



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO PARA UNA IMPRENTA

Yorlemy Maritza Mérida Villatoro

Asesorado por Ing. Paula Vanessa Ayerdi Bardales

Guatemala, septiembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO PARA UNA IMPRENTA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

YORLEMY MARITZA MÉRIDA VILLATORO

ASESORADO POR LA ING. PAULA VANESA AYERDI BARDALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jorge Fuentes Tinti
EXAMINADOR	Inga. Marta Guisela Gaitán Garavito
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

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 Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO PARA UNA IMPRENTA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha noviembre de 2000.

Yorlemy Maritza Mérida Villatoro

Guatemala, 20 de Julio del 2006

Ingeniero
Francisco Gómez
Director de Escuela de Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Gomez:

Por este medio le informo que asesor el trabajo de investigación de la estudiante YORLEMY MARITZA MERIDA VILLATORO, de la carrera de Ingeniería Industrial, denominado "DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO EN UNA IMPRENTA".

Considero que dicho trabajo se ha desarrollado de una adecuada forma, y llena los requisitos necesarios para aprobarlo. Además, incluye importantes conceptos y aplicaciones de ingeniería para el ramo de imprentas, por lo que el mismo constituye un valioso aporte para la industria guatemalteca.

Sin otro particular, me suscribo,


Ing. Paula Vanessa Ayerdi Bardales
Asesora

Paula Vanessa Ayerdi Bardales
Ingeniera Industrial
Col.: No. 4.706

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO PARA UNA IMPRENTA**, presentado por la estudiante universitaria **Yorlemy Maritza Mérida Villatoro**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. No. 4,074

Guatemala, agosto de 2006

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO PARA UNA IMPRENTA**, presentado por la estudiante universitaria **Yorlemy Maritza Mérida Villatoro**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2006.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.334.2006

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO PARA UNA IMPRENTA**, presentado por la estudiante universitaria **Yorlemy Maritza Mérida Villatoro**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, Septiembre 27 de 2006

/gdech

Toda por ti, Carolingia Mía
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

ACTO QUE DEDICO A:

Jehová

Que es la fortaleza de mi vida, mi luz y mi salvación.

Mi esposo

Hallan Arturo Cabrera Sosa

Por ser una persona fundamental en mi Vida. Porque siempre estas ahí cuando lo necesito brindándome tu amor, tu tiempo y tu paciencia. Gracias por tu apoyo de estímulo para no desmayar y seguir adelante. Te amo.

Mis hijos

Kathia Yorlemy y Hallan Daniel

El regalo que Dios me dió. Que este logro sea un ejemplo. Los amo.

Mi padre

Luis Roberto Mérida

Por la oportunidad que me brindó a través de sus esfuerzos y sacrificios. Por su incesante apoyo, sus enseñanzas y ejemplo; que este logro sea una pequeña recompensa.

Mi madre

Maria Consuelo Villatoro (QEPD)

Quien espiritualmente me ha acompañado en cada momento de mi vida.

Mis hermanos

Luis, Karina, Ingrid, Astrid, Annie, Luis Eduardo y Aldo

Por ser parte importante en cada uno de mis logros. Gracias por su amor y su ayuda.

Mis sobrinos

Por formar parte de mi vida.

Mis cuñados

Mauro, Sergio, Brisna, Evelyn y Ronaldo

Por su apoyo en todo momento.

Mis abuelos

Feliza de Mérida

Arístides Mérida

Flavia Consuelo Villatoro (QEPD)

José Jerónimo Villatoro (QEPD)

Por su apoyo y sus sabios consejos.

Mis suegros

Rosa Angelina de Cabrera

Sergio Cabrera

Porque son como unos padres para mí. Gracias por su gran apoyo.

Mi familia en general

Con respeto y todo mi cariño

Mis amigos

Por compartir momentos especiales.

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería, por
brindarme los conocimientos necesarios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Invención y desarrollo de la imprenta	1
1.1.1 El arte de imprimir	1
1.1.2 Cómo se hizo el primer tipo de imprenta	2
1.1.3 La imprenta en Hispanoamérica	3
1.1.3.1 La imprenta en Guatemala	5
1.1.4 Los tres métodos básico de imprimir	5
1.1.4.1 Tipografía	5
1.1.4.2 Litografía	6
1.1.4.3 Grabado	9
1.2 Organización de la empresa	10
1.3 Productos elaborados	11
1.3.1 Tipos de productos	11
1.3.2 Materia prima utilizada	11
1.4 Descripción de los procesos	15
1.5 Descripción de la maquinaria	17

2. CONSIDERACIONES ACTUALES DE LA EMPRESA	21
2.1 Control de calidad actual dentro de la empresa	21
2.1.1 Factores que afectan en la calidad	21
2.1.2 Clasificación de los defectos	22
2.1.2.1 Defectos en materia prima	23
2.1.2.2 Defectos en producto en proceso	23
2.1.2.3 Defectos en producto terminado	23
2.2 Identificación de los costos de calidad en que incurre la empresa	25
2.2.1 Costo de retraso en la entrega de trabajos	25
2.2.2 Costo de clientes insatisfechos	25
2.2.3 Costo de acciones de prevención	25
2.2.4 Costo de acciones de aseguramiento	25
2.2.5 Costo de acciones correctivas	26
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	27
3.1 Control de calidad de materia prima	27
3.1.1 Estándares de calidad de los materiales	27
3.1.2 Equipo necesario para realizar la inspección	28
3.1.3 Diseño del plan de muestreo	28
3.1.4 Procedimientos de inspección	35
3.1.5 Manejo de lotes rechazados	36
3.2 Control de calidad en el proceso de producción	36
3.2.1 Control de calidad en el proceso de corte	36
3.2.2 Control de calidad en el proceso de impresión	41
3.2.3 Control de calidad en el proceso de compaginación	46
3.2.4 Control de calidad en el proceso de numerado	47
3.3 Control de calidad de producto final	47
3.3.1 Estándares de calidad del producto final	47

3.3.2	Inspección del producto final	47
3.4	Registro de información	48
3.4.1	Reportes de calidad	49
3.4.2	Diagrama de Pareto	50
3.4.3	Gráficos de control	51
4.	APLICACIÓN DEL SISTEMA ESTADÍSTICO DEL CONTROL DE CALIDAD	53
4.1	Control de calidad aplicado a la recepción de materiales	53
4.2	Control de calidad aplicado al proceso de corte	96
4.3	Control de calidad aplicado al proceso de impresión	97
4.4	Control de calidad aplicado al proceso de compaginación	103
4.5	Control de calidad aplicado al proceso de numerado	105
4.6	Control de calidad aplicado al proceso de producto terminado	106
5.	SEGUIMIENTO AL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO PROPUESTO	111
5.1	Factores a considerar para la buena implementación	111
5.2	Círculos de calidad y técnicas para la solución de problemas	115
5.3	Utilización de los círculos de calidad.	118
	CONCLUSIONES	123
	RECOMENDACIONES	125
	BIBLIOGRAFÍA	127
	ANEXOS	129
	APÉNDICE	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama de la empresa	11
2	Formato de inspección de producto terminado	48
3	Formato para el reporte de producto terminado	50
4	Tabla y gráfico de control por variables para el proceso de corte	96
5	Tabla y gráfico de control por atributos para la tonalidad	99
6	Tabla y gráfico de control por variables para la densidad	101
7	Tabla y gráfico de control por atributos para el registro	102
8	Formato de control de calidad para el proceso de compaginación	104
9	Formato de control de calidad para el proceso de numerado	105
10	Formato de control de calidad para el producto terminado	107
11	Formato de inspección de producto terminado	108
12	Gráfico de Pareto	109
13	Diagrama de causa – efecto aplicado al proceso de corte	135

TABLAS

I	Fórmulas para gráficos de control	38
	Boleta de Ingreso de cartón blanco	70
III	Muestreo de bobinas	71
IV	Unidades de prueba	72
V	Prueba de gramaje	73
VI	Prueba de calibre	73
VII	Prueba de absorción de agua	74

VIII	Prueba de resistencia superficial lado A	75
IX	Prueba de resistencia superficial lado B	75
X	Prueba de resistencia al desgarro	76
XI	Prueba de resistencia al plegado dirección máquina	77
XII	Prueba de resistencia al plegado dirección cruzada	77
XIII	Prueba de blancura cara superior	78
XIV	Prueba de blancura cara inferior	78
XV	Prueba de reflectancia luminosa cara superior	79
XVI	Opacidad cara superior	79
XVII	Prueba de reflectancia luminosa cara inferior	79
XVIII	Opacidad cara inferior	80
XIX	Reporte de muestreo de papel cartón	81
XX	Boleta de ingreso de tintas	86
XXI	Número de lote de las muestras	87
XXII	Código de las muestras	87
XXIII	Longitud de tinta	88
XXIV	Tonalidad	88
XXV	Tamaño del grano	89
XXVI	Densidad	89
XXVII	Reporte de muestreo de tintas	90
XXVIII	Boleta de ingreso de planchas	91
XXIX	Número de muestra de planchas	92
XXX	Prueba de calibre para planchas	92
XXXI	Reporte de muestreo de planchas	93
XXXII	Boleta de ingreso de cauchos compresibles	94
XXXIII	Cuadro de muestreo de planchas	94
XXXIV	Prueba de calibre en planchas	95
XXXV	Reporte del muestreo de cauchos o planchas	95
XXXVI	Tabla de causas y soluciones	120

XXXVII	Tabla de muestreo para el papel o cartón	129
XXXVIII	Tabla de números aleatorios	130
XXXIX	Tabla de localización del tamaño del lote y nivel de aceptación en el muestreo de aceptación (MIL-STD-105-D)	113
XL	Tabla para obtener tamaño de la muestra según el muestreo de aceptación (MIL-STD-105-D)	132
XLI	Tabla de constantes para gráficos de control por variables	133

LISTA DE SÍMBOLOS

PDTL	Porcentaje defectuoso tolerable por lote
AQL	Nivel de calidad aceptable
N	Tamaño de lote o sublote
n	Tamaño de la muestra
Lc	Límite de control
Lic	Límite inferior
Lsc	Límite superior
R	Rango
Re	Rechazo
Sqrt	Raíz cuadrada
X	Media aritmética
G	Gramaje
R_L	Reflectancia luminosa
R_{Li}	Reflectancia luminosa intrínseca
V	Volumen
cm	Centímetro
g	gramo
p	porcentaje defectuoso

GLOSARIO

Alimentación	Alimentar, sustentar, proveer material a una máquina.
Aleatorio	Que va en ambos sentidos
Batch	Es un proceso ejecutado por lotes.
Bobina	Hoja continua de papel que se enrolla sobre si misma en un centro de cartón que le sirve de soporte.
Cara de papel	Superficie del papel
Caucho o mantilla	Pliego de un material elástico que recibe tinta de la placa.
Calibrador	Instrumento para medir el calibre o espesor.
Densitómetro	Instrumento para medir la densidad de la tinta en un impreso.
Diagrama de Pareto	Diagrama que permite identificar los principales problemas dentro de todos los existentes.
Espécimen	Parte de la muestra de la cual se extraen la unidades de prueba que son evaluadas.

Gramaje	Peso por unidad de área.
Gráfico de control	Herramienta estadística empleada para verificar el funcionamiento de procesos.
Intrínseco	Intimo, esencial. Valor i de un objeto, el que tiene por sí mismo.
Índice de calidad	Valor empleado para definir el nivel de calidad de los artículos producidos en una empresa.
Índice de Cobb	Cantidad de agua absorbida por un metro cuadrado de papel.
Molienda	Acción de moler, especialmente el grano.
Muestreo de aceptación	Sistemas de inspección desarrollados para determinar si los artículos contenidos en un lote cumplen con los niveles de calidad deseados.
Muestreo	Escoger una muestra o solo una parte de la totalidad de los elementos para realizar un estudio.
Mensurable	Que puede medirse.
Lote	Agrupación de artículos de similares características.
Organización plana	Organización que consta de dos niveles verticales.

Operación	Manejo de una máquina.
Opacidad	Calidad de opaco. Que impide el paso de la luz. Oscuro, sombrío.
Pliego	Hoja cuadrangular de papel
Péndulo	Cuerpo que oscila suspendido en un punto por la acción de la gravedad.
Pila	Conjunto de pliegos que salen o entran a una prensa.
Producción intermitente	La producción de los artículos no es constante.
Resma	Conjunto de 500 pliegos.
Reflectancia	Acto de cambiar de dirección la luz.
Soluble	Que puede disolverse.
Superficial	Relativo a la superficie.
Tinta	Sustancia fluida de color.
Tiraje	Conjunto total de pliegos que van a imprimirse por una prensa.
Unidad de prueba	Porción de papel sobre la cual se efectúan los ensayos para obtener un grupo único de resultados.

RESUMEN

Con la apertura de mercados a nivel mundial, se presenta un futuro exigente para todas las empresas guatemaltecas, razón por la cual deben estar capacitadas para competir no sólo con las empresas nacionales sino también con las extranjeras, ofreciendo productos de calidad.

Una de las razones para desarrollar un control de calidad es encontrar productos que no cumplen con los requerimientos, o sea, productos de mala calidad. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio sobre las diferentes variables que afectan la calidad y que causan grandes pérdidas, para poder realizar una operación eficiente y rentable.

Debido a la falta de un control de calidad dentro de la empresa en las diferentes etapas del proceso del producto que abarca desde la recepción de materia prima hasta la entrega del producto a los clientes, se tomó la decisión de proponer un sistema de control de calidad estadístico, obteniendo con esto la ventaja de asegurar la calidad del producto y satisfaciendo a los clientes.

