



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UNA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN EL  
ÁREA DE GUILLOTINAS DE CORTE INICIAL DE UNA  
LITOGRAFÍA

GRETEL FRINEE ORTÍZ ALVARADO

ASESORADA POR ING. DANILO GONZÁLEZ TREJO

GUATEMALA, ABRIL DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UNA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN EL ÁREA  
DE GUILLOTINAS DE CORTE INICIAL DE UNA LITOGRAFÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

GRETEL FRINEE ORTÍZ ALVARADO  
ASESORADA POR: ING. DANILO GONZÁLEZ TREJO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2005



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Cesar Augusto Akú Castillo
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortes Urioste
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### DISEÑO DE UNA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN EL ÁREA DE GUILLOTINAS DE CORTE INICIAL DE UNA LITOGRAFÍA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 11 de octubre de 2004.

---

Gretel Frinee Ortíz Alvarado

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XII
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XX
INTRODUCCIÓN.....	XXII

<b>1. ANTECEDENTES GENERALES .....</b>	<b>1</b>
1.1. Definiciones de una distribución de maquinaria.....	1
1.1.1. Distribución de maquinaria.....	1
1.1.2. Importancia.....	1
1.1.3. Principales razones que justifican su estudio.....	2
1.1.4. Principios básicos.....	2
1.1.4.1. Principio de la integración global.....	3
1.1.4.2. Principio de distancia mínima a mover.....	3
1.1.4.3. Principio de flujo.....	3
1.1.4.4. Principio de espacio.....	3
1.1.4.5. Principio de satisfacción y seguridad.....	3
1.1.4.6. Principio de flexibilidad.....	3
1.1.5. Factores involucrados.....	4
1.1.5.1. Materiales.....	4
1.1.5.2. Maquinaria.....	5
1.1.5.3. Hombre.....	6

1.1.5.3.1.	Necesidades de mano de obra .....	7
1.1.5.3.2.	Consideraciones personales .....	8
1.1.5.4.	Movimiento .....	8
1.1.5.4.1.	Aspectos a considerar para la distribución de pasillos .....	8
1.1.5.5.	Espera .....	9
1.1.5.5.1.	Particularidades del factor espera .....	10
1.1.5.5.2.	Método de almacenaje .....	10
1.1.5.6.	Servicio .....	11
1.1.5.6.1.	Instalaciones para uso del personal .....	11
1.1.5.6.2.	Iluminación .....	12
1.1.5.6.3.	Calefacción y ventilación .....	12
1.1.5.6.4.	Servicios relativos a los materiales .....	12
1.1.5.6.5.	Control de la calidad .....	12
1.1.5.6.6.	Control de producción .....	13
1.1.5.7.	Edificio .....	13
1.1.5.7.1.	Edificio especial o de uso general .....	14
1.1.5.7.2.	Edificio de uno o varios pisos .....	14
1.1.5.7.3.	Forma del edificio .....	15
1.1.5.7.4.	Particularidades del emplazamiento ....	15
1.1.5.8.	Cambio .....	16
1.1.5.8.1.	Flexibilidad de la distribución .....	16
1.1.5.8.2.	Adaptabilidad y versatilidad de la distribución .....	17
1.1.5.8.3.	Expansión .....	18
1.1.5.8.4.	Instalaciones ya existentes que limitan la nueva distribución .....	18
1.1.5.8.5.	Cambios externos .....	19
1.2.	Datos generales de la empresa litográfica .....	19



1.2.1.	Ubicación.....	20
1.2.2.	Organización .....	20
1.2.3.	Sistema de gestión de la calidad.....	21
1.2.4.	Visión.....	21
1.2.5.	Misión .....	21
1.2.6.	Valores .....	22
1.2.7.	Sigma: principios de calidad.....	22
1.2.8.	Política de calidad .....	23
1.3.	Datos históricos de la distribución del área de guillotinas de corte inicial.....	24
1.3.1.	Guillotina 1 .....	24
1.3.2.	Guillotina 2 .....	25
1.3.3.	Guillotina 4 .....	25
1.4.	Datos históricos de la distribución de los clientes internos del área de guillotinas de corte inicial .....	26
1.4.1.	Área de impresión .....	26
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA DEL ÁREA DE GUILLOTINAS DE CORTE INICIAL EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA .....</b>	<b>27</b>
2.1.	Descripción de la distribución actual.....	27
2.1.1.	Diagrama de distribución de maquinaria de la planta litográfica.....	28
2.1.1.1.	Diagrama de distribución de maquinaria del área de guillotinas de corte inicial .....	29
2.1.1.2.	Diagrama de relaciones del área de guillotinas de corte inicial .....	30
2.1.1.3.	Diagrama de relación de los procesos .....	31
2.1.1.3.1.	Interrelación de los procesos .....	31
2.1.1.3.1.1.	Proceso directivo .....	31

2.1.1.3.1.2.	Proceso de ventas .....	32
2.1.1.3.1.3.	Proceso de compras .....	32
2.1.1.3.1.4.	Proceso de producción ....	32
2.1.1.3.1.5.	Proceso de gestión de calidad .....	33
2.1.1.3.1.6.	Proceso de recursos humanos .....	33
2.1.1.4.	Plano de la instalación eléctrica en el área de guillotinas de corte inicial .....	34
2.2.	Aspectos influyentes en la ubicación actual.....	35
2.2.1.	Distancia en el recorrido.....	35
2.2.2.	Tiempo de operación.....	37
2.2.3.	Otros aspectos .....	39
2.3.	Estudio de una distribución de maquinaria .....	40
2.3.1.	Productos .....	40
2.3.2.	Materiales.....	41
2.3.3.	Ciclo de fabricación.....	42
2.3.4.	Maquinaria.....	43
2.3.5.	Hombres.....	44
2.3.6.	Movimientos de materiales y productos terminados.....	45
2.3.7.	Servicios.....	45
2.3.8.	Versatilidad de la distribución.....	46
2.4.	Planeación del proceso de guillotinas de corte inicial .....	47
2.4.1.	Diagrama de flujo de operaciones de proceso .....	47
2.4.1.1.	Guillotina 1 .....	47
2.4.1.2.	Guillotina 2 .....	50
2.4.1.3.	Guillotina 4 .....	52
2.4.2.	Diagrama de operaciones de proceso.....	54
2.4.2.1.	Guillotina 1, 2 y 4 .....	54

2.4.3.	Diagrama de recorrido.....	55
2.4.3.1.	Guillotina 1, 2 y 4 .....	55
2.5.	Diagnóstico general de la distribución de maquinaria del área de guillotinas de una litografía .....	57
<b>3.</b>	<b>SITUACIÓN PROPUESTA DE UNA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN EL ÁREA DE GUILLOTINAS DE CORTE INICIAL EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA .....</b>	<b>59</b>
3.1.	Propuestas de distribución en planta .....	59
3.1.1.	Propuesta 1 .....	59
3.1.2.	Propuesta 2.....	60
3.1.3.	Propuesta 3.....	60
3.2.	Diagrama de maquinaria propuesto .....	61
3.2.1.	Propuesta 1 .....	61
3.2.2.	Propuesta 2.....	62
3.2.3.	Propuesta 3.....	63
3.2.3.1.	Cálculos del área para la propuesta.....	64
3.2.3.1.1.	Área disponible .....	64
3.2.3.1.2.	Área requerida .....	65
3.2.3.1.2.1.	Propuesta 1.....	65
3.2.3.1.2.2.	Propuesta 2.....	66
3.2.3.1.2.3.	Propuesta 3.....	66
3.3.	Análisis comparativo de las propuestas.....	67
3.4.	Factores a considerar en la propuesta.....	68
3.4.1.	Desmontar y montaje de maquinaria.....	68
3.4.2.	Traslado de maquinaria.....	69
3.4.2.1.	Ruta 1 .....	69
3.4.2.2.	Ruta 2 .....	71
3.4.3.	Reinstalación eléctrica .....	72
3.4.4.	Tiempo productivo invertido .....	73

3.4.4.1.	Propuesta 1 .....	73
3.4.4.2.	Propuesta 2.....	73
3.4.4.3.	Propuesta 3.....	74
3.5.	Cumplimiento de los principios básicos para la distribución de maquinaria propuesta .....	74
3.5.1.	Principio de la integración global.....	74
3.5.2.	Principio de la distancia mínima a mover .....	75
3.5.3.	Principio de flujo .....	75
3.5.4.	Principio de espacio .....	75
3.5.5.	Principio de satisfacción y seguridad .....	76
3.5.6.	Principio de flexibilidad.....	76
<b>4.</b>	<b>PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>77</b>
4.1.	Estimación financiera para el movimiento de maquinaria .....	77
4.1.1.	Desmontaje y montaje de guillotinas.....	78
4.1.1.1.	Mano de obra directa .....	78
4.1.1.2.	Montacargas Clark.....	79
4.1.2.	Transporte para el traslado de guillotinas .....	79
4.1.2.1.	Montacargas Clark.....	80
4.1.2.1.1.	Gas consumido .....	80
4.1.2.1.2.	Tiempo de utilización .....	80
4.2.	Estimación financiera para la reinstalación eléctrica.....	81
4.2.1.	Instalación de la fuente de poder .....	82
4.2.1.1.	Opción 1 .....	82
4.2.1.2.	Opción 2.....	85
4.2.2.	Iluminación .....	86
4.2.2.1.	Movimiento de la iluminación actual.....	86
4.2.2.2.	Instalación de iluminación conjunta.....	87
4.2.3.	Mano de obra .....	88
4.2.3.1.	Alternativa 1 .....	89

4.2.3.2.	Alternativa 2 .....	89
4.2.3.3.	Alternativa 3 .....	90
4.2.3.4.	Alternativa 4 .....	90
4.3.	Estimación financiera total .....	91
4.4.	Programación de producción durante la implementación de la propuesta .....	92
4.4.1.	Día 1 .....	93
4.4.2.	Día 2.....	93
4.4.3.	Día 3.....	93
4.4.4.	Día 4.....	94
4.4.5.	Día 5.....	94
4.4.5.1.	Maquinaria .....	95
4.4.5.1.1.	Desmontaje .....	95
4.4.5.1.2.	Traslado .....	95
4.4.6.	Día 6.....	95
4.4.6.1.1.	Montaje .....	95
4.4.7.	Día 7.....	96
4.5.	Beneficios que se alcanzarán al implementar el diseño.....	96
4.5.1.	Mejor distribución de planta.....	96
4.5.2.	Aumento del tiempo productivo .....	97
4.5.3.	Distancia mínima entre operaciones .....	97
4.5.3.1.	Transporte inicial.....	98
4.5.3.2.	Transporte final .....	98
4.5.4.	Se minimiza el tiempo de transporte .....	99
4.5.4.1.	Guillotina 1 .....	99
4.5.4.2.	Guillotina 2 .....	99
4.5.4.3.	Guillotina 4 .....	100
4.5.5.	Aumenta el control y supervisión del personal .....	100
4.5.6.	Utilización de todas las guillotinas en los tres turnos .....	101

4.5.7. Se eliminan horarios extensos de trabajo.....	101
4.5.8. Mejoría en la ventilación de la planta .....	102
<b>5. SEGUIMIENTO Y CONTROL .....</b>	<b>103</b>
5.1. Capacitación a los operarios .....	103
5.2. Diagrama de gantt propuesto para lograr el control y seguimiento.....	104
5.2.1. El tiempo productivo de trabajo .....	105
5.2.2. Productividad.....	107
5.2.3. Eficiencia.....	109
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>111</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>116</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Organigrama general de la empresa litográfica	20
2	Diagrama de distribución de planta	28
3	Diagrama de distribución de maquinaria	29
4	Diagrama de relaciones del área de guillotinas de corte inicial	30
5	Diagrama de interrelación de los procesos	33
6	Plano de instalación eléctrica	34
7	Distancias entre operaciones	36
8	Ciclo de fabricación	42
9	Diagrama de flujo de operaciones guillotina 1	48
10	Diagrama de flujo de operaciones guillotina 2	50
11	Diagrama de flujo de operaciones guillotina 4	52
12	Diagrama operaciones guillotina 1, 2 y 4	54
13	Diagrama de recorrido de operaciones guillotina 1, 2 y 4	55
14	Diagrama causa y efecto	58
15	Diagrama de maquinaria propuesta 1	61
16	Diagrama de maquinaria propuesta 2	62
17	Diagrama de maquinaria propuesta 3	63
18	Diagrama del área disponible	64
19	Diagrama de traslado ruta 1	70
20	Diagrama de traslado ruta 2	71

21	Trayectoria a seguir en la operación de guillotinado inicial	104
22	Diagrama de gantt del tiempo productivo de trabajo	106
23	Diagrama de gantt de productividad	108
24	Diagrama de gantt de eficiencia	110



## TABLAS

I	Tipo de trabajadores según la distribución en planta	7
II	Tiempo estándar de operación de guillotinas de corte inicial	37
III	Tiempo de transporte guillotina 1	38
IV	Tiempo de transporte guillotina 2	38
V	Tiempo de transporte guillotina 4	38
VI	Número de operarios por área de trabajo	44
VII	Ventajas y desventajas de las propuestas	67
VIII	Tiempo productivo invertido para la propuesta 1	73
IX	Tiempo productivo invertido para la propuesta 2	73
X	Tiempo productivo invertido para la propuesta 3	74
XI	Materiales eléctricos requeridos para la guillotina 1	83
XII	Materiales eléctricos requeridos para la guillotina 2	83
XIII	Materiales eléctricos requeridos para la guillotina 4	84
XIV	Materiales eléctricos requeridos para la guillotina 7	84
XV	Materiales eléctricos requeridos para la opción 2	85
XVI	Materiales utilizando la iluminación actual	87
XVII	Materiales para iluminación conjunta	88
XVIII	Tiempo requerido de la instalación eléctrica	89
XIX	Comparación de costos de la instalación eléctrica	91
XX	Comparación de distancias para el transporte inicial	98
XXI	Comparación de distancias para el transporte final	98

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>MP</b>	Materia prima.
<b>BMP</b>	Bodega de materia prima.
<b>BPT</b>	Bodega de producto terminado.
<b>KW</b>	Unidad de potencia real, kilovatios (múltiplo de mil).
<b>PP</b>	Producto en proceso.
<b>GCI</b>	Guillotina de corte inicial.
<b>GCF</b>	Guillotina de corte final.
<b>MOD</b>	Mano de obra directa
<b>C. MOD</b>	Costo de mano de obra directa

## GLOSARIO

<b>Arbor</b>	Lámina transparente que presenta los principales motivos de una etiqueta a escala natural, la cual muestra las áreas que llevan corte.
<b>Capacidad</b>	Unidades máximas que puede producir una empresa por unidad de tiempo.
<b>Calibre de cartón y papel</b>	Espesor de los pliegos de cartón y papel.
<b>Color key</b>	Láminas transparentes de color que se utilizan como guía para diseño y textos.
<b>Contador de pliegos</b>	Máquina utilizada para el conteo de pliegos utilizando técnica de peso.
<b>Corte final</b>	Proceso en el cual se cortan los pliegos impresos de cartón o papel para obtener un producto terminado según las especificaciones del cliente.
<b>Corte inicial</b>	Proceso de realizar cortes laterales aptos para el proceso de impresión, a pliegos de cartón y papel.

<b>Cuadro control de ingresos</b>	Hoja de control elaborada por el encargado del almacén de materia prima, repuesto y material conteniendo la información de los ingresos de la misma.
<b>Cruces de corte</b>	Líneas impresas en el pliego, las cuales sirven para señalar dónde llevan corte el pliego.
<b>Cuchilla</b>	Hoja de acero de alto carbono, que en uno de sus lados tiene filo para efectuar un corte.
<b>Elementos de corte</b>	Son el arbor, el <i>color key</i> , la muestra impresa y estándares aprobados por el cliente.
<b>Elevador de pila</b>	Máquina que tiene una plataforma donde se coloca, de forma segura, el material que ha de cortarse para ajustarse a la correspondiente altura de trabajo.
<b>Embalaje</b>	Colocar en una caja los objetos que han de ser transportados a otros lugares.
<b>Emplazamiento</b>	Situación, colocación. Poner un objeto en determinado lugar.
<b>Entrepaño</b>	Pliegos de cartón que sirven para separar los lotes.
<b>Flexibilidad</b>	Es la capacidad que tiene una organización para introducir productos nuevos o innovadores al mercado como también procesos. Es decir la facilidad para adaptarse a los cambios.

<b>Fólder de elementos</b>	Bolsa de cartón que contiene los elementos necesarios para el corte de una orden de producción.
<b>Guía de corte</b>	Documento que contiene todas las instrucciones para el corte inicial de pliegos de cartón o papel.
<b>Guillotina</b>	Máquina en la cual se realizan cortes laterales aptos para el proceso de impresión, a pliegos de cartón y papel, utiliza una cuchilla para efectuar los cortes requeridos.
<b>Ingreso al almacén</b>	Documento emitido por el encargado del almacén de materia prima, repuestos y materiales registrando en inventario la materia prima o materiales recibidos
<b>Inventario PEPS</b>	Método de inventarios de primeras entradas primeras salidas aplicado a materia prima y materiales en el almacén, se identifica por número de pedido.
<b>Lista de empaque</b>	Documento que contiene la descripción de cada una de las materias primas o materiales.
<b>Lote</b>	Cantidad de pliegos que se cortan en un ciclo de corte.
<b>Mesa de elementos</b>	Lugar donde se encuentran los fólder y elementos de las órdenes de producción.

<b>Mesa vibradora</b>	Mesa para la preparación del material de corte por medio de vibradoras automáticas que realizan la alineación exacta de los cantos de los pliegos impresos, para tener una mayor precisión de corte.
<b>Materia prima</b>	Es el cartón, papel, tintas, barnices, adhesivos y <i>foil</i> utilizados para la fabricación de cajas plegadizas, etiquetas e impresos comerciales.
<b>Materiales</b>	Son las planchas offset, mantillas de caucho y películas utilizadas para el proceso de fabricación de cajas plegadizas, etiquetas e impresos comerciales.
<b>Principio</b>	Origen de punto de partida, primer elemento del que surge todo lo demás. Axiomas de toda ciencia que constituyen el fundamento del proceso: secuencia de actividades relacionadas e interdependientes que tienen como propósito producir un efecto sobre los insumos.
<b>Producto</b>	Medio que utilizan las organizaciones para satisfacer sus necesidades.
<b>Producción continua</b>	Es aquella en la que todos y cada uno de los procesos están unidos de manera inmediata. Se trata de una relación no interrumpida.
<b>Producción repetitiva</b>	Producción cuyas actividades y procesos poseen un alto nivel de repetición.

<b>Producto suministrado por el cliente</b>	Materia prima suministrada por el cliente para la fabricación de sus productos.
<b>Pronóstico</b>	Dato que se ha estimado, proyección hacia el futuro que combinado con otros datos sirve para generar planes.
<b>Pliegos de cartón o papel</b>	Lienzos formados por capas de fibras vegetales con un recubrimiento superficial
<b>Refinería</b>	Fábrica donde se perfecciona, transforma, fracciona, purifica o refina un producto: refinería de azúcar, de petróleo.
<b>Requisición de compra</b>	Documento que contiene la descripción, los requisitos y especificaciones del producto requerido.
<b>Rodillo sacador de aire</b>	Elemento utilizado en la mesa vibradora para sacar el excedente de aire entre pliegos, cuando se procesa papel.
<b>Rotulado de pilas</b>	Identificación de la pila de pliegos cortados con la siguiente información: número de pedido de producción, tamaño del pliego, descripción del pedido de producción, nombre del operador, y si es terminación de bobina, colocarle la anotación.

<b>Salida de materia prima</b>	Documento que rebaja del inventario la existencia de materia prima equivalente a la cantidad solicitada en el vale de materia prima.
<b>Sistema</b>	Es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados formando una actividad para alcanzar un objetivo.
<b>Tecnología</b>	Aplicación de conocimientos científicos con fines prácticos en los ámbitos de la producción, distribución y consumo.
<b>Utillaje</b>	Conjunto de útiles, herramientas, maquinaria o instrumental de una industria.
<b>Vale de materia prima</b>	Documento generado por el calculista del departamento de planificación y control solicitando la materia prima a utilizar por producción.



## RESUMEN

Desde el punto de vista teórico, la distribución en planta es de vital importancia porque al tener un conocimiento claro y profundo de conceptos y técnicas manejados dentro del contexto de la ingeniería se contribuye al éxito de la gestión empresarial.

En la aplicación práctica, se determina un diagnóstico general de la distribución de maquinaria del área de guillotinas de corte inicial en una empresa litográfica, encontrando razones particulares que pone de manifiesto la necesidad de recurrir a su aplicación, entre ellas: excesiva distancia a recorrer en el flujo de trabajo, el tiempo de transporte para una máquina en particular es sustancialmente mayor en comparación a las guillotinas restantes, distancia excesiva de una operación a otra, acumulación de material en proceso del área de troqueles, ocupando área de trabajo de la operación en estudio, simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en el centro de trabajo, así como se impide la utilización de un ventilador.

En base a estos datos, se realizan tres propuestas, las cuales se evalúan cualitativamente; para la que presenta mayores beneficios se realiza una estimación financiera de los factores a tomar en cuenta en el momento de su implementación. Entre los beneficios que se obtendrán, se encuentra el aumento de tiempo productivo, distancia mínima entre operaciones, se disminuye el tiempo de transporte, aumento de control y supervisión de personal, eliminación de horarios extensos de trabajo, minimización de costos, mejoría en la ventilación de la planta, así como una mejoría en la distribución de maquinaria. Por último se sugiere la utilización del diagrama de gantt para el control y seguimiento del tiempo productivo, eficiencia y productividad.

# OBJETIVOS

## General

- Diseñar una distribución de maquinaria en el área de guillotinas de corte inicial, de una litografía, aprovechando de la mejor manera los recursos existentes en la empresa.

## Específicos

- Determinar los antecedentes históricos de la distribución de maquinaria actual en el área de guillotinas de corte inicial, por medio de documentación existente en la empresa litográfica.
- Diagramar el proceso del área de guillotinas de corte inicial, haciendo uso de la observación directa, para poder detectar las mejoras que se pueden obtener, en cuanto a su distribución.
- Evaluar la distribución de maquinaria actual en el área de guillotinas de corte inicial, por medio de un estudio de tiempos, en cuanto al transporte de material.
- Proponer una distribución de maquinaria en el área de guillotinas de corte inicial.

- Considerar los procedimientos requeridos para lograr implementar el diseño de la distribución del área de guillotinas de corte inicial.
- Realizar una estimación financiera de los procedimientos requeridos para llevar a cabo la implementación del diseño de la distribución de maquinaria.
- Analizar los beneficios que se obtendrán al implementar el diseño de la distribución del área de guillotinas de corte inicial, en una litografía.

## INTRODUCCIÓN

El orden de las áreas de trabajo se ha desarrollado, desde hace muchos años. Las primeras distribuciones las desarrollaba el personal responsable de llevar a cabo el trabajo, o el arquitecto que proyectaba el edificio. Con la llegada de la revolución industrial, se transformó el pensamiento referente; buscando entonces los propietarios un objetivo económico al estudiar las transformaciones de sus fábricas.

Por distribución en planta se entiende que, es el orden físico de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de la planta industrial.

La distribución del equipo es un elemento importante, ya que su principal objetivo es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación de la cantidad precisa de producto, con la calidad deseada y al menor costo posible. Es necesario analizar los fundamentos que guían hacia una correcta planeación en la distribución ya que esta debe ser la base para implementar nuevos procedimientos y técnicas en la ejecución de los procesos productivos, dando como resultado una distribución adecuada y así mismo un beneficio óptimo para el mejoramiento continuo de las empresas, tanto industriales como de servicios.

Por otro lado, si se observa la distribución en planta de manera práctica se puede afirmar que es de vital importancia ya que por medio de ella se logra un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y equipos, con el fin de minimizar tiempos, espacios y costos, orientando a los directivos en su tarea de dirigir las actividades y caminos a seguir y señalando los peligros que se deben evitar en la producción.

Finalmente, una buena distribución en planta es importante porque evita fracasos productivos y financieros, contribuyendo a un mejoramiento continuo en los procesos.

La distribución en planta tiene dos intereses primordiales que son: el interés económico y el social; el primero persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas. El interés social persigue darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

El presente trabajo de graduación realizará un análisis teórico y experimental respecto a la importancia que amerita una eficiente distribución de maquinaria en una empresa litográfica, así como la aplicación de estos fundamentos, logrando con ello la elaboración de un diseño de redistribución de maquinaria para el área de guillotinas de corte inicial de dicho proceso.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Definiciones de una distribución de maquinaria**

Desde el punto de vista teórico, la distribución de maquinaria es útil para optimizar los procesos y aumentar de tal manera la productividad en las diferentes estaciones de trabajo que se encuentran directamente involucradas.

### **1.1.1. Distribución de maquinaria**

Es el proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.

### **1.1.2. Importancia**

Por medio de la distribución de maquinaria se consigue el mejor funcionamiento de las instalaciones.

Se aplica a todos aquellos casos en los que sea necesaria la disposición de unos medios físicos en un espacio determinado, ya esté prefijado o no. Su utilidad se extiende tanto a procesos industriales como de servicios.

La distribución de maquinaria es un fundamento de la industria, determina la eficiencia y en algunas ocasiones la supervivencia de una empresa porque al optimizar los recursos, el tiempo productivo de trabajo aumenta, generando con ello un cambio en la productividad. Así también se ven involucrados los costos de fabricación, entre ellos el costo primo; ya que la mano de obra directa generará un trabajo eficiente y en menor tiempo.

