

300617



# UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

40  
29

## ESTUDIO DEL TRABAJO EN UNA FABRICA DE PRODUCTOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION

### TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA AREA INDUSTRIAL

P R E S E N T A  
MARIO EDUARDO HERNANDEZ LIZARRAGA

ASESOR: ING. JOSE MANUEL CAJIGAS RONCERO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1992



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

Pág.

INTRODUCCION.....	1
LA INDUSTRIA DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.....	2
ESTADISTICA DEL MERCADO MEXICANO DE PINTURAS.....	9
CAPITULO 1	
1. FABRICACION DE PINTURAS.....	18
1.1 GENERALIDADES.....	18
1.2 CLASIFICACION DE LAS PINTURAS.....	23
CAPITULO 2	
2. MARCO TEORICO.....	26
2.1 ESTUDIO DEL TRABAJO.....	26
2.2 MEDICION DEL TRABAJO.....	28
2.2.1 TECNICAS.....	28
2.2.2 ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	33
2.2.3 NUMERO DE CICLOS A ESTUDIAR.....	38
2.2.4 CALIFICACION DE LA ACTUACION.....	39
2.2.5 MARGENES Y TOLERANCIAS.....	42
2.2.6 APLICACION DE LA CALIFICACION.....	44
2.3 ESTUDIO DE METODOS.....	46
2.3.1 TECNICAS.....	47
2.4 SISTEMA DE COLAS.....	52
CAPITULO 3	
3. ESTUDIO DEL TRABAJO EN IMPERQUIMIA S.A. DE C.V.....	54
3.1 ESTUDIO DE METODOS.....	55
3.1.1 ORGANIGRAMA.....	55
3.1.2 PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION.....	57
3.1.3 OPERACION DEL ALMACEN.....	60
3.1.4 DIAGRAMA DE PLANTA ALTA Y BAJA.....	64
3.1.5 PROCESO DE FABRICACION DE PINTURA.....	68
3.1.6 DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	72
3.2 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	75
3.3 CONCLUSIONES.....	82

## CAPITULO 4

4. ALTERNATIVAS DE SOLUCION A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS MEDIANTE EL ESTUDIO DEL TRABAJO EN IMPERQUIMIA S.A.DE C.V.....	84
4.1 SISTEMA DE COLAS.....	85
4.2 SISTEMA DE ALIMENTACION DIRECTA DE RESINA.....	92
4.3 CONTROL DE PESADO DE INGREDIENTES.....	100
CONCLUSIONES.....	103
BIBLIOGRAFIA.....	107

\* INTRODUCCION

El presente trabajo se realizó en Imperquimia S.A. de C.V. la cual es una compañía que se dedica a fabricar productos quimicos y paraquimicos para la construcción.

Fue fundada en 1965 y actualmente cuenta con tres plantas productivas, una en Iztapalapa y las otras dos en la carretera México - Pachuca en Tizayuca, Hidalgo.

El trabajo de investigación consistió en realizar un estudio en el proceso de fabricación de pinturas, con el propósito de registrar el trabajo que se realiza y ver las posibilidades de elevar la productividad efectuando mejoras donde fuese posible.

El estudio del trabajo es una herramienta muy útil en el análisis de los procesos productivos. La mayoría de las empresas en México necesitarán mayor eficiencia para poder competir con las otras empresas que tendrán acceso al país con el Acuerdo de Libre Comercio, así como para poder exportar. Todo esto requiere de una planeación sistematizada para aprovechar todos los recursos disponibles, y es aquí donde a la Ingeniería Industrial le corresponde el papel de optimizar al máximo la operación de producir bienes y servicios con la calidad adecuada para llegar a los distintos mercados.

## LA INDUSTRIA DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

Los principales fabricantes de productos quimicos para la construcción en México son 22 empresas, entre las cuales se incluyen los proveedores de materias primas.

A continuación se presenta una lista de dichas empresas.

Almeria Comercial, S.A. de C.V.  
BASF Mexicana, S.A. de C.V.  
Bayer de México, S.A. de C.V.  
Ciba Geigy Mexicana, S.A. de C.V.  
Derivados Macroquimicos, S.A. de C.V.  
Dicalite de México, S.A. de C.V.  
Dow Corning de México, S.A. de C.V.  
Fester de México, S.A. de C.V.  
Grupo ICI México, S.A. de C.V.  
Henkel Mexicana, S.A. de C.V.  
Imperquimia, S.A. de C.V.  
Industrias Asfálticas, S.A. de C.V.  
Industrias Negromex, S.A. de C.V.  
Probst, S.A. de C.V.  
Protexa, S.A. de C.V.  
Química Hoechst de México, S.A. de C.V.  
Rohm and Haas México, S.A. de C.V.  
Shell México, S.A. de C.V.  
Sika Mexicana, S.A. de C.V.  
Texsa, S.A. de C.V.  
Unión Carbide Quimicos y Plásticos, S.A. de C.V.  
Wacker Mexicana, S.A. de C.V.

Este grupo de industrias de creación en los años 50's se ha venido desarrollando y creciendo como sector industrial y sus productos se han desarrollado y mejorado con tecnologías de primera línea.

Fabrican cuatro familias de productos que son: Aditivos para Concreto; Impermeabilizantes; Selladores y Auxiliares, dentro de cada familia hay un sin número de productos para diversas áreas de la construcción.

## Producción

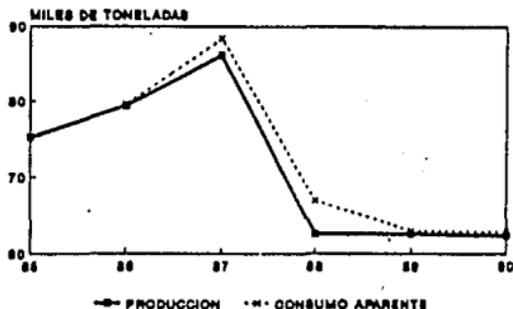
En 1989 se produjeron 144,665 toneladas de estos productos y en 1990 143,847 toneladas, no habiendo variación significativa con respecto al año anterior.

La participación de cada sector se puede apreciar en los cuadros que a continuación se anexan en este capítulo.

## Problemática

No obstante el buen nivel de tecnología alcanzado, los fabricantes de estos productos hoy en día enfrentan el grave problema de contar con el país tan sólo con un punto de abastecimiento confiable, tanto en calidad y cantidad de asfalto, ubicado en Cd. Madero, Tamaulipas, ya que ésta es una de las materias primas básicas del sector.

Este problema ha repercutido, como se puede apreciar en las cifras de producción e importación de impermeabilizantes principalmente, debido a que se ha encarecido la materia por el alto costo relativo del flete al producto.



FUENTE:  
ANIQ. Investigación Directa.

NOTAS:  
1) No están incluidos los datos de membranas de refuerzo y prefabricadas.

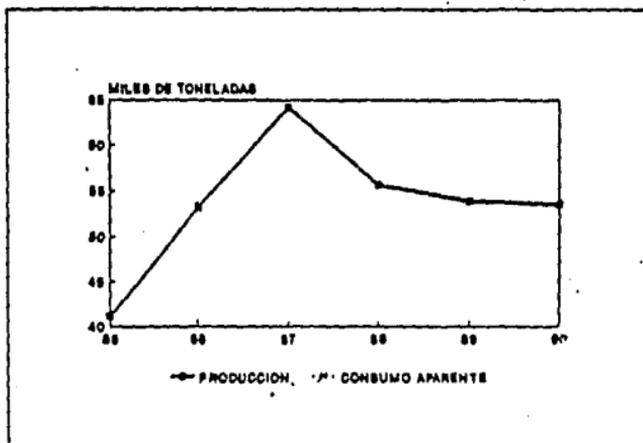
2) Productores:  
Adhesivos y Productos Químicos Industriales, S. A.  
Cía. Industrial de Mexicali, S. A.  
Fester de México, S. A.  
Imperquimia, S. A. de C. V.  
Productos Asfálticos de Tampico, S. A.  
Protexa, S. A.  
Resikon, S. A.  
Sika Mexicana, S. A.  
Texsa, S. A. de C. V.  
Tlaloc Industrial, S. A.  
USM Mexicana, S. A.

3) Las cifras de producción no coinciden con los de años anteriores, ya que se rectificaron.

4) Fracción de Importación:  
6807.1001.

Toneladas	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	75,178	79,452	86,160	62,617	62,695	62,430
Importación	113	170	2,259	4,401	400	500
Exportación	0	0	0	0	0	0
C. Aparente	75,291	79,622	88,419	67,018	62,995	62,930
Incto. C. A. %	8.9	5.8	11.0	(24.2)	(8.0)	(0.1)
Cap. Instalada	170,000	170,000	170,000	170,000	170,000	170,000

**IMPERMEABILIZANTES**



FUENTE:  
ANIQ, Investigación Directa.

NOTAS:

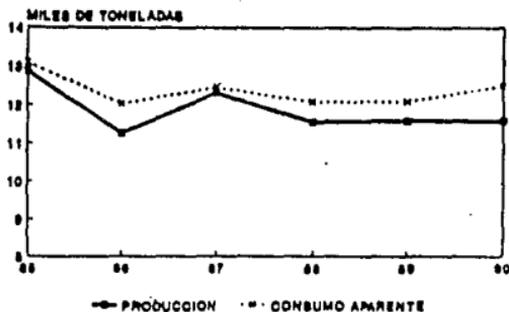
1) Productores:  
Cía. Industrial de Mexcall, S. A.  
Pester de México, S. A.  
Imperquimia, S. A. de C. V.  
Proconsa, S. A.  
Realkon, S. A.  
Sika Mexicana, S. A.

2) Las cifras de producción no coinciden con las de año anterior, ya que se rectificaron.

3) Fracción de Importación:  
5602.1001.

Toneladas	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	41,137	63,215	84,181	55,671	53,849	53,490
Importación	0	4	0	4	2	14
Exportación	0	0	0	0	0	0
C. Aparente	41,137	63,219	84,181	65,675	53,851	53,504
Incto. C. A. %	(2.9)	29.4	20.6	(13.2)	(3.3)	(0.8)
Cap. Instalada	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000

MEMBRANAS DE REFUERZO Y  
PREFABRICADAS



FUENTE:  
ANIQ. Investigación Directa.

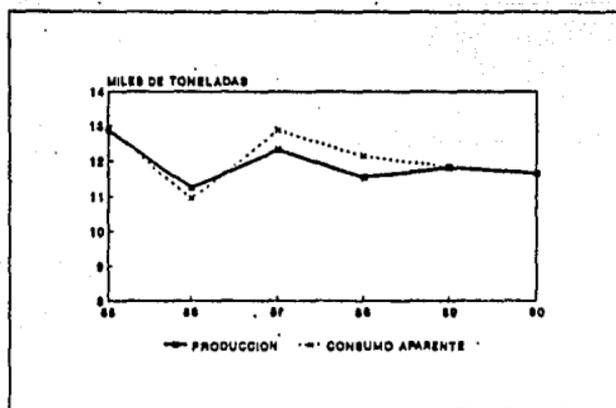
NOTAS:  
1) Aditivos para Concreto, S. A.  
Duro Rock, S. A.  
Fester de México, S. A.  
Imperquimia, S. A. de C. V.  
Proconsa, S. A.  
Resakon, S. A.  
Sika Mexicana, S. A.  
Terna, S. A.

2) Las cifras de producción de 1987 se modificaron ya que rectificaron las densidades de algunos productos.

3) Fracción de Importación: 3823.4001.

Toneladas	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	12,865	11,268	12,329	11,566	11,616	11,600
Importación	572	1,058	765	831	734	1,150
Exportación	352	278	622	302	239	244
C. Aparente	13,085	12,048	12,472	12,095	12,111	12,506
Incto. C. A. %	40.8	(7.9)	3.8	(3.0)	0.1	3.3
Cap. Instalada	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000

ADITIVOS PARA CONCRETO



FUENTE:  
ANIQ. Investigación Directa.

NOTAS:

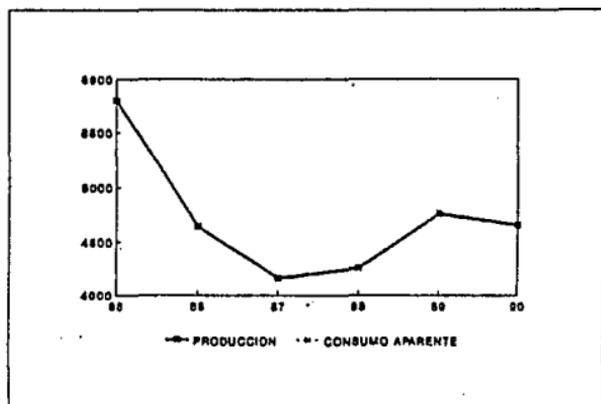
- 1) Bayer de México, S. A. de C. V.  
Dow Corning de México, S. A. de C. V.  
Duro Rock, S. A.  
Fester de México, S. A.  
Imperquimia, S. A. de C. V.  
Masilmex, S. A.  
Productos Pensylvania, S. A.  
Proconsa, S. A.  
Protexa, S. A.  
Resikon, S. A.  
Sika Mexicana, S. A.  
Tialoc Industrial, S. A.  
USM Mexicana, S. A. de C. V.

2) Las cifras de producción no coinciden con las de años anteriores, ya que se rectificaron.

3) Fracción de Importación:  
3214.0001

Toneladas	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	12,866	11,268	12,329	11,566	11,836	11,670
Importación	182	230	790	631	0	0
Exportación	106	542	241	52	0	0
C. Aparente	12,942	10,956	12,878	12,145	11,836	11,670
Incto. C. A. %	49.3	(15.3)	17.5	(5.7)	(2.5)	(1.4)
Cap. Instalada	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000

SELLADORES



FUENTE:  
 ANIQ. Investigación Directa.

NOTAS:  
 1) Productores:  
 Adireto, S. A.  
 Duro Rock, S. A.  
 Fester de México, S. A.  
 Imperquimia, S. A. de C. V.  
 Proconsa, S. A.  
 Reakon, S. A.  
 Sika Mexicana, S. A.

2) Las cifras de producción no coinciden con las de años anteriores, ya que se rectificaron.

Toneladas	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	5,802	4,643	4,161	4,255	4,759	4,657
Importación	0	0	0	0	0	0
Exportación	0	0	0	0	0	0
C. Aparente	5,802	4,643	4,161	4,255	4,759	4,657
Incto. C. A. %	33.7	(20.0)	(10.4)	2.3	11.8	(2.1)
Cap. Instalada	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000

AUXILIARES QUIMICOS

## ESTADISTICA DEL MERCADO MEXICANO DE PINTURAS

Las empresas que reportaron para elaborar estas estadísticas representan aproximadamente 84.6% del mercado total por lo que únicamente se estimó un 15.4% en los que están incluidas empresas que no están asociadas al ANAPAPYT y algunas que sí lo están.

El mercado más fuerte para el consumo de pinturas es el doméstico con un consumo de 201,036 (miles) de litros, lo que importa un valor de 938,011 millones de pesos. De ahí le sigue el mercado industrial con un total de 63,380 (miles) de litros y un valor de 631,790 millones de pesos. El mercado automotriz consume 20,834 (miles) de litros con un valor de 234,818 millones de pesos.

De esto podemos concluir que el mercado potencial más fuerte es el doméstico. Y lo que más se consume es la pintura emulsionada o sea en base acuosa. Lo que hace rentable la producción de pinturas vinil acrílicas.

Cabe mencionar que en algunas ciudades del país empezando por el Distrito Federal se incrementará el consumo de este tipo de pinturas en los próximos años. Esto es debido a que los productos en base o rebajados con solventes son altamente contaminantes, por lo que se ha prohibido su aplicación. Se presenta una buena oportunidad para penetrar al mercado con pinturas emulsionadas con buena calidad y precio competitivo.

**ESTIMACION DEL MERCADO MEXICANO DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS  
ANAFAPYT A.C. 1990**

	Litros (Miles)	Pesos (Millones)
<b>A.- DOMESTICA</b>		
1) Pinturas Emulsionadas.	132,145	509,948
2) Esmaltes Domésticos.	55,658	354,653
3) Aerosoles.	2,742	21,020
4) Pinturas en Poivo (Kgs.)	986	5,255
5) Otras Pinturas y Barnices.	9,505	47,135
<b>TOTAL DOMESTICA:</b>	<b>201,036</b>	<b>938,011</b>
<b>B.- INDUSTRIAL</b>		
6a) Mantenimiento Industrial.	7,781	90,415
6b) Mantenimiento Marino.	969	13,717
7a) Automotriz Original Prim.	8,286	110,391
7b) Automotriz Original Acab.	6,090	112,951
8) Electro Doméstico. (Línea Blanca)	1,453	15,026
9) Recubrimientos Sanitarios	4,360	39,536
10) Recubrimientos Litográficos.	2,175	20,971
11) Acabados para Madera.	17,619	106,137
12) Acabados para Fabricaciones Metálicas.	7,554	38,012
13) Pintura en Polvo. (Kgs.)	1,000	18,000
14) Pintura para Rollos Metálicos.	1,718	29,696
15) Industrial Misceláneo.	4,375	36,938
<b>TOTAL INDUSTRIAL:</b>	<b>63,380</b>	<b>631,790</b>
<b>C.- REPINTADO AUTOMOTRIZ</b>		
16a) Resanador.	4,353	30,020
16b) Primarios.	5,015	41,098
16c) Acabados.	11,466	163,700
<b>TOTAL REPINTADO AUTOMOTRIZ:</b>	<b>20,834</b>	<b>234,818</b>
<b>D.- OTROS:</b>		
17) Pintura para Artes Manuales.	323	9,367
18) Disolventes y Thinners.	56,755	96,030
<b>TOTAL OTROS:</b>	<b>57,078</b>	<b>105,397</b>
<b>GRAN TOTAL:</b>	<b>342,328</b>	<b>1'910,016</b>
19) Empleados.	5,300	
20) Obreros.	4,293	
21) Número de Establecimientos Fabriles.	170	

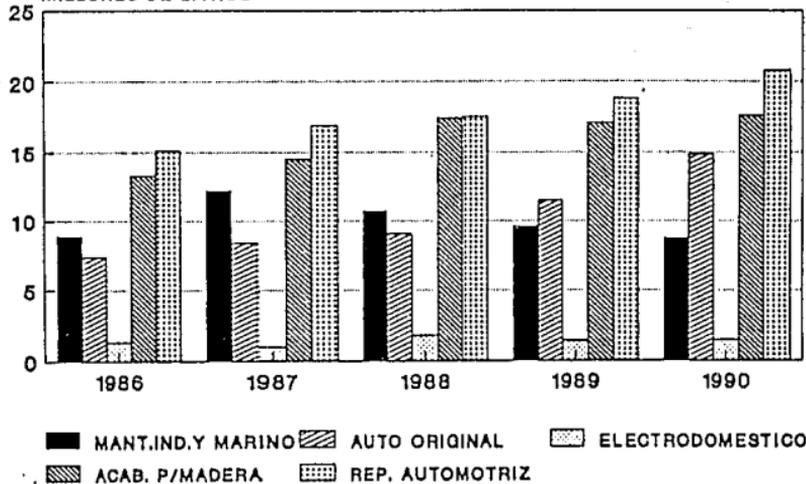
## Pinturas y Recubrimientos

Millones de Litros

	1986	1987	DIF. %	1988	DIF. %	1989	DIF. %	1990	DIF. %
<b>A. DOMESTICA</b>									
1. Emulsionada	85.90	99.00	15.25	96.00	(3.03)	125.30	30.52	132.15	5.47
2. Esmaltes	41.10	44.00	7.06	48.00	9.09	52.70	9.79	55.66	5.62
3. Aerosoles	0.60	0.05	(16.67)	1.40	180.00	2.20	57.14	2.74	24.55
4. En Polvo	1.50	0.60	(50.00)	1.60	166.67	1.00	(37.50)	0.99	(1)
5. Otras	11.50	8.30	(27.83)	6.80	(18.07)	8.60	29.41	9.51	8.07
	140.60	152.40	8.39	153.80	0.92	190.00	23.54	201.05	5.82
<b>B. INDUSTRIAL</b>									
6. Mant. Industrial y Marino	8.90	12.20	37.08	10.70	(12.30)	9.60	(10.28)	8.75	(8.85)
7. Automotriz Original	7.40	8.40	13.51	9.10	8.33	11.50	26.37	14.38	25.04
8. Electrodomesticos	1.30	1.00	(23.08)	1.80	80.00	1.40	(22.22)	1.45	3.57
9. Sanitarios	2.70	4.10	51.85	3.40	(17.07)	4.40	29.41	4.36	(0.91)
10. Litograficos	3.50	1.30	(62.86)	1.90	46.15	2.20	15.79	2.18	(0.91)
11. Acabados para madera	13.30	14.50	9.02	17.40	20.00	17.10	(1.72)	17.62	3.04
12. Acabados p/ Fab. metal	8.10	5.50	(32.10)	5.50	0.00	7.00	25.00	7.55	7.86
13. Polvo electrostatico	1.10	1.30	18.18	1.20	(7.69)	1.20	0.00	1.00	(16.67)
14. Para rollos metalicos	1.10	1.40	27.27	1.00	(25.57)	2.10	110.00	1.72	(18.10)
15. Miscelaneos	3.60	7.10	97.22	3.40	(52.11)	5.00	47.06	4.38	(12.4)
	51.00	56.80	11.37	55.40	(2.46)	61.50	11.01	63.39	3.07
<b>C. REPINTADO AUTOMOTRIZ</b>									
16. Repintado automotriz	15.10	16.90	11.92	17.50	3.55	18.80	7.43	20.84	10.85
Disolventes	48.90	52.10	6.54	46.60	(10.56)	57.80	24.03	56.76	(1.80)
<b>TOTAL</b>	<b>255.60</b>	<b>278.20</b>	<b>8.84</b>	<b>273.30</b>	<b>(1.76)</b>	<b>328.40</b>	<b>20.16</b>	<b>342.03</b>	<b>4.15</b>
Empleados		4,955		4,981	(0.28)	4,980	(0.02)	5,300	6.43
Obreros		4,285		4,297	0.28	4,264	(0.77)	4,293	0.68
No. de establecimientos fabriles		156		159	1.89	162	1.89	170	4.94