Se analizó cuáles eran los factores que afectaban la calidad del producto y se encontraron los siguientes: elemento humano, materia prima, ambiente laboral y mantenimiento de la maquinaria. Después del análisis se propuso un sistema de control de calidad estadístico que abarca desde la recepción de materia prima, el proceso de producción y la entrega del producto al cliente.

Como se puede observar, al aplicar el nuevo sistema se mejora la calidad del producto ayudando a bajar el costo de producción, ya que reduce la elaboración de productos defectuosos y la pérdida de tiempo, logrando así una mayor confiabilidad por parte de los clientes.

OBJETIVOS

General

Diseñar y desarrollar un sistema de control de calidad estadístico para una empresa dedicada al ramo de la litografía y artes gráficas, con el fin de fortalecer su productividad.

Específicos

1. Contribuir con la empresa con la finalidad de mejorar la calidad de los productos ofrecidos a los consumidores, manteniendo una excelente imagen.
2. Dar a conocer los principales criterios a tomar en cuenta en el sistema de control de calidad para una imprenta.
3. Establecer las herramientas estadísticas a utilizarse para el sistema diseñado.
4. Determinar y clasificar los defectos, tanto en materia prima, como en productos en proceso y elaborados, existentes en la empresa.
5. Conocer cuáles son los principales factores que influyen en la calidad y generan productos defectuosos.

INTRODUCCIÓN

El control de calidad es fundamental para el normal funcionamiento de toda industria productora de bienes y/o servicios. El objetivo del mismo es asegurar tanto a los consumidores como a los productores, que el producto cubra todas las necesidades requeridas.

Siendo la calidad de los productos y servicios uno de los aspectos fundamentales para el posicionamiento de una empresa en el mercado, se explica la necesidad de desarrollar un sistema de control de calidad que sea acorde a sus procesos y recursos.

El control de calidad debe hacerse cuando son recibidas las materias primas, durante el proceso de producción y al final del proceso de producción, para asegurarse de que la calidad del producto es la deseada.

El presente trabajo de graduación consiste en diseñar y desarrollar el sistema de control de calidad estadístico de una imprenta, que se basa en analizar los factores que influyen en la calidad de los productos, con el fin de proponer mejoras. El primer paso es realizar un análisis de la situación actual de la empresa, con respecto al control de calidad, así como de los tipos de productos fabricados, maquinaria, procesos de producción y la materia prima utilizada. Luego se define una clasificación de los defectos que pueden encontrarse en la materia prima y productos elaborados, para establecer parámetros de control y las técnicas estadísticas a utilizar. Al final se presenta el análisis del sistema de control de calidad aplicado por medio de una prueba piloto, así como su debido seguimiento.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Invención y desarrollo de la imprenta

1.1.1 El Arte de imprimir

Después de inventada la escritura se hizo necesaria la lectura. Para satisfacer esta necesidad se hicieron gran cantidad de intentos desde la escritura en piedra, hasta la copia manual de los textos cuando ya se utilizaba el papel; sin embargo, ninguno de estos procedimientos pudo solucionar el problema ya que cada día aumentaba el número de lectores y no así la rapidez en la reproducción.

No se sabe con exactitud quien inventó la imprenta. Cientos de años antes de que se conociera en Europa, los chinos ya sabían imprimir. El método primitivo consistía en: a una plancha de madera, pasarle la tinta por encima y luego aplicar el papel sobre ella, presionando hasta que quedara impresa. Los chinos, incluso tenían tipos móviles ya en el siglo XI. Pero ambos métodos parecen haber sido inventados de nuevo en Occidente. A mediados del siglo XIV se imprimían en Europa juegos de naipes por medio de planchas, y con el mismo método se hacían toscos libros de dibujos o “libros de planchas”.

Es Johann Gutenberg, de la ciudad alemana de Maguncia, nacido, en el seno de una acomodada familia, alrededor del año de 1398, a quien se le atribuye ser el primero en imprimir con tipos móviles. El más antiguo ejemplar impreso que se posee de su prensa data de 1454.

De modo que este invento, uno de los más notables, se produjo justamente en medio de la gran conmoción intelectual y artística del Renacimiento.

Y, gracias a él, las ideas renovadoras se extendieron rápidamente por todo el mundo conocido.

1.1.2 Cómo se hizo el primer tipo de imprenta

Gutenberg comenzó a tallar los tipos en pedazos de madera, que ataba, alineados en renglones, pasándoles una cuerda de parte aparte por un agujero que tenían todas las letras en la parte superior. De esta manera juntaba los renglones y formaba las páginas. Luego decidió utilizar en vez de madera un metal duro. Esta letra de metal podía usarse, entonces, como un punzón para imprimir sobre un metal más blando; la matriz o molde, así formada, podía llenarse con plomo derretido; y cuando el plomo se enfriara y endureciera, después de adoptar la forma de la letra, podía ser retirado, obteniéndose una pieza acabada de tipo móvil, con la ventaja de que la matriz podía usarse otra vez para moldear nuevas letras. Es así como aquellas letras de plomo, uno de los metales más pesados, llegaron a convertirse en las ágiles alas de las palabras y del pensamiento.

La gran ambición de Gutenberg era que su primer libro impreso fuera un ejemplar de la Biblia. Ello llevó largo tiempo, pues cada letra tenía que ser dibujada cuidadosamente y, luego, recortada en un punzón de metal duro;

Después había que hacer los moldes, el vaciado, componer el texto y, finalmente, cada página tenía que ser impresa en una prensa de mano, semejante a las usadas para el vino y el aceite, que eran comunes en la Edad Media. Pero aun así, el procedimiento era rapidísimo comparado con el trabajo de los copistas a mano.

El invento fue llevado a Italia por dos alemanes llamados Sweynheim y Pannartz, y pronto Venecia se convirtió en un famoso centro del arte tipográfico. Allí Nicolás Jensen, de origen francés, invento el tipo romano de “caja baja” es decir de letras minúsculas, que constituye aun hoy, la base de los dibujos para la mayoría de las letras impresas modernas.

Fue allí, también donde Aldo Manucio, a fines del siglo XV y principios del siglo XVI, comenzó a difundir la enseñanza entre el pueblo, mediante la impresión de ediciones baratas de los clásicos, en su famosa Prensa Aldina. Aldo también ideó las letras llamadas “bastardillas o cursivas”, que se escriben de esta forma.

1.1.3 La imprenta en Hispanoamérica

La primera imprenta que hubo en Hispanoamérica fue la establecida en la ciudad de México en 1539 por el impresor Juan Cromberger, de Sevilla, quien, debido a gestiones del virrey Mendoza y del obispo Zumarraga, envió a su oficial impresor Juan Pablo. La primera obra publicada fue la *Breve y más compendiosa doctrina cristiana en lengua mexicana y castellana* de fray Juan de Zumarraga. En Puebla, la imprenta se instaló en 1640, en Oaxaca en 1720, en Guadalajara en 1792, en Veracruz en 1794 y en Mérida en 1813.

Solo los talleres de la ciudad de México imprimieron hasta que el país obtuvo su independencia, 12,552 obras de los más diversos caracteres literarias, científicas, religiosas, que denotan el alto grado de desarrollo cultural alcanzado.

La segunda imprenta del continente se instaló en Lima Perú, en 1584. En el mismo año se publicó la *Pragmática sobre los diez días del año*, que se considera el primer impreso de América del Sur, la *Doctrina cristiana y catecismo para instrucción de indios*, primer libro sudamericano, y el *Catecismo trilingüe*

La tercera imprenta se instaló en Bolivia, en 1612, en el pueblo de Juli. En el mismo año de su instalación editó cuatro libros extensos: el *Vocabulario de la lengua aymará*, *El arte de la lengua aymará con una silva de frases*, el *Libro de la vida y Milagros de Nuestro Señor* y el *Confesionario muy copioso en dos lenguas aymará y española*.

La Cuarta llegó a Estados Unidos en 1638, instalándose en Boston, siendo su primer libro *Freeman Oath*. En Filadelfia se instaló en 1685, en St. Mary's City en 1685, en Nueva Jersey en 1723, en Minneapolis en 1726, en Baltimore en 1773 y en Nueva Orleans en 1769, esta última fue llevada por los españoles.

La quinta imprenta se instaló en Guatemala en 1660, y su primer impreso fue un Sermón de fray Francisco Quiñones y Escobedo.

1.1.3.1 La imprenta en Guatemala

Santiago de Guatemala, fue la cuarta ciudad americana que tuvo imprenta. A la fecha de su instalación en 1660 contaba con 5,000 habitantes y tres magníficos colegios y desde 1765 tuvo Universidad.

Su establecimiento esta vinculado a un religioso de la orden de San Agustín, fray Payo de Ribera quien habiendo sido designado Obispo de Guatemala, al hacerse cargo de su Obispado pensó en publicar en esa ciudad su obra *Explicatio* apologética (1663). Como no existía imprenta en Guatemala no vacilo en arbitrar los medios a su alcance para establecerla. Envío así a buscar a la ciudad de México un impresor y los materiales necesarios para imprimir. El impresor que arribo a Guatemala fue José de Pineda Ibarra quien se estableció en 1660 ejerciendo su profesión hasta 1679 fecha de su muerte. A su muerte le sucedieron al frente de la imprenta sus hijos.

1.1.4 Los tres métodos básicos de imprimir

Hay tres procedimientos fundamentales de impresión, todos los cuales proceden del invento de Gutenberg. Estos son: tipografía, litografía y grabado.

1.1.4.1. Tipografía

El método más antiguo, es el tipográfico, o de prensa de letras, así llamado porque oprime sobre el papel letras en relieve entintadas. Por este medio pueden imprimirse no solo palabras, sino también dibujos y pinturas. Hay cuatro tipos principales de prensas tipográficas: platina, plana, rotativa de hojas y rotativa de bobina. Todas ellas prensan las letras entintadas sobre el papel.

1.1.4.2 Litografía

La litografía tuvo su origen en Munich Alemania, este invento fue atribuido a: Aloys Senefelder, quien la patentó en 1799. Dicha técnica se baso, principalmente, en la propiedad de cierta caliza compacta, de grano fino, denominada piedra litográfica, de absorber agua fácilmente y de retener por adhesión cuerpos grasos o resinosos que repelen el agua. Si sobre la piedra litográfica se hacen trazos o dibujos con sustancias grasas o resinosas, y después se pasa una esponja humedecida, al entintar dicha piedra con un rodillo impregnado con tinta, esta no se adhiere a las zonas humedecidas, sino únicamente a las secas que son las que contienen el dibujo que se quiere reproducir. Por tal procedimiento se hace de la piedra un molde que permite sacar copias con el auxilio de una prensa.

Para obtener muchas copias dicha piedra debe tratarse con un baño de ácido nítrico diluido, el cual ataca a la caliza y hace que esta sea incapaz de tomar tinta en los lugares sobre los que no se ha dibujado; en cambio, los trazos hechos con tinta grasa conservan esta propiedad, al mismo tiempo el ácido nítrico aumenta la hidroscoicidad de las zonas atacadas.

Después se extiende una capa de solución de goma arábica sobre la superficie de la piedra, la cual penetra en los poros de la misma, para mantener así un estado permanente de humedad que aumenta la acción repulsora de la tinta grasa, después de aplicar las sustancias anteriores, la piedra se lava con agua y con esencia de trementina, y queda así en condiciones para ser utilizada.

En la actualidad dicha técnica ha sufrido transformaciones debido al uso industrial que se ha dado a la misma; una de ellas, es la sustitución de la piedra litográfica, la cual es de difícil adquisición, preparación lenta e impráctica para los requerimientos actuales tanto de calidad como de producción, por planchas generalmente de metal, como por ejemplo; Zinc, aluminio, magnesio, acero o cualquier otro metal con propiedades similares a estos.

Estas planchas están recubiertas de una sustancia química que las hace sensibles a la luz, por lo cual son más versátiles y de preparación rápida y sencilla. Se graban por medio de insolación, la cual se realiza entre el recubrimiento y una luz de alta intensidad, y utiliza para dicho efecto un negativo fotográfico como matriz; este se obtiene por medio de una exposición del original que se desea reproducir. Al revelar la plancha, se quita químicamente, de tal forma que el área de la imagen que se quiere reproducir se vuelve receptiva a la tinta, y el área sin imagen se vuelve receptiva al agua.

Las primeras máquinas litográficas eran como las prensas planas de tipografía. Poco a poco fueron evolucionando, hasta convertirlas en máquinas más sólidas, que utilizaban bloques planos de piedra caliza para reproducir la imagen. En esta época, entintar y humedecer la piedra se hacía por medios manuales.

El uso de estos bloques dio origen al nombre de litografía, que viene de los vocablos griegos: lithos, que significa piedra y grafos que quiere decir escritura. De la piedra se pasó a las planchas metálicas de zinc y, después, a las de aluminio.

Las planchas que sustituyeron a la piedra eran flexibles y se montaban en cilindros rotatorios.

El desarrollo de la tecnología de las prensas litográficas dio lugar a los sistemas mecánicos, cada vez más complicados, que funcionaban con cilindros sincronizados, y que imprimían el papel directamente de la plancha metálica de litografía. Estas máquinas utilizaban un cilindro de impresión, también llamado contra que se recubría de una capa de hule flexible y servía de apoyo para presionar al papel. También contaban con sistemas mecánicos para humectar y entintar la plancha litográfica.

La impresión offset denominada también impresión indirecta, se patentó en 1875, y consistió, principalmente, en la transmisión de la imagen contenida en la placa previamente grabada, a una mantilla de caucho con suficiente afinidad para transferir la mayor cantidad de tinta al sustrato donde se desea imprimir. Dicho sistema usa tintas con composición grasa, para, facilitar reproducciones nítidas sin utilizar altas presiones para lograrlo.

