

28  
29



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**DESARROLLO, ANALISIS Y OPTIMIZACION DEL  
PROCESO DE MANUFACTURA DE UN EMPAQUE  
DE CARTON CORRUGADO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :**

**JORGE VALENTIN QUIROZ BECERRIL**

**ASESOR : IME EDUARDO SALAS CORDOBA**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**1993**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **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.

**I N D I C E**

## INDICE

	Pag.
INTRODUCCION	12
CAPITULO I. GENERALIDADES DE LA MATERIA PRIMA DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.	15
1.- DESARROLLO Y ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA.	16
1.1 Proceso de elaboración de la materia prima(papel).	16
1.2 Análisis de la materia prima.	22
1.3 Clasificación de los papeles.	30
CAPITULO II DESARROLLO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.	39
1.- DATOS GENERALES DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO	40
1.1 Definición.	40
1.2 Antecedentes historicos.	41
1.3 Aplicaciones.	44
1.4 Principales elementos que lo componen.	45
2.- DISTRIBUCION DE PLANTA.	49
2.1 Principios.	49
2.2 Distribución de las areas de proceso.	53
2.3 Tecnicas de análisis del proceso.	59
3.- DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.	64
3.1 Proceso de corrugado.	64
3.2 Proceso de impresión.	71
3.3 Proceso de acabado	77
3.4 Proceso de interiores.	80

4.- CLASIFICACION DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO	83
4.1 Por su diseño.	83
4.2 Por su forma.	85
4.3 Por su uso.	86
4.4 Por su capacidad.	92
CAPITULO III LA MEDICION DEL TRABAJO EN EL PROCESO DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.	93
1.- PANORAMA GENERAL.	94
1.1 Principales técnicas para realizar un estudio de tiempos.	94
1.1.1 Método de registros históricos.	94
1.1.2 Método de observación y medición directa.	95
1.1.2.1 Método de parar y observar.	95
1.1.2.2 Método de muestreo de trabajo.	97
1.1.3 Método de síntesis.	98
2.- LA UTILIZACION DE LOS DATOS ESTANDAR PARA DETERMINAR EL TIEMPO ESTANDAR EN LAS OPERACIONES DE MANUFACTURA DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.	99
2.1 Elementos constantes.	103
2.2 Suplementos en los tiempos para la ejecución de la operación.	105
2.3 Determinación del tiempo estándar de un elemento.	109
3.- HOJAS DEL FLUJO DEL PROCESO.	112
3.1 Resumen.	121
CAPITULO IV ESTRUCTURACION DEL PROCESO MEDIANTE LA HOJA DE RUTA Y HOJA DE METODO.	123
1.- LA HOJA DE RUTA.	124

1.1	Como se elabora la hoja de ruta.	130
1.2	Metodologia que se sigue para llenar la hoja de ruta.	130
1.3	Casos practicos.	134
2.-	LA HOJA DE METODOS.	142
2.1	Datos que contiene la hoja de métodos.	143
2.2	Casos practicos de la hoja de métodos.	145
2.2.1	Hoja de métodos para un empaque de cartón corrugado sencillo.	146
	CONCLUSIONES.	147
	APENDICE	149
	BIBLIOGRAFIA	155

## INTRODUCCION

## I N T R O D U C C I O N

Debido a la gran importancia que tiene para la industria el uso del empaque en sus productos, y en especial para la industria alimenticia, farmacéutica, y del calzado. Se desarrollo en este trabajo de tesis un análisis - enfocado principalmente al empaque de cartón corrugado.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer el desarrollo, análisis y optimización del proceso de manufactura en una empresa que produce empaques de cartón corrugado.

El trabajo será realizado y contemplado desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial y por consiguiente la mayor parte de las técnicas empleadas en el mismo están ligadas con ésta.

En el primer capítulo se explica en forma general el proceso de elaboración de la materia prima (papel), considerando cada una de las etapas de su fabricación hasta llegar a las pruebas de laboratorio que se le realizan para la determinación de sus características finales, incluyendo una tabla - de clasificación de papeles tomando en cuenta los diferentes proveedores que existen en el mercado nacional.

En el capítulo segundo se menciona una breve historia del empaque - su definición, clasificación, y el desarrollo de cada uno de los procesos de producción finalizando con las pruebas que se le realizan una vez terminado.

Esto permite conocer las características y especificaciones del empaque de cartón corrugado.

También se presenta una exposición de como se encuentra distribuida la planta y el por que de esta distribución.

La distribución de planta es un factor que influye para que se logre establecer la relación y organización de los elementos para el aprovechamiento máximo de la producción, minimizando los costos de operación y lograr con esto una unidad funcional.

Una vez conocido el proceso de fabricación, el paso siguiente es de terminar en qué tiempo se efectúa. Esto se realiza en el tercer capítulo en donde se obtiene el tiempo estándar de preparación y el tiempo estándar de operación, optimizando estos tiempos analizando el método actual y determinando el método propuesto.

Por último en el capítulo cuarto se presenta el desarrollo del proceso a nivel administrativo en la planta por medio de la hoja de ruta (procesamiento general) y la hoja de métodos (procesamiento detallado), las cuales son una herramienta para conocer en forma rápida y eficaz, el proceso de manufactura de un empaque de cartón corrugado.

## CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA MATERIA PRIMA  
DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.

## 1.- DESARROLLO Y ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA.

### 1.1 Proceso de elaboración de la materia prima (papel).

Las materias utilizadas para la fabricación del papel consisten en: pacas de celulosa virgen, pacas de papel y rollos sobrantes de papel, pacas de cartón desperdicio. Todas estas materias son alimentadas a una máquina llamada Hidrapulper, siguiendo una formulación de acuerdo al papel - que se esté elaborando.

Los Hidrapulpers son recipientes metálicos de forma parabólica con aspas, de un diámetro de 3 metros aproximadamente en su parte superior - estas son movidas por unos motores de entre 60 y 150 H.P. Trabajando a manera de licuadoras de cocina ejerciendo una acción de desmenzamiento e hidratación de las fibras y convirtiendo las materias en una suspensión de fibras en agua. Esta suspensión que se forma después de varios minutos de batido en el Hidrapulper, se bombea a pilas de almacenaje, se depura diluyendo y centrifugando en limpiadores ciclónicos para liberarla de impurezas, se es pesa de nuevo y se envía a los refinadores cónicos Jordan.

Los refinadores Jordan son accionados por motores de 300 H.P. consisten en dos conos concéntricos. El cono inferior giratorio puede meterse ó salirse al cascarón cónico exterior. Ambos conos están equipados con - cuchillas a través de las cuales pasa la pulpa. Al meterse más el cono interior, se acercan más las cuchillas entre sí y se efectúa un trabajo mayor de

molido. Además del trabajo de molido, ó sea cortado de fibras, se efectúa en los refinadores el trabajo de fibrilación.

Las paredes de la fibra de celulosa están compuestas por fibrilas dispuestas longitudinalmente, y envueltas por otras fibrilas en forma helicoidal.

Durante el trabajo de refinación, algunas de estas fibrilas se aflojan y luego, durante la formación del papel, se entrelazan, favoreciendo una buena formación. La fibrilación aumenta el tiempo de contacto de las fibras, y permite el paso del agua entre los espacios de las fibrilas interiores. Durante el secado posterior la tensión superficial hace que las fibras se unan fuertemente entre sí.

En resumen el refinado aumenta hasta cierto punto la resistencia y densidad del papel por la unión capilar resultante que hace que la superficie de las fibras se unan entre sí.

Después de este proceso de refinado se pasa a la formación del papel para lo cual existen dos tipos de máquinas, las máquinas de cilindros y las máquinas Fourdiner. Los dos tipos difieren solo en su parte húmeda ó sea en la sección donde se forma inicialmente la hoja de papel, drenando el agua y depositando las fibras sobre telas de bronce ó plástico de forma cilíndrica en el caso de las máquinas de cilindros, y en una mesa larga horizontal en el caso de la máquina Fourdiner.

Al salir la hoja húmeda con una consistencia del 25% de la sección de formación, ya existe suficiente adhesión entre las fibras, esto permite despegar el papel de la tela y depositarlo sobre el fieltro de la primera prensa, donde por medio de la presión y succión se saca mecánicamente -- mas agua a la hoja de papel obteniendo de esta manera una consistencia hasta del 30%. De aquí pasa a la segunda prensa, que actúa de igual forma obteniéndose una consistencia hasta de un 35%. Es muy importante alcanzar esta consistencia al salir el papel de la segunda prensa, ya que en este punto termina la extracción mecánica del agua, y comienza el secado del papel por la -- acción del calor en los cilindros secadores. El punto de 35% de sólidos y -- 65% de agua representa el equilibrio económico entre la extracción del agua por medios mecánicos y el secado por calor. Si se usan medios mecánicos más allá de este punto (una tercera prensa, por ejemplo), su costo es mayor que -- si se sacara el 5% de agua adicional por medio de calor, debido a que va siendo progresivamente más difícil extraer el agua remanente por medios mecánicos. La extracción mecánica del agua resulta más barata que el secado del -- papel por calor, y la extracción mecánica eficiente depende de las características de drenado de la pulpa. Una pulpa compuesta por fibras largas, como por ejemplo las de pino y otras coníferas drenara más fácilmente que -- fibras cortas, ó las de la paja ó las del desperdicio ya muy trabajado, que ha -- sufrido varios pasos por los refinadores, tiene muchos finos y está muy moli -- do. Entre más largas sean las fibras, mayores son los poros entre éstas y más fácil de drenar el agua a través de la tela.

Al salir de la segunda prensa, el papel ya tiene suficiente --

cohesión para ya no ser necesario soportarlo por fieltros. Latira de papel entra a los secadores, donde es secada gradualmente hasta tener una consistencia del 93% - 96%, ó sea de 7% - 4% de humedad.

Al pasar por la sección de secadores, es de importancia la regulación de la tensión en la tira de papel, que se ajusta por secciones en los tiros para obtener una buena adhesión del papel al metal de los secadores sin llegar a reventar el papel. Entre mayor es la tensión mayor es la adhesión y más eficiente está la transmisión del calor del metal del secador al papel.

De los secadores pasa el papel a las calandrias, que son series de rodillos pesados de acero que descansan uno sobre otro, y entre los cuales tiene que pasar el papel sufriendo una acción de planchado que le da una superficie lisa y brillante.

Al salir de las calandrias, el papel pasa al enrollador, donde se enrolla en forma floja sobre una alma de 40.0 cm. de Ø. Del enrollador se saca el rollo de papel con una grúa y se pasa a la embobinadora, en la cual se vuelve a enrollar el papel sobre una alma de 10.4 cm de Ø, formando rollos de diversas medidas, según sea el pedido del cliente. Al terminar de fabricar un rollo se coloca una etiqueta a un lado, indicando fecha de fabricación, número de rollo y clase de papel, también se le coloca un sello con las mismas especificaciones.

En una máquina de papel tipo Fourdiner se producen de 28 a 35 rollos de papel por turno.

Al salir los rollos de la embobinadora, se colocan sobre una tortuga que corre sobre unos rieles y se llevan hasta la balanza a pesar, anotándose el peso en un costado y de ahí al almacén de producto terminado, donde son almacenados temporalmente hasta ser enviados a las fábricas de cartón, donde son utilizados como materia prima para la fabricación del empaque de cartón corrugado.



## 1.2 Análisis de la materia prima.

En este punto se muestran algunas de las pruebas más comunes que se realizan sobre un papel para medir y juzgar sus características y evitar ó al menos disminuir los problemas que se originan posteriormente en el proceso de fabricación del empaque.

Algunas de las pruebas realizadas a los papeles son las siguientes:

- a) Calibre.
- b) Densidad.
- c) Formación.
- d) Porosidad.
- e) Mullen ó resistencia a la explosión.
- f) Resistencia al rasgado.
- g) Tensión.
- h) Humedad.
- i) Estiramiento.
- j) Peso base.

Calibre:

El calibre del papel ó calibre se mide por micrómetro y se expresa en fracciones de milésimas de pulgada. El papel se clasifica de acuerdo a su espesor. Por ejemplo una hoja de papel de 0.71mm de espesor se referencia

ría como un papel de 25 puntos...un punto por cada milésima de espesor.

La uniformidad del calibre ó espesor es importante para los papeles, ya que la variación del calibre produce, por ejemplo, rollos con diámetros desiguales de un lado y otro, dando como resultado dificultades para la operación de la máquina corrugadora.

#### Densidad:

Si alguna propiedad fundamental se puede considerar de importancia primaria, esa propiedad es la Densidad. Se relaciona a las otras propiedades como porosidad, fuerza, rigidez, dureza.

La densidad es igual al peso base entre el calibre.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso base}}{\text{Calibre}}$$

Una hoja de peso base bajo con un alto calibre, naturalmente sería más voluminosa que la misma hoja con calibre bajo.

Así si dos hojas pudieran parecer idénticas, si se juzga solo por su peso unitario, sus características serán diferentes, especialmente en la impresión. Sin embargo, si una densidad es constante y se mantiene, la calidad de la impresión será idéntica a pesar de ligeras variaciones en cali-

ó peso base. La densidad de una hoja se afecta por rellenos u otros ingredientes químicos apoyados a la mezcla; por el tipo de fibra por el grado de molido, prensado ó calandreado y por la formación de la hoja. Densidad hablando en el idioma del papelerero, es una medida del contenido de aire de la hoja.

La siguiente tabla muestra la relación aproximada de volumen de -- aire a densidad en algunas hojas comunes expresadas en % de aire por volumen

Tipo	%
Pulpa mecánica.....	60
Papel periodico .....	50
Papel para envolver(prueba de grasa)	40
Papel para escribir .....	30
Papel glassine.....	15

#### Formación

Probablemente más papel se checa por formación que por ninguna otra cualidad.

Pero sí una formación puede evaluarse como buena ó mala, depende enteramente del uso final de la hoja. Por ejemplo, una formación cerrada y pareja, es característica de papeles para imprimir, mientras que una formación abierta es típica de hojas para envolver.

### Porosidad:

La porosidad de una hoja de papel se mide con un densómetro. Se expresa como el tiempo en segundos requeridos para pasar  $100 \text{ cm}^3$  de aire a través de una área de  $25.4 \text{ mm}^2$  de papel.

Una prueba que da resultados indicativos altos de un pasaje lento de aire es característica de papeles abiertos y porosos.

El control de la porosidad es muy importante cuando se va encerrar el papel, por ejemplo en cajas donde se empacan mariscos ó pescados, está caja debe tener una baja porosidad si se desea mantener la cera en la superficie, y una alta porosidad si se desea que la cera penetre en la hoja, otro ejemplo es el de las bolsas de cemento, cinado este se vacía a la bolsa durante el llenado el aire en la bolsa debe escapar a través de la misma ó el empaque se rompe.

### Resistencia a la explosión:

En el idioma del papelerero se llama generalmente prueba de Mullen. Aunque no hay relación directa entre la resistencia a la explosión del papel como se mide instrumentalmente y su utilidad, esta prueba es la más popular en la industria. Probablemente lo es debido a que fué la primera prueba instrumental que se desarrolló. La prueba a la explosión se describe como una combinación de resistencia a la tensión y resistencia al estiramiento, sin ser nin-

guna de las dos. Mide la resistencia del papel a la ruptura por objetos obtusos.

Un pistón que se mueve constante impulsa glicerina contra un diafragma de hule extensible, que a su vez rompe la hoja. En el punto de ruptura la presión requerida para romper el papel se indica en un manómetro de tubo Bourdon.

Para crear un alto mullen en una hoja, el papelerero busca mezclar fibras de pulpa durante su formación sobre la tela de la máquina, aunque fibras -- largas benefician a un alto mullen son de importancia secundaria a la ligadura entre fibras.

#### Resistencia al rasgado:

El rasgado se mide con un probador Elmendorf, se cortan hojas a una medida estándar y se fijan en las quijadas del instrumento, luego se hace un -- corte inicial dejando una distancia específica a ser rasgada por el cuadrante lo que nos indica la resistencia al rasgado, es expresada en gramos-fuerza.

Una alta resistencia al rasgado es característica de papeles hechos con fibras largas, el rasgado en dirección a través de la máquina (ATM) siempre -- es más alto que el rasgado en dirección de la máquina (EDM). Esto es debido a -- que la mayoría de las fibras se alinean durante la formación en dirección de la máquina.

#### Tensión:

La prueba de tensión se expresa en kilogramos fuerza requeridas

para romper una tira de 1.5 cms. de papel al sujetarse a un estiramiento uniforme a velocidad especificada.

Papeles que se sujetan a una tensión fuerte en su uso deben tener una alta resistencia a la tensión, esto es para papeles que se convertiran en papel engonado.

#### Húmedad:

Nada que esté expuesto al aire puede ser enteramente seco, la cantidad de humedad en el aire a una temperatura dada comparada con la cantidad que es necesaria para saturar el aire a la misma temperatura se conoce como humedad relativa, a diferencia de la humedad absoluta, que es la relación de la cantidad de agua en forma de vapor entre la cantidad de aire.

El papel es higroscópico y atrae la humedad, muchas de sus características son sensibles a cambios de humedad relativa del aire en el que se --- prueba ó usa.

Los laboratorios de pruebas de papeles se mantienen invariablemente a una humedad relativa del 50% y una temperatura de 73°F (23°C).

Como la humedad relativa del aire a la cual se condiciona el papel es hasta más del 40%, la resistencia al Mullen y tensión crecen y el Elmen dorf y doblez aumentan. La mayor parte de los papeles cuando sale de la máquina del papel, contiene de 4 a 10% de humedad absoluta, dependiendo del grado de secado a que haya sido sometido el papel.

#### Estiramiento:

Es la cantidad de distorsión que el papel sufre bajo la tensión. La distancia que el papel se estirará antes de que reviente expresada en porcentaje puede determinarse simultáneamente con la prueba de tensión del probador de tensión.

El estiramiento es generalmente mayor a través de la máquina que en dirección de la máquina. Aumenta al aumentar el molido de la pulpa. Los papeles tienden a perder su extensibilidad al añejarse.

#### Peso base (al 7% de humedad) :

El peso base de los papeles se determina cortando una muestra del papel de 25 x 25 cms, se pesan con una exactitud de 0.1 gr, y se pone a secar en una estufa, la cual deberá mantener una temperatura de 100° a 105°C.

La muestra se deja secar cuando menos 4 horas ó hasta peso constante. Con la diferencia de peso entre peso original y el peso seco, se puede -- calcular el porcentaje de humedad:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original} - \text{Peso seco}}{\text{Peso original}} \times 100$$

Para obtener, el peso base por metro cuadrado, se multiplica el peso-seco de la muestra por 16 y debido a que el papel es muy higroscópico (cambia de contenido de humedad según el medio ambiente), es necesario siempre - que se establezca un peso base, referido al 7% de humedad, ya que es el porcentaje que generalmente logra el papel si se pusiera bajo condiciones estándar (23°C y 50% de humedad relativa).

Con el peso base seco se calcula el peso base a 7% de humedad, multiplicado por el factor 1.075.

$$\text{Peso base al 7\% de humedad} = \text{Peso seco} \times 1.075$$

### 1.3 Clasificación de los papeles para empaque de cartón corrugado.

Como se menciona anteriormente el papel es la principal materia prima utilizada en la fabricación el empaque de cartón y su clasificación se - pueden realizar de dos formas distintas.

a) Por su calidad.

b) Por su uso.

a) Por su calidad.

Esta clasificación es la más importante ya que de ello depende en gran porcentaje la calidad final del producto. Por su calidad los papeles pueden ser :

I) Papel Kraft: se llama así debido a que es madera procesada básicamente mediante el proceso kraft.

II) Papel Semi-kraft: que es una mezcla de madera y desperdicio de papel y cartón.

III) Papel Degradado ó reciclado: como su nombre lo indica está fabri- cado a base de desperdicios de papel y cartón.

b) Por su uso.

Está clasificación es la más utilizada en México, y se refiere a las características finales que debe presentar el papel de acuerdo a la utilización que se le va a dar en la formación del empaque, quedando divididos en - dos grupos:

I) Papeles Liners (liso): se les nombra así por que son utilizados en las caras exterior e interior del empaque, las características que deben reunir son; una alta resistencia a la explosión - (Prueba de Mullen), cierta resistencia al agua (Encolados), facilidad de impresión (Satinado), menor cantidad de impurezas (Apariencia).

