'urgentes', por lo que llevan mayor tiempo en cola, por ejemplo, se observó una pintura que obtuvo como tiempo productivo el 44% del tiempo que llevó a fabricarla, ya que pasó el mayor tiempo en espera.

Luego de revisar los tiempos productivos e improductivos se ha analizado las causas del tiempo improductivo hallado, encontrando que la causa principal es la falta de recursos tanto de mano de obra como hora-máquina, lo cual se manifiesta en las largas colas de espera. Además de ello, se evidenciaron otras causas como las malas proyecciones de ventas, lo cual conllevó a un mal cálculo del sistema de abastecimiento, ya que algunas veces no se trabajaba el producto por falta de materia prima. También se evidenció que el cambio de personal en el laboratorio afectó en el tiempo de realización de las pruebas de calidad, por lo que los productos esperaban ser trabajados mayor tiempo de lo usual, debido a la falta de experiencia de los laboratoristas en la realización de las pruebas, ya que el conocimiento lo tenían, sin embargo la rapidez y agilidad en su ejecución estaba en desarrollo. Finalmente, se detectó que la salida de vacaciones del Supervisor afectó en el trabajo de producción, ya que las tareas que realizaba el Supervisor quedaron suspendidas y fueron tomadas temporalmente por uno de los operarios en algunas ocasiones y en otras por el Jefe de Planta, lo cual causaba demora en ciertas aprobaciones y por ende mayor tiempo improductivo del producto, esto debido a una falta de organización interna al no tener un plan de trabajo y responsabilidades por la salida del Supervisor.

A continuación se muestra el gráfico 3.4 con el análisis de causas del tiempo improductivo utilizando el diagrama causa-efecto.

Gráfico 3.4

Diagrama Causa – Efecto del Tiempo Improductivo



Fuente: Elaboración propia en base al análisis de la toma de tiempos de LA EMPRESA (Marzo 2006)

En el siguiente cuadro 3.7 se muestra en qué porcentaje participaron las distintas causas antes expuestas en el tiempo improductivo medido. Siendo la principal causa, la falta de recursos tanto de máquina como de mano de obra.

Cuadro 3.7

Causas del Tiempo Improductivo de la Planta de Producción de LA EMPRESA

Evidencia	Causa	%
Producto en cola en procesos de producción	Falta de Recurso (mano de obra / hora - máquina)	93%
Producto en cola de laboratorio / Demora en la realización de pruebas de laboratorio	Falta de experiencia en la realización de pruebas de calidad	7%
Falta de Materia Prima	Mala proyección de ventas	
Demora en las aprobaciones del producto en línea	Falta de un plan de responsabilidades ante la salida de algún personal de vacaciones	

Fuente: Elaboración propia en base al estudio de tiempos realizado en Marzo 2006

Fortalezas y Debilidades del Área de Producción

En resumen, por lo que hemos visto con el análisis hecho, el área de producción posee tanto fortalezas como debilidades, las cuales se presentan a continuación y

trataremos de mejorar con un nuevo plan de mejora que se presentará en el siguiente capítulo.

Fortalezas del área de producción

- Posee operarios multifuncionales.
- Adaptabilidad de las instalaciones a la demanda que se presenta, ya que no terceriza ninguna operación.
- El área física de trabajo es justa para el buen desarrollo de cada operación.
- Tiene trabajadores estables en su puesto de trabajo evidenciado en la baja rotación de personal operativo, ya que estos se encuentran por lo menos 2 años laborando en LA EMPRESA.
- Cuenta con servicios complementarios adecuados para el personal masculino de operaciones como duchas, baños, vestidores y bebedores.

Debilidades del área de producción

- Falta de recursos en áreas críticas como el área de matizado que sólo cuenta con un empleado y una máquina para dicha tarea.
- Falta de algunas herramientas en la elaboración de ciertos productos como mallas delgadas de filtro usadas en el envasado y perlas de mayor diversidad de tamaños para la molienda.
- La utilización del método de elaboración de pintura no óptimo, como el uso de formulación directa, el cual lleva una ruta de trabajo larga que conlleva a un mayor tiempo de producción del producto, en vez de otro método que reduce la ruta y por ende el tiempo de producción logrando el mismo producto.
- Los servicios higiénicos y vestidores para el personal operativo no contempla al personal femenino, por lo que esta situación es incómoda para las laboratoristas.
- Método de elaboración de pintura utilizado no óptimo, el cual consiste en elaborar la pintura según la receta de laboratorio utilizando materia prima (formulación directa) y no productos intermedios, lo que genera que el tiempo de producción y de entrega al cliente sea mayor.

3.2 Del Sistema de Logística de Salida

Esta área consta de dos jefaturas: despacho y distribución; y almacén de productos terminados. En este punto nos enfocaremos con mayor énfasis a la jefatura de almacén de productos terminados por estar más relacionado con la propuesta de la presente tesis.

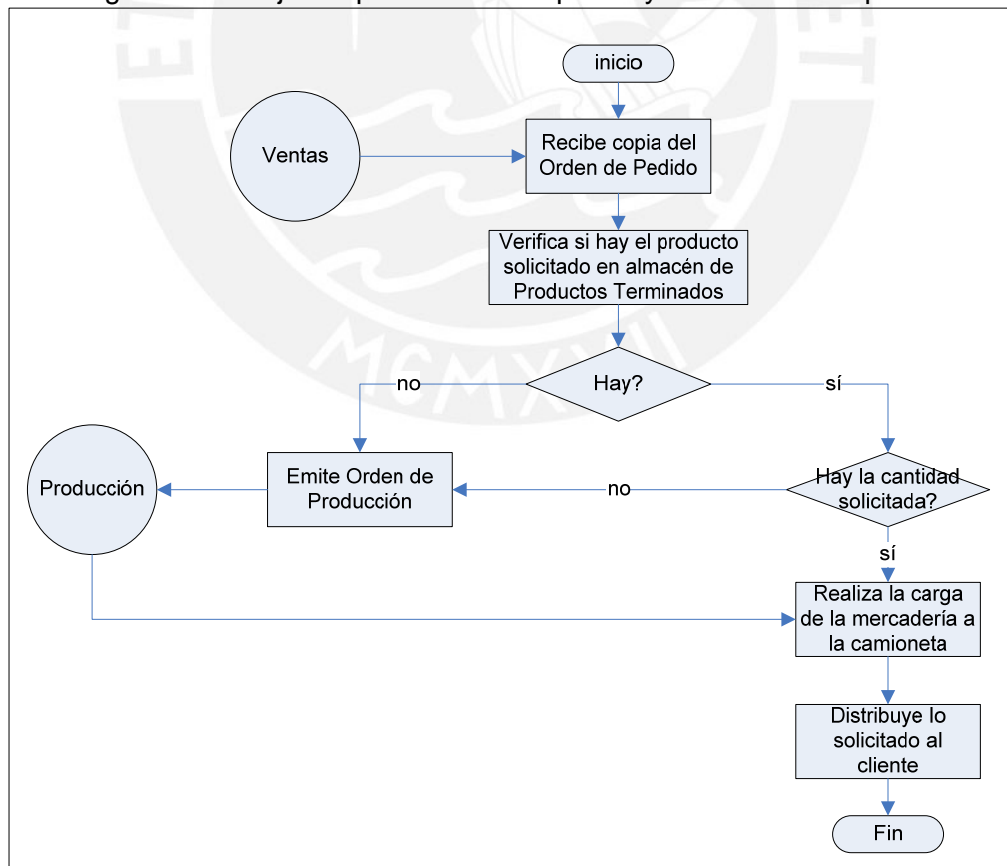
3.2.1 Jefatura de Despacho y Distribución

Como ya se mencionó en el capítulo II, punto 2.4 (pagina 47), la función principal de ésta jefatura es hacer la entrega de los pedidos a sus respectivos clientes, para ello debe relacionarse con otras áreas internas de la empresa, principalmente con el área de ventas, producción y almacén de productos terminados. Por lo que podemos concluir que su ubicación física en la empresa es la adecuada, pues optimiza la comunicación con las áreas adyacentes a ella, como la del almacén de productos terminados y producción, áreas de principal comunicación para el desarrollo de su trabajo (ver plano página 33).

Respecto a las funciones del área, las cuales se presentaron en el capítulo II, punto 2.4.1-b (página 40), estas están muy bien definidas y delimitadas para cada empleado, lo cual ayuda al buen desempeño de los trabajadores en sus tareas. En el siguiente gráfico 3.5 se presenta un diagrama de flujo con la secuencia de actividades realizadas por el personal de la jefatura de despacho y distribución.

Gráfico 3.5

Diagrama de Flujo del proceso de despacho y distribución de pinturas



Fuente: Elaboración propia con base a información brindada por la jefatura de despacho y distribución

3.2.2 Jefatura de Almacén de Productos Terminados

Como se mencionó en el punto 2.4.2-a (pagina 47), esta jefatura realiza el cálculo y seguimiento del lote económico del almacén de productos terminados, para ello utiliza el sistema EOQ, el cual logra calcular la cantidad que minimiza el costo total de mantener inventario en almacén de productos terminados. Este sistema es efectivo pues con su uso se logra evitar roturas de stock y la minimización de los costos de inventarios, tomando en cuenta que los parámetros con los que se trabajen sean los correctos. Sin embargo, se ha encontrado algunos parámetros que no han sido bien establecidos, los cuales influyen en los cálculos de las cantidades de las pinturas a mantener en stock y los costos que genera. Estos parámetros son los siguientes:

- Costo de colocar una orden de producción: \$ 7.70

Los costos de colocación de órdenes de producción (O/P) constan de los gastos de oficina para realizar una O/P tales como papel, tinta de impresora, entre otros; los costos de insumos utilizados para el mantenimiento de la impresora y se considera el tiempo del personal involucrado en esta tarea tales como el jefe de logística, jefe de producción y otros. Para ello, los gastos de cada elemento antes mencionado que participan en el cálculo de este parámetro se estiman según el porcentaje de participación en esta actividad. El detalle de la información se presenta en el siguiente cuadro 3.8.