El uso de una matriz plana hace que el sistema offset se encuentre clasificado dentro de la PLANIGRAFIA.

La litografía es un proceso que utiliza el sistema de impresión offset, que se basa en el principio de que el agua y el aceite no se mezclan fácilmente por lo cual, dicho proceso utiliza un sistema de rodillos mojadores y un sistema de rodillos entintadores con los cuales se mantiene estable la proporción adecuada de tinta y de solución mojadora; respectivamente.

Las características de las nuevas prensas litográficas se construyeron con el propósito de imprimir de manera indirecta el papel, es decir, lograr que la imagen fuera transferida de la plancha al hule y del hule al papel, todo por medio de mecanismos de cilindros rotatorios que están sincronizados y que funcionan, en forma coordinada, con un alimentador y un receptor de papel. A partir de este principio se crearon las máquinas impresoras modernas de litografía "offset".

1.1.4.3 Grabado

El tercer método de impresión es el llamado intaglio, que en italiano significa grabar, tallar. Otro nombre común es huecograbado o heliograbado. Por este procedimiento, la superficie de impresión es grabada o cavada, de modo que las letras y líneas que se quiere imprimir forman una serie de pequeñas cavidades en la lisa superficie de la plancha. La tinta alojada en ellos, se transfiere a este.

Las planchas de grabado pueden hacerse en forma de cilindros, en cuyo caso se llama impresión por fotograbado. El fotograbado; utiliza tintas líquidas y como matriz una placa cilíndrica huecograbada, la cual posee una gran cantidad de células ahuecadas que son las que toman la tinta y la transfieren por medio de contacto directo al substrato que se desea imprimir.

Por la matriz que utiliza este sistema de impresión se clasifica dentro de la CALCOGRAFIA. Las reproducciones obtenidas por medio del fotograbado son de una calidad excelente y pueden utilizarse para la impresión de papeles metálicos, plásticos y otros de textura similares; este proceso se utiliza principalmente en volúmenes de producción relativamente altos, impresión de revistas, empaques impresos y otros productos similares.

1.2 Organización de la empresa

La organización de cualquier empresa, por pequeña que sea, es básica para el logro de las metas que se han trazado. Debido a que es la segunda de las cuatro funciones de la administración, función una vez estén planteados los objetivos de la empresa, y determina la mejor forma de alcanzarlos, por medio de la designación de las tareas que deben hacerse, así como quien las deberá hacer, cuando y donde deben hacerse.

La empresa en estudio se dedica al ramo de las artes gráficas, utilizando el sistema de impresión offset e impresión tipográfica, esta última se utiliza solo en casos especiales y para numerado.

Dicha empresa se caracteriza porque la autoridad esta totalmente centralizada en el propietario-gerente; él es el que toma las decisiones, quien programa los trabajos, cotiza, autoriza un trabajo, etc., motivo por el cual se le consulta todo.

Otra característica importante de esta organización es que cada puesto de trabajo tiene una diversidad de funciones; los trabajadores realizan funciones administrativas y de producción al mismo tiempo.

Existen dos niveles verticales (organización plana), todos los empleados le reportan al dueño directamente; no existen normas o políticas escritas, sino solamente las que flotan en el ambiente y que se han aprendido de forma oral; todas estas características corresponden a una estructura simple.

El organigrama de la empresa se presenta a continuación en la figura 1.

Figura 1. Organigrama de la empresa



1.3 Productos elaborados

1.3.1 Tipos de productos

Los productos que frecuentemente se elaboran en la empresa son:

- Revistas
- Facturas
- Volantes
- Cajas de medicina
- Tarjetas de presentación
- Etiquetas

1.3.2 Materia Prima utilizada

La materia prima principal en los productos la constituye el papel bond, texcote (cartulina), papel copia, sensibilizado (tipo de papel copia), papel manila, tinta, goma, para las máquinas se utiliza thinner, gasolina y para su mantenimiento aceite y grasa.

PAPEL

Es la materia prima más importante en el proceso productivo; permite realizar por medio de la impresión toda clase de características, especificaciones o requerimientos especiales que determinado cliente requiera y que puedan conjugarse con los diferentes insumos necesarios para obtener como resultado final la misma impresión.

Dentro de la actividad litográfica se requieren trabajos que conllevan la utilización de diferentes clases de papel, según la clase de documento que se desea, ya que cada uno de ellos debe poseer características especiales tanto como Seguridad, Durabilidad, etc. A continuación se describen los principales tipos de papel que se utilizan:

Papel Bond

Es el papel utilizado comúnmente para impresiones, su costo es bajo con relación a otros tipos de papel, el mismo se diferencia entre sí por calibres o pesos que no son mas que la diferencia en el grosor o textura del papel y se obtiene en presentaciones de color blanco o diferentes colores.

Papel Sensibilizado

Esta clase de papel es mas fino y de mayor calidad; en formularios de una o más copias ya no se hace necesario el uso de papeles carbón intercalados, dado que como su nombre lo indica, este papel posee un sensibilizado de fabrica que hace al mismo papel autocopiativo y elimina así el uso de carbonos. En este papel, el peso es estándar.

Papel seguridad

Es un papel fino y de mayor cuidado, posee de fabrica un sello de agua (Filigranas o dibujos específicos propiedad de cada casa impresora), fibrillas de seguridad, lo cual es pedido como mínimo obligatorio en documentos valorizables de cualquier índole.

CARTULINA

Es cartón delgado.

CARTON

Es el conjunto de varias hojas superpuestas de pasta de papel, que en estado húmedo, se adhieren unas a otras por compresión y se secan después por evaporación. El mayor uso dado al cartón es para el empaque flexible, tiene la propiedad de ser más rígido y de mayor duración que el papel.

TINTAS

Las tintas litográficas son las encargadas, mediante pigmentos químicos, de transmitir sobre el papel diferentes colores la forma o característica de determinado formulario o documento, según requerimientos del cliente, los cuales en su mayoría tienen identificada una clase de tinta o color específico para sus documentos o formularios.

Las tintas varían según la casa matriz del fabricante; lo que tienen en común son las características de pigmentos, los cuales se fabrican a nivel químico y pueden variar entre compuestos naturales, orgánicos o básicamente artificiales.

PANTONES

Son guías de colores de tintas ya preparadas a nivel de laboratorio, para poder guiarse a la hora de la impresión, se utilizan para poder igualar en porcentajes de diferentes tintas básicas (cyan, magenta, negro y amarillo), una tinta específica que sea requerida por determinado cliente, sin descuidar la clase de papel sobre el cual se imprimirá.

PLACAS

Las placas de impresión es un insumo utilizado a nivel de impresión, como intermediario entre las tintas y el papel, para poder poner sobre el papel cualquier diseño y luego procesarlo, según los requerimientos del cliente; regularmente son de material metálico, que aumenta la vida de la misma para tirajes largos.

La clase esta determinada por el trabajo que se va a realizar; estas difieren entre placas metálicas (que se utilizan para tirajes o impresiones largas) y maestrees o placas especiales de papel que se utilizan para impresiones o tirajes cortos o largos.

CAUCHOS O MANTILLAS

Compuestas principalmente por dos, tres o cuatro capas de tejido, llamadas telas, que se laminan conjuntamente con unas capas de adhesivo a base de caucho, para formar el soporte de la mantilla. Este soporte se recubre con sucesivas capas de caucho de color. Las mantillas se utilizan en un rodillo de la unidad impresora denominado porta mantilla, en el cual se fija por medio de quijadas sujetadoras, de tal forma que la mantilla quede tensa sobre la superficie de dicho cilindro. Según su uso las mantillas se pueden clasificar de la siguiente manera: mantillas comprensibles, mantillas de cama y mantillas de separación rápida.

1.4 Descripción de los procesos

El proceso por medio del cual son fabricados los diversos productos es de tipo intermitente, para surtir un pedido específico; a continuación se presenta una breve descripción de dichos procesos.

a) Proceso de impresión offset

1. Se recibe la orden de producción con las características requeridas por el cliente, el tipo de letra, la clase de papel, el tamaño.
2. Luego se elabora el levantado de texto utilizando para ello una computadora la cual contiene programas con herramientas diseñadas para tales fines.
3. Se envía al cliente el diseño del arte para verificar si cumple con lo requerido o hacer algunas correcciones.
4. Después de la autorización del cliente, si el pedido es de menos de 5,000 ejemplares se le saca una fotocopia esta sale impresa en la placa matriz llamada master, si el pedido es mayor de esta cantidad: El arte es transferido por medios fotomecánicos a una película fotográfica. En el caso de trabajos a color, aquí se hace la separación de colores obteniéndose un juego de positivos y negativos por cada color que se usará en la figura; en casi todos los procesos de las artes gráficas, se utilizan los colores básicos (azul, rojo y amarillo) para la formación de los otros colores, así como el negro, plata y oro.
5. Los negativos son colocados en la posición predeterminada utilizando un papel especial (mascarilla) de manera que quede perfectamente registrada la posición.

6. El material colocado en las mascarillas es transferido a las planchas o placas presensibilizadas. La mascarilla es colocada a escuadra sobre la placa, luego en la insoladora la placa y la mascarilla se unen a base de aire a presión y reciben una fuerte luz durante más o menos dos minutos y medio, la zona de la placa expuesta a la luz conserva la emulsión. Luego se revela la placa utilizando reveladores químicos; esto hace aparecer la imagen en la placa se le echa goma para su protección, quedando lista para imprimir.
7. Listos el papel, tinta y placas se procede a la impresión. Las placas se limpian con agua para quitarles la goma; la tinta y el papel deben colocarse en la máquina offset que debe de estar ya lista. El principio fundamental de la impresión offset son tres cilindros. En el primero se monta y se sujeta bien la plancha en la cual se ha grabado la imagen, los rodillos mojadores humedecen el blanco, para que al pasar los rodillos entintadores entinten solamente la imagen calcada. Este cilindro imprime la imagen en un segundo cilindro recubierto de una mantilla de unos dos milímetros de espesor, que a continuación la transmite al papel que se encuentra en el tercer cilindro. Luego la hoja ya impresa es depositada al final sobre la pila de papel ya impresa llamada también pila de salida, en ese momento ya ha sido tomada otra hoja de la pila de alimentación la que recorrerá el mismo camino que la anterior, el proceso se repite una y otra vez hasta que todo el material esa listo.
8. Después se realizan los procesos finales: Las hojas son arregladas en block o engrapadas según las hayan pedido luego son pasados a la guillotina donde son cortados para darles el tamaño y acabado final. Al terminar de cortar son contados y empacados. Para la numeración y perforación se utiliza otra máquina. El compaginado y pegado se hacen manualmente.

b) Proceso de troquelado

Utilizando un positivo de guía se elabora un molde para toque, que esta formado por reglillas de metal insertadas en un pliego de madera de capas. Este molde se coloca en una máquina troquelada que posee el mismo tipo de alimentación de los pliegos que una máquina impresora, llevando el pliego hasta la ubicación del molde, al mismo tiempo la máquina ejerce presión sobre el papel, este ubicado entre el molde y un contramolde, en donde la parte saliente de las reglillas presiona el papel formando una sisa o haciendo un corte, al separarse el molde y contramolde el pliego es llevado a la salida de la máquina en donde es apilado en una plataforma.

c) Proceso de impresión tipográfica

Sección encargada de numeración porque las máquinas de impresión offset no cuentan con un sistema de numeración.

La impresión tipográfica consiste en imprimir letras o símbolos a presión, sobre papel. Se emplean letras de metal a las que se les llama tipos. Al unirse forman palabras y textos con los cuales se arman los moldes para luego ser colocados en la máquina y presionarlos. De esta manera imprimen en el material.

1.5 Descripción de la maquinaria utilizada

Sistema de computo para diseño gráfico (monitor, CPU, impresora láser, escáner): por medio de este se realiza el trabajo con los elementos o especificaciones requeridos por el cliente.

Insoladora: Máquina con la cual por medio de la exposición de un negativo o positivo a luz ultravioleta traslada la imagen que se desea imprimir a una placa metálica.

Procesador de master: Máquina por medio de la cual se elabora un registro o grabación original del diseño, que sirve de patrón para posteriores copias.

Cámara Fotomecánica: Máquina que produce negativos en película que sirven para obtener las planchas litográficas de los diseños a trabajar.

Guillotina: esta es de tipo manual tiene dos funciones una para escuadrar los pliegos antes de entrar al proceso de impresión y la otra como proceso final ya sea para fraccionar los pliegos antes de entrar al proceso o para realizar el corte final, cortándolos a las medidas finales según la orden de producción. Es el operador el que manualmente coloca las medidas necesarias y la exactitud depende directamente de su habilidad.

Unidad Offset: Es una serie o juego de rodillos, colocados en forma especial, para poder hacer pasar la tinta hacia la placa de impresión y luego sobre el papel en forma graduada, dotada de una serie de aditivos especiales para la función de imprimir.

Troquelada y perforadora: Máquina que aplicando una presión de 0 a 300 ton/plgs², sobre un pliego de cartón o papel, da forma y define las características del producto en proceso; a través del uso de un molde de troquel en el cual están definidos los cortes y dobleces que lleva el producto. Esta a su vez se utiliza para numerar documentos ya que la prensa offset no cuenta con numeradora.

Engrapadora: Esta máquina es de uso manual, su función es colocar grapas tanto en cuadernillos como otros usos, se pueden colocar una o dos grapas simultáneamente, su alimentación es manual utilizando un rollo de alambre para formar la grapa.