II) Papeles Rígidos (corrugado): se le dio esta denominación por - ser el utilizado en la fabricación del medium en el cual se - forman a base de calor y pasando entre dos rodillos dentados - las ondulaciones (flautas) que adheridas a los papeles lisos - cara exterior e interior forman el cartón corrugado sencillo. Las características necesarias en este tipo de papeles son: una alta resistencia a la deflexión de la flauta (Prueba del C M T) y una alta resistencia al aplastamiento (Prueba del Flat Crush).

Nota: a continuación se muestran tablas de características de papeles de empaque de diferentes proveedores nacionales.

CARACTERISTICAS DE CALIDAD DE PAPELES

FABRICA DE PAPEL MAQUINA No. 1

PAPEL		M-18	M-18 BLANCO	G-22	G-22 C.I.	G-28	G-28 C.I.	G-36	G-40 BLANCO
CARACTERISTICAS									
CALIBRE ( 0.001" )	PROMEDIO	9.4	9.4	14.4	14.4	16.5	22.3	20.5	24.0
	MARGEN	8.5-10.2	8.5-10.2	12.6-16.4	12.6-16.4	15.0-18.0	18.5-26.1	18.0-23.0	21.0-27.0
MULLEN ( LBS./PULG. <sup>2</sup> )	MINIMO	47	51	67	63	93	89	116	116
HUMEDAD ( % )	PROMEDIO	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
	MARGEN	4.0-7.0	4.0-7.0	4.0-7.0	4.0-7.0	4.0-7.0	4.0-7.0	4.0-7.0	4.0-7.0
PESO BASE ( GRS./MT. <sup>2</sup> )	PROMEDIO	170	193	231	256	293	388	384	400
	MARGEN	161-178	174-192	219-243	243-269	275-308	369-407	365-403	380-420
RASGADO E.D.M. ( GRAMOS )	PROMEDIO	110	90	168	170	230	226	310	330
	MARGEN	96-125	74-112	154-197	144-208	192-256	192-256	270-350	288-344
RASGADO A.T.M. ( GRAMOS )	PROMEDIO	101	113	289	275	400	373	500	540
	MARGEN	144-181	96-120	261-320	208-320	320-416	288-432	460-540	480-608
		MEDIANO 180 grs.	MEDIANO 180 grs. BLANCO	GRUESO 220 grs.	GRUESO 220 grs. CARA INTERIOR	GRUESO 280 grs.	GRUESO 280 grs. CARA INTERIOR	GRUESO 360 grs.	GRUESO 400 grs. BLANCO



CARACTERISTICAS DE CALIDAD DE PAPELES

FABRICA DE PAPEL MAOUTNA No. 2

PAPEL		M-13 C.I.	M-17	M-18	G-22	G-22 C.I.	R-13	R-16	R-185	
CARACTERISTICAS										
CALIBRE ( 0.001" )	PROMEDIO MARGEN	9.3 8.3-10.3	10.0 9.0-11.0	9.4 8.5-10.2	13.5 12.0-15.0	15.5 13.6-17.4	9.3 8.3-10.3	12.5 11.5-13.5	15.5 14.5-16.5	
MULLEN (LBS./PULG. <sup>2</sup> )	MINIMO	25	32	42	63	60	-	-	-	
HUMEDAD ( % )	PROMEDIO MARGEN	5.5 4.0-7.0	5.5 4.0-7.0	5.5 4.0-7.0	5.5 4.0-7.0	5.5 4.0-7.0	5.5 4.0-7.0	5.5 4.0-7.0	5.5 4.0-7.0	
PESO BASE ( GRS./MT. <sup>2</sup> )	PROMEDIO MARGEN	130 123-136	170 158-182	170 161-178	250 237-262	260 247-273	130 123-136	160 152-168	185 176-194	
RASGADO E.D.M. ( GRAMOS )	PROMEDIO MARGEN	100 90-110	125 101-144	110 96-128	165 154-197	170 144-205	80 70-90	90 80-100	120 110-130	
RASGADO A.T.M. ( GRAMOS )	PROMEDIO MARGEN	135 133-138	157 133-192	101 144-181	280 261-320	275 208-320	100 90-110	110 100-120	130 120-140	
		MEDIANO 130 grs. CARA INTERIOR	MEDIANO 170 grs.	MEDIANO 180 grs.	GRUESO 220 grs.	GRUESO 220 grs. CARA INTERIOR	RIGIDO 130 grs.	RIGIDO 160 grs.	RIGIDO 185 grs.	









## C A P I T U L O   I I

DESARROLLO DEL PROCESO DE MANUFACTURA  
DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.

## 1.- DATOS GENERALES DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.

### 1.1 Definición.

Nuestro tiempo se caracteriza por lo que llamamos empaque individual que ayuda a la distribución y manejo del producto fabricado por la industria. El empaque individual debe tener además un diseño gráfico que promueva la venta, el diseño estructural que permita contener el producto en forma adecuada en la cantidad requerida, y además estar fabricado de material que proteja su contenido, y facilite su transportación.

Empaque se llama a la caja ó paquete que contiene varios envases. Los empaques normalmente se fabrican de cartón corrugado ó laminado, madera, plástico, tela, metal, etc.

Para determinar el material que debe usarse habra que tomar en cuenta:

- a) Las características del producto.
- b) Los canales de distribución que se usaran.
- c) Medios de transporte.
- d) Condiciones climatológicas.
- e) Manejo y maniobras requeridas.
- f) Condiciones solicitadas por los clientes.

El seleccionar y utilizar el material adecuado significará en todos los casos lograr éxito ó fracaso..

## 1.2 Antecedentes historicos.

Cuando el hombre apareció sobre la tierra, solamente vivia para subsistir y poco a poco buscó mejorar sus condiciones de vida.

El reino animal le era de gran importancia, de el obtenia vestido y alimentación, lentamente fué ingeniandose para crear sus utensilios de trabajo con lo cual logro cultivar algunas plantas, que le permitieron abastecerse de cereales y verduras, con este logro inició una vida diferente, formando grupos que hacian vida nómada.

El primer recipiente del que dispuso el hombre pudo haber sido su mano ahuecada, cuando la utilizó para llevarse la comida a la boca ó recoger el agua del río ó manantial. Pero no fué el primero de todos, pues ya existian los empaque provistos por la naturaleza para semillas ó frutas.

Pero los empaques naturales solo conocen el cambio lento de la evolución y existen algunos que no han cambiado en absoluto, sin embargo siguen siendo funcionales por ejemplo: un huevo, una nuez, etc. y no se puede pensar en un cambio para mejorarlos.

Actualmente los empaques ideados por el hombre se caracterizan por sus cambios. Han progresado desde un principio tosco y rudimentario hasta llegar a los envases de cerámica, vidrio, papel, metal, etc. y en este siglo llegó al plástico.

Cada progreso en agricultura, comercio, etc, y en general cualquier campo va acompañado de un adelanto en empaques y envases.

Los primeros hombres se vieron limitados y estimulados por su capacidad para contener, proteger, almacenar y transportar mercancías, materias primas, y otros productos elaborados. Cuando lograron dominar la cerámica -- probablemente lo que se buscó en primer término fué un recipiente para -- transportar sus alimentos y bebidas en sus viajes nómadas, los empaques y envases se remontan a los primeros siglos de la historia, las canastas de junco y la alfarería datan de los principios de la historia del pueblo egipcio ellos fabricaban envases de vidrio 2000 años A. de C. y anteriormente en los encuentros de la alfarería Asiria, ya había marcas señalando el contenido de los recipientes.

En el año 2500 A. de C. los chinos identificaban sus artículos en papel, en el Delta del Nilo, los vinateros y fabricantes de cerveza hacían sellos para sus productos con barra del río y de esto hace ya unos 5000 años. Los árabes envolvían en papel las mercancías con que comerciaban y los fenicios en envases decorados y de bellas formas las mercancías que formaban sus trueques y comercio. Sin embargo el envase en sí mismo, es realmente un invento y se desarrolló en forma definitiva a partir del Siglo XIX.

El cartón corrugado fué patentado por primera vez por Edward C. Healy y Edward E. Allen en Inglaterra en 1856. Se usaba entonces como material para forros de sombreros.

En 1874 el Sr. Oliver Long fabricaba material corrugado para envolver y proteger botellas y en 1875 surgieron las primeras fábricas, entre ellas la conocida HINDE & DAUCH, que comenzó a producir material corrugado para empacar botellas en los entonces famosos empaques CLIMAX, para botellas pantallas para lámparas de petróleo, y cajas para envíos postales.

La primera notificación oficial que permite el uso de cajas de cartón corrugado para empacar cereales, data de 1903. En 1904 se dieron las primeras especificaciones generales para cajas de cartón corrugado y cartón laminado, que se consolidaron más tarde en la regla 41 de la clasificación consolidada de carga, de la Comisión Interestatal de Comercio en E.U.

Los ferrocarriles en Estados Unidos discriminaron las cajas de cartón ya que madereros influyentes eran al mismo tiempo dueños de muchas acciones de las empresas ferrocarrileras. La compañía R.W. Pridham de los Angeles apeló en 1912 frente a la Comisión Interestatal de Comercio pidiendo la concesión de tarifas igualitarias para transportar en ferrocarril los productos empacados en cajas de cartón corrugado que los empacados en cajas de madera, y se le unieron otros fabricantes en la petición, obteniendo el 6 de Abril un fallo favorable que prohibía a las empresas ferrocarrileras la discriminación contra los empaques de cartón.

Con este fallo y la enunciación en 1919 de la regla 41 de la clasificación consolidada de embarques, vigente hasta hoy en día, se sentaron las bases fundamentales para el gran desarrollo de la Industria de los Empaques de Cartón, hasta alcanzar la posición actual.

### 1.3 Aplicaciones.

Hoy en día el empaque desempeña una labor de gran importancia y utilidad, y es así por que los empaques permiten al agricultor ó al distribuidor de alimentos enviar cosechas desde la región de abundancia ó facilidad de producción a través de largos trayectos, a lugares donde son consumidos.

Permite que los habitantes de los pueblos ó ciudades reciban ciertos productos días, meses ó incluso años despues de ser cosechados ó elaborados, y en gran variedad de formas: frescos, secos, congelados, etc. como mejor sirvan a las necesidades de los usuarios ó consumidores.

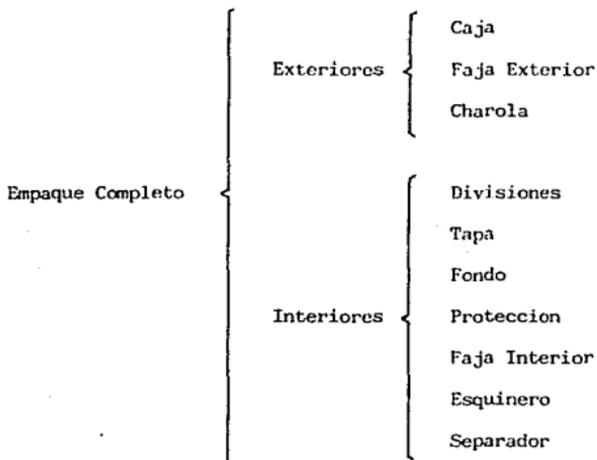
El empaque ayuda a la eficacia y pureza de las medicinas y productos quimicos, eliminando residuos y aumentando seguridad y eficiencia en su distribución.

El empaque de cartón laminado ó corrugado se usa de forma muy amplia para los productos de la industria alimenticia como; galletas, sopas, cereales, etc. Los envases individuales casi siempre están empacados en cajas colectivas que facilitan el transporte, manejo y estiba en los almacenes.

En la actualidad los empaques colectivos son generalmente cajas de cartón corrugado ó laminado. El empaque de cartón laminado es utilizado en la industria en menor porcentaje. De esta situación se considera que la mayoría de la industria alimenticia, farmaceutica, del calzado, etc, aplican entre un 70 y 80 % de cartón corrugado para sus productos.

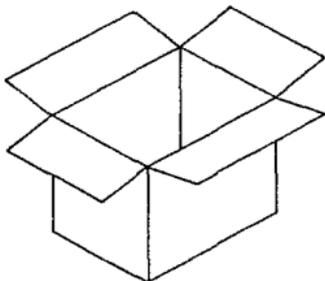
#### 1.4 Elementos principales de un empaque de cartón corrugado.

Un empaque completo de cartón corrugado se compone de varios elementos, los cuales agruparemos en dos grupos que son: Exteriores e Interiores.

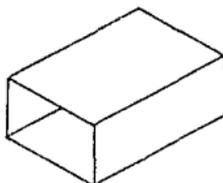


Exteriores: es el elemento que permite al productor mostrar al cliente el tipo de producto que está contenido en el empaque, a través de impresiones realizadas en él, mediante leyendas, figuras, logotipos, etc.

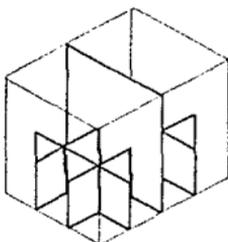
Interiores.- son los elementos utilizados para proteger y separar el producto contenido en el interior de una caja, faja exterior ó charola, esto permite al productor empacar mayor cantidad de productos en un mismo empaque, facilitando su manejo y transporte.



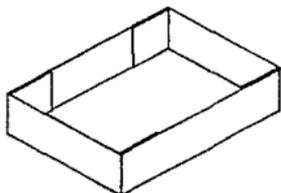
CAJA ESTANDAR



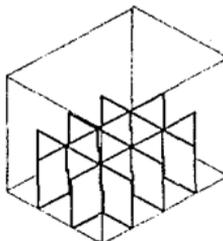
FAJA EXTERIOR



DIVISIONES ALTERNADAS

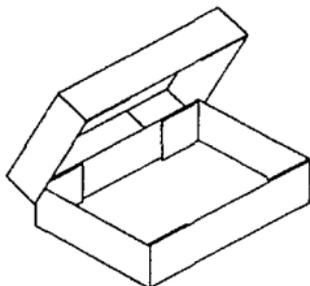


CHAROLA

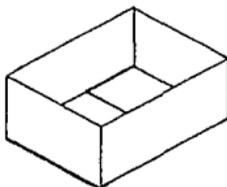


DIVISIONES BAJAS

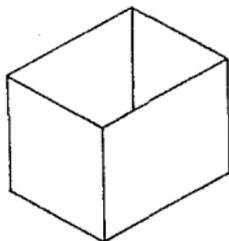
UNAM-FES CUAUTITLAN	TESIS PROFESIONAL	fecha: 06/91
		dibujó: J. Q. B.
EXTERIORES E INTERIORES	locales: 811	
	ocotación:	
	figura: 11-1	



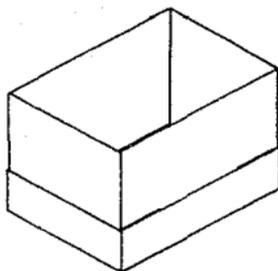
TAPA



FONDO

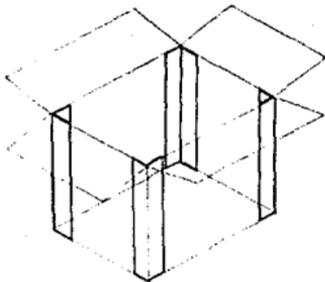


PROTECCION

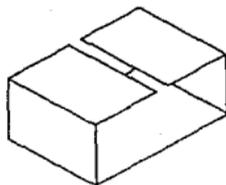


FAJA INTERIOR

UNAM-FES CUAUTITLAN	TESIS PROFESIONAL	fecha:	06/01
		dibujó:	J.Q.B.
EXTERIORES E INTERIORES		escala:	sin
		acotación:	
		figura:	II-2



ESQUINERO



SEPARADOR

UNAM-FES CUAUTITLAN	TESIS PROFESIONAL	fecha: 06/91
		dibujó: J.O.B.
EXTERIORES E INTERIORES	escala: sin	
	cotación:	
	figura: 11-3	

## 2.- DISTRIBUCION DE PLANTA.

### 2.1 Principios

Una buena distribución de planta es un factor importantísimo en la gestión económica de una empresa. No debe subestimarse la importancia de una adecuada planeación de esta función pues el recorrido de los materiales pue de considerarse como la espina dorsal de los procesos productivos y por lo tanto debe ponerse atención para evitar que, debido a la dinámica industrial los equipos se conviertan en un conjunto desordenado de hombres y máquinas que no asegure la eficiencia esperada de un sistema industrial racionalmente organizado.

Para lograr una eficiencia y productividad deseada la distribución de planta se realiza considerando los siguientes principios:

- I) Principio de la integración total.
- II) Principio de la mínima distancia.
- III) Principio del recorrido.
- IV) Principio del espacio cúbico.
- V) Principio de satisfacción y seguridad.
- VI) Principio de la flexibilidad.

Principio de la integración total; la mejor distribución es aquella que integra a los hombres, materiales, equipo, servicios y demás actividades - auxiliares, de tal manera que resulte la mejor ordenación.

Principio de la mínima distancia; a igualdad de circunstancias,sera mejor aquella distribución que permita mover el material el mínimo de distancia entre los diferentes puntos de trabajo.

Principio del recorrido; a igualdad de circunstancias,sera mejor -- aquella distribución que disponga el área de trabajo para cada operación ó -- proceso en el mismo orden en el que se forman,se tratan ó se montan los mate riales.

Principio del espacio cubico; se obtiene economia utilizando todo el espacio disponible,tanto vertical como horizontalmente.

Principio de satisfacción y seguridad; a igualdad de circunstancias-- sera mejor aquella distribución que haga el trabajo satisfactorio y seguro - para los trabajadores.

Principio de la flexibilidad; a igualdad de circunstancias sera mejor aquella distribución que pueda ser ajustada y vuelta a ordenar con el mí nimo de inconvenientes y al costo más bajo.

Tomando en cuenta los principios anteriores,se determinan para la - distribución de una planta industrial tres diferentes tipos de está:

- A) Distribución por componente fijo.
- B) Distribución por producto ó linea de producción.
- C) Distribución por proceso.

Distribución por componente fijo; en esta distribución el material ó mayor componente, permanecen fijos, sin ser movidos durante su elaboración. Los hombres, herramientas, máquinas y otras piezas ó componentes son llevados al lugar de trabajo. Por ejemplo; construcción de un edificio, armado de un acorazado, una escultura, etc.

Distribución por producto ó línea de producción; es aquella en que las máquinas ó puntos de montaje se disponen según la secuencia de las operaciones, las cuales se ejecutan una después de la otra.

A diferencia de la distribución por componente fijo, el material circula de un punto a otro, y el equipo se alinea según el proceso, sin tener en cuenta la similitud de operaciones. Por ejemplo: Una línea de lavado de automóviles, la línea de montaje de automóviles, etc.

Distribución por proceso; en esta distribución se agrupan todas las operaciones ó procesos similares. Los materiales y hombres se dirigen a las máquinas que se encuentran en situación fija. En nuestro caso en el proceso de manufactura de un empaque de cartón corrugado existe una distribución por proceso.

Las ventajas que presenta este tipo de distribución son las siguientes:

- i) Menor inversión en maquinaria, ya que es posible utilizarla más eficientemente.
- ii) Fácilmente adaptable a gran variedad de productos.

- iii) Facilita los cambios cuando hay variaciones frecuentes en los productos ó en el orden de ejecución de las operaciones.
- iv) Se adapta fácilmente a demandas intermitentes.
- v) Proporciona más incentivos a los trabajadores ya que cada uno llega a ser un experto.
- vi) Permite mantener el ritmo de producción, cuando se presentan:
  - a) Averías en la máquina ó equipo.
  - b) Escasez de materiales.
  - c) Ausencias de los trabajadores.

Esté tipo de distribución se presenta preferentemente en los siguientes casos:

- i) Cuando la maquinaria es muy costosa y no puede moverse fácilmente.
- ii) Cuando se fabrican productos similares pero no idénticos.
- iii) Cuando varían notablemente los tiempos de las distintas operaciones.
- iv) Cuando se tiene una demanda pequeña ó intermitente.

## 2.2 Distribución de las áreas de proceso.

Este punto es de mucha importancia, en el se mencionan las diferentes --- áreas productivas de la planta, estas se dividen de acuerdo al proceso realizado sobre el producto fabricado.