Cuadro 3.8

Detalle de los Costos de Colocar una Orden de Producción

Parámetros	Sueldo Estimado	% participación	\$ x mes	\$ x orden ^{A/}
Gastos de Oficina	---	---	150	0.46
Costos de reactivos y muestras	---	---	400	1.23
Costo de solvente	---	---	150	0.46
Tiempo de personal involucrado	---	---	1,800	5.54
Jefa se logistica	1,800	5%	90	
Jefe de produccion	2,700	20%	540	
Supervisor de planta	1,080	50%	540	
Asistente de Control Calidad	450	50%	225	
Jefe de Control Calidad	1,080	25%	270	
Jefe de almacen	540	25%	135	
			4,300	7.7

Fuente: Elaboración propia en base a informacion brindada por la jefatura de almacen de productos terminados

^{A/} El número promedio de órdenes emitidas mensualmente es 325, dato proporcionado por el área de Operaciones.

❑ Costo anual de mantener inventario : 22%

Los costos por mantener inventario son aquellos en que la empresa incurre por tener productos terminados en almacén por un tiempo, tales como los costos de almacenamiento y manejo, costo de seguro de la mercadería y el costo de oportunidad de no invertir el dinero utilizado en la mercadería en inventario en un banco o en otro uso. Esto aplica al 100% de la mercadería en almacén. Además de ello, se consideran a los costos de merma y obsolescencia aplicada a una parte de la mercadería de más de un año en almacén. En el siguiente cuadro 3.9 se muestra el detalle de la información.

Cuadro 3.9
Detalle del Costo Anual de Mantener Inventario

Parametros	Aplicado a		Valor	%
Costo de almacenamiento y manejo	El 100% del inventario	100%	4%	4%
Impuestos a inventario, seguros	El 100% del inventario	100%	2%	2%
Costo de oportunidad	El 100% del inventario	100%	15%	15%
Costo de merma	El 20% del inventario con más de 1 año de antigüedad (8%)	20% x 8%	20%	0.32%
Costo de obsolescencia	El 5% del inventario con más de 1 año de antigüedad (8%)	5% x 8%	100%	0.40%
Total costo de mantener inventario				22%

Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por la jefatura de almacen de productos terminados

Los parámetros que se han utilizado son en su mayoría calculados según la experiencia que ha ido adquiriendo el encargado en su área de trabajo. Por ejemplo, para el costo de colocar una orden de producción se ha considerado una parte del sueldo del personal involucrado tal como se muestra en el cuadro 3.8. Para ello, se le aplica un porcentaje al sueldo que reciben las diferentes personas involucradas, el cual ha sido estimado por el jefe de esta área según su experiencia. A ello se le suma los gastos de oficina, costos de reactivo para el control y los costos de solventes para máquinas que finalmente dan como resultado el costo de colocar una orden de producción.

Para el costo anual de mantener inventario, expresado en porcentaje, se han calculado la mayoría de los costos, según lo invertido en ellos, tales como los costos de almacenamiento y manejo, impuestos y seguros, costo de oportunidad,

de merma y de obsolescencia. Sin embargo, el costo de oportunidad ha sido estimado por el encargado según su experiencia. Este costo, el de mayor relevancia para la definición del costo de mantener inventario, debe ser consultado con el gerente de la empresa, pues se sabe que la definición por costo de oportunidad es lo que dejaría de ganar si tuviera el capital que está invertido en inventario en otra inversión, ahorro u otro. Sin embargo, el valor de este costo ha sido estimado por el jefe de almacén de productos terminados el cual ha sido de 15%, valor que será revisado en la propuesta de mejora con el gerente general de la empresa.

Fortalezas y Debilidades del Área de Logística de Salida

Resumiendo lo visto por el área de Logística de Salida se presentan las siguientes fortalezas y debilidades.

Fortalezas del área de logística de salida

- Personal capacitado y experimentado.
- Personal multifuncional.
- Funciones bien establecidas y claras.

Debilidades del área de logística de salida

- Falta de integración de los datos con la visión, misión y estrategias de la empresa como es el caso del costo de oportunidad del capital de LA EMPRESA.

3.3 Del Sistema de Control de Calidad

En este punto se diagnosticará la situación de los tres puntos en los cuales se hace control de calidad al producto.

3.3.1 Control de Calidad a la Materia Prima

Como se mencionó en el capítulo II, punto 2.5.1-a (página 41), la empresa realiza pruebas de calidad a sus insumos para verificar que las propiedades exigidas al producto estén aprobadas según el valor que deban tener. Este control se realiza a muestras de lotes recibidos utilizando la tabla AQL, lo cual es correcto, ya que utilizan una herramienta de calidad para realizar el muestreo y no es simplemente al azar o realizada según la disponibilidad de tiempo del laboratorista.

El laboratorio lleva los registros de evaluación de las pruebas realizadas a la materia prima, los cuales revelan que la posibilidad de recibir materia prima defectuosa es baja, sin embargo no por ello dejan de realizar el control de calidad a sus insumos. Es importante mencionar que el proveedor además de enviar la materia prima junto con el registro de resultados de pruebas de calidad realizadas al producto, son en su mayoría certificadas en ISO 9000 – 2000, razón por la cual las devoluciones del producto de materia prima son bajas ya que los proveedores controlan sus procesos.

El laboratorio maneja la data de resultados de pruebas de calidad a la materia prima, la cual es utilizada para la evaluación de proveedores, información que se reporta a la jefatura de compras a través del jefe de laboratorio para evaluar el performance de sus proveedores, para ello se toma en cuenta la continuidad de fallas de la materia prima y el impacto que tendrían sus malos resultados, entre otros parámetros manejados por el área de compra tales como precios, entregas y otros. Y es decisión de la jefatura de compras o la gerencia, según el caso, las acciones a tomar.

3.3.2 Control de Calidad al Producto en Proceso de Elaboración

Respecto al control de calidad del producto en proceso, tal como se mencionó en el capítulo II, punto 2.5.1-b (página 40), esta tarea no es sólo realizada por el área de calidad, también lo realizan los propios operarios durante los diferentes procesos. La propiedad que se evalúa en este punto es la fineza de la pintura, la cual se desarrolla de forma visual utilizando el grindómetro (ver Anexo 1). Cada operario está capacitado en usar correctamente este instrumento de medición para observar la fineza de la pintura durante el proceso de elaboración.

Esta evaluación no se registra, sólo es una aprobación por parte del laboratorio para pasar al siguiente proceso, por lo que no se tiene data histórica. Debido a esto no se analizan las causas posibles de no obtener la fineza requerida luego de procesar la mezcla el tiempo indicado en la receta.

En este punto se recomienda tener un registro por tipo de pintura, color, máquina y tiempo requerido por proceso para obtener data de la aprobación de fineza por cada parámetro antes mencionados, ya que se podría detectar algunas tendencias por algún color específico o tipo de pintura y esto debido a la materia

prima, máquina en la que se trabaja el producto, entre otros factores que podrían encontrarse que ayudarían a mejorar la eficiencia de los procesos. Para ello, se utilizarían algunas herramientas básicas de la calidad como la lluvia de ideas, diagrama causa-efecto, diagrama de Pareto, entre otras.

3.3.3 Control de Calidad al Producto Terminado

Es importante mencionar que el control de calidad al producto terminado se realiza al 100% de los productos elaborados en la fábrica, lo cual permite asegurar la calidad de los productos producidos y entregados a los clientes. Sin embargo, tal como se mencionó en el capítulo II, punto 2.5.3-c (página 42), la realización de pruebas de calidad a las muestras de pinturas entregadas al laboratorio se realizan en un largo tiempo, lo cual causa que el proceso de control de calidad sea el tercer proceso como “cuello de botella”, esto según el estudio de tiempo realizado mostrado a detalle en el Anexo 4. La razón principal de ello es las herramientas e instrumentos del laboratorio que utilizan para la realización de pruebas de calidad explicadas a detalle en el Anexo 1, ya que estas se realizan en su mayoría de forma manual. Y aunque el personal del laboratorio está capacitado para la ejecución de estas pruebas de forma ágil, existen máquinas de mayor tecnología que pueden leer las propiedades de la pintura en pocos segundos, lo cual podría disminuir el tiempo que la pintura se encuentra en laboratorio y así disminuir las colas y por ende el tiempo de producción del producto.

Cabe resaltar que el laboratorio registra los resultados de las pruebas realizadas para todas las muestras que controla. Con esta información se evalúan las razones por la que la muestra de pintura no pasa al proceso de envasado directamente, encontrando que el 68% de los productos que no pasan a envasar son debido a la viscosidad de la pintura, ya que estas no llegan al valor que debería tener, esto debido principalmente por la pérdida de solvente. Sin embargo, el proceso de control de calidad no tiene como hábito el manejo de indicadores que muestren las tendencias en el tiempo de los problemas hallados en las pinturas, por lo que no realizan un análisis exhaustivo de causas. Por ello, se recomienda implementar indicadores internos de calidad a mostrar a gerencia para que se tomen acciones al respecto y poder así trabajar sobre los problemas principales que tienen los productos elaborados y mejorar la productividad de la empresa.

Es importante mencionar que los laboratoristas que realizan estas tareas son ingenieros químicos que conocen de propiedades químicas y otros temas relacionados a su especialidad, pero que no manejan la parte gestión y análisis de data recopilada, por lo que se recomienda a la empresa poner mayor énfasis no solo a la parte técnica sino también a la parte analítica, lo cual ayudará a mejorar procesos, disminuir costos, entre otros beneficios.

Además, hay que mencionar que los productos ya envasados que están en almacén no tienen un control de calidad para saber si sus propiedades no han cambiado después de un tiempo almacenado. Sin embargo, por política de la empresa, basada en pruebas realizadas por el laboratorio años anteriores, se tiene un tiempo establecido que los productos pueden estar en almacén, el cual es de un año. Sin embargo se recomienda controlar los productos en inventario para asegurar que los productos mantienen sus propiedades.

Fortalezas y Debilidades del Área de Calidad

En resumen, el área de control de calidad presenta las siguientes fortalezas y debilidades:

Fortalezas del área de Control de Calidad

- Tiene personal capacitado y experimentado en el área química.
- Tiene operarios multifuncionales.
- Asegura la calidad de todos los productos elaborados pues evalúan al 100% los productos fabricados.
- Realizan el análisis de data para la evaluación de proveedores de materia prima.