### **1.1.3. Principales razones que justifican su estudio**

Las principales razones que justifican el estudio de una distribución de maquinaria son las siguientes:

- Resultados de la revisión de métodos y reducción de costos, los cambios en el método tienden a reducir los costos y tales cambios necesitan la redistribución de servicios generales.
- Cambio en la demanda del producto, puede causar un cambio desde un tipo básico de distribución a otro.
- Adición de un nuevo producto, si el nuevo producto tiene similitud con la línea de producción actual, simplemente se necesitarán nuevas herramientas para el equipo y más sitio para el almacenamiento. Si el producto es diferente, puede ser causa de una nueva línea de producción.

### **1.1.4. Principios básicos**

A continuación se presentan los principios básicos que una distribución de maquinaria eficiente debe cumplir.

#### **1.1.4.1. Principio de la integración global**

Los elementos que deben integrarse, de la mejor forma, en una distribución, son los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares y cualquier otra consideración.

#### **1.1.4.2. Principio de distancia mínima a mover**

Si se minimiza, en lo posible, los movimientos de los elementos entre operaciones se logrará una mejor distribución.

#### **1.1.4.3. Principio de flujo**

Con este principio se pretende lograr que la interrupción de los movimientos entre operaciones se reduzca en lo mínimo.

#### **1.1.4.4. Principio de espacio**

Se trata de usar todo el espacio de la forma más efectiva posible, tanto horizontal como verticalmente, evitando con ello los movimientos innecesarios.

#### **1.1.4.5. Principio de satisfacción y seguridad**

Lograr satisfacción y seguridad para el trabajador, considerando las condiciones de trabajo mejorará la distribución.

#### **1.1.4.6. Principio de flexibilidad**

La distribución debe diseñarse para ajustarse a regular los costos, minimizándolos en lo posible.



### **1.1.5. Factores involucrados**

En la distribución de maquinaria, se hace necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos. La influencia e importancia relativa de estos factores puede variar de acuerdo con cada organización y situación concreta.

Los factores que influyen en la distribución se dividen en ocho grupos: materiales, maquinaria, hombre, movimiento, espera, servicio, edificio y cambio, a los cuales se les analizarán diversas características y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta en el momento de llevar a cabo una distribución de maquinaria.

#### **1.1.5.1. Materiales**

Uno de los factores más importantes en una distribución, es el material; el cual incluye los siguientes elementos: materias primas, material entrante, material en proceso, productos acabados, material saliente o embalado, materiales accesorios empleados en el proceso, piezas rechazadas, piezas a recuperar o repetir, material de recuperación, chatarras, viruta, desperdicios, desechos, materiales de embalaje, materiales para mantenimiento, taller de utillaje u otros servicios.

El objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que se logre cambiar su forma o características. Esto es lo que da el producto. Por esta razón, la distribución de los elementos de producción depende del producto que se desee y el material sobre el que se trabaje.

### **1.1.5.2. Maquinaria**

La información sobre la maquinaria es fundamental para el orden apropiado de la misma. Entre los elementos de la maquinaria se pueden mencionar los siguientes: Máquinas de producción, equipo de proceso o tratamiento, dispositivos especiales, herramientas, moldes, patrones, plantillas, montajes, unidades de prueba, herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario, controles o cuadros de control, maquinaria de repuesto o inactiva, maquinaria para mantenimiento, taller de utillaje u otros servicios.

Los métodos de producción son el núcleo de la distribución física, ya que determinan el equipo y la maquinaria a usar, cuya disposición, a su vez, debe ordenarse. La mejora de los métodos y la distribución de maquinaria van estrechamente relacionados.

Los puntos a tener en cuenta en la selección del proceso, maquinaria y equipo son los siguientes: volumen o capacidad, calidad de la producción, coste inicial (instalado), coste de mantenimiento o de servicio, coste de operación, espacio requerido, garantía, disponibilidad, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgo para los hombres, material y otros elementos, facilidad de reemplazo, incomodidades inherentes (ruidos, olores, etc), restricciones legislativas, enlace con maquinaria y equipo ya existente, necesidad de servicios auxiliares.

### **1.1.5.3. Hombre**

Como factor de producción, el hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria. Se le puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, entrenarle para nuevas operaciones y, generalmente, encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas. El trabajador debe tenerse en consideración, como la fría economía de la reducción de costos.

Los elementos y particularidades del factor hombre, abarcan: mano de obra directa, jefes de equipo, jefes de sección y encargados, jefes de servicio, personal indirecto o de actividades auxiliares.

En cualquier distribución debe considerarse la seguridad de los trabajadores y empleados.

Las condiciones de seguridad que se deben tener en cuenta son:

- a) Suelo libre de obstrucciones y que no resbale.
- b) No situar operarios demasiado cerca de partes móviles de la maquinaria que no esté debidamente resguardada.
- c) Que ningún trabajador esté situado debajo o encima de alguna zona peligrosa.
- d) Los operarios deben usar elementos especiales de seguridad.
- e) Accesos adecuados y salidas de emergencia bien señalizadas.
- f) Elementos de primeros auxilios y extintores de fuego cercanos.
- g) Que existan en las áreas de trabajo y en los pasillos, elementos de material o equipo puntiagudos o cortantes, en movimiento o peligrosos.
- h) Cumplimiento de todos los códigos y regulaciones de seguridad.

En cuanto a las condiciones de trabajo, la distribución debe ser confortable para todos los operarios. En estas condiciones de bienestar influyen la luz, ventilación, calor, ruido, vibración.

### 1.1.5.3.1. Necesidades de mano de obra

a) Tipo de trabajadores requerido

**Tabla I. Tipo de trabajadores según la distribución en planta**

<b>TIPO DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>NECESIDAD DE LA MANO DE OBRA</b>
Posición fija Hombres en posición fija	Poca o ninguna especialización, pero requiere gran habilidad.
Posición fija Hombres en posición dinámica	Menos habilidad, variando con el grado en que se divide el trabajo y se mueven los hombres.
Distribución por proceso Hombres en posición fija	Especialización de tipo proceso. (operación)
Producción en cadena Hombres en posición fija	Especialización por producto y por operación.

b) El número de trabajadores necesarios

En algunos casos es necesario determinar el número de operarios para cada máquina y el número de máquinas a las que puede atender un hombre en cada departamento o área de trabajo.

La buena distribución del puesto de trabajo, está basada en ejercer un estudio de los movimientos que se puedan ejecutar en los procesos productivos. Básicamente, se trata por medio de dichos estudios evitar la necesidad de alcanzar objetos a largas distancias o realizar movimientos muy amplios, tener que efectuar movimientos violentos de codos, hombros o tronco, al igual que tener que girar o doblarse innecesariamente.

### **1.1.5.3.2. Consideraciones personales**

El temor de un posible accidente, hace que los trabajadores se sientan incómodos en su puesto. La mejor distribución es inútil, si no se ajusta a la organización de la compañía. En el caso de pasar de un tipo básico de distribución a otro, puede ser necesario un cambio completo de la mentalidad de la organización entera.

### **1.1.5.4. Movimiento**

Generalmente, cuando se trata de movimiento se considera al material (materia prima, material en proceso o productos acabados). Muchos especialistas creen que el material que se maneje menos, es el mejor manejado. Este es un concepto equivocado, por no decir falso. Fundamentalmente, el movimiento de material es una ayuda efectiva para conseguir rebajar los costes de producción, así como un más alto nivel de vida.

El movimiento de material permite que los trabajadores se especialicen, y que las operaciones se puedan dividir o fraccionar. Todo movimiento debe tomar en cuenta la reducción del manejo innecesario y antieconómico.

#### **1.1.5.4.1. Aspectos a considerar para la distribución de pasillos**

1. Diseñar pasillos rectos.
2. Conservar los pasillos despejados.
3. Marcar los límites de los pasillos.
4. Situar los pasillos con vistas a lograr distancias mínimas.

5. Disponer pasillos de doble acceso lateral.
6. Disponer pasillos principales.
7. Diseñar las intersecciones a 90°.
8. Hacer que los pasillos tengan una longitud económica.
9. Hacer que los pasillos tengan anchura apropiada.
10. Considerar las posibilidades de tráfico de dirección única.

En cuanto a la selección de elementos específicos de manejo de material, el ingeniero de distribución deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

- a) Costes del equipo una vez recibido y completamente instalado con los elementos de fuerza y combustible.
- b) Coste de funcionamiento.
- c) Coste de mantenimiento.
- d) Capacidad para el trabajo específico al que se destine.
- e) Usos secundarios del equipo.
- f) Aspectos de seguridad para el material, operario y otros.
- g) Efectos sobre las condiciones de trabajo.
- h) Seguridad en su eficiencia.

#### **1.1.5.5. Espera**

El material puede esperar en un área determinada, dispuesta aparte y destinada a contener los materiales en espera; esto se llama almacenamiento. Los materiales también pueden esperar en la misma área de producción, aguardando ser trasladados a la operación siguiente; a esto se le llama demora o espera. Los costes de espera, incluyen los siguientes:

- a) Costes del manejo efectuado hacia el punto de espera y del mismo hacia la producción.
- b) Coste del manejo en el área de espera.
- c) Coste de los registros necesarios para no perder la pista del material en espera.
- d) Costes de espacio y gastos generales.
- e) Intereses del dinero representado por el material ocioso.
- f) Coste de protección del material en espera.
- g) Coste de los contenedores o equipo de retención involucrados.

#### **1.1.5.5.1. Particularidades del factor espera**

- Área de recepción del material entrante.
- Almacenaje de materia prima u otro material comprado.
- Almacenajes dentro del proceso.
- Demoras entre dos operaciones.
- Áreas de almacenaje de productos acabados.
- Áreas de almacenaje de suministros, mercancías devueltas, material de embalaje, material de recuperación, desechos, material defectuoso, suministros de mantenimiento y piezas de recambio, dibujos y muestras.
- Áreas de almacenamiento de herramientas, utillajes, galgas, calibres, maquinaria y equipo inactivo o de repuesto.

#### **1.1.5.5.2. Método de almacenaje**

La siguiente lista de posibilidades puede ayudar a ahorrar espacio:

1. Aprovechar las tres dimensiones.
2. Considerar el espacio de almacenamiento exterior.

3. Hacer que las dimensiones de las áreas de almacenamiento sean múltiplos de las dimensiones del producto a almacenar.
4. Colocar la dimensión longitudinal del material, estanterías o contenedores, de forma que quede perpendicular a los pasillos de servicio principales.
5. Usar la anchura apropiada de pasillos y hacer que los pasillos transversales sean de una sola dirección.
6. Clasificar los materiales por su tamaño, peso o frecuencia de movimientos y después almacenarlos en consecuencia.
7. Almacenar hasta el límite máximo de altura fijado.
8. Ajustar el área y el espacio para un momento de máxima actividad con un máximo de carga.
9. Situar los artículos que se hallan de medir, pesar o controlar, en general, cercanos al equipo de medición, pesaje o control.

#### **1.1.5.6. Servicio**

Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria.

##### **1.1.5.6.1. Instalaciones para uso del personal**

Es preciso lograr que los servicios del personal sean, tan apropiados como el espacio o la producción lo haga posible.



#### **1.1.5.6.2. Iluminación**

La iluminación es un elemento importante y necesario que no implica costos elevados. Los diferentes tipos de iluminación (fluorescente, incandescente) deben ser escogidos y asignados dependiendo de las necesidades de la planta, del área o de los procesos específicos que vayan a desarrollarse en ella.

#### **1.1.5.6.3. Calefacción y ventilación**

La colocación de las unidades de calefacción y ventilación es una consideración importante en algunas distribuciones, ya que al instalar estos equipos debe tenerse en cuenta que debe existir una distancia prudencial entre los mismos y el personal, los materiales y demás maquinaria que posea la planta.

#### **1.1.5.6.4. Servicios relativos a los materiales**

En la distribución de maquinaria se deben destinar áreas en las que se puedan llevar a cabo todas las actividades concernientes a los servicios que requieren los materiales. Así como también el control a las mermas rechazos y desperdicios.

#### **1.1.5.6.5. Control de la calidad**

Las consideraciones de calidad influyen de un modo directo sobre la distribución en cuanto a la situación de las áreas y equipo de verificación, y a la accesibilidad a las áreas de trabajo.

Una buena distribución debe proporcionar a la operación de inspección el espacio y lugar que necesite, es decir, se debe prever espacio, en las áreas de trabajo, para el personal de supervisión e inspectores (verificadores), con el fin de que su labor garantice un porcentaje muy bajo o casi nulo de desechos, rechazos y de materiales defectuosos.

#### **1.1.5.6.6. Control de producción**

Frecuentemente, el método utilizado para planificar o programar el material, puede limitar completamente una distribución. Otras veces conduce a un mayor manejo, a demoras más largas entre operaciones y a una actividad baja en líneas de fabricación enteras. La planificación y control de la producción, probablemente, afecta a las áreas de almacenaje de la planta y a los puntos de espera más que cualquier otra condición. De ella depende el tiempo de espera entre dos operaciones y regula la cantidad de espacio para las mercancías entrantes y productos terminados. Las circunstancias en las cuales se aconseja un análisis detenido del control de la producción son: la conversión de un tipo de distribución en otro, mucha maquinaria y/o mano de obra parada, mucho material en espera a lo largo del proceso, incumplimiento de promesas de entrega y supervisores y/o trabajadores buscando materiales, herramientas, planos, etc.

#### **1.1.5.7. Edificio**

Algunas industrias pueden operar en casi cualquier edificio industrial que tenga el número usual de paredes, techos, pisos y líneas de utilización. Unas pocas funcionan realmente sin ningún edificio. Otras, en cambio, requieren estructuras industriales expresamente diseñadas para albergar sus operaciones específicas.

El edificio es el caparazón que cubre a los operarios, materiales, maquinaria y actividades auxiliares, siendo también una parte integrante de la distribución de maquinaria. El edificio influirá en la distribución sobre todo si ya existe en el momento de proyectarla, razón por la cual las características del edificio llegan a ser en muchas ocasiones limitaciones a la libertad de distribución. Debido a la cualidad de permanencia, el edificio crea cierta rigidez en la distribución. Los elementos o particularidades del factor edificio son:

#### **1.1.5.7.1. Edificio especial o de uso general**

Lo primero que debe decidir el ingeniero distribuidor es si desea un edificio **hecho a medida** o **fabricado en serie**. Los edificios de aplicación general, son aquellos en los que se pueden fabricar diferentes productos con igual facilidad, su costo inicial es menos elevado a causa de los diseños standard, materiales de construcción standard, y métodos regulares de construcción. Pueden ser adaptados con facilidad a productos nuevos y a nuevos equipos, a cambios en las necesidades de producción o a nuevos propietarios. Por otro lado, los edificios especiales generalmente son más costosos y menos negociables, también se encuentran más expuestos a quedar anticuados o a resultar pequeños, a medida que la producción y los medios para la misma aumentan o cambian al influjo de nuevas condiciones.

#### **1.1.5.7.2. Edificio de uno o varios pisos**

Las plantas que requieran más de un piso, como es natural, deberán adoptar el sistema de pisos superiores con el fin de utilizar de un modo económico el terreno.

Se deben usar edificios de un solo piso, incluyendo altillos y/o sótanos cuando concurren las siguientes condiciones: el producto sea grande, pesado o relativamente barato por libra de peso, el peso del equipo dé lugar a grandes cargas sobre el suelo, se precise de un espacio grande y relativamente despejado, el costo del terreno sea bajo y exista terreno disponible para posibles expansiones.

#### **1.1.5.7.3. Forma del edificio**

Hoy en día se insiste en construcciones que sean relativamente cuadradas, no obstruidas ni divididas por paredes y construidas a base de secciones rectangulares y que se expanden añadiendo secciones adicionales en sus extremos laterales. Las operaciones peligrosas, sucias, ruidosas o productoras de vibración deberán separarse en edificio aparte. Las áreas que no toman parte directa en el flujo de producción, como administración, también pueden ser construidas aparte del edificio de producción. Se usará un edificio relativamente cuadrado cuando existan cambios frecuentes en el diseño del producto, mejoras frecuentes en los métodos de proceso, reordenaciones frecuentes de la distribución y restricciones o economías en la cantidad de materiales empleados.

#### **1.1.5.7.4. Particularidades del emplazamiento**

Existen elementos que impiden la expansión de los edificios y que pueden limitar la distribución o que deben ser alterados. Ejemplos de estos casos son las líneas de ferrocarril, canales, edificios circundantes y carreteras adyacentes a la construcción de la planta. Los edificios están limitados por varios elementos, pero a su vez los edificios también limitan la distribución.

### **1.1.5.8. Cambio**

Las condiciones de trabajo siempre estarán cambiando y esos cambios afectarán a la distribución en mayor o menor grado. El cambio es una parte básica de todo concepto de mejora y su frecuencia y rapidez se va haciendo cada día mayor. Los cambios envuelven modificaciones en los elementos básicos de la producción como hombres, materiales y maquinaria, en las actividades auxiliares y en condiciones externas y uno de los cambios más serios es el de la demanda del producto, puesto que requiere un reajuste de la producción y por lo tanto, de un modo indudable, de la distribución.

#### **1.1.5.8.1. Flexibilidad de la distribución**

La flexibilidad de una distribución significa su facilidad de adaptarse a los cambios, razón por la cual se hace necesario poseer en la planta:

- Maquinaria y equipo desplazable: es básicamente el principal elemento en la flexibilidad de una distribución. Se consigue por medio de maquinaria libre de cualquier emplazamiento fijo.
- Equipo autónomo: un equipo autónomo, independiente de los servicios de la planta general, hace mucho en pro de la flexibilidad de una distribución.
- Líneas de servicio fácilmente accesibles: la accesibilidad a éstas y a la distribución de servicios permite la flexibilidad

- Equipo normalizado: los estantes de almacenamiento, las secciones de transportador, los motores, las conexiones, etc., si se encuentran normalizados son elementos que conducen todos a la economía tanto en el proyecto de una redistribución como en la ejecución del cambio.
- Técnicas de movimiento bien concebidas y previamente planeadas: son la base de movimientos casi diarios en multitud de plantas.
- La construcción del edificio: el edificio puede ayudar o estorbar el logro de la flexibilidad. Se requiere de espacios amplios y despejados, con pocas separaciones y un mínimo de obstrucciones.

Básicamente la flexibilidad de una distribución se consigue manteniendo la distribución original tan libre como sea posible de toda característica fija, permanente o especial.

#### **1.1.5.8.2. Adaptabilidad y versatilidad de la distribución**

Además de poder adaptarse a las reordenaciones con facilidad, una buena distribución debe poder adaptarse a las emergencias y variaciones de la operación normal, sin tener que ser reordenada. Es necesario asegurar la adaptabilidad proporcionando equipos suplementarios para todas las posibles demoras, estableciendo rutas de flujo sustitutivas (circuitos secundarios) y estableciendo estacionamientos de existencias o *stocks* de compensación en períodos de horas extras, trabajo de final de semana o turnos extras.

La versatilidad de una distribución se mide por su aptitud para manejar una variedad de productos y/o cantidades diferentes. Una manera de resolver este problema es a través de una planificación mejor, de más espacio de almacenamiento de productos terminados y recorridos más largos. La versatilidad de cualquier distribución depende en gran manera de la versatilidad de la maquinaria y del equipo para enfrentarse con fluctuaciones en la variedad y cantidad así como la habilidad de la supervisión para ajustar y regular las condiciones de operación.

#### **1.1.5.8.3. Expansión**

El considerar las futuras expansiones o ampliaciones de la distribución y de sus elementos es un deber del ingeniero de distribución, el cual debe evitar ser negligente al atender o al pensar solamente en las necesidades del presente.

#### **1.1.5.8.4. Instalaciones ya existentes que limitan la nueva distribución**

La forma de conseguir que las operaciones continúen, mientras se instala nueva distribución, es una cuestión puramente de distribución, y que se pasa muy a menudo por alto hasta que llega el momento de instalar la distribución y de cómo hacerlo para causar el mínimo de interrupciones en la producción, con un mínimo de costo y de producción perdida.

#### **1.1.5.8.5. Cambios externos**

Estos cambios por lo general afectan a varias empresas de manera simultánea.

En ocasiones estos cambios influyen en la distribución de un área específica y en otras a toda la distribución interna de la planta. Son muchos los factores externos que tienen incidencia directa sobre las industrias. De aquí que el distribuidor deba hacer todo lo posible para determinar qué cambios externos podrán tener lugar, que afecten a su distribución.

Generalmente, cuanto más flexible es una distribución, o cuantas menos características fijas, permanentes o especiales posee, más fácil es hacer la nueva distribución. Por lo tanto, se procurará reducir las limitaciones de instalación por medio de características que sean favorables a la consecución de la flexibilidad.

### **1.2. Datos generales de la empresa litográfica**

En la actualidad la empresa cuenta con capacidad para realizar los siguientes procesos: Diseño gráfico, diseño estructural, impresión offset multicolor, barnizado acuoso, barnizado ultra violeta, troquelado, realzado, estampado, pegado y guillotinado sobre cartones y papeles de fibra virgen, reciclados, recubiertos de polietileno y metalizados.

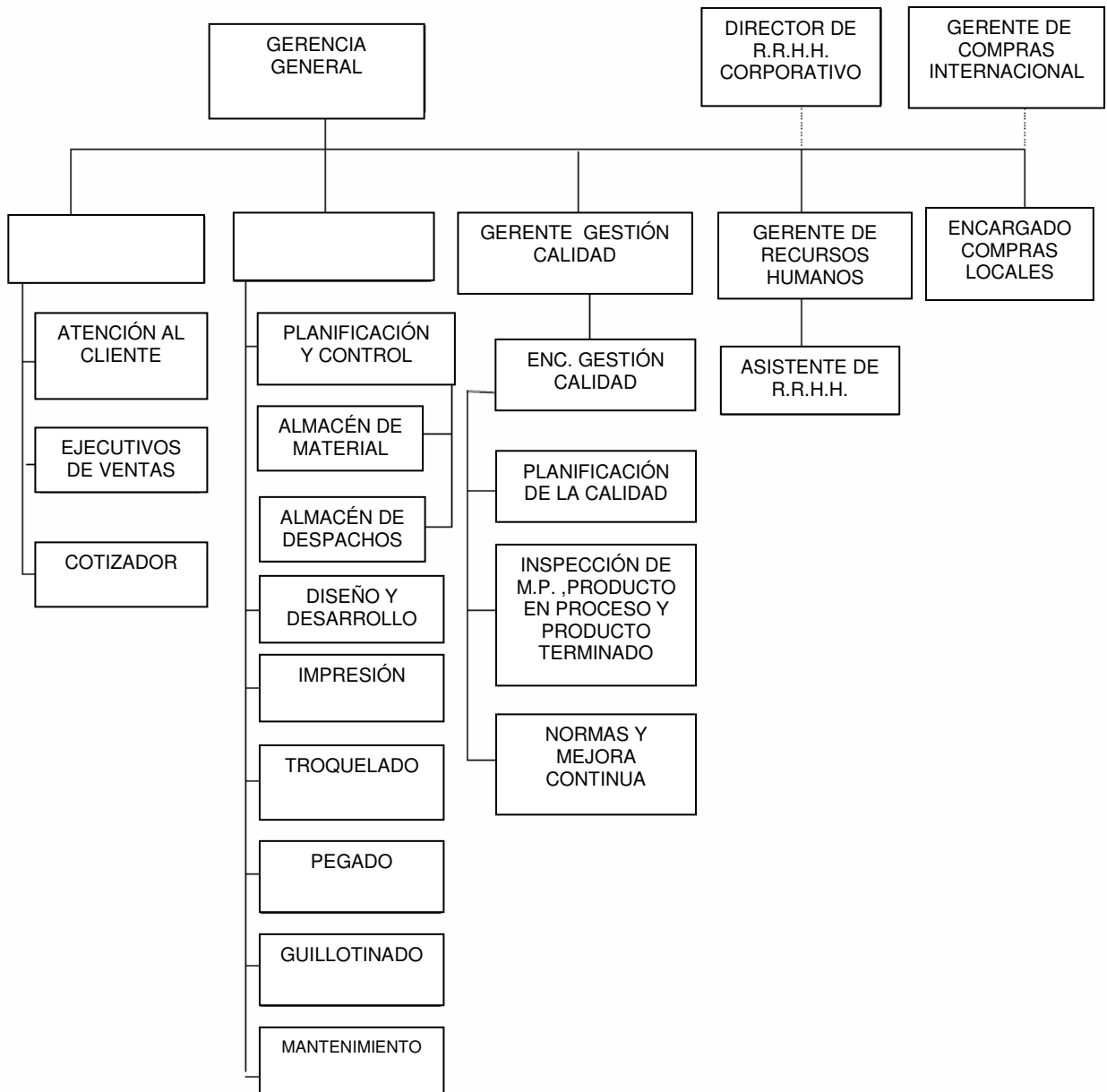


### 1.2.1. Ubicación

La planta industrial de la empresa litográfica en estudio se encuentra ubicada actualmente en la ciudad capital de Guatemala, C.A.

### 1.2.2. Organización

Figura 1. Organigrama general de la empresa litográfica



### **1.2.3. Sistema de gestión de la calidad**

Para asegurar que los productos cumplan con los requisitos especificados, la empresa litográfica en estudio establece, documenta, implementa y mantiene un sistema de gestión de calidad, que cubre los requisitos de la Norma ISO 9001:2000, en los cuales se encuentran los procedimientos e instructivos.

### **1.2.4. Visión**

"Ser una corporación líder, de todo tipo de empaque en Centroamérica"

### **1.2.5. Misión**

Mantener el liderazgo en Centroamérica en el negocio de cajas plegadizas y mejorar continuamente nuestra competitividad en el mercado mundial, con una organización ágil orientada hacia la rentabilidad y satisfacción del cliente.