# ANAFAPYT, A.C.

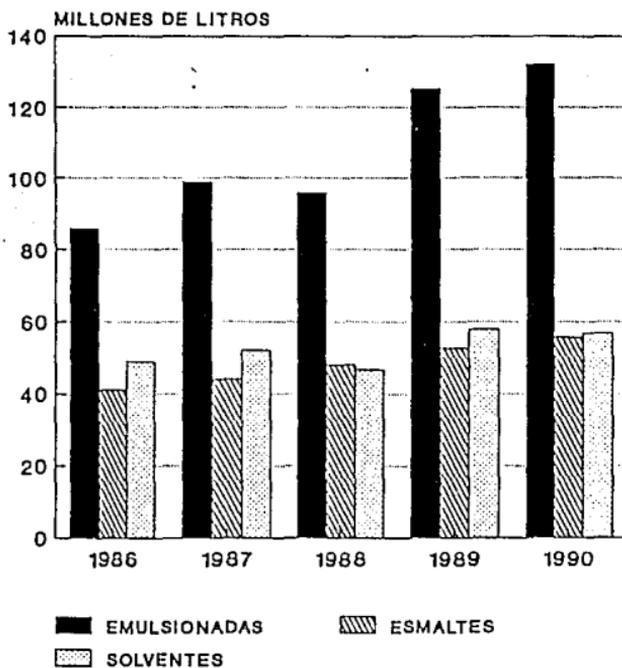
MILLONES DE LITROS



COMITE DE ESTADISTICA-ANAFAPYT

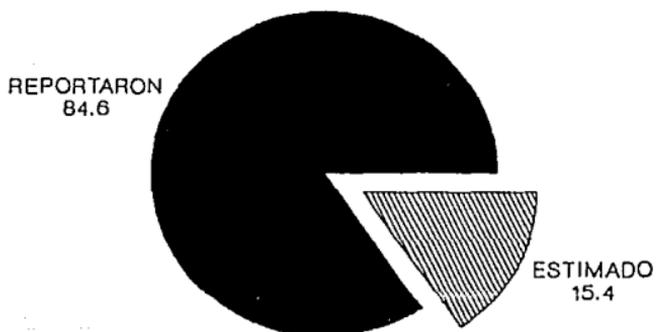
# ANAFAPYT, A.C.

## EMULSIONADAS, ESMALTES, SOLVENTES



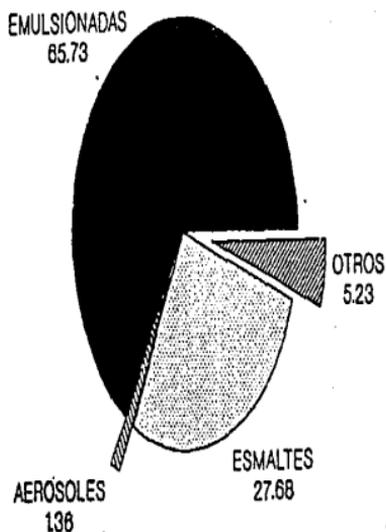
COMITE DE ESTADISTICA-ANAFAPYT

## ESTIMACION DEL MERCADO PINTURAS 1990

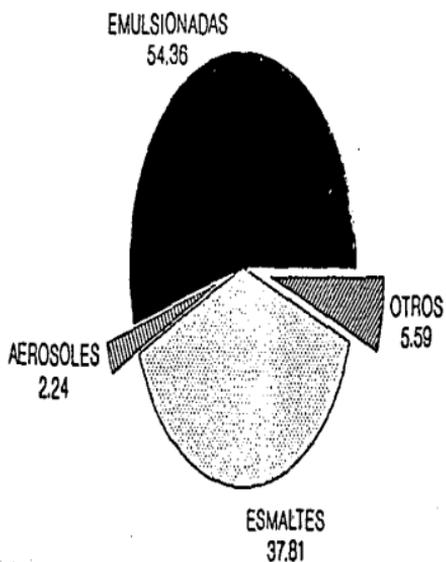


COMITE DE ESTADISTICA-ANAFAPYT

# PINTURAS DOMESTICAS PARTICIPACION (1990)

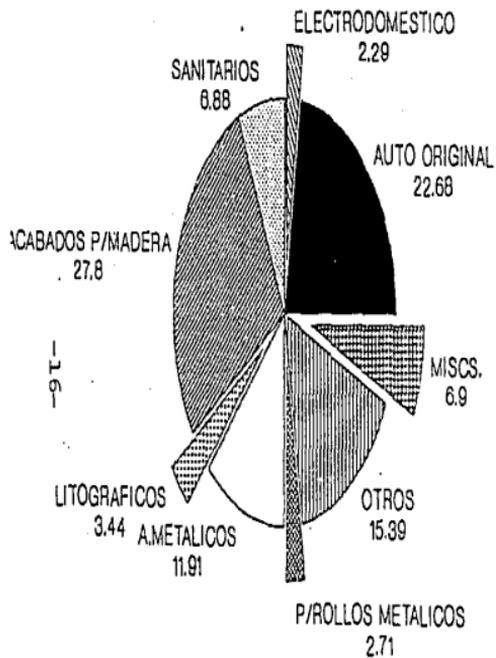


# PINTURAS DOMESTICAS PARTICIPACION (\$) 1990



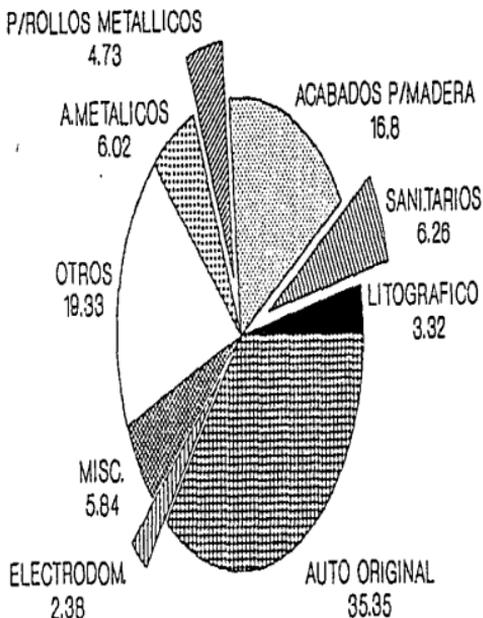
# PINTURA INDUSTRIAL

## PARTICIPACION(1990)

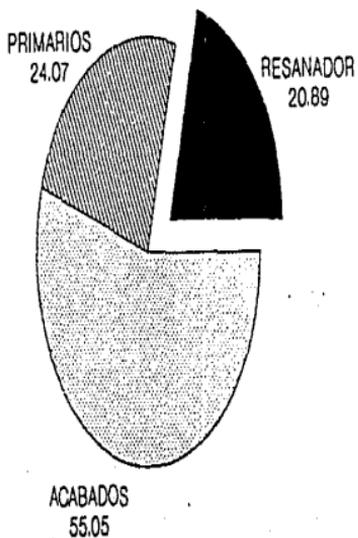


# PINTURA INDUSTRIAL

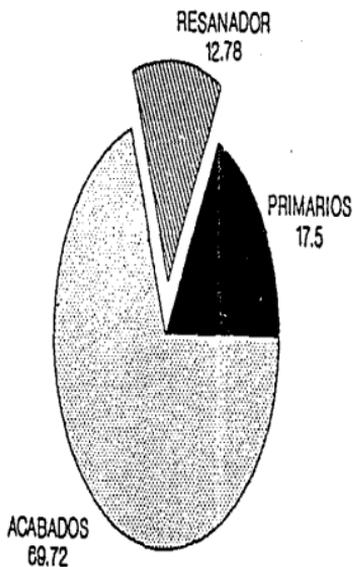
## PARTICIPACION(\$)1990



# REPINTADO AUTOMOTRIZ 1990



# REPINTADO AUTOMOTRIZ PARTICIPACION (\$)1990



## CAPITULO 1

### 1.- FABRICACION DE PINTURAS

#### 1.1 GENERALIDADES

A través de los siglos la fabricación de pinturas ha evolucionado de un arte gremial que empleaba unas cuantas docenas de materiales, a la moderna industria de pinturas que hace uso de literalmente cientos de compuestos químicos, materiales y equipos. No muy lejana está la época en que se hablaba solamente de pinturas de "cal", de temple, pinturas de caseína, y pinturas de "aceite"; en la actualidad cualquier fábrica de mediana importancia maneja por lo menos cinco veces más tipos de pinturas que los expresados, habiendo algunas que cuentan con veinte o más líneas diferentes.

Actualmente se formula con extremada precisión con el objeto de obtener acabados adecuados para cualquier tipo de condiciones; los acabados universales van siendo relegados al campo de las pinturas domésticas, en tanto que las pinturas industriales se diversifican constantemente. Con el objeto de tener una idea de esta diversificación, se cita a continuación una lista de los productos que maneja una fábrica tipo en México:

- 1.- Pintura brillante anticorrosiva de secado al aire.
- 2.- Pintura brillante para usos domésticos de secado al aire.
- 3.- Esmalte para pisos.
- 4.- Esmalte para maquinaria.
- 5.- Esmalte para implementos agrícolas.,
- 6.- Esmalte para automóviles, de secado al aire.
- 7.- Esmalte para automóviles, de secado al horno.
- 8.- Esmalte para aparatos domésticos, de secado al horno.
- 9.- Esmalte para usos especiales, de secado al horno.
- 10.- Esmalte anticorrosivo para instalaciones químicas.
- 11.- Pinturas adelgazables con agua.
- 12.- Pinturas adelgazables con agua, industriales.
- 13.- Pinturas epoxi de secado al aire.
- 14.- Pinturas epoxi horneadas.
- 15.- Esmaltes de poliuretano.
- 16.- Pinturas a base de hule clorado.
- 17.- Pinturas de base fenólica.
- 18.- Barnices de secado al aire.
- 19.- Barnices horneados.
- 20.- Barnices de polivinil formal.
- 21.- Barnices de cumarona-indeno.
- 22.- Barnices fenólicos puros y modificados.
- 23.- Lacas nitrocelulósicas.
- 24.- Acabados asfálticos.
- 25.- Fondos anticorrosivos de óxido de hierro.
- 26.- Fondos anticorrosivos de cromato de zinc.
- 27.- Fondos anticorrosivos de minio.

- 28.- Fondos de nitrocelulosa.
- 29.- Lacas nitrocelulósicas para madera.
- 30.- Fondos selladores de nitrocelulosa para madera.
- 31.- Tintes penetrantes para madera.
- 32.- Tintes de aceite para madera.
- 33.- Tapaporos para madera.
- 34.- Pinturas antivegetativas.
- 35.- Pinturas marinas.
- 36.- Pinturas para altas temperaturas.
- 37.- Pinturas de aluminio.
- 38.- Pinturas de acabado corrugado.
- 39.- Pinturas vinilicas.
- 40.- Pinturas de acabado martillado.

Como puede verse tal diversidad de acabados requiere el uso de cantidades considerables de materia prima de características muy variables. Sin embargo, básicamente puede decirse que una pintura está compuesta de dos partes principales:

- a) Parte pigmentaria
- b) El vehículo

Para fines de clasificación, los pigmentos se dividen en dos grandes grupos:

- 1.- Pigmentos de bajo índice de refracción.
- 2.- Pigmentos de alto índice de refracción.

Un vehículo se considera compuesto de las siguientes partes:

- a) Una sustancia formadora de película.
- b) Adalgazadores y disolventes.
- c) Agentes modificantes.

- 1.- Pigmentos de bajo índice de refracción.

Estos pigmentos tienen un índice de refracción generalmente igual o ligeramente mayor que el vehículo en el cual están dispersados. Originalmente se tomó como base el índice de refracción del aceite de linaza cocido o sea de 1.5 aproximadamente. De esta manera el índice de refracción de algunos pigmentos de este tipo es el siguiente:

Barita (Sulfato de Bario)	1.64
Carbonato de calcio	1.65
Talco	1.59
Mica	1.51
Caolín	1.56

En consecuencia por su cercanía en el índice de refracción, el pigmento es apenas visible cuando está dispersado en aceite, y el resultado óptico permite ver el substrato o sea que la película seca es semitransparente. Debido a este fenómeno se les ha llamado de diversas maneras: ampliadores, extendedores, "inertes", "carga", abaratadores, etc. Antiguamente cuando se usaba carbonato de plomo como el principal pigmento de alto índice de refracción, estos pigmentos eran considerados como adulterantes; al transcurrir el tiempo y obtener mejores pigmentos y conocimientos fisicoquímicos más amplios, los pigmentos de bajo índice de refracción han venido a constituir una parte necesaria de la formulación y contribuyen en numerosas propiedades tanto en la pintura líquida como en la película sólida ya aplicada. Muchas veces la diferencia entre una buena y una mala formulación depende de la habilidad del formulador para manejar y balancear los diferentes pigmentos de bajo índice de refracción de la pintura.

Un ángulo poco explicado en la literatura técnica es el hecho de que un pigmento de bajo índice de refracción puede cubrir muy poco cuando se emplea en una formulación oleorresinosa, pero el mismo pigmento puede tener un poder cubriente muy apreciable cuando se emplea en una formulación adelgazable con agua, ya que en este último caso la diferencia de índices de refracción entre el vehículo y el pigmento permiten el obtener una película seca opaca.

## 2.- Pigmentos de alto índice de refracción

En la parte relativa a pigmentos, se da una relación pormenorizada tanto de las diversas clases de pigmentos de este tipo como de sus propiedades. Resumiendo en pocas palabras la función de los pigmentos en una pintura puede decirse que es principalmente de tipo decorativo, y accesoriamente permite una mejor estructura de la película, protegen la estructura molecular de la película de la degradación por rayos ultravioleta, imparten a la superficie efectos ópticos especiales, etc.

### Vehículo

El vehículo en una pintura es la parte líquida de ella y como se dijo anteriormente se compone de:

### Formador de película.

El formador de película, puede ser un aceite, una resina, un polímero, etc., como su nombre lo indica su principal función es la de formar una película sólida y continua al secar. El formador de película imparte muchas de las principales

propiedades de una pintura y es determinante en el caso de un barniz.

#### Materiales formadores de película:

- 1.- Aceite de linaza.
- 2.- Aceite de china.
- 3.- Aceite de soya.
- 4.- Aceite de coco.
- 5.- Aceite de oiticica.
- 6.- Aceite de ricino.
- 7.- Aceite de perilla.
- 8.- Aceite de cártamo.
- 9.- Aceite de chia.
- 10.- Aceite de girasol.
- 11.- Brea colofonia.
- 12.- Goma éster.
- 13.- Goma laca.
- 14.- Resinas naturales.
- 15.- Resinas fenólicas.
- 16.- Resinas alquidálicas.
- 17.- Resinas de cumarona indeno.
- 18.- Hule clorado.
- 19.- Urea formaldehido.
- 20.- Melamina formaldehido.
- 21.- Resinas epoxi.
- 22.- Acetato de polivinilo.
- 23.- Resinas vinílicas.
- 24.- Resinas de estireno-butadieno.
- 25.- Resinas acrílicas y matacrílicas.
- 26.- Silicones.
- 27.- Fluoretilenos.
- 28.- Poliuretanos.
- 29.- Nitrocelulosa.

#### Disolventes y adelgazadores

Estos componentes del vehículo actúan primordialmente como modificadores de la viscosidad y desde luego puede hacerse una distinción entre unos y otros. Los primeros, o sean los disolventes, son aquellos líquidos que modifican la viscosidad mediante una verdadera solución del formador de película; es decir, forman agregados moleculares de baja viscosidad con los aceites y las resinas.

Los segundos, o sean los adelgazadores pueden decirse que son simples lubricantes moleculares y la acción de bajar la viscosidad es meramente el resultado de mezclar un líquido de alta viscosidad con un líquido de muy baja viscosidad para dar una lectura intermedia.

Sin embargo, esta clasificación no es en manera alguna si absoluta ni limitativa, ya que en muchas ocasiones en una pintura o formulación especial, el mismo líquido que actúa como adelgazador para un componente de la formulación, actúa como un disolvente para otro. Un caso típico de esta acción, es una laca de nitrocelulosa modificada con una resina alquídica. En este caso, el tolueno actúa simplemente como adelgazador de la solución de nitrocelulosa en acetatos o cetonas, y simultáneamente actúa como disolvente de la resina alquídica.

#### Agentes modificantes.

Bajo este nombre se agrupan una larga lista de sustancias con las más diversas propiedades y efectos sobre la película seca y húmeda y sobre la pintura en estado líquido. Algunos ejemplos típicos de agentes modificantes son los siguientes:

- 1 .- Lecitina de soya en esmaltes de secado al aire. Contribuye a dar una mejor brochabilidad a la pintura.
- 2 .- Secantes nafténicos. Contribuyen a disminuir el tiempo de secado y a proporcionar una película de mejores propiedades.
- 3 .- Agentes antinata. Permiten almacenar la pintura por tiempo relativamente largo sin presentar una oxidación superficial.
- 4 .- Agentes tixotrópicos. Proporcionan una falsa viscosidad a la pintura, permitiendo un largo período de almacenaje.
- 5 .- Agentes tensoactivos. Modifican el ángulo de contacto entre pigmentos y vehículo, permitiendo moliendas más efectivas.
- 6 .- Agentes fungicidas. Impiden el crecimiento y proliferación de hongos en la superficie seca de la pintura.
- 7 .- Agentes bactericidas. No permiten el desarrollo de bacterias que descomponen la pintura cuando ésta se encuentra en estado líquido.
- 8 .- Agentes odoríficos. Enmascaran olores desagradables y permiten el uso de sustancias que de otra manera no podrían usarse por su olor penetrante o inadecuado.
- 9 .- Absorvedores de rayos ultravioleta. Prolongan la vida de los acabados transparentes que se emplean a la intemperie evitando la degradación causada por la gama ultravioleta del espectro solar.
- 10.- Dispersantes. Tienen como objeto evitar que las partículas dispersadas vuelvan a formar agregados o floculen.

## 1.2 CLASIFICACION DE LAS PINTURAS

Las pinturas pueden clasificarse de muy diversas maneras, atendiendo a varios factores:

- 1.- Según el medio ambiente en que se emplean serán a) para interiores y b) para exteriores.
- 2.- Según el grado de brillo en: a) mate, b) semimate y c) brillante.
- 3.- Según las condiciones de secado en: a) de secado al aire o sean aquellas que pueden secar en un lapso razonable a una temperatura de 25 grados centígrados; b) de secado forzado, las cuales pueden secar completamente a una temperatura máxima de 100 grados centígrados y c) de horneado, las cuales secan a más de 100 grados centígrados.
- 4.- Según el medio de aplicación: en a) con brocha, b) con aerógrafo, c) por inmersión, etc.
- 5.- Según el uso general a que se destinan: en a) industriales, b) para usos domésticos, c) para usos misceláneos.
- 6.- Según la manera en el cual endurecen: en a) de secado por oxidación, b) de secado por termopolimerización, c) de secado por evaporación, d) de secado por agente curador, etc.
- 7.- Según el uso específico a que se destinan en: a) marinas, b) para maquinaria, c) para pisos, d) para implementos agrícolas, e) para aparatos domésticos blancos, etc.

Así podrían seguirse mencionando multitud de factores que dan lugar a clasificaciones de pinturas adecuadas a dichos factores.

Para completar esta descripción se presenta un ejemplo de los diversos ingredientes de una pintura típica con sus funciones específicas. Es el caso de una pintura de color blanco para uso interior como exterior, de secado al aire, de gran brillo y para aplicación con brocha.