Debilidades del área de Control de Calidad

- Posee tecnología obsoleta en las herramientas de medición que utilizan.
- Falta de espacio físico para un correcto desarrollo para el área de control de calidad de producto terminado.
- Falta de análisis de data registrada de las pruebas de calidad realizadas al producto en proceso y producto terminado.
- Posee personal poco analítico y con pocas habilidades de gestión.
- Falta de control de calidad a los productos en inventario.

3.4 Del Sistema Organizacional

Hace algunos años, el sistema organizacional de la empresa no se encontraba bien definido ni estructurado. Ante esta situación es que en el 2006 se realizó un estudio de la organización de la empresa para diagnosticar la situación de la empresa y mejorarla, para ello se contrató personal con experiencia en estos estudios.

Actualmente, la empresa ya cuenta con un manual de funciones y responsabilidades, lo cual ha ayudado mucho al personal a tener claro sus responsabilidades, y también al nuevo personal que ingrese para conocer las funciones de cada puesto. Además de ello, LA EMPRESA cuenta con un manual de procedimientos, el cual contiene las actividades que deben seguirse para la realización de las tareas. Estos no se usan muy a menudo pues el personal de LA EMPRESA lleva años trabajando y ya conocen los procedimientos establecidos en el manual. Sin embargo, se ha encontrado evidencia que el nuevo personal del área de control de calidad lo utilizan.

Respecto al reglamento de la empresa, esta cuenta con ciertas normas que todos los empleados deben cumplir sin distinción de ningún área. Algunas de éstas son:

- Hora de entrada a LA EMPRESA: 8.00am. con tolerancia de 5 minutos.
- Hora de salida: 5.45pm.
- Horario de almuerzo para la parte operativa: 12.00m. y para la parte administrativa: 1pm. El tiempo de refrigerio dura 1 hora.
- Los operarios deben usar el uniforme de trabajo mientras laboren.
- Está prohibido fumar dentro de las instalaciones de LA EMPRESA.

Además de ello, se tienen ciertas políticas de la empresa como las siguientes:

- El trabajador que llega tarde a LA EMPRESA debe pedir permiso a su superior para su ingreso. Si se le da permiso, el trabajador sigue con sus labores pero se le descuenta el día de trabajo. En caso sea negado este permiso, el trabajador regresará a casa e igualmente se le descontará el día.
- Si la persona tiene tres tardanzas durante el mes, el trabajador es retirado de la empresa automáticamente.

En resumen, el sistema organizacional tiene las herramientas adecuadas para un buen desarrollo como lo son sus manuales de procedimientos y de funciones.

Además de ello, tanto el reglamento como políticas de la empresa están bien difundidas a todo el personal, de esta manera conocen las reglas de la empresa, las respetan y las cumplen.

Respecto a los organigramas de LA EMPRESA, como ya se mencionó en el punto 2.6 (página 43), estos son de estructura por departamentalización funcional, pues se agrupan por áreas funcionales, tal como el área financiera, de operaciones, administrativa, de calidad, entre otros.

Las ventajas de este tipo de sistema de organización son las siguientes:

- Claramente identifica y asigna responsabilidades respecto a las funciones indispensables para la continuidad de la organización.
- El agrupar a las personas y unidades sobre la base del trabajo que realizan, incrementa las oportunidades para utilizar maquinaria más especializada y personal mucho más calificado.
- Permite que las personas que realizan trabajos y que afrontan problemas semejantes, brinden mutuamente apoyo por la similitud de sus perfiles.
- Reduce la duplicación de equipo y esfuerzo.

Ahora pasamos a listar las desventajas de este tipo de sistema de organización:

- Cuando existe esta organización, las personas se preocupan más por el trabajo de su departamento que del servicio o producto en general que se presta o se vende, esto causa una suboptimización organizacional.
- Las personas que realizan diferentes funciones habrán de encontrarse separadas unas de otras, afectando coordinación y comunicación que fluye de una función a otra.

3.5 Del Sistema de Ventas

Como ya se mencionó en el punto 2.7 (página 47), el sistema de ventas tiene personal especializado para las ventas de pinturas industriales como marinas, los cuales son capacitados con cierta frecuencia. Es importante mencionar que el área de ventas realiza su trabajo en tres actividades. La primera es explicar a los clientes la pintura adecuada para su sistema, para ello examina el sistema donde se va a aplicar la pintura y así poder ver las condiciones en las que estaría expuesta, todo ello

basándose en normas estandarizadas. La segunda etapa ocurre después de la venta realizada, consiste en que el personal técnico especializado está presente en la aplicación de la pintura para ver que ésta sea aplicada de la manera adecuada en las superficies necesarias y evitar así reclamos injustificados sobre el producto cuando cabe la posibilidad de que la responsabilidad pueda ser del personal que aplica el producto. La última etapa es el servicio post venta que se ofrece a los clientes.

Asimismo, como parte del servicio se incluyen pruebas en otros laboratorios para validar propiedades que no pueden medirse en el laboratorio de la empresa. Estos casos son pocos, por ejemplo, algún cliente solicitó saber la fuerza de tracción de materiales pintados con las pinturas elaboradas en la empresa. Estas pruebas sirven al área de ventas para demostrar que la pintura vendida está certificada y asegura la calidad y propiedades de la pintura por otros laboratorios de prestigio.

Por tanto, podría decirse que el área de ventas está bien estructurado y ofrecen un servicio de calidad a sus clientes. Además de ello, posee personal especializado con años de experiencia en la industria lo cual fortalece ésta área.

Finalmente, se debe mencionar que el área de ventas maneja objetivos anuales e indicadores establecidos por la gerencia de la empresa. Para ello, cada vendedor también tiene como función capturar nuevos clientes para llegar a su nivel de ventas trazado. Además, manejan indicadores que miden de alguna forma el servicio entregado a sus clientes, tales como las entregas a tiempo y cantidad entregada, los cuales son en promedio 68% y 100% respectivamente, lo cual se tratará de mejorar con la propuesta de la presente tesis. También llevan un control sobre los reclamos de los clientes, los cuales suceden pocas veces.

3.6 De LA EMPRESA

Luego del diagnóstico de cada área (Producción, Logística de Salida, Calidad, Organización y Ventas) se puede decir que LA EMPRESA posee áreas en las cuales el manejo es el adecuado y no cuentan con muchos problemas en ellos, como lo son las áreas de venta y organización. Sin embargo, las áreas restantes podrían cambiar ciertos aspectos críticos para mejorar su manejo. En este caso tenemos el área de producción, logística de salida y calidad.

Para saber cómo interactúa cada área antes mencionada con las restantes, en la siguiente página se presenta el gráfico 3.6, el cual muestra de manera global el funcionamiento regular de la empresa, en el cual se verá la participación de cada área analizada.

A continuación se listan las fortalezas y debilidades de LA EMPRESA como un todo.

Fortalezas de LA EMPRESA:

- Carta de clientes de prestigio.
- Su mercado objetivo se encuentra en crecimiento.
- Trabaja bajo pedido.
- Personal altamente capacitado y con experiencia.

Debilidades de LA EMPRESA:

- No cuenta con herramientas e instrumentos modernos que ayudan a disminuir el tiempo de las mediciones de las pruebas de calidad.
- Falta de integración de las diferentes áreas de LA EMPRESA. No todas buscan el avance de LA EMPRESA en conjunto sino de forma individual y ello debido al tipo de distribución que cuenta la empresa.
- No cumple al 100% con las fechas de entrega a tiempo de los pedidos.
- Falta de recursos en puestos críticos lo cual no permite total flexibilidad ante la demanda de los clientes y las entregas tardías.
- Falta de algunos indicadores en cada área para un mejor control de los procesos.

CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA

La propuesta a presentar en este capítulo será aplicado a las pinturas epóxicas por ser el producto estrella de LA EMPRESA. Lo que se propone es un cambio en la forma de elaboración de la pintura pasando de formulación directa a elaboración en base a productos intermedios (*bases y pastas*²⁸), lo cual generará varios beneficios que se listarán posteriormente. Recordemos que una de las causas que originaban mucha pérdida de solvente era por la forma de elaboración pues utilizaban la formulación directa (ver punto 3.1.1, página 49), razón por la cual se está proponiendo un nuevo método que en la actualidad es utilizada por las empresas líderes del mercado.

Para aplicar esta propuesta, elaboración de pintura epóxica en base a bases y pastas, se requiere de cierta condición, la cual conllevará a realizar algunos cambios en algunos procesos. Esta condición es mantener en stock la cantidad necesaria de los productos intermedios (bases y pastas) para evitar un desabastecimiento de ellos.

Los cambios en los que se incurrirán por el cambio de metodología de elaboración son los siguientes:

- Mantener en stock bases y pastas envés de productos terminados, para ello se requerirá calcular el lote económico de estos productos intermedios.
- Revisar los procesos críticos de esta metodología para evitar tener largas colas.
- Dar a conocer al personal respecto al cambio de metodología para las pinturas epóxicas.

Ante estos cambios LA EMPRESA busca aumentar su rentabilidad y mejorar la productividad, por ello esto conllevará a obtener los siguientes beneficios, los cuales serán demostrados durante el desarrollo de este capítulo.

- Disminución del tiempo de producción de la pintura epóxica.
- Incremento en el número de productos atendidos ofreciendo mayor diversidad de colores.
- Mejorar el indicador de atención al cliente respecto al cumplimiento de las entregas de los pedidos a tiempo.
- Disminución de costos de inventario.