Para lograrlo debemos ofrecer:

- A nuestros clientes:  
La satisfacción total de sus necesidades, de acuerdo a los requerimientos establecidos, a través de la innovación constante en nuestros procesos, productos y servicios.
- A nuestros proveedores:  
Una relación de largo plazo fundamentada en la comunicación estrecha y el trabajo en equipo.
- A nuestros empleados:  
La oportunidad de un continuo desarrollo personal, en un ambiente participativo, saludable y seguro.

- A los accionistas:  
Un constante aumento de su patrimonio.
- A nuestra comunidad:  
El compromiso de ser buenos ciudadanos y de contribuir a mejorar la calidad de vida de los guatemaltecos.

Nuestra misión será alcanzada a través de la integridad en todos los negocios que hacemos, tanto interno como externo, los cuales deben fundamentarse sobre una base de equidad, confianza y cooperación mutua.

#### **1.2.6. Valores**

Entre los valores que practica el personal de la empresa litográfica en estudio se pueden mencionar respeto, honradez, honestidad, responsabilidad, puntualidad, justicia, cooperación entre otros.

#### **1.2.7. Sigma: principios de calidad**

Sigma tiene una vocación por la calidad está presente en su organización, su imagen, sus relaciones, sus métodos y procesos y caracteriza a sus productos y servicios para beneficios de sus clientes.

Sigma asegura la calidad, así:

1. Manteniendo el sistema de calidad enfocado hacia el cliente, quien es el juez final de la calidad.
2. Asegurándose de que todos los miembros del personal entiendan la filosofía de calidad, sus implicaciones y sus herramientas.

3. Suministrando los medios necesarios para que su personal tenga a disposición los recursos para aplicar calidad con éxito en todas sus áreas.
4. Estableciendo progresivamente metas y estándares más altos de calidad a través de su recorrido.
5. Inculcando con respeto a la medición y a las normas de calidad a todo nivel, estableciendo un conjunto de índices corporativos y viendo que cada unidad mida su rendimiento de calidad en sus procesos.
6. Asegurándose de que todos los miembros del personal estén comprometidos con el concepto.

Nuestra meta es mantener la certificación, mediante la calidad

#### **1.2.8. Política de calidad**

La empresa litográfica como un medio para conducir a la organización hacia la mejora continua de su desempeño ha definido la siguiente política de calidad:

*“Todos, estamos comprometidos a lograr la completa satisfacción de nuestros clientes, a través del mejoramiento continuo de la calidad de nuestro trabajo, productos y servicio.”*

El gerente general y comité de calidad revisan anualmente la política de calidad para asegurarse que sea adecuada al propósito de la empresa, que proporcione un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de calidad, que incluya el compromiso de cumplir con los requisitos del cliente, lo cual es comunicado al personal de la empresa.

### **1.3. Datos históricos de la distribución del área de guillotinas de corte inicial**

#### **1.3.1. Guillotina 1**

La ubicación actual de esta guillotina se puede justificar en el hecho que en años anteriores no se contaba con la compra de una embaladora, la cual es una máquina que cumple con la función de triturar y destruir material ya procesado que no cumple con las especificaciones requeridas del cliente externo.

Ya que una embaladora era de mucha importancia para poder mantener satisfechos a los clientes externos; porque cada vez se hacía más notoria la solicitud de que la orden no conforme fuera triturada y destruida para poder evitar con ello cualquier mala utilización de dicho material; ante esta problemática se consideró y se determinó que la guillotina 1 se trasladaría al área de limpieza y se utilizaría para cumplir con la función de la embaladora ausente.

Así también es necesario mencionar que el área de guillotinas de corte inicial, en este período no contaba con el ritmo de trabajo necesario para poder proporcionar la mayor satisfacción del cliente interno al cual esta área le proporciona el material ya procesado. Por tal motivo, se consideró hacer el respectivo traslado de la guillotina 1 así como tener un lugar idóneo para la compra de una nueva guillotina que logrará aumentar el ritmo de trabajo de dicha área. En su momento se obtuvo el objetivo por el cual se trasladó la guillotina 1 a la ubicación actual; pero al comprar la embaladora respectiva la guillotina regresó a utilizarse para corte inicial y esa es la razón de la ubicación actual de dicha máquina.

### **1.3.2. Guillotina 2**

La ubicación actual de esta máquina se justifica con el hecho de la distribución en planta, con la cual la empresa inició sus labores, llevándose a cabo el 17 de diciembre de 1977, en esta fecha se inauguraron las nuevas instalaciones, donde actualmente está la planta industrial. Este solo fue un traslado, ya que la litografía fue fundada el 8 de febrero de 1926 bajo el nombre de empresa Arte Offset de Guatemala. Estando ubicada en la zona 1 de la ciudad capital.

En dicho traslado se renovó parte del equipo para continuar con la tradición vanguardista de la empresa y aumentar su capacidad instalada, pero en cuanto al área de guillotinas de corte inicial se instalaron las guillotinas 1 y 2 encontrándose actualmente en la misma posición la guillotina 2.

### **1.3.3. Guillotina 4**

La reseña histórica de la ubicación actual de esta máquina; se debe a que en el momento en el cual la guillotina 1 se trasladó al área de limpieza, el área que esta guillotina ocupaba en corte inicial quedó libre, pasando de esta forma por un tiempo.

Al llevarse a cabo el traslado de la guillotina 1, para ser utilizada como embaladora; el área de corte inicial quedó reducida a una máquina la cual era la guillotina 2, pero en tal período se llevó a cabo la compra de una nueva guillotina con características similares pero con ciertas ventajas en su operación, al realizar esta compra la instalación de dicha máquina no fue mayor problema ya que existía el espacio que la guillotina 1 utilizaba, por tal motivo, la guillotina 4 fue instalada en la posición que se encuentra actualmente.

#### **1.4. Datos históricos de la distribución de los clientes internos del área de guillotinas de corte inicial**

Los datos históricos de la ubicación actual del cliente interno principal para el área de interés; nos proporcionan información que será útil al considerar las propuestas requeridas, ya que en ellas se encuentran las razones de la distribución actual del área de impresión.

##### **1.4.1. Área de impresión**

El área de Impresión es el principal cliente interno del área de guillotinas de corte inicial, la ubicación actual de esta área se justifica con la distribución de planta original, existiendo, con el transcurso del tiempo, ciertos cambios; esto en lo que respecta a maquinaria ya que las dimensiones han sido las mismas que las iniciales.

Actualmente esta área cuenta con 5 máquinas, de las cuales cuatro de ellas dependen exclusivamente del material ya procesado por el área de guillotinas de corte inicial, la quinta máquina cumple con la función de barniz, el cliente interno de esta máquina es el área de impresión ya que una vez ha sido procesado, por la respectiva prensa programada; este material debe ser procesado por esta prensa, es decir, este material lleva dos pasadas; una con tinta y otra con barniz.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA DEL ÁREA DE GUILLOTINAS DE CORTE INICIAL EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA**

### **2.1. Descripción de la distribución actual**

En la actualidad el área de guillotinas está conformada con seis de ellas; tres llevan a cabo la función de corte inicial; las cuales son la guillotina 1, 2 y 4, las restantes son de corte final; la guillotina 2 y 4 se encuentran ubicadas actualmente en la posición de la distribución de planta inicial, en tanto que la guillotina 1 fue trasladada al área de limpieza de cajas, como se estudió anteriormente.

El área de corte y conversión a pliegos es el proceso anterior al de guillotinas de corte inicial, actualmente esta área cuenta con dos cortadoras ubicadas aproximadamente a 14.5 metros de distancia al área en estudio. Siendo esta la ubicación designada al iniciar la instalación de la planta litográfica.

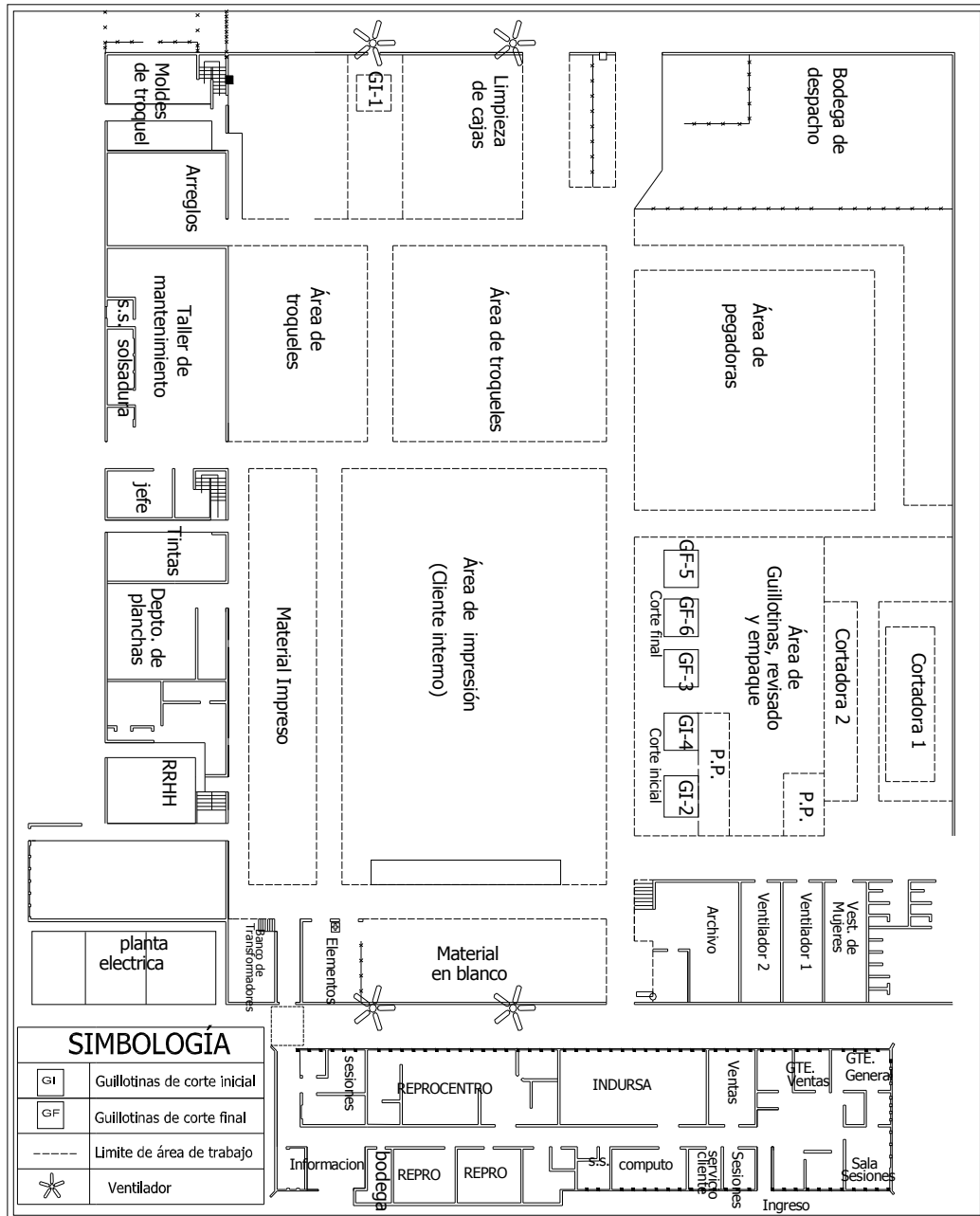
Con respecto al cliente interno del área de guillotinas de corte inicial que es el área de impresión, la empresa litográfica cuenta con 5 prensas que poseen un ritmo de trabajo superior al área en estudio; aumentando ello la importancia de encontrar mejoras en dicha área.

La ubicación de cada área se presenta en el plano de la planta de producción.



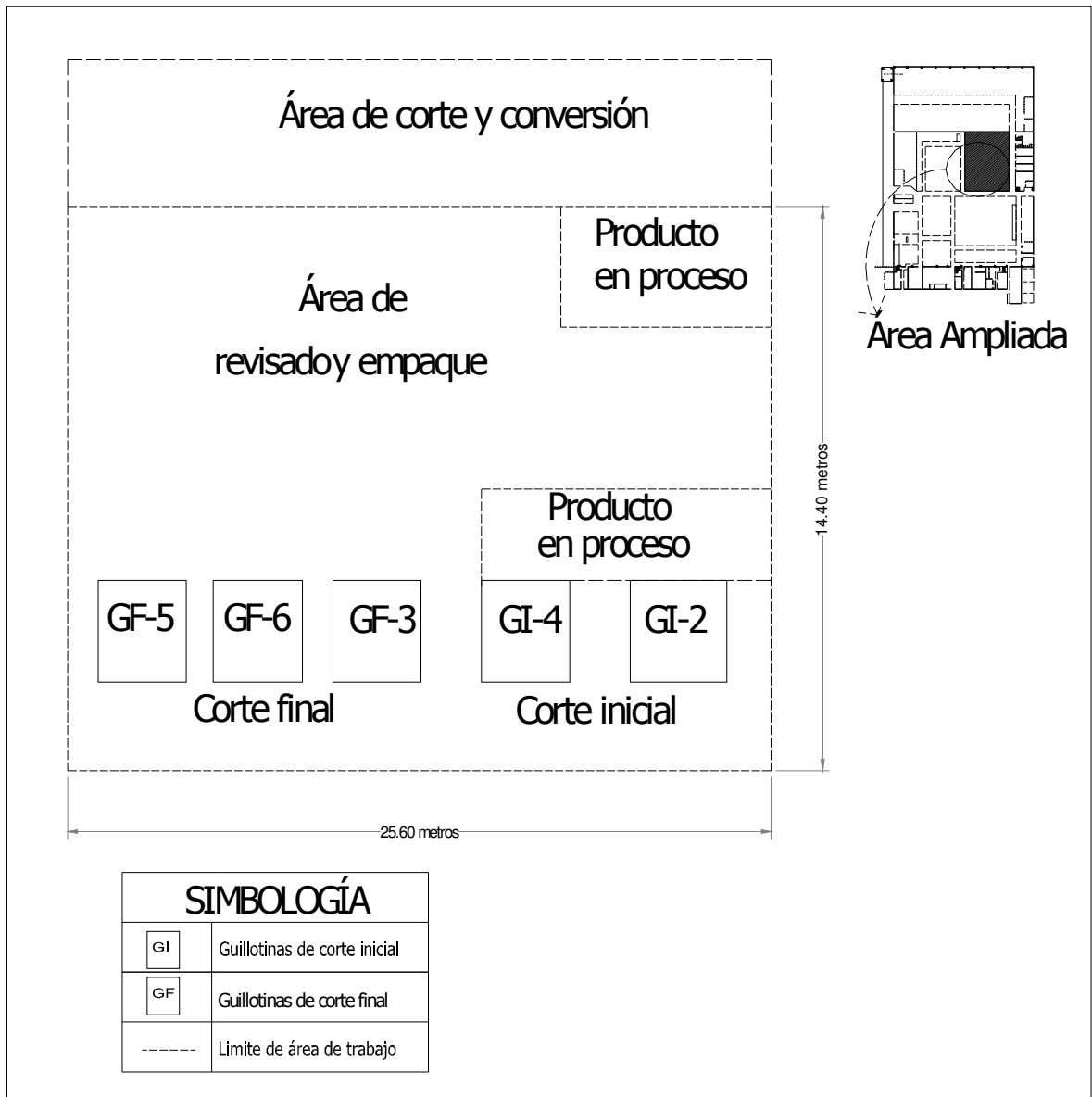
## 2.1.1. Diagrama de distribución de maquinaria de la planta litográfica

Figura 2. Diagrama de distribución de planta



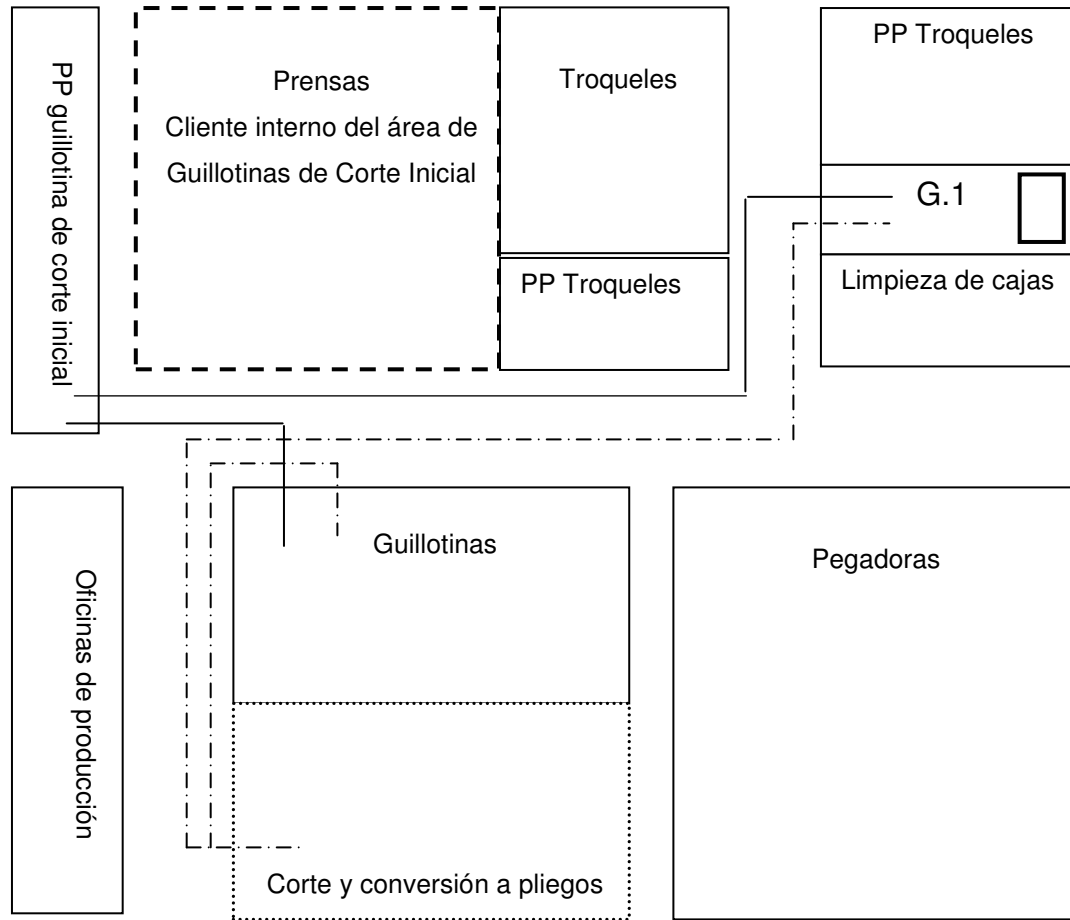
**2.1.1.1. Diagrama de distribución de maquinaria del área de guillotinas de corte inicial**

**Figura 3. Diagrama de distribución de maquinaria**



**2.1.1.2. Diagrama de relaciones del área de guillotinas de corte inicial**

**Figura 4. Diagrama de relaciones del área de guillotinas de corte inicial**



<b>SIMBOLOGÍA</b>	
□	Guillotina 1, posición actual
- - - - -	Transporte inicial
—	Transporte Final
□	Cliente interno de guillotinas de corte inicial
□	Operación anterior de guillotinas de corte inicial

### **2.1.1.3. Diagrama de relación de los procesos**

Para asegurar que los productos cumplan con los requisitos especificados, la empresa litográfica en estudio establece, documenta, implementa y mantiene un Sistema de Gestión de Calidad, que cubre los requisitos de la Norma ISO 9001:2000, en los cuales están referidos los procedimientos e instructivos.

#### **2.1.1.3.1. Interrelación de los procesos**

Los procesos en los cuales se desarrolla el sistema de gestión de calidad de la empresa litográfica, son:

- Proceso directivo
- Proceso de ventas
- Proceso de compras
- Proceso de producción
  - Sub proceso de planificación
  - Sub proceso de mantenimiento
- Proceso de gestión de calidad
- Proceso de recursos humanos

##### **2.1.1.3.1.1. Proceso directivo**

Da unidad de propósito y dirección al sistema de gestión de calidad y sus procesos, de acuerdo a la misión, política de calidad y objetivos de la empresa.

#### **2.1.1.3.1.2. Proceso de ventas**

Recopila las necesidades, requisitos y expectativas del cliente, las traduce en especificaciones y diseño de productos (cuando es necesario) y las entrega al proceso de producción para que sean convertidas en producto, conforme a los requisitos del cliente.

#### **2.1.1.3.1.3. Proceso de compras**

Realiza la compra o suministro de materias primas, materiales y servicios, necesarios para el proceso de producción. Este proceso es alimentado por los pronósticos de ventas y los inventarios actuales de materia prima y producto terminado. Este proceso busca asegurar la calidad de las materias primas, buscando el beneficio mutuo empresa-proveedores.

#### **2.1.1.3.1.4. Proceso de producción**

Transforma las materias primas, a través de sus sub-procesos y actividades relacionadas, optimizando el uso de los recursos humanos, maquinaria, equipo e instalaciones, asegurándose que en cada uno de los mismos se cumplan las especificaciones del cliente para garantizar la conformidad del producto. Se apoya en los sub-procesos de planificación y mantenimiento.

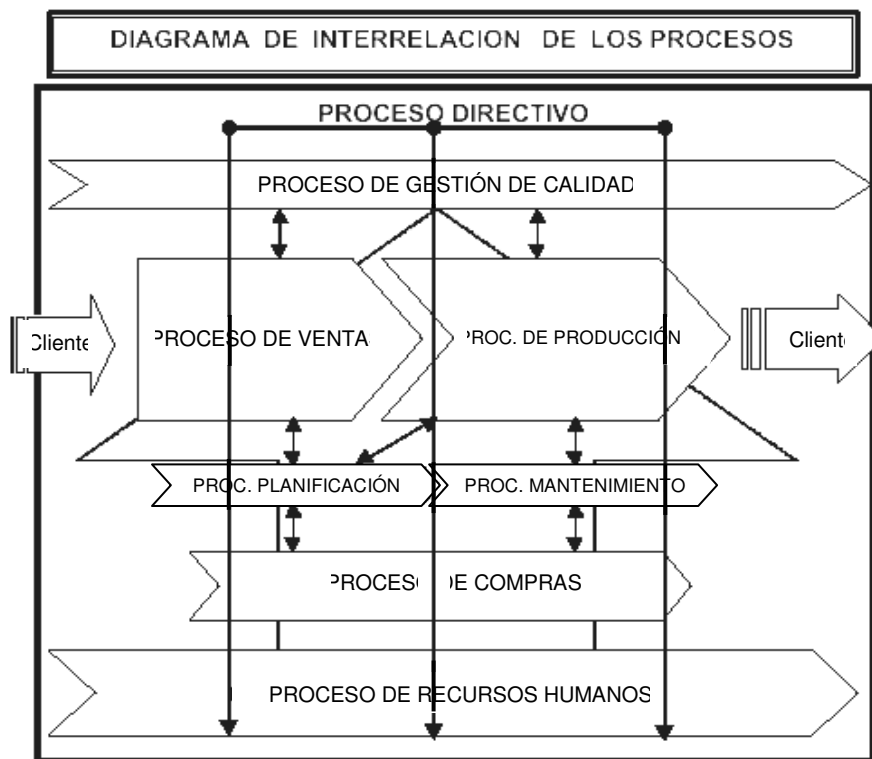
### 2.1.1.3.1.5. Proceso de gestión de calidad

Administra o gestiona el sistema de calidad, midiendo y monitoreando la calidad desde las materias primas, durante el proceso productivo, hasta el producto terminado, para asegurar la entrega de producto conforme a los requisitos del cliente.

### 2.1.1.3.1.6. Proceso de recursos humanos

Realiza el reclutamiento, selección y dotación de recursos humanos necesarios para que el sistema de calidad opere eficazmente, a través de la identificación de competencias, capacitación y entrenamiento. Contribuye al mantenimiento de las buenas relaciones laborales y ambiente de trabajo.