Las empresas que se dedican a la fabricación de empaques de cartón corrugado, distribuyen su planta por áreas de proceso y estas pueden ser de la siguiente forma;

- a) Area de corrugado
- b) Area de impreso
- c) Area de acabado
- d) Area de interiores

Area de corrugado

En una empresa tipo, el área se divide en; almacén general de rollos, almacén de materias primas, almacén de rodillos, almacén de pliegos corrugados y -- máquina corrugadora. ( Ver figura 11-4)

En el almacén general de rollos se encuentran aproximadamente unos 1600-rollos de papel (liners y rígidos) de tipos, gramajes y proveedores diferentes las dimensiones de los rollos son 1.60 mts.  $\phi$  , 2.02 mts. de longitud, y un peso aproximado de 2,000 Kgs. de esto resulta que existe un total de 3,200 toneladas de papel almacenado en una área de 2,970 metros cuadrados.

Estos rollos se encuentran almacenados en forma vertical a tres niveles, clasificados por tipo, gramaje y proveedor.

El almacén de materias primas generalmente se ubica a un costado de la zona de preparación de adhesivo(goma)con las materias primas siguientes:almidón,borax,neutralizador,sosa en escamas y liquida.

El almidón,borax y neutralizador son almacenados generalmente en tarimas de madera ocupando una area aproximada de 180 mts.<sup>2</sup> con una capacidad de 120 toneladas.

La sosa en escamas se encuentra almacenada en tambores de 200 lts. con inventarios minimos de 25 tambores,la sosa liquida se almacena en un tanque de aproximadamente 2,500 lts.

Existe en el área de corrugado,una destinada a los rodillos utilizados en todas las máquinas,la cual es de aproximadamente 200 mts.<sup>2</sup> y son colocados en racks para un mejor manejo y control.

Una area se destina a almacenar pliegos corrugados tiene una capacidad de 486 tarimas en tres niveles de estiba (285 tons.)con 2,100 mts.<sup>2</sup> de extensión y es un almacen de producto en proceso.

El área ocupada por la máquina corrugadora es de 610 mts.<sup>2</sup> la máquina mide aproximadamente 140 mts. de largo por 4.75 mts. de ancho y esta dividida en varias secciones que se encuentran dispuestas a lo largo de la máquina.

El área de corrugado es la más importante de todas las áreas de proceso debido a que es la que genera toda la carga de trabajo para las diferentes áreas.

Por lo que cualquier paro provocado en esta máquina pudiera producir un paro total en toda la planta.



ALM. RODILLOS



ALM. MAT. PRIMAS



ALM. GENERAL DE ROLLOS



MAQ. CORRUGADORA

ALM. DE PLIEGOS CORRUGADOS



UNAM-FES  
CUAUTITLAN

TESIS PROFESIONAL

fecha: 06/91

dibujo: J. Q. B.

escala: 1m

AREA DE CORRUGADO

figura: 11-4

### Area de impreso

Está area se encuentra en una superficie de 3,676 metros cuadrados, en la cual se ubican los tres diferentes tipos de máquinas impresoras utilizadas en el proceso de impresión, además se localiza un almacén de producto en proceso con una area de 1,838 metros cuadrados, teniendo una capacidad de 286 tarimas a tres niveles de estiba y un peso de 600 kilogramos por tarima, logrando almacenar en esta area 171.6 toneladas.

Por la variedad en el proceso de impresión en cada una de las máquinas existe un rack para el almacenamiento de dados, otro para almacenar las tintas (flexografica y glicol) y unicamente en la impresora troqueladora se cuenta con un rack para almacenar suajes, estos son utilizados en el proceso de impreso troquelado.

A continuación se menciona la lista de la maquinaria que existe en esta area. ( ver hoja II-5)

### Area de acabado

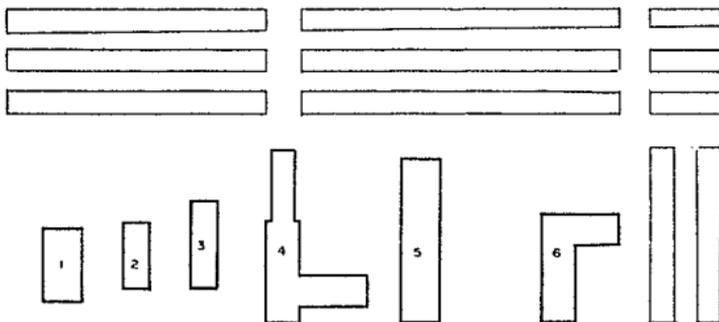
El area de acabado está localizada en una superficie de 1,838 metros cuadrados, cuenta con una variedad de maquinaria que nos permite dar al producto el proceso final.

Estos procesos finales pueden ser ; grapado, pegado y troquelado, según las necesidades del cliente y el tipo de diseño solicitado.

Esta area no cuenta con almacén de proceso ya que lo que sale de las máquinas es entregado directamente a almacén de producto terminado.

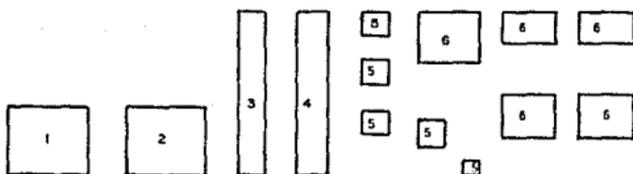
De la misma manera se menciona la lista de la maquinaria y equipo existente en el area. ( ver hoja II-6)

ALMACEN DE PLIEGOS IMPRESOS



- 1 IMP. CONVENCIONAL LANGSTON VP
- 2 " " " VL
- 3 " " " PETERS COMBI
- 4 " " " TROQUELADORA WARD
- 5 " " " FLEXO F.G. SATURNO
- 6 " " " " 253

UNAM-FES CUAUTITLAN	TESIS PROFESIONAL	fecha:	06/91
		dibujo:	J.O.B.
AREA DE IMPRESO		escala:	sin
		figura:	II-5



- 1 TROQUELADORA BOBST  
 2 " " 2  
 3 PEGADORA EMBA  
 4 " FOSATTI  
 5 GRAPADORAS DE PASO (5 Piezas)  
 6 " SEMIAUTOMATICAS (5 Piezas)

UNAM-FES CUAUTITLAN	TESIS PROFESIONAL	fecha:	06/ 91
		dibujo:	J.O.B.
AREA DE ACABADO		escala:	sin
		figura:	II-6

## Area de interiores

Esta area es la de menor superficie ocupada, 1,311 metros cuadrados en la que se encuentra la maquinaria utilizada para la fabricación de interiores utilizados en algunos empaques, para protección del producto transportado.

Los procesos que se realizan en esta area son; cortado, ranurado, y la maquinaria utilizada en estos procesos son cortadoras, ranuradoras y ranuradora sierra cinta.

Se menciona también una lista de la maquinaria y equipo utilizados en esta area. ( ver hoja 11-7).

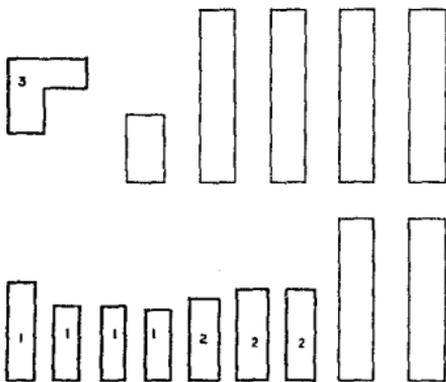
### 2.3 Técnicas de análisis del proceso

Existe una gran cantidad de técnicas para analizar un proceso ó método. Algunas de estas técnicas son:

- Diagrama de proceso ó Cursograma Analítico.
- Diagrama de Operaciones ó Cursograma Sinóptico.
- Diagrama de procedencias.
- Diagrama Hombre-Máquina.
- Diagrama de Frecuencia de viajes.
- Diagrama Bimanual.
- Diagrama de Recorrido.

A continuación se da una breve explicación de cada una de estas técnicas:

ALMACEN DE TIRAS



- 1 RANURADORAS ( 4 Piezas)
- 2 CORTADORAS ( 3 Piezas)
- 3 RANURADORA SIERRA CINTA

UNAM-FES CUAUTITLAN	TESIS PROFESIONAL	fecha:	06/91
		dibujo:	J.Q.B.
AREA DE INTERIORES		escala:	sin
		figura:	II-7

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.- En este diagrama se muestra la trayectoria y procedimientos en una pieza ó producto, consignandose en el diagrama mediante los simbolos correspondientes, que son:

- Operación.
- Inspección.
- ◊ Transporte.
- ◻ Actividad Combinada.
- D Retrazo ó Demora.
- △ Almacenamiento.

DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES.- En éste diagrama solo se anotan las operaciones e inspecciones principales efectuadas en un proceso de fabricación así como tolerancias de tiempo y materiales que se van a utilizar y se manejan solamente dos simbolos operación e inspección.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MAQUINA.- Este diagrama describe la relación entre 2 ó más secuencias simultaneas de actividades, estas pueden ser un operario - y una ó más máquinas. Generalmente este diagrama se utiliza con el fin de - determinar el tiempo ocioso para el operario y la máquina.

DIAGRAMA BIMANUAL.- Este diagrama registra la sucesión de hechos mostrando - las manos, y a veces los pies del operario en movimiento ó en reposo y su relación entre si, por lo general con referencia a una escala de tiempos.

DIAGRAMA DE RECORRIDO.- Se utiliza como suplemento del diagrama de flujo del proceso, especialmente cuando en el proceso existe una gran cantidad de espacios recorridos. Muestra el recorrido inverso y la congestión del tránsito. Instrumento necesario para hacer revisiones de la distribución del equipo y planta.

En este capítulo solo son utilizados los diagramas de flujo del -- proceso y diagramas de procesos de operaciones, ya que estos diagramas son la base para realizar estudios más completos y profundos. Existe un diagrama de procesos de actividades múltiples que es utilizado para realizar análisis -- más específicos en el cual se registran las actividades respectivas de los -- tres sistemas posibles operario, material, y equipo en una escala de tiempos -- común para mostrar la relación entre estos.

En el presente trabajo se mostrarán diagramas de flujo del proceso los cuales nos permitirán conocer una descripción de la secuencia de actividades realizadas para la fabricación de un empaque de cartón corrugado.

Esto nos permite analizar el proceso y determinar la secuencia de actividades que deben seguirse para la obtención de un empaque de cartón --- corrugado.

El registro de los procesos del empaque y su análisis puede coadyuvar a la solución de problemas diarios, tales como:

- Retrazos en los plazos de entrega.
- Reajustes constantes en los programas de producción.
- Mejoras del control de producción.
- Mejoras del control de calidad.
- Toma de desiciones de la Gerencia de producción.
- Facilitar la labor del departamento de sistemas.
- Mejor aprovechamiento del personal de ingeniería.

Desde que la planta fue puesta en marcha no se ha realizado un registro y un análisis de proceso a fondo, y como consecuencia las mejoras que se han realizado han sido a través del diseño de dispositivos y herramientas que mejoran el método y lo optimizan.

### 3.- DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.

#### 3.1 Proceso de corrugado.

El producto de una máquina corrugadora es el cartón corrugado, el cual obtenemos a través de tres bobinas ó rollos de papel, cuando se requiere que el empaque se de corrugado sencillo, y si el cliente requiere mayor protección para el producto a empacar, existe un corrugado doble que se elabora en base a -- cinco papeles, lo que proporciona mayor resistencia al empaque de cartón .

Todo lo anterior corrugado sencillo ó doble corrugado sale en forma - de pliegos de la máquina corrugadora.

El proceso se inicia desde que el departamento de programación elabora el programa de corrugadora, en el cual nos dan las combinaciones y tipos de papel a utilizar, la unidad corrugadora 3.2mm FLAUTA B ó 4.0mm FLAUTA C) nos-- permitirán elaborar los pliegos dependiendo de las indicaciones del programa.

Basandose en el programa, del almacén de materia prima, se transportan los rollos de papel hasta la máquina corrugadora utilizando un montacarga, el-- cual los deposita sobre unos transportadores de rollos que los aproxima a la - unidad corrugadora, mediante la operación de un tablero de control que se localiza en la máquina, para colocarlos en los montarrollos, los cuales pueden ser - del tipo flecha ó de presión hidraulica sobre el centro (alma) de los rollos.

Para cualquier tipo de corrugado, (una cara, sencillo ó doble corrugado) se monta una bobina en uno de los montarrollos, se desembobina el papel liner o cara interior y en el otro lado de la máquina se coloca el papel rígido o corrugado durante el proceso.

El papel pasa inicialmente por rodillos giratorios que tienen como su función principal tensar el papel para evitar que se rompa ó entre desalineado a la corrugadora, lo mismo para el rígido que para el liner cara interior con la diferencia que el rígido pasará por un preacondicionador con sistemas de baños ó duchas de vapor y el liner cara interior envolverá materialmente a los precalentadores.

Durante el proceso, la temperatura y contenido de humedad de los liners y rígidos son inicialmente afectadas por el precalentador, preacondicionador respectivamente. El precalentador reduce la demanda de calor en el corrugado de una sola cara; y abriendo los poros del papel facilita la penetración del pegamento.

Variando el número de vueltas sobre el preacondicionador, el operador puede controlar la temperatura del rígido, mientras agrega o quita humedad, el objetivo es plastificar las fibras por un mínimo esfuerzo durante la formación de la flauta y abrir su estructura para un óptimo pegado.

Después del precalentador, el liner cara exterior, pasa a través de dos precalentadores más pequeños, integrados a la propia máquina, debajo del rodi-

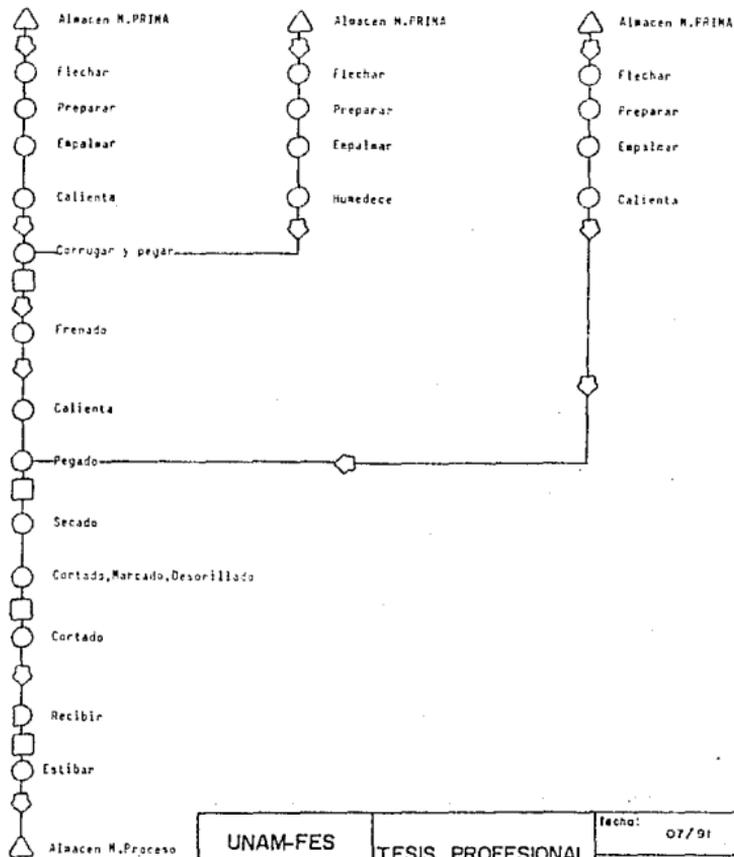
llo de presión, en donde además de adicionar más calor al papel, lo tensa para evitar que dañen al corrugado de una sola cara; de aquí pasa al rodillo de presión en donde se unirá al rígido.

El papel rígido o corrugado antes de entrar a los rodillos corrugadores dependiendo del porcentaje de humedad con que cuente cada bobina de papel, será también el porcentaje calor ó humedad que se le adicione, pasará por rociado res de vapor tanto humedo como seco, colocando a la entrada a los corrugado--res ( sistema Gaylor de vapor y ducha de vapor ) el papel pasará entre éstos dos sistemas, y el operador según las necesidades del papel determinará qué --sistema usar o no usar ninguno. Al entrar el rígido a los rodillos corrugado--res ya lleva todas las condiciones óptimas para que se le dé la forma acanalada o corrugas, también conocidas como flautas por la forma de ondulaciones simétricas con sus crestas y sus valles. Esto se logra mediante el aprisiona--miento del rígido entre el rodillo corrugador superior y el inferior con una presión predeterminada entre ambos rodillos, en el rodillo corrugador inferior toma también el rígido (la cresta) el pegamento de una charola el cual es suministrado constantemente desde la sección de preparación de pegamento. Entre --el rodillo corrugador inferior y el rodillo de presión se lleva a cabo la unión del rígido con el liner cara interior previamente preparado y salen de la má--quina formando lo que conocemos como corrugado de una cara, el cual es conducido mediante una banda transportadora hasta el puente de almacenamiento en donde deberá reposar por breves instantes, para que aquí pierda la humedad excedente que lleve, claro que para ésto se requiere una adecuada ventilación so--bre el puente, para que la pérdida de humedad del cartón sea efectiva.

LISO INTERIOR

RIGIDO

LISO EXTERIOR



UNAM-FES CUAUTITLAN	TESIS PROFESIONAL	fecha: 07/91
		dibujó: J. Q. B.
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION CARTON CORRUGADO SENCILLO		escala: sin
		acotación:
		figura: 11-B

Del puente de almacenamiento el papel, es conducido mediante bandas transportadoras y sumando el jalón que hace la propia máquina hasta el siguiente punto que es la sección engomadora o doble engomador (en nuestro caso particular). El corrugado de una cara pasa a través de dos precalentadores para retirar la humedad del rígido o liner cara interior, y dependiendo de éste será la forma de contacto del papel con el tambor, así también como preparar las crestas de las flautas del corrugado al tomar la goma del rodillo aplicador, - que a su vez la tomará de la charola que se encuentra debajo de éste conteniendo el pegamento suministrado continuamente por la sección de preparación de pegamento, para que al entrar a las planchas el pegado sea rápido y muy uniforme en los primeros metros de las planchas.

El papel liner cara exterior (por ser ésta donde llevará la impresión o presentación del cliente). pasará por un precalentador y después entrará a las planchas a unirse al corrugado una cara.

La sección engomadora es un punto crítico para la calidad del cartón; el rodillo jinete y el aplicador deben estar siempre en paralelo y la carga del rodillo jinete debe ser la suficiente para asegurar una adecuada aplicación del pegamento sin que afecte el calibre o forma de las flautas.

El sistema automático hidráulico (o neumático) debe proveer al rodillo jinete la correcta carga, con la ventaja de no ser necesario alterar el claro entre éste rodillo y el aplicador cuando se cambia de un corrugado a otro.

Al entrar el corrugado sencillo a la primera sección de planchas donde se lleva a cabo el pegado de las puntas de las flautas con el papel cara exterior ya formado el cartón corrugado sale de la sección de planchas para entrar a la sección de secado ó enfriamiento, a lo largo de toda la sección de planchas el pliego es conducido por una banda sintética la cual conocemos como banda principal de aquí el pliego pasa a la sección marcadora cortadora, la cual conocemos por unidad triplex donde se marca por medio de unos cuellos marcadores machos y hembras, se corta por cuellos portacuchillas colocados en unas flechas transversales expansivas que permiten el movimiento lateral sin dificultad en los cambios de pedidos, y pasan a las guillotinas ó sección de corte transversal (largo) donde se corta el pliego ya sea en la guillotina inferior ó superior, al ser cortado a lo largo es transportado el pliego por medio de unas bandas que lo conducen a la sección de recibo y acomodo de pliegos ; esta sección permite regular el tamaño del bulto para ser expulsado por unos rodillos giratorios hacia unas rieleras en donde el personal los toma con las manos y los estiba en las tarimas de madera de acuerdo a las dimensiones del mismo.

Al salir de los recibidores, el pliego acomodado es transportado por medio de un montacarga hasta el almacén de producto en proceso del área de pliegos corrugados, de donde una parte saldrá para otras plantas y otra se quedará en ésta para programarse en la sección de impreso que es el siguiente proceso.

En cuanto a los tipos de corrugado que existen podemos resumir que son:

- 1.- Corrugado de una cara.- Se obtiene usando dos papeles, uno liso (cara exterior) y otro corrugado (rígido) y puede ser de 3.2 ó 4.0 mm.
- 2.- Corrugado Sencillo es el resultado de unir tres papeles, dos lisos --

y un rígido, los cuales pueden ser corrugado sencillo flauta B 3.2mm ó flauta C 4.0 mm

3.- Doble corrugado, en este tipo de corrugado se utilizan el corrugado sencillo flauta C 4.0mm, y un cara sencilla de flauta B 3.2mm, es decir es la --- combinación de cinco papeles, para la fabricación se utilizan las dos unidades corrugadoras, y el pegado de estos dos corrugados, el cara sencilla y corrugado sencillo se realiza en el doble engomador.