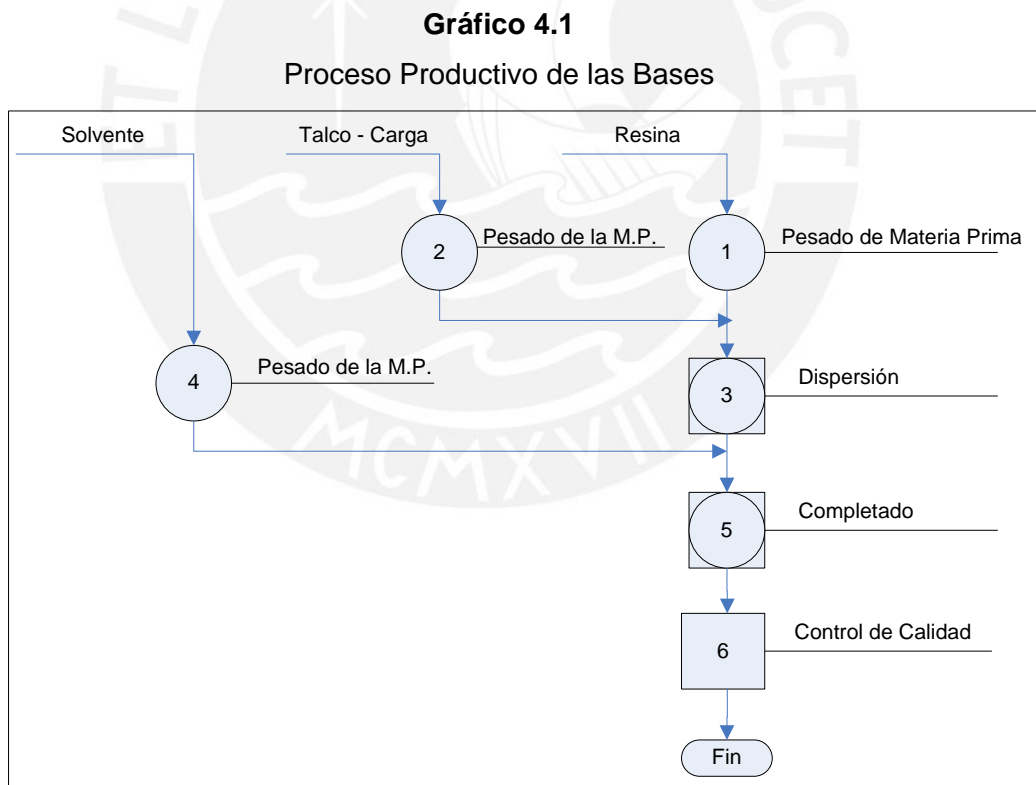
²⁸ Bases y pasta: Productos semi elaborados para la fabricación de la pintura. La base, como lo menciona el nombre, es el cuerpo de la pintura y las pastas son el pigmento que dará el color al producto.

En los siguientes puntos se explicará detalladamente cómo se logrará cumplir con los requisitos necesarios para la implementación de la nueva metodología y así llegar a los logros antes mencionados. Para ello se han desarrollado diferentes trabajos en el área de producción y área de logística de salida (manejo de inventario) que se expondrán a continuación.

4.1 De La Producción

Como ya se mencionó, lo que se propone es el uso de bases y pastas para la elaboración de pinturas epóxicas y así lograr aumentar los ratios de productividad y atención al cliente. Para ello, el proceso productivo de las pinturas epóxicas con esta metodología varía.

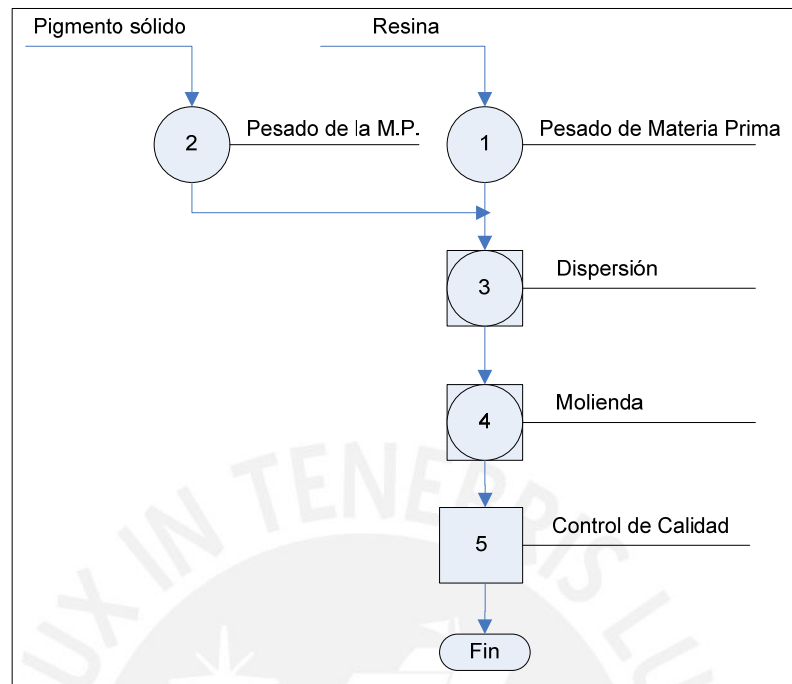
A continuación se muestra los procesos de elaboración de bases, pastas y el producto epóxico en sí, cada uno con sus respectivos comentarios.



Fuente: Elaboración propia en base a información del área de producción

Gráfico 4.2

Proceso Productivo de las Pastas



Fuente: Elaboración propia en base a información del área de producción

Para el caso de los productos intermedios o pre-fabricados como se ve en los gráficos 4.1 y 4.2, lo que se obtiene al final de los diferentes procesos productivos son las bases y pastas, los cuales son almacenados en el almacén hasta que se requiera su uso. Además se observa que el proceso productivo es corto, pues para la elaboración de dichos productos solo basta con la dispersión, completado o molienda según sea el caso y el control de calidad, por ello el tiempo de producción será menor, el cual será revisado posteriormente.

Cabe mencionar que la elaboración de estos productos se realiza con poca frecuencia pues la cantidad que se elabora, obtenida del sistema EOQ que se verá más adelante, alcanza para un periodo aproximado de 1 mes para las bases y para las pastas puede durar entre 1 y 5 meses. Es importante mantener estos productos protegidos ante el medio ambiente, pues la contaminación de éstos puede perjudicar la calidad de la pintura, por ello las pailas deben estar correctamente tapadas.

En los siguientes cuadros se observará el tiempo estándar de cada proceso para la elaboración de bases y pastas, el cual es 276 minutos y $(189 + 1.95X)$ minutos

respectivamente, donde 'X' representa el número de galones a producir. El detalle del estudio de tiempo se muestra en el Anexo 5.

Cuadro 4.1

Tiempos Estándares de Producción para las Bases y Pastas

BASES		PASTAS	
Operaciones	min.	Operaciones	min.
Pesado de Materia Prima	35	Pesado de Materia Prima	23
Dispersión	90	Dispersión	40
Completado	32	Preparado para molienda	7
Control de Calidad	119	Molienda	1.95 x galón
		Control de Calidad	119

Fuente: Elaboración propia basado en el estudio de tiempos realizado (Marzo 2006).

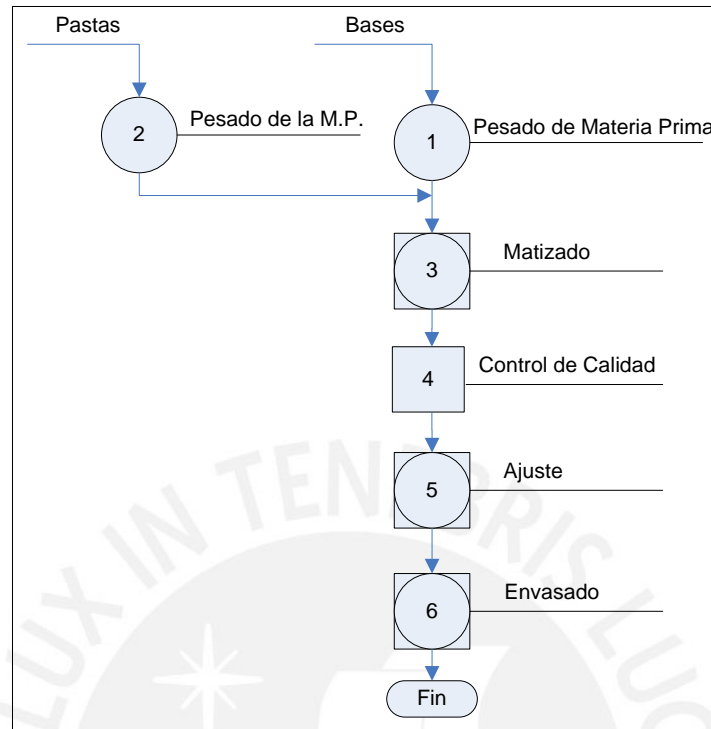
Al igual que para las bases y pastas, el proceso productivo de las pinturas epóxicas también es corto, esta consiste en matizar la pintura, pues mientras se da la operación de matizado, la mezcla se dispersa logrando que estas dos operaciones se realicen en la misma máquina. Luego de matizar la pintura al color solicitado por el cliente, se lleva una muestra de la pintura elaborada al laboratorio para la realización de pruebas de calidad requeridas, las cuales se mencionaron anteriormente en el capítulo anterior (página 30).

En este caso, la propiedad de mayor importancia es el color de la pintura, en caso la muestra no obtenga el color de la muestra patrón o no pase alguna prueba se le reajusta el color hasta conseguir el color del patrón o adiciona algún aditivo según sus evaluaciones. Finalmente, cuando la pintura pasa satisfactoriamente las pruebas de calidad, esta continúa con el proceso de envasado para luego ser entregada al cliente.

En la siguiente página se muestra el gráfico 4.3 del proceso productivo de pinturas epóxicas elaboradas con bases y pastas.

Gráfico 4.3

Proceso Productivo de Pinturas Epóxicas con Bases y Pastas



Fuente: Elaboración propia en base a información del área de producción

Esta manera de elaborar la pintura epóxica toma un tiempo de $(273 + 0.96X)$ minutos, donde X es la cantidad de galones a elaborar. Esta metodología comparada con la metodología de fórmula directa toma un menor tiempo de producción. Los tiempos de cada operación se presentan en el siguiente cuadro y en el Anexo 5 se muestra el detalle del estudio de tiempo.

Cuadro 4.2

Tiempos Estándares de Producción para la Fabricación de Pinturas Epóxicas

PINTURA EPÓXICA	
Operaciones	min.
Pesado de Materia Prima	30
Matizado / Dispersión	75
Control de Calidad	119
Ajuste/Adición	27
Preparado para envasado	22
Envasado	0.96 x galón

Fuente: Elaboración propia basado en el estudio de tiempos realizado (Marzo 2006).