2. CONSIDERACIONES ACTUALES DE LA EMPRESA

2.1 Control de calidad actual dentro de la empresa

La empresa aún no cuenta con un sistema de control de calidad normalizado, en el que exista un departamento o persona responsable del control de calidad, así mismo carece de registros de información y datos estadísticos que permitan evaluar la calidad de los productos en sus diferentes etapas. El control de calidad que ellos ejercen consiste únicamente en que cada operario se encarga de verificar que los materiales que utiliza y que los trabajos anteriores a su estación se encuentren correctos.

Para dicho sistema es necesaria la participación del personal que actualmente labora en la empresa, ya que los recursos con que esta cuenta, no permite que exista una persona o departamento que tome completamente a su cargo las labores relacionadas con el control de calidad en la empresa, por lo que estas deberán efectuarse distribuyendo equitativamente el trabajo entre el personal disponible.

2.1.1 Factores que afectan en la calidad

Entre los factores que afectan la calidad del producto están:

a) Elemento humano: constituye uno de los principales factores que afectan la calidad. La capacitación de los empleados y su actitud hacia el trabajo favorece a la calidad.

b) Materia prima: los materiales utilizados son otro factor sumamente importante, ya que si estos no cumplen con las especificaciones requeridas para la elaboración de los productos, estos influirán en la calidad.

c) Ambiente laboral: Las condiciones de trabajo que rodean a los empleados pueden afectar su desempeño y por ende la calidad, la limpieza, orden y distribución del equipo influyen para que se sientan cómodos y realicen su trabajo con esmero.

El mantenimiento también es importante por la limpieza de las máquinas, ya que la suciedad en las mismas puede provocar manchas e impresiones incompletas.

2.1.2 Clasificación de los defectos

Los defectos se clasificaran en:

- a) Defecto critico: es aquel que vuelve inutilizable el producto y es detectado fácilmente por el consumidor final.
- b) Defecto mayor: es aquel que normalmente es detectado por el operario y aunque daña la imagen del producto no imposibilita su funcionamiento.
- c) Defecto menor: es aquel que pasa inadvertido y no es motivo de preocupación, a menos que se presente en gran cantidad.

2.1.2.1 Defectos en materia Prima

A continuación se presenta una breve descripción de los principales defectos en la materia prima.

- a)** Hojas mal cortadas: se refiere a que solamente se puede utilizar la mitad ya que el corte impide su utilización total.
- b)** Hojas húmedas

2.1.2.2 Defectos en productos en proceso

Se mencionaran los principales defectos que se presentan en el proceso de impresión offset.

Defectos críticos

- a) Deformación o ruptura del impreso: Este consiste en una deformación mecánica o ruptura en el impreso dentro del diseño del mismo.
- b) Ilegibilidad de textos: Consiste en omitir, equivocar o adicionar cualquier letra o texto que haga perder el sentido de los párrafos contenidos en el diseño del impreso.
- c) Ausencia de registro: Cuando los textos, colores, líneas o cualquier otro elemento que contenga el diseño no corresponda en posición.
- d) Variación de ajuste en el color: Cuando existe una diferencia parcial o total en la tonalidad del color de impreso.
- e) Doble impresión: Cuando aparecen imágenes extrañas o duplicadas en el diseño del impreso.

Defectos mayores

- a) Velo: Consiste en una nube suave de uno de los colores que se presenta dentro del diseño del impreso.
- b) Repinte: Consiste en manchas de uno o varios de los colores en el dorso del papel donde se imprime.
- c) Pulverizado: Consiste en el desprendimiento de uno o varios colores al frotar levemente el impreso.
- d) Moteado: Consiste en la falta de uniformidad en la impresión o sea que existen zonas del impreso brillantes y otros mates.
- e) Impresión opaca: Consiste en la falta total de brillo en la impresión del diseño.
- f) Remosqueo: Consiste en la impresión alargada o ensanchada en ciertas áreas del impreso.
- g) Variación del color: Consiste en la falta de uniformidad en el color del impreso que puede ser tanto dentro del mismo impreso como en el total del tiraje.

Defectos menores

- a) Picado: Motas de papel adheridas a la impresión del diseño.
- b) Cascaras: Pequeños puntos de forma irregular en la impresión del diseño, generalmente provocadas por la tinta.
- c) Mascon: Punto de forma generalmente alargada en la impresión del diseño.

2.2 Identificación de los costos de calidad en que incurre la empresa

2.2.1 Costo de retraso en la entrega de trabajos

Estos costos se producen por los esfuerzos para comprometerse con sus clientes y por ende mantenerse dentro del mercado. Son los costos derivados de un contrato que se firma con los clientes en el cual se hace de su conocimiento que si el producto no es entregado en la fecha pactada por algún motivo, entonces se le hará un descuento del 2 % sobre el valor total por cada día de retraso.

2.2.2 Costo de clientes insatisfechos

Estos son asociados con los defectos encontrados luego del despacho al cliente, incluyen el material devuelto y otras concesiones al cliente, por no satisfacerse los estándares de calidad.

2.2.3 Costo de acciones de prevención

Tienen como finalidad evitar que ocurran defectos. Los elementos que lo componen son: el gerente y los operarios que manipulan las máquinas. Estos no se dan debido a que no tienen un plan de control de calidad.

2.2.4 Costo de acciones de aseguramiento

Como no se maneja un control de calidad este esta dado por los clientes insatisfechos, desperdicio y devolución de material.

2.2.5 Costo de acciones correctivas

Son causados por materiales y productos defectuosos que no satisfacen las especificaciones requeridas. Incluyen elementos por reprocesar, desperdicios y quejas que provienen del mercado, también incluyen costos ocultos como los costos de manejo, papeleo, retrabajo y reparaciones. Cualquier acción que se realiza después de que ocurre la mala calidad es una acción correctiva, la cual es necesaria para mejorar la calidad de algo que ya está hecho y que su nivel de calidad no cumple con los estándares necesarios para cumplir con las especificaciones y expectativas por parte del consumidor.

Debido a lo anterior éste, representa el mayor porcentaje de los costos generados por no contar con un sistema de control de calidad.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

3.1 Control de calidad de materia Prima

El primer paso es el aseguramiento de la calidad del producto fabricado, consiste en mantener un programa que permita evitar el uso de materia prima defectuosa o de baja calidad. Este programa comprende la aprobación de la materia prima que será utilizada (cuando se trata de proveedores nuevos o insumos que por primera vez se utilizarán en el proceso de producción), auditorias de materiales aleatorias (cuando ya se cuenta con un historial de calidad del proveedor) y reclamos a proveedores cuando procedan.

Para la aprobación de la materia prima que será utilizada la empresa, realizará una revisión de los insumos recibidos. Los resultados de ésta revisión serán analizados por el gerente, quien tomará las decisiones que correspondan.

A continuación se describen los aspectos que deben tomarse en cuenta para la revisión de materia prima en los casos en que aplique esta actividad.

3.1.1 Estándares de calidad de los materiales

Constituyen los valores que la empresa establece como requisito a los proveedores para que su producto sea aceptable. Estos se establecen mediante el uso de los índices de calidad, tales como:

a) Porcentaje defectuoso tolerable por lote (PDTL) : es el máximo porcentaje defectuoso que se considera aceptable en un lote (agrupación de artículos de similares características). Se empleará este índice en el caso de la materia prima principal.

b) Nivel de calidad aceptable (AQL): constituye el máximo porcentaje defectuoso que se considera aceptable como promedio del proceso.

3.1.2 Equipo necesario para realizar la inspección

El equipo necesario para el funcionamiento del sistema de calidad es el siguiente:

a) Equipo de oficina

- Tablero manual
- Calculadora de funciones básicas
- Formatos y tablas definidos para el sistema de calidad
- Marcadores de colores
- Vernier para mediciones
- Computadora para registro de la información

b) Personal

Se contará con la participación de los operarios, así como el gerente de empresa.

3.1.3 Diseño del plan de muestreo de aceptación

El plan de muestreo que se elaborará debe cumplir con ciertas características para que sea un buen plan, éstas son:

- a. Los parámetros de calidad deben reflejar las necesidades del cliente y del productor.
- b. El productor debe estar protegido adecuadamente contra el rechazo de lotes buenos, el consumidor contra la aceptación de lotes malos.
- c. El plan debe ser el que minimice el costo total de inspección, sin descuidar ninguno de los parámetros de calidad.
- d. El plan debe ser sencillo de administrar y explicar.

El sistema de control de calidad para la impresión offset se inicia con el control de la recepción de la materia prima, en el cual se incluyen evaluaciones de las principales características, estas proporcionan como resultado la situación en que dicha materia prima esta ingresando. El control de calidad para la materia prima se basa en el plan de muestreo y aceptación de un lote. Tiene la ventaja con respecto a una inspección 100 % de que requiere menos tiempo, lo que reduce el costo de inspección a la vez que permite llevar un control del historial de calidad.

El tamaño de la muestra en los planes de muestreo es un aspecto de gran importancia debido a que ésta debe representar al lote lo más fiel que sea posible.

En la utilización de los planes de muestreo se presentan ventajas tales como: la evaluación de un lote rápidamente, costos más bajos, etc. Pero tanto el consumidor como el productor tienen riesgos; el primero de aceptar producto defectuoso y el segundo que le rechacen producto bueno. Por ésta razón un buen plan de muestreo debe proteger tanto al productor como al consumidor.

a) Muestreo y aceptación de un lote de papel

Este método consiste en un procedimiento para obtener una muestra representativa de un lote de papel o cartón, el cual puede ser adquirido en bobinas, polínes, cajas y otras formas de empaque.

Antes de efectuar un negocio de compra de papel, debe llegarse a un acuerdo tanto con el comprador como con el vendedor, para definir detalles del procedimiento de muestreo que se utilizará en el control de la calidad al ingreso del papel, que se esté negociando, y además deben definirse las especificaciones físicas, químicas y ópticas que se evaluarán en dicho muestreo;

- **Plan de muestreo y aceptación de un lote de papel o cartón:** el plan de muestreo siguiente se basa en la suposición de que las propiedades de una unidad de prueba o espécimen, extraída de las capas superiores o de las hojas externas de las bobinas o pilas, son idénticas con las propiedades de toda la bobina o pila de papel de donde se tomaron las unidades de prueba o los especímenes. Aunque obviamente esta suposición no es exacta, si el lote o sublote muestreado es producido en el mismo batch y se siguen cuidadosamente los métodos de prueba para seleccionar los especímenes, el plan de muestreo generalmente proporcionará un nivel de protección satisfactorio.

La protección al productor consiste cuando el lote o sublote muestreado, se acepta con una probabilidad del 95%, si la proporción defectuosa contenida en el lote, no excede del 2.5%.

La protección al consumidor consiste en que el lote o sublote muestreado se rechaza con una probabilidad del 90%, si la porción defectuosa contenida en el lote, es del 16 al 32%.

Este plan de muestreo será aplicado a lotes o sublotes compuestos de bobinas que no pueden ser desarrolladas o de pilas que no pueden ser abiertas en el momento de la extracción de especímenes.

Para este plan de muestreo, el tamaño de lote o sublote (N) es el número de bobinas o pilas que ingresan procedentes de un mismo embarque y de una misma producción; el tamaño de la muestra (n) se determina por medio de la tabla No. 1 del anexo 1.

➤ **Procedimiento de aceptación o rechazo de un lote de materia prima**

- Determinar el tamaño del lote o sublote a muestrear (N)
- Determinar el tamaño de la muestra (n), según la tabla XXXVIII del anexo1.
- Extraer las unidades de prueba de cada espécimen de la muestra
- Evaluar los especímenes para cada característica y compararlo con la especificación
- Si el valor promedio que representa a un espécimen de la muestra no cumple con las especificaciones, debe considerarse como defectuoso.
- El número de unidades defectuosas debe compararse con la tabla XXVIII del anexo 1, y así determinar si se acepta o rechaza el lote. Para los casos de muestreo doble se vuelve a extraer las unidades de prueba y se repite el procedimiento y se acumulan los datos, los cuales

se comparan con los números de aceptación y rechazo para el muestreo doble.

b) Muestreo y aceptación de un lote de tinta

El control de calidad aplicado a la recepción de las tintas destinadas a la impresión offset, tiene como objeto la evaluación de las características de mayor importancia, utilizando para ello la inspección de muestras a las cuales se les aplica un determinado procedimiento de prueba, según las características que se analicen. El resultado obtenido en el procedimiento de prueba debe compararse con las especificaciones acordadas con el proveedor de dichas tintas, para la aceptación o rechazo del lote respectivo.

➤ Procedimiento de aceptación o rechazo de un lote de tinta

- Determinar el tamaño del lote (L) o sublote a muestrear de acuerdo con las unidades recibidas en un mismo embarque, del mismo proveedor, tipo y color.
- Considerar el plan de muestreo sencillo con inspección normal y un nivel general de inspección I con un límite de aceptación (AQL) del 6.5%, según la norma Militar Estándar 105 .
- Determinar el tamaño de la muestra (n) según la tabla XL del anexo 2 en la cual se relaciona el tamaño del lote con el nivel de inspección; el resultado de la búsqueda en la tabla XXXVIII del anexo 2 es una letra clave la cual directamente indica el tamaño de muestra en la tabla XLI del anexo 2.
- Extraer cinco especímenes o muestras húmedas de cada elemento de la muestra y evaluar en ellas cada una de las características.