De acuerdo con la clasificación que se hizo al principio, esta pintura estará compuesta de dos partes: La parte pigmentaria y el vehículo.

### Parte pigmentaria

Siendo una pintura blanca se escoge un pigmento blanco del mayor poder cubriente posible que permita usarse tanto en interiores como en exteriores. El pigmento que llenaría estos requisitos sería el bióxido de titanio rutilico.

Con el objeto tanto de abaratar la formulación, como de impartir mejores propiedades de almacenamiento, se añade un pigmento de bajo índice de refracción y de alta voluminosidad. Entre los muchos que pueden escogerse, un talco sería de los más adecuados.

#### Vehículo

El vehículo estaría constituido por la substancia formadora de película, los disolventes y los agentes modificadores.

Formador de película.- Tratándose de una pintura para interior y exterior, la selección adecuada es una resina alquídica a base de aceite de soya o de algún otro aceite que no amarille, de una longitud mediana, y un contenido de anhídrido naftálico también mediano. Un ejemplo típico de esta resina sería el Beckosol 1331 al 50% de sólidos.

Disolventes.- Los disolventes para esta resina de acuerdo con la literatura respectiva son hidrocarburos alifáticos, y en consecuencia se usaría gas nafta que es el más común, en México. Para tener una buena molienda y una dispersión adecuada se emplearía naftenato de zinc al 8% que precisamente imparte dichas características.

Para obtener un buen secado se usaría naftenato de cobalto al 6% y naftenato de plomo al 24% con un antioxidante como agente para evitar formaciones de natas.

La fórmula final en partes por peso quedaría de la siguiente forma:

Bióxido de titanio rutilico	250 partes
Talco	20 "
Naftenato de zinc al 8%	2 "
Lecitina de soya	2 "
Beckson 1331 al 50%	100 "
	-----
Pasta	374 "
Becksol 1331 al 50%	500 partes
Naftenato de plomo al 24%	6 "
Naftenato de cobalto al 6%	3 "
Gas nafta	30 "
	-----
Sub-total	539 "
Gran total	913 "

La primera parte de la fórmula es lo que se conoce bajo el nombre de PASTA, y se obtiene mezclando todos los ingredientes y pasándolos cuantas veces sea necesario por un molino de rodillos o de piedras de carborundum, o bien dejándolo al tiempo necesario

en un molino de bolas de porcelana, hasta obtener una finura en unidades Hegman de siete, lo cual garantizará un elevado brillo.

Una vez terminada la pasta, se agrega lentamente a un recipiente donde previamente se encuentra en agitación la resina correspondiente a la segunda parte de la fórmula y una vez agregada toda la pasta se incorporan los secantes, el agente antioxidante y con el gas mafta se ajusta la viscosidad.

Finalizada la pintura es necesario darle un ligero color ya que el bióxido de titanio rutilico es de color crema y el vehículo es también amarillento. Para este objeto se emplean pastas de colorear ya sea de color azul o azul violeta, lo cual da la tonalidad que tienen los llamados esmaltes blancos en el mercado.

Antes de envasar es necesario comprobar que la fórmula llena las especificaciones necesarias de finura, viscosidad, peso específico, tiempo de secado, brillo, etc., y una vez hecho esto puede envasarse.

## CAPITULO 2

### 2.- MARCO TEORICO

#### 2.1 ESTUDIO DEL TRABAJO

El estudio del trabajo consiste en ciertas técnicas que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

La manera más eficaz de elevar la productividad suele ser la invención de nuevos procedimientos y la modernización de la maquinaria y equipo. Pero esto sólo se aplica a las industrias cuya producción depende más de las máquinas e instalaciones que del esfuerzo humano.

##### Características:

1. Es un medio de aumentar la productividad de una fábrica o instalaciones mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poca o ninguna inversión de capital para instalaciones y equipo.
2. Es sistemático de tal forma que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes ni al crear otras nuevas, y que se recogen los datos relacionados con la operación.
3. Es el método más exacto para establecer normas de rendimiento de las que dependen la planeación y control de la producción.
4. Las economías resultantes de su aplicación comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en forma mejorada.
5. Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que dispone la dirección. Al investigar un grupo de problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos.

El estudio del trabajo es sistemático y obliga a examinar en persona todos los factores que influyen sobre la eficacia de una operación dada, pondrá de manifiesto las deficiencias de todas las actividades relacionadas con esa operación.

## Procedimiento básico para el estudio del trabajo

1. Seleccionar el trabajo o proceso a estudiar.
2. Registrar por observación directa cuanto sucede utilizando técnicas adecuadas y disponiendo los datos en forma cómoda para analizarlos.
3. Examinar los hechos registrados con espíritu crítico.
4. Idear el método más económico tomando en cuenta todas las circunstancias.
5. Medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo que lleva hacerlo.
6. Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente para que pueda ser identificado en todo momento.
7. Implantar el nuevo método como práctica general aceptada con el tiempo fijado.
8. Mantener en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control adecuados.

El estudio del trabajo se divide en dos ramas que son:

Medición del trabajo.

El estudio de métodos.

## 2.2 MEDICION DEL TRABAJO

### Medición del trabajo

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.

En el proceso de fijación de las normas se emplea para:

- a) Comparar la eficacia de varios métodos: en igualdad de condiciones, el mejor será el que lleve menos tiempo.
- b) Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples, para que a cada quien le toque una tarea que lleve el mismo tiempo.
- c) Determinar mediante diagramas de actividades múltiples operario y máquina, el número de máquinas que puede atender un operario.

Una vez obtenidos los tiempos tipo pueden ser utilizados para:

- d) Obtener información en que basar el programa de producción, incluidos datos sobre el equipo y la mano de obra que se necesitarán para cumplir el plan de trabajo y aprovechar la capacidad de producción.
- e) Obtener información en que basar presupuestos de ofertas, precios de venta y plazos de entrega.
- f) Fijar normas sobre uso de la maquinaria y desempeño de la mano de obra que puedan ser utilizadas con cualquiera de los fines que anteceden y como base de sistemas de incentivos.
- g) Obtener información que permita controlar los costos de mano de obra y fijar y mantener costos regulares.

### 2.2.1 TECNICAS

Las principales que se emplean en la medición del trabajo son:

- Estudio de tiempos
- Muestreo de actividades, conversión y muestreo de actividades valoradas.
- Sistema de datos estándares.

-Sistemas de tiempos predeterminados de los movimientos.

#### Métodos para establecer estándares

Los estándares de tiempos se pueden determinar en varias formas:

1. Por estimación.
2. Por registros de actuación.
3. Mediante estudio de tiempos por cronómetro.
4. Por medio de datos estándares.
5. Mediante fórmulas de estudio de tiempos.
6. Por estudio de muestreo del trabajo.

Los métodos 3, 4, 5 y 6 darán resultados más fidedignos que el método 1 ó el 2.

Todos estos métodos tienen aplicación en ciertas condiciones, relativas a su exactitud y costo de implantación.

#### Estudio de tiempos por cronómetro

##### A. Ventajas

1. Capacita al analista para observar el ciclo completo, dándole por este medio una oportunidad de sugerir e iniciar el mejoramiento de métodos.
2. Es el único método que efectivamente mide y registra el tiempo real empleado por el operario.
3. Es probable que comprenda aquellos elementos que ocurren menos de una vez por ciclo.
4. Proporciona rápidamente valores exactos para elementos controlados por máquina.
5. Es relativamente sencillo de entender y explicar.

##### B. Desventajas

1. Requiere la calificación o evaluación de la actuación, o sea la destreza o empeño del trabajador.
2. No obliga a seguir un registro detallado del método total que se empleó, incluyendo la distribución de equipo en el lugar de

trabajo, los patrones de movimientos, la condición de los materiales, las herramientas, etc.

3. Puede no proporcionar una evaluación exacta de los elementos no cíclicos.

4. Basa el estándar de una muestra pequeña, puesto que es determinado por un analista que estudia a un solo operario que utiliza un sólo método.

5. Requiere que el trabajo sea realizado antes de establecer el estándar.

Sistemas de datos de tiempos de movimientos predeterminados.

#### A. Ventajas

1. Obligan a tener una descripción detallada y precisa de la distribución en el sitio de trabajo; de los patrones de movimientos; y de la forma, tamaño y ajuste de componentes y herramientas.

2. Estimulan la simplificación de trabajo para reducir los tiempos estándares.

3. Eliminan la calificación de la actuación.

4. Permiten establecer métodos y estándares antes de que comience la producción.

5. Hacen posibles ajustes fáciles y exactos de los estándares de tiempo para intercalar cambios ligeros en el método.

6. Proporcionan estándares más consistentes.

#### B. Desventajas

1. Dependen de descripciones completas y precisas de los métodos requeridos para la exactitud de estándar de tiempo.

2. Requieren más tiempo para el adiestramiento de analistas competentes.

3. Son más difíciles de explicar a operarios, supervisores y representantes sindicales.

4. Pueden requerir más horas-hombre para establecer estándares en operaciones de ciclo largo.

5. Se deben emplear cronómetro, datos estándares o fórmulas para los elementos controlados por proceso y por máquina.

## Métodos de datos estándares, fórmulas y teoría de las filas o colas.

### A. Ventajas

1. Eliminan la calificación de la actuación.
2. Establecen estándares consistentes.
3. Permiten establecer métodos y estándares antes de la producción.
4. Permiten que se establezcan los estándares rápida y económicamente.
5. Admiten un ajuste fácil de estándares de tiempo a fin de incluir cambios ligeros en el método.

### B. Desventajas

1. Puede no admitir pequeñas variaciones en el método.
2. Las fórmulas complejas quizá requieran un técnico con mayores aptitudes.
3. Son más difíciles de explicar a los operarios que el procedimiento por cronómetro.
4. Pueden ocasionar inexactitudes significativas si se extienden más allá del alcance de los datos empleados en su desarrollo.

## Muestreo de trabajo

### A. Ventajas

1. Elimina las tensiones causadas por la observación constante del operario (cuando se emplea el estudio de tiempos por cronómetro).
2. Representa las condiciones típicas o medias de un trabajo donde las circunstancias cambian de hora a hora ó de día a día.
3. Permite el desarrollo simultáneo de estándares para una variedad de operaciones.
4. Se adapta idealmente a estudios de utilización de máquinas, análisis de actividades y demoras inevitables.
5. Se puede utilizar para evaluar la actuación a fin de determinar tiempos estándares.

## B. Desventajas

1. Supone que el operario está empleando un método estándar y aceptable.
2. Requiere que el observador sea capaz de identificar y clasificar una amplia variedad de actividades de trabajo y retrasos.
3. Se debe limitar a poblaciones constantes.
4. Hace más difícil aplicar un factor correcto de calificación de actuación que el estudio cronométrico de tiempos.
5. La exactitud del estándar de tiempo depende del número de observaciones aleatorias realizado, así como de la exactitud de la clasificación y el registro de observaciones individuales.
6. Requiere registros exactos de las horas trabajadas y el número de unidades producidas.

Un resumen adicional de las clases de casos que están mejor adaptados a las diversas técnicas pueden ampliar el panorama de la aplicación.

### A. Estudio de tiempos por cronómetro.

1. Donde se tienen ciclos de trabajo repetitivos, desde corta hasta larga duración.
2. Donde se pueden realizar nuevas operaciones sin estándares hasta que se efectuó el estudio.
3. Donde se lleve a cabo una amplia variedad de trabajos disímolos.
4. Donde los elementos de control de proceso constituyen una parte del ciclo.

### B. Sistemas de datos de tiempos de movimientos predeterminados.

1. Donde el trabajo es controlado predominantemente por el operario.
2. Donde existen ciclos de trabajo repetitivos con duración de corta a mediana.
3. Donde es necesario planear métodos de trabajo, incluyendo equilibrio o compensación en líneas, antes de la producción.
4. Donde han existido controversias a causa del procedimiento para evaluar la actuación.
5. Donde se han provocado controversias acerca del procedimiento de los estándares.

### C. Métodos de datos estándares, fórmulas y teoría de las colas o filas.

1. Donde existe trabajo similar, de corta a larga duración.
2. Donde ha habido controversia a causa del procedimiento para evaluar la actuación.

#### D. Muestreo del trabajo.

1. Donde es necesario establecer tolerancias por demora para diversos procesos o departamentos.
2. Donde hay diferencia considerable en el contenido de trabajo de ciclo a ciclo, como en ciertas actividades de embarque, manejo de materiales y trabajos de oficina.
3. Donde los estudios de la actividad son necesarios para determinar el grado de utilización de máquina o de espacio, o el porcentaje de tiempo dedicado a ciertas actividades.
4. Donde los estándares son necesarios para actividades de grupos que varían de ciclo a ciclo.
5. Donde hay objeciones al estudio de tiempos por cronómetro.

#### 2.2.2 ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Material utilizado en el estudio de tiempos.

El material fundamental consta de:

- un cronómetro;
- un tablero de observaciones;
- formularios de estudio de tiempos;
- calculadora o computadora;

Opcional:

- cámara de video;
- datamyte

Se usan generalmente dos tipos de cronómetros para el estudio de tiempos: el cronómetro ordinario y el cronómetro de vuelta a cero. A veces se emplea el cronómetro de registro fraccional de segundos u otra unidad de tiempo. Algunos de los más usados son:

1. Aparato para decimales de minuto (de 0.01 min.....)
2. Aparato para decimales de minuto (de 0.001 min)
3. Aparato para decimales de hora (de 0.0001 hora)
4. Cronómetro electrónico.

En las siguientes dos páginas se presentan formularios para el estudio de tiempos.





## Descomponer la tarea en elementos

Después de registrar todos los datos sobre la operación y el operario para poderlos identificar, se deberá descomponer la tarea en elementos.

Elemento es: la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis. Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales.

El ciclo de trabajo empieza al comienzo del primer elemento de la operación o actividad hasta el mismo punto en una repetición de la operación o actividad; empieza entonces el segundo ciclo, y así sucesivamente. Es necesario detallar los elementos para poder:

- 1) separar el trabajo (o el tiempo) productivo de la actividad (o tiempo) sin provecho;
- 2) evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo integro: el operario quizá no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y tienda a ejecutar ciertas operaciones más rápido que otras;
- 3) reconocer y distinguir los diversos tipos de elemento para ocuparse de cada uno según su tipo;
- 4) aislar los elementos que causan mayor fatiga y fijar con mayor exactitud los tiempos marginales de descanso;
- 5) verificar más fácilmente el método, de modo que más tarde se note si se omiten o añaden elementos;
- 6) extraer los tiempos de los elementos que se repiten a menudo a fin de poder establecer datos sintéticos.

## Delimitar los elementos

Hay algunas reglas generales para delimitar los elementos de una operación:

Los elementos deberán ser de identificación fácil y de comienzo y fin claramente definidos, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez. Los elementos deberán ser todo lo breves que sea posible, con tal que un analista experto pueda aún cronometrarlos cómodamente. La unidad mínima suele fijarse en 0.04 minutos (2.4 segundos).

Tomar el tiempo de cada elemento: uso del cronómetro

Una vez delimitados y descritos los elementos se puede empezar el cronometraje. Existen dos procedimientos para tomar el tiempo con cronómetro:

- cronometraje acumulativo, y
- cronometraje con vuelta a cero.

En el método acumulativo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio, leyéndose en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento.

En el método continuo se leen las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción. Un instrumento electrónico de estudio de tiempos puede proporcionar un valor inmóvil.

En la técnica de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero.

### 2.2.3 NUMERO DE CICLOS A ESTUDIAR

El estudio de tiempos es una técnica de muestreo, y como tal, la exactitud con que los valores finales reflejen los verdaderos tiempos de los elementos de una operación y su tiempo total depende, hasta cierto punto, del tamaño de la muestra. La actividad de un trabajo, así como su tiempo de ciclo, influye directamente en el número de ciclos que deben estudiarse desde el punto de vista económico, por lo tanto no es posible apoyarse totalmente en la práctica estadística que requiere un cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas de elementos individuales.

La General Electric Co. estableció la tabla que a continuación presento, como guía para determinar el número de ciclos que deben observarse.

Tiempo de ciclo en minutos	Número de ciclos recomendado
0.10 . . . . .	200
0.25 . . . . .	100
0.50 . . . . .	60
0.75 . . . . .	40
1.00 . . . . .	30
2.00 . . . . .	20
2.00 - 5.00 . . . . .	15
5.00 - 10.00 . . . . .	10
10.00 - 20.00 . . . . .	8
20.00 - 40.00 . . . . .	5
40.00 - en adelante . . . . .	3

## 2.2.4 CALIFICACION DE LA ACTUACION

La calificación de la actuación es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No hay ningún método universalmente aceptado para calificar actuaciones, aun cuando la mayoría de las técnicas se basen primordialmente en el criterio del analista de tiempos. El buen juicio es el criterio para la determinación del factor de calificación, sin que importe si dicho factor se base en la celeridad o tiempo de la ejecución, o en la actuación del operario observado comparada con la del trabajador normal.

El concepto de normal será tanto mejor cuanto más claro y específico sea. Deberá describir claramente la habilidad y el esfuerzo comprendidos en la actuación, de manera que todos los trabajadores de la fábrica o planta puedan comprender cabalmente el concepto de normalidad establecido en esa factoría.

### Métodos de calificación

#### Sistema Westinghouse

Uno de los sistemas más utilizados es el desarrollado por la Westinghouse Electric Co.. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario:

1. Habilidad
2. Esfuerzo o empeño
3. Condiciones
4. Consistencia

La habilidad se define como "pericia en seguir un método dado y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural. El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad manifestada por un operario.

Destreza o habilidad

+0.15 . . . . .	A1	Extrema
+0.13 . . . . .	A2	Extrema
+0.11 . . . . .	B1	Excelente
+0.08 . . . . .	B2	Excelente
+0.06 . . . . .	C1	Buena
+0.03 . . . . .	C2	Buena
0.00 . . . . .	D	Regular
-0.05 . . . . .	E1	Aceptable
-0.10 . . . . .	E2	Aceptable
-0.16 . . . . .	F1	Deficiente
-0.22 . . . . .	F2	Deficiente

Este porcentaje se combina luego algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final, o al factor de calificación de la actuación del operario.

El esfuerzo o empeño se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario.

Esfuerzo

+0.13 . . . . .	A1	Excesivo
+0.12 . . . . .	A2	Excesivo
+0.10 . . . . .	B1	Excelente
+0.08 . . . . .	B2	Excelente
+0.05 . . . . .	C1	Bueno
+0.02 . . . . .	C2	Bueno
0.00 . . . . .	D	Regular
-0.04 . . . . .	E1	Aceptable
-0.08 . . . . .	E2	Aceptable
-0.12 . . . . .	F1	Deficiente
-0.17 . . . . .	F2	Deficiente

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este proceso de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido.

### Condiciones

+0.06 . . . . .	A	Ideales
+0.04 . . . . .	B	Excelentes
+0.02 . . . . .	C	Buenas
0.00 . . . . .	D	Regulares
-0.03 . . . . .	E	Aceptables
-0.07 . . . . .	F	Deficientes

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican consistencia perfecta.

### Consistencia

+0.04 . . . . .	A	Perfecta
+0.03 . . . . .	B	Excelente
+0.01 . . . . .	C	Buena
0.00 . . . . .	D	Regular
-0.02 . . . . .	E	Aceptable
-0.04 . . . . .	F	Deficiente

Una vez que se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación, y se han establecido sus valores numéricos equivalentes, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando se suma a la unidad. Por ejemplo, si un cierto trabajo se ha calificado como C2 en habilidad, C1 en esfuerzo, D en condiciones y E en consistencia, el factor de actuación se obtendrá como sigue:

Habilidad . . . . .	C2	+0.03
Esfuerzo . . . . .	C1	+0.05
Condiciones . . . . .	D	0.00
Consistencia . . . . .	E	-0.02
Suma algebraica . . . . .		+0.06
Factor de actuación . . . . .		1.06

El factor de actuación se aplica sólo a los elementos de esfuerzo, ejecutados manualmente; todos los elementos controlados por máquinas se califican con 1.00.

## 2.2.5 MARGENES Y TOLERANCIAS

Las tolerancias se aplican para cubrir tres amplias áreas, que son las demoras personales, la fatiga y los retrasos inevitables. Se aplican a tres categorías del estudio, que son: 1) tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo, 2) tolerancias aplicables sólo al tiempo de empleo de la máquina, y 3) tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo.

Los márgenes aplicables al tiempo total del ciclo generalmente se expresan como un porcentaje del tiempo del ciclo, e incluyen retrasos como los de satisfacción de necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación del equipo ó máquina. Las tolerancias en los tiempos de máquina comprenden el tiempo para el cuidado de las herramientas y variaciones de la potencia, en tanto que los retrasos representativos cubiertos por tolerancias de esfuerzo son los de fatiga y ciertas demoras inevitables.