Por tanto, luego de analizar los tiempos de producción de cada metodología se puede realizar una comparación de resultados. Para ello, se calcularán los tiempos en base

a un lote de 100 galones, si éste se hiciera con la fórmula directa tomaría un tiempo de 533 minutos (8 horas y 53 minutos), mientras que si se realiza con bases y pastas este solo tomaría 369 minutos, lo cual representa 6 horas y 9 minutos. Con ello, se demuestra que el método propuesto ahorra el tiempo de producción de las pinturas epóxicas en un 31% respecto a lo que en la actualidad se utiliza (formulación directa).

Luego de este análisis, en el cual se ha demostrado el ahorro en el tiempo de producción, es importante mencionar que el área de trabajo de mayor relevancia para esta metodología es el área de matizado, pues como se mencionó en el capítulo 3 (gráfico 3.3 – página 57) es el puesto en el que se genera más colas de espera y por ende es el cuello de botella de la producción. Por ello, para aplicar esta metodología hay que tomar en cuenta que los recursos de dicha área deberían aumentarse, para ello las posibles acciones a realizar son: aumentar el personal de matizado, pues sólo hay un matizador, aumentar la maquinaria y personal del puesto de matizado, o acoplar a la maquinaria para que sea capaz de matizar 2 o más productos a la vez.

Estos posibles cambios en el puesto de matizado son necesarios para lograr el ahorro en el tiempo de producción de la pintura epóxica y así poder entregar el producto al cliente en la fecha acordada. Para ello también es importante mantener en inventario las cantidades necesarias de bases y pastas, insumos para la elaboración de pinturas epóxicas, lo cual se desarrollará en el siguiente punto.

Además cabe resaltar que la metodología propuesta puede lograr que la empresa se vuelva flexible ante los cambios de demanda y ante los gustos de los clientes, pues estaría preparado para fabricar cualquier color que desee el cliente en un menor tiempo, a diferencia de la metodología actual que trabaja con los colores de mayor venta en el mercado, y para el resto de colores, el tiempo de entrega es mayor debido a la dificultad de realizar la fórmula.

4.2 Del manejo de inventarios

El cambio relacionado con el manejo de inventarios por la metodología propuesta es pasar de mantener inventarios de productos terminados a mantener productos intermedios, productos semielaborados, llamados bases y pastas. Cabe mencionar que tanto las bases como las pastas pueden mantenerse en inventario sin perder sus

propiedades por un periodo no mayor a un año, información confirmada por laboratorio, aunque esto no signifique que el tiempo de almacenamiento de estos productos serán un año. Tal como se mencionó en el punto 4.1 (página 74) las bases se mantendrían en almacén un promedio de un mes y las pastas de 1 a 5 meses según el color.

Para demostrar la conveniencia de esto se ha hecho un análisis de costos, es decir el ahorro que representaría el mantener bases y pastas en almacén. Para ello, se ha realizado dos trabajos, uno de ellos fue realizar el estudio de inventario de productos terminados y el segundo fue realizar el mismo estudio respecto a las bases y pastas. Con estos dos resultados se compara los costos y se calcula el ahorro generado si hubiera.

Es importante mencionar que la razón por la cual se realiza el estudio de inventarios de productos terminados y no se usa el existente es debido a que los parámetros utilizados en el existente no son los adecuados (ver cuadro 3.7 – página 62), los cuales se han corregido para el nuevo estudio a presentar a continuación.

4.2.1 Estudio de Inventario para Productos Terminados.

a. Metodología utilizada

- Definir los productos de alta rotación que deben mantener stock en almacén de productos terminados.
- Hallar el lote económico de producción para los productos de alta rotación.
- Evaluar la capacidad de almacenes.

b. Parámetros utilizados

Luego de tener el esquema de trabajo se continúa con el levantamiento de información. La primera actividad realizada fue obtener información de las ventas para que con esos datos se trabaje el estudio de inventarios. El motivo por el cual se escogió el periodo de un año fue debido a que los productos presentan una demanda estacional a lo largo del año. Luego se hizo una clasificación de los productos de alta rotación ya que con estos deberíamos trabajar para el EOQ, encontrando en su mayoría a pinturas epóxicas. La manera en que se estableció a los productos de alta rotación fue siguiendo la siguiente fórmula:

$$R = \frac{SALIDAS}{Inv.prom.}$$

Donde:

R: Rotación de un artículo en un periodo de tiempo específico

Luego de clasificar los productos rotacionales, se hallaron los costos de ordenar una orden de trabajo y el costo de mantener el producto en almacén. Para el costo de colocar una orden se consideraron parámetros como personal involucrado en dicha actividad, material de oficina utilizado e insumos usados, tal como se mostró en el capítulo anterior (cuadro 3.6 - página 62).

Cuadro 4.3

Detalle de los Costos de Colocar una Orden de Producción

Parámetros	Sueldo Estimado	% participación	\$ x mes	\$ x orden ^{A/}
Gastos de Oficina	---	---	150	0.46
Costos de reactivos y muestras	---	---	400	1.23
Costo de solvente	---	---	150	0.46
Tiempo de personal involucrado	---	---	1,800	5.54
Jefa se logística	1,800	5%	90	
Jefe de produccion	2,700	20%	540	
Supervisor de planta	1,080	50%	540	
Asistente de Control Calidad	450	50%	225	
Jefe de Control Calidad	1,080	25%	270	
Jefe de almacen	540	25%	135	
			4,300	7.7

Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por la jefatura de almacén de productos terminados

^{A/} El número promedio de órdenes emitidas mensualmente es 325, dato proporcionado por el área de Operaciones.

Para el costo de mantener inventario se consideraron los mismos parámetros mencionados en el capítulo anterior, punto 3.2.2 (ver cuadro 3.7 - página 63), tales como el costo de oportunidad, seguros, impuestos, entre otros. Sin embargo, para el costo de oportunidad de la empresa se revisó el valor utilizado, ya que el costo de oportunidad es lo que la empresa deja de ganar por mantener el capital invertido en productos en inventario – capital inmovilizado – para lo cual se requiere la participación directa del gerente general y no una simple estimación del encargado del almacén. Por ello, para esta propuesta se presenta un nuevo valor del costo de oportunidad, el cual ha sido revisado por gerencia general y el área de finanzas, estableciendo que el costo de oportunidad de la empresa es

30%, valor que deja de ganar LA EMPRESA si tuvieran dicho capital en otras inversiones.

Cuadro 4.4

Detalle del Costo Anual de Mantener Inventario

Parametros	Aplicado a		Valor	%
Costo de almacenamiento y manejo	El 100% del inventario	100%	4%	4%
Impuestos a inventario, seguros	El 100% del inventario	100%	2%	2%
Costo de oportunidad	El 100% del inventario	100%	30%	30%
Costo de merma	El 20% del inventario con más de 1 año de antigüedad (8%)	20% x 8%	20%	0.32%
Costo de obsolescencia	El 5% del inventario con más de 1 año de antigüedad (8%)	5% x 8%	100%	0.40%
Total costo de mantener inventario				36.72%

Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por la jefatura de almacén de productos terminados y gerencia

Los valores que se obtuvieron para este caso fueron los siguientes:

Costo de colocar una orden → \$ 7.70

Costo de mantener inventario → 36.72%

c. Lotes Económicos de Productos Terminados (EOQ' s)

Luego de tener todos esos datos, se continuó con el cálculo del lote económico y los costos incurridos. Para ello se utilizó la siguiente fórmula, explicada en el punto 1.3.2 (página 13).

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C}}$$

Donde:

D: demanda anual

S: Costo de ordenar

C: costo unitario del producto

i: Costo por mantener inventario (%)

A continuación se muestra el EOQ de algunos productos.

Para ver la información completa del lote económico de todos los productos de LA EMPRESA ver Anexo 6.

Cuadro 4.5

Cálculos de EOQ para Productos de Alta Rotación

DESCRIPCION	DEM ANUAL (galones)	S (\$)	C UNIT \$	H	EOQ (galones)	LT (días)	SS -95% (galones)	Consumo durante aprovisionamiento	INV. SEGURIDAD TOTAL (galones)	EOQ*
DISOLVENTE EPOXICO	4.174	7,7	6,8	37%	160	3	49	35	84	150
CATAL. P/ESMALTE EPOXI	798	7,7	14,7	37%	48	3	8	7	14	48
THINNER 91-92	3.726	7,7	6,5	37%	155	3	54	31	85	150
SIGMACOVER 280 HARDENER	1.110	7,7	13,1	37%	60	5	46	15	62	60
SIGMACOVER 280 YELLOW/GREEN 4009	3.427	7,7	11,3	37%	113	6	96	57	154	113
CATAL. AUROMASTIC 80 SR	2.842	7,7	10,5	37%	106	6	53	47	100	106
CATAL. P/ANTICORROSIVO EPOXI	122	7,7	15,2	37%	18	3	1	1	2	18
ESMALTE EPOXICO BLANCO	719	7,7	16,5	37%	43	6	14	12	26	43

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro 4.5 se ha calculado el lote económico EOQ aplicando la fórmula de la página anterior. Luego de calcular las cantidades correspondientes a cada producto rotacional se hizo un análisis de los resultados, es decir, se ajustó la teoría a la realidad de la empresa. La capacidad máxima de producción de la planta es de 150 galones y los costos incurridos en producción mayormente son fijos, por lo que se ha ajustado los resultados obtenidos de EOQ según la capacidad de planta. Por ejemplo, para el primer caso (Disolvente Epóxico) se tenía inicialmente un lote económico de 160 galones, pero por la restricción de capacidad de planta se ajusta este valor a 150 galones (1 lote máximo de producción). Lo mismo sucede con el tercer producto: Thinner 91-92, y así como estos dos casos, hubo unos 8 productos más con el mismo ajuste mostrados a detalle en el Anexo 6, lo cual conllevó a un análisis de costos pues estos también variaban, ya que la cantidad del lote cambiaba.

Como se sabe, el lote económico EOQ es el lote que genera menores costos tanto de mantener inventario como de generar órdenes. Así que cualquier cambio en su valor generará un incremento en el costo. Para calcular este valor se utilizaron las siguientes fórmulas.