- El número de unidades defectuosas debe compararse con el número de aceptación o rechazo que aparece en la tabla XLI del anexo 2 en la columna correspondiente al nivel de aceptación del 6.5%.
- En el caso de que el número de unidades defectuosas sea mayor o igual que el número de rechazo, se debe rechazar el lote.
- En el caso de que el número de unidades defectuosas sea menor o igual que el número de aceptación, aceptar el lote.

c) **Control de materiales**

Este control sirve para analizar aquellas características para las cuales no sea necesario ningún equipo o instrumento sofisticado.

➤ **Placas**

El sistema de control para las placas consiste en extraer una muestra del lote, la cual se inspecciona de tal forma, que se efectúan como mínimo cuatro mediciones a cada espécimen en diferentes lugares; el promedio de estas lecturas es el valor que las represente. Se especifica como tolerancia normal de variación para esta característica ± 0.001 “; el resultado de la inspección debe compararse con el valor especificado por el suplidor de las placas.

➤ **Cauchos**

El control de calidad en la recepción de los cauchos o mantillas, se reduce al control del calibre el cual es conveniente que sea homogéneo para garantizar que no hayan áreas dentro del caucho que provoquen una sobrepresión o deficiencia de presión las cuales dañan directamente la impresión.

El método más adecuado para la determinación del calibre de un caucho es el comúnmente denominado de carga pasiva. El calibrador Cady consiste básicamente de una escala o dial en la que se toma la lectura; son dos platillos que tienen un diámetro de 0.5625" ò 0.183" dependiendo de la precisión del instrumento y de un cuerpo de metal el cual puede tener una garganta de 3 a 6" de luz.

Al igual que para las placas, también para los cauchos, el sistema de control consiste en extraer una muestra que se somete a inspección, y se considera que la tolerancia de variación es de ± 0.001 " para cauchos normales y de 0.003" para cauchos compresibles; el resultado final se compara con la especificación proporcionada por el fabricante.

➤ **Procedimiento de aceptación o rechazo de un lote de placas o cauchos**

- Determinar el tamaño del lote (L) o sublote que se va a muestrear
- Considerar el plan de muestreo sencillo con inspección normal y un nivel general de inspección I con un límite de aceptación del 10% (AQL) según la norma Mil-Std-105D (norma ABC).
- Determinar el tamaño de la muestra (n) según la tabla XL del anexo 2 en la cual se relaciona el tamaño del lote con el nivel de inspección. El resultado de la búsqueda en la tabla XL del anexo 2 es una letra la cual directamente indica el tamaño de la muestra en la tabla XLI del anexo 2.
- Efectuar cinco mediciones sobre cada espécimen analizado en diferente lugar del caucho; el promedio de estas mediciones es el valor representativo, siempre que no se salgan del rango especificado por las tolerancias.

- Se considera como unidad defectuosa aquel espécimen que posee un promedio fuera de tolerancia; en caso contrario, la unidad es aceptable.
- El número de unidades defectuosas debe compararse con el número de aceptación o rechazo que aparecen en la tabla XLI del anexo 2 en la columna correspondiente a un AQL del 10%.
- En el caso de que el número de unidades defectuosas sea mayor o igual que el número de rechazo, hay que rechazar el lote.
- En el caso de que el número de unidades defectuosas sea menor o igual que el número de aceptación, se debe aceptar el lote.

3.1.4 Procedimientos de inspección

Los procedimientos de inspección tienen por objeto normalizar la secuencia de actividades necesarias para evaluar la calidad de los lotes de materia prima recibida.

Es conveniente elaborar una descripción del embarque o lote muestreado, indicando el tipo de material (papel, tinta, placas o cauchos), el nombre del proveedor, el país de procedencia y algunos datos específicos que deben incluirse. En el caso del papel deben incluirse los siguientes:

- Tipo y grado del papel con una referencia a la especificación
- Dimensiones de las bobinas, polínes u otras formas de empaque que se utilicen para proveer el papel.
- Cantidad total medida en libras, kilos, resmas o la más conveniente del embarque, incluyendo la identificación del o los lotes de fabricación que lo componen.

- Número de la orden de compra que ampara el embarque.
- Definición del tamaño del lote o sublotes de muestreo que componen el embarque, de tal forma que la selección de la muestra sea representativa.
- Localización del lugar del muestreo (bodega o fábrica)
- Descripción y cuantificación de cualquier porción del embarque o lote, que se estime con daños físicos.
- Fecha de realización del muestreo.

3.1.5 Manejo de lotes rechazados

Cuando los lotes sean rechazados es conveniente realizar una negociación con el proveedor para encontrar la forma en que pueda recuperarse el valor de los artículos defectuosos.

3.2 Control de calidad en el proceso de producción

El proceso de la impresión offset principalmente consiste en una serie de operaciones e inspecciones íntimamente relacionadas entre sí, las cuales se efectúan sobre la prensa.

3.2.1 Control de calidad en el proceso de corte

Las prensas offset necesitan ser alimentadas con sustratos (papel, cartulina, etc.) que estén debidamente cortados, para que no se tengan problemas durante la impresión.

El corte del material se realiza en una guillotina, que es una máquina provista por una cuchilla afilada, dos topes perpendiculares entre sí, para lograr una adecuado corte, una prensa sustrato y diversos mecanismos que hacen accionar cada elemento.

La operación de corte debe realizarse en estrecha comunicación con el prensista y la persona que realiza el montaje de negativos para la elaboración de planchas, con el objeto de determinar el tamaño exacto del sustrato que ingresará en la prensa, y que ningún detalle sea pasado por alto, como el espacio para la toma de pinzas, el correspondiente a las guías de corte, de impresión y de registro.

Para el control de calidad en este proceso es necesario que definamos primero algunos conceptos:

➤ **Gráficos de control**

Un gráfico de control es una representación gráfica de una característica de la calidad que ha sido medida. El objetivo primordial de una gráfica de control es detectar las causas especiales (o atribuibles) de la variación en un proceso, mediante el análisis de datos, tanto pasados como futuros. Conocer el significado de las “causas especiales” es esencial para entender el concepto de la gráfica de control.

Las variaciones del proceso se pueden rastrear para dos tipos de causas:

- a) Común (o aleatoria o debida al azar), que es inherente al proceso y
- b) Especial (o atribuible), que causa una variación excesiva

a) Gráficos por variables: en el gráfico por variables se toman como muestra pequeños subgrupos de la cadena del producto elaborado en tiempos predeterminados y regulares. Se calculan la media y los rangos de los subgrupos de la muestra.

Se elige un mínimo de muestras de la cadena de producción para proporcionar los datos básicos sobre el proceso.

Los valores de control se fijan usando ± 3 desviaciones para el gráfico X, el cual se representa en un gráfico diferente a los valores de R.

Las fórmulas para ambos gráficos son:

Tabla I. Fórmulas para gráficos de control

Gráfico	Línea central (LC)	Límite inferior (Li)	Límite superior (Ls)
Medias	\bar{X}	$\bar{X} - A_2R$	$\bar{X} + A_2R$
Rangos	R	D_3R	D_4R

Donde, para el cálculo de los límites de control:

X = Promedio de las medias de las muestras

R = Media de los rangos de las muestras

A2, D3, D4 = Constante basada en n, número de submuestras
(ver anexo 3)

b) Gráfico por atributos: Sirven para analizar la calidad del producto en aquellos casos en que las características de calidad no son variables susceptibles de medición o solo interesa describirlas como conformes o no conformes a una especificación, como por ejemplo: color, apariencia, etc.

Los gráficos por atributos son:

- El gráfico p, que representa la proporción de deficiencias. Se calcula utilizando la siguiente fórmula (la cual se basa en la distribución binomial)

$$\begin{aligned} \text{Línea central} &= p \\ \text{LCI y LCS} &= p \pm 3 \text{ Sqrt} [(p (1 - p)) / n] \end{aligned}$$

La fracción de deficiencias de la muestra se determina por medio de la fórmula

$$p = D / n$$

Donde D es el número de unidades deficientes en una muestra de tamaño n.

En general, se toman muestras de tamaño n en un proceso que está bajo inspección, se determina la proporción de deficiencia y se dibuja el resultado en un gráfico p, usando la fórmula anterior.

- El gráfico c. El cálculo de este gráfico es muy similar al del gráfico anterior.

Un producto deficiente es cualquier producto que no cumple alguno de los parámetros especificados en la inspección. Esto da como resultado un defecto.

Se pueden obtener gráficos del número real de deficiencias, o del número medio de unidades detectado por unidad y basado en una distribución de Poisson, donde se da por sentado que el tamaño de la muestra es constante. Usando esta distribución llegamos a las fórmulas para el gráfico c:

$$\begin{aligned}\text{Línea central} &= c \\ \text{LCS y LCI} &= c \pm 3 \sqrt{c}\end{aligned}$$

Si el valor de LCI es negativo, entonces se emplea el valor 0, y c es tanto la media como la varianza de la distribución de Poisson.

Para el control de calidad en el proceso de corte se utilizará el gráfico de control por variables X – R ya que este proporciona una técnica poderosa para el análisis de datos de dicho proceso.

Periódicamente se tomarán muestras (20 a 25 muestras) relativamente pequeñas (aproximadamente cinco hojas) de proceso, y se calculará el promedio (X) y el rango (R) de cada una antes de calcular los límites de control.

Para el establecimiento del gráfico de control por variables en el área de corte es preciso seguir los siguientes pasos:

- a) Seleccionar la característica de control (longitud del producto)
- b) Tomar 20 a 25 muestras formadas por subgrupos de 5 hojas
- c) Calcular los valores de la media y del rango de cada subgrupo
- d) Calcular la media de medias y el rango de rangos de las 20 o 25 muestras
- e) Calcular los límites de control con los resultados de la media y las amplitudes de la muestra general.
- f) Analizar las media y los rangos de cada subgrupo con relación a los límites de control.

g) Determinar si existen variaciones significativas para tomar una acción correctiva.

Las gráficas de medias y rangos para su interpretación se deben colocar una encima de la otra, de manera que el promedio y el rango para cualquier subgrupo se encuentren en la misma línea vertical, lo que permite observar si alguna de ellas, o ambas, indican una falta de control para determinado subgrupo.

Las medias (\bar{X}) fuera de los límites de control son señal de un cambio general que afecta todas las muestras posteriores al primer subgrupo fuera de los límites.

El registro que se guarda durante la recolección de datos, la operación del proceso y la experiencia del trabajador, deben analizarse para descubrir la variable que pudo haber causado que saliera de los límites de control. Las causas comunes son un cambio en el material, el personal y la preparación de la máquina. Los rangos (R) fuera de los límites de control indican que la uniformidad del proceso ha cambiado. Las causas comunes son un cambio en el personal, un aumento en la variabilidad del material, etc.

3.2.2 Control de calidad en el proceso de impresión

3.2.2.1 Sistema de control

El proceso de impresión generalmente es intermitente o sea que se producen varios pedidos diferentes en un período corto de tiempo.

Por la naturaleza del mismo, cada pedido para su producción necesita de dos tiempos; el primero se le denomina tiempo de preparado o arreglo, y al segundo, tiempo de productivo o tiraje. El tiempo de preparado es donde se efectúa una serie de operaciones e inspecciones para que la prensa sea ajustada y dejarla lista para imprimir.

En ese tiempo, la inspección de calidad consiste en comparar los colores (verificando tanto su densidad como su tonalidad) con el estándar establecido; también debe verificarse el registro (tanto en textos, como líneas u otros elementos que contenga el diseño), etc. Después de efectuar constantes comparaciones con las especificaciones del impreso de tal forma que coincidan se debe de dar la aprobación para el inicio del tiraje.

En el tiempo de preparado, no se efectúa ningún registro de control de calidad debido a que las unidades o pliegos impresos en dicho período son apartados y no forman parte de la producción; el material utilizado forma parte del desperdicio inherente al proceso.

El tiraje o tiempo productivo es donde la unidad impresa comienza a imprimir en forma continua. En este período se efectúan las inspecciones a los pliegos en forma aleatoria, y se basan en el total de pliegos que se va a imprimir en el tiempo promedio de duración de la impresión. En dicho período, se evalúa cada pliego inspeccionado de acuerdo con las especificaciones y se registran los datos necesarios para la elaboración de gráficos de control, rangos, etc. Es importante reunir rápidamente los datos necesarios para el inicio de los gráficos de control, porque de eso depende la efectividad del control de calidad.

3.2.2.2 Características

a) Color

Característica de gran importancia en la impresión offset. Se divide básicamente en:

- Tonalidad: medida en que un color se ajusta a otro, generalmente se evalúa con base en el ojo humano sin utilizar instrumento alguno.
- Densidad: cantidad de color contenida en un impreso, se controla utilizando un densitómetro.

b) Registro

Consiste en el ajuste que debe existir entre los colores que conforman el impreso. Su control puede efectuarse mediante las cruces de registro las que consisten en dos líneas aproximadamente de 0.5 cms. De longitud encontradas entre sí formando una cruz. Las cruces de registro se ubican en puntos clave de pliego y en cada uno de los colores que contenga el impreso, de tal forma que cuando la impresión se realice las cruces deben coincidir.

3.2.2.3 Tolerancias

Las tolerancias dependen directamente de la característica que se esté evaluando; para la tonalidad se evalúa de acuerdo con una muestra que comúnmente se le conoce con el nombre de parche de color, que no es más que un espécimen impreso bajo condiciones controladas. La tolerancia de la tonalidad se define por medio de los parches máximo y mínimo; rango que debe obedecer las variaciones normales de impresión debidas a factores propios del proceso.

Para la densidad, las tolerancias se basan en una tarjeta patrón que sirve para ajustar el densitómetro; esta tarjeta es proporcionada por el fabricante del instrumento y debe actualizarse semestralmente. Generalmente para controlar impresiones offset, se utiliza el densitómetro de reflexión el cual tiene las tolerancias para los colores básicos utilizados en la impresión de una fotografía.