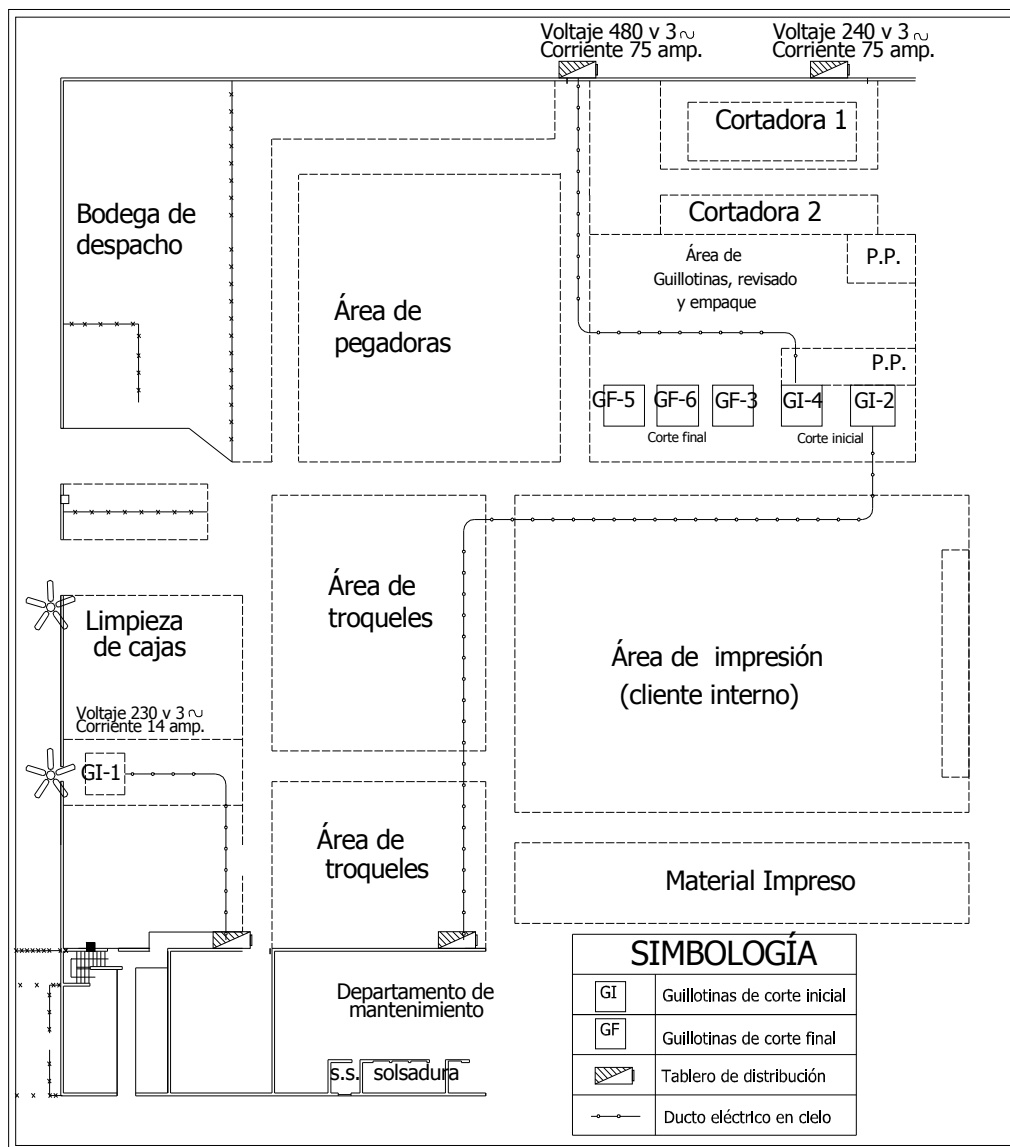
**Figura 5. Diagrama de interrelación de los procesos**



### 2.1.1.4. Plano de la instalación eléctrica en el área de guillotinas de corte inicial

A continuación se presenta un plano de la instalación eléctrica tanto del área de guillotinas de corte inicial como la instalación de la guillotina 1; la cual se encuentra en el área de limpieza.

**Figura 6. Plano de instalación eléctrica**



## **2.2. Aspectos influyentes en la ubicación actual**

La idea de una redistribución de maquinaria considera tomar en cuenta que la ubicación de la guillotina 1 hace que los recursos existentes en la empresa no se utilicen eficientemente, ya que la distancia a recorrer para el manejo tanto de material inicial como de material ya procesado es sustancialmente mayor con respecto al área en donde se encuentran ubicadas las guillotinas restantes.

### **2.2.1. Distancia en el recorrido**

La distancia en el recorrido de la estación de trabajo anterior, el área de corte y conversión, es variable para cada guillotina. Ya que la ubicación de la guillotina 1 es sustancialmente mayor con respecto a la 2 y 4.

La distancia que es necesario recorrer para el transporte del material que proporciona el área de corte y conversión para la guillotina 1 es de 103.50 metros, aproximadamente.

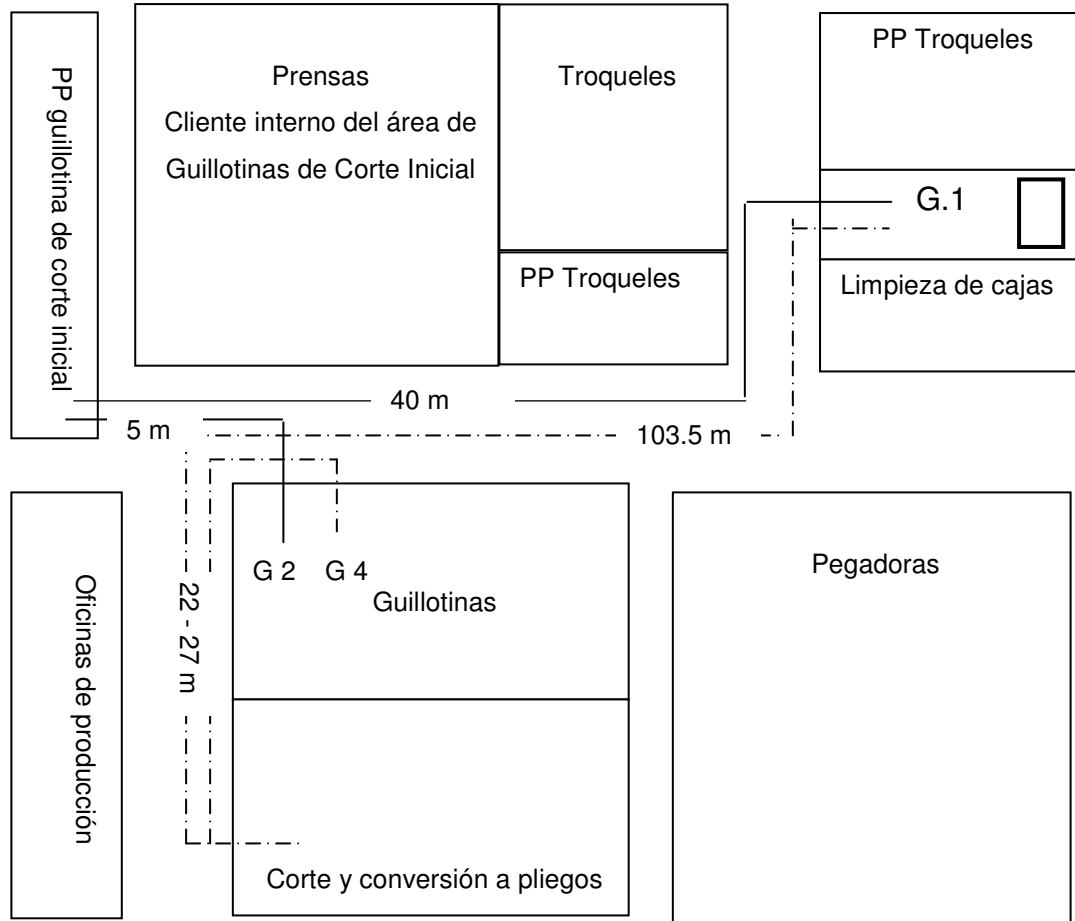
La distancia para las guillotinas 2 y 4 no tienen una gran diferencia entre ellas; ya que estas se encuentra en el área estipulada en la distribución en planta inicial; esta medida oscila entre 22 y 27 metros, respectivamente.

En cuanto a la distancia para el transporte de material ya procesado, éste debe dirigirse al área designada para material en proceso, en espera para ser utilizado en el área de impresión; para las guillotinas 2 y 4 este varía entre 5 a 25 metros, en tanto que para la guillotina 1 esta distancia es aproximadamente de 40 metros.



A continuación se presentan las distancias descritas anteriormente.

**Figura 7. Distancias entre operaciones**



SIMBOLOGÍA	
□	Guillotina 1, posición actual
- - - - -	Transporte inicial
—	Transporte Final

### 2.2.2. Tiempo de operación

El tiempo de operación para cada una de las guillotinas es variable; encontrando su justificación en el estudio de tiempos elaborado.

Para poder determinar el tiempo estándar de operación en cada estación de trabajo, es decir, guillotina 1, 2 y 4, se llevó a cabo con las características particulares de una orden la cual es una de las más frecuentes, es necesario hacer notar que este estudio se trabajó para lograr un estándar de trabajo en cada guillotina ya que éstas presentan diferencias en cuanto a la eficiencia de trabajo.

La tabla que resume los datos del tiempo estándar obtenido es la siguiente:

**Tabla II. Tiempo estándar de operación de guillotinas de corte inicial**

<b>Características</b>	<b>Elementos</b>	<b>Guillotina 1</b>	<b>Guillotina 2</b>	<b>Guillotina 4</b>
Material: Maule C.14	Transporte inicial	33.08	10.51	11.17
	Colocar material	2.34	2.16	2.72
Cantidad: 16000 pliegos	4 Cortes	3.69	4.57	3.16
	Colocar mat. proc.	2.60	3.08	2.24
	Identificar el mat.	6.33	7.39	7.54
	Transporte final	12.52	5.50	6.56
	Tiempo de op.	139.08	173.11	123.91
	Tiempo estándar (pliegos/hrs.)	6902.50	5545.61	7747.65

El tiempo de todos los elementos presentados, es el promedio del tiempo en que se realiza la respectiva actividad, el de operación es el tiempo total para procesar la cantidad especificada. El tiempo de transporte final está cuantificado para ser llevado al área de material en proceso.

Al llevar a cabo una comparación de los tiempos consumidos en el transporte, tanto inicial como final; de las tres guillotinas es el siguiente:

**Tabla III. Tiempo de transporte guillotina 1**

Tiempo total de transporte	33.08+ 12.52 45.6 minutos
----------------------------	------------------------------

**Tabla IV. Tiempo de transporte guillotina 2**

Tiempo total de transporte	10.51+ 5.50 16.01 minutos
----------------------------	------------------------------

**Tabla V. Tiempo de transporte guillotina 4**

Tiempo total de transporte	11.17+ 6.56 17.73 minutos
----------------------------	------------------------------

Observando las diferencias existentes en el transporte de cada guillotina, se encuentra que para una orden con características similares se consume 27 minutos más para ser transportada a la guillotina 1 en comparación con la guillotina 4.

La diferencia de la guillotina 2 con la 4 es de 1.72 minutos, esto debido a que la distancia de la guillotina 4 con respecto a la 2 no es significativa.

### **2.2.3. Otros aspectos**

Se puede determinar que existen otros aspectos influyentes en la distribución de maquinaria del área de guillotinas de corte inicial que se encuentra actualmente, uno de ellos es la instalación de un ventilador, el cual se encuentra ubicado en la parte superior de la guillotina 1, cuando en dicha estación de trabajo se planifica corte de papel de regalo se debe suspender la utilización del ventilador; ya que al introducir aire a la planta, por las características particulares del material, este se eleva provocando errores en la operación. Siendo esto una razón por la cual existe, en ciertas horas, escasez de ventilación en toda la planta de producción.

Otro aspecto que se cree pertinente hacer mención, con respecto a la distribución de maquinaria actual en el área en estudio, es la pérdida de tiempo productivo existente en la estación de trabajo de la guillotina 1, provocado por el material en proceso del área de troqueles; ya que para iniciar el turno de trabajo en la jornada matutina de la mencionada guillotina se debe considerar el tiempo que se emplea en mover material en proceso del área de troqueles, el cual se ha colocado en esta área en el turno nocturno; ya que en este horario no se programa la utilización de esta guillotina por falta de supervisión en el área en este horario.

Como se mencionó anteriormente, el área de guillotinas no puede trabajar en toda su capacidad, durante la jornada de trabajo nocturno; ya que por falta de supervisión en esta área, la guillotina 1 se ve limitada a ser utilizada solo en el turno de trabajo matutino y vespertino omitiéndose en su caso el turno nocturno.

### **2.3. Estudio de una distribución de maquinaria**

El estudio de una distribución de maquinaria se realiza de la siguiente forma:

1. Se recoge la información.
2. Se consideran los datos obtenidos y se plantean las distribuciones parciales.
3. Se plantea la distribución general.
4. Se comprueba la circulación y se proyecta la distribución definitiva.

Los factores que más influyen en el planteamiento de una distribución de maquinaria son:

#### **2.3.1. Productos**

La empresa litográfica en estudio cuenta con capacidad para realizar los siguientes procesos: Diseño gráfico, diseño estructural, impresión offset multicolor, barnizado acuoso, barnizado ultra violeta, troquelado, realzado, estampado, pegado y guillotinado sobre cartones y papeles de fibra virgen, reciclados, recubiertos de polietileno y metalizados.

El crecimiento y actualización tecnológica de la empresa se han logrado gracias a que las más importantes empresas del área confían la fabricación de sus empaques.

Los productos que la litografía puede ofrecer en la fabricación de empaque y materiales impresos pueden ser a:

La industria alimenticia

- Etiquetas de papel para jugos y alimentos enlatados y envasados
- Cajas plegadizas para galletas, harinas, postres, chicles, etc.

La industria del tabaco

- Etiquetas de papel para empaque de cigarrillos.
- Cajillas o etiquetas duras para las presentaciones.

La industria licorera

- Etiquetas de papel impresas en proceso offset y estampadas.
- Cajas o estuches plegadizos para botellas de cualquier tamaño

La industria de la publicidad

- Impresión de afiches o postales de cualquier tamaño
- Folletos de varios cuerpos
- Volantes

### **2.3.2. Materiales**

Ya que es necesario conocer cuáles son los materiales que intervienen en la fabricación del proceso, se ha determinado que los materiales más frecuentes de la empresa en estudio son: Cartón blanco 0.020 a 28", cartón *newsback* cal. 0.014 a-33.7/8", cartón *newsback* cal. 0.22 22, cartón maule r.c. cal. 0.014 a-42 3/4", papel kraft blanqueado 120 gm/m<sup>2</sup> a.26", cartón maule r.c. cal. 0.012 a-39", papel lumilabel c1s 80 gramos, cartón *newsback* cal. 0.014 a-24 1/2", cartón blanco metalizado cal.0.026 a-17", cartón maule r.c. cal. 0.014 25 1/4 x 33, entre otros.

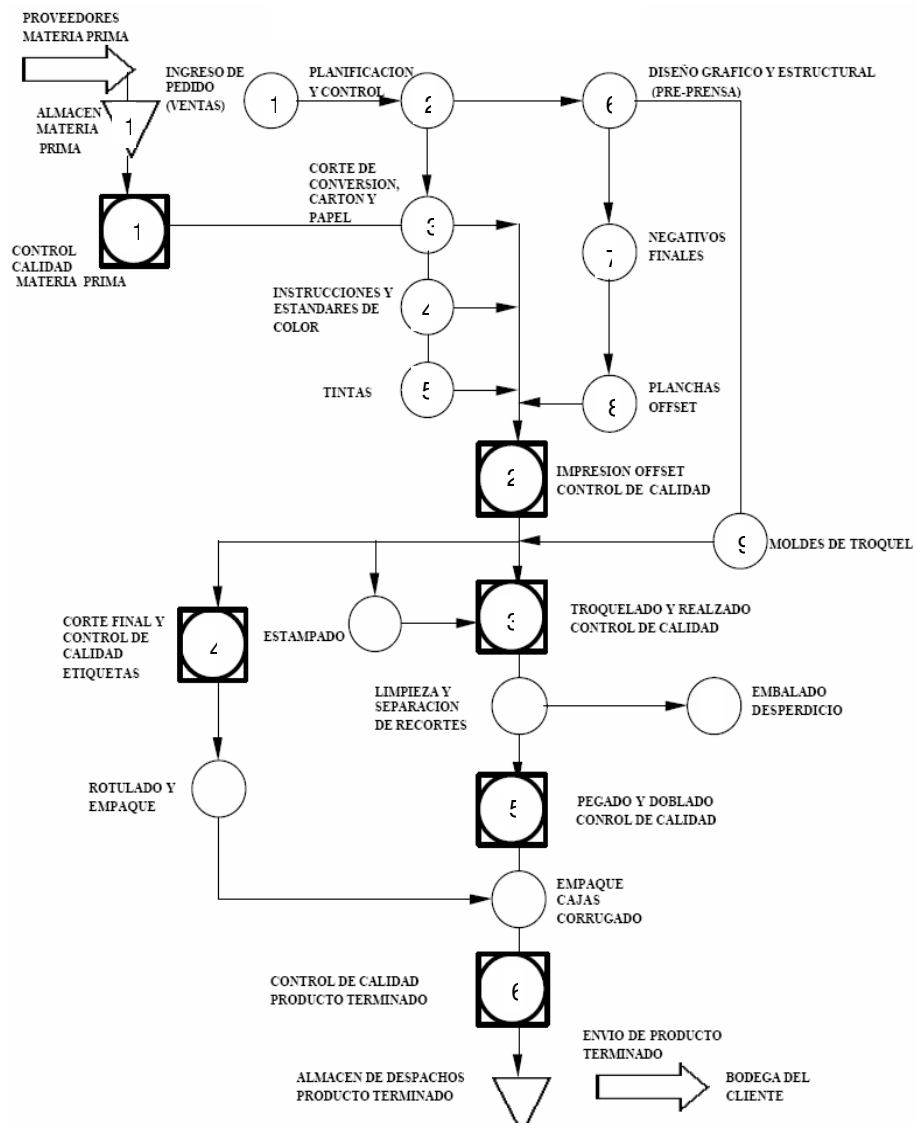
La forma de almacenarlo es por medio de rollos recubiertos de un material *stretch wrap* con el cual se consigue aislarlo del polvo.

### 2.3.3. Ciclo de fabricación

El ciclo completo de fabricación para la mayoría de los pedidos es el siguiente:

**Figura 8. Ciclo de fabricación**

<b>PROCESO:</b> Elaboración de empaque	<b>FECHA:</b> 2 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>OPERACIÓN:</b> Ciclo de fabricación
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortiz Alvarado	<b>HOJA:</b> 1/1



#### **2.3.4. Maquinaria**

Como se observó en el ciclo de fabricación, este inicia con la maquinaria de corte y conversión a pliego, dicha área cuenta con dos cortadoras.

Después de este proceso entra al área de corte inicial en donde el material ya en pliego se guillotina con las medidas específicas de la orden; ésta área cuenta con tres máquinas dejando listo el material para ingresar al área de impresión, actualmente se cuenta con seis prensas de las cuales una de ellas cumple con la función de aplicar barniz al material ya impreso. Cuando la orden es de etiquetas de cigarrillos u otros pedidos similares, ingresa al área de guillotinas de corte final; en donde esta área cuenta actualmente con tres máquinas, al finalizar este proceso.

Para las órdenes restantes el siguiente proceso es el de troqueles, en donde se cuenta con tres máquinas que realzan y cortan; para ello es necesaria un área de moldes de troqueles, en el cual se almacena todos los moldes de cada máquina; con las características específicas de todas las órdenes para poder utilizarlas en pedidos posteriores. Al salir de troqueles el producto en proceso puede tomar dos rumbos, si en troqueles sólo se trabajó el realizado pero no el corte total sino sólo parcial, debe pasar al área de limpieza en donde el proceso se lleva a cabo con mano de obra. La maquinaria con la que cuenta dicha área es una embaladora, la cual se encarga de triturar el material que no cumple con las especificaciones del cliente, el otro rumbo a tomar, si en troqueles se realizó el corte, éste producto en proceso ingresa al área de pegadoras donde existen seis máquinas; las cuales doblan y pegan el producto que requiere estas condiciones. Finalizando el proceso en el área de empaque y rotulados en cajas corrugadas, en donde no requiere maquinaria alguna, solamente mano de obra directa.



### 2.3.5. Hombres

En cuanto a la mano de obra que interviene durante todo el proceso de fabricación, como se mencionó anteriormente; las áreas que dependen exclusivamente de este trabajo es el área de limpieza y el área de rotulado y empaque.

Actualmente, en el área de limpieza se cuenta con el servicio de *outsorsing* en donde la mano de obra es solicitada tomando en cuenta la carga de trabajo planificado.

En las demás áreas la mano de obra por turno de trabajo, es la siguiente:

**Tabla VI. Número de operarios por área de trabajo**

<b>Área de Trabajo</b>	<b>Número de operarios por máquina</b>	<b>Total</b>
Corte y conversión	1	2
Guillotinas de corte inicial	1	3
Prensas	3	18
Troqueles	2	8
Pegadoras	3	18
Guillotinas de corte final	1	3

Cada área cuenta con supervisores, que cumplen con la característica que como mínimo han obtenido el cierre de pensum a nivel universitario en la carrera de ingeniería industrial.

### **2.3.6. Movimientos de materiales y productos terminados**

La herramienta que se utiliza para el transporte del material en proceso es por medio de *pallet*, los cuales se inician a utilizar desde el área de corte y conversión ya que en esta área el material ya es transformado a pliegos. A partir de aquí se almacena por pilas sobre plataformas de madera, tomando en cuenta las alturas permisibles para cada material; con la ayuda de los *pallet* se trasladan las pilas al área estipulada para el material en proceso, de dicha estación de trabajo. Siendo este el medio de transporte para todo el ciclo de fabricación.

El producto terminado se obtiene al salir de la estación de trabajo de empaque y rotulado en cajas corrugadas, listo para ser trasladado en la bodega de producto terminado.

### **2.3.7. Servicios**

Para mantener y asegurar las buenas condiciones de operación de la maquinaria, equipo e infraestructura se ha implementado un departamento con las características adecuadas para el mantenimiento de la maquinaria y equipo de producción. Para los procesos de fabricación y servicio al cliente (tanto equipos físicos como el *software*).

Además, se cuenta con los servicios de apoyo para la producción (como mantenimiento subcontratado, servicios de fumigación, transporte, etc.) El programa de buenas prácticas de manufactura para la protección al producto, el control de plagas, prácticas de los empleados, orden y limpieza, mantenimiento de equipo y edificios.

Semestralmente los gerentes, encargados de departamento y encargado de mantenimiento, evalúan las necesidades de mejora de la infraestructura en base a los reportes de mantenimiento preventivo y correctivo y resultado de las auditorías mensuales de buenas prácticas de manufactura y presentan un informe para el gerente general y comité de calidad. Esta evaluación ocurre tanto en forma periódica semestral, así como consecuencia de los procesos de revisión por la dirección. Cuando se requiera la adquisición de maquinaria, equipo o mejora de instalaciones que involucre una inversión o costo significativo, que no permita realizar la adquisición de forma inmediata, este se incluirá en el plan anual de inversiones de la empresa.

#### **2.3.8. Versatilidad de la distribución**

La versatilidad de la distribución actual en el área de guillotinas de corte inicial es aceptable, ya que se cuenta con un área adecuada en la cual se pueden llevar a cabo varias propuestas a la redistribución de maquinaria en estudio.

En cuanto a la versatilidad de la distribución de la planta, se conoce que el proceso cumple con esta característica por naturaleza ya que es completamente intermitente y el ciclo de fabricación del mismo depende exclusivamente de la orden solicitada por el cliente externo.

## **2.4. Planeación del proceso de guillotinas de corte inicial**

Los diagramas respectivos para el proceso de elaboración del producto de la empresa litográfica en estudio varía de uno en uno, ya que se conoce que la producción llevada a cabo por este tipo de empresas, es completamente intermitente, pero este análisis sólo se presentará para la estación de trabajo de interés, el área de guillotinas de corte inicial.

### **2.4.1. Diagrama de flujo de operaciones de proceso**

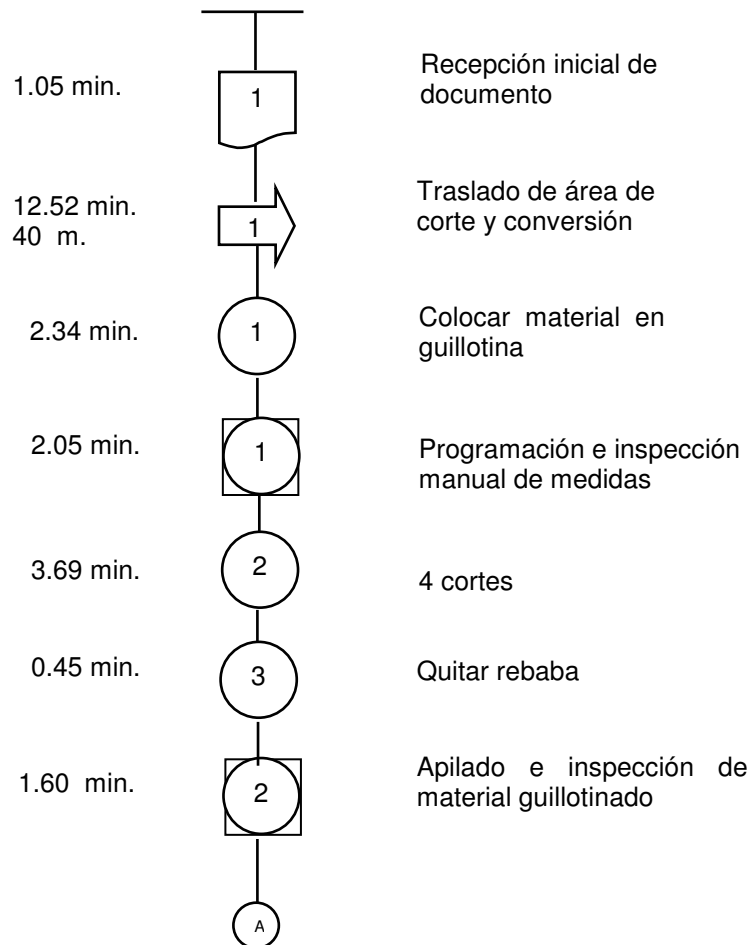
El diagrama de flujo de operaciones de proceso varía para cada máquina una con respecto de la otra, esto se justifica porque cada una de ellas presenta características particulares; por ejemplo, la distancia a recorrer en el transporte de materia prima es sumamente variable para cada una de ellas, así como la velocidad de corte difiere; ya que cada una de las máquinas es de modelos diferentes. Por tal motivo, se presenta el diagrama de flujo de operaciones para cada máquina.

#### **2.4.1.1. Guillotina 1**

Como se puede observar en el diagrama de la distribución en planta estudiado, esta máquina no se encuentra en el área de guillotinas de corte inicial, dando como resultado una distancia sumamente variable en cuanto al transporte de material en proceso, tanto al inicio como cuando éste ya ha sido trabajado.