CT (q) = Costo de ordenar + Costo de posesión de inventario

CT (q) = # de ordenes x costo unitario por ordenar
+ inv. promedio x costo de mantener

$$CT(q) = \frac{D}{EOQ} * S + \frac{EOQ}{2} * i * C$$

Donde:

D: demanda anual

EOQ: lote económico

S. costo de ordenar

i: costo por mantener inventario (%)

C: costo unitario del producto

A continuación se muestra un ejemplo del ajuste de los costos involucrados al mantener inventario, esto debido al cambio del valor de EOQ hallado inicialmente según la capacidad de producción de la planta. Los costos se hallaron usando la fórmula presentada anteriormente.

Cuadro 4.6

Cambios en el Costo por Ajuste del EOQ por la Capacidad
de la Planta de Producción

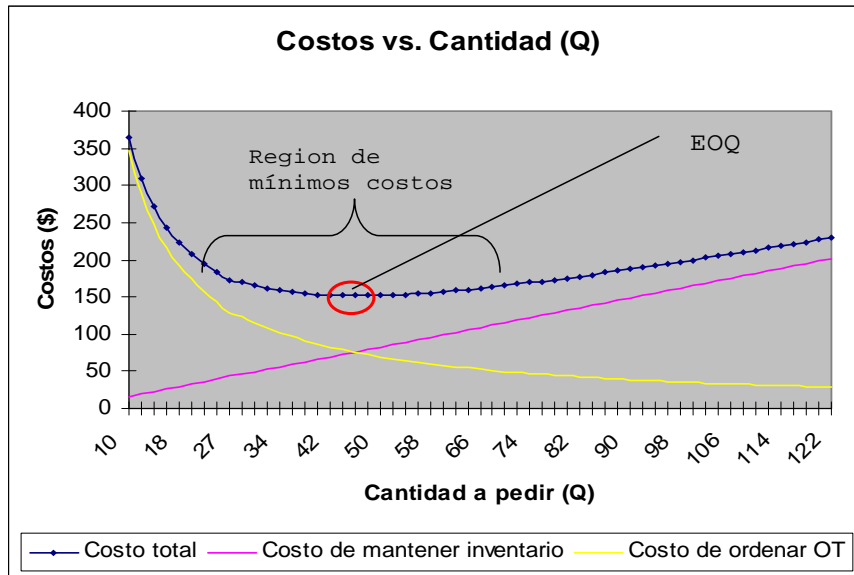
PRODUCTO	EOQ	Costo de Pedir (\$ x año)	Costo de Mantener (\$ x año)	Costo de Total (\$ x año)
Disolvente Epóxico	160	200	410	610
	150	214	397	611

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro anterior, el cambio en los costos es mínimo ya que la variación del valor de EOQ no es mucha. Por tanto, estos ligeros cambios modificarán el valor del costo de mantener inventario en poca magnitud pues los ajustes realizados caen dentro de la zona de costos mínimos. A continuación se presenta el gráfico de los costos para sistemas de inventarios, en el cual se aprecia la zona de costos mínimos.

Gráfico 4.4

Curva de costos según la cantidad a pedir



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el gráfico 4.4 existe una región de costos mínimos en los cuales la variación de la cantidad a pedir no hace variar mucho el costo total. Cabe mencionar que el mantener productos terminados en almacén no solo incluye a los productos epóxicos, producto estrella de la empresa, sino también a otros pocos productos de alta rotación.

A continuación se presenta el cuadro 4.7 con el costo incurrido por mantener en inventario sólo pinturas epóxicas. En el Anexo 7 se muestra el detalle de la información.

Cuadro 4.7

Costos por Mantener Inventario de Producto Epóxicos en Almacén

	Costo de Mantener \$	Costo de Ordenar \$	Costo Total \$
Productos Terminados Epóxicos	2,130	1,472	3,602

Fuente: Elaboración propia

d. Capacidad de almacén

Finalmente, se estudió la capacidad del almacén para ver si el estudio del EOQ realizado era viable almacenarlo según el espacio disponible en el almacén actual.

Para ello, se contó el número de racks y parihuelas que entraban en almacén. Luego, junto con el encargado del área, se establecieron los galones que entraban por parihuela según la presentación del envase del producto. Finalmente, se calculó la capacidad del almacén según los envases que almacena. A continuación se muestra el cuadro de resultados.

Cuadro 4.8

Capacidad de Almacén de Productos Terminados

Presentación	%	# Parihuelas	Galones
1 Gln.	50%	45	4,320
5 Gln.	15%	13	3,900
20 Lt.	25%	22	4,185
Galonera	10%	9	1,944
0,25 Galones		3	432
		TOTAL	14,781

Fuente: Elaboración propia según la información brindada por jefatura de almacén.

Según el cuadro 4.8, la capacidad disponible del almacén de productos terminados es de 14,781 galones. Según el estudio de EOQ para productos terminados de alta rotación – metodología de formulación directa – se requiere una capacidad de 3.418 galones (ver Anexo 6), con esto se demuestra que la capacidad de almacén de productos terminados no es una restricción.

e. Resultados

Con este estudio se demostró la viabilidad de la aplicación de este sistema EOQ con las cantidades calculadas pues estas fueron ajustadas a las condiciones de la empresa y además se mostró que el almacén tenía espacio suficiente para almacenar la cantidad que el nuevo sistema de inventario pedía, el cual era de 3.418 galones.

También se realizó una comparación de los costos por mantener inventario entre el sistema actual, el cual tiene establecido un costo de oportunidad menor al que gerencia estableció, y el sistema EOQ anteriormente desarrollado con el parámetro de costo de oportunidad ajustado a 30%. Para ello, a diferencia del cuadro 4.7 que sólo considera a los productos epóxicos, aquí se trabaja con todos los productos de alta rotación de LA EMPRESA, esto incluye a los productos poliuretanos, epóxicos, de señalización, entre otros (ver tipos de productos que elabora LA EMPRESA – página 23). Esta comparación da como resultado una

sub-estimación de costos de aproximadamente 3,800 dólares, diferencia debida principalmente a los diferentes valores de costo de oportunidad utilizados. Por ello, la importancia de tener la información correcta para estos cálculos

En el siguiente cuadro 4.9, se muestra las diferencias en costos entre ambos casos. En el Anexo 8 se muestra el detalle de la información.

Cuadro 4.9

Cuadro Comparativo del Sistema de EOQ Actual y
Propuesto de Productos Terminados

Sistema Actual		Sistema EOQ desarrollado	
Costo anual de pedir \$	Costo anual de Mantener \$	Costo anual de pedir \$	Costo anual de Mantener \$
4,654	7,589	5,382	10,705
12,244		16,087	

Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por jefatura de almacén de productos terminados y estudios realizados

Es importante mencionar que el número de productos epóxicos, producto estrella de la empresa, que se consideran como productos de alta rotación son sólo 13 productos (ver anexo 7), por lo que la atención rápida al cliente sólo se daría para estos trece productos. Sin embargo la variedad de colores que hay del producto epóxico es mucho más que los trece listados en el Anexo 7.

4.2.2 Estudio de Inventario para Bases y Pastas.

a. Metodología utilizada

- Clasificar a los productos epóxicos de LA EMPRESA
- Establecer su composición química
- Establecer las cantidades necesarias de cada base y pastas
- Hallar el lote mínimo de producción para dichos productos
- Comparación de la metodología de EOQ de los productos terminados con bases y pastas

b. Parámetros utilizados

Los parámetros utilizados son los mismos que se consideraron para el punto 4.2.1, es decir, el costo de ordenar una orden de trabajo y el costo de mantener el producto en almacén (ver cuadro 4.3 – página 80 y cuadro 4.4 – página 81).

Costo de mantener inventario → 36.72%

Costo de colocar orden de producción para bases o pastas → \$7.70

c. Lotes Económicos de Bases y Pastas (EOQ' s)

Para elaborar las pinturas epóxicas en base a bases y pastas se necesita los siguientes insumos:

- Base Epóxica Blanca
- Base Epóxica Z (incolora)
- Pastas de colores²⁹.

Luego de tener todos estos datos se continuó a calcular los valores del lote económico para cada producto semielaborado (producto intermedio) y los costos incurridos. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{i * C}}$$

Donde:

D: demanda anual

S: costo de ordenar

C: costo unitario del producto

i: costo por mantener inventario (%)

A continuación se muestra el EOQ para los productos intermedios:

Cuadro 4.10

Cálculos de EOQ para Bases y Pastas

Producto Intermedio	Demanda Anual (galones)	S	C. Unitario \$	H	EOQ	Inventario de Seguridad
Base Epóxica Z	2,134	7.7	4	37%	269	154
Base Epóxica Blanca	2,157	7.7	5	37%	235	107
Pasta Amar. Medio	459	7.7	7	37%	65	51
Pasta Azul	205	7.7	12	37%	33	15
Pasta Verde	121	7.7	8	37%	31	15
Pasta Naranja	79	7.7	11	37%	21	7
Pasta Negra	51	7.7	6	37%	22	4
Pasta Roja	47	7.7	11	37%	17	4
Pasta Amar. Ocre	33	7.7	3	37%	25	13

Fuente: Elaboración propia

²⁹ Se requiere de 7 colores en pastas

Como se muestra en el cuadro 4.10 se ha hallado el lote económico EOQ aplicando la fórmula para las bases y pastas. Luego de hallar las cantidades correspondientes a cada producto intermedio, se realizó un análisis de los resultados, obteniendo que para este caso no se requiere ajustar las cantidades según la capacidad de planta (150 galones), ya que los montos hallados para las pastas son menores al lote máximo de producción y para las bases se produciría dos lotes.

Como ya se mencionó anteriormente, el lote económico EOQ es el lote que genera menores costos por mantener inventario. Utilizando las fórmulas de costos presentada en el punto 4.2.1-c (página 83) se hallan los costos por mantener las bases y pastas en almacén, que son presentadas en el siguiente cuadro 4.11. En el Anexo 9 se muestra la información detallada.