Para efectuar el control del registro, es necesario utilizar un lente con por lo menos, ocho aumentos de tal forma que facilite al ojo humano ver la coincidencia de las cruces. Esta característica por ser subjetiva se evalúa de acuerdo con el sistema de pasa o no pasa, por lo tanto, la tolerancia esta sujeta al criterio del inspector.

3.2.2.4 Técnica de control

a) Muestreo y preparación de especímenes

El muestreo básicamente consiste en extraer los especímenes periódicamente y al azar, los cuales deben ser analizados inmediatamente después de su extracción y cuyos datos se deben registrar en las tablas diseñadas para tal efecto.

Cuando no existe historia previa del comportamiento de las características, se debe proceder a extraer cinco especímenes cada quince minutos con el afán de recolectar los datos para la elaboración de los gráficos lo más pronto posible. La preparación y forma de evaluar los especímenes depende de las características que se analicen. Para la tonalidad se extraen los pliegos que conforman la primera muestra y se analizan utilizando el estándar definido previamente.

El análisis consiste simplemente en una comparación visual entre el estándar y ciertas áreas del espécimen que a juicio del inspector sean las más representativas; en ningún caso, el color debe estar fuera del rango máximo y mínimo previamente definidos, porque el espécimen se califica como defectuoso.

Para la densidad, se toman los pliegos que conforman la muestra, luego se efectúan las lecturas densitométricas principalmente a lo largo del pliego para cada color que contenga el impreso y se anotan en la hoja respectiva calculando el promedio para tener un valor único que la represente; dicho valor se registra en la tabla de datos, es importante hacer notar que ningún promedio debe ser mayor o menor que las tolerancias permisibles, para poder dar por aceptable la muestra; en caso contrario, se califica el espécimen como defectuoso.

Para el registro al igual que las características anteriores, se toman los pliegos que conforman la muestra, luego se analizan las cruces de registro que el pliego contenga y se define si las cruces están correspondientes una con otra principalmente para los diseños que tengan varios colores, en el caso de que el ajuste de las cruces sea inadecuado, el espécimen se califica como defectuoso.

b) Instrumentación

Los instrumentos necesarios para efectuar las evaluaciones son los siguientes:

- Lupa o lente con un mínimo de ocho aumentos; existe una gran cantidad de ellas, sin embargo, la más común es aquella que cuenta con un lente en la parte superior y una escala de una pulgada en el pie del sostén, la cual sirve para evaluar la cantidad de líneas por pulgada cuadrada que contengan los impresos.
- Mesa con una lámpara de luz blanca neutral, que servirá para efectuar la evaluación de la tonalidad.
- Un compás; el de mayor utilidad es aquel que contiene dos puntas que sirven para efectuar comparaciones rápidas de distancia.
- Una escuadra 90, 45 y 45° para verificar el escuadrado de los pliegos impresos.
- Un densitómetro; el más utilizado es el de reflexión y sirve para efectuar las lecturas densitométricas como evaluación de la densidad.
- Muestrario general de defectos, que sirve como auxiliar al supervisor en la evaluación de los distintos tipos de defectos que puedan presentarse en los especímenes de la muestra analizada.

3.2.3 Control de calidad en el proceso de compaginación

En este proceso se utilizará el muestreo aleatorio simple en el cual la muestra se escoge en forma individual y al azar de la totalidad de la población, esto garantiza que cada muestra tenga la misma probabilidad de ser seleccionada.

3.2.4 Control de calidad en el proceso de numerado

Se utilizará un muestreo sistemático, en el cual la muestra sistemática se forma seleccionando cada i ésimo ítem de la población. Si se determina que i es igual a 10, una muestra sistemática consta de cada décima observación en la población.

Esto reducirá el margen de error que se da al numerar las hojas de libros, facturas, o cualquier otro producto que requiera ser numerado.

3.3 Control de calidad de producto final

3.3.1 Estándares de calidad del producto final

Debido al grado de exigencia de los clientes y al alto nivel de competencia en el mercado de impresión offset, se requiere que el producto final proporcionado por la empresa posea un elevado grado de calidad. Para los productos se establecerá como meta un porcentaje defectuoso máximo de 1% como promedio (AQL), que evitaría reclamos y devoluciones frecuentes.

3.3.2 Inspección del producto final

Debido al costo que representa proveer al cliente producto defectuoso (tanto por la insatisfacción generada como los gastos en que se incurre para reponer el producto), todos los productos elaborados por la empresa deben revisarse al ser finalizados. La persona que se encargará de efectuar la revisión deberá registrar los defectos encontrados en los formatos de inspección de producto terminado (Figura 2).

Figura 2. Formato de inspección de producto terminado

INSPECCION DE PRODUCTO TERMINADO

Producto regular

Inspector: _____

Fecha: _____

No.	Producto						No. de Orden	Defectos					
	Revistas	Facturas	Volantes	Cajas de medicina	Tarjetas de presentación	Etiquetas		Mala compaginación	Ruptura del impreso	Ausencia de registro	Variación de ajuste en el color	Doble impresión	Total
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
13													
14													
15													
Totales													

Observaciones: _____

3.4 Registro de información

Toda la documentación utilizada en el control de calidad permitirá crear un registro del historial de calidad de la empresa, que organizado convenientemente, facilitará el análisis de resultados. De esta forma serán elaborados periódicamente reportes de calidad que reflejen el nivel de calidad del producto terminado; diagrama de pareto en los cuáles podrá observarse los defectos más comunes en los distintos productos y procesos.

3.4.1 Reportes de calidad

Los reportes de calidad del producto terminado (Figura 3) serán elaborados para presentar en forma resumida el nivel de calidad alcanzado en la producción diaria y mensual de la empresa. Los reportes mostrarán el porcentaje defectuoso y la cantidad de defectos por producto, comparándolos con los valores que representan las metas deseadas por la empresa (actualmente no existen metas establecidas, pero luego de la evaluación de resultados de este estudio se sugerirán valores para éstas). Estos reportes deben ser almacenados cronológicamente, de forma que al final del mes pueda construirse un reporte similar con toda la información reunida durante este período.

Figura 3. Formato para el reporte de producto terminado

REPORTE DE CALIDAD DE PRODUCTO TERMINADO
Producto regular

Producto	Total producido	Total defectuoso	Total de defectos	Porcentaje Defectuoso		Defectos por producto	
				Meta	Real	Meta	Real
Revistas							
Facturas							
Volantes							
Cajas							
Tarjetas de presentación							
Etiquetas							
Total							

3.4.2 Diagrama de Pareto

El principio de Pareto indica que pequeños grupos de actividades que son un bajo porcentaje del total, representan el mayor uso de recursos. Aplicando este principio en el análisis de los productos defectuosos, es de esperar que solamente ciertos defectos se van a repetir frecuentemente (representando el mayor porcentaje del total defectuoso), mientras que la mayoría de tipos de defectos únicamente se presentarán en forma esporádica.

Los diagramas de Pareto se basan en este principio; muestran en orden descendente los defectos encontrados, iniciando con el que se presentó en más ocasiones, con lo cual se puede observar en forma clara cuales son los aspectos que requieren más atención.

En el sistema de calidad de la empresa se realizarán diagramas de Pareto para clasificar el producto defectuoso y para establecer cuáles son los defectos más comunes. Estos diagramas pueden ser elaborados de acuerdo a la información reunida en los formatos de inspección utilizados.

3.4.3 Gráficos de control

Como se mencionó anteriormente estos servirán para verificar que el proceso de producción se mantenga dentro de los valores deseados.

La combinación de estas tres herramientas, servirá como punto de partida para el establecimiento de planes de acción en los círculos de calidad.

4. APLICACIÓN DEL SISTEMA ESTADÍSTICO DEL CONTROL DE CALIDAD

4.1 Control de calidad aplicado a la recepción de materiales

a) Papel y Cartón

- **Lugar de muestreo**

El muestreo del papel puede efectuarse en el lugar de fabricación o en la bodega de almacenaje del comprador.

El muestreo en el lugar de fabricación es conveniente cuando el abastecimiento del papel se hace en embalajes cerrados, bobinas, polínes, etc, donde la extracción de muestras es difícil y no representativa estadísticamente. Las muestras se obtendrán durante la producción en forma aleatoria completamente al azar para luego suministrarlas al comprador para su examen. En el acuerdo de compra, debe definirse el número de unidades que conforman el lote. Además, deben definirse los detalles del procedimiento de muestreo, para asegurar la conformidad con los métodos de prueba y evaluación que se utilizará en el examen del papel.

El muestreo en la bodega del comprador es conveniente cuando el papel se compra a varios proveedores internacionales; la inspección debe hacerse en el momento en que el papel sea entregado. Para establecer el lote, tómesese las bobinas o polínes que pertenezcan al mismo pedido y período de producción, con el objeto de garantizar que el papel fue producido en forma continua y que las diferencias existentes entre un elemento y otro del mismo lote, sean mínimas y debidas únicamente al proceso en que fueron producidas.

- **Selección de la muestra**

La muestra se selecciona tomando en cuenta el tamaño del lote o sublote, basándose al plan de muestreo definido para tal efecto. Las unidades de prueba de la muestra no pueden ser tomadas al azar de cualquier parte de la bobina o polín, deben tomarse cerca de la parte exterior para no destruir el rollo o polín. Aunque es cierto que la selección de los especímenes en un embalaje cerrado no son estadísticamente representativos, en la práctica han dado buen resultado. Cuando los especímenes van a ser tomados de rollos, polínes, contenedores, etc, se divide el lote en lugares no menores que un rollo o polín, a los cuales se les asigna un número para su selección por medio de una tabla de números aleatorios.

- **Obtención de las unidades de prueba**

Una vez se selecciona la muestra, se procede a extraer los especímenes de los cuales se obtendrá las unidades de prueba según el método de prueba que se aplique; cuando los especímenes se extraen de un rollo deben eliminarse las tres primeras vueltas no dañadas para un papel con un peso base menor de 250 g/m^2 o al menos una vuelta no dañada para papeles con un peso mayor de 250 g/m^2 , luego se corta una ventana de $30 \times 45 \text{ cms}^2$. El corte de la ventana debe variarse en cuanto a su posición en la forma aleatoria.

Los especímenes deben guardarse suavemente y planos, generalmente cuando se desee identificar un espécimen o una unidad de prueba, utilícese una pequeña boleta que pueda adicionarse por medio de un clip u otra forma de sujeción que no dañe la unidad de prueba o espécimen.

- **Métodos de prueba para las principales características del papel**

Con estos métodos de prueba se persigue la evaluación de las características específicas del papel; definiendo el procedimiento de ejecución, así como los instrumentos más adecuados a utilizar con el fin de obtener un resultado que pueda compararse abiertamente con el valor especificado por el productor del papel.

Las características que comúnmente se evalúan en un lote de papel son:

- i. Físicas: gramaje y calibre
- ii. Mecánicas: absorción de agua, resistencia superficial, resistencia al desgarro, resistencia al estallido y resistencia al plegado.
- iii. Ópticas: blancura y opacidad

a) Características Físicas

- **Gramaje:** Se define como la cantidad de masa de papel por unidad de área, generalmente expresado en gramos por metro cuadrado (g/m^2). La prueba de éste tiene como objetivo el cálculo del gramaje de una probeta de papel con dimensiones determinadas por el sistema de medida utilizado. Es de suma

- importancia para la industria de artes gráficas tener bajo control esta característica, porque de ella depende directamente el rendimiento en peso del papel.

Para la extracción de las unidades de prueba, se utiliza un dispositivo de corte que permite la obtención de probetas sucesivas, de tal forma que las superficies de las mismas en un 95% de los casos, no difieren en más del 1% en sus dimensiones.

Para realizar las mediciones de gramaje, existen varios tipos de balanzas que básicamente consisten en un brazo con una escala sensible al peso de la unidad de prueba con un área especificada de tal forma que proporciona la lectura directamente.

El procedimiento de evaluación consiste en tomar las unidades de prueba debidamente acondicionadas, fraccionándolas a un tamaño aproximado, luego se montan en un machote de metal que presiona la probeta y por medio de un dispositivo de corte bien afilado se eliminan los excesos y así se obtienen las unidades de prueba perfectamente dimensionadas. Después se toma cada unidad de prueba y se coloca en el gancho de la balanza para realizar la medición, teniendo cuidado de que la lectura no se vea afectada por corrientes de aire o fricciones en la escala

- **Calibre:** Es la medida o dimensión en el sentido perpendicular al plano del papel; esta prueba tiene por objeto describir el procedimiento de medida del espesor de una unidad de prueba. Para la medición del calibre se utiliza un instrumento llamado micrómetro.

Cuando se proceda a la extracción de los especímenes de esta prueba, debe tratarse de abarcar todo el ancho de la bobina o la dimensión del pliego que está perpendicular al sentido del hilo. De cada espécimen de la muestra, deben extraerse al menos cuatro unidades de prueba a un tamaño de 10x10 cm (4x4 plg); antes de usar el micrómetro, se debe estar seguro de que el pie de presión y el yunque tengan superficies perfectamente limpias, que la calibración del instrumento fue previamente verificada y que el instrumento esté montado en una superficie sólida y a nivel libre de cualquier vibración sensible.