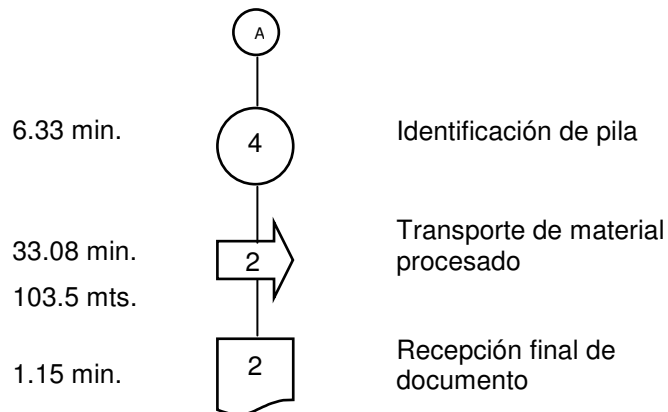
**Figura 9. Diagrama de flujo de operaciones guillotina 1**

<b>PROCESO:</b> Guillotinado de corte inicial	<b>FECHA:</b> 4 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>MÁQUINA:</b> Guillotina 1
<b>INICIA:</b> Área de corte inicial	<b>FINALIZA:</b> Área de impresión
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortíz Alvarado	<b>HOJA:</b> 1/2



**Figura 9. Continuación**

<b>PROCESO:</b> Guillotinado de corte inicial	<b>FECHA:</b> 4 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>MÁQUINA:</b> Guillotina 1
<b>INICIA:</b> Área de corte inicial	<b>FINALIZA:</b> Área de impresión
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortiz Alvarado	<b>HOJA:</b> 2/2

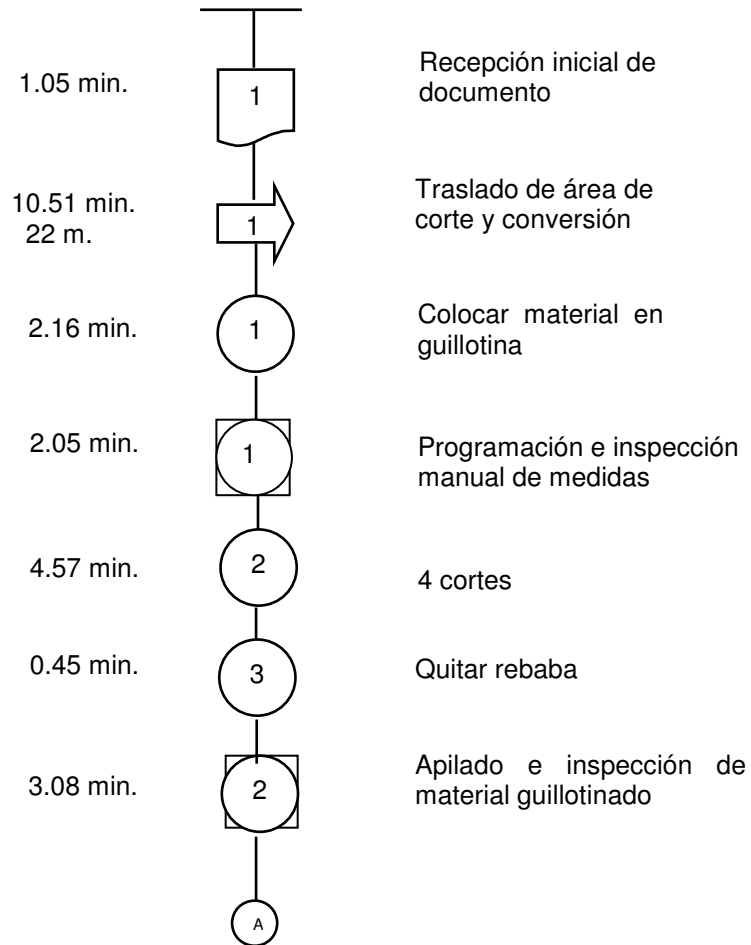


<b>Resumen</b>				
Gráfica	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia
	Recepción de documento	2	2.20 min.	---
	Transporte	2	45.6 min.	143.50 m.
	Operación	4	12.81 min.	---
	Operación e inspección	2	3.65 min.	---

### 2.4.1.2. Guillotina 2

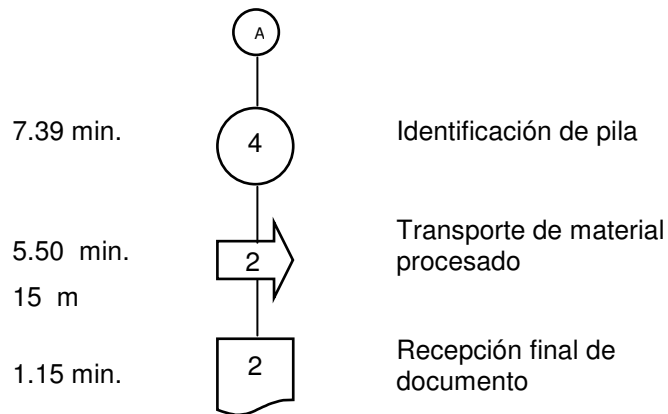
**Figura 10. Diagrama de flujo de operaciones guillotina 2**

<b>PROCESO:</b> Guillotinado de corte inicial	<b>FECHA:</b> 4 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>MÁQUINA:</b> Guillotina 2
<b>INICIA:</b> Área de corte inicial	<b>FINALIZA:</b> Área de impresión
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortiz Alvarado	<b>HOJA:</b> 1/2



**Figura 10. Continuación**

<b>PROCESO:</b> Guillotinado de corte inicial	<b>FECHA:</b> 4 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>MÁQUINA:</b> Guillotina 2
<b>INICIA:</b> Área de corte inicial	<b>FINALIZA:</b> Área de impresión
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortiz Alvarado	<b>HOJA:</b> 2/2



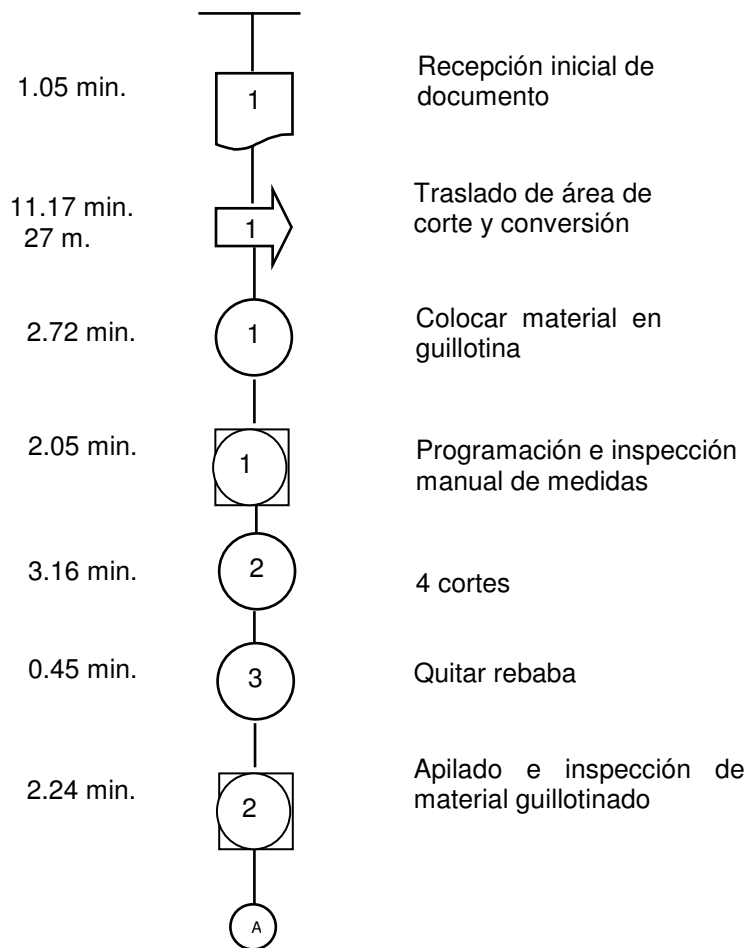
Resumen				
Gráfica	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia
	Recepción de documento	2	2.20 min.	---
	Transporte	2	16.01 min.	37 m.
	Operación	4	14.57 min.	---
	Operación e inspección	2	5.13 min.	---



### 2.4.1.3. Guillotina 4

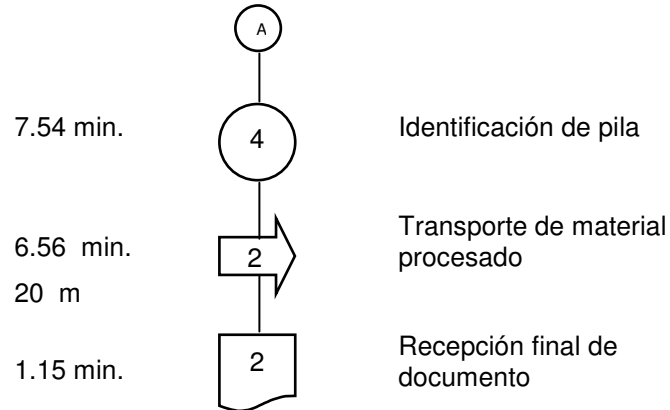
Figura 11. Diagrama de flujo de operaciones guillotina 4

<b>PROCESO:</b> Guillotinado de corte inicial	<b>FECHA:</b> 4 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>MÁQUINA:</b> Guillotina 4
<b>INICIA:</b> Área de corte inicial	<b>FINALIZA:</b> Área de impresión
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortíz Alvarado	<b>HOJA:</b> 1/2



**Figura 11. Continuación**

<b>PROCESO:</b> Guillotinado de corte inicial	<b>FECHA:</b> 4 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>MÁQUINA:</b> Guillotina 4
<b>INICIA:</b> Área de corte inicial	<b>FINALIZA:</b> Área de impresión
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortíz Alvarado	<b>HOJA:</b> 2/2



<b>Resumen</b>				
Gráfica	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia
	Recepción de documento	2	2.20 min.	---
	Transporte	2	17.73 min.	47 m.
	Operación	4	13.87 min.	---
	Operación e inspección	2	4.29 min.	---

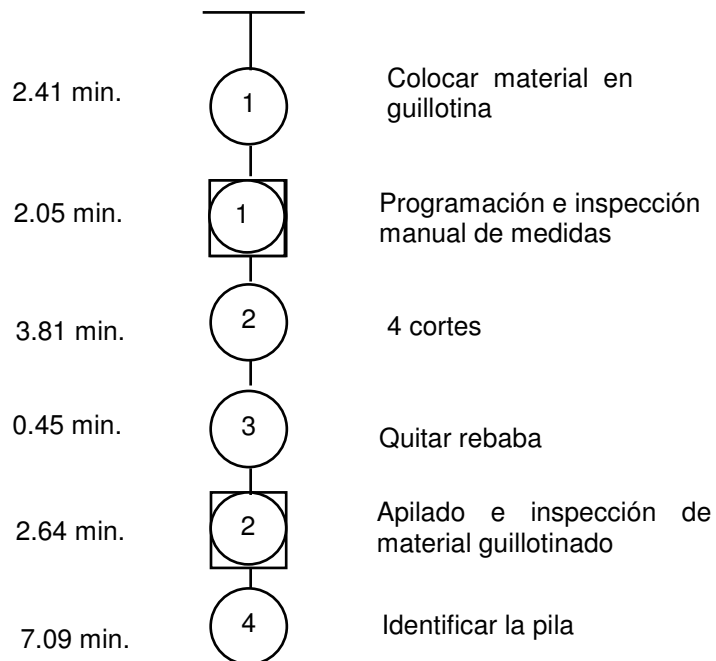
### 2.4.2. Diagrama de operaciones de proceso

A continuación se presenta el diagrama de operaciones para las tres guillotinas:

#### 2.4.2.1. Guillotina 1, 2 y 4

**Figura 12. Diagrama operaciones guillotina 1, 2 y 4**

<b>PROCESO:</b> Guillotinado de corte inicial	<b>FECHA:</b> 5 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>MÁQUINA:</b> Guillotinas 1 , 2 y 4
<b>INICIA:</b> Área de corte inicial	<b>FINALIZA:</b> Área de impresión
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortíz Alvarado	<b>HOJA:</b> 1/1



Resumen			
Gráfica	Descripción	Cantidad	Tiempo
○	Operación	4	13.87 min.
◻	Operación e inspección	2	4.29 min.

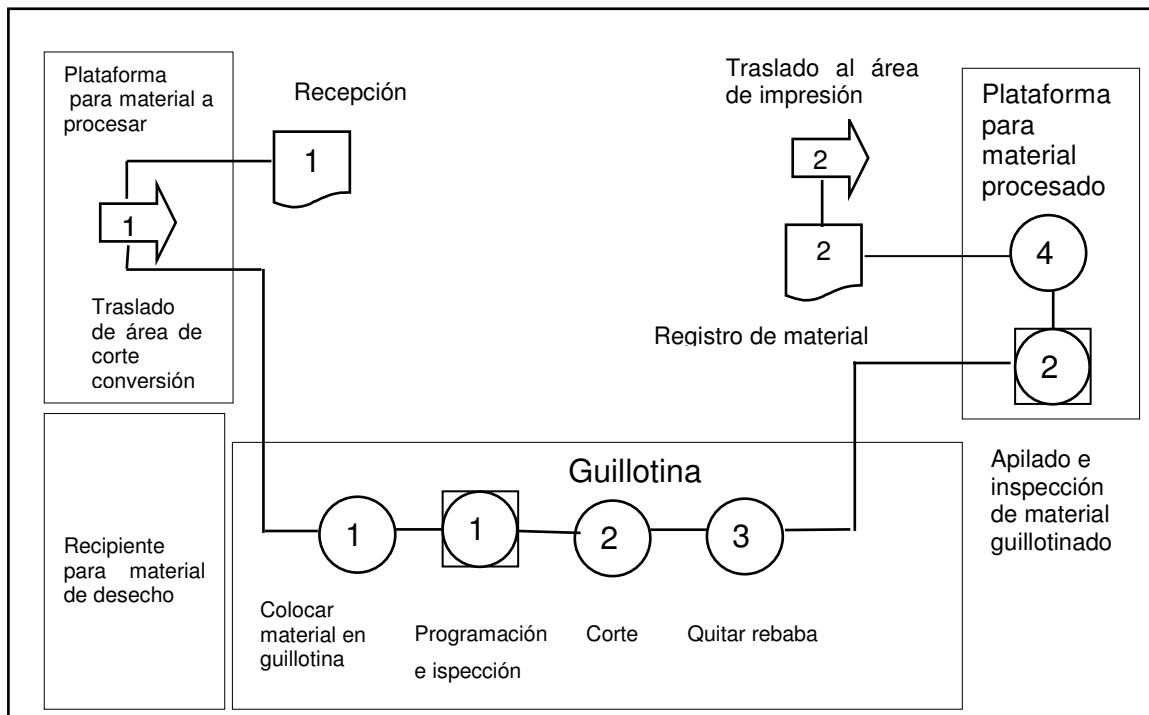
### 2.4.3. Diagrama de recorrido

A continuación se presenta el diagrama de recorrido de operaciones para las tres guillotinas:

#### 2.4.3.1. Guillotina 1, 2 y 4





Figura 13. Diagrama de recorrido de operaciones guillotina 1, 2 y 4

<b>PROCESO:</b> Guillotinado de corte inicial	<b>FECHA:</b> 6 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>MÁQUINA:</b> Guillotinas 1, 2 y 4
<b>INICIA:</b> Área de corte inicial	<b>FINALIZA:</b> Área de impresión
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortíz Alvarado	<b>HOJA:</b> 1/2



**Figura 13. Continuación**

<b>PROCESO:</b> Guillotinado de corte inicial	<b>FECHA:</b> 6 de noviembre de 2004
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>MÁQUINA:</b> Guillotinas 1, 2 y 4
<b>INICIA:</b> Área de corte inicial	<b>FINALIZA:</b> Área de impresión
<b>ELABORADO POR:</b> Gretel Frinee Ortiz Alvarado	<b>HOJA:</b> 2/2

<b>Resumen</b>		
Gráfica	Descripción	Cantidad
	Recepción de documento	2
	Transporte	2
	Operación	4
	Operación e inspección	2

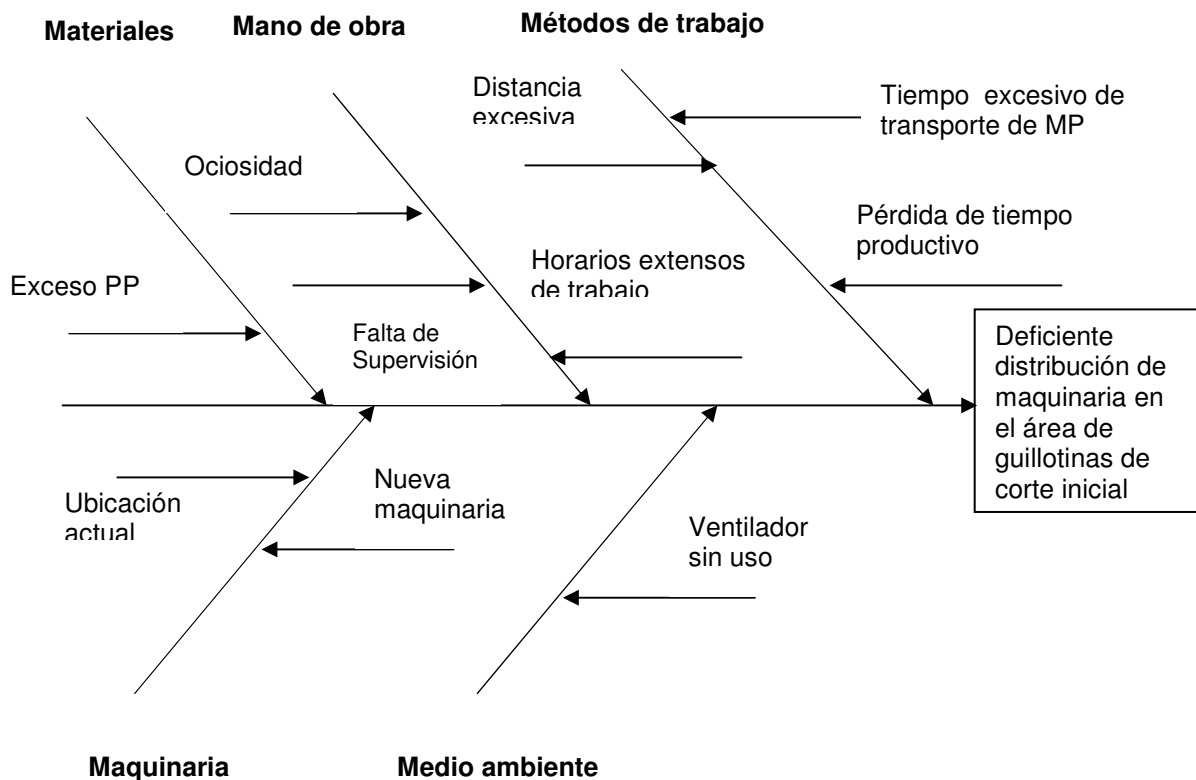
## **2.5. Diagnóstico general de la distribución de maquinaria del área de guillotinas de una litografía**

Entre las razones particulares que la empresa litográfica en estudio pone de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución del área de guillotinas podemos mencionar las siguientes:

- Excesiva distancia a recorrer en el flujo de trabajo, tanto de material inicial como de material ya procesado.
- El tiempo de transporte tanto de material inicial como ya procesado, de la estación de trabajo de la guillotina 1 es sustancialmente mayor en comparación a las guillotinas restantes.
- Distancia excesiva de una operación a otra, siendo el caso de la guillotina 1 con respecto a su cliente interno y a la estación de trabajo anterior.
- Acumulación excesiva de material en proceso del área de troqueles, ya que éste ocupa el espacio del área de trabajo de la guillotina 1; dejando como resultado una pérdida de tiempo productivo, por la espera en el movimiento y transporte de este material.
- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo, a causa de la ubicación de la guillotina 1; ya que en turnos nocturnos no existe la supervisión debida, teniendo ello como resultado la falta de uso del 100% de los recursos existentes en la empresa, ya que no se puede contar con la operación de esta guillotina los tres turnos de trabajo.

- Dificultad de control de las operaciones y del personal, ya que por la ubicación de la guillotina 1 éste se ve afectada.
- Utilización de ventiladores para toda la planta, esto debido a que uno de ellos se encuentra ubicado arriba de la guillotina 1; cuando las características del material a cortar son particulares, el ventilador debe permanecer apagado, ya que de no hacerlo se provoca fallas en la operación. Generando de tal manera una deficiente ventilación para toda la planta.

**Figura 14. Diagrama causa y efecto**



### **3. SITUACIÓN PROPUESTA DE UNA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN EL ÁREA DE GUILLOTINAS DE CORTE INICIAL EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA**

Para la situación propuesta se analizarán, en todo lo posible, los factores influyentes para la nueva redistribución en estudio. Logrando con ello encontrar una óptima ubicación de la maquinaria en donde se aprovechen al máximo los recursos existentes en la empresa litográfica.

Para poder considerar las propuestas necesarias se tomará en cuenta la redistribución del área de guillotinas de corte inicial, así como la ubicación de una nueva máquina, la cual formará parte del área de guillotinas de corte final.

#### **3.1. Propuestas de distribución en planta**

Para el presente trabajo de graduación se determinaron las siguientes propuestas:

##### **3.1.1. Propuesta 1**

La primera propuesta considera el traslado de la guillotina 1 al área de empaque y rotulado, colocándola a la par de una cortadora, utilizando el espacio que en la actualidad se coloca el material en proceso que está en espera para entrar al área de guillotinas de corte inicial.

La nueva máquina, es decir la guillotina de corte final número 7, se propone colocarla a la par de la guillotina 5 del área de guillotinas de corte final; siendo este el espacio que en la actualidad se utiliza para colocar cajas de corrugado, encontrando una mayor utilización en dicho espacio.



### **3.1.2. Propuesta 2**

La segunda propuesta considera trasladar la guillotina 1 al área que se encuentra a la par del área de empaque y rotulado; la guillotina 4 colocarla a un lado de la máquina 1; esto tomando en consideración que es necesario ubicar una nueva guillotina de corte final en el área respectiva. Entonces la nueva guillotina se ubicaría donde actualmente se encuentra la guillotina 4 de corte inicial, quedando de tal manera la nueva máquina en los extremos de su correspondiente área, es decir, área de guillotina de corte final.

El área que actualmente está ocupando la guillotina 1, es decir, la que se encuentra a la par del área de limpieza; quedará dispuesta para ubicar el material en proceso, que sale de troqueles y está en espera para entrar al área de limpieza. Eliminando con tal medida el tiempo improductivo que se obtiene, que en el turno nocturno por falta de supervisión en esta área colocan el material en el área de la guillotina 1.

El material que actualmente ocupa el área que está a la par de empaque y rotulado se colocará en área que en un inicio de la distribución de maquinaria se estipuló para el mismo, y que se encuentra a la par del área de prensas.

### **3.1.3. Propuesta 3**

Existe una tercera propuesta, la cual considera trasladar la guillotina 1 al área de empaque y rotulado, a la par de una cortadora. La nueva guillotina ubicarla a lado de la guillotina de corte inicial 1. Evitando con ello el traslado de la máquina 4 y el giro de la guillotina 2.

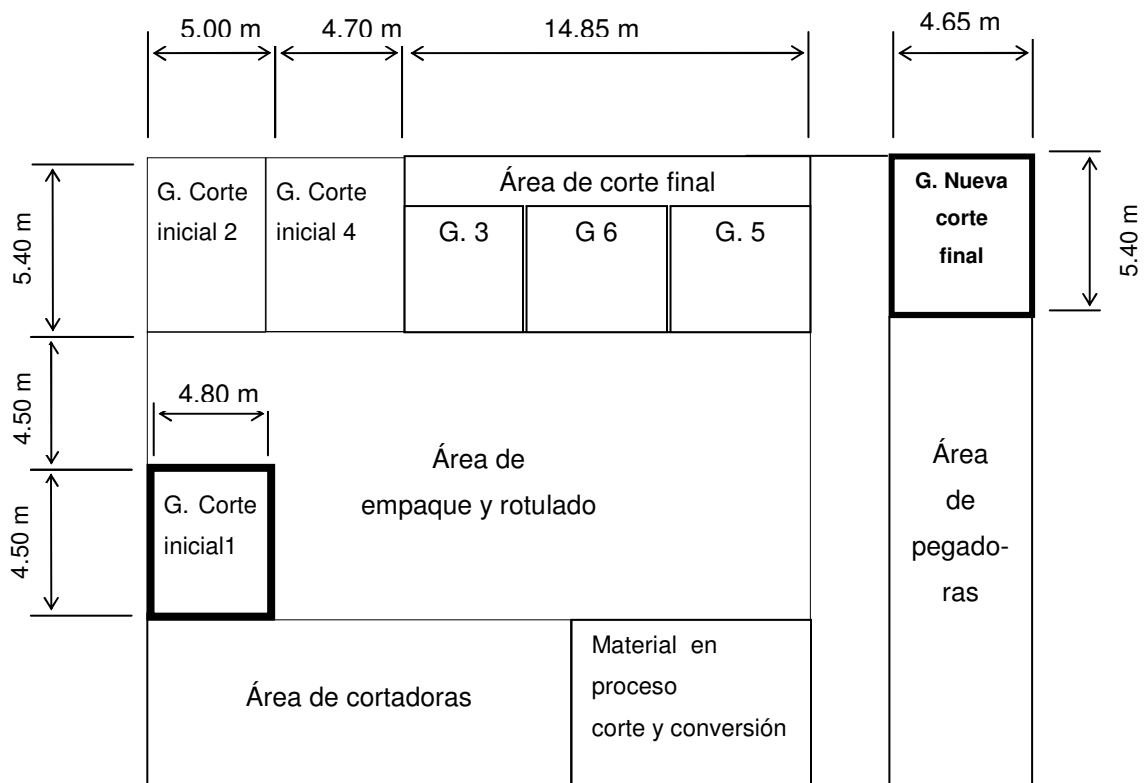
### 3.2. Diagrama de maquinaria propuesto

A continuación se presenta el diagrama de maquinaria de cada una de las propuestas en estudio.