Ahora explicaremos por que hemos usado el termino "B" Y "C".

Existen dos tipos de flautas usadas generalmente y son B y C;

FLAUTA B.- Es la más baja con 47 flautas por pie y una altura de 3.2 mm.

FLAUTA C.- Es la más comercial con 39 flautas por pie y una altura de 4.0 mm.

### 3.2 Proceso de impresión.

Este proceso se puede realizar en cuatro tipos diferentes de máquinas dependiendo de las características y especificaciones del empaque, estas máquinas se clasifican de la siguiente manera;

a) Por su diseño.

Máquina impresora ranuradora.

Máquina impresora ranuradora pegadora

Máquina impresora ranuradora troqueladora

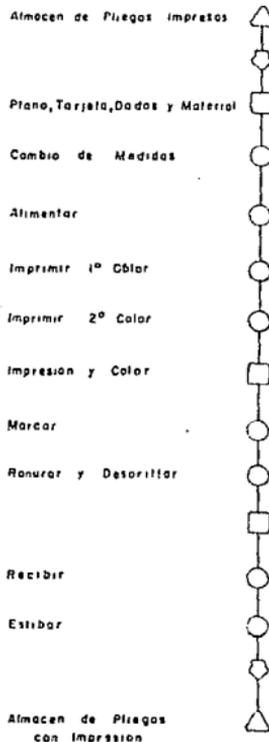
b) Por el sistema de impresión.

Máquina impresora convencional.

Máquina impresora flexográfica.

El proceso de impresión en una máquina impresora ranuradora convencional se realiza de la siguiente forma:

Una vez que han sido transportados los pliegos corrugados desde el almacén son colocados sobre unos transportadores de rodillos que le permiten al operador mediante un ligero movimiento deslizarlos hacia el frente, y de esta forma poder coger con las manos una cantidad aproximada de 15 a 20 pliegos y depositarla en el alimentador, esto se realiza una vez que se ha preparado previamente la máquina con las medidas y dados que pertenecen a esa corrida, en este alimentador se colocan los bultos de pliegos con el lado del liner exterior hacia arriba, sobre la mesa de alimentación, y las uñas del alimentador



UNAM-FES CUAUTITLAN	TESIS PROFESIONAL	fecha: 06/91
		dibujó: J.Q.B.
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE IMPRESION		escala: sin
		acotacion:
		figura: II-BA

empujan un solo pliego en cada movimiento recíprocante hacia los rodillos alimentadores, que son un par de rodillos cubiertos de hule.

Estos rodillos alimentadores conducen el pliego hacia el interior de la primera unidad de impresión, donde se encuentra con el rodillo impresor (en el cual va colocado el dado de impresión) y el rodillo de presión.

El rodillo impresor es el portador del dado impresor que está fijado en su superficie este dado es entintado por medio de unos rodillos entintadores que a su vez reciben la tinta de una fuente ubicada en la parte superior de la unidad impresora. Al pasar el pliego entre el rodillo impresor y el rodillo de presión, recibe la tinta depositada en el dado, de esta primera unidad pasa con ayuda de rodillos guía, colocadas a tal distancia que no manchen las áreas ya impresas, a la segunda unidad de impresión donde recibe el segundo color.

Sale el pliego de la unidad impresora y pasa por medio de un juego de rodillos que portan los cuellos marcadores, y es marcado el pliego a lo ancho encontrándose estas marcas a 90° de las realizadas en la máquina corrugadora.

Después de pasar por las marcadoras, pasa el pliego a los cuellos cortadores de aletón y ranuradores, prácticamente estas ranuras de 1/4" (6.35 mm) en los faldones de la caja permiten ya determinar el cuerpo de la misma, ya que las ranuras siempre deben coincidir con las marcas realizadas anteriormente en la máquina corrugadora.

Al terminar de ranurar el pliego cae sobre un sistema de bandas de velocidad variable y con movimiento vertical ascendente y descendente accionado por una fotocelda, transportan los pliegos hacia una tarima de madera en donde se apilan automáticamente, de acuerdo al tamaño del pliego, una vez completa la estiba, son retirados por un montacargas y transportados al almacén de pliegos impresos, de donde posteriormente serán sacados para realizar el último proceso.

El proceso de impresión en una máquina impresora ranuradora pegadora - dobladora se realiza de la siguiente forma:

El proceso de impresión en una máquina dobladora-pegadora es del tipo -- flexográfico, es decir un rodillo de hule girando en la fuente de tinta (charge la) transfiere la tinta al rodillo anilox, mismo que aplica tinta al dado que está colocado en el rodillo portadados y que a su vez imprime el pliego de cartón.

Una impresora de este tipo consta de las siguientes secciones;

- 1.- Sección de alimentación.
- 2.- 1a. sección de impresión
- 3.- 2a. sección de impresión
- 4.- Sección de marcado ranurado
- 5.- Sección de pegado y doblado
- 6.- Sección de transporte y empaque

La sección de alimentación a diferencia de las impresoras convencionales tienen en la mesa de alimentación orificios en los que por medio de

de un motor y un ventilador se crea una cámara de vacío, para hacer que el pliego sea succionado y alimentado uniformemente ( pliegos pandos ), estos deben ser alimentados con la cara exterior hacia arriba, y son empujados por medio del arreador hacia la primera fuente de impresión la cual consta de una charola en la que se deposita la tinta por medio de una bomba y su retorno se realiza por gravedad hacia el depósito donde está colocada la bomba.

El rodillo de hule ó transmisor de tinta gira dentro de la charola y le transmite la tinta al rodillo anilox ó aplicador, este a su vez aplica una película de tinta al dado el cual imprime el cartón, pasando de ahí a la sección de ranurado y marcado.

En la sección de ranurado y marcado el pliego impreso es alimentado por medio de unas poleas de arrastre y en esta sección se realizan las marcas en un ángulo de 90° con las realizadas en la corrugadora, y las ranuras que nos permitan dimensionar ya el cuerpo de la caja y prepararla para la siguiente operación que es el doblado y pegado.

En la sección de puentes es donde se realiza la operación de doblado, pegado de la caja, existe en esta sección un depósito de goma colocado a la salida de la sección de marcado-ranurado, que mediante un sistema de poleas deposita una pequeña cantidad de goma en el aletón de la caja que le permite una vez doblada la caja en la sección de puentes pegarse, para de esta forma dirigirse a la siguiente operación.

En la sección de empaque y transporte la caja ya formada es recibida en un escuadrador contador, que realiza bultos de acuerdo al tamaño de la caja y especificaciones del cliente, para transportarlos por medio de unos rodillos hasta la enfajilladora donde son colocados los flejes plásticos, que es la última operación realizada en la máquina y de ahí se dirige al almacén de producto terminado.

El proceso de impresión en una máquina impresora ranuradora troqueladora es similar en la sección de alimentación, impresión, ranurado y marcado, cambiando el modo de impresión y añadiéndose la sección de troquelado.

En esta máquina se alimentan los pliegos con la cara exterior hacia abajo y de ese lado se realiza la impresión a diferencia de las otras impresoras, esto es con la finalidad de que al troquelar no se manche la cara exterior de la impresión.

La sección de troquelado consta de un tambor superior en donde es colocado el suaje de madera curva con plecas para hacer cortes, semicortes, y marcados especiales, y un tambor inferior recubierto con hules sufridores (amortiguadores del golpe), esta máquina es utilizada para fabricación de cajas con -- dimensiones muy precisas y tolerancias mínimas, de acuerdo a especificaciones del cliente, ya que el troquel es el que determina las dimensiones finales.

### 3.3 Proceso de acabado.

El proceso de acabado es el último que se realiza en una caja y existen diferentes procesos de acabado como son :

- A) Troquelado
- B) Grapado
- C) Pegado

El proceso de troquelado se realiza en una máquina moderna de alta velocidad, llamada troqueladora Bobst, posee una mesa alimentadora, un par de platinas reguladoras y otro par de platinas botadoras de refile. Para pasar los pliegos de las platinas troqueladoras a las platinas botadoras y finalmente al contador-eyector, se mueven los pliegos por medio de dos cadenas con barras montadas entre ellas y estas barras a su vez habilitadas con pinzas que son las que cojen el pliego y lo alimentan a la sección de troquelado, alimentan y paran este ciclo lo realizan en menos de 2 segundos.

En la sección de alimentación el pliego es succionado por medio de unas ventosas que succionan el pliego y lo acercan a las barras, este es tomado por las pinzas y lo llevan a la platina troqueladora, en donde previamente fue colocado el suaje troquelador en la platina superior, y la platina inferior se mueve hacia arriba ejerciendo una presión contra el pliego, suaje y platina superior, mientras esta operación sucede ya otra barra está tomando otro pliego, el pliego ya troquelado pasa a las platinas botadoras en donde previamente se colocó la hembra del suaje en la platina inferior, está controlada por unos tornillos botadores en la platina superior de tal forma que al ---

ejercer presión la platina inferior sobre la hembra y el pliego, los botadores sacan todo el resaque que previamente fue troquelado en las platinas -- pasando de ahí al contador-eyector en donde es soltado por las pinzas cayen a un apilador y de ahí segun la cantidad requerida por el cliente y tamaño del bulto cae a una banda de donde son transportados hacia la mesa de recibimiento, donde una persona los empaca y estiba en la tarima de madera para posteriormente ser llevados por un montacarga a almacen de producto terminado.

El proceso de grapado se realiza en dos tipos de máquinas que son;

- 1) Grapadoras de paso
- 2) Grapadoras semiautomáticas

Las grapadoras de paso son las máquinas más antiguas que se utilizaron para grapar cajas de cartón, al accionar un pedal de la grapadora esta manda un impulso al remachador por el cual pasa el alambre previamente instalado en un carrete guía y comienza a grapar el cartón, que el operador unos instantes antes había doblado y alimentado en el lugar adecuado para recibir la primera grapa.

Dépende mucho de la habilidad del operador para que con su habilidad al empujar la caja las siguientes grapas colocadas a una velocidad adecuada, -- tengan la distancia correcta que es de 4 cm. Al terminar de colocar todas las grapas en el cartón el operador saca la caja y la coloca en un receptor para que el empacador las tome de ahí las cuente las amarre y por último las coloque en la tarima de madera, para posteriormente el montacarga las lleve a producto terminado.

El proceso de grapado en grapadoras semiautomaticas se realiza de la siguiente manera; las grapas requeridas en el aletón se colocan automaticamente, haciendo avanzar el pliego mediante unos rodillos impulsores, y al terminar de graparse la caja cae en un contador que al recibir determinado numero de cajas impulsa el bulto hacia una rielera de rodillos, para que este se amarre.

El proceso de pegado se realiza en una máquina dobladora pegadora, la sección de alimentación de esta máquina es una especie de tolva ajustable al ancho de los pliegos, y esta formada por una lámina inclinada y por un rodillo recubierto de hule grabado. Los pliegos descansan sobre la lámina y el rodillo, y este al girar los introduce a la máquina.

La sección de doblado y pegado consta de dos largueros (puentes) transversales sobre los cuales corren bandas de hule grabado, y unas varillas de acero ajustables doblan los pliegos paulatinamente hasta dejarlos completamente doblados, pero antes de entrar a la sección de puentes el aletón de la caja pasa por un par de poleas engomadoras que le aplican la suficiente cantidad de goma para poder realizar el pegado. Una vez que han sido doblados los pliegos son conducidos por medio de unas bandas hacia un recibidor-escuadrador donde con un movimiento oscilatorio son obligados a pegarse y escuadrarse y de ahí salen por medio de unas bandas a la sección de flejado en una enfajilladora, para posteriormente estibarse en una tarima de madera.

### 3.4 Proceso de interiores.

Los interiores son complemento de las cajas, frecuentemente son el secreto del éxito de una caja de cartón corrugado. Diseñados y aplicados --- apropiadamente, ajustan cualquier forma de artículo a una caja de caras planas, fijan el producto dentro de la caja, amortiguan y protegen artículos frágiles de las fuerzas interiores y exteriores. Los interiores de cartón corrugado no solamente absorben los choques de los golpes sino que aumentan la resistencia de las cajas al peso vertical de estibamiento.

Para el proceso de fabricación de estas piezas se utilizan 3 clases de máquinas; cortadoras, ranuradoras convencionales, ranuradoras de sierra cinta.

En las cortadoras la alimentación de los pliegos se realiza manualmente y de uno en uno; la máquina consta de 2 pares de flechas en una hay juegos de cuchillas y en la otra de marcadoras, estas flechas son movidas a través de una transmisión con motor. Estas máquinas se utilizan para marcar y cortar piezas como: cojin, separador, tapas, esquineros, protecciones.

Las ranuradoras convencionales son máquinas muy semejantes a las cortadoras, pero de construcción más robusta. Disponen igualmente de flechas accionadas por una transmisión y un motor, y cuellos portadores de cuchillas hembras y machos, semejantes a los de las impresoras pero de diámetro más pequeño 4 pulgadas aproximadamente. La máquina tiene una mesa de alimentación donde se colocan los bultos de tiras que son alimentados por una barra recipro

cante, y despues de cortarse ó ranurarse en dos ó más divisiones, estas caen sobre un recibidor con bandas que se desplazan muy lentamente para ser recogidas por dos operarios que las colocan ordenadamente en una mesa y otro operario las empaca para despues estibarlas en la tarima de madera, y de ahí son transportadas con un montacarga al almacen de producto terminado.

La ranuradora de sierra cinta es una máquina moderna que se utiliza para fabricar divisiones, consta de una sierra banda soportada por dos volantes ó ejes de giro, clamp de sujección, sección de guias ajustables a las medidas de ancho y largo total requeridas, juego de sierras circulares las cuales --- realizan las ranuras de las divisiones hasta un máximo de 10 ranuras por división, camara de succión para extraer el polvo que ocasiona el corte, recibidor manual y una enfajilladora automatica para empacar el bulto, así como una cortadora de pliegos.

Las tarimas de pliego son colocadas en la cortadora, donde son cortados en tiras y apilados automáticamente por un sistema de bandas y topes según el ancho requerido para cada división, de ahí son tomados en paquetes de 30 a 35 tiras por el operador de la máquina el que las introduce al clamp sujetador ó alimentador automático, este por medio de microswitchs y fotoceldas sujeta el paquete de tiras y lo empuja hacia donde se encuentra la sierra banda, la cual realiza el corte a lo largo de cada división, regresa el paquete-- restante lo suelta, retrocede vuelve a sujetarlo, lo acerca y empuja para realizar otro corte y así sucesivamente, cortando de esta manera 10 divisiones a lo largo de las tiras, todo esto en 6 ó 7 segundos.

los paquetes de divisiones ya cortados a lo ancho son empujados y guiados uniformemente hasta las sierras circulares las cuales están girando por debajo del viaje de las divisiones, y a su paso estas van realizando la ranura a la altura requerida, y de ahí salen pasando por una cámara de succión, donde son limpiadas para quitar el exceso de polvo ocasionado por los diferentes cortes, hacia el receptor, donde otro operario va introduciendo paquetes de 200 ó 300 divisiones hacia la flejadora automática donde son empacados y acomodados por otro operario el cual los marca y coloca en la tarima, para posteriormente ser recogidos por el montacarga y llevados al almacén de producto terminado.

#### 4.- CLASIFICACION DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO.

##### 4.1 Por su diseño.

Refiriéndose a los diferentes diseños de empaque que existen en el mercado nacional, y para esto cabe mencionar las condiciones que se deben cumplir para el buen funcionamiento del diseño, estas condiciones son las siguientes:

- a) Que la caja (empaque) pueda contener uno ó varios envases ó productos.
- b) Que facilite su manejo y distribución.
- c) Que proteja y ayude a su conservación.
- d) Que identifique claramente el producto y en algunos casos también sirvan de exhibidores para fines publicitarios.

Estas condiciones que debe cumplir el empaque se deben determinar realizando un análisis ó investigación que facilite la elección del mejor material y el más adecuado para el empaque, a continuación se mencionan una serie de preguntas que nos servirán de apoyo para seleccionar el diseño más apropiado:

- \* Las distancias que van a viajar las cajas.
- \* El tiempo que van estar almacenadas.
- \* El medio ambiente de las bodegas donde se van almacenar.
- \* El clima de la región donde se encuentran.
- \* El tipo de transporte que se empleará.
- \* Si se van a exportar ó si van a ser de consumo nacional.
- \* Las dimensiones que van a tener las cajas.

- \* La cantidad de peso a soportar a compresión.
- \* El peso del producto mismo que contiene la caja.
- \* La naturaleza de los envases ó articulos que se van a empacar,son fragiles se pueden romper,son de vidrio,porcelana,lámina,plástico,madera,etc.
- \* Por último si el cliente quiere empacar sus productos con un diseño adecuado solicita asesoria técnica u orientación del proveedor que le surte las cajas pero si prefiere un empaque del tipo económico,el cliente debe saber y conocer los riesgos a que se expone.

Una vez conocido esto se puede elegir adecuadamente el tipo de diseño que el producto a empacar requiere y dependiendo del tipo de corrugado y calibre.

Los diferentes tipos de corrugado son los siguientes:

- a) Corrugado sencillo A de 4,8 mm de altura.
- b) " " B de 3,2 mm de " .
- c) " " C de 4,0 mm de " .
- d) " " E de 1,6 mm de " .
- e) Corrugados dobles ó de 5 papeles,que generalmente son producidos por corrugados sencillos tipo C utilizado como cara interior del cartón y corrugado sencillo tipo B utilizado como cara exterior.
- f) Existe un tipo especial de cartón que se conoce como laminado y se fabrica a base de tres papeles gruesos,formando una lámina de cartón esta fabricacion es exclusiva de la industria cervecera.

#### 4.2 Por su forma

En la industria cartonera existen tres diferentes formas de fabricar un empaque, dependiendo del proceso que se utilice, y estos pueden ser:

- a) Proceso Estandar.
- b) Proceso Troquelado.
- c) Proceso estandar y Troquelado.

##### Proceso Estandar

La forma de fabricación de un empaque de proceso estandar es rápida y económica ya que solo existen 4 operaciones en su elaboración; corrugado-impreso, pegado ó grapado y flejado.

##### Proceso troquelado

El modelo de proceso troquelado se manufactura más lentamente y - por lo tanto los costos de producción son más elevados, este tipo de empaques se utilizan para productos que se van a empacar con características muy especiales (tamaño, forma, fragilidad, etc.) que son de consumo muy casuales y en poca cantidad, a este proceso pertenecen los que a continuación se muestran.

El siguiente modelo se refiere a los empaques de características

combinadas, proceso estandar con parte de proceso troquelado, la manufactura y el costo de producción se pueden evaluar en termino medio, y en este grupo se muestran los siguientes.

#### 4.3 Por su uso

Cada uno de los modelos que acabamos de ver, están marcados con un número. A continuación se vera en forma detallada, una lista de artículos en los que estos empaques son usados.

Esto nos dará una idea general de cual modelo es el más indicado - para cada producto a empacar sin que esto pretenda ser una regla obligada, si no la mas conveniente manera de utilizarlos:

##### Modelo No. 1 Caja Estándar

Se usa regularmente para:

- a) ALIMENTOS: Pasteles, lunch, bocadillos, cereales, gelatinas, galletas, pastas, harinas, huevo, queso, chocolate, botamas, mariscos, etc.
  
- b) ALIMENTOS ENVASADOS: Consumo, cebollitas, aceitunas, mermeladas, chiles, condimentos, salsa, moles, aceites comestibles, café, frijoles, sopas, cerveza, etc.

- c) ALIMENTOS ENLATADOS: Toda clase de conservas como piña, mango, jugos de frutas, chocolates en polvo, etc.
- d) APARATOS DOMESTICOS Y ELECTRICOS: Cafeteras, extractores, licuadoras, planchas, tostadores, olla express, vajillas de cerámica, peltre, porcelana, o aluminio, vasos, floreros, ventiladores, radios, televisores, aparatos modulares - AM-FM, etc.
- e) PRODUCTOS INDUSTRIALES: Flejes, piedras de esmeril, lijas, desarmadores, martillospinzas, conductores eléctricos, refacciones automaticas, material y equipo eléctrico, etc.
- f) PRODUCTOS QUIMICOS PARA EL HOGAR: Jabones, detergentes, desinfectadores, blanqueadores, insecticidas, aromáticos, etc.
- g) VARIOS : Papelería como : Folders, calendarios, carpetas, impresos, etiquetas cartulinas, cajas plegadizas, discos, cassettes, calculadoras, máquinas de escribir, camisas, conos de hilo, grasas para calzado, aditivos, lubricantes, botellas todo tipo, juguetes, papel tapiz, tapete, fibras sintéticas, velas, veladoras, azulejos, adoquines, muebles sanitarios, rollos de papel sanitario, etc.