Cuadro 4.11

Costo por mantener inventario de bases y pastas en almacén

	Costo de Mantener \$	Costo de Ordenar \$	Costo Total \$
Bases Epoxicas	877	434	1.310
Pastas	621	308	920
Costo Toal \$	1.498	742	2.230

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro 4.11, el costo que genera mantener inventario de bases y pastas es relativamente bajo debido a que el costo de dichos productos son menores, y por las bajas cantidades que se requiere de las pastas. La razón por la cual el consumo de pastas es bajo es debido a que para matizar una pintura se necesita poca cantidad de pasta por su alta concentración.

d. Capacidad de almacén

Como ya se revisó anteriormente, la capacidad de almacén es de 14,781 galones. Para este caso, si se mantuviera bases y pastas para las pinturas epóxicas, se necesitaría un espacio para inventario de 730 galones.

Cabe mencionar que el espacio libre es utilizado para los otros tipos de pintura y productos que fabrica la empresa.

e. Resultados

Luego de realizar el estudio de mantener bases y pastas en inventario se puede decir en base a un análisis económico que la manera en la que se genera mayores ahorros es manteniendo bases y pastas. Se incurriría en un costo aproximado de 2,300 dólares por mantener bases y pastas en inventario comparado con 3,600 dólares aproximadamente al tener sólo productos epóxicos terminados en almacén (ver cuadro 4.7 – página 84). Esto generaría un ahorro aproximado de 1,300 dólares.

Además es importante mencionar que al mantener productos terminados en almacén, solo se tendría en stock 10 productos epóxicos. Sin embargo, lo que propone la metodología de bases y pastas es agilizar la producción de pinturas epóxicas mediante el uso de bases y pastas para matizarlo, lo cual nos permitiría atender cualquier color de forma rápida (según histórico: 82 colores), siempre y cuando se mejoren los recursos del área de matizado.

Para hacer una analogía de la vida real, lo que representa fabricar las pinturas por bases y pastas es en la industria de comidas como preparar una comida precocida, que solo calentándolo está lista. Para el caso de la industria de pinturas, solo sería necesario matizarlo. Esto es una buena oportunidad para mejorar la atención al cliente, la cual es utilizada por las grandes empresas de este rubro.

En el próximo capítulo “Comparación de la Metodología Actual y Propuesta” se hará un cuadro comparativo entre la metodología actual – EOQ de productos terminados- y la metodología propuesta – EOQ de bases y pastas.

CAPITULO V. COMPARACION DE LA METODOLOGÍA ACTUAL Y PROPUESTA

Este capítulo resume en forma esquemática los resultados obtenidos en el desarrollo del capítulo IV, comparando los resultados de las dos situaciones presentadas, es decir, la situación actual y propuesta. A continuación se presenta un cuadro detallando las características de las dos situaciones.

Cuadro 5.1

Características de la Situación Actual y Propuesta

	ESCENARIO	
	Actual	Propuesta
Elaboración de Pinturas	Fórmula Directa	Con bases y pastas
Manejo de Inventarios	EOQ de productos epóxicos terminados	EOQ de bases y pastas

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentará cuadros comparativos de diferentes aspectos como el número de productos atendidos, tiempo de ciclo operativo y costos incurridos para las diferentes situaciones. Para finalmente saber si conviene o no llevar a cabo la propuesta.

5.1 Número de Colores a Atender

En este punto nos referiremos al número de colores de las pinturas epóxicas que se pueden atender de manera rápida en las dos situaciones.

Para la situación actual, al trabajar con EOQ de productos terminados, esto se aplica a productos de alta rotación, se ha encontrado que para las pinturas epóxicas, solo son 13 colores los de alta rotación (ver Anexo 7). Los pedidos que no sean los colores que se mantienen en stock son fabricados por fórmula directa en la planta de producción.

Para la situación propuesta se plantea el uso de bases y pastas para la elaboración de pinturas. Ello le permite a la empresa mayor flexibilidad en cuanto a la producción de diferentes colores de pinturas epóxicas, permitiéndole como mínimo elaborar pinturas de 82 diferentes colores en forma rápida. Este número se ha establecido por el laboratorio de LA EMPRESA según los requisitos que deben cumplir las pinturas.

Cuadro 5.2

Número de Colores a Atender en la Situación Actual y Propuesta

	ESCENARIO	
	Actual	Propuesta
Número de colores a atender	13	82

Fuente: Elaboración propia

5.2 Tiempo de Ciclo Operativo del Producto

El tiempo de producción de un lote de 100 galones como ya se mencionó en el capítulo III, para la situación actual – fórmula directa – dura 533 minutos (ver cuadro 3.3 - página 54). Esto sólo toma en cuenta el tiempo que la pintura pasa por los diferentes procesos para ser trabajada (tiempo productivo) mas no toma en cuenta el tiempo improductivo.

Para el caso de bases y pastas, el tiempo que se necesita para elaborar un lote de pintura de 100 galones es de 369 minutos (ver cuadro 4.2 - página 77). La diferencia en los tiempos de producción se debe a que el flujo por el que pasa las pinturas es corto, pues tiene pocos procesos al utilizar productos intermedios. Al igual que para la primera situación, el tiempo sólo toma en cuenta el tiempo en el que la pintura es trabajada y no el tiempo improductivo.

Cuadro 5.3

Tiempo de Producción en la Situación Actual y Propuesta

	ESCENARIO	
	Actual	Propuesta
Tiempo de producción de un lote de 100 galones (min.)	533	369

Fuente: Elaboración propia

5.3 Costos incurridos en inventario

Como ya se ha mencionado, cambiar la forma de elaborar la pintura a bases y pastas lleva consigo la necesidad de mantener en inventario dichos insumos. En este punto se comparará los costos incurridos por mantener productos terminados en stock (situación actual) y por mantener bases y pastas en stock (situación propuesta), pues como ya se explicó anteriormente mantener inventario tiene un costo de capital inmovilizado.

Para el caso de la situación actual se tomará en cuenta los costos incurridos por mantener productos epóxicos terminados con el ajuste del parámetro de costo de oportunidad. Como se vió en el cuadro 4.7 (página 84) el costo de mantener los productos epóxicos de alta rotación en almacén cuesta 3,602 dólares americanos. Este costo incluye tanto el costo de emitir las órdenes como el costo de mantener las pinturas en almacén.

Para el caso de la situación propuesta, los costos incurridos en mantener bases y pastas para los productos epóxicos conlleva a un costo de 2,230 dólares americanos (ver cuadro 4.11 – página 88), esto incluye el costo de emitir las ordenes y de mantener en inventario tanto las bases y pastas.

Cuadro 5.4

Costos por Mantener Inventario para la Situación actual y Propuesta

	ESCENARIO	
	Actual	Propuesta
Costos incurridos por tener inventario (US\$)	3.602	2.230

Fuente: Elaboración propia

5.4 Cuadro Resumen Comparativo

En este punto se muestra un cuadro resumen de lo mencionado en este capítulo. Y se concluirá que la situación propuesta lleva muchas ventajas respecto a la situación actual, pues la metodología propuesta a parte de incurrir en menos costos y en menor tiempo de producción permite a la empresa ser más flexible, lo cual conlleva a que el número de colores a atender sea mayor.

Cuadro 5.5

Cuadro Comparativo de la Situación Actual y Propuesta

	Actual Manejo del Sistema EOQ de Productos Terminados	Propuesta Manejo del Sistema EOQ de Bases y Pastas
Número de colores a atender	13	82
Tiempo de producción de un lote de 100 galones (min.)	533	369
Costos incurridos por tener inventario (US\$)	3.602	2.230

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI. EVALUACION ECONOMICA DE LA PROPUESTA

En este capítulo se presentarán los costos y beneficios de la implementación de la propuesta.

6.1 Costos de la Implementación de la Propuesta

La implementación de la propuesta no conlleva a una inversión inicial de compra. Esta propuesta puede funcionar con los recursos que posee la empresa, lo que cambiaría son los insumos que se tendrían en almacén – productos terminados. Por tanto, los costos en los que se incurren por implementar la propuesta es el costo por mantener en inventario las bases y pastas, esto incluye el costo de generar las órdenes de producción y por mantener en buenas condiciones a los productos en almacén.

Por tanto, el costo de mantener en inventario a las bases y pastas es de 2,230 dólares americanos anuales. A continuación se muestran los costos detallados por mantener bases y pastas en almacén ya vistos en el capítulo anterior (ver cuadro 4.11 – página 88), los cuales han sido calculados para un periodo de un año.

Cuadro 6.1
Costos anuales por Mantener Bases y Pastas en Almacén

Productos Intermedios	DEM ANUAL	C UNIT \$	EOQ	Inventario Seguridad	Costo mantener \$	Costo ordenar \$	Costo Total \$
Base Epoxica Z	2,134	4.00	269	154	437	100	537
Base Epoxica Blanca	2,157	5.00	235	107	421	113	534
Pasta Am. Medio	459	7.00	65	51	225	106	331
Pasta azul	205	12.00	33	15	140	100	240
Pasta verde	121	8.00	31	15	89	73	162
Pasta Naranja	79	11.00	21	7	72	75	147
Pasta Negra	51	6.00	22	4	33	56	89
Pasta Roja	47	11.00	17	4	52	64	116
Pasta Am. Ocre	33	3.00	25	13	28	45	73
TOTAL			718		1,498	732	2,230

Fuente: Elaboración propia

6.2 Beneficios por la Implementación de la Propuesta

Los beneficios de la implementación de la propuesta se pueden distinguir en dos, los beneficios tangibles e intangibles. Como beneficios tangibles se tiene los ahorros que se van a obtener en los costos incurridos por mantener en inventario las bases y

pastas envés de productos terminados; el aumento de número de colores que se van a atender de forma rápida; y la disminución del tiempo de producción de las pinturas usando bases y pastas y no con la fórmula directa.

Los beneficios intangibles son: mejora en la imagen de LA EMPRESA ante los clientes al ver que sus pedidos se entreguen de manera rápida y en la fecha acordada, lo que originará que el indicador de entregas a tiempo aumente, esto se calculará cuando ya se haya implementado la propuesta. Otro beneficio intangible es que habrá mayor productividad de los operarios, pues ellos verán que su trabajo esta mejorando y que la gerencia se encuentra contenta con los resultados que se están obteniendo.