#### 3.2.1. Propuesta 1

Para la presente se considerara colocar la guillotina 1 en el área de empaque y rotulado, la nueva guillotina instalarla en el área de pegadoras, donde actualmente se coloca corrugado, el diagrama se presenta a continuación:

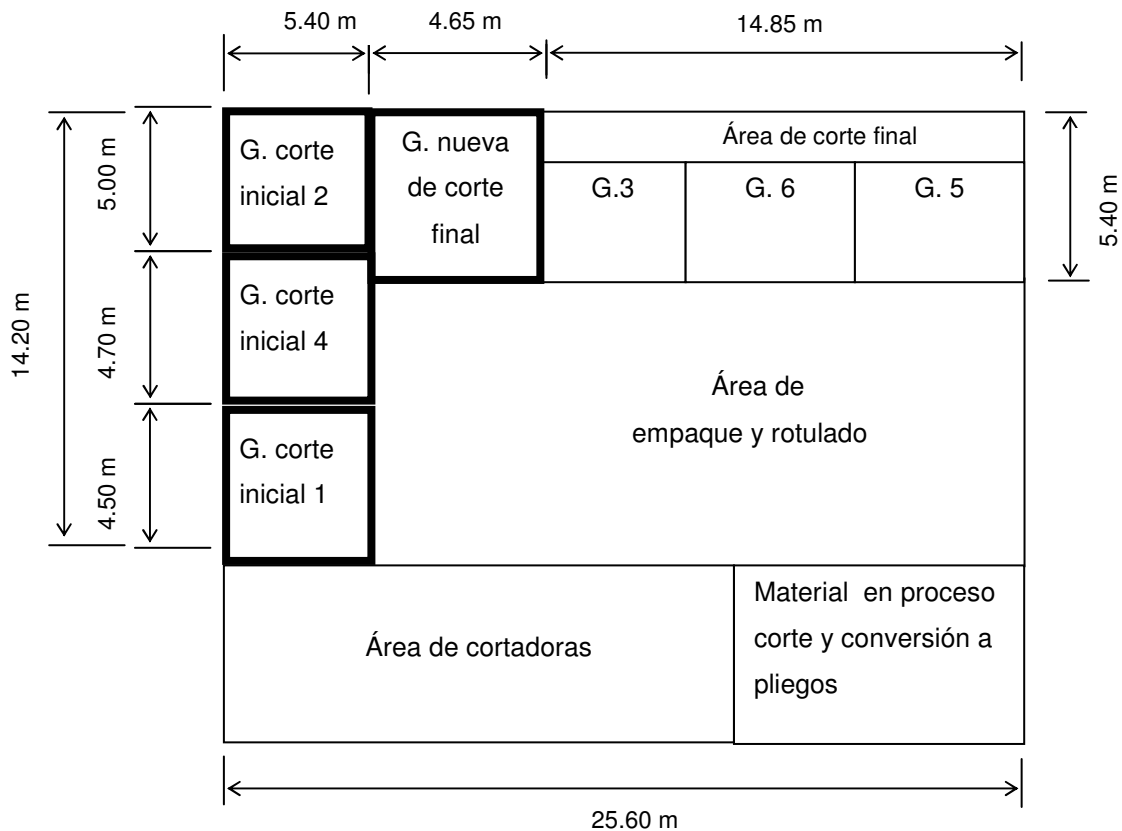
**Figura 15. Diagrama de maquinaria propuesta 1**



### 3.2.2. Propuesta 2

El presente diagrama simboliza la propuesta que se analizará y estudiará para poder determinar si ésta presenta óptimas características en su distribución.

**Figura 16. Diagrama de maquinaria propuesta 2**

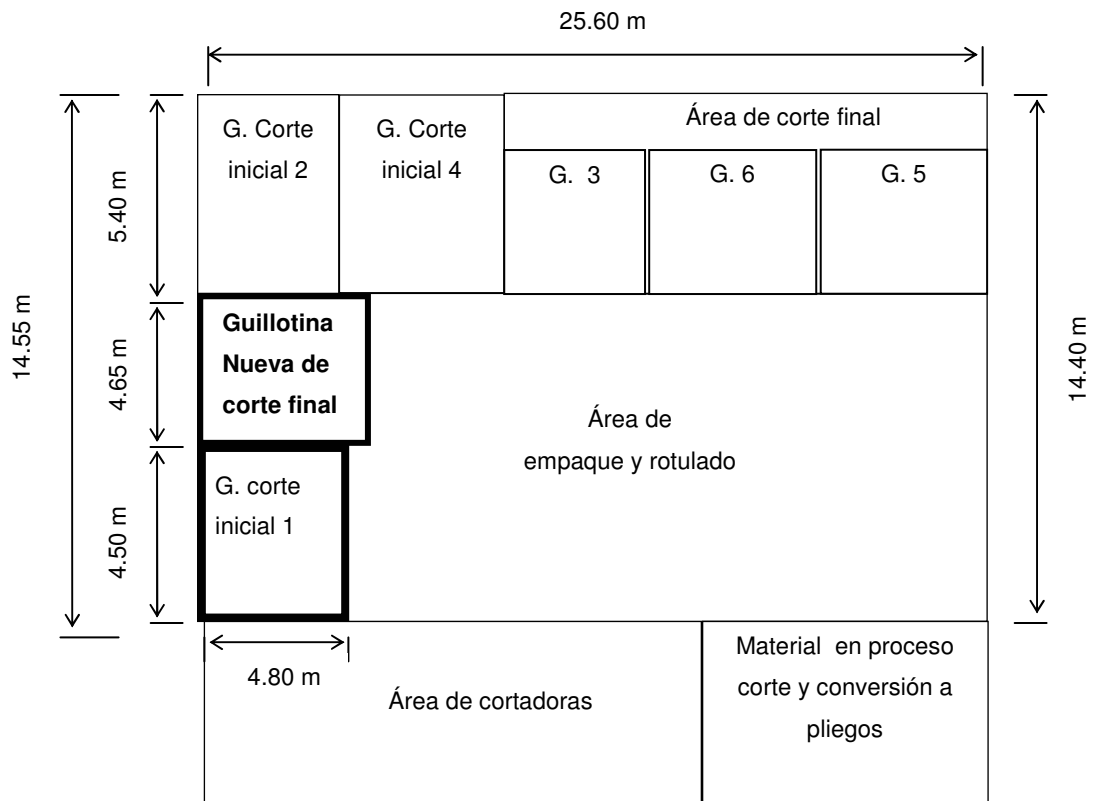


Para esta propuesta se considera el traslado de la guillotina 1 al área de empaque y rotulado, a la par la guillotina 4 y girar 90° la guillotina 2, la razón de este giro es dejar espacio necesario para futuras reparaciones de dicha máquina. La instalación de la nueva máquina sería en donde actualmente se encuentra la guillotina 4.

### 3.2.3. Propuesta 3

El diagrama de maquinaria de la tercera propuesta es el siguiente:

**Figura 17. Diagrama de maquinaria propuesta 3**



La propuesta 3, considera el traslado de la guillotina 1 al área de empaque y rotulado e instalar la nueva guillotina al lado de la misma.

A diferencia de la propuesta anterior, ésta solo requiere la movilización de una máquina, la guillotina de corte inicial 1, ya que la máquina de corte final; solo requiere la instalación y no el desmontaje porque es una compra.

### 3.2.3.1. Cálculos del área para la propuesta

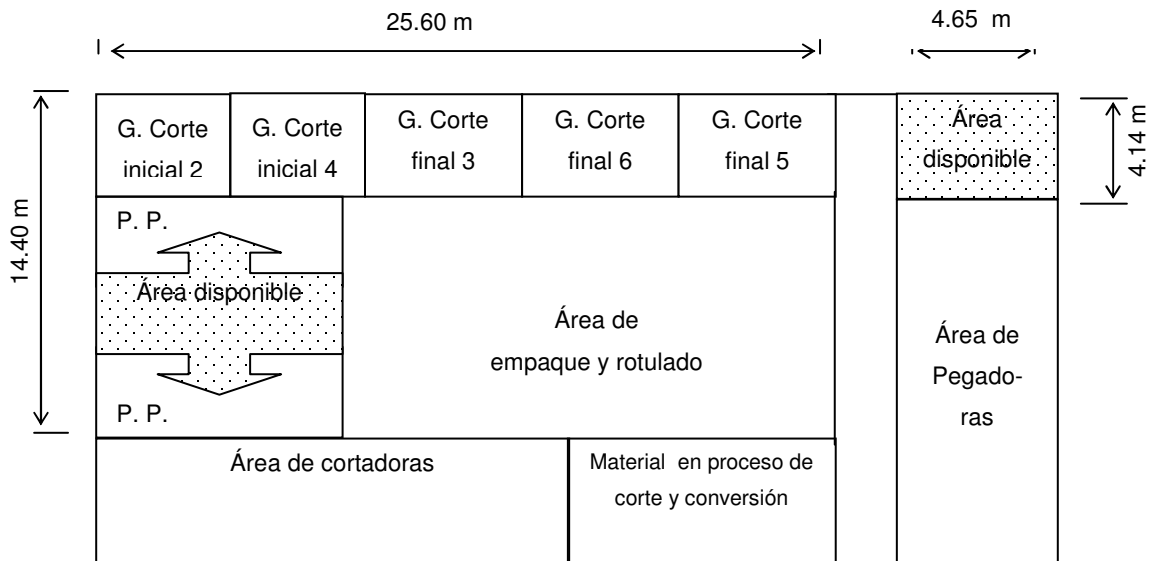
A continuación se analiza el área disponible y el área requerida para cada una de las propuestas.

#### 3.2.3.1.1. Área disponible

El área disponible para llevar a cabo una distribución de maquinaria para el proceso de guillotinas de corte inicial es la que en la actualidad se utiliza para material en proceso que se encuentra en espera para ingresar a dicha área, así como parte del área de empaque y rotulado.

Así también se está considerando, para una propuesta, tomar en cuenta el área que es ocupada para colocar corrugado; la cual está ubicada en el área de pegadoras.

**Figura 18. Diagrama del área disponible**



Para poder determinar cuál es el área de trabajo con que cuenta actualmente empaque y rotulado se determinará el área total y se le restará el área que ocupa las guillotinas de corte inicial, guillotinas de corte final y el área que ocupa el material en proceso de cortadoras.

$$\text{Área Total} = \text{Cl.} + \text{CF.} + \text{PP.} + \text{Empaque} = 14.40 \text{ m} \times 25.60 \text{ m} = 368.64 \text{ m}^2$$

$$\text{G.C.I.} = 27 \text{ m}^2 + 25.38 \text{ m}^2 = 52.38 \text{ m}^2$$

$$\text{G.C.F.} = 33.48 \text{ m}^2 + 21.6 \text{ m}^2 + 25.11 \text{ m}^2 = 80.19 \text{ m}^2$$

$$\text{PP} = 4.10 \text{ m} \times 5.80 \text{ m} = 23.78 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de empaque} = \text{Total} - \text{G.C.I.} - \text{G.C.F.} - \text{PP.}$$

$$\text{Área de empaque} = (368.64 - 52.38 - 80.19 - 23.78) \text{ m}^2 = 212.29 \text{ m}^2$$

### 3.2.3.1.2. Área requerida

A continuación se presentan los cálculos de las áreas requeridas para cada propuesta:

#### 3.2.3.1.2.1. Propuesta 1

Para poder implementar esta propuesta, el área que se requiere es la ocupada por cada una de las máquinas, siendo ésta la siguiente:

	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	
Guillotina 1	4.70 m	5.40 m.	<b>Área G. 1</b> = 25.38 m <sup>2</sup>
Guillotina nueva	4.65 m	5.40 m	<b>Área G. nueva</b> = 25.11 m <sup>2</sup>

El lugar donde se considera ubicar la guillotina 1 que actualmente es utilizado para colocar material en proceso, cuenta con un área de  $4.10 \times 5.80 = 23.78 \text{ m}^2$ ; observando con ello que se estaría utilizando  $1.60 \text{ m}^2$  del área de empaque y rotulado.

En cuanto al área de corrugado es  $A = (4.25 \times 10.42) = 44.28 \text{ m}^2$  pero el ancho de la misma es menor al largo de la máquina ya que este es de 4.25 m y la máquina requiere 5.40 m, encontrando una solución a tal problema se puede considerar tomar parte del área de trabajo de la pegadora 4, la cual cuenta con 1.25 m obteniéndose de tal modo la medida.

### 3.2.3.1.2.2. Propuesta 2

El área requerida es la ocupada por las dos máquinas, las cuales se ubicarían en el área de empaque y rotulado. Entonces el espacio por área varía al actual; ya que el área de guillotinas de corte inicial tendría una máquina más, así como el área guillotinas de corte final, las respectivas medidas son:

$$\text{Área de corte inicial} = G.1 + G.2 + G.4 = 73.98 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de corte final} = G.3 + G.5 + G.6 + G. nueva = 105.3 \text{ m}^2$$

El área contemplada anteriormente para colocar material en proceso se vería eliminada; con la ubicación de estas máquinas el área de empaque es de:

$$\text{Área de empaque} = A \text{ total} - G.C.I. - G.C.F. = 368.64 \text{ m}^2 - 73.98 \text{ m}^2 - 105.3 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de empaque} = 189.36 \text{ m}^2$$

Observando con estos valores que el área de trabado de empaque y rotulado se vería afectada en aproximadamente  $22.93 \text{ m}^2$

### 3.2.3.1.2.3. Propuesta 3

El área requerida para esta propuesta es similar para la propuesta 2; ya que se estaría ocupando área de trabajo de empaque, incorporando área tanto para guillotinas de corte inicial como de corte final.

El área de guillotinas de corte inicial aumenta en  $21.60 \text{ m}^2$ , el área de guillotinas de corte final aumenta en  $25.11 \text{ m}^2$  y el área de empaque se ve reducida en  $22.93 \text{ m}^2$ .

### 3.3. Análisis comparativo de las propuestas

A continuación se presenta un cuadro comparativo de cada una de las propuestas, considerando las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

**Tabla VII. Ventajas y desventajas de las propuestas**

N.	Propuesta	Ventajas	Desventajas
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. 1 en área de empaque</li> <li>• G. Nueva área de pegadoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimiento mínimo de maquinaria</li> <li>• El área de empaque aumenta su área de trabajo en 2.18 m<sup>2</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ocupa un área de 25.11 m<sup>2</sup> que se utiliza para colocar corrugado.</li> <li>• No se delimita cada área de trabajo.</li> <li>• Se ocupa 5.82 m<sup>2</sup> del área de pegadoras</li> <li>• Instalación eléctrica para cada máquina.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. 1 Área de empaque</li> <li>• G. 2 Giro de 90'</li> <li>• G. 3 Área de empaque</li> <li>• G. Nueva en área de corte final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se delimita cada área (mejor distribución de la planta)</li> <li>• Distancia mínima de operación a operación para todas las máquinas</li> <li>• Se unifica la supervisión del área</li> <li>• Se minimiza el tiempo de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso de implementación costoso</li> <li>• Tiempo excesivo en la implementación</li> <li>• El área de empaque disminuye en 22.93m<sup>2</sup>.</li> </ul>



**Tabla VII. Continuación**

N.	Propuesta	Ventajas	Desventajas
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G.1 Área de empaque</li> <li>• G. Nueva área de empaque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimiento moderado para la implementación</li> <li>• Instalación eléctrica unificada para la instalación de las dos máquinas</li> <li>• Se contempla el espacio para reparaciones mecánicas de la G.2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se delimita el área de corte inicial con corte final</li> <li>• Tiempo de transporte de material para corte final en la nueva máquina es considerablemente mayor.</li> <li>• Se disminuye el área de empaque en 22.93 m<sup>2</sup></li> </ul>

### **3.4. Factores a considerar en la propuesta**

Entre algunos de los factores a considerar se pueden mencionar los siguientes:

#### **3.4.1. Desmontar y montaje de maquinaria**

La empresa litográfica cuenta con las herramientas necesarias para poder llevar a cabo el desmontaje y montaje de la maquinaria que se requiera; ya que como se contemplo anteriormente existe un departamento de mantenimiento el cual esta capacitado para dicha labor.

Para llevar a cabo el desmontaje de una guillotina se requiere de la utilización de un montacargas nombrado Clark, el cual cumpla con las características necesarias.

Por las características de las máquinas a instalar, estas no requieren la utilización de pernos de anclaje para su cimentación.

### **3.4.2. Traslado de maquinaria**

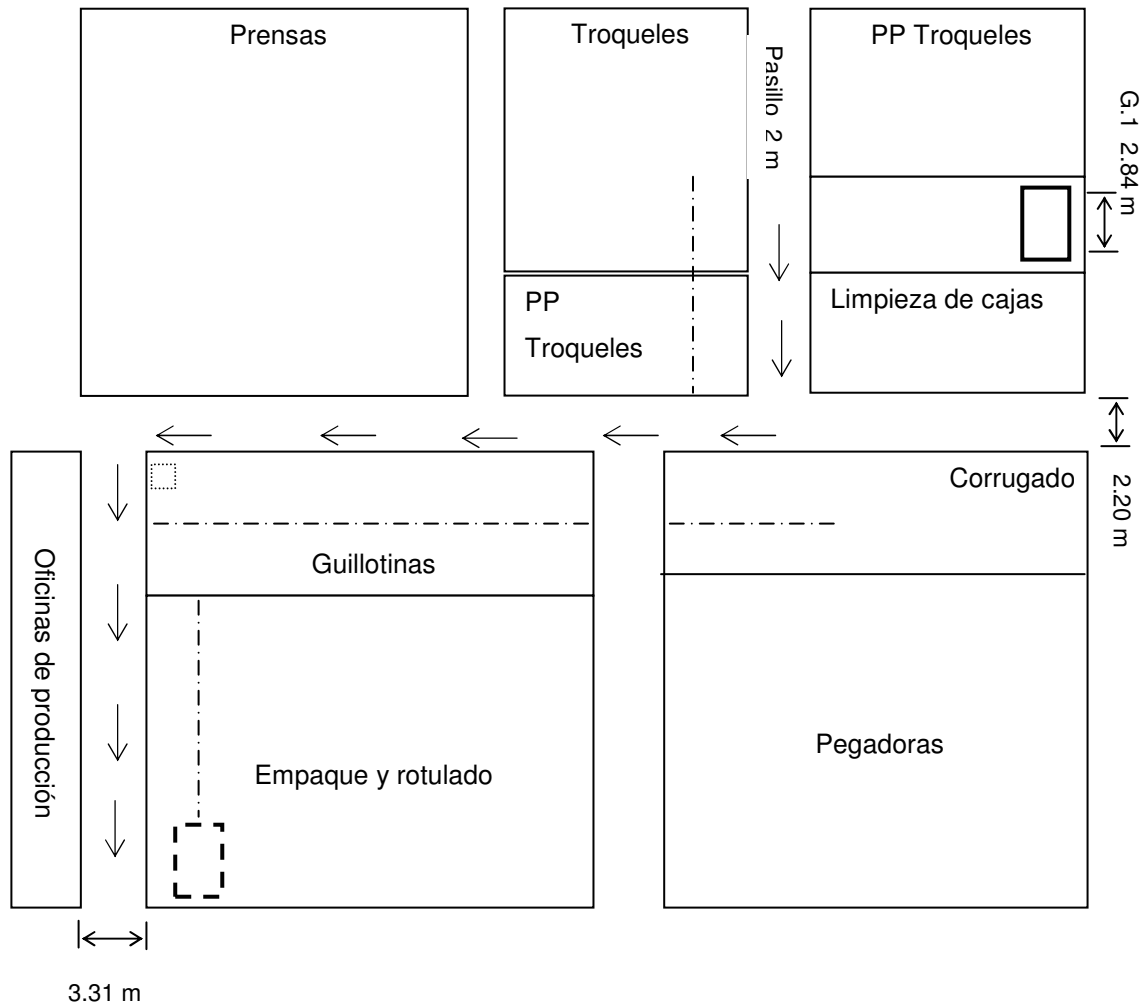
El traslado de la maquinaria se podrá llevar a cabo por medio del montacargas Clark, siendo este el mismo con el cual se realizará el desmontaje, optimizando de tal modo el traslado; así mismo será necesario considerar el espacio requerido para la movilización de la maquinaria, teniendo que programar el despeje de material en proceso en el recorrido que se efectuará para el traslado.

Para movilizar la guillotina 1, se puede considerar tomar las siguientes rutas:

#### **3.4.2.1. Ruta 1**

Esta ruta considera llevar a cabo el traslado por el pasillo del área de limpieza de cajas; girar 90 grados y dirigirse por todo el pasillo de pegadoras y guillotinas y luego girar otros 90 grados hasta llegar al área requerida, el recorrido se presenta en la siguiente figura.

**Figura 19. Diagrama de traslado ruta 1**



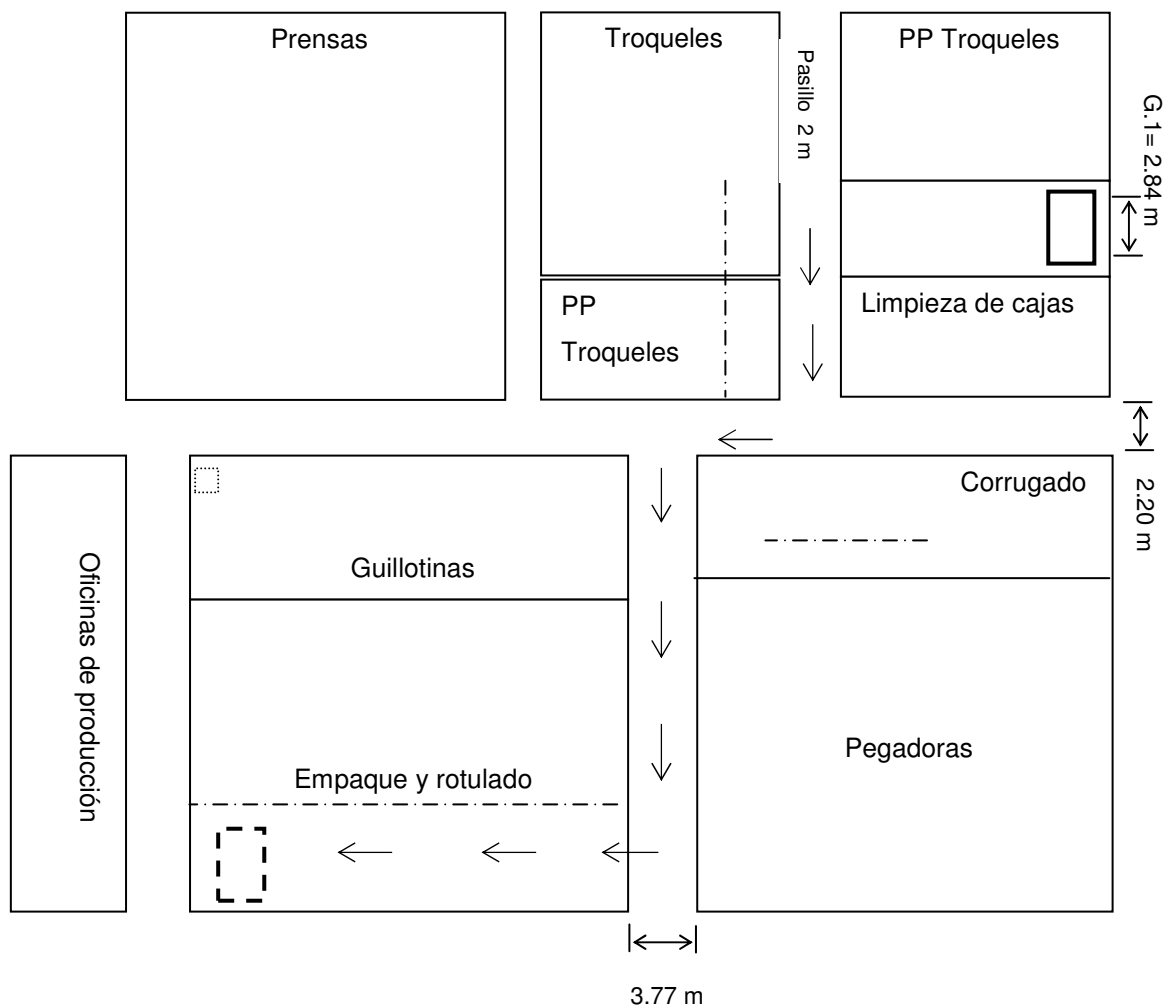
SIMBOLOGÍA	
	Guillotina 1, posición actual
	Área despejada de PP
	Ruta 1
	Guillotina 1, posición propuesta
	Plataforma elevadora G.2

Al considerar la ruta 1, se encuentra la limitante que el pasillo que se encuentra entre el área de empaque y las oficinas de producción es muy estrecho, ya que mide 3.31 m; la medida requerida por la guillotina 1 es de 2.84 m, dando como resultado 0.23 m de espacio en cada lado.