Existen dos métodos utilizados frecuentemente para el desarrollo de datos de tolerancia estándar. El primero es el que consiste en un estudio de la producción que requiere que un observador estudie dos o quizá tres operaciones durante un largo periodo. El observador registra la duración y el motivo de cada intervalo libre o de tiempo muerto, y después de establecer una muestra razonablemente representativa, resume sus conclusiones para determinar la tolerancia en tanto por ciento para cada característica aplicable. Los datos obtenidos de esta manera deben ajustarse al nivel de actuación normal, al igual que los de cualquier estudio de tiempos.

La segunda técnica para establecer un porcentaje de tolerancia es mediante estudios de muestreo del trabajo. En este método se toma un gran número de observaciones al azar, por lo que sólo requiere por parte del observador, servicios en parte de tiempo ó al menos intermitentes. En este procedimiento no se emplea cronómetro, ya que el observador camina solamente por el área que se estudia sin horario fijo, y toma breves notas sobre lo que cada operario está haciendo.

El número de retrasos registrados, dividido entre el número total de observaciones durante las cuales el operario efectúa trabajo productivo, tenderá a ser igual a la tolerancia requerida por el operario para ajustar los retrasos normales que se le presenten.

La "Oficina Internacional del Trabajo" ha tabulado el efecto de las condiciones laborales para llegar a un factor de tolerancia por retrasos personales y fatiga.

## Márgenes o tolerancias

-----		
A.	Tolerancias constantes:	4
1.	Tolerancia personal . . . . .	5
2.	Tolerancia básica por fatiga. . . . .	4
B.	Tolerancias variables:	
1.	Tolerancia por estar de pie . . . . .	2
2.	Tolerancia por posición no normal:	
a.	Ligeramente molesta. . . . .	0
b.	Molesta (cuerpo encorvado) . . . . .	2
c.	Muy molesta . . . . .	7
3.	Empleo de fuerza o de vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar): Peso levantado (kilogramos y libras)	
2.5; 5	. . . . .	0
5; 10	. . . . .	1
7.5; 15	. . . . .	2
10; 20	. . . . .	3
12.5; 25	. . . . .	4
15; 30	. . . . .	5
17.5; 35	. . . . .	7
20; 40	. . . . .	9
22.5; 45	. . . . .	11
25; 50	. . . . .	13
30; 60	. . . . .	17
35; 70	. . . . .	22
4.	Alumbrado deficiente:	
a.	Ligeramente inferior a lo recomendado . . . . .	0
b.	Muy inferior . . . . .	2
c.	Sumamente inadecuado . . . . .	5
5.	Condiciones atmosféricas (calor y humedad-variables) . . . . .	10
6.	Atención estricta:	
a.	Trabajo moderadamente fino . . . . .	0
b.	Trabajo fino o de gran cuidado . . . . .	2
c.	Trabajo muy fino o muy exacto . . . . .	5
7.	Nivel de ruido:	
a:	Continuo . . . . .	0
b:	Intermitente fuerte . . . . .	2
c:	Intermitente muy fuerte . . . . .	5
d:	De alto volumen y fuerte . . . . .	5
8.	Esfuerzo mental:	
a.	Proceso moderadamente complicado . . . . .	1
b.	Proceso complicado. . . . .	4
c.	Muy complicado . . . . .	8
9.	Monotonía:	
a.	Escasa . . . . .	0
b.	Moderada . . . . .	1
c.	Excesiva . . . . .	4
10.	Tedio:	
a.	Algo Tedioso . . . . .	0
b.	Tedioso . . . . .	2
c.	Muy tedioso . . . . .	5
-----		

## 2.2.6 APLICACION DE LA CALIFICACION Y TOLERANCIA

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permite al operario de tipo medio cumplir con el estándar cuando trabaja a ritmo normal. Se acostumbra expresar la tolerancia como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo de margen. Por tanto, si se tuviera que conceder una tolerancia de 15% en una operación dada, el multiplicador sería 1.15.

Se debe tener cuidado cuando se incluye la tolerancia en el estándar del estudio de tiempo. Se debe recordar que el margen se basa en un porcentaje del tiempo de producción diaria y no en el día de trabajo global. Por ejemplo, si un estudio ha revelado que un día de trabajo de ocho horas han de concederse 50 min., de tiempo de retraso durante 400 min. de tiempo de producción normal, la tolerancia en porcentaje aplicable sería igual a  $50/400$ , o sea, 12.5%. Sin embargo, en el desarrollo de las tablas de tolerancia, el porcentaje se calcula generalmente con base en una jornada de trabajo (normalmente 480 min.) ya que el tiempo de producción no se conoce. En la aplicación de las tolerancias, la tolerancia total se convierte en un factor de la tolerancia. Por ejemplo, el cálculo de una tolerancia total podría ser:

---

Personal . . . . .	5.0%
Fatiga . . . . .	6.5%
Retrasos . . . . .	4.0%
	-----
Total . . . . .	15.5%

$$\text{Factor de tolerancia} = \frac{100\%}{100\% - 15.5\%} = 1.183$$

---

Así, el tiempo normal debe ser multiplicado por 1.183 para determinar el tiempo de tolerancia.

### Toma de tiempos estándares

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos.

Los tiempos elementales permitidos o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión. Por lo tanto se tiene la expresión:

$$T_a = (M_t) (C)$$

donde

$T_a$  = tiempo elemental asignado

$M_t$  = tiempo elemental medio transcurrido

$C$  = factor de conversión que se obtiene multiplicando el factor de calificación de actuación por la suma de la unidad y la tolerancia ó el margen aplicable.

Por ejemplo, si el tiempo elemental medio transcurrido del elemento I de un estudio de tiempos dado fue de 0.14 minutos, el factor de conversión de 0.90 y una tolerancia de 18% es la aplicable, el tiempo elemental asignado será:

$$T_a = (0.14) (0.90) (1.18) = 0.1485$$

Los tiempos elementales se redondean a tres cifras después del punto decimal. Por lo tanto, en el ejemplo anterior el valor de 0.1483 minutos se registra como 0.148 minutos. Si el resultado hubiera sido 0.1485 minutos entonces el tiempo asignado se tomaría 0.149 min..

El tiempo elemental asignado es sólo el tiempo normal más un margen para considerar los retardos personales y los retrasos inevitables, así como la fatiga.

## 2.3 ESTUDIO DE METODOS

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

Existen varias técnicas de estudio de métodos apropiados para resolver problemas de todos las categorías, desde la disposición general de la fábrica hasta los menores movimientos del operario en trabajos repetitivos. En todos los casos, el procedimiento es fundamentalmente el mismo y debe seguirse meticulosamente.

Al examinar cualquier problema es necesario seguir un orden bien determinado, que puede resumirse como sigue:

1. Definir el problema.
2. Recoger todos los datos relacionados con él.
3. Examinar los hechos con espíritu crítico, pero imparcial.
4. Considerar las soluciones posibles y optar por una de ellas.
5. Aplicar lo que se haya resuelto.
6. Mantener en observación.

Se ha mencionado el procedimiento básico del estudio del trabajo, que comprende a la vez los procedimientos de estudio de métodos y los de medición del trabajo. A continuación se describirán en más detalle las sucesivas etapas del estudio del trabajo las cuales son esenciales para aplicar el estudio de métodos.

### Seleccionar el trabajo a estudiar

Cuando se trate de decidir se deberá aplicarse el estudio de métodos a determinado trabajo, se tendrán presentes los siguientes factores:

- A. Consideraciones de índole económica.
- B. Consideraciones de orden técnico.
- C. Reacciones humanas.

### Registrar los hechos

Después de elegir el trabajo que se va a estudiar, la siguiente etapa del procedimiento básico es la dedicada a registrar todos los hechos relativos al método existente. El éxito del procedimiento íntegro depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear el método perfeccionado.

### 2.3.1 TECNICAS

Las técnicas más usuales son los gráficos y diagramas de los cuales hay varios tipos:

- a) los que sirven para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos en el orden en que ocurren, pero sin reproducirlos a escala;
- b) los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurren, pero indicando su escala de tiempo, de modo que se observe mejor la acción mutua de sucesos relacionados entre sí.

#### A. GRAFICOS que indican la sucesión de los hechos

- Cursograma sinóptico del proceso
- Cursogramas analíticos: del operario, del material y del equipo
- Diagrama bimanual

#### B. GRAFICO con ESCALA DE TIEMPO

- Gráfico de actividades múltiples
- Simograma
- Gráfico STPM

#### C. DIAGRAMAS que indican MOVIMIENTO

- Diagrama de recorrido
- Ciclograma

Simbolos empleados en los gráficos

Las dos principales actividades de un proceso con la operación y la inspección, que se representan con los símbolos siguientes:

##### Operación

Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica durante la operación.

##### Inspección

Indica que se verifica la calidad, la cantidad de ambas.

La distinción entre esas actividades es:

La operación hace avanzar el material, elemento o servicio un paso más hacia el final, bien sea al modificar su forma o su composición. La operación también puede constituir en preparar cualquier actividad que favorezca la terminación del producto.

El transporte indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

Depósito provisional o espera; indica demora en el desarrollo de los hechos.

Almacenamiento permanente; indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

#### Actividades combinadas

Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades.

#### El cursograma sinóptico

Es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones. Sólo se anotan las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar su resultado. Para preparar ese diagrama se necesitan solamente los dos símbolos correspondientes a inspección y operación.

#### El cursograma analítico

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

#### Examinar

La técnica del interrogatorio es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas. Se cuestionan el propósito, el lugar, la sucesión, las personas y los medios de como se realiza y de como podría realizarse esta actividad.

#### Idear el método perfeccionado

El encargado del estudio de trabajo debe llevar a la práctica el resultado de sus investigaciones. Se debe registrar el método proyectado en un cursograma analítico para compararlo con el método original y cerciorarse que no se paso nada por alto. Así se podrá registrar en el resumen el número total de actividades efectuadas con arreglo a ambos métodos, las economías de distancia y tiempo que cabe esperar de la modificación.



### Definir el método aprobado

En todos los trabajos que no se ejecuten con máquinas herramientas de tipo uniforme o con maquinaria especial que regule el proceso y los métodos, más vale consignar por escrito las normas de ejecución, la cual tendrá como propósito:

1. Dejar constancia del método perfeccionado, con todos los detalles necesarios, que puede ser consultada más tarde.
2. Puede utilizarse para explicar el nuevo método a la dirección, a los capataces y a los operarios. Informa a los interesados, y entre ellos los ingenieros de la fábrica acerca del nuevo equipo que se precisa o de los cambios que hacer en la disposición de las máquinas o lugares de trabajo.
3. Facilita el aprendizaje o readaptación de los operarios, que la pueden consultar hasta que se familiarizan por completo con el nuevo método.
4. En ella se basan los estudios de tiempos que se hacen para fijar normas, aunque los elementos no se descompongan necesariamente del mismo modo que los movimientos.

### Implantar el método perfeccionado

Se necesitará la cooperación activa de la dirección y de los sindicatos. Ahí se adquieren importancia los dotes personales del especialista en estudio del trabajo, su capacidad para explicar clara y sencillamente lo que propone, su don de gentes y su aptitud para inspirar confianza.

La implantación del método consiste en cinco fases:

1. Conseguir que acepte el cambio el jefe de departamento.
2. Obtener la aprobación de la dirección.
3. Conseguir que acepten el cambio los operarios.
4. Enseñar el nuevo método a los trabajadores.
5. Seguir de cerca la marcha del trabajo hasta tener la seguridad de que se ejecuta como estaba previsto.

### Mantener en uso el nuevo método

Para mantenerlo es necesario definirlo y especificarlo claramente, sobre todo cuando se piense utilizarlo como base de primas por rendimiento o para otros fines. Es preciso especificar las herramientas, la disposición del lugar de trabajo y los elementos de movimiento, de forma que no exista posibilidad alguna de mala interpretación.

Es necesario vigilar la aplicación del método, porque de lo contrario, obreros y capataces o encargados tenderían a apartarse de las normas establecidas. Muchas discusiones sobre los tiempos tipo se deben a que el método seguido no corresponde más al especificado porque se le infiltraron elementos nuevos, lo que no hubiera ocurrido vigilándolo debidamente. Se ve que se puede hacer una mejora, procede entonces incorporarla oficialmente, establecer una nueva especificación y fijar un nuevo tiempo tipo.

## 2.4 SISTEMA DE COLAS

El análisis de sistemas de colas presenta la dificultad de construir un modelo matemático que contenga todos los elementos presentes en el sistema. Generalmente, los modelos de colas asumen que el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio siguen una distribución exponencial. También estos modelos asumen que la cantidad de clientes que llegan al sistema por unidad de tiempo y la cantidad de clientes que el sistema sirve por unidad de tiempo siguen una distribución de Poisson. Además estos modelos generalmente asumen que:

- 1) La fuente que alimenta al sistema es de tamaño infinito.
- 2) El sistema ha alcanzado el estado estable.
- 3) La disciplina de servicio es primeras entradas-primeras salidas
- 4) Los clientes que llegan al servicio se unen a la cola.
- 5) Los clientes que están en la cola permanecerán en ella hasta que sean servidos.
- 6) Los clientes llegan en forma individual.
- 7) Las salidas del sistema son en forma individual.

Estas suposiciones generalmente originan que las decisiones que se toman con base en estos modelos no sean confiables. En muchas situaciones el sistema de colas puede tener características especiales importantes. Puede tener prioridades de servicio o algunos clientes que llegan al sistema cuando la cola es excesivamente grande pueden rehusar entrar al sistema. También es posible que la fuente que alimenta al sistema sea finita. La exclusión de tales características especiales puede distorsionar la naturaleza verdadera del sistema, por cual deberán ser consideradas en la modelación del mismo.

Si existen varias características importantes, una modelación matemática resultaría difícil o casi imposible. En tales situaciones, el análisis completo del sistema puede ser logrado a través del uso de la técnica de simulación.

En el sistema de colas que se analizó existen dos elementos estocásticos a ser considerados. Estos son el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio. La variable de decisión para este modelo es la cantidad de personal en el departamento de control de calidad. También para esta simulación se utilizó el método de la transformada inversa para simular el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio.

En todo modelo de simulación estocástico existen una o varias variables aleatorias interactuando. Generalmente estas variables siguen distribuciones de probabilidad teóricas o empíricas. Para simular este tipo de variables, es necesario contar con un generador de números uniformes y una función que a través de un método específico transforme estos números en valores de la probabilidad deseada. Un procedimiento para lograr este objetivo es el método de la transformada inversa. Este utiliza la distribución acumulada  $F(x)$  de la distribución que se va a simular. Puesto que  $F(x)$  está definida en el intervalo  $(0,1)$  se puede generar un número aleatorio  $R$

y tratar de determinar el valor de la variable aleatoria para la cual su distribución acumulada es igual a  $R$ , es decir, el valor simulado de la variable aleatoria que sigue una probabilidad  $F(x)$ , se determina al resolver la siguiente ecuación.

$$F(x) = R \quad \text{ó} \quad x = F^{-1}(R)$$

Cuando esta función inversa ha sido establecida generando números aleatorios uniformes se podrán obtener valores de la variable aleatoria que sigan la distribución de probabilidad deseada.

## CAPITULO 3

### 3.- ESTUDIO DEL TRABAJO EN IMPERQUIMIA S.A. DE C.V.

El trabajo que va a ser sometido a investigación es el proceso de fabricación de pintura vinil acrílica.

Este proceso ha sido escogido en especial porque no exige grandes consideraciones de índole técnica, ni de considerable inversión de maquinaria para lograr un notable aumento de la productividad. Por lo tanto ofrece la posibilidad de ser sometido a un estudio de métodos y de tiempos para identificar todos aquellos factores competentes a la fabricación, que sean susceptibles de mejora y lograr de esta forma, sin grandes inversiones de capital mejorar la forma de producir.

El estudio del trabajo que será aplicado al proceso de pinturas puede ser utilizado con éxito en cualquier otro. Esto es importante señalarlo ya que la fábrica donde esto se llevó a cabo produce otra variedad de productos relacionados con la industria de la construcción, cuyos procesos de fabricación son susceptibles de mejorar siguiendo el siguiente estudio como ejemplo.

### 3.1 ESTUDIO DE METODOS

#### Objetivo:

Registrar todos los factores que intervienen en el proceso de producción para detectar operaciones o sistemas de operación que sean susceptibles de mejora.

#### 3.1.1 ORGANIGRAMA DE IMPERQUIMIA

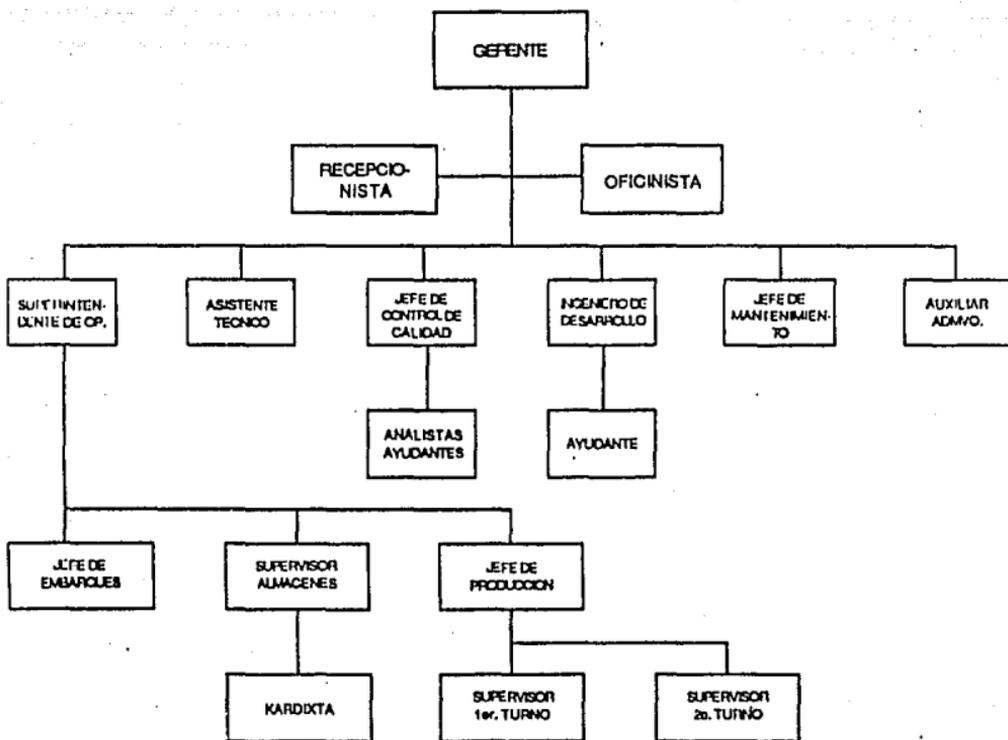
El organigrama nos dá una visión clara y rápida del orden jerárquico que existe en toda empresa. Esto es con el fin de que cada departamento tenga bien definida su área de trabajo y el flujo de información se transmita por los canales adecuados. De esta forma se identifican las órdenes de mando y se logra que cada departamento le reporte a un solo jefe.

En la siguiente página se muestra el organigrama de la planta en Iztapalapa de Imperquimia S.A. de C.V.. Se puede identificar el departamento de "Superintendencia de Operación", el cual supervisa la "Jefatura de producción", la cual es responsable de la fabricación de pintura.

Es con estos dos departamentos con quien se interactuará más profundamente para realizar un estudio del trabajo enfocado a un proceso de fabricación, no por esto haciendo a un lado a los otros departamentos que interactúan con producción, como los es el departamento de control de calidad y el departamento técnico por citar algunos.

# ORGANIGRAMA DE IMPERQUIMIA S.A. DE C.V.

## PLANTA IZTAPALAPA



### 3.1.2 PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

La producción de pinturas se realiza en la planta localizada en Iztapalapa. Se planea semanalmente, lo cual tiene el propósito de satisfacer pedidos y reponer existencias. El procedimiento a seguir es el siguiente:

Los pedidos llegan de las oficinas diariamente entre 3:30 y 4:00 P.M.. Estos los recibe un coordinador que los entrega al departamento de producción dependiendo de la urgencia, del cliente que se trate y de su forma de pago. Los pedidos no urgentes se acumulan hasta la planeación de la siguiente semana.

Todos los sábados al concluir la semana de labor, se lleva un recuento de las existencias en inventario. Se tiene un control de límites máximos y mínimos de tal manera que se equilibren la materia prima así como el producto terminado. Las existencias se controlan a través de tarjetas "Kardex".