A continuación se muestra de forma esquemática los beneficios antes mencionados:

Cuadro 6.2

Beneficios Tangibles e Intangibles de la Propuesta

BENEFICIOS TANGIBLES	
Aumento del número de colores a atender	72 colores
Disminución del tiempo de producción de un lote de 100 galones	164 minutos
Disminución de los costos incurridos por tener inventario	US\$ 1,372
BENEFICIOS INTANGIBLES	
Mejora de la imagen de LA EMPRESA ante sus clientes	
Aumento de la productividad de los operarios	
Mejor clima laboral	

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- **La creciente demanda en el sector industrial de pinturas en el Perú crea para las empresas del sector una oportunidad de crecimiento.**

En los últimos años con la creciente demanda de pinturas en el Perú y las expectativas de crecimiento de industrias relacionadas como el sector construcción, para los próximos años genera una importante oportunidad a las empresas existentes de la industria de pinturas.

- **La capacidad instalada del sector de pinturas no se encuentra utilizada al 100%, sin embargo durante los últimos años ha ido evolucionando progresivamente.**

En los últimos tres años, la tasa de utilización de la capacidad instalada del sector de pinturas ha ido en crecimiento llegando en el 2007 al 69.7%, valor muy cercano al máximo nivel logrado en 1997 de 69.8%.

- **La participación del mercado de pinturas ha evolucionado logrando diversificar a sus principales participantes.**

En 1999 la mayoría del mercado de pinturas era abastecida principalmente por cuatro empresas líderes en la industria y para el 2004 la participación del mercado se vio diversificada debido a un mayor número de empresas participantes.

- **El proceso productivo de la pintura genera pérdidas de materia prima debido a la naturaleza del proceso.**

En el proceso de elaboración de una pintura por las altas temperaturas de agitación de la mezcla, cierto porcentaje de esta se evapora. A esto se le suma que las máquinas utilizadas por la empresa no son de última tecnología, lo cual genera que la pérdida sea aproximadamente de un 2 a 3 por ciento. Además la manera en la que envasan el producto (envasado manual) también origina una pérdida de pintura en las pailas que se utilizan.

- **Del estudio de tiempo, el 43% del tiempo total medido de diferentes pinturas fue tiempo improductivo debido mayormente a que el producto se encontraba en cola.**

El tiempo en el cual se operaba a los productos fue el 57% del tiempo total. La razón por la cual el producto no era atendido fue debida en un 93% a que el producto se encontraba en espera a que sean procesadas según su ruta. Lo cual evidenciaba una necesidad de trabajar en los puestos que generaban el cuello de botella.

- **Los procesos que generaban el cuello de botella según el ritmo de la operación eran control de calidad y envasado del producto. Sin embargo, el proceso de matizado generaba largas colas de espera para los productos.**

Luego de la toma de tiempos se detectó que los procesos que generaban los cuellos de botellas eran el control de calidad y el envasado, debido a que el tiempo que duraba dichos procesos eran mayores al tiempo de los demás. Sin embargo el proceso en el cual los productos estaban mayor tiempo en cola era en matizado debido a que el número de recursos para este puesto es uno, el cual no es lo suficiente, lo cual genera que el ritmo de trabajo de esta operación según la disponibilidad de recursos origine las largas colas de espera, siendo de esta manera el proceso crítico de la ruta de operaciones.

- **La urgencia de la entrega de una pintura altera el tiempo que este podría llevar en su fabricación.**

Al elaborar productos de urgencia, el personal se enfoca en dicho producto, lo cual genera que su tiempo de producción sea casi el mínimo pues no esta en cola, sin embargo esto genera que los productos en línea pasen a espera generando así un tiempo de producción mayor para estos productos.

- **La empresa cuenta con un buen sistema de control de calidad.**

Antes, durante y después del proceso productivo de la pintura, la empresa controla y garantiza la calidad de su producto. Para ello, verifica la calidad de su

materia prima, del producto en proceso y finalmente de la pintura elaborada antes de ser envasada.

➤ **La empresa cuenta con un sistema de organizacional bien estructurado.**

El sistema organizativo esta bien estructurado y cuenta con manuales de funciones y responsabilidades que junto con el reglamento y el manual de procedimientos ha logrado que el personal de la empresa tenga claro sus responsabilidades, derechos y deberes.

➤ **La empresa cuenta con un sistema de venta especializado en su sector con personal especializado con altos conocimientos.**

El personal de ventas además de buscar nuevos clientes y fidelizar los ya existentes se desarrolla como asesores para sus clientes desde la evaluación de las pinturas a vender hasta la aplicación de esta en las estructuras, edificaciones, etc.

➤ **La propuesta de elaborar las pinturas epóxicas por ser el tipo de pintura con mayores ventas, producto estrella de la empresa, genera varios beneficios a la empresa tanto cuantitativos como cualitativos sin una inversión de compra.**

➤ **El tiempo de producción de una pintura epóxica, producto estrella de la empresa, disminuye si esta se elabora con bases y pastas envés de la manera tradicional.**

La propuesta de elaborar la pintura epoxica a través de bases y pastas genera un ahorro en el tiempo de producción de la pintura de 164 minutos aproximadamente para un lote de 100 galones debido a que el proceso de producción es corto. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el proceso de matizado puede ser una restricción si es que no se le da los recursos necesarios.

- **Mantener en inventario bases y pastas envés de productos terminados genera un ahorro anual de \$1,372 aproximadamente.**

El modelo Economic Order Quantity (EOQ) usado en la empresa para calcular las cantidades a tener en inventario que minimicen los costos incurridos por tenerlos en almacén es el adecuado. Sin embargo, se ha demostrado que el EOQ de bases y pastas envés de productos terminados de alta rotación genera menores costos logrando un ahorro de \$1,372 anuales aproximadamente.

- **La propuesta de elaborar las pinturas con bases y pastas permite ser más flexibles en la atención al cliente, pues permite obtener mayor números de colores a un menor tiempo de producción.**



RECOMENDACIONES

- **La empresa debería realizar actividades de integración para todo el personal de la empresa.**

Según el análisis de la empresa, se ha detectado una falta de integración entre las diferentes áreas, por lo cual se recomienda que se realcen actividades de integración para generar amistades entre los diferentes trabajadores y mejorar así el ambiente de trabajo.

- **Se recomienda mejorar la tecnología empleada por la empresa.**

El proceso de control de calidad dejaría de ser el cuello de botella principal si tuviese los instrumentos y maquinaria de última generación con los cuales se realizarían las pruebas en menor tiempo, lo cual generaría una disminución en el tiempo de producción del producto.

- **Se recomienda la implementación de indicadores de gestión para todas las áreas tanto operativas como administrativas.**

Si bien es cierto el buen desempeño y organización de las distintas áreas analizadas, se requiere que tanto las áreas administrativas como operativas manejen indicadores de gestión para poder controlar de manera gerencial su trabajo y los procesos. Por ejemplo, el área de recursos humanos debería implementar indicadores de índice de rotación, cumplimiento de capacitaciones, entre otras; el área de calidad debe tener indicadores de control de defectos hallados, evaluación de producto tanto de los insumos, productos en proceso como producto terminado, entre otras. Esto debe aplicarse también para todas las áreas.

- **Para la implementación de la propuesta se recomienda aumentar los recursos en el puesto de matizado.**

Para evitar las largas colas de espera de los productos a ser matizados se recomienda aumentar los recursos de dicho puesto, tanto en personal o en maquinaria, debido a que el proceso productivo de las pinturas con bases y pastas se realizan mayormente en el puesto de matizado

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Libros:

1. BESTERFIELD, D. H. (1995) Control de Calidad. Ed. Prentice Hall México
2. CARREÑO, A. (2005) Logística Industrial.
3. DOMINGUEZ, J. A., ALVAREZ, M. J., GARCIA, S. & DOMINGUEZ, M. A., (1995) Dirección de Operaciones, Aspectos Estratégicos en la producción y los servicios. Ed. Mc. Graw-Hill, España
4. KRAJEWSKI, L. J. & RITZMAN, L. D., (2000) Administración de Operaciones, Estrategias y Análisis. Ed. Pearson Educación, México
5. LEIDINGER, O. (1997) Procesos Industriales Ed. PUCP, Perú
6. PROEXPORT (2006) Buenas Perspectivas para la Industria de Pinturas
7. SAYLOR, J. (1992) TQM Field Manual Ed. Mc Graw-Hill, Inc

Páginas Web:

1. @lerta Económica: <http://www.maximixe.com/alertaeconomica/080607/#indic>
2. Comisión Nacional Supervisora de Empresas y Valores: <http://www.conasev.gob.pe/Estadistica/Ranking.asp>
3. Créditos Perú: <http://www.creditosperu.com.pe/pep-fabricacion-de-pinturas-y-barnices-24220.php>
4. Diario Sur Noticias: <http://www.surnoticias.com//modules.php?name=News&file=article&sid=3213>
5. Enciclopedia Small Business: <http://www.referenceforbusiness.com/small/Di-Eq/Economic-Order-Quantity-EOQ.html>
6. Ministerio de Producción [http://www.produce.gob.pe/
www.produce.gob.pe/industria/competitividad/perfiles/pdf/2422.pdf](http://www.produce.gob.pe/www.produce.gob.pe/industria/competitividad/perfiles/pdf/2422.pdf)
7. Páginas Amarillas: <http://paginasamarillas.com.pe/index.do>
8. American Society for Quality Control, A.S.Q.C.: <http://www.asqc.org/>
9. Tutorial sobre la pintura: <http://www.proyectosfindecarrera.com/tutorial-pintura.htm>
10. Página JARP - Instrumentos: <http://espana.jarp.eu/lista.php?cat=COATINGS>
11. Ingeniería Rural: http://www.uclm.es/area/ing_rural/AsignaturaProyectos/Tema5.pdf
12. Teoría de cuerpos moledores: <http://www.columbianchemicals.com/Portals/0/Products/Literature/Spanish/paintsp.pdf>
13. Página GestioPolis: <http://www.gestiopolis.com/recursos4/docs/ger/estrorgorg.htm>
14. Página de Promo Negocios – Teoría de Organigramas: <http://www.promonegocios.net/organigramas/tipos-de-organigramas.html>