Modelo No. 2 Caja Estándar con translape.

Se pueden empacar los mismos productos del modelo No. 1, que tengan problemas de sustracción o robo de mercancía.

Modelo No. 3 Caja Estándar con Tapa y Fondo Cruzado.

Se usa para empacar a granel y cosas muy pesadas: Clavos, tornillos, piezas pequeñas, remaches, soldadura, abrazaderas, - tuercas, grapas, acumuladores, motores, etc.

Modelo No. 4 Caja Estándar sin Tapas.

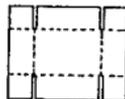
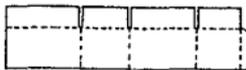
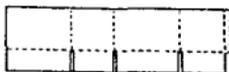
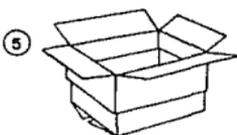
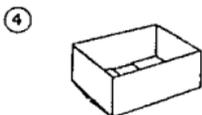
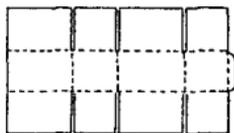
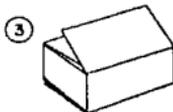
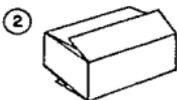
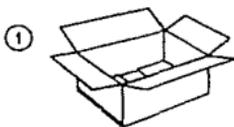
Caja de uso interno y puede usarse en algunos productos de modelos 1, 2 y 3.

Modelo No. 5 Caja Telescopica Estándar.

Esta caja se usa en productos químicos a granel, (polipropileno), - productos con diferentes alturas, pero con el mismo largo y ancho.

Modelo No. 6 Charola Estándar.

Estas charolas se pueden empacar: latas de cerveza, Jugos de frutas, Botellas, Tarjetas de computación, Carnes, Pollos Pavo, Embutidos, etc.



UNAM-FES  
CUAUTITLAN

TESIS PROFESIONAL

fecha: 06/91

dibujó: J. O. B.

escala: sin

acotación:

figura: II-10

MODELOS DE CAJAS

Modelo No. 7 Caja Formada por un Cojin y dos Tapas.

Esta caja puede ser usada para pro- Refrigeradores, Lavadoras, Sinfono-  
ductos de exportación y de consumo las, Motocicletas, Muebles, Equipos  
nacional: Tableros Eléctricos, Equipos de com  
putación, etc.

Modelo No. 8 Telescopica Estándar Tipo Charola

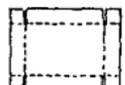
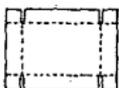
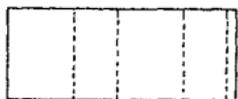
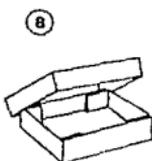
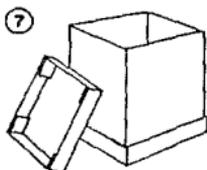
Esta caja puede ser usada: Ropa, Camisas, Trajes, Banderas, Estandar--  
tes, Regalos, Papelería, Artesanía, Pan de  
Rosca, etc.

Modelo No. 9 Caja de Dos Fajas

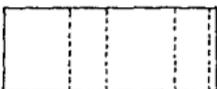
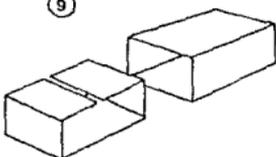
Artesanías, Cerámica, Hojas de Estaño, Hojas de Papel, Cubiertas de Escri-  
torio, etc.

Modelo No. 10 Caja Cabeceras Separadas.

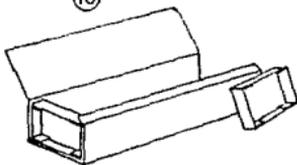
Esta caja se usa en: Ventanas, Puertas, Platonos, Molduras, Vidrios, -  
Acrílicos, Conceteria, Laminas, Fibras de vidrio,  
etc.



9



10



UNAM-FES CUAUTITLAN	TESIS PROFESIONAL	fecha: 06/91
		dibujo: JQB
MODELOS DE CAJAS		escala: 1:1
		acotación:
		figura: 1:1

#### 4.4 Por su capacidad. ( en resistencia)

En la industria del cartón corrugado existen una serie de combinaciones de papeles que nos pueden determinar la capacidad requerida para un empaque - de cartón corrugado, estas combinaciones dependen primordialmente de los ---- tipos de papeles que cada uno de los proveedores fabrica.

Por lo tanto cuando un cliente solicita una caja de cartón con resistencia de 7 Kgs/cm.<sup>2</sup> pueden obtenerse varias alternativas dependiendo de la cantidad de papel que se tenga en el almacén y del proveedor que las haya suministrado. En México existe una gran variedad de resistencias y las podríamos clasificar de la manera siguiente:

Cartón corrugado Sencillo de 3.2 ó 4.0mm con resistencias de 7Kgs/cm.<sup>2</sup>, 9 Kgs/cm.<sup>2</sup>, 11 Kgs/cm.<sup>2</sup>, 12.5 Kgs/cm.<sup>2</sup>, 14.0 Kgs/cm.<sup>2</sup>, 16 Kgs/cm.<sup>2</sup>, 21 Kgs/cm.<sup>2</sup>, - esto con combinaciones de papeles mediano y gruesos.

Cartón corrugado Doble de 3.2 ó 4.0mm con resistencias de 11Kgs/cm.<sup>2</sup> a - 14 Kgs/cm.<sup>2</sup>, y de 16 Kgs/cm.<sup>2</sup> a 32 Kgs/cm.<sup>2</sup>, esto con las combinaciones de - papeles medianos y gruesos que se requieran.

**C A P I T U L O   I I I**

**LA MEDICION DEL TRABAJO EN EL PROCESO  
DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRUGADO**

## 1.- PANORAMA GENERAL.

Uno de los principales objetivos de un departamento de Ingeniería Industrial en una empresa, es optimizar los recursos con los que cuenta como: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, maquinaria y equipo.

En lo referente a la mano de obra es de suma importancia el determinar el tiempo tipo ó estándar de una tarea concreta, es decir, el tiempo que debe tardar una persona calificada en ejecutar una determinada tarea.

Una compañía que no cuente con estimación de tiempos para cada una de las operaciones realizadas en su planta, se encuentra en una posición desventajosa para efectuar estimaciones de capacidad, cotizaciones, objetivos.

### 1.1 Principales técnicas para realizar un estudio de tiempos.

#### 1.1.1 El método de registros históricos.

Este método se basa en los registros realizados con anterioridad para la operación u operaciones similares que normalmente se llevan a cabo. Las personas con experiencia en algunas operaciones pueden determinar con su criterio estándares con sorprendente facilidad, pero éste tiempo puede tener fallas propias de la persona.

La determinación del estándar por este método, se hace con rapidez y a bajo costo, deseando tener un estándar para un período prolongado de tiempo

este método se puede llevar a cabo de la forma siguiente;

- a) Teniendo registros anteriores de las velocidades de las operaciones.
- b) Haciendo una estimación directa con base en la experiencia por parte del analista.
- c) Usar datos anteriores no representativos, corregirlos y ordenarlos para la observación del estudio.

#### 1.1.2 Método de observación y medición directa.

Este método se efectúa observando y registrando en forma directa la operación. Generalmente se usan dos técnicas, que son:

- a) Método de parar y observar.
- b) Método de muestreo de trabajo.

##### 1.1.2.1 Método de parar y observar.

Este método consiste en la observación y registro directo de la operación en estudio, pero es necesario una valoración a criterio del analista en cuanto a la velocidad de ejecución del operador; además se da un rango de tolerancia en el cual es aceptable la operación, tales como interrupciones personales, fatiga ó algunos atrasos inevitables, esto con el fin de lograr un estándar justo.

Para este tipo de estudio es necesario tomar en cuenta el equipo a utilizar, que consta de cronómetro y tabla de datos; así como el lugar para hacer el estudio, es decir la función del operario. El equipo para el estudio de tiempos es:

- a) Cronómetros oficiales.
- b) Cámaras toma vistas.
- c) Máquina de registro de tiempos.
- d) Tablero de observación.
- e) Indicador de velocidades.
- f) Otros.

La realización del estudio de tiempos se basa en las siguientes etapas:

- a) Obtener y anotar la observación necesaria en cuanto a las operaciones.
- b) Dividir cada operación en elementos medibles y fácilmente distinguibles.
- c) Realizar el cronometraje y registrar las lecturas.
- d) Hacer la determinación del número de ciclos a observar.
- e) Observar y anotar la velocidad con que se realiza la operación u operaciones.

f) Calificar el nivel de actuación del operario.

g) Dibujar esquemas de la pieza y el lugar de trabajo.

El método de parar y observar es muy útil en algunas ocasiones en relación con las operaciones, pero tiene el inconveniente de que es considerablemente tardado, en los casos donde los estándares a obtener son bastantes, por lo cual resulta inconveniente de aplicar.

#### 1.1.2.2 Método del muestreo del trabajo.

Este método consiste en realizar observaciones intermitentes y al azar, de esta manera se estima el tiempo que alguna o algunas personas dedican a algún tipo de actividad.

Los pasos a seguir por este método son:

a) Definición de los objetivos.

b) Estimación del número de observaciones que se deben de hacer.

c) Determinar los procedimientos del muestreo como son, detalles a observar, rutas a seguir, diseño de la hoja de observación.

d) Recopilar los datos efectuados el muestreo.

- e) Procedimiento de los datos y obtención de resultados.

### 1.1.3 Método de síntesis.

En estos métodos la estimación de los tiempos se hace sin necesidad de observar y registrar directamente la operación; y se realizan basándose en tablas previamente obtenidas en forma especial, por lo general se usan dos técnicas:

- a) Datos Tipo (Tiempo elemental estándar)
- b) Datos Tipo (Tiempo predeterminado)

Datos Tipo (Tiempo elemental estándar).

Estos son en su mayor parte tiempos elementales estándar tomados de estudios de tiempos que se han probado satisfactoriamente en ocasiones anteriores y se encuentran archivados y clasificados.

Los estándares de trabajo calculados por medio de datos estándar serán relativamente consistentes, por que los elementos tabulados que comprenden los datos son el resultado de muchos estudios probados a base de cronómetro.

Datos Tipo (Tiempo predeterminado)

Para establecerlos deben seguirse las etapas indicadas a continuación:

- a) Determinar el alcance ó cobertura de los datos tipo.
- b) Descomponer las tareas en elementos.
- c) Decidir el método de medición del método ( MIM )

2.- LA UTILIZACION DE LOS DATOS ESTANDAR PARA DETERMINAR EL TIEMPO ESTANDAR EN LAS OPERACIONES DE MANUFACTURA DE UN EMPAQUE DE CARTON CORRIGADO.

Se considera que la obtención de un tiempo normal por medio de datos estándar es lo más apropiado para ser aplicado en este tipo de empresa.

Esta decisión se fundamenta en dos aspectos, que son: Costo y situación particular de la empresa.

a) Costo: En este aspecto intervienen varios factores, tales como: rapidez para establecer un tiempo estándar, volumen de estándares por establecer, el grado de habilidad de los trabajadores, estudios anteriores que haya realizado la empresa, etc.

En resumen, la factibilidad económica para aplicar datos estándar son:

- a) la frecuencia para establecer y modificar estándares de una(s) operación(es).
- b) La estabilidad del método para el que se realiza el estudio de tiempos.
- c) La complejidad de la operación en cuanto a la determinación y cálculo de los elementos constantes y variables.
- d) La calidad y disponibilidad de los datos originales sobre lo que debe basarse.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La aplicación de los datos estándar resulta económica, cuando se realizan operaciones similares en una gran cantidad de piezas, y cuando son poco frecuentes los cambios de método. Estas son características propias de la planta en cuestión ya que la mayoría de las máquinas son impresoras (6), grapadoras (9); otro aspecto de los datos estándar que es conveniente resaltar, es que es fácil de aplicar para aquellas plantas que ejecutan una gran diversidad de trabajos diferentes y de poca duración en uno ó varios tipos básicos de equipo de producción.

En este tipo de situaciones la medición del trabajo por medio de la observación directa con cronómetro resultaría antieconómico. Por ejemplo tomando como base que ;

Cada caja tiene un promedio de 6 elementos que se procesan dentro de la empresa (exterior, faja, fondo, tapa, división baja, división alta).

- Sobre cada pieza se realizan en promedio 4 operaciones.
- Los tiempos de operación van desde 30 segundos hasta 5 minutos.

Basado en lo anterior existen alrededor de unas 70 cajas diferentes ya sea en modelo ó resistencia.

Considerando lo anterior tenemos que:

No. de modelos de cajas X No. de elementos promedio por caja X No. de operaciones promedio en cada elemento X No. de ciclos promedio por cada operación =  $70 \times 6 \times 4 \times 3 = 5,040$  Ciclos.

De la siguiente tabla podemos obtener el numero de ciclos que deben observarse.

Tiempo del ciclo en minutos.	No. recomendado de ciclos.
.10	200
.25	100
.50	60
.75	40
1.00	30
2.00	20

Fuente: información tomada del manual de estudio de tiempos de los trabajos serie de la General Electric (Niebel pag.293)

Si el tiempo promedio en esta empresa es de 1 a 2 minutos, tenemos que:

No. de ciclos recomendado a observarse X Cantidad de ciclos =  
 $20 \times 5040 = 100,800$  ciclos a observarse.

El hacer la toma para tal cantidad de ciclos,significa un gran costo en comparación con el uso de los datos estándar.

b) Situación particular de una empresa productora de papel:

Considerando que dentro de una empresa se tiene un departamento de Ingeniería Industrial el cual debe contar con archivos de las bases para obtener y aplicar los datos estándar. Existen las tablas que muestran los tiempos de los movimientos, estas tablas están basadas como la mayoría de los datos estándar, en toma de tiempos por observación directa, muestreos de trabajo y tiempos predeterminados. Esto ya es una base sólida que facilita la implantación de la técnica de los datos estándar, pero no quiere decir que sea lo único, es necesario considerar algunos otros aspectos que intervienen en la aplicación satisfactoria de los datos estándar.

Por otra parte como ya se mencionó anteriormente la mayoría de los trabajadores no se pueden considerar como trabajadores calificados, por lo que la calificación de su actuación resultaría errónea, y difícil de llevar a cabo. Así mismo, los datos estándar pueden dar la ventaja de simplificar los problemas de tipo administrativo y sindicales.

Debido a su característica sintética, los datos estándar pueden contener errores si no son aplicados adecuadamente, ya que es un hecho que se pierde algo debido al manejo de una gran cantidad de variables, y también muchas veces existe desviación entre el método usado realmente y el método que supone los datos estándar. De tal manera, que algunos factores contribuyen a reducir el error y otros a aumentarlo, desconociéndose por lo general la desviación neta de los resultados, sin embargo, el error no puede ser muy grande, cualquiera que sea su dirección.

Los datos estándar pueden ser clasificados de la siguiente manera:

a. POR MAQUINA

Elementos constantes

Elementos variables

b. POR OPERACION

Elementos constantes

Elementos variables

2.1 Los elementos constantes.

A continuación se muestran definiciones sobre elementos constantes, la primera está dada por el centro nacional de productividad en su libro sobre simplificación del trabajo, y la segunda está dada por Benjamin N. Niebel en su libro de ingeniería industrial.

"Un elemento constante es aquel para el cual el tiempo promedio normal es siempre el mismo, a pesar de las características de las piezas o parte sobre la cual se trabaja, siempre que las condiciones de trabajo y el método no se cambien".

"Un elemento constante es aquel en el que el tiempo asignado, es -- aproximadamente, el mismo para cualquier parte, dentro de un rango específico".

Es muy importante el determinar los puntos terminales de los elementos constantes y tener cuidado que el método especificado se este llevando a -  
cabo,por ejemplo; una impresora en el que se nos dice añadir " 1.7 minutos por  
cambio de herramienta de forma" se debe especificar si el tiempo previsto de -  
1.7 minutos es desde que comienza el trabajador a buscar la llave para cambiar  
la herramienta,ó solamente contempla el cambio de la herramienta en sí;también  
es importante tener en cuenta, que la herramienta se encuentra en el lugar de-  
trabajo, de otra manera el trabajador tendrá que desplazarse hasta el almacén  
de herramienta,hacer vale y esperar a que le sea proporcionada la herramienta  
y regresar a su lugar de trabajo.Obviamente todas estas situaciones deben es-  
tar contempladas por el analista y delimitar los elementos constantes.

Es de gran importancia, que antes de llevar a cabo los tiempos por datos es--  
tándar,esté establecido un método específico de trabajo para cada operación -  
de lo contrario puede incurrirse en una gran cantidad de errores,ya que el --  
analista puede ser muy diferente en uno y otro estudio y el método puede ser  
muy diferente al método real que se este llevando a cabo.

En las siguientes páginas se muestra las hojas para determinar los  
tiempos constantes para algunas máquinas.  
Estos tiempos son únicamente de los movimientos,y son tanto para el tiempo de  
preparación,como el tiempo de operación.A continuación se explican los con---  
ceptos que conforman estas hojas.

Estas hojas son consideradas como hojas de datos estándar. Para el  
caso la hoja de datos estándar contiene alguna información como:Requisición  
pieza,cliente,medidas,material,piezas por pliego,No.trabajadores,y las colum  
nas donde se anotan las operaciones y tiempos registrados de operador,ayudan  
te y máquina.

## 2.2 Suplementos en los tiempos para la ejecución de la operación.

Se ha visto que antes de hacer un estudio de métodos es imprescindible antes de cronometrar cualquier tarea, que la energía que necesita gastar cualquier trabajador para ejecutar la operación debe reducirse al mínimo, de conformidad con los principios de la economía de movimientos, incluso cuando se ha ideado el método más práctico, económico y eficaz, la tarea continuara exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar.

Para esto el dar un porcentaje adicional sobre el tiempo de los movimientos calculados en las hojas de datos estándar es una medida justa y necesaria tanto para la empresa como para el trabajador.

Para obtener el tiempo estándar, es necesario multiplicar el tiempo normal calculado en las hojas de datos estándar, por un porcentaje correspondiente a los suplementos.

Los suplementos están divididos conforme al siguiente cuadro sinóptico

Suplementos	}	Suplementos	Demoras que se llegan a pre--
		por contingencias	sentar durante el proceso sin
			regularidad ni frecuencia.
		Suplementos	Por necesidades personales.
		Por descanso	Por fatiga.

Como en la mayoría de las empresas los suplementos por contingencias son un porcentaje muy pequeño, y además fortuito en la mayoría de los casos, en -- este trabajo no se hará referencia a este punto, aunque si se considera que -- hay que incluir la aplicación de este suplemento en plantas que sea difícil -- suprimir dichas contingencias.

El suplemento por descanso es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo, así lo define la Organización Internacional del Trabajo en su libro anteriormente citado.

Como se observa en el cuadro sinóptico anterior, este suplemento se divide en otros dos que son: suplemento por fatiga y suplemento por necesidades personales.

El suplemento por fatiga es aquel que causa el cansancio físico y/o mental que afecta la capacidad del trabajador. Generalmente este suplemento está constituido por dos partes: una constante y otra variable. La parte constante se considera el 4% \* tanto para hombres como para mujeres. La parte variable -- está en función del sexo de la persona (hombre ó mujer) y condiciones propias del área de trabajo.

\* Información obtenida del libro introducción al estudio del trabajo pag. 272 editado por la O.I.T.

El suplemento por necesidades personales es aquel que se aplica -- cuando el operario abandona su puesto de trabajo por razones fisiológicas básicamente, por ejemplo, ir a beber agua, ir al baño ó recibir ordenes del supervisor. Este suplemento esta dado en porcentaje al igual que por fatiga y es -- del 5% para los hombres y 7% para las mujeres.