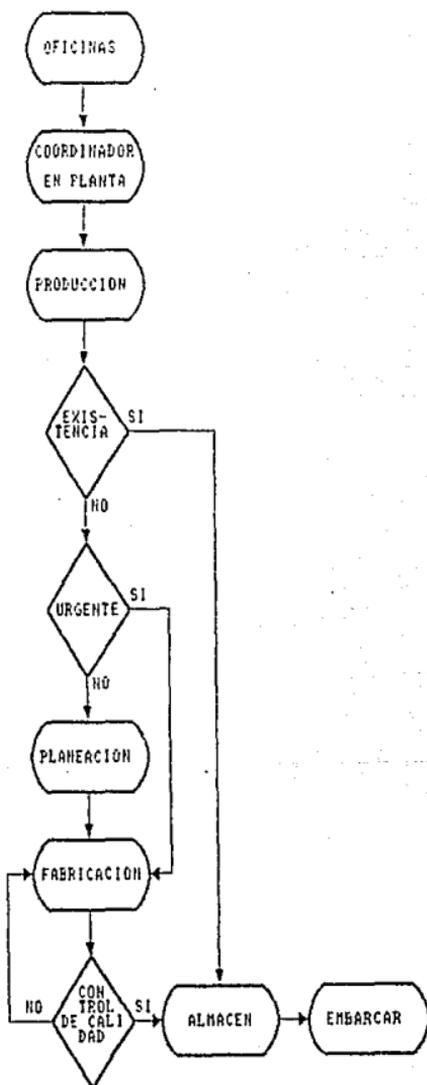
Si se trata de productos de línea éstos se surten inmediatamente con las existencias si es que existe la disponibilidad de las mismas, por lo que la función del departamento de producción se reduce a ocuparse de mantener las existencias dentro de los límites respectivos.

Al elaborar la programación semanal, el programador de la producción elabora una lista de los materiales que requiere para poder cumplir con los pedidos. Dada esta situación, el almacén debe encargarse de conseguir el material y notificar al programador el momento de su disponibilidad. Una vez dado este paso, se elabora una programación para cada día de la semana. En esta operación intervienen varios factores como lo es la forma de pago por parte del proveedor o de acuerdo al tipo de producto que se desea, pues algunos productos tienen un proceso muy largo en su fabricación. El programa de producción se puede modificar en caso de que exista un pedido muy urgente, el cual requiera ser entregado de inmediato, por lo que se llega a utilizar el sábado para producir los retrasos.

Anexo a continuación un formato de la orden de producción utilizada en Imperquimia.



PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION



### 3.1.3 OPERACION DEL ALMACEN

En Imperquimia la administración de los inventarios se hace por medio de "Kardex". Actualmente se está desarrollando un sistema global computarizado que entre otras funciones va a contabilizar los inventarios.

#### Inventario de Materia Prima

Diario se hace una revisión del "Kardex" para observar el requerimiento de los materiales. Los límites de máximos y mínimos son calculados en base a datos históricos de la demanda de los materiales. Cuando se detecta que algún producto ha llegado al mínimo, se realiza una requisición de compra que se manda al departamento de compras en las oficinas generales. Este último elabora una orden de compra, la cual contiene una descripción de los materiales y fecha probable de entrega. Posteriormente manda una copia de dicha orden al almacén de manera que éste pueda cotejar con la requisición original realizada y con el material que llegue a la planta.

Una vez que el material llega a la planta se hace una comparación entre lo que llegó y la copia de la orden de compra, para revisar que se entrega el material y la cantidad correctos. Luego se elabora una prueba por parte del departamento de control de calidad. En caso de que la materia prima no se encuentre dentro del rango de aceptación está se rechaza.

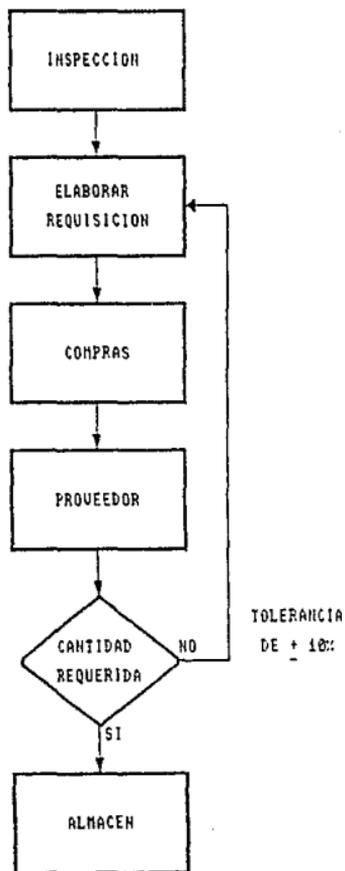
Existe un criterio de aceptación en lo referente a la cantidad de material ordenado contra lo que en realidad llega. El proveedor tiene derecho a un margen de 10% en ambos extremos. Una vez autorizada la recepción del material se elabora una nota de entrada al almacén.

Los sábados se realiza el corte de la operación del almacén con la finalidad de contabilizar cantidades y costos para elaborar un reporte dirigido al departamento de compras, debiendo contener detalles de las operaciones de la semana así como faltantes de material.

En los materiales de importación se presentan retrasos ocasionales debido a las agencias aduanales. También se presentan problemas financieros ya que es necesario pedir lotes grandes de materia prima para hacer más costeable el transporte.

La materia prima es sacada del almacén mediante la orden de producción y cada operación es registrada en el "Kardex".

INVENTARIO DE MATERIA PRIMA



OPERACION REGISTRADA EN KARDEX

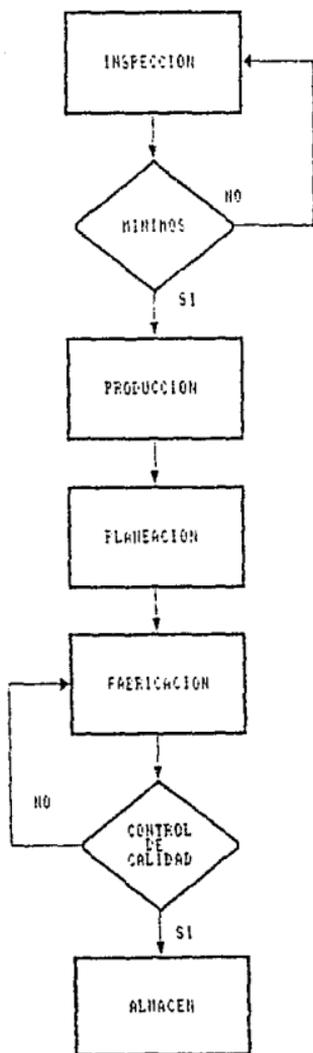
## Inventario de Producto Terminado

Se administra por medio de "Kardex" al entrar al almacén. Solamente se puede dar salida al producto terminado por la presentación previa de la factura o remisión correspondiente. Al ser entregado se revisan los niveles máximos y mínimos del producto en cuestión. En caso de que se hayan alcanzado los niveles mínimos se programa su producción.

En caso de que el personal de almacén considere que el producto no está apto para salir se le llama al departamento de control de calidad para que lo revise.

A cada producto terminado se le pone una etiqueta de control de calidad, la cual especifica la fecha en que fue producido, cuadrilla que lo produjo y la clave del inspector de calidad.

INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO



### 3.1.4 DIAGRAMA DE PLANTA ALTA Y BAJA

La fábrica de Imperquimia consta de dos pisos que serán denominados planta alta y planta baja respectivamente. Con el fin de tener una visión de ambas plantas, se presentan los diagramas respectivos.

#### Diagrama de planta alta. (Fig.3.1)

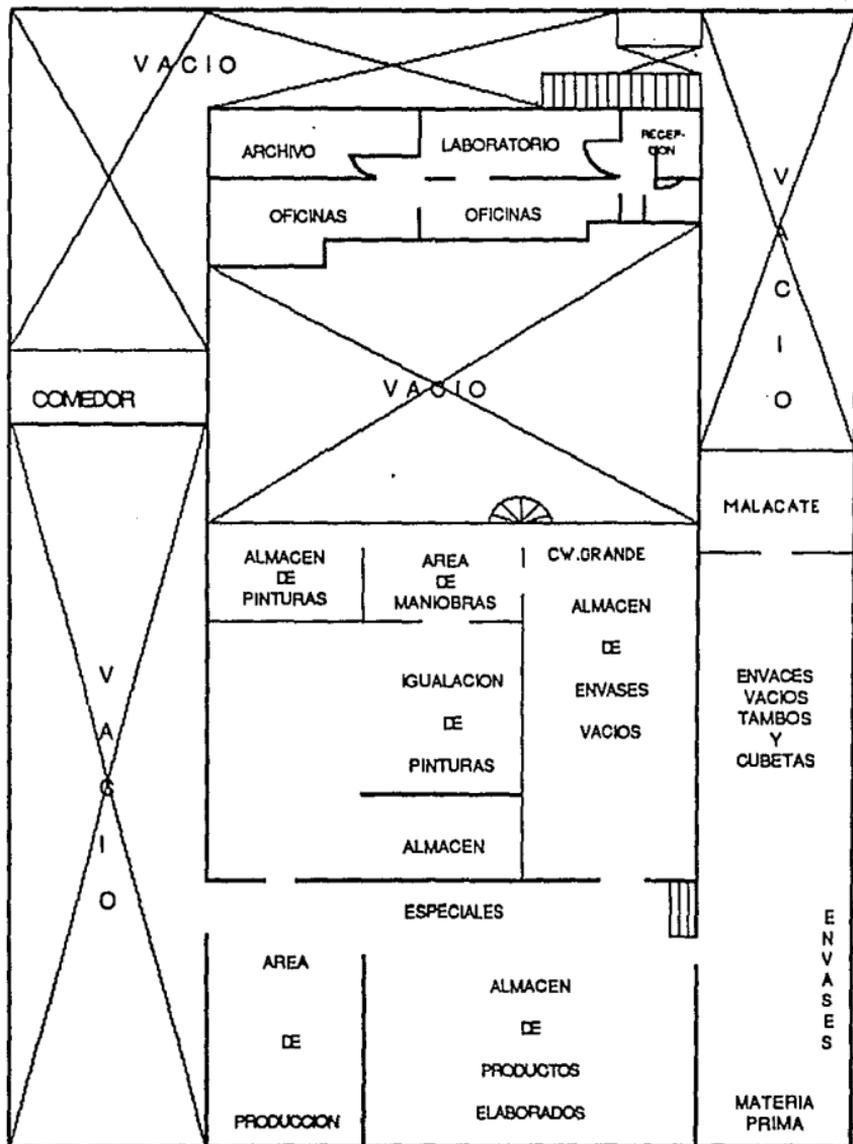
En esta planta se cuenta con un laboratorio especializado en desarrollos de mejoras de productos, así como de nuevos proyectos. Se tiene también algunos almacenes, como lo son el de envases vacíos y el de producto terminado en galones o presentaciones de 1 litro.

También se cuenta con una zona para igualación de pinturas, esto es debido a que a veces es necesario fabricar colores especiales, y debido a que son pedidos esporádicos no es conveniente tener un alto inventario de pinturas. En este caso es mucho más práctico igualar un tono específico de color utilizando pastas base. De esta forma se fabrican únicamente los colores que tienen buen desplazamiento.

Se tiene la zona de fabricación donde se encuentra la revolvedora cowless. Es aquí donde se vierte la materia prima en el tanque donde se elabora la pintura. Se van añadiendo todos los ingredientes en las distintas etapas del proceso.

Aledaña a la zona de fabricación está el área de maniobras, por donde se sube y baja el material por medio de una grúa viajera. Se cuenta con una jaula para subir los sacos de polvo necesarios, así como un dispositivo que permita subir y bajar tambores de uno a la vez, lo cual hace tardado y peligroso el manejo de dichos tambos.

# PLANTA ALTA



### Diagrama de planta baja (Fig. 3.2)

En esta planta se tienen dos rampas de carga y descarga de materia prima y de producto terminado.

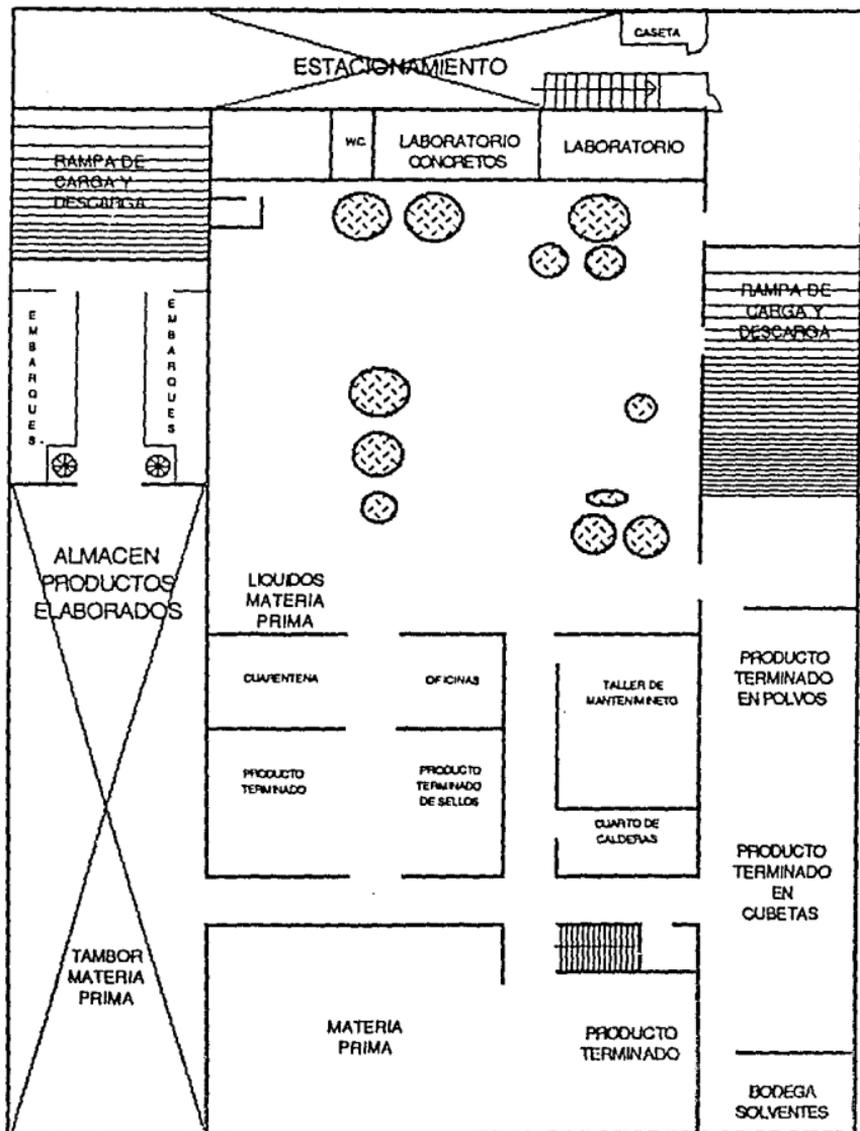
Identificadas con las letras A y B de la fig. 3.2 se tienen dos máquinas donde se elaboran las pinturas, la letra M corresponde a un molino de perlas que se utiliza en el molido de algunas pastas.

También podemos localizar los almacenes y el laboratorio donde se analizan las muestras de los lotes fabricado para determinar si pasan las especificaciones del departamento de control de calidad.

El material ubicado en esta planta competente a la fabricación de pintura es el siguiente:

- La resina necesaria almacenada en tambos los cuales están en el área denomina "materia prima en tambores".
- Los sacos de polvo necesarios para fabricar el gel.
- Los sacos de polvo que actúan como conservador.
- Los líquidos que se agregan a la resina para dar consistencia.
- Tambores de producto terminado.
- Producto terminado almacenado en cubetas.

# PLANTA BAJA



### 3.1.5 PROCESO DE FABRICACION DE PINTURA

Para fabricar una pintura vinil acrilica es necesario contar con un equipo limpio, ya que cualquier residuo puede provocar una variación en la tonalidad de la misma. Por lo que se requiere efectuar una buena limpieza del equipo cada vez que se va a producir en él. Cabe mencionar que otro aspecto muy importante es el tiempo de batido, ya que debido a que en el proceso se utilizan polvos, la mezcla tiende a formar grumos en la superficie que de no ser disueltos adecuadamente pueden producir fallas en la aplicación del producto por suspensión de pigmentos.

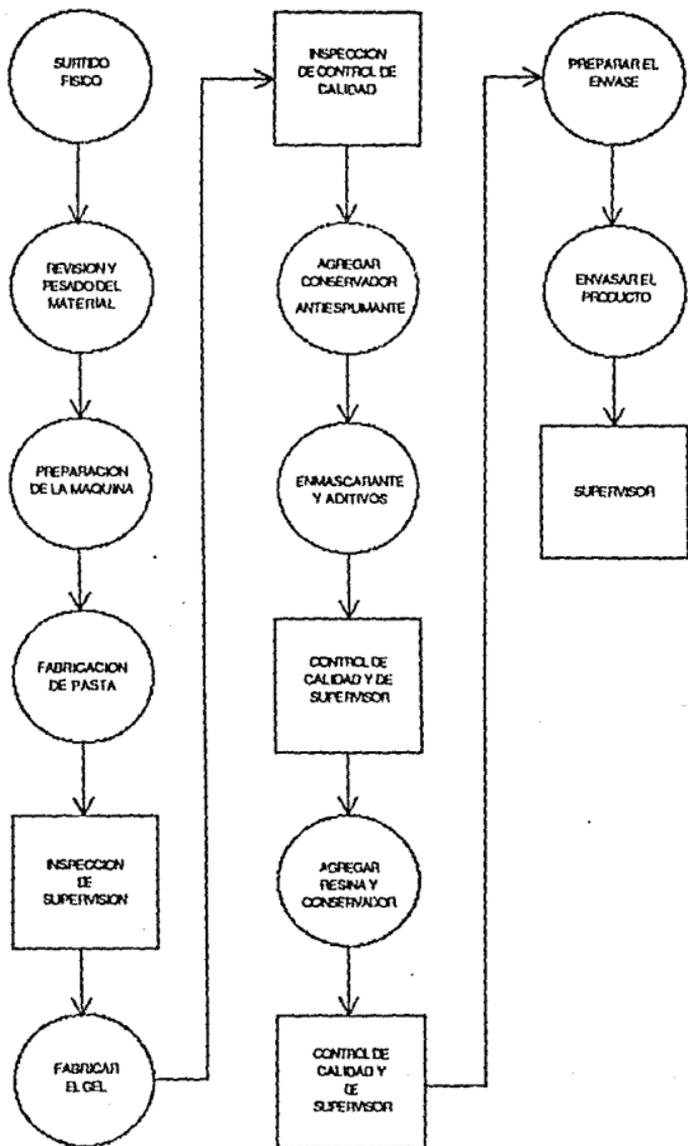
Las pinturas vinilicas son productos emulsionados en base acuosa, formuladas a base de resinas y pigmentos que le dan la tonalidad.

El proceso básico en la elaboración de una pintura es el siguiente:

- 1.- Hacer la limpieza del equipo
- 2.- Agregar agua hasta nivel especificado
- 3.- Fabricar la pasta. Esta se logra añadiendo polvos con la pigmentación
- 4.- Fabricar el gel
- 5.- Agregar conservador y antiespumante
- 6.- Agregar resina y conservador
- 7.- Envasar el producto

Durante el estudio se observó y se registró el método utilizado actualmente en la fabricación de pintura detalladamente y en varias ocasiones para que no hubiese errores en cuanto a algunos movimientos ocasionales imprevistos del operador, después se comentaron con el supervisor en turno para constatar que éste era el método que se estaba empleando, el cual se enumera a continuación.

# DIAGRAMA DE PROCESO



1. Se surten materia prima, sacos, cubetas, tambos, envases vacios a pie de máquina.
2. Se sube la materia prima a la planta alta. Sacos, cubetas y un tambor.
3. Preparado de la máquina.
4. Llenar tanque con agua hasta alcanzar nivel especificado.
5. Ambos trabajadores pesan polvos, en caso de que sobren se regresarán al almacén.
6. Arrancar máquina y agregar polvos.
7. Agregar sacos de materia prima.
8. Agregar agua hasta alcanzar nivel especificado.
9. Mantener el producto en agitación mientras los operarios pesan líquidos en cubeta.
10. Agregar líquidos en dos cubetas.
11. Agregar saco de polvo para hacer el gel.
12. Agregar líquidos en dos cubetas.
13. Agregar agua a nivel especificado.
14. Agregar líquidos en tres cubetas.
15. Agregar un tambo de resina.
16. Sacar muestra y llevarla a control de calidad. (Se para agitación)
17. Se analiza muestra mientras operarios suben los otros tambos de resina por medio de una grúa uno a la vez. Tres en total. Como observación se hace mención que la muestra tardó mucho en control de calidad.
18. Reciben resultados y agregan dos y medio tambores de resina. (Continúa agitación)
19. Se agrega una cubeta de líquido.

20. Se para la máquina para verificar si existen grumos en la mezcla.

21. Se arranca la máquina y continúa agitación.

22. Se saca muestra para control de calidad y se para la máquina, mientras tanto se preparan envases a pie de máquina. Se hace la observación similar que en el elemento 17.