La distancia total recorrida con esta ruta es aproximadamente 75 m.

### 3.4.2.2. Ruta 2

**Figura 20. Diagrama de traslado ruta 2**



Con la ruta 2, el espacio que se obtiene es de 0.48 m de cada lado de la máquina, pero se tiene una limitante mayor ya que se tendrá que interrumpir el tiempo de trabajo productivo del área de empaque y rotulado. La distancia total a recorrer con esta ruta es aproximadamente 69 m.

### **3.4.3. Reinstalación eléctrica**

En cuanto a la instalación eléctrica de la fuente de potencia para la nueva ubicación de la guillotina 1 como se puede observar en el diagrama de instalaciones eléctricas, se deberá de conectar en el centro de carga que está ubicado en la bodega de materia prima, ya que éste conlleva una distancia menor con respecto a los demás, siendo necesaria la instalación de tubería en el área de la nueva ubicación de la máquina, la cual será a la par de la cortadora 2.

Para la instalación de la fuente de potencia de la nueva guillotina se contemplará la instalación en la celda de pegadoras, teniendo ésta un voltaje de 480 y un amperaje de 75, cumpliendo de tal forma con las características necesarias de la máquina a instalar.

En cuanto a la iluminación para la nueva ubicación de la guillotina 1, no se requerirá realizar una nueva instalación, en cambio, será necesario dar un giro de 90° a las lámparas ya instaladas. Modificando de tal forma los tensores y la posición de las lámparas.

La instalación que será necesario contemplar será la del área donde estará ubicada la nueva guillotina, siendo ésta cerca del área de pegadoras.

### 3.4.4. Tiempo productivo invertido

Se contemplará el tiempo requerido para lograr llevar a cabo la implementación del presente proyecto, con cada una de las propuestas.

#### 3.4.4.1. Propuesta 1

El tiempo que se utilizará para llevar a cabo esta propuesta será el siguiente:

**Tabla VIII. Tiempo productivo invertido para la propuesta 1**

<b>Máquina</b>	<b>Movimiento</b>	<b>Tiempo requerido</b>
Guillotina 1	Desmontaje, traslado y montaje	2 días
Guillotina 7 (Nueva)	Traslado y montaje	1 día

Tiempo total invertido en el cambio: 3 días

#### 3.4.4.2. Propuesta 2

**Tabla IX. Tiempo productivo invertido para la propuesta 2**

<b>Máquina</b>	<b>Movimiento</b>	<b>Tiempo requerido</b>
Guillotina 1	Desmontaje, traslado y montaje	2 días
Guillotina 2	Desmontaje, giro y montaje	2 días
Guillotina 4	Desmontaje, traslado y montaje	2 días
Guillotina 7 (nueva)	Traslado y montaje	1 día

Tiempo total invertido en el cambio: 7 días

### 3.4.4.3. Propuesta 3

**Tabla X. Tiempo productivo invertido para la propuesta 3**

<b>Maquina</b>	<b>Movimiento</b>	<b>Tiempo requerido</b>
Guillotina 1	Desmontaje, traslado y montaje	2 días
Guillotina 7 (nueva)	Traslado y montaje	1 día

Ti  
empo  
total  
invertid

o en el cambio: 3 días

### 3.5. Cumplimiento de los principios básicos para la distribución de maquinaria propuesta

Para poder obtener un análisis objetivo de la propuesta llevada a cabo se determinará si cumple con los principios básicos de una distribución de maquinaria.

#### 3.5.1. Principio de la integración global

Para lograr el cumplimiento de este principio se busca la mejor integración en cada uno de los elementos en la distribución, en cuanto a la mano de obra se ha determinado que con la propuesta en estudio, la fatiga de los operarios disminuirá ya que la distancia de transporte tanto de material inicial como el material ya procesado disminuirá en gran manera.

En cuanto al material, se verá afectado el que está en proceso; que actualmente se coloca rotulado a la par del área de empaque, material que está en espera para ser procesado por las guillotinas de corte inicial; se trasladará para el área que en la distribución inicial se consideró para ello.

### **3.5.2. Principio de la distancia mínima a mover**

El cumplimiento de este principio es la base de la propuesta, ya que con esta se está minimizando en lo posible los movimientos de los elementos entre operaciones, específicamente del área de corte y conversión a guillotinado inicial; logrando con ello optimizar y mejorar la distribución actual.

### **3.5.3. Principio de flujo**

Con la propuesta que se está analizando se consigue cumplir con este principio ya que la interrupción de movimientos entre las operaciones se reduce en gran manera, en el caso particular de la guillotina 1 se estaría eliminando el tiempo improductivo que se genera por el movimiento de material en proceso que sale del área de troqueles y está en espera para entrar al área de limpieza, que en el turno nocturno, por falta de supervisión en esta área, se coloca en el área de trabajo de dicha guillotina.

### **3.5.4. Principio de espacio**

La propuesta en estudio está considerando utilizar al máximo el área que de encuentra a la par de empaque y rotulado, en donde se ubicaría toda el área de guillotinas de corte inicial, para lograr con ello utilizar el espacio disponible en una forma más efectiva.



### **3.5.5. Principio de satisfacción y seguridad**

En cuanto a la satisfacción y seguridad del trabajador con la distribución propuesta, ésta permanece, ya que como se mencionó anteriormente, la fatiga del operario disminuirá, ya que la continuidad de las operaciones se tomaron en cuenta para realizar dicha propuesta. La seguridad en el área de trabajo se obtiene de la misma manera que en la actualidad; ya que las normas de seguridad industrial se cumplen tanto en el área a considerar como en la distribución actual.

### **3.5.6. Principio de flexibilidad**

Los costos en cuanto a la propuesta se regularan, ya que se aumentará el tiempo productivo, la supervisión en el área de trabajo, se disminuirá la distancia a recorrer el tiempo de operación, la fatiga y por consiguiente los costos generados.

## **4. PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN**

Para poder llevar a cabo la implementación del presente trabajo de graduación se va a determinar una estimación financiera para la propuesta 2, esto en base a la evaluación cualitativa de los directivos de la empresa litográfica.

El objetivo de las estimaciones financieras es detectar cualquier debilidad de la empresa que pueda ser fuente de dificultades económicas; así también son esfuerzos por anticipar el futuro y observar la viabilidad de la implementación del presente trabajo de graduación.

Las herramientas principales, tradicionalmente, son los estudios básicos como la elaboración de estado de resultados, balance general y otros estados financieros relacionados con el desempeño de la empresa.

### **4.1. Estimación financiera para el movimiento de maquinaria**

El movimiento de maquinaria que se analiza deberá considerar el traslado de la guillotina 1 al área de empaque y rotulado, la guillotina 4 a la par de ésta e instalar la nueva máquina en la posición que actualmente ocupa la guillotina 4.

#### 4.1.1. Desmontaje y montaje de guillotinas

La estimación financiera sobre el desmontaje y montaje de maquinaria considera los siguientes factores:

##### 4.1.1.1. Mano de obra directa

La mano de obra que se requerirá para esta labor será específicamente del área de mantenimiento, ya que como se mencionó anteriormente, la empresa litográfica cuenta con las herramientas necesarias para este cambio; así como un personal capacitado para el mismo.

El número de personas que se requieren para esta actividad es de 5, las cuales, según datos proporcionados por el Departamento de Recursos Humanos promedian un sueldo de Q. 2560.00 por mes, la estimación financiera para estos factores se basa en el tiempo invertido; ya que el tiempo productivo que estas personas ocupan ordinariamente será modificado para llevar a cabo el diseño.

Al realizar los cálculos del sueldo devengado por mes, en los días requeridos para llevar a cabo la redistribución de maquinaria, se observó que el mismo será de 7 días.

$$\frac{\text{Q. 2560.00}}{\text{Mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} * \frac{7 \text{ días}}{\text{operario}} \approx \frac{\text{Q. 598.00}}{\text{operario}}$$

$$\frac{\text{Q. 598.00}}{\text{Operario}} * 5 \text{ operarios} \approx \frac{\text{Q. 2990.00}}{\text{proyecto}}$$

#### **4.1.1.2. Montacargas Clark**

Los costos incurridos con la utilización del montacargas Clark para el desmontaje y montaje de la maquinaria se verá afectado por el consumo de gas, tomando en cuenta que para esta actividad la cantidad consumida es insignificante. Pero el tiempo productivo que se estará ausentando en el área de bodega de materia prima y de producto terminado, si tendrá que contemplarse y realizarse de acuerdo con el plan de producción para lograr organizar este efecto.

Los costos generados por la utilización del montacargas se determinarán en el transporte de la maquinaria; ya que es en esta actividad, donde se requiere más tiempo de utilización quedando para el desmontaje y montaje de las guillotinas un valor despreciable, siendo este incluido en el mismo.

Por tanto, los costos totales incurridos para el desmontaje y montaje de maquinaria es la resultante de los costos generados por la mano de obra directa.

C. montaje y desmontaje = C. MOD

C. montaje y desmontaje = Q. 2990.00

#### **4.1.2. Transporte para el traslado de guillotinas**

Para realizar el traslado de la maquinaria en estudio se tendrá que hacer uso del montacargas nombrado Clark.

#### 4.1.2.1. Montacargas Clark

Para poder realizar la estimación financiera de la utilización de esta herramienta se tendrá que tomar en cuenta el tiempo que se requerirá así como los insumos que se consumirán en su utilización.

##### 4.1.2.1.1. Gas consumido

Se conoce que el costo del tambo de 35 Lb. de gas a utilizar es actualmente de Q. 95.00 el cual tiene una duración de aproximadamente 7 horas.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el tiempo que será necesario para la implementación del presente trabajo de graduación; se debe contemplar un tiempo de 7 días, para el movimiento de 4 máquinas. El tiempo de la implementación en el cual se hará uso del montacargas será de aproximadamente 8 horas por máquina.

$$\frac{8 \text{ hrs.}}{\text{máq.}} * \frac{1 \text{ tambo}}{7 \text{ hrs.}} = \frac{1.14 \text{ tambo}}{\text{máq.}} * 4 \text{ máq.} = 4.56 \text{ tambos} \approx 5 \text{ tambos} * \frac{Q. 95.00}{\text{tambo}}$$

Lo que equivale a la compra de 5 tambos del gas respectivo. En costos este valor es de **Q. 475 .00.**

##### 4.1.2.1.2. Tiempo de utilización

Como se determinó anteriormente, el tiempo para llevar a cabo el movimiento de maquinaria es de 7 días, para lo cual será necesario determinar un plan de producción que cumpla con el tiempo de utilización del montacargas Clark.

Es necesario hacer mención que para la utilización en el desmontaje y traslado del montacargas se tendrá que tomar en cuenta la estimación del tiempo que requiere el cambio de cuchillas para que el montacargas cumpla con esta actividad. Este tiempo es aproximadamente de 1 hora, se entiende que se debe de minimizar en lo posible este cambio de cuchillas para lograr eliminar el tiempo improductivo de esta herramienta, y no afectar así a las áreas involucradas.

El costo total generado por la utilización del montacargas Clark es el costo generado por el gas consumido, el cual se determino anteriormente, que es de Q. 475 .00

La estimación financiera para el movimiento de maquinaria es la suma de los costos generados por el desmontaje y montaje + el costo del transporte para el traslado de guillotinas, siendo estos los siguientes:

Costos por movimiento de maquinaria=C. desmontaje y montaje + C. transporte

Costo por movimiento de maquinaria = Q. 2990.00 + Q. 475.00

Costo por movimiento de maquinaria = **Q. 3465.00 ≈ \$ 433.13**

#### **4.2. Estimación financiera para la reinstalación eléctrica**

La estimación financiera en cuanto a la instalación eléctrica conlleva el análisis de la instalación de la fuente de poder como el cambio que requerirá la iluminación de la nueva posición de la estación de trabajo.

#### **4.2.1. Instalación de la fuente de poder**

Esta instalación para la nueva ubicación de la guillotina 1 se contemplará en el centro de carga que está ubicado en la bodega de materia prima, ya que este conlleva una distancia menor con respecto a los demás.

En cuanto a la guillotina 2, está actualmente se encuentra instalada en el tablero 5 a la salida del departamento de mantenimiento; se analizará el estudio financiero para que esta instalación permanezca y también considerando otra posibilidad, que es trasladar el suministro de energía al centro de carga de la bodega de materia prima.

La guillotina 4 conlleva el traslado al área requerida de la instalación actual.

Como se mencionó anteriormente, para la instalación de la fuente de potencia de la guillotina 7, esta se contemplará en la celda de pegadoras, ya que cumple con las características de la maquinaria a instalar.

##### **4.2.1.1. Opción 1**

Considerará el movimiento de las instalaciones actuales, exceptuando la guillotina 1, cuya conexión cambiará al centro de carga de la bodega de materia prima; la maquinaria restante solo sufrirá cambio en su posición. El tiempo de trabajo requerido es de aproximadamente 12 horas, trabajando 3 personas.

A continuación se presenta un listado de los materiales necesarios que se requieren para la instalación particular de cada una de las guillotinas; especificándose con ello la cotización del precio de los mismos:

**Tabla XI. Materiales eléctricos requeridos para la guillotina 1**

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Precio estimado</b>
105 metros	Cable THHN # 10 3 colores: negro, rojo y azul	Q. 228.85
35 metros	Cable THHN # 12 color verde	Q. 47.58
10	Tubos ducton ¾"	Q. 143.63
8	Clamps unistrut P2676 de 3"	Q. 113.84
12	Conectores ducton ¾"	Q. 19.49
10	Coplas ducton ¾"	Q. 17.29
1	Condulet C ¾"	Q. 13.21
3	Condulet LB ¾"	Q. 39.82
1	Copla conduit ¾"	Q. 5.33
2	Conectores LT rectos ¾"	Q. 16.37
1 metro	Tubo LT ¾"	Q. 17.73
14	Abrazaderas Hanger ¾"	Q. 18.37
18	Barra roscadas de 3/8" * 20'	Q. 302.40
9	Coplas hexagonales de 3/8"	Q. 24.75
1	Breaker Siemens tipo QP de 3*30 amperios	Q. 165.00

El costo total estimado para la instalación de la fuente de poder para la guillotina 1 es de Q. 1173.66

**Tabla XII. Materiales eléctricos requeridos para la guillotina 2**

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Precio estimado</b>
1	Condulet LB 1"	Q. 19.13
4	Conectores ducton 1"	Q. 9.85
1	Tubo ducton 1"	Q. 18.84
10 metros	Cable THHN # 10 color negro	Q. 21.80
5 metros	Cable THHN # 12 Color verde	Q. 6.80

Costo total para la guillotina 2 = Q. 76.42



**Tabla XIII. Materiales eléctricos requeridos para la guillotina 4**

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Precio estimado</b>
2	Barras roscadas de 3/8" x 10'	Q. 33.60
30 metros	Cable THHN # 10 3 colores: negro, rojo y azul	Q. 65.39
10 metros	Cable THHN # 12 color verde	Q. 13.60
1	Rollo de cinta de aislar Scotch 33	Q. 15.75
1	Copla hexagonal de 3/8"	Q. 2.75

El costo total en cuanto a los materiales de la instalación eléctrica requerida para la guillotina 4 es de Q. 131.09

**Tabla XIV. Materiales eléctricos requeridos para la guillotina 7**

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Precio estimado</b>
195 metros	Cable THHN # 10 3 colores: negro, rojo y azul	Q. 425.00
65 metros	Cable THHN # 12 color verde	Q. 88.37
3	Terminales de entallar 4 mm	Q. 7.50
1	<i>Circuit Breaker</i> Siemens tipo ED43B030 de 3*30 amperios con tornillos de montaje	Q. 1150.00
2	Rollos de cinta de aislar temflex	Q. 8.11
2	Condulet LB 3/4"	Q. 26.55
6	Conectores ducton 3/4 "	Q. 9.75
2	<i>Niples bushing</i> 3/4"	Q. 4.35
3	Coplas ducton 3/4 "	Q. 5.19
5	Abrazaderas ducton 3/4"	Q. 1.63
1 metro	Tubo LT 3/4"	Q. 17.73
2	Conectores rectos para LT 3/4 "	Q. 16.37
3	Tubos ducton 3/4"	Q. 43.09

Costo total guillotina 7= Q. 1803.64

El costo total para la opción 1 del material eléctrico para la fuente de poder de las máquinas a instalar es de **Q. 3,184.81**

#### 4.2.1.2. Opción 2

Esta segunda opción analiza la posibilidad de unificar la conexión eléctrica del área de guillotinas de corte inicial, como se mencionó anteriormente la instalación actual de la guillotina 2 está en el tablero 5, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 70 metros; se estimará en costos la posibilidad de cambiar esta instalación hacia el centro de carga de la bodega de materia prima, donde la distancia es de 18 metros reduciendo con ello la probabilidad de ocurrir una falla eléctrica.

**Tabla XV. Materiales eléctricos requeridos para la opción 2**

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Precio estimado</b>
480 metros	Cable THHN # 10 3 colores: negro, rojo y azul	Q. 1046.16
160 metros	Cable THHN # 12 color verde	Q. 217.52
64	Barra roscadas 3/8" x 10'	Q. 1075.20
1	Angular de 3/16" X 1" X 20'	Q. 100.00
32	Clamps unistrut P2676 de 3"	Q. 455.36
130	Tuercas 3/8"	Q. 33.80
130	Roldadas 3/8"	Q. 18.20
12	Canaletas metálicas de 4 x 4" X 8'	Q. 1584.74
1	T de canal 4 X 4 de metal	Q. 49.95
10	Uniones para canaleta de 4 X 4	Q. 161.65
50	Tornillos de 1/4 X 1/2 con tuerca	Q. 22.50
2	Breaker 3 X 30 amp. tipo QP Siemens	Q. 330.00
7 metros	Tubos LT 3/4"	Q. 101.97
16	Abrazaderas Hanger 3/4 "	Q. 20.99
6	Tubos ducton 3/4 "	Q. 86.18
12	Conectores ducton 3/4"	Q. 19.49
9	Coplas ducton 3/4"	Q. 15.56
3	Condulet LB 3/4"	Q. 39.82

**Tabla XV. Continuación**

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Precio estimado</b>
3	Terminales de entallar	Q. 7.50
1	<i>Circuit Breaker</i> Siemens tipo ED43B030 de 3*30 amperios	Q.1150.00
2	Rollos de cinta de aislar temflex	Q. 8.11
2	<i>Niples bushing</i> 3/4"	Q. 4.35
1	Copla conduit 3/4"	Q. 5.33
4	Conectores rectos para LT 3/4"	Q. 32.74
1	Rollo de cinta de aislar Scotch 33	Q. 15.75
32	Coplas hexagonales de 3/8"	Q. 88.00
5	Abrazaderas ducton 3/4"	Q. 1.63

El costo total para unificar la conexión eléctrica, es decir la opción 2 es de **Q. 6,692.51**

En base a los costos de las dos opciones se observa que la menor inversión económica es la opción N.1 con Q. 3,184.81.

#### **4.2.2. Iluminación**

Al analizar la instalación de la iluminación se encuentra que, como se mencionó anteriormente, se puede contemplar utilizar la instalada actualmente y solo variar la dirección de las lámparas. Pero se puede determinar otra alternativa, la cual conlleva la instalación de una iluminación unificada para toda el área en estudio.

##### **4.2.2.1. Movimiento de la iluminación actual**

La iluminación instalada actualmente puede ser usada para la implementación del presente trabajo de graduación, solo será necesario realizar una variante en cuanto a la dirección de las lámparas.

La estimación financiera para llevar a cabo el movimiento de los tensores de las lámparas que actualmente están instaladas requiere tomar en cuenta el tiempo que el personal del departamento de mantenimiento utilizará para dicha actividad, así como los materiales eléctricos requeridos. Se cree necesario hacer mención que este cambio se llevará a cabo solo en la estación de trabajo de la nueva posición de la guillotina 1, la guillotina 2 y la 4.

En cuanto al tiempo de trabajo invertido para el cambio, es aproximadamente 30 horas trabajando 4 personas. Observando que el trabajo para este cambio requiere llevarlo a cabo a una altura de 11 metros, por lo que se necesitaría la utilización de varios andamios en posiciones diferentes.

Los materiales a utilizar son los siguientes:

**Tabla XVI. Materiales utilizando la iluminación actual**

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Precio estimado</b>
2	Angular de 1" X 3/16" X 20'	Q. 200.00
8	Tornillos 5/16" X 3/4 " con tuerca y roldana	Q. 6.00
50	Tuercas 3/8"	Q. 13.00
10 metros	Cable paralelo # 14	Q. 19.80

El costo en materiales, utilizando la iluminación actual es de **Q. 238.80**

#### **4.2.2.2. Instalación de iluminación conjunta**

Para lograr una iluminación unificada en el área que abarcaría la estación de trabajo de la guillotina 1,4 y 2 se requerirá la compra de ciertos materiales así como el tiempo productivo de la mano de obra.

El tiempo aproximado para esta labor es de 60 a 70 horas trabajando 3 electricistas en un mismo turno, dos de ellos estarían trabajando en la presente instalación y uno de ellos disponible para auxiliar cualquier eventualidad que se presente en el turno de 7:00 a 15:00 hrs., pero este horario se puede extender a las 19:00 hrs. pagando 4 horas extraordinarias por día.

Los materiales requeridos son:

**Tabla XVII. Materiales para iluminación conjunta**

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Precio estimado</b>
7	Lámparas tipo industrial de 4 X 40 wats 120 V.	Q. 2372.91
2	Rieles unicanal P 1000	Q. 217.36
2	Barras roscadas de 3/8" X 10'	Q. 33.60
28	Lámparas fluorescentes 40 w <i>cool/white</i>	Q. 283.78
28	Protectores para tubos fluorescentes 40 watts.	Q. 458.92
1	Copla hexagonal de 3/8"	Q. 2.75
1	Unión para riel unicanal P 1000	Q. 108.68

El costo para la instalación de una iluminación conjunta es **Q. 3478.00**

#### **4.2.3. Mano de obra**

La empresa litográfica cuenta con cuatro electricistas, que están capacitados para llevar a cabo el trabajo tanto de la instalación de la fuente de poder como de la iluminación.

Ya que se tienen dos opciones en cuanto a la reinstalación eléctrica, los costos generados por la mano de obra variarán con cada una de ellas. El pago promedio por hora de los electricistas es de Q. 10.67/ hora.

A continuación se presenta el tiempo requerido para cada una de las opciones, de la instalación eléctrica, tanto de potencia como de iluminación.

**Tabla XVIII. Tiempo requerido de la instalación eléctrica**

INVERSIÓN	INSTALACIÓN DE LA FUENTE DE PODER		ILUMINACIÓN		TOTAL
	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	Movimiento de la Iluminación actual	Instalación de la iluminación conjunta	
Alternativa 1	12 horas		30 horas		42 horas
Alternativa 2	12 horas			60 horas	72 horas
Alternativa 3		60 horas	30 horas		90 horas
Alternativa 4		60 horas		60 horas	120 hrs.

#### 4.2.3.1. Alternativa 1

El tiempo requerido para ésta es de 42 horas, si se conoce que el sueldo de los electricistas es de Q. 10.67/ hrs. Laborando 3 personas en el trabajo eléctrico, los costos generados son:

$$\frac{Q.10.67}{\text{hrs}} * \frac{42 \text{ hrs.}}{\text{proyecto}} * 3 \text{ personas} = Q. 1344.42$$

#### 4.2.3.2. Alternativa 2

El tiempo invertido tendrá que ser de 72 horas, los costos generados se presentan a continuación:

$$\frac{Q.10.67}{\text{hrs}} * \frac{72 \text{ hrs.}}{\text{proyecto}} * 3 \text{ personas} = Q.2304.72$$

#### **4.2.3.3. Alternativa 3**

90 horas de trabajo eléctrico generan los siguientes costos de mano de obra:

$$\frac{\text{Q.10.67}}{\text{hrs}} * \frac{90 \text{ hrs.}}{\text{proyecto}} * 3 \text{ personas} = \text{Q. 2880.90}$$

#### **4.2.3.4. Alternativa 4**

Ésta requiere de 120 horas de trabajo, el costo es de:

$$\frac{\text{Q. 10.67}}{\text{hrs}} * \frac{120 \text{ hrs.}}{\text{proyecto}} * 3 \text{ personas} = \text{Q. 3841.20}$$

La estimación financiera en cuanto a la reinstalación eléctrica es la suma de los costos generados por la compra del material eléctrico requerido tanto para la fuente de poder como para la iluminación y los costos de la a mano de obra.

Ya que se tienen los costos generados por la compra de los materiales eléctricos y la mano de obra, el costo total de la reinstalación eléctrica puede ser calculado.

Tanto para la instalación de la fuente de poder como para la iluminación, existen dos alternativas, se presentará un cuadro que resume los costos considerados para cada una de ellas, observando la combinación que genera menor inversión. Dejando a discreción de los directivos de la empresa la opción a considerar.

**Tabla XIX. Comparación de costos de la instalación eléctrica**

INVERSIÓN	MOD	INSTALACIÓN DE LA FUENTE DE PODER		ILUMINACIÓN		TOTAL
		OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	Movimiento de la Iluminación actual	Instalación de la iluminación conjunta	
Alternativa 1	Q.1344.42	Q. 3,184.81	---	Q. 238.80	---	Q.4768.03
Alternativa 2	Q.2304.72	Q. 3,184.81	---	---	Q. 3,478.00	Q.8967.53
Alternativa 3	Q.2880.90	---	Q. 6,692.51	Q. 238.80	---	Q.9812.21
Alternativa 4	Q.3841.20	---	Q. 6,692.51	---	Q. 3,478.00	Q.14011.71

La alternativa que genera menores costos es la número 1 con un valor de Q.4,768.03, siendo estos los valores tomados en cuenta para el estudio financiero de la reinstalación eléctrica.