Para la empresa en estudio existen únicamente trabajadores del sexo masculino en los diferentes departamentos. Por otra parte los suplementos, no pueden ser los mismos para el área de corrugadora, como en el área de impreso -- por lo que basándose en el cuadro de suplementos recomendados por la OIT en -- su libro de introducción al estudio del trabajo, tenemos que:

### SUPLEMENTOS DE LOS MOVIMIENTOS

#### AREA DE IMPRESO

	HOMBRES	MUJERES
1. Suplementos constantes.		
Por necesidades personales	5	7
Por fatiga	4	4
2. Suplementos variables		
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4
B. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar ó empujar)	1	2
Tomando 5 Kgs. Como base.		
TOTAL DE SUPLEMENTOS :	12 %	17 %

AREA DE CORRUGADORA

	HOMBRES	MUJERES
1. Suplemento constante		
Por necesidades personales	5	7
Por fatiga	4	4
2. Suplemento variable		
A. Suplemento por trabajador de pie	2	4
B. Levantamiento por pesos y uso de fuerza(levantar, <u>ti</u> rar y empujar). Tomando 10 Kg. como base.	3	4
TOTAL DE SUPLEMENTOS:	14 %	19 %

Una vez que se haya obtenido el tiempo estándar de los movimientos, es necesario adicionar los tiempos de los elementos variables en la operación.

Los elementos variables.

" Un elemento variable es aquel para el cual el tiempo promedio ó normal, bajo las mismas condiciones de trabajo y método, cambie debido a diferentes características de las piezas que se trabajan por ejemplo el tamaño, - el peso, la forma, la densidad, la dureza y la viscosidad.

### 2.3 Determinación del tiempo estándar de un elemento.

Elemento 1 = Levantar rollo

A) Objetivo .- Determinar el tiempo estándar de este elemento para:

- 1) La planificación y programación del trabajo.
- 2) Estimación y/o control de costos de la mano de obra.

B) Determinar el tamaño de la muestra.

Con el método estadístico hay que efectuar cierto número de observaciones iniciales ( $n'$ ) y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza 95.45% y un margen de error de  $\pm 5\%$

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

siendo  $n$  = Tamaño de la muestra

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar

= Suma de los valores

$x$  = Valor de las observaciones

\* Obtenida de la página 236 del Libro Introducción al Estudio del Trabajo Editado por la O.I.T.

		T.O. X	% Niv.	T.O. X <sup>2</sup>	T.B.	S.C.	S.V.	T.N.
Observacion	1	1.16	95	1.34	1.10	9	5	1.25
"	2	1.19	90	1.42	1.07	9	5	1.22
"	3	1.08	105	1.17	1.13	9	5	1.29
"	4	1.05	108	1.10	1.13	9	5	1.29
"	5	1.22	90	1.49	1.10	9	5	1.25
"	6	1.24	90	1.54	1.12	9	5	1.28
Sumas $\Sigma$		6.94	578	8.06	6.65	54	30	7.58
Promedios		1.16	96	1.34	1.11	9	5	1.26

Sustituyendo estos valores en la formula anterior se obtiene el valor de n

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{6(8.06) - (6.94)^2}}{6.94} \right)^2$$

$$n = 6.6 \approx 7 \text{ Observaciones}$$

Con este podemos concluir que el numero de observaciones es un poco menor que el tamaño de la muestra determinado por la formula estadística.

Esto no variara en determinado momento en forma representativa el resultado que se obtenga.

Para la obtención del tiempo estándar, una vez obtenido el tiempo observado y determinado el factor de Nivelación, se puede facilitar mayormente.

El factor de Nivelación (Valoración) es el considerado por el analista al realizar el estudio y depende basicamente de la actuación ó ritmo de trabajo

del operador ó trabajador y se define basicamente como:

Normal	=	100 %
Lento	=	Menos de 100 %
Superior	=	Más de 100 %

C) Calculo del tiempo basico ó tiempo ajustado neto.

$$\text{Tiempo Basico} = \text{Tiempo Observado (T.O)} \times \frac{\text{Valor Atribuido(V.A)}}{\text{Valor Tipo (100 \% )}}$$

Sustituyendo los valores de la observacion No.1 en la ecuación

$$\begin{aligned}\text{Tiempo Basico (T.B.)} &= 1.16 \times \frac{95}{100} \\ &= 1.10 \text{ minutos}\end{aligned}$$

D) Calculo del tiempo normal ó tiempo elemental asignado.

$$\text{Tiempo normal (T.N)} = \text{Tiempo basico} \times \frac{(1 + (\text{S.C.} + \text{S.V.}))}{100\%} \text{ en \%}$$

Sustituyendo valores tenemos que

$$\begin{aligned}\text{Tiempo normal(T.N)} &= 1.10 \times \frac{(1 + (9+5))}{100} \\ \text{Tiempo normal} &= 1.25 \text{ minutos}\end{aligned}$$

E) Calculo del tiempo estándar

La suma de los tiempos normales asignados para cada uno de los elementos dará el estándar en minutos por pieza, horas por miles de piezas.

DIAGRAMA DE PROCESO No. 1 METODO ACTUAL  
DEL FLUJO

DESCRIPCION DE LA PIEZA : Caja exterior corrugado sencilla  
ACTIVIDAD : Cambio de medidas y colores(Preparación)

FECHA: 22/Noviembre/92

HOJA : 1 DE 2

U.N.A.M. FES. CHAUTITLAN

TESIS PROFESIONAL

FLABORO : J.O.B.

PASO	SIMBO.	TIEMPO (min.)	DESCRIPCION	DISPOSITIVOS ESPECIALES
1	□	2.70	Checar plano, tarjeta, material.	
2	○	4.84	Quitar seguro y abrir máquina.	
3	○	2.65	Mover alimentador y escuadras.	
4	⬠	2.42	67.2 Recoger dados	
5	□	1.86	Revisar dado 1º Color	
6	○	2.25	Colocar tirantes a dado 1º Color	Banda de Hule Nº 8
7	○	0.87	Colocar dado en rodillo portadado 1º Color	
8	□	0.93	Revisar montaje 1º Color	
9	□	1.86	Revisar dado 2º Color	
10	○	2.25	Colocar tirantes a dado 2º Color	Bandas de Hule Nº8
11	○	0.87	Colocar dado en rodillo portadado 2º Color	
12	□	0.93	Revisar montaje 2º Color	
13	⬠	1.96	43.4 Recoger botes de tinta	
14	○	1.12	Hacer vale de salida	
15	⊖	4.52	Esperar que almacenista entregue botes de tinta	
16	⬠	3.17	43.4 Llevar botes de tinta a máquina	
17	○	1.06	Destapar bote de tinta 1º Color	Destapador especial
18	○	2.35	Colocar bote " " " "	
19	○	1.19	" tapa hoche de 1º "	
20	○	0.43	Encender bomba de " "	
21	○	1.06	Destapar bote de 2º Color	Destapador especial
22	○	2.35	Colocar bote " " "	

RESUMEN

ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)	TIEMPO TOTAL :
OPERACIONES					
INSPECCIONES					
ACTIVIDAD COORDINADA					
TRANSPORTES					DISTANCIA TOTAL:
ALMACENAMIENTOS					
DEMORAS					



DESCRIPCION DE LA PIEZA : Caja exterior corrugado sencillo  
ACTIVIDAD : Cambio de medidas y colores (Preparación)

FECHA: 22/Noviembre/92

HOJA : 1 DE 2

U.N.A.M. FES. CUAUTITLAN TESIS PROFESIONAL

ELABORO : J.Q.R.

PASO	SIMO.	TIEMPO (min.)	DESCRIPCION	DISPOSITIVOS ESPECIALES
1	□	2.78	Checar plano, tarjeta y material	
2	○	4.04	Quitar seguros y abrir máquina	
3	○	2.65	Mover alimentador y escuadras	
4	◇	0.38	6.10 Recoger dados	Rack de máquina impresora
5	□	2.74	Revisar dados de 1º y 2º Color	
6	○	3.83	Colocar tirantes a dados de 1º y 2º Color	Bandas de hule No. 8
7	○	3.87	" dado en rodillo portado de 1º Color	
8	□	0.93	Revisar montaje	
9	○	3.87	Colocar dado en rodillo portado de 2º Color	
10	□	0.93	Revisar montaje	
11	◇	0.46	20.80 Recoger botes de tinta	Rack de máquina impresora
12	○	1.12	Hacer vale de salida	
13	◇	0.64	20.80 Llevar botes de tinta a máquina	
14	○	1.47	Destapar botes de 1º y 2º Color	Destapador especial
15	○	2.35	Colocar bote de 1º Color	
16	○	2.19	Colocar tapa bomba de 1º Color	
17	○	0.43	Encender bomba de 1º Color	
18	○	2.35	Colocar bote de 2º Color	
19	○	2.19	Colocar tapa bomba de 2º Color	
20	○	0.43	Encender bomba de 2º Color	
21	□	0.51	Revisar cambio de medidas en marcado y ranurado	
22	○	4.16	Cerrar máquina todos los módulos	

R E S U M E N

ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)	TIEMPO TOTAL :
OPERACIONES					
INSPECCIONES					
ACTIVIDAD CONJUNTA					
TRANSPORTES					DISTANCIA TOTAL :
ALMACENAMIENTOS					
DEMORAS					



DIAGRAMA DE PROCESO No. 3 METODO ACTUAL					
DESCRIPCION DE LA PIEZA : Caja exterior corrugado sencillo ACTIVIDAD : Cambio de medidas y colores(Preparación)					FECHA: 22/Noviembre/92
U.M.A.N. FES. CUAUTILAN IEGIS PROFESIONAL					HOJA : 1 DE 3
					ELABORADO : J.O.B.
PASO	SYMO.	TIEMPO DIST.	DESCRIPCION	HERRAMIENTAS Y/O DISPOSITIVOS ESPECIALES	
1	○	2.48	Quitar tirantes a dado de 1ª Color		
2	○	1.37	" dado de 1ª Color		
3	◻	1.95 4.80	Colocarlo en tina de lavado		
4	○	2.48	Quitar tirantes a dado de 2ª Color		
5	○	1.37	" dado de 2ª Color		
6	◻	1.95 4.80	Colocarlo en tina de lavado		
7	□	1.85	Revisar plano		
8	○	1.68	Aflojar cuello marcador macho No.1	Llave allen de 5/8" de "	
9	○	1.68	" " " hembra "	" " de 3/4" de "	
10	○	1.28	Colocar medida en marcador No.1		
11	○	1.97	Apretar cuello marcador macho No.1	Llave allen de 5/8" de "	
12	○	1.97	" " " hembra "	" " de 3/4" de "	
13	□	0.46	Revisar ajuste marcador No.1		
14	○	1.57	Aflojar cuello marcador macho No.2	Llave allen de 11/16"	
15	○	1.57	" " " hembra No.2	" " "	
16	○	1.26	Colocar medida marcador No.2		
17	○	2.34	Apretar cuellos marcadores No.2	" " "	
18	□	0.46	Revisar ajuste marcador No.2		
19	○	1.68	Aflojar cuello marcador macho No.3	Llave allen de 5/8" de "	
20	○	1.68	" " " hembra "	" " de 11/16"	
21	○	1.26	Colocar medida marcador No.3		
22	○	1.97	Apretar cuello marcador macho No.3	Llave allen 5/8" de "	
R E S U M E N					
ACTIVIDAD	SYMOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)	TIEMPO TOTAL :
OPERACIONES					DISTANCIA TOTAL:
INSPECCIONES					
ACTIVIDAD COMBINADA					
TRANSPORTES					
ALMACENAMIENTOS					
DEMORAS					

DIAGRAMA DE PROCESO No. 3 METODO ACTUAL  
DE1 F.U.J.G

DESCRIPCION DE LA PIEZA :Caja exterior corrugada sencillo  
ACTIVIDAD :Cambio de medidas y colores(Preparacion)

FECHA: 27/Noviembre/92  
HOJA : 7 DE 3

U.N.A.M. FLS. CUANTITLAL TESTES PROFESIONAL

ELABORO : J.G.B.

PASO	SIMB.	TIEPTEST.	DESCRIPCION	HERRAMIENTAS Y/O DISPOSITIVOS ESPECIALES
23	○	1.97	Apretar cuello marcador hebra No.3	llave allen de 11/16"
24	□	0.46	Revisar ajuste marcador No.3	
25	○	1.66	Aflojar cuello marcador macho No.4	llave allen de 5/8" de "
26	○	1.66	" " " hebra No.4	" " 3/4" de "
27	○	1.26	Colocar medida marcador No.4	
28	○	1.97	Apretar cuello marcador macho No.4	llave allen de 5/8" de "
29	○	1.97	" " " hebra "	llave allen de 3/4" de "
30	□	0.46	Revisar ajuste marcador No.4	
31	◻	1.76	2.80 Pasar a sección de ranurado	
32	□	1.46	Revisar plano	
33	○	1.97	Aflojar cuello ranurador hebra No.1	llave española de 3/4"
34	○	2.04	" " " macho "	" " 5/8"
35	○	1.73	Colocar medida cuello ranurador No. 1	
36	○	2.86	Aflojar cuchillas en cuello ranurador No.1	llave española de 5/8"
37	○	3.95	Colocar cuchillas en cuello " "	" " "
38	□	0.93	Revisar ajuste cuchillas	
39	○	2.02	Aflojar cuello ranurador hebra No.2	llave española de 11/16"
40	○	2.14	" " " macho "	" " 5/8"
41	○	1.73	Colocar medida en cuello ranurador No.2	
42	○	2.86	Aflojar cuchillas en cuello ranurador No.2	llave española de 11/16"
43	○	3.95	Colocar cuchillas en cuello ranurador " "	" " "
44	□	0.93	Revisar ajuste cuchillas	

R E S U M E N

ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)	TIEMPO TOTAL :
OPERACIONES					DISTANCIA TOTAL :
INSPECCIONES					
ACTIVIDAD COMBINADA					
TRANSPORTES					
ALMACENAMIENTOS					
DEMORAS					



DIAGRAMA DE PROCESO No. 4 METODO PROPUESTO  
DEL FLUIDO

DESCRIPCION DE LA PIEZA :Caja exterior corrugado sencillo	FECHA: 22/Noviembre/92
ACTIVIDAD :Cambio de medidas y colores(preparación)	HOJA : 1 DE 2
U.N.A.M. FFS. CUANTILAN TESIS PROFESIONAL	ELABORO : J.O.B.

PASO	SIMB.	TIEMPO (s.)	DESCRIPCION	DISPOSITIVOS ESPECIALES
1	○	2.48	Quitar tirantes dado 1º Color	
2	○	1.37	" Dado 1º Color	
3	○	2.48	Quitar tirantes dado 2º Color	
4	○	1.37	" Dado de 2º Color	
5	⊞	1.95	4.80 Colocar dados en tina de lavado	
6	□	1.85	Revisar plano	
7	○	1.42	Aflojar cuellos marcadores No.1,2,3 y 4	Pistola neumática con dado de 3/4"
8	○	1.26	Colocar medida marcador No.1	" " "
9	○	1.21	Apretar cuello marcador No.1	" " "
10	○	1.26	Colocar medida marcador No.2	" " "
11	○	1.21	Apretar cuello marcador "	" " "
12	○	1.26	Colocar medida en cuello marcador No.3	" " "
13	○	1.21	Apretar cuello marcador No.3	" " "
14	○	1.26	Colocar medida en cuello marcador No.4	" " "
15	○	1.21	Apretar cuello marcador No.4	" " "
16	□	0.96	Revisar ajuste con marcadores	
17	⊞	1.76	2.80 Pasar a sección de ranurado	
18	□	1.46	Revisar plano	
19	○	1.54	Aflojar cuellos ranuradores No.1,2,3 y 4	Pistola neumática con dado de 3/4"
20	○	1.73	Colocar medida en cuello ranurador No.1	" " "
21	○	0.93	Aflojar cuchillas en cuello " "	Llave española de 3/4"
22	○	1.27	Colocar medida en cuchillas de cuello ranurador No.1	

R E S U M E N

ACTIVIDAD	SIMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)	TIEMPO TOTAL :
OPERACIONES					
INSPECCIONES					
ACTIVIDAD COMBINADA					
TRANSPORTES					
ALMACENAMIENTOS					DISTANCIA TOTAL :
TIEMPOS					

DESCRIPCION DE LA PIEZA :Caja exterior corrugado sencillo  
ACTIVIDAD : Cambio de medidas y colores (Preparación)

FECHA: 27/Noviembre/92

HOJA : 2 DE 2

U.N.A.M. FES. CUAUTITLAN TESIS PROFESIONAL

ELABORO : J.O.B.

PASO	SÍMBOLO	TIEMPO	DISC.	DESCRIPCION	DISPOSITIVOS ESPECIALES
23	○	0.68		Apretar cuchillas en cuello ranurador No.1	Llave española de 3/4"
24	○	1.73		Colocar medida en cuello ranurador No.2	
25	○	0.93		Aflojar cuchillas en cuello ranurador No.2	" " "
26	○	1.27		Colocar cuchillas en el cuello ranurador No.2	
27	○	0.68		Apretar cuchillas " " " "	Llave española de 3/4"
28	○	1.73		Colocar medida en cuello ranurador No.3	
29	○	0.93		Aflojar cuchillas en el cuello ranurador No.3	" " "
30	○	1.27		Colocar cuchillas en el cuello ranurador No.3	
31	○	0.68		Apretar cuchillas en el " " " "	" " "
32	○	1.73		Colocar medida en el cuello ranurador No.4	
33	○	0.93		Aflojar cuchillas en " " " "	" " "
34	○	1.27		Colocar cuchillas en cuello ranurador No.4	
35	○	0.68		Apretar " " " " " "	" " "
36	□	1.12		Revisar ajuste en cuellos ranuradores	
37	◇	2.54	4.40	Passar a sección de salida	
38	○	3.65		Colocar brazos recibidores	
39	○	4.82		" transportador de rodillos	
40	○	2.46		" escuadras recibidoras	

R E S U M E N

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)	TIEMPO TOTAL :
OPERACIONES	○	32	49.91		61.55 minutos
INSPECCIONES	□	4	5.39		
ACTIVIDAD COMBINADA	⊗	-	-		
TRANSFERTES	◇	3	6.25	12.00	DISTANCIA TOTAL: 12.00 metros
ALMACENAMIENTOS	△	-	-		
PIEDRAS	D				

1.4 Resumen

		Actual	Propuesto	Economía
Actividad				
Operacion	○	65	49	16
Inspección	□	17	10	7
Transporte	⇒	7	6	1
Demora	D	1	0	1
Distancia(en metros)		170.80	59.70	111.10
Tiempo(Horas-Hombre*)		3.15	1.95	1.20
Costo				
	Mano de obra*	\$ 18,657	\$ 11,549	\$ 7,108
	Material	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 18,657</b>	<b>\$ 11,549</b>	<b>\$ 7,108</b>

\* La cantidad de horas-hombre se obtuvo sumando el tiempo invertido en minutos de cada actividad, y dividiendo entre sesenta.

° El costo de la mano de obra en horas se obtuvo dividiendo el salario diario ( \$ 47,384 ) entre ocho.

Como se puede observar en el método propuesto se obtiene una reducción en tiempo de 1.20 horas y un ahorro en mano de obra de \$ 7,108 la disminución en tiempo invertido en el cambio de medidas y colores se debe a una mejora en la maquinaria, compra de equipo adicional y una optimización en el método de trabajo. Estas mejoras son las siguientes:

- a) Maquinaria.- Se estandarizarán los tornillos utilizados en cuellos marcadores, cuellos portacuchillas y cuchillas.

b) Equipo adicional.- Se adquirió una pistola neumática con juego de dados, también dos racks de almacenamiento uno para tintas y otro para dados, los que se colocaron en la máquina.

c) Método de trabajo.- Se agruparon algunas actividades como; inspecciones, se redujeron operaciones y se eliminaron demoras.

Como se puede observar en el método propuesto se obtiene una reducción en tiempo de 1.20 horas y un ahorro en mano de obra de \$ 7,10\$.