23. Se recibe autorización de control de calidad y se llenan envases.

Se hace incapié que al mencionar a pie de máquina, se refiere a que el material es colocado en la planta baja a un lado de la máquina donde se fabrica la pintura, y para su elaboración es necesario trasladar éstos materiales a la planta alta donde serán vaciados en el tanque donde se hará la mezcla. Los materiales se suben en una jaula que se eleva mediante una grúa viajera. Una vez vacíos los tambos y los sacos, son trasladados de nuevo a la planta baja.

### 3.1.6 DIAGRAMA DE RECORRIDO

Una herramienta muy útil en el estudio de métodos es el diagrama de recorrido que hacen los materiales durante el proceso de fabricación. En el proceso de fabricación de pintura tenemos los flujos de material en los diagramas de planta alta y baja señalados con flechas. Ver fig. 3.3 y 3.4 .

Las flechas indican el movimiento de todos los materiales en el proceso de fabricación. Se presentan enumeradas para facilitar su explicación, la enumeración del 1 al 12 indica:

- 1.- El surtido de toda la materia prima a la fábrica.
- 2.- El almacenamiento de tambos y cubetas vacías.
- 3.- El almacenamiento de polvos y resinas.
- 4.- El surtido de polvo en sacos a jaula de pie de máquina.
- 5.- El surtido de resina en tambor.
- 6.- El surtido de galones a jaula de pie de máquina.
- 7.- Traslado de materiales en jaula a planta alta.
- 8.- Traslado de envases vacíos a pie de máquina.
- 9.- Traslado de cubetas al almacén de producto terminado.
- 10.- Traslado en tambores al almacén de producto terminado.
- 11.- Traslado al almacén de pinturas especiales.

PLANTA BAJA

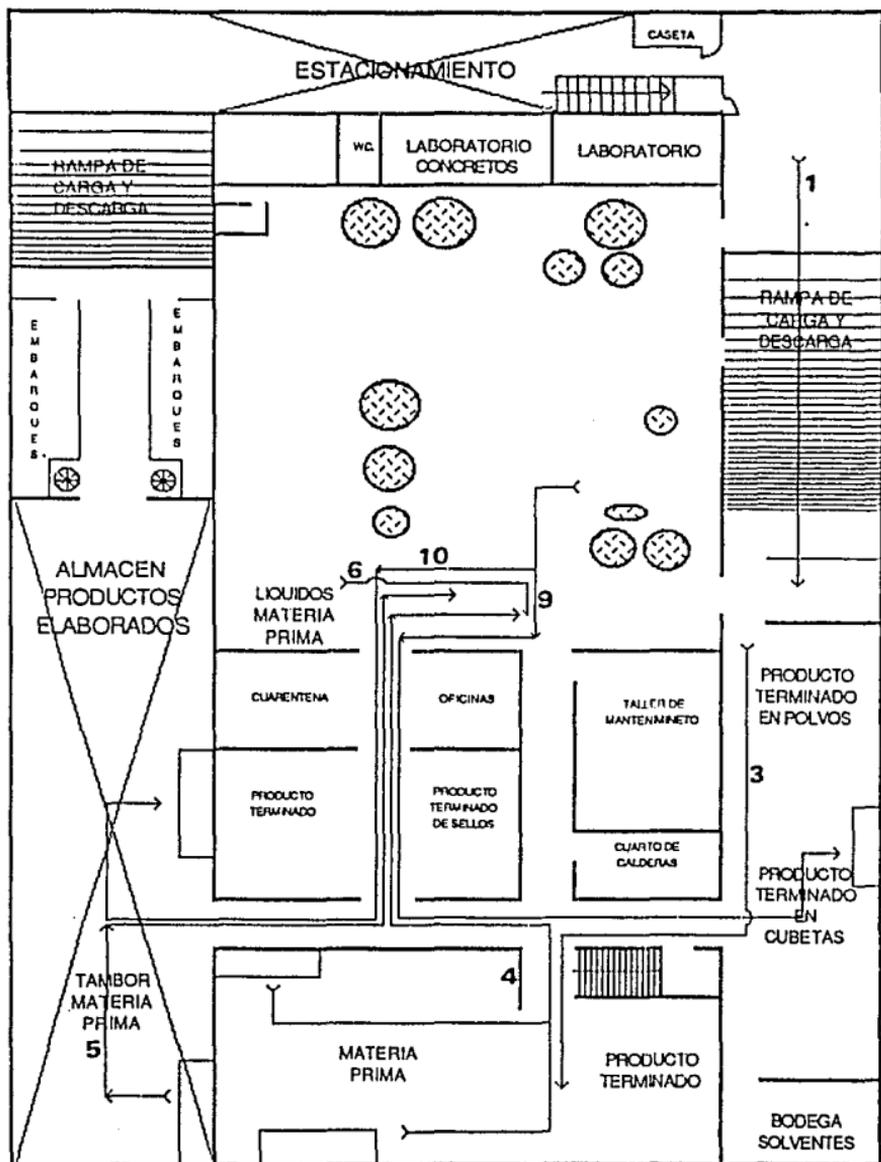


Fig. 3.3

DIAGRAMA DE RECORRIDO

# PLANTA ALTA

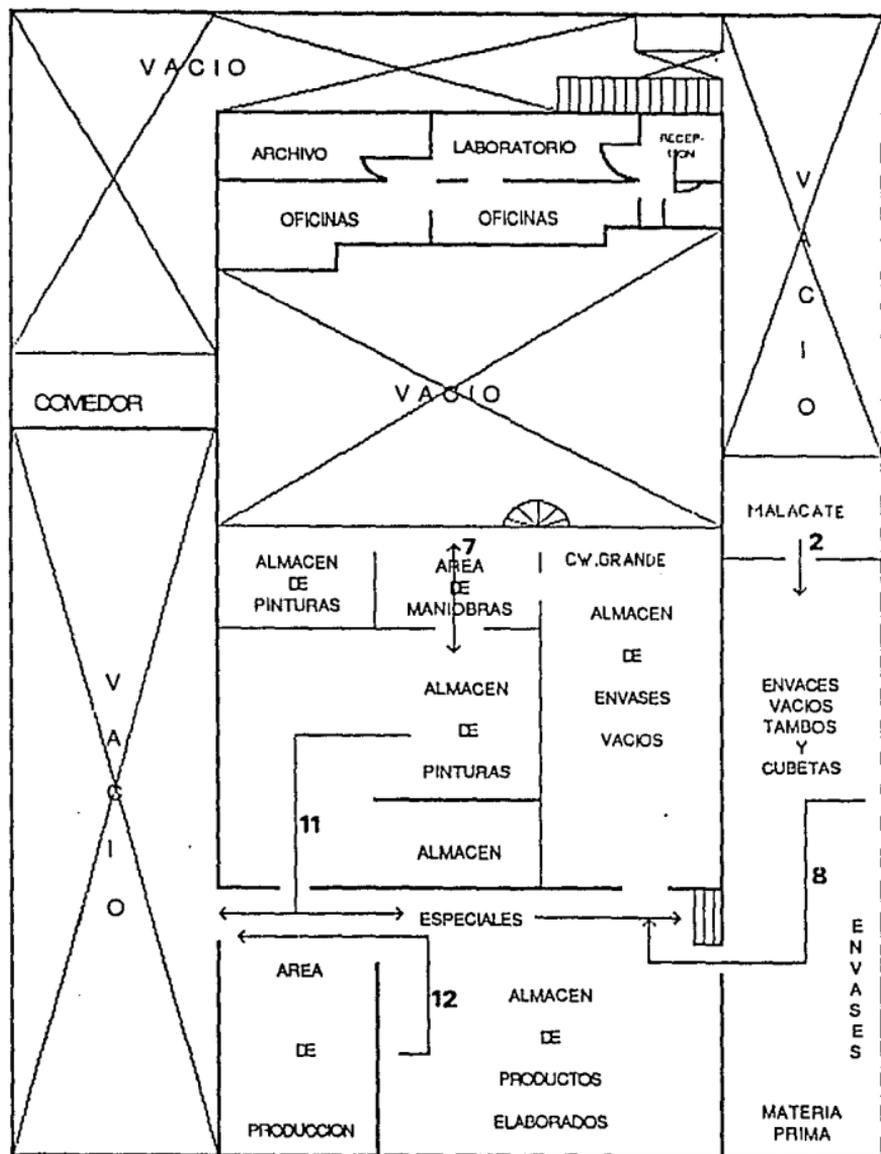


Fig. 3.4

## DIAGRAMA DE RECORRIDO

### 3.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

La técnica que se utilizó en Imperquimia fué el estudio de tiempos por cronómetro. Una de las razones para utilizarlo fué que es el único método que mide y registra el tiempo real empleado por el operario.

El material utilizado constó de:

- un cronómetro
- un tablero de observaciones
- tabla de estudio de tiempos

Se utilizó un cronómetro de vuelta a cero, el cuál mide decimales de minuto (de 0.01 min.). En el método de vuelta a cero se suman pequeños errores al observar el reloj y volver las manecillas a cero, pero sin embargo en este estudio se aplica muy bien debido a que el método está dividido en elementos largos que implican que los errores sean muy pequeños para afectar el resultado.

Número de ciclos

El número de ciclos a estudiar fué determinado mediante la tabla que la General Electric Co. estableció como guía. En total se estudiaron diez ciclos de cada operación debido a que sacando un promedio del tiempo que dura cada operación éste cae dentro de los 11 minutos por lo que estudiando 10 ciclos de cada operación se logra un dato confiable para obtener un tiempo estándar.

En la tabla de estudio de tiempos anexa se registraron diez ciclos de cada una de las 23 operaciones de que consta el método de fabricación de pintura. Una vez registrados los diez ciclos se anotan los siguientes datos:

## ESTUDIO DE TIEMPOS

HOJA 1 DE 2

PRODUCTO: PINTURA VINILICA ELABORO: MARIO HERNANDEZ fecha: 16/VI/91

DEPARTAMENTO: PRODUCCION REVISO: ING. VAZQUEZ fecha: 17/VI/91

MAQUINA: COWLESS 'GDE.

ELEM. NUM.	CICLOS										T.O.T.	T.O.P.	F.C.	F.A.	T.E.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	15.12	18.41	22.4	19.85	19.17	17.65	18.43	16.28	15.64	16.94	179.85	179.8	1.11	1.21	24.14
2	14.32	15.18	11.53	11.93	12.35	10.47	12.64	13.25	14.72	12.53	127.23	127.2	1.02	1.07	15.88
3	7.09	7.25	4.1	5.29	6.86	6.68	5.79	8.16	4.84	5.72	59.76	59.7	1.15	1.03	7.07
4	10.48	8.62	9.3	11.63	7.43	8.15	9.08	8.92	7.58	9.28	90.47	90.4	1.67	1.11	10.93
5	27.76	27.46	26.43	29.75	26.34	31.95	28.1	29.33	27.92	30.94	285.9	285.9	1.2	1.09	37.39
6	0.31	0.42	0.39	0.43	0.36	0.4	0.42	0.47	0.36	0.45	4	0.4	1.13	1.04	0.47
7	11.7	15.53	14.38	7.91	14.47	11.16	10.24	12.47	8.59	9.66	112.6	112.6	1.03	1.23	14.49
8	1.67	1.89	1.76	1.52	1.6	1.73	1.68	1.82	1.72	1.61	17.15	17.1	1.07	1.04	1.9
9	6.23	6.18	4.73	5.47	7.31	9.17	5.69	6.38	7.41	6.15	63.72	63.7	1	1	6.37
10	0.98	1.13	1.07	1.03	0.81	0.93	1.23	1.15	1.03	0.97	10.33	10.3	1.06	1.04	1.13
11	1.7	1.54	1.92	1.67	1.51	1.78	2.15	1.69	1.8	1.76	17.52	17.5	1.02	1.06	1.89
12	0.98	0.76	0.87	1.23	0.78	1.15	1.02	0.91	1.37	0.8	9.87	9.88	1.02	1.07	1.06
13	0.86	1.03	0.92	0.74	0.99	1.14	0.81	0.78	1.27	0.8	9.34	9.93	1.04	1.06	1.01
14	1.92	1.67	1.78	2.05	1.86	1.99	1.84	1.39	1.76	2.16	18.42	18.4	1.06	1.05	2.02
T.O.T. tpo. obs. total						F.C. fact. de calificar				T.E. tpo. estándar					
T.O.P. tpo. obs. promedio						F.A. fact. de actuación									



T.O.T. = Tiempo total observado  
 T.O.P. = Tiempo observado promedio  
 F.C. = Factor de calificación de actuación  
 F.A. = Factor de actuación  
 T.E. = Tiempo estándar

El método de calificación que se utilizó fue el desarrollado por la Westinghouse Electric Co. y la aplicación es la siguiente:

Habilidad	B2	+0.08
Esfuerzo	E1	-0.04
Condiciones	E	-0.03
Consistencia	C	+0.01

Suma +0.02

Factor de Actuación 1.02

Las tolerancias que se aplicaron se obtuvieron de la tabla elaborada por la "Oficina Internacional del Trabajo".

Tolerancia básica por fatiga	4%
Tolerancia por estar de pie	2%
Empleo de fuerza	2%

Suma 8%

Factor de tolerancia =  $100\% / 100\% - 8\%$

Tiempo Estándar

$T_e = M_t.C$

$T_e$  = Tiempo estándar

$M_t$  = Tiempo elemental medio transcurrido (tiempo total observado)

$C$  = Factor de conversión que se obtiene multiplicando el factor de calificación de actuación por la suma de la unidad y la tolerancia.

Tomemos por ejemplo el elemento no. 1.

$Mt = 17.98 \text{ min}$

Este es el tiempo observado promedio.

$c = (1.11)(1.21)$

$Ta = (17.98)(1.11)(1.21)$

$Ta = 24.14 \text{ min.}$

En la tabla de procedimientos también anexa se registran todos los tiempos estándar de los 23 elementos de que consta el método actual de fabricación de pintura.

Podemos observar que se registraron 18 operaciones, 2 transportes, 3 inspecciones y hubo 2 demoras. Lo cual nos da un tiempo total en la fabricación de pintura de 271.23 minutos.

TABLA DE PROCEDIMIENTOS

ACTIVIDAD: PRODUCCION PINTURA		ELABORO: MARIO HDEZ.					FECHA: 16/V/91			
DEPARTAMENTO: PRODUCCION		REVISO: ING. VAZQUEZ					FECHA: 17/V/91			
DETALLES DEL METODO (ACTUAL)	PROPUESTO	PASO #	○	◁	□	D	△	DIST m	TIEMPO min	OBSERVACIONES
Se surten materiales a pie de máquina.		1		x				20.2	24.14	
Se surten envases a pie de tanque		2		x				16	13.88	
Preparado de la máquina		3	x						7.07	
Operador lava con manija, ayudante ayuda con la llave.										
Se llena tanque hasta nivel especificado		4	x						10.93	
Ambos trabajadores pesan polvos		5	x					2.5	37.39	
Se vacían sacos de m.p., ayudante retira los sacos vacíos y auxilia operación		6	x						0.47	
7	x								14.49	
Ayudante abre llave de agua para dar el nivel		8	x					10	1.9	
Continúa agitación. Pesan líquidos		9	x					2	6.37	
Agregan líquidos en 2 cubetas		10	x						1.13	
Agregan saco de polvo para hacer el gel		11	x						1.89	
Agregan líquidos en 2 cubetas		12	x						1.06	
Agregan agua hasta nivel especificado		13	x						1.01	

RESUMEN:

DESCRIPCION		ACTUAL	DIFERENC	PROPUESTO
		min	min	min
○	OPERACION	18	157.9	
◁	TRANSPORTE	2	38.03	
□	INSPECCION	3	75.27	
D	DEMORAS	2	74.25	
△	ALMACENAMIENTO			
	DIST. RECORRIDA	69.7	mts	mts

TABLA DE PROCEDIMIENTOS

ACTIVIDAD: PRODUCCION PINTURA		ELABORO: MARIO HDEZ.					FECHA: 16/v/91			
DEPARTAMENTO: PRODUCCION		REVISO: ING. VAZQUEZ					FECHA: 17/v/91			
DETALLES DEL METODO (ACTUAL)	PROPUESTO	PASO #	○	◁	□	D	△	DIST m	TIEMPO min	OBSERVACIONES
Agregar 3 cubetas de líquidos		14	x						2.02	
Agregar un tambor con resina		15	x					3	5.92	
Sacan muestra y se lleva a c. de calidad		16	x					7	1.1	
Analizan muestra. Suben resina con grúa		17			x	x			38.85	
Agregan 2 y medio tambors con resina		18	x						16.25	
Agregan 1 cubeta con líquido y agitan		19	x						9.27	
Paran máquina para ver si hay grumos		20			x				1.01	
Arrancan máquina y continúa agitación		21	x						9.73	
Se saca muestra para c. de c. y se preparan envases		22			x	x		7	35.41	
Se recibe autorización de c. de c. y se llenan envases		23	x						29.94	
									271.23	

RESUMEN:

DESCRIPCION		ACTUAL	DIFERENC	PROPUESTO
○	OPERACION			
◁	TRANSPORTE			
□	INSPECCION			
D	DEMORAS			
△	ALMACENAMIENTO			
	DIST. RECORRIDA	mts	mts	mts

### 3.3 CONCLUSION DEL ESTUDIO DE METODOS Y DE TIEMPOS

Después de haber realizado el estudio del en la fabricación de pintura se pueden hacer las siguientes observaciones.

1.- Analizando el método actual de fabricación de pintura se observó que la materia prima utilizada son polvos en sacos, aditivos en cubeta y resina en tambos. Estos materiales son surtidos a pie de máquina para después ser elevados y vaciados en la planta alta. Una vez vacíos vuelven a ser bajados para trasladarse al almacén. Los tambos de resina son elevados uno a la vez y son vaciados manualmente tal como lo indican las operaciones de los elementos 15 y 18.

2.- El diagrama de recorrido nos muestra que los tambores y cubetas de producto terminado se almacenan en diferentes almacenes, lo cual implica que en el momento de surtir este material, es necesario juntarlo todo en la zona de embarques, trayendo como consecuencia una gran distancia recorrida.

3.- Los tambores de resina recorren la línea 5, mientras que la demás materia prima recorre la distancia de la línea 4. Esto implica varias vueltas por la línea 5 ya que el montacargas que surte sólo puede cargar un tambor o una plataforma con material a la vez.

Es muy importante reducir el manejo de materiales lo más que se pueda, evitaremos riesgos, fatiga del trabajador, manejos de materiales excesivos durante el proceso, distancias recorridas y remanejo innecesarios.

En los resultados del estudio de tiempos se aprecia cuales son los elementos que absorben el mayor tiempo. Estos por orden decreciente, los elementos 17, 5, 22, 23 y 1. La apreciación sale a relucir debido a que en esos elementos se presenta cuello de botella.

4.- Los elementos 17, 22 y 23 corresponden al análisis que se hace de la muestra del material en proceso por parte del personal de laboratorio de control de calidad que consta de 3 personas.

5.- El otro cuello de botella se presenta en el elemento 5 donde los trabajadores pesan los ingredientes que van a utilizarse.

6.- El último lapso largo es el que se presenta en el elemento 1, que corresponde al surtido de materiales a pie de máquina, retraso que se acentúa con el traslado de tambores de uno a la vez.

Por lo tanto, una vez hechas éstas observaciones podemos concluir lo siguiente:

1. El laboratorio de control de calidad no tiene un número óptimo de personal pues se presenta un cuello de botella y aunque con anterioridad este departamento contrató otro elemento, no se reporta una disminución en el tiempo de servicio, careciendo también de un tiempo estándar.
2. Se realiza mucho movimiento de material con los tambos de resina ya que es necesario subirlos a la planta alta por medio de una grúa y después trasladarlos a pie de máquina. Una vez vaciados la operación se repite para trasladarlos al almacén donde además requieren de un gran espacio para su almacenamiento. Todo esto representa un excesivo manejo de materiales que trae como consecuencia una baja en la productividad.
3. Los operarios responsables de producir los lotes de pintura pierden mucho tiempo en el pesado de los ingredientes. Además de que en esta forma no se tiene un estricto control del material utilizado y nos encontramos de nuevo ante un exceso de manejo de los materiales.

4.- ALTERNATIVAS DE SOLUCION A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS  
MEDIANTE EL ESTUDIO DEL TRABAJO

El estudio del trabajo realizado en el proceso de fabricación de pintura nos ayudó a detectar algunas deficiencias que se presentan. Con el objeto de dar una solución a estos problemas se presentan las siguientes propuestas como soluciones.

1.- Ya que se detectó que en laboratorio de control de calidad pese, a que se había contratado con anterioridad una persona más para supuestamente disminuir el tiempo de respuesta, se carece de un tiempo estándar para las muestras que ahí se analizan. Por lo tanto es necesario conocer el número óptimo de operarios en el laboratorio que nos arroje un tiempo estándar aceptable y sea viable económicamente.

Este problema representa un sistema de colas, para el cuál se propone elaborar un modelo de simulación.