Costo de la reinstalación eléctrica = Costo en materiales eléctricos + MO

Costo de la reinstalación eléctrica = Q. 3423.61 + Q 1344.42

Costo de la reinstalación eléctrica = Q. 4768.03

#### **4.3. Estimación financiera total**

Conlleva la suma de la estimación financiera para el movimiento de la maquinaria y la reinstalación eléctrica, siendo la siguiente:

Inversión total = C. movimiento de maquinaria + C. de reinstalación eléctrica

Inversión total = Q. 3465.00 + Q. 4768.03

Inversión total = **Q. 8233.03 ≈ \$ 1029.13**



#### **4.4. Programación de producción durante la implementación de la propuesta**

Para poder llevar a cabo la implementación del presente trabajo de graduación, se deberá modificar la programación de producción del área de guillotinas de corte inicial, así como el trabajo productivo del personal del departamento de mantenimiento.

Como se mencionó anteriormente, en el momento de implantar el presente trabajo de graduación se requerirá aproximadamente de 7 días en los cuales se interrumpirá el tiempo de producción del área en estudio.

Se necesitará realizar un plan para minimizar en lo posible la pérdida de tiempo productivo de la misma.

Antes de analizar los 7 días que requerirá llevar a cabo el presente proyecto, para el movimiento de maquinaria, se debe hacer mención que la instalación eléctrica conlleva un tiempo adicional a este, así como un trabajo anticipado, para que en el momento de realizar el movimiento de la maquinaria; ya la instalación mencionada este finalizada.

Es necesario tomar en cuenta que el tiempo de utilización del montacargas Clark se debe anticipar con el encargado de bodega de materia prima y bodega de producto terminado, ya que para cumplir con esta actividad es necesario realizar un cambio de cuchillas.

A continuación se presenta una descripción de las actividades a realizar cada día, especificando la disponibilidad de maquinaria para cada uno de ellos:

#### **4.4.1. Día 1**

Para el primer día de la implementación, el plan de producción podrá considerar la guillotina 1 y 4, ya que el departamento de mantenimiento considera conveniente iniciar con el movimiento de la 2.

Se requiere analizar el plan de producción del área de bodega de materia prima y de producto terminado, ya que será necesario llevar a cabo el trabajo que el montacargas realiza, con anterioridad al uso del mismo.

#### **4.4.2. Día 2**

Las máquinas disponibles para este día son las mismas que el anterior, ya que como se mencionó cada guillotina requerirá 2 días disponibles para el respectivo movimiento.

Si la guillotina 2 ya fue desmontada y girada a la posición propuesta, el uso del montacargas, para este día, se omitirá, pues el trabajo a terminar es el montaje, sin necesidad de utilizar dicha maquinaria.

#### **4.4.3. Día 3**

Las máquinas disponibles son la 2, la cual se encontraría en la posición propuesta, y la guillotina 1; la maquina 4 requiere un movimiento de aproximadamente 10 metros de distancia; el desmontaje, traslado y montaje conlleva 20 horas de trabajo aproximadamente, este día se trabajaría parte del mencionado trabajo.

Al tiempo mencionado, es necesario agregar el que se requiere para el cambio de cuchillas del montacargas, el cual es aproximadamente una hora.

#### **4.4.4. Día 4**

Este día se finalizaría con el trabajo de montaje de la guillotina 4, contando con el tiempo regular de las máquinas 1 y 2; donde la posición de la guillotina 1, es la actual; la guillotina 2 ya ha sufrido el cambio propuesto.

Es necesario hacer notar que el tiempo productivo de trabajo de la guillotina 2 se verá afectado, ya que el cambio que se estará llevando a cabo interrumpirá el área de transporte inicial de dicha estación.

#### **4.4.5. Día 5**

Las máquinas disponibles para el quinto día son la guillotina 2 y la 4; las cuales según lo planificado en el presente trabajo de graduación, estas ya se ubicarían en la posición propuesta.

Es necesario recordar que la distancia que debe recorrer el traslado de la guillotina 1 es aproximadamente 100 metros, conociendo que esta labor se puede llevar a cabo con el montacargas Clark, por tal motivo, el estudio requerido para el movimiento de la mencionada máquina es el siguiente:

#### **4.4.5.1. Maquinaria**

En el momento de contemplar la maquinaria sé esta incluyendo tanto el desmontaje como el traslado de la misma.

##### **4.4.5.1.1. Desmontaje**

Este día se realizará el desmontaje y traslado de la guillotina 1, requiriéndose para ello el trabajo de 5 personas del departamento de mantenimiento; para esta labor hay que considerar el cambio de cuchillas del montacargas Clark, así como contemplar la planificación de la bodega de materia prima anticipando con ello el préstamo del mismo, para que ésta maquinaria cumpla su función ordinaria.

##### **4.4.5.1.2. Traslado**

Para el traslado de la guillotina 1 se deberá contemplar el movimiento del material en proceso, así como considerar la ruta a tomar para dicha actividad; ya que ésta es la máquina que conlleva mayor distancia en su traslado.

#### **4.4.6. Día 6**

El trabajo para este día, es el siguiente:

##### **4.4.6.1.1. Montaje**

El montaje de la guillotina 1, la cual es el último movimiento de la maquinaria actual; si el traslado y la posición de la maquina ya se encuentra finalizada, el montacargas Clark para el montaje puede omitirse; ya que este trabajo se puede llevar a cabo sin el uso del mismo.

#### **4.4.7. Día 7**

El montaje e instalación de la maquinaria nueva, dependerá del día en que la compra de la mencionada guillotina llegue a las instalaciones de la planta de la empresa litográfica en estudio.

En el tiempo de espera por la llegada de la nueva máquina, todas las guillotinas de corte inicial estarán disponibles para poder planificar trabajo productivo en ellas; porque estas se encontrarían en la posición propuesta, así también el área designada para el montaje de la guillotina 7 se encuentra disponible.

#### **4.5. Beneficios que se alcanzarán al implementar el diseño**

Entre los beneficios obtenidos al poner en marcha el presente trabajo de graduación se pueden mencionar los siguientes:

##### **4.5.1. Mejor distribución de planta**

La razón de obtenerse una mejor distribución en planta, es que las diferentes áreas del proceso se delimitan; ya que actualmente en la empresa litográfica el área de guillotinas de corte inicial no está definida, existiendo maquinaria que forma parte de la mencionada área pero en una ubicación distante a la misma.

Así también, el área de guillotinas de corte final se expandirá; con la compra de una máquina de esta área y su ubicación será dentro de su respectiva área.

#### **4.5.2. Aumento del tiempo productivo**

En el momento de realizar una mejora en la distribución de planta el tiempo productivo de las diferentes áreas involucradas se ve influido y aumentado ya que se optimizan los recursos existentes.

Al llevar a cabo el presente trabajo de graduación, los recursos en cuanto al espacio utilizado y la ubicación de la maquinaria conllevan a un aumento del tiempo productivo en el área de guillotinas de corte inicial así como el área de guillotinas de corte final.

#### **4.5.3. Distancia mínima entre operaciones**

En el caso particular del presente trabajo de graduación, el tiempo productivo se aumenta porque se minimiza, en gran manera, la distancia a recorrer entre la operación de corte y conversión a pliegos con el área de guillotinas de corte inicial. Esto no solo una máquina sino en las tres guillotinas existentes en esta área.

Así también se puede mencionar que la distancia entre las operaciones del proceso del área de prensas con el área de guillotinas de corte final encuentra una mínima distancia; ya que se conserva la integración de una nueva máquina dentro del área estipulada para la misma.

A continuación se presentan cuadros comparativos con las distancias actuales de cada una de las guillotinas; así como las distancias que se obtendrían al implementar el presente trabajo de graduación. Logrando observar la diferencia de cada una de ellas.

#### 4.5.3.1. Transporte inicial

**Tabla XX. Comparación de distancias para el transporte inicial**

<b>Máquina</b>	<b>Distancia actual</b>	<b>Distancia propuesta</b>	<b>Diferencia</b>
Guillotina 1	103.5 m.	5 m.	98.5 m
Guillotina 2	22 m.	15 m.	7 m.
Guillotina 4	27 m.	9.50 m	17.5 m.

La distancia total que se reduce del área de corte y conversión con el área de guillotinas de corte inicial es de 123 metros.

#### 4.5.3.2. Transporte final

**Tabla XXI. Comparación de distancias para el transporte final**

<b>Máquina</b>	<b>Distancia actual</b>	<b>Distancia propuesta</b>	<b>Diferencia</b>
Guillotina 1	40 m	15 m.	25 m.
Guillotina 2	5 – 25 m	3-23 m	2 m
Guillotina 4	5 – 25 m	3-23 m	2 m

La distancia total que se reduce del área de guillotinas de corte inicial al área designada para colocar material en proceso y en espera para entrar a impresión es de 29 metros.

#### **4.5.4. Se minimiza el tiempo de transporte**

Debido a la distancia mínima a recorrer se logra obtener un menor tiempo de transporte del material, este es tanto en el transporte inicial como el final.

##### **4.5.4.1. Guillotina 1**

Según los datos actuales el tiempo de transporte inicial es de 33.08 min. para una distancia aproximada de 103.50 metros, con el presente proyecto esta distancia se reduce a 5 metros, por medio de cálculos matemáticos el tiempo que se requerirá al ser implementado, para cumplir con esta actividad será de 2 min. observándose con ello que éste se reduce el tiempo en un 93%.

El tiempo de transporte final requerido actualmente es de 12.52 min. para una distancia de 40 metros aproximadamente, con la implementación del presente trabajo de graduación esta distancia cambia a 15 metros representando un tiempo de 4.70 minutos. Reduciéndose de tal modo el tiempo del transporte final en un 62%.

##### **4.5.4.2. Guillotina 2**

Si se conoce que para 22 m de distancia actual el tiempo de transporte inicial es de 10.51 min.; al implementar el proyecto, con 15 m el tiempo es de 7.16 min. representando un 68% de reducción.

En cuanto al tiempo de transporte final, este es variable ya que la distancia para esta guillotina es de 5 a 25 metros. Con la propuesta este valor disminuye en 2 metros, es decir, la distancia variará de 3 – 23 metros. No pudiéndose encontrar el equivalente en tiempo porque la distancia es variable.



#### **4.5.4.3. Guillotina 4**

Para el transporte inicial la distancia actual para esta máquina es de 27 metros con un tiempo de 11.17 min. con el presente trabajo de graduación la distancia cambia a 10 metros, con esta distancia el tiempo será de 4.14 min. representando dichos valores el 38%.

Para el transporte final, se encuentra la misma limitante que para la guillotina 2; omitiéndose los valores por la variabilidad de la distancia en el recorrido final.

#### **4.5.5. Aumenta el control y supervisión del personal**

Al tomar en consideración la implementación del presente trabajo de graduación, el área de guillotinas de corte inicial queda unificada, con lo cual se obtiene una facilidad en cuanto a la supervisión del personal; ya que actualmente esta labor encuentra limitante en la excesiva distancia a recorrer por la ubicación de la guillotina 1, siendo esto una razón del tiempo de óseo existente en dicha estación de trabajo.

Se cree necesario mencionar que el área en cuestión quedaría ubicada exactamente enfrente de las oficinas designadas al departamento de producción, por tal motivo el control en cuanto al tiempo productivo de trabajo aumenta.

#### **4.5.6. Utilización de todas las guillotinas en los tres turnos**

Se tiene entendido que actualmente en la programación de producción para la guillotina 1 que forma parte del área de corte inicial, solo se considera el trabajo de dos turnos, el de la mañana que inicia a las 7:00 y finaliza a las 15:00 horas y el segundo que comprende el tiempo de 15:00 a 22:00 hrs. No pudiéndose programar trabajo para el turno nocturno de 22:00 a 7:00 del otro día, para la mencionada estación de trabajo, la razón de esta planificación es por falta de supervisión en este horario.

La supervisión con que se cuenta para las dos máquinas restantes las lleva a cabo el encargado del área de empaque y rotulado, pero por la ubicación de la guillotina 1 se imposibilita esta supervisión en el horario mencionado.

Al implementar el presente trabajo de graduación, se observa que la planificación de producción para el área de guillotinas de corte inicial se puede modificar para que todas las máquinas estén disponibles en los tres turnos, aumentando en aproximadamente 7 horas por día el tiempo productivo en la estación de trabajo de la guillotina 1; observando con ello que se obtiene un mayor aprovechamiento de los recursos existentes en la empresa, porque la guillotina mencionada estará trabajando con toda su capacidad.

#### **4.5.7. Se eliminan horarios extensos de trabajo**

Al aumentarse el tiempo productivo de la estación de trabajo de guillotinado de corte inicial, se eliminarían los horarios extensos de trabajo, ya que en ocasiones para poder cumplir con la producción que requieren los pedidos de ventas se tiene que considerar el extender el horario de trabajo.

Al llegar a eliminar éstos horarios extensos se conseguiría disminuir los costos generados por el pago de horas extras, ya que el tiempo pagado como ordinario es más productivo. Involucrándose de tal manera los costos generados en salarios.

#### **4.5.8. Mejoría en la ventilación de la planta**

Como se determinó en el momento de realizar el análisis de la situación actual del área en estudio, se observó que justo arriba de la posición de la guillotina 1 se encuentra instalado un ventilador aéreo el cual debe permanecer apagado cuando las características del material a cortar son particulares, como por ejemplo papel de regalo, para este material el ventilador debe estar apagado ya que de no hacerlo se provoca fallas en la operación. Generando de tal manera una deficiente ventilación para toda la planta.

Al considerar la implementación del presente trabajo de graduación, la ventilación de la planta se ve afectada positivamente ya que el uso del dispositivo no es interrumpido por ningún motivo.

## **5. SEGUIMIENTO Y CONTROL**

En el seguimiento y control que el presente trabajo de graduación requiere se deben evaluar los resultados que se obtendrán al ser implementado.

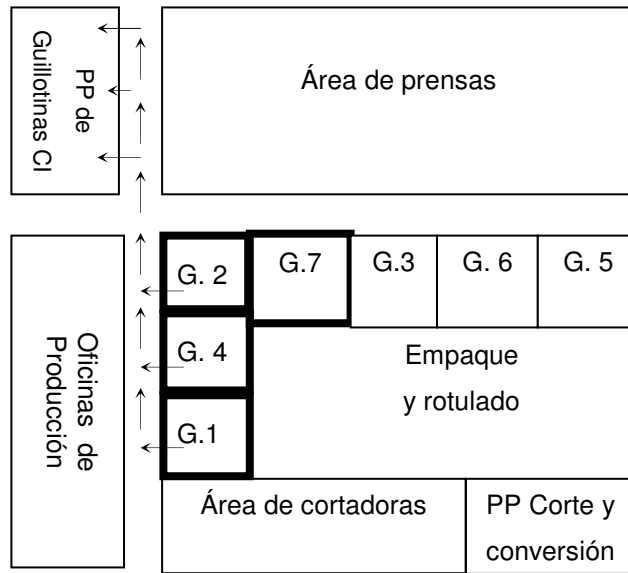
El control de los resultados obtenidos del trabajo de graduación queda bajo la responsabilidad de la persona encargada que la empresa designe para dicha labor.

### **5.1. Capacitación a los operarios**

La capacitación a los operarios es necesaria, ya que en cualquier cambio realizado en la operación o estación de trabajo conlleva este tipo de actividad.

Ya que la distancia en la estación de trabajo de la guillotina 1 variará en gran medida, aproximadamente de 100 metros; en la capacitación a los operarios que laboran en los tres turnos de esta estación se les indicará la dirección que deben tomar para el traslado de material tanto inicial como el material que ya ha sido procesado, siendo el área designada para este efecto la que está ubicada a la par de la prensa 6; el presente diagrama indica dicha trayectoria:

**Figura 21. Trayectoria a seguir en la operación de guillotinado inicial**



## 5.2. Diagrama de gantt propuesto para lograr el control y seguimiento

Para poder llevar a cabo una medición de los cambios obtenidos por la implementación del presente trabajo de graduación se requerirá de un registro de valores que muestre una comparación de datos obtenidos después de haberlo puesto en práctica.

A continuación se presenta un diagrama de gantt propuesto para la medición del tiempo productivo de trabajo, la productividad y la eficiencia.

### **5.2.1. El tiempo productivo de trabajo**

Para poder llevar un control en cuanto al tiempo productivo de trabajo se dividió la operación en varios elementos, los cuales son: transporte inicial, colocar material, cortes, colocar material ya procesado, identificar la pila y transporte final. Los elementos de interés para el estudio son el transporte inicial y el final; ya que se conoce que la distribución de maquinaria y el manejo de materiales se relacionan directamente, ya que un breve diseño de la distribución reduce al mínimo la distancia de transporte de materia prima.

Como se observó anteriormente el tiempo total de operación sufrirá cambios, de allí la importancia de lograr llevar a cabo el control y seguimiento de este factor.

A continuación se presenta el diagrama de gantt para poder llevar los respectivos registros.

**Figura 22. Diagrama de gantt del tiempo productivo de trabajo**

		febrero			marzo			abril			mayo			junio			julio											
Actividad	Día	4	11	18	25	4	11	18	23	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	
1 Tiempo total de trasporte inicial	P																											
	R																											
	E																											
2 Tiempo total de operación	P																											
	R																											
	E																											
3 Tiempo de operación por turno	P																											
	R																											
	E																											
4 Tiempo de limpieza de maquinaria	P																											
	R																											
	E																											
5 Tiempo total de transporte final	P																											
	R																											
	E																											
6 Tiempo productivo total	P																											
	R																											
	E																											

### **5.2.2. Productividad**

Se sabe que productividad es el cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producción. De esta forma es posible hablar de la productividad del capital, de la inversión o de la materia prima.

El término productividad con frecuencia se confunde con el término producción. Puede confundirse al pensar que mayor producción, más productividad y esto no es necesariamente acertado.

Producción se refiere en término a la actividad de producir ya sean bienes o servicios. En contra posición productividad se refiere a la utilización eficientemente de los recursos al producir bienes o servicios.

Si se observa en términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produjeron, mientras que la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados.

De lo anterior, se observa la importancia del registro de los valores de la productividad proyectada si el presente trabajo de graduación se implementa.





### **5.2.3. Eficiencia**

Con frecuencia se confunden los términos productividad, eficiencia y efectividad.

Eficiencia es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar.

Efectividad es el grado en que se logran los objetivos, es decir, la forma en que se obtiene un conjunto de resultados refleja la efectividad, mientras la forma en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia. La productividad es una combinación de ambas, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con la utilización de los recursos.

La eficiencia y la efectividad no tienen que manejarse juntas puesto que la primera implica alcanzar un cierto nivel, una tasa de resultados que sea aceptable pero no necesariamente deseable.

**Figura 24. Diagrama de gantt de eficiencia**

Actividad	Día	febrero					marzo					abril					mayo					junio					julio				
		4	11	18	25		4	11	18	23		1	8	15	22	29	6	13	20	27		3	10	17	24		1	8	15	22	29
1 Producción obtenida	P																														
	R																														
	E																														
2 Producción estándar esperada	P																														
	R																														
	E																														
3 Desempeño alcanzado	P																														
	R																														
	E																														
4 Recursos consumidos	P																														
	R																														
	E																														
5 Efectividad	P																														
	R																														
	E																														
6 Eficiencia	P																														
	R																														
	E																														

## CONCLUSIONES

1. La ubicación actual de la maquinaria del área de guillotinas de corte inicial, se justifica en el hecho de la distribución en planta con la cual la empresa inicio sus labores en las instalaciones actuales, llevándose a cabo en 1977, en particular la guillotina 1 fue trasladada posteriormente al lugar que se encuentra para cumplir con funciones de una embaladora; pero luego por la carga de trabajo hacia el cliente interno de la operación regreso a su función original. La mayoría de las distribuciones de maquinaria quedan diseñadas para las condiciones de partida, pero a medida que la organización crece debe adaptarse a cambios internos y externos; lo que hace que la distribución inicial se vuelva menos adecuada hasta que llega el momento en que la redistribución se hace necesaria.
2. Al llevar a cabo el diagrama de operaciones, el diagrama de flujo y el de recorrido; se puede detectar la existencia de una mejora en cuanto a la distribución de maquinaria del área de guillotinas de corte inicial, ya que existe una notable distancia entre operaciones.

3. Al determinar una evaluación general de la distribución de maquinaria del área de guillotinas de corte inicial, se encontraron razones particulares que pone de manifiesto la necesidad de recurrir a su aplicación, entre ellas: excesiva distancia a recorrer en el flujo de trabajo, tiempo de transporte para una máquina en particular es sustancialmente mayor, en comparación a las guillotinas restantes, simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en el centro de trabajo, así como se impide la utilización de un ventilador.
  
4. Para poder implementar una distribución de maquinaria en la empresa litográfica en estudio, se consideran tres propuestas; cada una de ellas serán evaluadas cualitativamente por los directivos de la institución, observando con ello cada una de las ventajas y desventajas que conlleva su implementación y resultados.
  
5. Los procedimientos requeridos para lograr la implementación del presente proyecto conlleva el análisis del movimiento de la maquinaria instalada actualmente, tanto el desmontaje, traslado y montaje en la ubicación propuesta; así también la reinstalación eléctrica de potencia como de iluminación y el programa de producción durante la realización del presente trabajo de graduación.

6. En la elaboración de la estimación financiera, se incluyeron todos los costos involucrados en los procedimientos requeridos para la implementación del presente trabajo de graduación, estos son para el movimiento de maquinaria y la reinstalación eléctrica. La primera conlleva el desmontaje, traslado y montaje de las guillotinas así como de la mano de obra involucrada y el uso del montacargas para realizar el traslado. Los costos de la reinstalación eléctrica incluye la compra del material eléctrico para la instalación de la fuente de poder y de la iluminación para la ubicación propuesta.
  
7. Los beneficios obtenidos se verán reflejados en el tiempo productivo de operación, entre estos podemos mencionar que la fatiga de los operadores de las guillotinas de corte inicial disminuirá al trasladar tanto el material inicial como el ya procesado, así también se cumplirán los principios básicos de una distribución de maquinaria, generando un aumento en la productividad en el área en estudio.

## RECOMENDACIONES

1. Tomar en consideración cada una de las propuestas para una distribución de maquinaria del área de guillotinas de corte inicial presentadas, realizando una evaluación cualitativa y cuantitativamente; analizando cual de ellas involucra menores costos y genera mayores beneficios.
2. Los procedimientos requeridos para la implementación del presente trabajo de graduación, deben ser analizados por las diferentes áreas que se vean involucradas en su normal desempeño.
3. Para poder llevar a cabo la implementación del presente trabajo de graduación, se requerirá un acuerdo con los encargados del departamento de la bodega de materia prima y la bodega de producto terminado con respecto a la utilización del montacargas Clark y realizar un programa de actividades en las cuales se tome en cuenta la ausencia de esta máquina, por el tiempo ya establecido por el departamento de mantenimiento.
4. Es necesario hacer mención que en la estimación financiera presentada, se está considerando llevar a cabo el cambio en el tiempo estimado por encargados de la materia, pero este tiempo puede ser menor al realizar una inversión en cuento al pago de horas extraordinarias.

5. Con respecto a la estimación financiera de la reinstalación eléctrica de la fuente de poder, se observa que el costo en la compra de materiales eléctricos de la opción 1 es de Q. 3184.81, y la opción 2 de Q. 6692.51. La segunda opción duplica el costo de la primera siendo 52.41% mayor que la primera. Pero es recomendable considerar que entre los beneficios obtenidos con la inversión mayor podemos mencionar el disminuir la probabilidad de fallas eléctricas futuras, porque la distancia del cableado eléctrico disminuye aproximadamente 60 metros; así también se unifica la instalación eléctrica del área de guillotinas de corte inicial, siendo éste el centro de carga de la bodega de materia prima.
6. Se recomienda llevar a cabo la instalación eléctrica, tanto de la fuente de poder como la de la iluminación del área propuesta antes de la movilización de la maquinaria, ya que con ello el trabajo eléctrico se facilitará.
7. El control y seguimiento de los resultados obtenidos con la implementación del diseño para una redistribución de maquinaria es recomendable, para poder con ello analizar y evaluar la mejora alcanzada.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Barnes, Ralph. Estudio de movimientos y tiempos. 2ª ed. México: McGraw Hill, 2001. p 205.
2. García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo. México: McGraw Hill, 1998. p 134.
3. Hamid. Administración de operaciones y competencia global. 2ª ed. México: McGraw Hill, 1997. p 65.
4. Hoperman, Richard. Administración de producción y operaciones, planeación, análisis y control. 3ª ed. España: McGraw Hill, 1997. p 97.
5. Jiménez, Jorge. Herramientas para la evaluación Ex ante de proyectos de Inversión. Argentina: Ediciones improsa, 1980. p 59.
6. Machuca Domínguez, José Antonio. Dirección de operaciones, aspectos estratégicos en la producción y los servicios. México: Mc. Graw Hill. 1994. p 74.
7. Muther, Richard. Distribución en planta. 4ª ed. España: Editorial Hispano Europea. 1999. p 45.
8. Niebel, Benjamín W. Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos. 10 ed. México: Alfa Omega, 2000. p 98.
9. Noori Hamid, Radford Rusell. Administración de operaciones y producción. 3ª ed. México: McGraw Hill, 2001. p 57.
10. Roger Schroeder. Administración de operaciones. 4ª ed. México: McGraw Hill. 1999. p 124.