Por lo cual podemos decir que la optimización del método actualmente utilizado contra el propuesto representa una mejora al mes de: Considerando un promedio de 380 cambios de medidas y colores al mes

$$\begin{aligned} \text{AHORRO MENSUAL} &= \$ 7,10\$ / \text{cambio} \times 380 \text{ cambios/mes} \\ &= \$ 2'701,040 \end{aligned}$$

Y el aumento en la capacidad de producción, considerando la velocidad promedio de la máquina de 3,200 pzas/hora es:

PRODUCCION ADICIONAL

$$\begin{aligned} \text{EN PIEZAS} &= 1.20 \text{ horas} \times 380 \text{ cambios/mes} \times 3,200 \text{ piezas/hora} \\ &= 1'459,200 \text{ piezas/mes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EN KILOS} &= 1'459,200 \text{ piezas/mes} \times 0.487 \text{ kilos/pieza}^* \\ &= 710,630 \text{ kilos/mes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EN METROS}^2 &= 1'459,200 \text{ piezas/mes} \times 0.527 \text{ metros}^2/\text{pieza}^* \\ &= 768,998 \text{ metros}^2/\text{mes} \end{aligned}$$

\* Datos tomados de los índices de producción de la máquina impresora.

**C A P I T U L O    I V**  
**ESTRUCTURACION DEL PROCESO MEDIANTE**  
**LA HOJA DE RUTA Y LA HOJA DE METODO**

## 1.- LA HOJA DE RUTA

El medio para conocer la forma en que debe producirse algún producto es la hoja de ruta.

La hoja de ruta es el documento que contiene la secuencia y recorrido que debe seguir en la planta una pieza ó producto terminado, es decir - se muestra específicamente cada etapa del procesamiento, indicando el área de trabajo donde debe realizarse y el tiempo que debe consumir cada operación.

El objetivo principal de la hoja de ruta es proporcionar a las -- personas involucradas, tanto a nivel planta, como a nivel administrativo los - datos básicos que especifiquen la forma en que se ha de fabricar la pieza ó - producto.

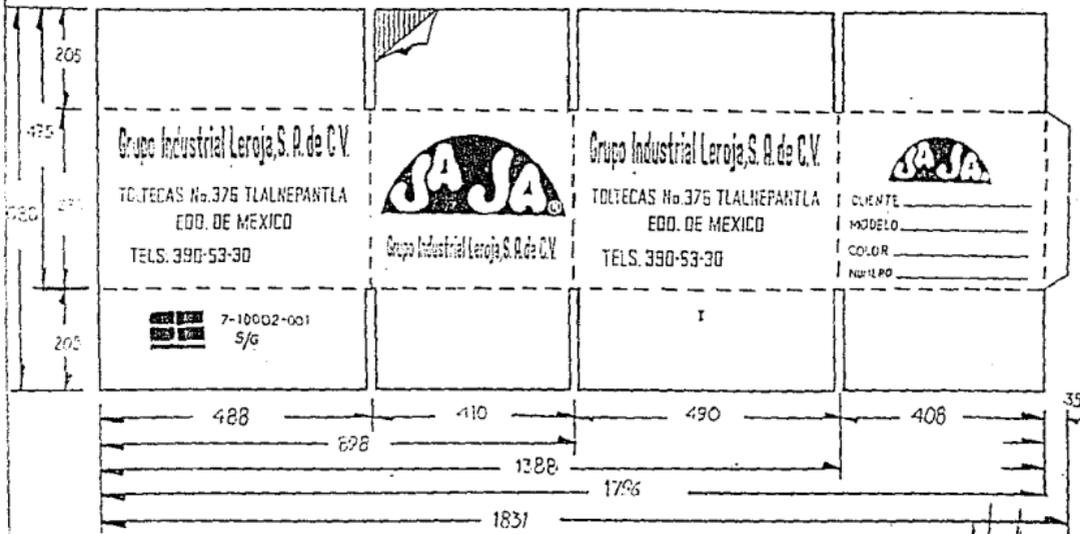
La hoja de ruta cumple varios propósitos, como son:

- Indicar las máquinas ó equipo que se debe utilizar.
- Indicar las operaciones ó funciones que se realizan.
- Indicar la secuencia más conveniente que deben llevar las operaciones
- Indica los tiempos estándar de preparación y de producción.

La planeación del proceso para elaborar la hoja de ruta, toma como fuente de información al plano de diseño del empaque que se va a procesar, el cual indica la mayoría de las especificaciones, que son importantes para lle-

REGISTRACION No. 7-10002-001		CLIENTE GRUPO INDUSTRIAL LEROJA S.A.			MATERIAL P100-P13-P100		CORRUGADO 5/32		
PIEZA EXT.		PESO 697		No. PIEZAS 1	PZAS. X BTO. 25	TELA.	GRAPAS 0	ALETON 0	AMARRE 2
COLOR		ELÉXA		PLIEGO		CONTRAL PREDETERMINADO DE PROCESO			
NO. 1011		ANCHO 180	LARGO 1831	ANCHO	LARGO	CG3E	IL16	PEPE	
		DADO	SUAJE			PZAS. X PLIEGO 1	PZAS. X CARRETA		

2/20



2804

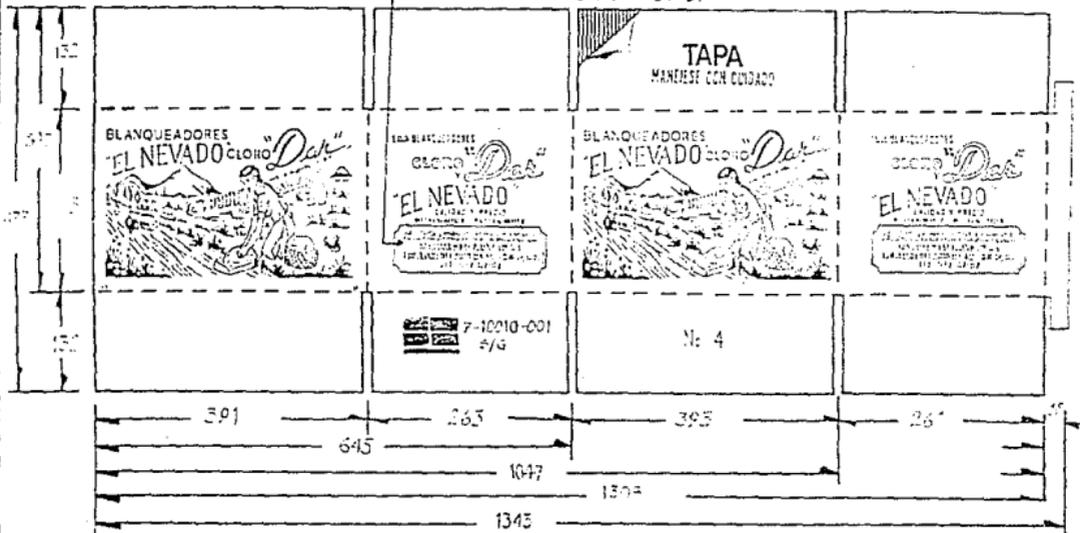
FECHA 23-05-01 DIS. *[Signature]*

REV. *[Signature]* C-C-347A

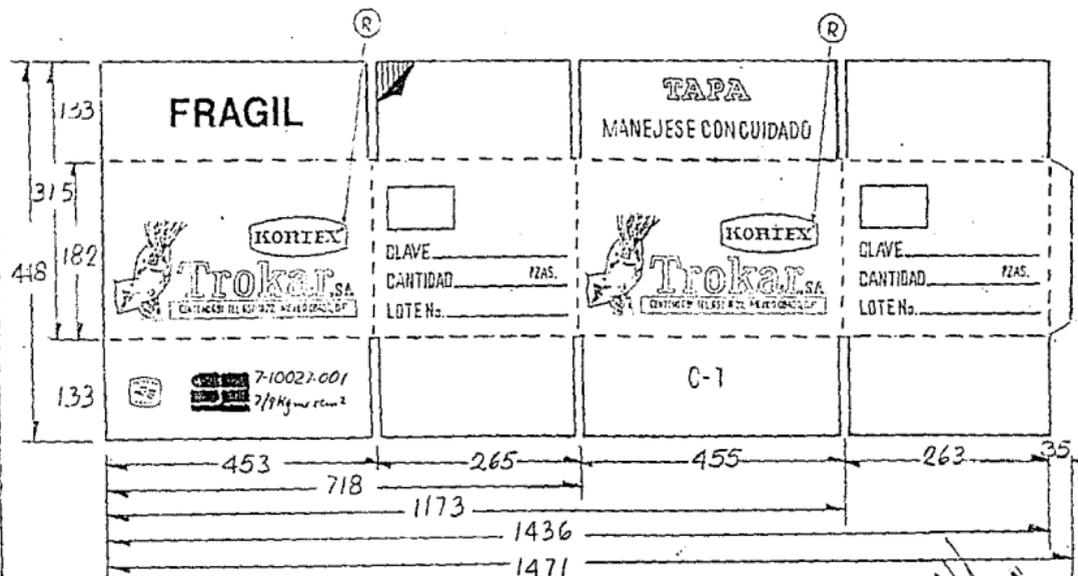
REQUISICIÓN No. 7-10310-001		CLIENTE BLANQUEADORES SUPERIORES S.A.			MATERIAL Tela 160-1118		PRECISAMENTE 160-1118		CORNUGADO 5.75						
PIEZA EXT.		PISO 359		No. PIEZAS 1		PIEZAS X BTO. 2.5		TELA		GRAPAS		VALETO 10		AMARRE 1	
COLOR		PIEZA		PLIEGO		CONTROL PRE-DETERMINADO DE PROCESO									
ANCHO		LARGO		ANCHO		LARGO		CUBI		ILIE		PEFF			
BLANCO		5000		DADO		SUAJE		PIEZAS X PLIEGO 1		PIEZAS X CARRETA					

BLANQUEADORES SUPERIORES S.A.  
GENERAL P. MC ANAYA Nº 34  
COL. MARTIN, CARRETERA MEXICO SA. DE  
TEL. 577-07-97

CAMBIO DE RISO A RISO SINOTA  
DEL SR. ALFONSO ACOSTA. 27/7/73



REQUISICIÓN No. A0627-001	CLIENTE TROKAR, S.A.	MATERIAL PR220-R130-PR160	CORRUJADO 5/32		
PIEZA EXT.	PESO 415	No PIEZAS 1	PIZAS A BTO. 25	TELA -	
			GRAPAS 5	ALETÓN D	
				AMARRE 1	
COLOR	No	PIEZA		CONTROL PREDETERMINADO DE PROCESO	
		ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO
ROJO	3141	448	1471	C63E	IL1E
AZUL	1557	TAUD	SUAE	PIZAS. X PLIEGO	PIZAS. X CARRETA



280A

FECHA AGOSTO 2/81

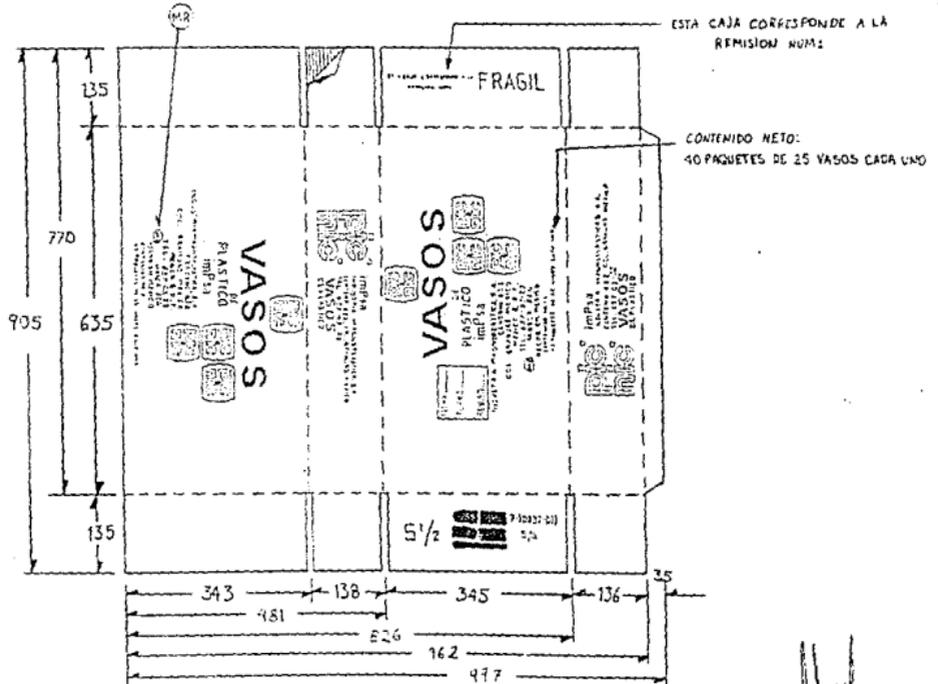
DIB. P. G. D.

REV.

CC-347A

REGISTRACION No. 7-10732-011	CLIENTE INDUSTRIA MAGNOPlastica S.A.	MATERIAL PR190-R150-PR160			CORRUGADO 5/32		
PIEZA EXT.	PESO 505	No. PIEZAS 1	PIEZAS X BTO. 25	TELA	GRAPAS 16	ALETON D	AMARRE 11
COLOR	No.	PIEZA		PLIEGO		CONTROL # DE DETERMINADO DE PROCESO	
RD. in	2170	ANCHO 905	LARGO 997	ANCHO	LARGO	C63E	IH2E
AZUL	2543	CADD	SWAJE	PIEZAS X PLIEGO 1		PIEZAS X CARRERA	

2  
10/10



FECHA 20-Sep-71 DIB. Juan Ramon Mora

Handwritten signature and initials.

var a cabo la hoja de ruta.

Estas especificaciones son: dimensiones,tolerancias,acabado,empaque,cantidad de piezas por bulto,etc.

Cuando se analizan los planos se puede determinar el alcance de la hoja de ruta.En este momento se toman desiciones relativas a los procesos,--agrupamiento de alternativas para determinar la(s) más satisfactoria(s),elegir entre los procesos alternativos y determinar el nivel general de las necesidades de heramientas.

Posteriormente se elabora el recorrido detallado para cada pieza- anotando en las hojas de ruta las especificaciones de como manufacturar;con lo cual la planeación de proceso toma sentido de la organización y se ve la importancia de los procesos para determinar el costo de producción mínimo - posible.

Por lo anterior para las piezas manufacturadas se debe hacer una especificación de las operaciones requeridas y su secuencia.En las hojas de ruta que se muestran como ejemplo se encuentra la información referida a especificaciones de operaciones y su secuencia.

En el presente caso el interés es que los supervisores e ingenieros de planta conozcan y esten familiarizados con el orden de ejecución al - elaborar las distintas partes de un empaque de cartón, así como para poder - programar el tiempo de ejecución y entrega de los pedidos,conocer con anticipación las cantidades de cada material que se debe de utilizar y así,poder -

proveer existencias suficientes en el almacén de materia prima. Con los datos anteriores la gerencia de la empresa podrá tomar decisiones respecto a la -- conveniencia de marcar prioridades en la producción de algún modelo de empa-- que en especial, tomando en cuenta el tiempo que tarda en producirse dicho mo-- delo ,el costo y la urgencia del cliente.

#### 1.1 Elaboración de la hoja de ruta u hoja del proceso.

La forma de elaborar una hoja de ruta satisfactoriamente, debe ser: clara y concisa respecto a la información que se presenta; el manejo de la informaci-- ón debe ser explícito y fácilmente entendible para las personas que hagan uso contínuo de ésta.

La hoja de ruta cuenta en primer término con un encabezado ó cuadro de datos generales en donde se especifican : la fecha de elaboración, que perso-- na lo elaboró, parte ó producto al que se refiere, materia prima del producto planos que esten relacionados con el diseño de la pieza y la aprobación de - la hoja.

El siguiente aspecto importante dentro de la hoja de ruta es la especi-- ficación de la secuencia de operaciones, las máquinas que deben de realizar -- dichas operaciones, los tiempos estandar en que se debe preparar la máquina -- para N operaciones y el tiempo estándar unitario (tiempo estándar por pieza) - que se debe invertir para fabricar esa parte del empaque.

#### 1.2 Metodología que se sigue para llenar una hoja de ruta.

La metodología que se sigue es en base a las siguientes etapas :

a) Análisis de la forma de producción.

Para llevar a cabo este aspecto, se debe contar con los diagramas de proceso y/o de operaciones de la pieza que se este analizando. Estos diagramas ya han sido descritos en el capítulo II.

Al hacer la secuencia de como se debe de fabricar una pieza, se debe comenzar por los diagramas de proceso y operaciones, ya que estos representan el proceso en forma global para un grupo de modelos de empaque, si el proceso que se sigue es el conveniente para nuestro modelo específico se hace la hoja de ruta conforme a esa secuencia que convenga a nuestros propósitos.

b) Especificación de las sub-operaciones y de la máquina que debe ejecutar la operación.

Una vez que ya se determinó la secuencia ó el recorrido de la pieza, es necesario especificar dentro de una operación que secuencia deben de seguir las sub-operaciones. Por ejemplo, en la hoja de ruta de una caja estandar la primer operación es corrugar el pliego esta operación tiene dos sub-operaciones que son corte y marcado. Sin embargo, en la segunda operación se tienen siete suboperaciones las cuales se deben describir en orden de ejecución.

## OPERACION 2 :

Imprimir primer color

Imprimir segundo color

Marcar

Ranurar

Cortar

Esto es la operación dos se debe ejecutar en estricto orden ya que quien elabora la hoja de ruta conoce el trabajo y ha analizado las ventajas y desventajas de llevarla a cabo de la manera propuesta.

Por otra parte, el lenguaje que se debe usar al describir una operación debe ser claro y explícito para la mayoría de las personas aunque en determinadas operaciones es preferible expresar las operaciones en el lenguaje común del supervisor u operario.

La asignación de la máquina a una determinada operación es una actividad que muchas veces es difícil de llevarla a cabo tal como lo especifica la hoja de ruta. Como se menciona en el capítulo I la empresa que se analiza -- tiene la distribución de maquinaria conforme a la metodología que proporciona la distribución por proceso, en la que un determinado proceso se fabrica en una área específica. Esta labor de asignación de piezas a máquinas debe -- recaer en tres departamentos que son : control de producción, ingeniería de -- manufactura y sistemas.

Se considera que teniendo una asignación de piezas a máquina se puede reducir en gran medida el trabajo del departamento de producción y también el mejor funcionamiento de la hoja de ruta.

Es necesario también comentar en este trabajo que la formación de piezas por proceso y la asignación de máquinas depende de la estabilidad de la demanda del producto y con la actual crisis económica del país esto es difícil de tener en una empresa.

c) Determinación de los tiempos.

Dentro de la hoja de ruta se manejan dos tiempos: de preparación y estándar unitario.

El tiempo de preparación se obtiene mediante el uso de las hojas de datos estándar, las cuales ya fueron mostradas y analizadas en el capítulo III. Este tiempo de preparación es prorrateado entre la cantidad de piezas que se va a producir, para de esta forma determinar el tiempo estándar unitario.

El tiempo estándar unitario se puede dividir en tres subtiempos :

- Tiempos de los movimientos. Estos tiempos son obtenidos mediante el uso de las hojas de datos estándar, los cuales se complementan con los tiempos por suplementos. Estas hojas de datos estándar y los tiempos por suplementos ya fueron analizados en el capítulo III.
- Tiempos de fabricación. Estos tiempos son obtenidos a través de ecuaciones las cuales mediante ciertos parámetros nos proporcionan el tiempo de fabricación.

Con la suma de estos tres tiempos se obtiene el tiempo estándar unitario.

En la siguiente hoja se muestra el formato de la hoja de ruta.

### 1.3 Casos practicos de como elaborar la hoja de ruta.

Para ejemplificar la elaboración de una hoja de ruta se utilizan dos etapas del proceso de fabricación del empaque de cartón corrugado y son: corrugado e impreso.

El proceso de corrugado se realiza en una máquina corrugadora la cual se compone de varias secciones;

- A) Unidad Corrugadora
- B) " Engonadora
- C) Sección cama caliente
- D) " " fría
- E) " duplex
- F) " guillotinas
- G) " recibidores

Por lo que observaremos que algunas de las operaciones anotadas en el siguiente ejemplo describiran estas secciones.

El proceso de impreso se realiza en una impresora flexografica la cual se compone de varias secciones;

- A) Sección de alimentación
- B) " de primer color
- C) " de segundo color
- D) " de marcado
- E) " de ranurado
- F) " de recibo

Estas secciones aparecern anotadas igualmente en el ejemplo siguiente.