2.- Para el exceso de manejo de materia prima en tambos, se propone un sistema de alimentación directa de la misma a los tanques de elaboración. Lográndo así disminuir todo el desgaste innecesario y elevar la productividad del proceso.

3.- Con el propósito de hacer más eficiente el pesado de los ingredientes, se propone un sistema de control de pesado de materia prima a la salida del almacén.

4.1 SISTEMA DE COLAS

Lo que se resolverá por medio de la simulación es el tamaño óptimo del personal en el departamento de control de calidad para tener un tiempo y un costo mínimos.

El personal encargado de atender el laboratorio de control de calidad consta actualmente de 3 personas por turno. En la planta de Imperquimia únicamente se trabajan dos turnos diarios. Los turnos son de 8 horas más 30 minutos para tomar los alimentos. La simulación que se hará será solo para un turno (de las 6:00 A.M. a las 2:30 P.M). Estas personas pueden empezar a tomar sus alimentos a partir de las 12:00 P.M., para terminar a las 12:30 P.M.. Si a las 12:00 P.M. se está analizando una muestra, entonces se empezará a tomar los alimentos al momento de terminar de analizar dicha muestra. El salario por hora que recibe este personal es de \$ 6,588.54 pesos/hora. Si tiempo extra es requerido, el salario percibido será \$ 13,177.08

#### 4.1 SISTEMA DE COLAS

Lo que se resolverá por medio de la simulación es el tamaño óptimo del personal en el departamento de control de calidad para tener un tiempo y un costo mínimos.

El personal encargado de atender el laboratorio de control de calidad consta actualmente de 3 personas por turno. En la planta de Imperquimia únicamente se trabajan dos turnos diarios. Los turnos son de 8 horas más 30 minutos para tomar los alimentos. La simulación que se hará será solo para un turno (de las 6:00 A.M. a las 2:30 P.M.). Estas personas pueden empezar a tomar sus alimentos a partir de las 12:00 P.M., para terminar a las 12:30 P.M.. Si a las 12:00 P.M. se está analizando una muestra, entonces se empezará a tomar los alimentos al momento de terminar de analizar dicha muestra. El salario por hora que recibe este personal es de \$ 6,588.54 pesos/hora. Si tiempo extra es requerido, el salario percibido será \$ 13,177.08 pesos/hora. Se estima que el costo de espera de un lote es \$ 78,000 pesos/hora y el costo de tener operando la planta es de \$700,000.00 pesos/hora.

De información basada en un estudio preliminar se sabe que la distribución de probabilidad del tiempo entre llegadas de un lote es la siguiente:

Tiempo entre llegadas (minutos)	Probabilidad %
35 . . . . .	5
40 . . . . .	10
45 . . . . .	25
50 . . . . .	30
55 . . . . .	20
60 . . . . .	8
65 . . . . .	2

Por medio de experimentación se han obtenido las distribuciones del tiempo de servicio para diferentes tamaños de personal.

Tiempo de servicio (min.) de 2 personas	Probabilidad %
20 . . . . .	9
25 . . . . .	22
30 . . . . .	35
35 . . . . .	24
40 . . . . .	10

Tiempo de servicio  
(min.) de 3 personas

Probabilidad %

15	13
20	21
25	30
30	24
35	12

Tiempo de servicio  
(min.) de 4 personas

Probabilidad %

10	15
15	20
20	26
25	22
30	17

Tiempo de servicio  
(min.) de 5 personas

Probabilidad %

5	16
10	20
15	27
20	25
25	12

A continuación presento la simulación de un turno de operación para los casos en que se de el servicio por parte de 2, 3, 4 y personas respectivamente. Se utilizó el método de la transformada inversa para simular el tiempo entre llegada de los lotes (Tabla 4.11) y el tiempo de servicio (ver Tablas 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5).

Método de la transformada inversa para realizar la simulación.

Simular tiempo entre llegadas

Si 0	< R < 0.05	entonces x = 35
Si 0.05	< R < 0.15	entonces x = 40
Si 0.15	< R < 0.40	entonces x = 45
Si 0.40	< R < 0.70	entonces x = 50
Si 0.70	< R < 0.90	entonces x = 55
Si 0.90	< R < 0.98	entonces x = 60
Si 0.98	< R < 1	entonces x = 65

Tabla 4.1

Tiempo de servicio entre 2 personas

Si 0	< R < 0.09	entonces x = 20
Si 0.09	< R < 0.31	entonces x = 25
Si 0.31	< R < 0.66	entonces x = 30
Si 0.66	< R < 0.9	entonces x = 35
Si 0.9	< R < 1	entonces x = 40

Tabla 4.2

Tiempo de servicio entre 3 personas

Si 0	< R < 0.13	entonces x = 15
Si 0.13	< R < 0.34	entonces x = 20
Si 0.34	< R < 0.64	entonces x = 25
Si 0.64	< R < 0.88	entonces x = 30
Si 0.88	< R < 1	entonces x = 35

Tabla 4.3

Tiempo de servicio con 4 personas

Si 0	< R < 0.15	entonces x = 10
Si 0.15	< R < 0.35	entonces x = 15
Si 0.35	< R < 0.61	entonces x = 20
Si 0.61	< R < 0.83	entonces x = 25
Si 0.83	< R < 1	entonces x = 30

Tabla 4.4

Tiempo de servicio con 5 personas

Si $\emptyset$	< R < 0.16	entonces x = 5
Si 0.16	< R < 0.36	entonces x = 10
Si 0.36	< R < 0.63	entonces x = 15
Si 0.63	< R < 0.88	entonces x = 20
Si 0.88	< R < 1	entonces x = 25

Tabla 4.5

Según los resultados mostrados en la tabla 4.6, el primer lote llega a las 6:50 A.M.. El personal del departamento de control de calidad llega a las 6:00 A.M. pero el primer lote llega 50 minutos después debido al número aleatorio 0.545 que de acuerdo a la Tabla 4.1 corresponde a un tiempo de 50 minutos. El servicio dura 35 minutos (número aleatorio 0.889, que de acuerdo a la Tabla 4.2 corresponde a un tiempo de servicio de 35 minutos). El próximo lote llega 50 minutos después (número aleatorio 0.598, que de acuerdo a la Tabla 4.1 corresponde a un tiempo entre llegadas de 50 minutos). El reloj de la simulación se adelanta a las 7:40 A.M.. El primer lote se termina de analizar a las 7:25 A.M.. Esto significa que el ocio del personal será de 15 minutos. El tiempo de servicio para el segundo lote es de 30 minutos (número aleatorio 0.400, que de acuerdo a la tabla 4.2 corresponde a un tiempo de 30 minutos).

El proceso continúa en forma similar hasta que se termina el turno. Cuando algún servicio sea terminado después de las 12:00 P.M.. El personal dispondrá de 30 minutos para comer. Para analizar el último lote el cual llegó a las 2:00 P.M., se tuvieron que trabajar 10 minutos de tiempo extra. El tiempo ocioso de los operarios es de 1.83 horas.

Los costos totales de este turno simulado son:

Salario Normal = (No. de operarios) (No. de horas) (Honorarios por hora)

Tiempo Extra = (No. de operarios) (Honorarios por hora extra) (Horas extra)

Operación de la planta = (Costo de la planta/hora) (Horas/día)

Espera de lote = (Costo de máquina/hora) (Tiempo de espera)

Costo total = Salario Normal + Tiempo Extra + Operación de la planta + Espera de lote.

Cálculo del turno simulado (Tabla 4.6)

Salario Normal = $2(8.5)(6588.54) =$	\$ 112,005.00
Tiempo Extra = $2(13,177.08)(1/6) =$	\$ 4,392.36
Espera de lote = $(78,000.00)(15/60) =$	\$ 19,500.00
Operación de la planta = $700,000.00(8.5 + 1/6) =$	\$ 6,066,666.70
Costo total =	\$ 6,260,763.00

Para considerar adecuadamente los resultados obtenidos con diferentes tamaños de equipo se simularon las operaciones de 60 turnos para cada tamaño de equipo.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4.10

Se puede apreciar el número óptimo de operarios en el departamento de control de calidad, los cuales tendrán un tiempo de servicio de 30 minutos promedio.

Simulación para servicio de 2 personas

No. Aleatorio	Tiempo entre llegadas	Tiempo de llegada	Inicia servicio	No. Aleatorio	Tiempo de servicio	Termina servicio	Tiempo de ocio	Espera de lote
0.545	50	6:50	6:50	0.889	35	7:25		
0.598	50	7:40	7:40	0.4	30	8:10	15	
0.032	35	8:15	8:15	0.316	30	8:45	5	
0.287	45	9:00	9:00	0.105	25	9:25	15	
0.819	55	9:55	9:55	0.634	30	10:25	30	
0.114	40	10:35	10:35	0.675	35	11:10	10	
0.815	55	11:30	11:30	0.327	30	12:00	20	
0.45	50	12:20	12:30	0.999	40	1:10		10
0.237	45	1:05	1:10	0.877	35	1:45		5
0.829	55	2:00	2:00	0.976	40	2:40	15	

Tabla 4.6

Simulación para servicio de 3 personas

No. Aleatorio	Tiempo entre llegadas	Tiempo de llegada	Inicia servicio	No. Aleatorio	Tiempo de servicio	Termina servicio	Tiempo de ocio	Espera de lote
0.983	65	7:05	7:05	0.821	30	7:35		
0.111	40	7:45	7:45	0.231	20	8:05	10	
0.877	55	8:40	8:40	0.316	20	9:00	35	
0.819	55	9:35	9:35	0.87	30	10:05	35	
0.361	45	10:20	10:20	0.579	25	10:45	15	
0.878	55	11:15	11:15	0.815	30	11:45	30	
0.984	65	12:30	12:30	0.202	20	12:50	15	10
0.742	55	1:15	1:15	0.45	25	1:40	25	
0.839	55	2:10	2:10	0.549	25	2:35	30	

Tabla 4.7

Simulación para servicio de 4 personas

No. Aleatorio	Tiempo entre llegadas	Tiempo de llegada	Inicia servicio	No. Aleatorio	Tiempo de servicio	Termina servicio	Tiempo de ocio	Espera de lote
0.742	55	6:55	6:55	0.877	30	7:25		
0.067	40	7:35	7:35	0.2	15	7:50	10	
0.202	45	8:20	8:20	0.476	20	8:40	30	
0.552	50	9:10	9:10	0.99	30	9:40	30	
0.087	40	9:50	9:50	0.871	30	10:20	10	
0.742	55	10:45	10:45	0.579	20	11:05	25	
0.927	60	11:45	11:45	0.457	20	12:05	40	
0.287	45	12:30	12:35	0.611	25	1:00		
0.742	55	1:25	1:25	0.423	20	1:45	25	
0.567	50	2:15	2:15	0.611	25	2:40	30	5

Tabla 4.8

Simulación para servicio de 5 personas

No. Alea-	Tiempo entre llegadas	Tiempo de llegada	Inicia servicio	No. Alea- torio	Tiempo de ser- vicio	Termina servicio	Tiempo de ocio	Espera de lote
0.126	40	6:40	6:40	0.498	15	6:55		
0.821	55	7:35	7:35	0.528	15	7:50	40	
0.74	55	8:30	8:30	0.598	15	8:45	40	
0.239	45	9:15	9:15	0.027	5	9:20	30	
0.425	50	10:05	10:05	0.742	20	10:25	45	
0.126	40	10:45	10:45	0.877	20	11:05	20	
0.2	45	11:30	11:30	0.921	25	11:55	25	
0.231	45	12:15	12:30	0.877	20	12:50	5	15
0.723	55	1:10	1:10	0.27	5	1:15	20	
0.425	50	2:00	2:00	0.48	15	2:15	45	
0.027	35	2:35						

Tabla 4.9

Resultado de las simulaciones

Tamaño del equipo	Salario Normal (miles)	Salario Extra	Ocio del Lote	Operación de planta (millones)	Costos Totales (millones)	Ocio Personal (horas)
2	105.416	3074.52	19500	6.031	6.157	2.59
3	158.124	2964.9	13650	6.0024	6.175	3.17
4	210.833	2521.7	11574	5.9966	6.219	3.74
5	263.541	549.31	9750	5.95	6.223	4.71

Tabla 4.10

Basándonos en los resultados obtenidos en la simulación se concluye que el número óptimo de operarios en el departamento de control de calidad es de 2, con un tiempo estándar de servicio de 30 minutos por lote analizado.

## 4.2 SISTEMA DE ALIMENTACION DIRECTA DE RESINA

### Instalación de un tanque de resina

Con el propósito de hacer mucho más eficiente el proceso de elaboración de pinturas, es conveniente la instalación de un tanque de resina que alimente directamente a la máquina procesadora de pintura en la cantidad y tiempo que ésta lo requiera. Con este tanque de resina se pretende:

- 1.-Evitar el manejo de tambos de 200 litros en el proceso de fabricación.

El manejo de estos tambos es tardado y riesgoso, pues se necesita un montacargas y una grúa, para poder realizar el traslado de almacén a pie de máquina y viceversa.

- 2.-Reducir riesgos del trabajador en el momento de la elaboración de pintura.

Existe un alto riesgo ya que los tambos de 200 litros son vaciados a la máquina de proceso manualmente por medio de 2 trabajadores.

- 3.-Tener más precisión en la cantidad que se agrega.

Adjunto al tanque se instalará un medidor en la tubería de abastecimiento para así tener mayor control en la cantidad suministrada.

Actualmente se agrega a criterio del operador.

- 4.-Reducir espacio ocupado en el almacén.

#### Características.

-El tanque tendrá un diámetro de 2.5 mts. y una altura de 5.2 mts. con capacidad de 25,000 lts., que es la capacidad calculada de la planta trabajando al 100%.

-El tanque estará hecho de lámina de 1/4 de pulgada de espesor.

-El tanque tendrá un recubrimiento interior a base de un material epóxico libre de porosidad y que no desprende solventes ni aceites.

Es un sistema de 2 componentes 100% sólidos formulado a base de resinas epóxicas de alta calidad, se emplea para obtener la máxima protección contra la corrosión, el ataque químico y la abrasión en superficies de hierro o concreto. Debido a su acabado similar al azulejo tiene gran facilidad de limpieza y mantenimiento. Por no tener solventes que se evaporen, la película formada queda exenta de la microporosidad debida a esta causa. Se puede aplicar en lugares poco ventilados o con chispas cercanas.

-El tanque tendrá dos medidores de nivel, que consistirán en tubos de un material plástico de 1.80 mts. de longitud y constarán de válvulas en sus extremos.

-Se utilizará una bomba de diafragma de 125 libras de presión para suministrar la resina al tanque y a las máquinas que lo necesiten. No se utilizará una bomba de engranes debido a que presentaría oxidación por el manejo de resina. Esta bomba será alimentada con un compresora de 100 libras, de motor de 10 caballos de fuerza y con una velocidad de 1700 r.p.m.. La planta ya cuenta con esta compresora.

-Se necesitarán 25 mts. de tubería galvanizada con diámetro de 2 pulgadas para toda la instalación.

-Debido a que la resina es alimento de microorganismos, se requiere que el aire que entre al tanque esté libre de éstos, por lo tanto es necesario instalar un tanque pequeño que permita mantener las condiciones óptimas dentro del tanque de resina.

#### Tanque de formol.

Este es un tanque que cumple con dos funciones, la primera es mantener el aire que entra al tanque de resina, libre de microorganismos. La segunda función es la de proporcionar un ambiente húmedo que mantendrá la resina en óptimas condiciones de utilización.

#### Características

-El tanque tiene una solución de agua (50%) y formol (50%).

-El material de que está hecho es fibra de vidrio.

-Tiene dos válvulas, una que sirve para descompresión y la otra para purga.

-Sus dimensiones son: 50 cm. de diámetro por 90 cm. de altura.

-Maneja tubería de 2 pulgadas de diámetro.

-Tiene dos respiraderos de aire, que en el momento en que se produzca vacío en el tanque de resina, succionarán aire haciéndolo pasar por agua y formol. De esta manera el aire que ingresa al tanque de resina está libre de microorganismos.

-Va montado sobre el tanque de resina.

## Localización del sistema

La instalación del tanque de resina se hará a un lado de la entrada a la fábrica debido a los siguientes aspectos:

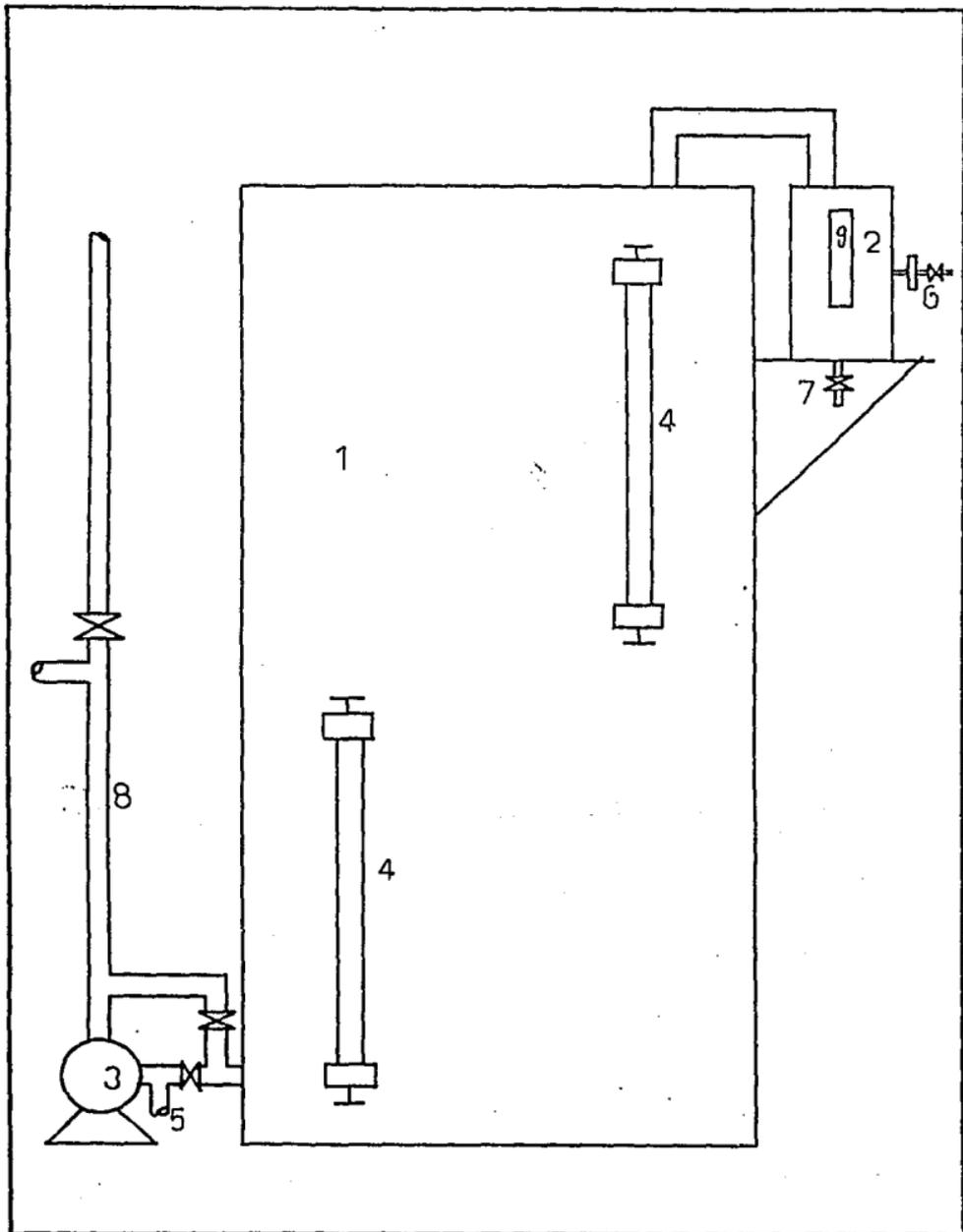
- Se encuentra el espacio disponible.
- Facilita el bombeo de la resina al tanque. Ya que se suministrará por medio de pipas que entrarán hasta el área de carga y descarga para surtir el material.
- Es la localización óptima para que el material recorra una distancia mínima al ser surtida.
- Se encontrará en una zona donde la distancia a todos los tanques que requieran este material será mínima, disminuyendo los gastos por bombeo.

En la página siguiente se puede apreciar un diagrama de la ubicación del tanque, así como el sistema de distribución.