Se debe colocar la unidad de prueba sobre el yunque a una posición tal que todos los puntos de la periferia de la superficie de contacto estén al menos a 6mm (0.25") de las orillas. El resultado de esta prueba se indica por el promedio de las lecturas de las unidades de prueba para cada espécimen de la muestra; valor que debe compararse con la especificación dada por el proveedor tomando en cuenta que la tolerancia normal de variación es de ± 0.0005 " (0.00127cm).

b) Características Mecánicas

- **Absorción de agua:** Consiste en la capacidad de absorción de agua del papel, denominada índice de COBB, que es la cantidad de agua absorbida por un metro cuadrado de papel. El objetivo de esta prueba es establecer un método para determinar la capacidad de absorción de agua por cualquier clase de papel.

El instrumento utilizado en esta prueba es el denominado aparato cobb; adicionalmente se utiliza papel secante de un gramaje de 200 a 250 g/m² y una ascensión capilar de 7.5 cms, un rodillo metálico pulido con una generatriz de 20 cm y de 10 kg de peso, una balanza analítica con una precisión de 1 mg, un cronómetro y una probeta de vidrio.

El tamaño de la unidad de prueba debe ser 12.5x12.5cm, la cual deberá estar libre de dobleces, arrugas u otras manchas no comunes inherentes al papel. Para pruebas en papeles que tengan una absorción menor a 100g de agua por metro cuadrado, deberán analizarse por lo menos cuatro unidades de prueba y para aquellos papeles que tengan mayor absorción, utilizar ocho.

La medición inicia pesando la unidad de prueba que se va a analizar, después se coloca sobre la lámina de caucho, con la cara que se quiere ensayar hacia arriba. Se apoya entonces el cilindro sobre el borde pulido en contacto con la unidad de ensayo y a continuación se fija firmemente para evitar cualquier derrame de agua.

Se vierten 100cm^3 de agua a una temperatura de $20 \pm 1^\circ \text{C}$, con lo que se obtiene una capa de 1 cm de altura sobre la unidad de prueba.

Al mismo tiempo que se vierte el agua, se pone en marcha el cronómetro, luego de haber ocurrido un tiempo prudencial, se invierte con cuidado pero con rapidez, el dispositivo de ensayo, de tal forma que el agua vertida no entre en contacto con la superficie de la unidad de prueba y retira dicho cilindro; finalmente se coloca la unidad de prueba sobre una hoja de papel secante ubicada sobre una superficie plana y lisa.

Al cumplirse el período de tiempo elegido para el ensayo, se coloca una segunda hoja de papel secante sobre la cara que ha sido sometida al ensayo, y se elimina el exceso de agua por medio de un rodillo manual, el cual se pasa dos veces sin ejercer presión. Se considera como duración del ensayo el período que transcurre entre el momento en que el agua se pone en contacto con la unidad de prueba y cuando se coloca la segunda hoja de papel secante.

En general, los tiempos más usuales se encuentran entre el intervalo de 30 a 300 segundos y la diferencia entre el momento en que empieza el secado y el momento en que se expulsa el exceso de agua es de 15 segundos.

Una vez que se ha secado la unidad de prueba, se pliega con la cara húmeda hacia adentro y se pesa inmediatamente, de manera que el aumento de peso, debido a la absorción de agua, puede ser determinado antes de que haya una evaporación del agua.

El resultado de la prueba se representa por el índice de cobb, el cual se obtiene por medio de la expresión matemática siguiente:

$$C_x = 100 M$$

Donde,

C_x = Índice de cobb o capacidad de absorción de agua en un tiempo X segundos, expresado en gramos por metro cuadrado (g/m^2).

M = Diferencia entre la pesada en seco y en húmedo (g).

El resultado de la prueba se indica, por medio del promedio de las lecturas de las unidades de prueba para cada espécimen de la muestra; valor que deberá compararse con el especificado por el proveedor.

- **Resistencia superficial:** Esta prueba sirve para determinar la resistencia del papel al arranque superficial; es aplicable a papeles con o sin recubrimiento a excepción de aquellos papeles de fieltro flojos tales como el papel secante.

Los instrumentos necesarios para realizar esta prueba son: un quemador tipo Bunsen, una lámpara de alcohol, una antorcha de gas propano o un calentador eléctrico, adicionalmente se utiliza un juego de ceras de resina dura, no aceitosas, numeradas respectivamente de 2 A al 26 A. Cada cera está fabricada de acuerdo con una fórmula específica y moldeada en forma de barra con una sección de cruz de 1.8 x 1.8 cm.

El poder adhesivo de las ceras es en ascenso, de acuerdo con el número de identificación que tengan. Las barras de cera utilizadas en este método son calibradas por el fabricante usando como referencia ceras norma y además se comprueban en papeles estándar.

Generalmente para esta prueba deben utilizarse las unidades de prueba necesarias, hasta que quede determinado el número de cera correspondiente a la resistencia del papel ensayado.

Para el análisis de esta prueba, se coloca la unidad que se va a ensayar sobre la superficie de trabajo que preferiblemente debe ser lisa, dura y mala conductora del calor (madera); se selecciona una cera que se estime por experiencia anterior que sea menos adhesiva que la cera que dañaría el papel.

Se limpia adecuadamente el extremo de la cera seleccionada, luego debe calentarse el extremo de la cera en una llama baja o en un elemento de calor eléctrico, rotando la candela lentamente entre el dedo pulgar hasta que varias gotas de cera fundida caigan, pero no debe dejarse que la candela se encienda.

Rápidamente se coloca el extremo fundido sobre la superficie de papel, presionándose con firmeza hasta que la base de la candela se extienda cerca de dos centímetros de diámetro y suéltese inmediatamente, para permitir que la candela se quede en posición vertical sobre el papel. Debe dejarse que la cera enfríe 15 minutos, no más de 30, colóquese un bloque de madera que contenga un agujero por el cual debe pasar la candela de tal forma que la madera quede en contacto con la unidad de prueba, se presiona el bloque firmemente con una mano para prevenir que el papel se arrugue o se desgarre y con la otra se quita la cera de la unidad de prueba con un tirón rápido a un ángulo recto de la superficie del papel.

Examinar el tipo de cera y la unidad de prueba del papel bajo una iluminación para lectura normal, verificar que si las fibras o el recubrimiento del papel fue dañado; si la superficie no está rota, se repite la prueba usando una cera con numeración mayor, hasta que la superficie del papel se ampolle, rompa, arranque o se levante.

El resultado de esta prueba queda determinado por el número de cera mínimo que haya resistido cada espécimen de la muestra. Valor que se debe comparar con el especificado por el suplidor del papel.

- **Resistencia al desgarro:** Consiste en la fuerza media requerida para continuar el desgarro de una hoja de papel; si el corte inicial se efectúa en dirección longitudinal del sentido del hilo, se denomina como resistencia al desgarro longitudinal, y si es transversal. Se denomina resistencia al desgarro transversal.

La prueba al desgarro se efectúa por medio de un aparato que consiste en un péndulo que puede oscilar sobre un eje horizontal apoyado en un soporte de muy baja resistencia a la fricción. El aparato consta de dos mordazas para sujetar el papel, una de las cuales esta unida al bastidor y la otra al péndulo. En su posición inicial, antes de desgarrar la probeta de papel, el péndulo se separa de la posición de equilibrio y se sitúa en la posición de partida, por medio de un dispositivo que permite fijarla. La distancia entre las dos mordazas debe ser de 0.28 ± 0.03 cms., y la superficie de sujeción debe formar un plano vertical que sea perpendicular al plano de oscilación del péndulo. Los bordes superiores de las superficies de sujeción deben estar situados en una línea horizontal distante 10.4 cms del eje del péndulo, y el plano que contiene a esta línea debe formar un ángulo de 27.5° con la vertical.

El procedimiento del análisis de esta prueba se inicia formando la probeta de ensayo de cuatro unidades de prueba, las cuales se desgarran conjuntamente a lo largo a una distancia prudencial, utilizando un péndulo para aplicar la fuerza de desgarro.

El trabajo efectuado para desgarrar la probeta está dado por la pérdida de energía potencial del péndulo. La escala de que está provisto el péndulo está calibrada de tal forma que indica la fuerza media ejercida. La resistencia al desgarro se determina a partir de la fuerza media y el número de unidades de prueba que conforman la probeta.

Antes de proceder al ensayo debe nivelarse el aparato y comprobar la posición cero, luego se desplaza el péndulo hasta que se fija la posición de partida. Se sujeta la probeta por medio de las mordazas teniendo cuidado de que quede correctamente orientada con la cara tela frente a la cuchilla que efectúa la incisión inicial.

Seguidamente se practica la incisión inicial y se actúa sobre el resorte de sujeción del péndulo para que éste adquiera un movimiento de oscilación que produce el desgarro del papel. Sin dejar de actuar sobre el resorte de sujeción, se sujeta éste suavemente con la mano cuando se acerque, como consecuencia de la oscilación, a su posición de partida, se anotará la lectura indicada por la aguja. Se sitúa de nuevo el péndulo y la aguja en su posición inicial y se separa la probeta desgarrada de las mordazas. El procedimiento se repite con las siguientes probetas, y se orientan las caras tela y las caras superiores alternadamente.

El resultado de esta prueba se expresa como la resistencia al desgarro o como el índice de desgarro y queda determinado por medio de las fórmulas siguientes:

$$a = sp/n$$

$$x = 100 a/G$$

donde,

a = Resistencia al desgarro expresado en gramos fuerza (gf)

s = Valor medio de las lecturas de la escala en la dirección ensayada

p = Factor del péndulo (generalmente es 8, 16 o 32)

n = Número de unidades de prueba que compone la probeta (generalmente 4)

x = Índice de desgarro

G = Gramaje (g/m^2)

El resultado de la prueba es un valor para cada espécimen que conforman la muestra y debe compararse en el valor especificado por el suplidor.

- **Resistencia al plegado:** Para esta prueba, es necesario definir qué es un doble pliegue: consiste en plegar el material primero en un sentido y luego en otro. La resistencia al plegado es el logaritmo decimal del número de dobles pliegues, requerido para originar la ruptura de una unidad de prueba del papel ensayado, bajo el esfuerzo de tracción específico del aparato de ensayo utilizado.

Para el análisis de esta prueba se utiliza un instrumento de plegado tipo Mit, con un arreglo de ventilador extractor para mantener el área sujeta a dobles a temperatura de acondicionamiento.

Se deben someter a ensayo como mínimo cuatro unidades de prueba en cada dirección del sentido del hilo del papel y cortarse a un ancho de 15 ± 0.01 mm con una longitud de 13 a 15 cms. Las unidades de prueba deben estar libres de arrugas o manchas, y deben tener un corte limpio y paralelo.

El procedimiento de esta prueba consiste en mover la pieza oscilante hasta que la abertura este vertical, y luego colocar un peso de un kilogramo en lo alto del embolo balanceador. La unidad de prueba debe fijarse firmemente y a escuadra en las mordazas, sin tocar los lados del plato de montura oscilante; el peso debe quitarse y desatornillarse el seguro del embolo para aplicar la tensión especificada a la tira de prueba.

Colocar el contador en cero y el ventilador casi tocando la unidad de prueba y la pieza de plegado. Luego se debe arrancar el ventilador y el motor del instrumento, doblando la tira a razón uniforme de 175 ± 25 dobles plegados por minuto hasta que se rompa. El número de dobles pliegues antes de la ruptura debe ser anotado.

Estos resultados al igual que las pruebas anteriores se comparan con la especificación del suplidor del papel.

c) Características Ópticas

- **Blancura:** Para la prueba de blancura, es necesario definir el término factor de reflectancia (R); consiste en la relación, expresada en porcentaje entre la radiación reflejada por un cuerpo y la radiación reflejada por un difuso reflector perfecto en las mismas condiciones.

El factor de reflectancia intrínseca (R_i) es el factor de reflectancia de un conjunto de hojas superpuestas del material ensayado, lo suficientemente grueso como para ser opaco.

Para el análisis de esta prueba, se utiliza un instrumento denominado reflectómetro que es utilizado y equipado para medir el grado de blancura.

El área mínima para las unidades de prueba es de 7.5 x 15 cm, las cuales deben estar exentas de marcas de agua, impurezas o cualquier otro defecto visible del papel; deben utilizarse como mínimo cuatro y deberán protegerse contra cualquier contaminación, así como a la exposición innecesaria de luz, colocando una tapadera de cartón suficientemente grueso en la parte superior del grupo y otra en la parte inferior.

El procedimiento de esta prueba consiste en comprobar primeramente que los filtros adecuados se encuentran en los haces luminosos y luego se quitan las tapas superior e inferior del paquete de unidades de prueba; sin tocar la zona de ensayo, se mide el factor de reflectancia intrínseca de la primera hoja.

Siguiendo las instrucciones operatorias del aparato utilizado, luego se anota la lectura correspondiente con una precisión de 0.1 unidades. Se separa la unidad de prueba superior que se colocará en último lugar, efectúa la medida del factor de reflectancia de la segunda unidad de prueba y se repite el procedimiento hasta haber tomado lectura a todas las unidades de prueba que conforman la probeta. Luego debe realizarse lo mismo para la cara inferior de las unidades de prueba.

- **Opacidad:** Para esta prueba, es necesario definir los siguientes términos: factor de reflectancia luminosa (R_L) que corresponde al atributo de la sensación visual, por la cual una hoja de papel sobre fondo negro, se considera que refleja luz incidente. Factor de reflectancia luminosa intrínseca (R_{Li}) es el factor de reflectancia luminoso de un conjunto de hojas superpuestas, lo suficientemente grueso como para ser opaco. Opacidad es la relación, expresada por el tanto por ciento que hay entre el factor de reflectancia luminosa de una hoja de papel, sobre fondo negro y el factor de reflectancia luminosa intrínseca de el mismo grupo de hojas de papel.