Hoja de Ruta No. 1		AREA: Corrugado	ELABORO: J.Q.B.	FECHA: 07/91
MATERIA PRIMA Papel		MAQUINA Corrugadora	TAMANO DEL LOTE 12,500 mts.lineales	
DESCRIPCION Corrugado Sencillo		NOMBRE DE LA PIEZA Exterior	TIEMPO ESTANDAR *	
PLANO No. 7-10067-005		COMBINACION P240-R135-SLP180	TOTAL UNITARIO: 0.794 Hrs/1000 m.l.	
DIMENSIONES: 5/32"		RESISTENCIA		
OPERACION	SECCION	DESCRIPCION	TIEMPO PREP. MAQUINA	TIEMPO ESTANDAR UNIT.
1	U.Corr.	Cambio de rollos lisos interiores	1.11	
2	"	" " " " exteriores	0.98	
3	"	" " " " rigidos	1.26	
4	Duplex	" de medidas	0.30	
5	Guill.1	" " "	0.14	
6	Guill.2	" " "	0.15	
7	Recib.	" " "	0.11	
8	Corr.	Corrugado del pliego		0.47
		Tiempo Total	4.05 Hrs.	0.47Hrs.

HOJA DE DATOS ESTANDAR

	TIEMPOS DE LOS MOVIMIENTOS MAQUINA CORRUGADORA	NOMBRE : N° 1	
		MATERIAL : CORRUGADO SENCILLO 5/32	
		OPERADOR :	ELABORO: FECHA:
A.- MOVIMIENTOS DE PREPARACION	(1)	B.- CAMBIO DE ROLLO PASARDO POR DUPLIX	
1.- CONSTANTE DE TRABAJO			
2.- CAMBIO ROLLO LINER INTERIOR		A) AUMENTAR VELOCIDAD EN UNI- DAD CORRUGADORA.	0.85
A) LEVANTAR ROLLO	1.10		
B) ACERCAR ROLLO	0.40	B) SEGUIR EMPALME EN PUENTE	1.74
C) SOLTAR ROLLO	0.12	C) METOR EMPALME RODILLO PRE- CALENTADOR.	1.23
3.- PREPARAR ROLLO LINER INTERIOR		D) METER EMPALME SECCION	1.09
A) QUITAR TAPONES	0.25	ENGOMADOR.	
B) COLOCAR FLECHA	1.87	E) METER EMPALME SECCION	0.56
C) COLOCAR CONO 1	1.63	PLANCHAS.	
D) APRETAR CONO 1	1.93	F) METER EMPALME SECCION	1.29
E) COLOCAR CONO 2	1.26	DUPLIX	
F) APRETAR CONO 2	1.84	G) METER EMPALME GUILLOTINA	1.64
4.- TRANSPORTAR ROLLO LINER INTERIOR		H) SACAR MATERIAL DESPERDICIO.	1.83
A) EMPUJAR ROLLO A UNIDAD CORRUGADORA.	0.68		
5.- MONTAR ROLLO EN UNIDAD CORRUGADORA			
A) BAJAR POLIPASTOS	1.78		
B) COLOCAR POLIPASTOS	1.46		
C) SUBIR ROLLO	0.70		
D) MONTAR ROLLO	0.52		
6.- PREPARAR ROLLO			
A) QUITAR CAPAS DAÑADAS	1.40		
B) SACAR PUNTA	1.54		
7.- METER ROLLO			
A) COLOCAR PUNTA EN RODILLO	1.94		
C) METER PUNTA EN UNIDAD CORRUGADORA.	0.62		
D) DISMINUIR VELOCIDAD.	1.43		

HOJA DE DATOS ESTIMAR

TIEMPOS DE MOVIMIENTOS MAQUINA CORRUGADORA		NOMBRE: <span style="float: right;">Nº 2</span>	
		MATERIAL: <span style="float: right;">CORRUGADO SENCILLO 5/32</span>	
		OPERADOR:	FECHA:
<b>A.- MOVIMIENTOS DE PREPARACION</b>			
1.- CONSTANTE DE TRABAJO		3.- CAMBIO DUPLEX	
<b>2.- CAMBIO MEDIDAS DUPLEX</b>			
A) REVISAR PLANO	1.85	A) QUITAR SEGURO	0.65
B) AFLOJAR CUELLOS PORTACUCHILLAS DESORILLADORAS	1.21	B) CORTAR CARTON CORRUGADO	1.65
C) AFLOJAR CUELLOS PORTACUCHILLAS	1.65	C) GIRAR DUPLEX	1.87
D) TOMAR MEDIDAS NUEVAS Y COLOCAR	0.96	D) COLOCAR SEGURO	1.12
1er. CUELLO PORTA CUCHILLAS			
E) TOMAR MEDIDAS NUEVAS Y COLOCAR	0.54		
2do. CUELLO PORTA CUCHILLAS			
F) TOMAR MEDIDAS NUEVAS Y COLOCAR	0.96		
3er. CUELLO PORTA CUCHILLAS			
G) TOMAR MEDIDA NUEVA Y COLOCAR	1.80		
4to. CUELLO PORTA CUCHILLAS			
H) TOMAR MEDIDA NUEVA Y COLOCAR	1.53		
5to. CUELLO PORTA CUCHILLAS			
I) TOMAR MEDIDA NUEVA Y COLOCAR	1.94		
1er. Y 2do. CUELLO MARCADOR.			
J) TOMAR MEDIDA NUEVA Y COLOCAR	1.08		
3er. Y 4to. CUELLO MARCADOR.			
K) TOMAR MEDIDA NUEVA Y COLOCAR	1.28		
5to. Y 6to. CUELLO MARCADOR			
L) TOMAR MEDIDA NUEVA Y COLOCAR	1.54		
7to. Y 8vo. CUELLO MARCADOR.			



Hoja de Ruta No. 2		AREA: Impreso	ELABORO= J.Q.B.	FECHA= 07/91
MATERIA PRIMA Pliego Corrugado		MAQUINA IMP. FLEXOGRAFICA	TAMANO DEL LOTE 35,000 Cajas	
DESCRIPCION Corrugado Sencillo		NOMBRE DE LA PIEZA Exterior		
PLANO No. 7-10067-005		COMBINACION P240-R13-SLP180	TIEMPO ESTANDAR	
DIMENSIONES: 5/32"		RESISTENCIA 7-9 Kgs/cm <sup>2</sup>	TOTAL UNITARIO: 0.360 Hrs/1000 Pzas	
OPERACION	SECCION	DESCRIPCION	TIEMPO PREP. MAQUINA	TIEMPO ESTANDAR UNIT.
1	Alimen.	Cambio de medidas	0.17	
2	Impres.	Quitar dados 1a. Seccion	0.11	
3	"	Cambio " " "	0.15	
4	"	Quitar dados 2a. "	0.11	
5	"	Cambio " " "	0.15	
6	"	" Tinta 1a. Seccion	0.08	
7	"	" " " "	0.08	
8	Marcado	Cambio de medidas seccion marcado	0.13	
9	Ranura.	" " " " ranurado	0.27	
10	Recibi.	" " " " recibo	0.18	
11	Impres.	Registrar caja	0.25	
12	Imprim.	Imprimir caja		0.312
Tiempo Total			1.68 Hrs	0.312 Hrs

LISTA DE DATOS ESTIMAR

		TIEMPOS DE MOVIMIENTOS PARTE DE EMPRESA Y FLEJO		AOBRE : 12 4 MATERIAL: COMERCIO SECCION 8:12 OPERADOR: ELAJO: FLEJO:		
A	MOVIMIENTOS PREPARACION			B	MOVIMIENTOS PREPARACION	
OPERADOR				AYUDANTE		
1.-	CAMBIO MEDIDAS SECCION DE			1.-	QUITAR DADOS 1ª SECCION	
	ALIMENTACION			A)	ABRIR MAQUINA TODOS LOS	1.76
	A) CHECAR PLANO, TARJETA, DADOS	2.78			MODULOS, QUITANDO SEGUROS.	
	Y MATERIAL			B)	QUITAR TIRANTES AL DADO	2.48
	B) MOVER ESCUADRAS	4.84		C)	QUITAR DADO	1.37
	C) MOVER ALIMENTADOR	2.65		D)	COLOCARLO EN TINTA DE LAVADO	0.95
2.-	CAMBIO DE DADOS 1ª SECCION DE			2.-	QUITAR DADOS 1ª SECCION	
	IMPRESION			A)	QUITAR TIRANTES AL DADO	2.48
	A) REVISAR DADO	1.86		B)	QUITAR DADO	1.37
	B) COLOCAR TIRANTES A DADO	2.25		C)	COLOCARLO EN TINTA DE LAVADO	0.95
	C) COLOCAR DADO EN RODILLO	3.87				
	PORTADADO			3.-	CAMBIAR MEDIDAS SECCION	
	D) REVISAR MONTAJE	0.93			DE MARCADO	
3.-	CAMBIO DE DADOS 2ª SECCION DE			A)	REVISAR PLANO	1.85
	IMPRESION			B)	AFLOJAR CUELLOS MARCAPORES	1.68
	A) REVISAR DADO	1.26			MACHO.	
	B) COLOCAR TIRANTES A DADO	2.29		C)	PONER MEDIDAS EN CUELLOS	1.26
	C) COLOCAR DADO EN RODILLO	3.87		D)	AFLOJAR CUELLOS MARCADORES	1.68
	PORTA DADO				HEMERA	
	D) REVISAR MONTAJE	0.93		E)	PONER MEDIDAS EN CUELLOS	1.65
4.-	CAMBIAR TINTA 1ª SECCION				MARCAPORES HEMERA.	
	A) COLOCAR BOTE	2.35				
	B) COLOCAR BOMBA	1.86				
	C) ENCENDER BOMBA	0.43				



## 2.- HOJA DE METODOS.

La hoja de métodos tiene como objetivo fundamental el aumentar la productividad en planta, a través de la optimización de los recursos humanos, de las herramientas de trabajo, de los dispositivos de alimentación, de aparatos de medición y del equipo en general.

La hoja de método representa una operación esquematizada y proporciona a detalle como se debe llevar a cabo una operación en particular, en este caso - es responsabilidad del ingeniero industrial definir la secuencia de operación es óptima o más adecuada, las herramientas que son adecuadas para llevar a cabo dichas operaciones y los parámetros de una operación. Para llevar a cabo es necesario tener la colaboración del supervisor de área y del operador - de la máquina en cuestión.

Una de las funciones más importantes del ingeniero industrial es implantar la hoja de método en una máquina en particular, esta es la etapa más importante de una hoja de método y es en donde se necesita la colaboración y atención de todos los departamentos que estén relacionados con la producción física del empaque de cartón corrugado.

Las etapas de la hoja de método son:

- Consultar la hoja de ruta.
- Definir la secuencia óptima de una operación.
- Determinar las herramientas adecuadas para llevar a cabo la operación.

- Determinar los dispositivos de medición más apropiados.
- Calcular los parámetros de velocidad y adecuarlos a la máquina.
- Revisión general de la hoja de método.
- La implantación y seguimiento de la hoja de método.

## 2.1 Datos que contiene la hoja de método.

La hoja de método debe de contener como encabezado la identificación plena de la pieza de la que se esta realizando el método de trabajo.

Esta descripción tiene como finalidad el que, la hoja de método pueda ser entendible para cualquier persona que este relacionada con la hoja de método, estas personas pueden ser: el trabajador, el supervisor, el personal del departamento de control de producción y el personal de costos.

Los datos que se consideran importantes en le encabezado de la hoja de método son:

- Nombre de la pieza.
- Número de la operación (según hoja de ruta).
- Descripción de la operación de que se trate.
- Material de la pieza.
- Maquina donde se debe llevar a cabo la operación.

Una vez que se tienen los datos de identificación, se consideran los datos de fabricación. Estos datos son:

- a) La secuencia de operación. La secuencia de operación debe de proporcionar el orden en que se deben ejecutar todas las sub-operaciones que contiene la operación y la descripción clara de estas suboperaciones. Es recomendable que la descripción de las sub-operaciones sean en terminos comprensibles al trabajador. Por ejemplo, si se esta describiendo una sub-operación en la hoja de método puede usar los siguientes terminos: imprimir un color en charola, de esta forma el operador se siente familiarizado con la -- operación.
- b) La posición del herramental. Este concepto se relaciona con la posición de la herramienta, conociendose como herramienta; los dados para impresión, el suaje para el troquelado, las cuchillas ranuradoras para el ranurado, etc. Esto tiene como finalidad el facilitar la labor del trabajador en la colocación de la herramienta en la máquina y el orden que debe de llevar.
- c) Los parametros de velocidad. En esta sección de la hoja de métodos se consideran todos los datos técnicos que son necesarios para la optimización de las herramientas y la máquina.
- d) Dispositivos de medición ó utiles de control. En esta parte se contemplan los utiles que son usados para verificar las medidas y tolerancias de las piezas fabricadas, esta sección se realiza conforme a la magnitud de la medida, o la tolerancia requerida o indicada en el plano, si la dimensión es exterior ó interior.

e) La esquematización ó croquis. Esta parte de la hoja de método es importante, ya que, proporciona en forma objetiva como poder llevar a cabo una suboperación adecuadamente. se debe de hacer un croquis para cada tipo de empaque con la secuencia de procesos de fabricación.

## 2.2 Casos practicos de la hoja de metodos.

A continuacion se muestra una hoja de metodos en la cual podemos observar las operaciones realizadas, herramientas utilizadas y equipos de --- medición y verificación que son utilizados.

### 2.2.1 Hoja de metodos para un empaque de cartón corrugado sencillo.

En la siguiente hoja de metodos mostrada podemos identificar claramente los procesos por los cuales se fabrica un empaque de cartón corrugado - sencillo, estos procesos estan plenamente identificados en la hoja por - lo que es muy sencillo para las personas no relacionadas con los procesos productivos poder obtener información de está.



## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

El objetivo principal en toda planta industrial ó de servicio es el aumentar la productividad, es decir, reducir y optimizar los insumos y - aumentar la calidad del producto ó servicio.

Esta tesis trata de cumplir con tales objetivos en el aspecto de la manufactura de un empaque de cartón corrugado.

Es importante no descuidar los aspectos de mejora de métodos de - trabajo. La situación por la cual atraviesa el país en lo referente al acuerdo del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canada obligará a varias empresas a mejorar su calidad y a optimizar todos los recursos, para mantener su mercado e incluso en un futuro ampliarlo mirando hacia el exterior, en - donde sera muy difícil penetrar, si se carece de una muy buena calidad y de - un precio realmente competitivo.

En lo referente a esta empresa se puede favorecer en gran medida, con la actualización de los estándares de producción, ya que los utilizados - actualmente tienen más de 15 años de que fueron establecidos y hasta el - momento siguen vigentes, esto implica una desmotivación hacia la gente de - producción ya que se suspendieron los pagos de incentivos de producción, por considerarlos obsoletos.

Por otro lado de acuerdo a las observaciones realizadas y los - métodos de trabajo estudiados, se concluye que existe una gran área de - oportunidad en la planta y un ambiente propicio por parte de los trabaja- -

dores para la implementación de nuevos y mejores métodos de trabajo que ayuden a mejorar sus condiciones de vida como resultado de la puesta en marcha de dichos métodos. Es necesario por supuesto tomar en cuenta que existen algunas mejoras que se pueden realizar a corto plazo, sin embargo es necesario planear las que se deben llevar a cabo a mediano y largo plazo.

En este trabajo se considera la hoja de método, que es utilizada para la optimización de los recursos humanos y el equipo; aunque su objetivo es bien definido, es más difícil de llevar a cabo que la hoja de ruta, debido a que ésta significa cambiar la mentalidad de un trabajador que desarrolló esa operación por 5 ó 10 años de esa manera.

Por esto mismo, es recomendable que la implantación de estas hojas comiencen con el pleno convencimiento de los mandos jerárquicos, para que estos brinden todas las facilidades para la implantación de la hoja de métodos, la cual no solo consiste en entregarla al supervisor y éste pasarla al trabajador, sino que deben efectuarse previamente reuniones de supervisores con el ingeniero que esté llevando a cabo ésta labor, con el fin de plantear los problemas actuales y las posibles soluciones que pueden tener con la aplicación de la hoja de método.

Resumiendo se debe implantar permanentemente el uso de las hojas de ruta y las hojas de método. El hacer uso de la hoja de ruta significa que el trabajador y el supervisor conozcan cual es la secuencia de operaciones - el tiempo en que se debe llevar a cabo cada operación y que máquina debe ejecutarla; la hoja de ruta proporciona la información necesaria para desarrollar planes a corto, a mediano y a largo plazo.

## APENDICE

CARACTERISTICAS PROMEDIO DE LAS COMBINACIONES DE PAPELES MEDIANOS

CORRUGADO SENCILLO RESISTENCIA 7 KG.

COMBINACION	PESO (Grs./mt <sup>2</sup> )	MULLEN (Kgs./cm <sup>2</sup> )
D160-R125-D125	471	6.02
D160-R125-PR150	496	5.81
D160-R125-SL150	496	5.81
D160-R135-D125	486	6.02
D160-R135-PR150	511	5.81
D160-R135-SL150	511	5.81
PR180-R125-D125	491	6.51
PR180-R125-PR150	516	6.30
PR180-R125-SL150	516	6.30
PR180-R135-D125	506	6.51
PR180-R135-PR150	531	6.30
PR180-R135-SL150	531	6.30
SL180-R125-D125	491	6.51
SL180-R125-PR150	516	6.30
SL180-R125-SL150	516	6.30
SL180-R135-D125	506	6.51
SL180-R135-PR150	531	6.30
SL180-R135-SL150	531	6.30

CARACTERISTICAS PROMEDIO DE LAS COMBINACIONES DE PAPELES MEDIANOS

CORRUGADO SENCILLO RESISTENCIA 7 a 9 Kgs.

COMBINACION	PESO (Grs./mt <sup>2</sup> )	MULLEN (Kgs./cm <sup>2</sup> )
T160-R125-D125	471	6.65
T160-R125-PR150	496	6.30
T160-R125-PR180	526	7.00
T160-R125-SL180	526	7.00
T160-R125-D160	506	7.70
T160-R125-T160	506	7.00
D160-R125-D125	471	7.21
D160-R125-PR150	496	7.00
D160-R125-SL150	496	7.00
D160-R125-D160	506	8.40
T160-R125-T180	526	7.00
PR180-R125-PR180	546	7.00
SL180-R125-SL180	546	7.00
T180-R125-T180	546	7.00
T160-R135-PR180	541	7.00
T160-R135-SL180	541	7.00
T160-R135-D160	521	7.70
T160-R135-T160	521	7.00
D160-R135-D125	486	7.21
D160-R135-PR150	511	7.00
D160-R135-SL150	511	7.00
D160-R135-D160	521	8.40

CARACTERÍSTICAS PROMEDIO DE LAS COMBINACIONES DE PAPELES MEDIANOS

CORRUGADO SENCILLO RESISTENCIA 9 a 11 Kgs.

COMBINACION	PESO (Grs./mt <sup>2</sup> )	MULLEN (Kgs./cm <sup>2</sup> )
P240-R125-D160	586	9.10
P240-R125-PR210	636	9.27
P240-R125-T210	636	9.27
P240-R125-D180	606	9.80
P240-R125-P240	666	9.80
T250-R125-P240	676	10.15
T250-R125-T250	686	10.50
P240-R135-D160	601	9.10
P240-R135-PR210	651	9.27
P240-R135-T210	651	9.27
P240-R135-D180	621	9.80
P240-R135-P240	681	9.80
T250-R135-T250	701	10.50

TABLA DE CONVERSIONES

DE	A	A	MULTIPLICAR POR
lb	Kg		0.454
Kg	lb		2.205
Kg	newton(N)		9.807
in	mm		25.400
mm	in		0.039
in	cm		2.540
in <sup>2</sup>	mm		645.160
in <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>		6.452
ft <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		0.093
ft	m		0.305
in-lb	cm-Kg		1.150
ft <sup>2</sup> /ton	m <sup>2</sup> /ton.metrica		0.102
galon	litro		3.785
psi	N/m <sup>2</sup>		6.895

TABLA DE CONVERSIONES DE PRUEBAS

PRUEBA	DE	A	MULTIPLICAR POR
PESO BASE	lb/MSF*	gramos/m <sup>2</sup>	4.882
	gramos/m <sup>2</sup>	lb/MSF	0.205
MULLEN Y APLASTAMIENTO	lb/in <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	0.070
	Kg/cm <sup>2</sup>	lb/in <sup>2</sup>	14.223
COLUMNA	Kg/cm	lb/in	5.588
CALIBRE	in	mm	25.400
	mm	in	0.039

## BIBLIOGRAFIA