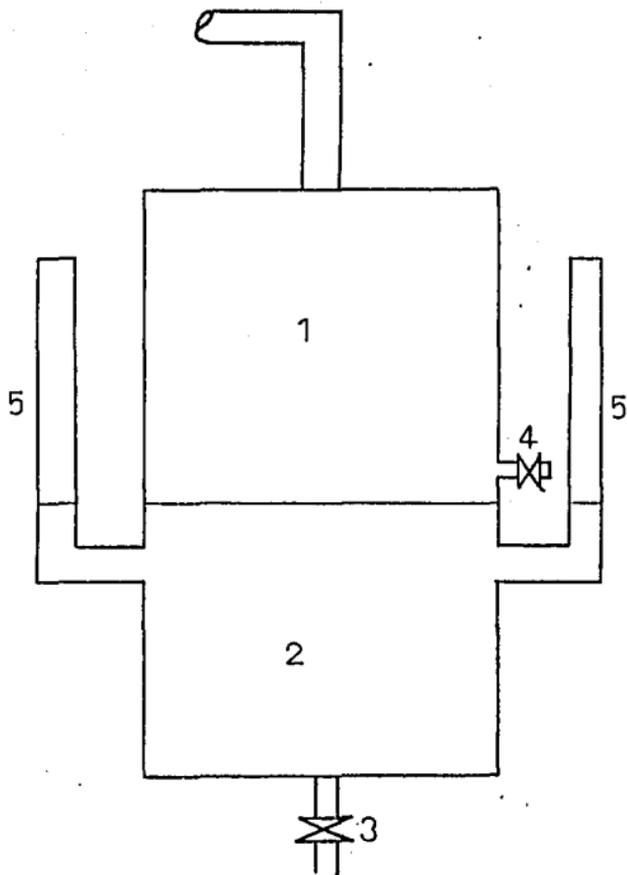
## Componentes del sistema de alimentación de resina

En el dibujo No. 1 se identifican los siguientes componentes:

- 1.-Tanque de resina
- 2.-Tanque de formol
- 3.-Bomba de diafragma
- 4.-Medidores de nivel
- 5.-Tubería de purga
- 6.-Válvula de descompresión
- 7.-Válvula de purga
- 8.-Tubería de distribución



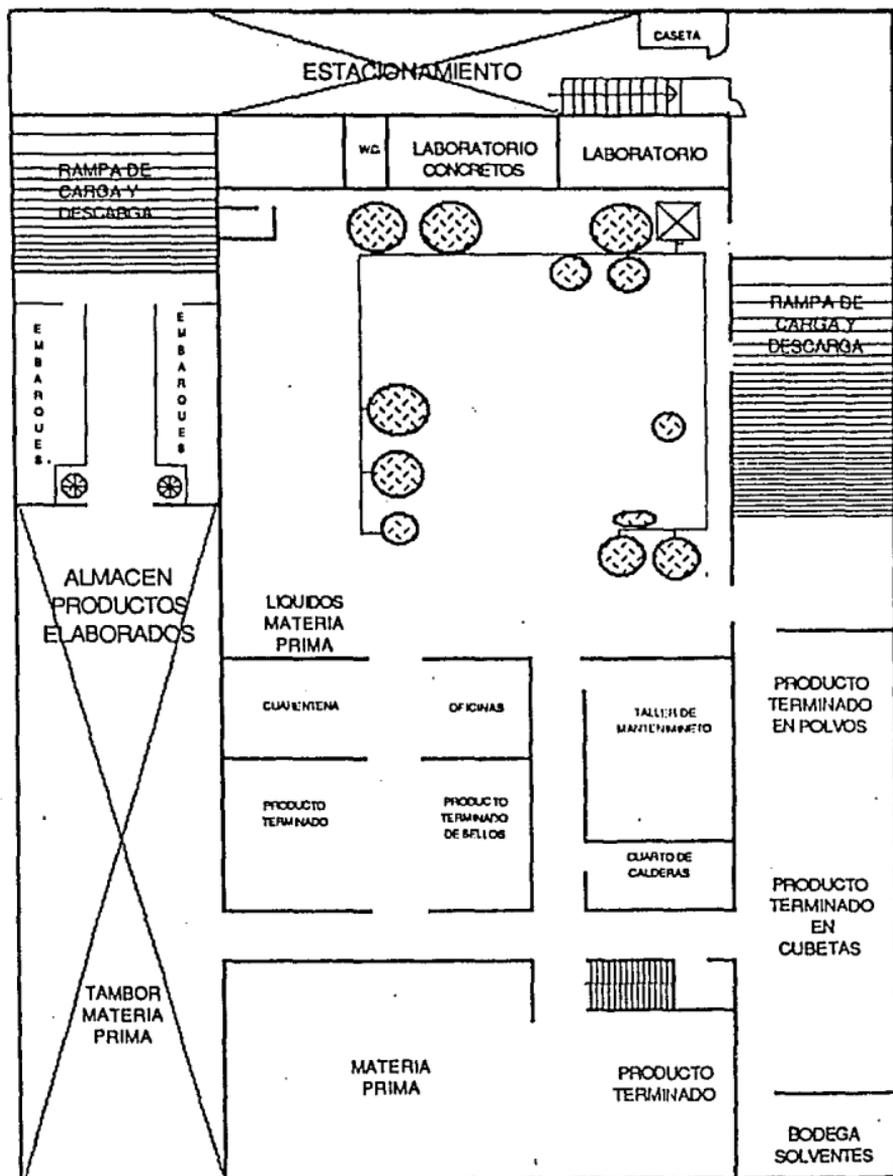
	Datum	Name	TANQUE DE RESINA
gezeichnet			



	<i>Datum</i>	<i>Name</i>
<i>gezeichnet</i>		
<i>geprüft</i>		

**TANQUE DE FORMOL**

PLANTA BAJA



DISTRIBUCION DE RESINA

En el dibujo No.2 tenemos el tanque de formol con más detalle y en él se identifican las siguientes partes:

- 1.-Aire
- 2.-Formol y agua
- 3.-Válvula de purga
- 4.-Válvula de descompresión
- 5.-Succionadores de aire

#### Costo aproximado del sistema

Tanque de resina	\$ 7,000,000.00
Tanque de formol	\$ 4,200,000.00
Tubería y válvulas	\$ 3,000,000.00
Bomba de diafragma	\$ 2,100,000.00
Medidores de nivel	\$ 70,000.00
Epoxidur	\$ 800,000.00
-----	
Total	\$ 17,170,000.00

Como se puede apreciar el costo de implantación no es tan alto, ya que no existe el costo de mano de obra.

El departamento de mantenimiento estima un tiempo de 3 días para la instalación del sistema, siempre y cuando se cuente con todo el material necesario.

#### Mantenimiento del sistema

Es un equipo que por sus características requiere muy poco mantenimiento. La bomba de diafragma es especial para líquidos viscosos y no necesita mantenimiento.

El mantenimiento básico consiste en:

- Purgar el tanque de formol 2 veces al año. Se requieren 60 litros por cambio.
- Limpiar los medidores de nivel cada mes para mantenerlos visibles.
- La tubería que alimenta los tanques de producción deberá ser lavada con agua después de cada día en uso. Esto se hará conectándole una manguera en el extremo que vierte en el tanque de producción y permitiéndole la salida con la tubería de purga.

La resina es soluble al agua por lo que no se presenta problema en la limpieza de los materiales que tengan contacto con ella.

#### 4.3 CONTROL DE PESADO EN LOS INGREDIENTES

Tal como se apuntó en la conclusión del estudio del método actual en la fabricación de pinturas, el operario recibe los ingredientes a pie de máquina para posteriormente pesarlos, pues el lote a producir está bajo su responsabilidad. Esto implica que el personal de almacén tenga que regresar por los sobrantes.

Esto provoca:

- Doble trabajo para personal del almacén en cuanto al traslado del material.
- Difícil control del material utilizado. Material que sale y regresa.
- Tiempo perdido por el operario.  
En el estudio de tiempos se registró un tiempo de 37.39 minutos.
- Tiempo perdido por personal de almacén.

Haciendo un análisis de esta situación se propone eliminar el elemento #5 y el #9 del método actual para que el operario no tenga que pesar los polvos, pues esto quedará incluido en el elemento #1.

Esto se logra de la siguiente forma:

- 1.-Se colocará una báscula en óptimas condiciones a la entrada del almacén.
- 2.-Todos los materiales a ser pesados serán llevados a pie de báscula por parte del personal de almacén.
- 3.-Se requerirá la presencia del operario para constatar que el pesado de polvos y líquidos es el correcto.
- 4.-Una vez pesada toda la materia prima, el sobrante será regresado al almacén recorriendo una distancia mucho menor que en el paso #1 anterior. La materia prima ya pesada será llevada a pie de máquina por parte del personal del almacén.
- 5.-En caso de que se necesite una cantidad extra de algún ingrediente entonces éste será requerido por el operario al almacén por medio de un vale complementario.

En la tabla 4.11 se presenta el método actual utilizado en el pesado de ingredientes junto con el diagrama de recorrido de ambas plantas. Podemos apreciar que se efectuaron 4 transportes y una operación recorriendo una distancia de 45.5 metros.

En la tabla 4.12 se presenta el método propuesto junto con el diagrama de recorrido. Esta vez se presentan 3 transportes y una operación, recorriendo una distancia de 32.2 metros.

Con esto se disminuye el manejo del material así como el tiempo de operación.



TABLA DE PROCEDIMIENTOS

ACTIVIDAD: PESADO MATERIA PRIMA		ELABORO: MARIO HDEZ.					FECHA: 20/V/91			
DEPARTAMENTO: PRODUCCION		REVISO: ING. VAZQUEZ					FECHA: 22/V/91			
DETALLES DEL METODO ACTUAL	PROPUESTO	PASO #	○	◇	□	D	△	DIST m	TIEMPO min	OBSERVACIONES
Personal de almacén		1		x				12	4.87	
lleva m.p. a báscula										
Personal de almacén pesa		2	x						33.33	
m.l. frente a operario										
Personal de almacén lle-		3		x				8.2	3.33	
va m.p. a pie de máquina										
Personal de almacén re-		4		x				12	3.5	
coge m.p. sobrante										
									45.03	

RESUMEN:

	DESCRIPCION	ACTUAL min	DIFERENC min	PROPUESTO min
○	OPERACION	1 37.39 0	4.06	1 33.33
◇	TRANSPORTE	4 70.73 1	59.05 3	11.68
□	INSPECCION			
D	DEMORAS			
△	ALMACENAMIENTO			
	DIST.RECORRIDA	45.4 mts	13.2 mts	32.2 mts

PLANTA BAJA

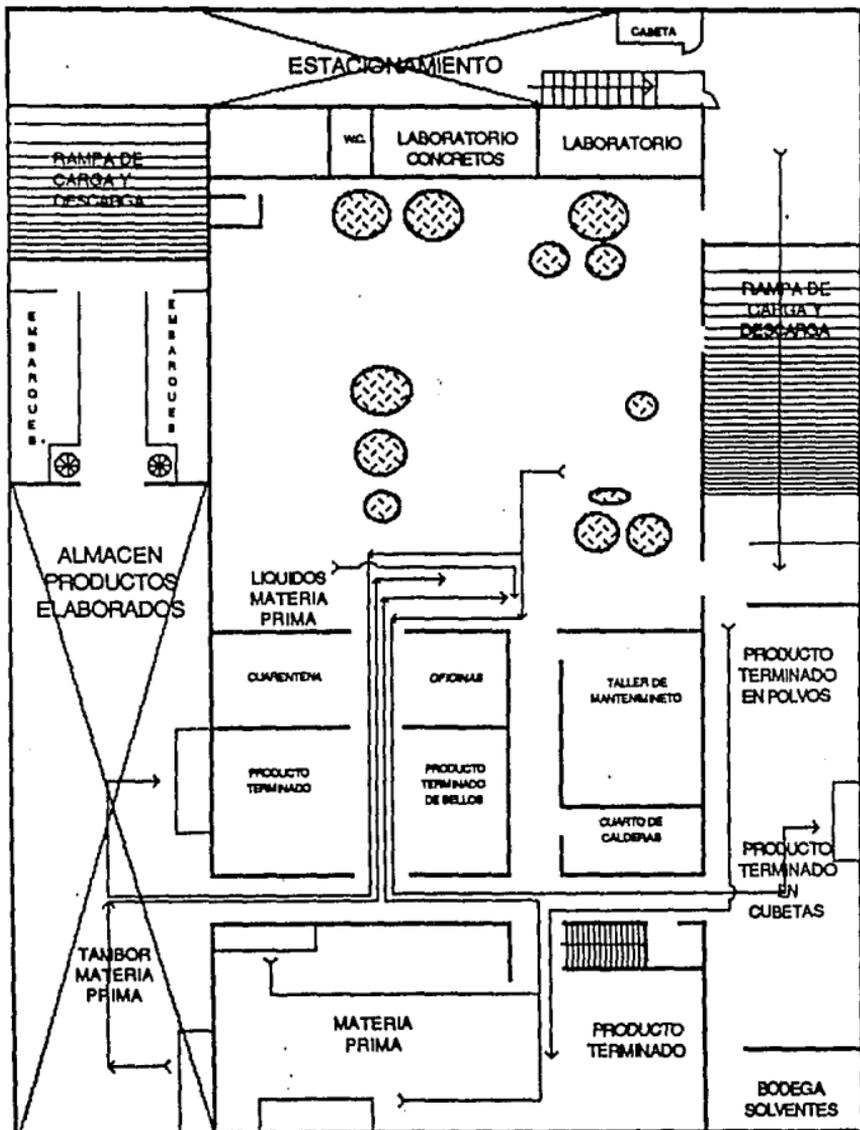


DIAGRAMA DE RECORRIDO

## CONCLUSIONES

Se realizó un estudio del trabajo en uno de los procesos de fabricación de la fábrica de Imperquimia S.A. de C.V. para detectar todos los factores que fueren susceptibles de mejora y elevar de esta forma la productividad. Pretendiendo así dejar un modelo establecido para estudios posteriores en los demás procesos de fabricación de los distintos productos empleando métodos y técnicas de ingeniería industrial.

Se aplicó un estudio de métodos para registrar el método actual con que se estaba trabajando y poderse cuestionar sobre lo adecuado que éste era.

También se realizó una medición del trabajo para determinar el tiempo de fabricación de un lote.

Los resultados obtenidos de este estudio revelaron tres problemas importantes que se venían presentando.

### 1.- Sistema de colas

Se detectó un excesivo tiempo en el análisis de muestras de lote durante el proceso de fabricación. La solución consistió en calcular el número óptimo del personal encargado de atender los lotes en el departamento de control de calidad así como el tiempo de servicio para analizar dichos lotes.

Teniendo en cuenta que se trataba de un sistema de colas el problema se resolvió mediante un modelo de simulación. Se realizaron 60 simulaciones para cada tamaño de equipo, siendo éstos de 2, 3, 4 y 5 personas. Los resultados se estimaban de acuerdo al costo de operación de la planta, costo de hora-máquina, costo de tiempo extra y tiempo de ocio de lote.

La solución óptima fue la de tener dos personas en el departamento de control de calidad teniendo un tiempo promedio de servicio de 30 minutos por lote.

### 2.-Sistema de alimentación directa de materia prima.

En el estudio del trabajo se detectó un gran manejo de tambos de 200 litros que contenían resina, los cuales traían como consecuencia mucha distancia recorrida y tiempo perdido durante su manejo.

El problema se resolvió instalando un sistema de alimentación de resina al lugar donde se requería. Este consistió en un tanque almacenador de resina, un tanque conservador de resina y un red de tuberías y válvulas que permiten suministrar la resina en forma rápida y eficiente, dejando libre el espacio que ocupaban los tambos de 200 litros.

El sistema aplicado no fue muy costoso y resolvió un problema que sí lo era para la fábrica. Con la ventaja de que tendrá un mantenimiento poco costoso y complicado.

### 3.- Sistema de pesado de los ingredientes.

En el estudio de métodos se detectó una pérdida de tiempo y gran manejo de material en el control de pesado de ingredientes para la producción de pinturas.

Esto se resolvió aplicando un nuevo método que consistió en la ubicación estratégica de una báscula y una supervisión del pesado por el operario. Se redujo el tiempo en 5.77 minutos y la distancia en 13.2 mts.

En la página siguiente se muestra la tabla de procedimientos con las alternativas propuestas. Podemos observar que el tiempo de producción se reduce substancialmente a 210.05 minutos, o sea 3.5 horas. A diferencia del método con que se estaba haciendo que nos daba 271.23 minutos, o sea 4.52 horas. También se disminuyó el manejo de materiales en forma importante, al respecto se tiene una distancia menor de recorrido, 13.5 mts. para ser exacto. El tiempo estándar que aparece ahí señalado es el que corresponde al obtenido en el modelo de simulación.

De esta forma podemos comprobar el alcance que tiene el estudio del trabajo al ser una herramienta muy útil en el análisis y solución de problemas en los procesos de fabricación.

TABLA DE PROCEDIMIENTOS

ACTIVIDAD: FABRICAR PINTURA		ELABORO: MARIO HDEZ.					FECHA: 3/VI/91			
DEPARTAMENTO: PRODUCCION		REVISO: ING. VAZQUEZ					FECHA: 8/VI/91			
DETALLES DEL METODO ACTUAL	PROPUESTO	PASO #	○	◁	□	D	△	DIST m	TIEMPO min	OBSERVACIONES
Personal de almacén lleva m.p. a báscula		1		x				12	4.87	
Personal de almacén prepara m.p. frente operario		2	x						33.33	
Personal de almacén lleva m.p. a pie de máquina		3		x				8.2	3.33	
Personal de almacén recoge m.p. sobrante		4		x				12	3.5	
Preparado de la máquina		5	x						7.07	
Se llena tanque hasta nivel especificado		6	x						10.93	
Se vacían sacos de m.p. ayudante retira		7	x						0.47	
los sacos vacíos y auxilia operación		8	x						14.49	
Ayudante abre llave de agua para dar el nivel		9	x				10	1.9		
Agregan líquidos en 2 cubetas		10	x						1.13	
Agregan saco de polvo para hacer el gel		11	x						1.89	
Agregan líquidos en 2 cubetas		12	x						1.06	
Agregan agua hasta nivel especificado		13	x						1.01	
Agregar 3 cubetas de líquidos		14	x						2.02	
Agregar 200 lts. de resina		15	x						3	

RESUMEN:

	DESCRIPCION	ACTUAL	DIFERENC	PROPUESTO
○	OPERACION			
◁	TRANSPORTE			
□	INSPECCION			
D	DEMORAS			
△	ALMACENAMIENTO			
	DIST. RECORRIDA	mts	mts	mts

TABLA DE PROCEDIMIENTOS

ACTIVIDAD: FABRICAR PINTURA		ELABORO: MARIO HDEZ.					FECHA: 3/VI/91			
DEPARTAMENTO: PRODUCCION		REVISO: ING. VAZQUEZ					FECHA: 3/VI/91			
DETALLES DEL METODO ACTUAL	PROPUESTO	PASO #	○	◁	□	◇	△	DIST m	TIEMPO min	OBSERVACIONES
Sacan muestra y llevan a c. de calidad		16	x					7	1.1	
Analizan muestra.		17			x	x			30	Tiempo estándar
Agregan 500 litros de resina		18	x						8	
Agregan l cubeta con líquido y agitan		19	x						9.27	
Paran máquina para ver si hay grumos		20			x				1.01	
Arrancan máquina y continúan agitación		21	x						9.73	
Sacan muestra para c. de c. y se preparan envases		22			x	x		7	30	Tiempo estándar
Se recibe autorización de c. de c. y se llenan envases		23	x						29.94	
									210.05	
									3.5 horas.	

RESUMEN:

	DESCRIPCION	ACTUAL min.	DIFERENC min.	PROPUESTO min.
○	OPERACION	18 157.9	1 20.56	17 37.34
◁	TRANSPORTE	2 38.02	-1 26.32	3 11.7
□	INSPECCION	3 75.27	0 14.26	3 61.01
◇	DEMORAS	2 74.26	2 14.26	2 60
△	ALMACENAMIENTO			
	DIST.RECORRIDA	69.7 mts	13.5 mts	56.2 mts

## BIBLIOGRAFIA

Apple James M.  
Plant Layout and Material Handling  
Ed. John Wiley and Sons.  
Estados Unidos 1989

Blanco Alberto M., Yves Villegas Luis  
Tecnología de Pinturas y Recubrimientos Orgánicos  
Editorial Química, S.A.  
México D.F. 1986

Coss Bu Raúl  
Simulación  
Un enfoque práctico  
Ed. Limusa.  
México D.F. 1980

Gordon Geoffrey  
Simulación de Sistemas  
Ed. Diana.  
México D.F. 1990

Niebel Benjamin W.  
Ingeniería Industrial  
Métodos, tiempos y movimientos  
Ed. Alfaomega.  
México D.F. 1990

Estudio del Trabajo  
Oficina Internacional del Trabajo.

Catálogo CIHAC de la Construcción  
Eduardo Carrera Cortés  
Centro Impulsor de la Construcción y la Habitación, A.C.

Anuario 1991 ANIQ  
Asociación Nacional de la Industria Química.

**Pinturerías**  
**Órgano de difusión de la ANAFAPYT**  
**Volumen XXXVII No.446**

**Pinturas y Acabados Industriales**  
**Volumen XXXIV No.194**  
**INGOPRINT S.A., Barcelona.**