Para determinar las reflectancias, se utiliza un instrumento denominado reflectómetro, el cual se usa en la prueba de la blancura.

El procedimiento es básicamente el mismo que se utiliza en la prueba de la blancura para el valor de la reflectancia intrínseca, y para la reflectancia luminosa se efectúan las lecturas utilizando el cuerpo negro como apoyo de la unidad de prueba, y se anotan las correspondientes lecturas.

El resultado de la prueba se expresa por la relación que existe entre la reflectancia luminosa y la reflectancia luminosa intrínseca para cada cara del papel, debe como mínimo calcularse con tres cifras significativas.

$$O = R_L / R_{Li}$$

Donde,

O = Opacidad

R_L = Reflectancia luminosa

R_{Li} = Reflectancia luminosa intrínseca

Se calcula la opacidad promedio para cada cara del papel y se anotan los valores correspondientes a cada espécimen de la muestra, al igual que en la prueba de la blancura los valores de ambas caras no deben diferenciar por más del 0.5 %, en caso contrario, se tomarán independientemente los valores de cada cara del papel. Los valores promedio deben comprarse con el valor especificado por el suplidor del papel.

MODELO PRACTICO

El ingreso de papel y cartón se anota en la boleta de ingreso de materia prima, que básicamente contiene información referente a la procedencia, proveedor, tipo de material, fecha de ingreso, cantidad, etc.

Tabla II. Boleta de Ingreso de cartón blanco.

BOLETA DE INGRESO DE MATERIA PRIMA NACIONAL IMPRESORA

Proveedor: Continental Forest Fecha: 20/09/2001				
Procedencia: USA				
Material: Cartón Blanco		Código: 5510		
Calibre: 0,012"		Gramaje: 220g.		
Cantidad: 39,525 lbs.		Bultos: 15 bobinas		
Ancho: 52"		Diámetro: 55"		
Lote No. 600				
		Estado Físico		
No. Bobina	Peso (lbs)	Malo	Bueno	Observaciones
1	2425		X	
2	2350		X	
3	2600		X	
4	2800		X	
5	2700		X	
6	2800		X	
7	2650		X	
8	2525		X	
9	2650		X	
10	2475		X	
11	2450		X	
12	2520		X	
13	2830		X	
14	2850		X	
15	2900		X	

Luego de dar ingreso al material, debe procederse con la extracción de la muestra, la cual se determina por medio de la tabla XXXVIII del anexo 1 donde; de la boleta de ingreso se deduce que el lote $N = 15$ que se encuentra en el intervalo de 11 a 100 unidades y le corresponde un tamaño de muestra $n = 5$ unidades con un número de aceptación $Ac = 0$ y un número de rechazo $Re = 1$, lo que indica que con una bobina que de la muestra que se rechace, se debe rechazar todo el lote.

Las bobinas que se muestrean se escogen utilizando la tabla XXXIX del Anexo 1 de números aleatorios para garantizar la representatividad.

Tabla III. Muestreo de bobinas

CUADRO DE MUESTREO	
Muestra No. 1	
Lote No. 600	
No. De bobina	Peso
7	2650
9	2650
1	2425
10	2475
3	2600

Para la extracción de las unidades de prueba; deben seguirse las instrucciones dadas en el método de prueba para cada característica del papel o cartón, que es de la siguiente forma:

Tabla IV. Unidades de prueba

UNIDADES DE PRUEBA			
Código	Prueba	Cantidad	Tamaño
21	Gramaje	4	10,0 X 10,0 cm
22	Calibre	4	10,0 X 10,0 cm
23	Absorción de agua	4	12,5 X 12,5 cm
24	Resistencia Superficial	6	10,0 X 10,0 cm
25	Resistencia al Desgarro	4	12,5 X12,5 cm
26	Resistencia al Plegado	8	1,5 X 15,0 cm
27	Blancura	4	7,5 X 15,0 cm
28	Opacidad	4	7,5 X 15,0 cm

Como hay pruebas que pueden realizarse con las unidades de prueba de otra, las unidades de prueba que deben extraerse de cada bobina son: 10 a tamaño de 10.0 x 10.0 cm, 8 a tamaño de 12.5 x 12.5 cm y 4 a tamaño de 7.5 x 15.0 cm.

Para que los resultados no sean afectados con impurezas del medio ambiente, se recomienda que de cada bobina se eliminen las tres primeras vueltas y luego cortar las siguientes vueltas que se necesiten para extraer las unidades de prueba.

Luego de extraer las unidades de prueba, debe seguirse cuidadosamente el método de prueba para cada característica para efectuar las mediciones adecuadamente de cada una de ellas.

➤ **Gramaje:**

Especificación: 220 g/m²

Tolerancia: ± 8 %

Área de la unidad de prueba: 10.0 x 10.0 cm

Tabla V. Prueba de Gramaje

Espécimen	UNIDADES DE PRUEBA				Promedio
	1	2	3	4	
2107	210	220	218	225	218
2109	225	230	220	220	224
2101	215	210	216	208	212
2110	219	223	217	225	221
2103	220	225	220	215	220

El resultado de la prueba es satisfactorio porque los promedios de cada espécimen se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

➤ **Calibre:**

Especificación: 0.012"

Tolerancia: ± 0.001 "

Área de la unidad de prueba: 10.0 x 10.0 cm

Tabla VI. Prueba de calibre.

Espécimen	UNIDADES DE PRUEBA				Promedio
	1	2	3	4	
2207	0,0125	0,0118	0,0117	0,0121	0,012025
2209	0,0120	0,0124	0,0123	0,0121	0,012200
2201	0,0128	0,0123	0,0125	0,0126	0,012550
2203	0,0116	0,0118	0,0126	0,0125	0,012125
2210	0,0118	0,0120	0,0120	0,0119	0,011625

El resultado es satisfactorio porque los promedios de cada espécimen se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

➤ **Absorción de agua:**

Especificación:

Índice de Cobb 20.0

Tolerancia: ± 10%

Área de la unidad de prueba: 12.5 x 12.5 cm

Fórmula para el cálculo:

$$Cx = 100M$$

Donde,

Cx = Índice de Cobb

M = Diferencia de pesada en g.

Cálculo para la primera lectura:

$$C1 = 100 (220.205 - 220.000) = 20.500$$

Tabla VII. Prueba de absorción de agua.

Especímen	UNIDADES DE PRUEBA				
	1	2	3	4	Promedio
2307	20,50	19,50	19,00	20,00	19,75
2309	21,00	21,50	20,00	20,50	20,75
2301	20,80	19,80	19,00	19,90	19,88
2310	20,50	19,00	20,00	21,50	20,25
2303	21,00	19,00	19,50	20,00	19,88

El resultado de la prueba es satisfactorio porque los promedios de cada espécimen se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

➤ **Resistencia Superficial:**

Especificación: 8 A

Tolerancia: Entre 7 A y 8 A

Área de la unidad de prueba: 10.0 x 10.0 cm

Tabla VIII. Prueba de resistencia superficial lado A

Especímen	UNIDADES DE PRUEBA		
	1	2	3
2407	8,00	7,00	8,00
2409	8,00	8,00	8,00
2401	7,00	7,00	8,00
2410	8,00	8,00	8,00
2403	7,00	8,00	8,00

Tabla IX. Prueba de resistencia superficial lado B.

Especímen	UNIDADES DE PRUEBA		
	1	2	3
2407	8,00	7,00	7,00
2409	8,00	7,00	8,00
2401	7,00	8,00	8,00
2410	8,00	8,00	8,00
2403	7,00	8,00	7,00

El resultado de la prueba es satisfactorio porque ningún valor estuvo debajo del número de cera especificado.

➤ **Resistencia al desgarro:**

Especificación:

Índice de desgarro: 50

Tolerancia: ±10%

Área de la unidad de prueba: 12.5 x 12.5 cm

Fórmula para el cálculo:

$$I_D = 100 A / G$$

$$A = Sp / n$$

Donde:

$$n = 4$$

$$p = 16$$

$$S = 28$$

entonces:

$$A = (28 \cdot 16) / 4 = 112$$

$$I_D = (100 \cdot 112) / 220 = 50.9$$

Tabla X. Prueba de resistencia al desgarro.

Especímen	UNIDADES DE PRUEBA	
	Hilo longitudinal	Hilo transversal
2507	51	51
2509	49	50
2501	47	49
2510	49	50
2503	51	52

El resultado de la prueba anterior fue satisfactorio porque los valores del índice de desgarro se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

➤ **Resistencia al Plegado:**

Especificación:

Resistencia al plegado 2.8

Tolerancia ± 0.06

Área de la unidad de prueba 1.5 x 15 cm

Fórmula para el cálculo:

$$R_p = \text{Log}_{10} L$$

Donde;

L = lectura de dobles dobles

Entonces;

cálculo para la primera lectura

$$R_p = \text{Log}_{10} (662) = 2.82$$

Tabla XI. Prueba de resistencia al plegado dirección máquina.

DIRECCIÓN MÁQUINA

Espécimen	UNIDADES DE PRUEBA				Promedio
	1	2	3	4	
2707	2,82	2,85	2,86	2,81	2,84
2709	2,86	2,80	2,80	2,80	2,82
2701	2,83	2,84	2,83	2,84	2,84
2710	2,80	2,80	2,80	2,81	2,80
2703	2,86	2,84	2,84	2,85	2,85

Tabla XII. Prueba de resistencia al plegado dirección cruzada.

DIRECCIÓN CRUZADA

Espécimen	UNIDADES DE PRUEBA				Promedio
	1	2	3	4	
2707	2,76	2,74	2,80	2,76	2,77
2709	2,78	2,78	2,77	2,78	2,78
2701	2,79	2,80	2,79	2,80	2,80
2710	2,79	2,81	2,79	2,80	2,80
2703	2,74	2,75	2,76	2,74	2,75

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores promedio se encuentran dentro de la tolerancia especificada.

➤ **Blancura:**

Especificación:

Factor de reflectancia intrínseca (R_{LI}) 85

Tolerancia $\pm 5\%$

Área de la unidad de prueba 7.5 X 15.0 cm

Tabla XIII. Prueba de blancura cara superior.

Espécimen	UNIDADES DE PRUEBA				Promedio
	1	2	3	4	
2807	85	86	85	86	85,50
2809	85	84	86	85	85,00
2801	85	84	83	85	84,25
2803	84	84	84	85	84,25
2810	85	85	86	85	85,25

Tabla XIV. Prueba de blancura cara inferior.

Espécimen	UNIDADES DE PRUEBA				Promedio
	1	2	3	4	
2807	84	84	83	84	83,75
2809	84	85	84	83	84,00
2801	85	82	84	84	83,75
2803	83	85	85	83	84,00
2810	82	83	82	86	83,25

El resultado de la prueba es satisfactorio porque los valores promedio se encuentran dentro de la tolerancia especificada.

➤ **Opacidad:**

Especificación:

Opacidad 0.9

Tolerancia ± 8%

Área de la unidad de prueba 7.5 X 15 cm

Fórmula para el cálculo:

$$O = R_L / R_{Li}$$

Donde;

R_L = Reflectancia luminosa

R_{Li} = Reflectancia luminosa intrínseca

Entonces, el cálculo de la primera lectura es:

$$O = 80 / 85.5 = 0.936$$

Tabla XV. Prueba de Reflectancia luminosa cara superior.

REFLECTANCIA LUMINOSA

	UNIDADES DE PRUEBA				
Espécimen	1	2	3	4	Promedio
2907	80	81	79	80	80,00
2909	79	77	80	79	78,75
2901	78	79	79	80	79,00
2903	78	79	78	80	78,75
2910	79	80	81	80	80,00

Tabla XVI. Opacidad cara superior.

OPACIDAD

Espécimen	Promedio
2907	0,94
2909	0,93
2901	0,94
2903	0,95
2910	0,94

Tabla XVII. Prueba de Reflectancia luminosa cara inferior.

	UNIDADES DE PRUEBA				
Espécimen	1	2	3	4	Promedio
2907	78	79	79	79	79,00
2909	80	79	80	78	79,25
2901	79	78	76	78	77,75
2903	77	78	78	77	77,50
2910	76	77	76	78	76,75

Tabla XVIII. Opacidad cara inferior.

OPACIDAD

Espécimen	Promedio
2907	0,94
2909	0,93
2901	0,93
2903	0,92
2910	0,93

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores promedio se encuentran dentro de la tolerancia especificada.

Tabla XIX. Reporte de muestreo de papel o cartón.

REPORTE DEL MUESTREO DE PAPEL O CARTÓN			
Material	Cartón blanco	Fecha:	04/10/2001
Proveedor	Continental Forest	Código	5510
Procedencia	U.S.A.	Orden	88297
Ancho	52"	Diámetro	55"
Calibre	0,012"	Gramaje	220 g/m ²
Cantidad	39525 lbs.	Bultos	15 bobinas
Número de lote	600	No. Ingreso	325
Especificaciones			
Gramaje		220	
Calibre		0,012	
Absorción de agua		20 índice de Cobb	
Resistencia superficial		8 A	
Resistencia al desgarro		50 índice de Cobb	
Resistencia al plegado		2,8	
Blancura		85 reflectancia intrínseca	
Opacidad		0,9	
Estado del lote		<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado
		<input type="checkbox"/>	Rechazado
Inspector: Pedro Ramírez			

b) Tintas

El lote debe determinarse de acuerdo con las unidades recibidas en un mismo embarque, del mismo suplidor, tipo y color.

Luego debe seleccionarse la muestra, para lo cual es necesario que todos los botes de un mismo lote se identifiquen por medio de un número de control, el cual a su vez servirá para determinar los elementos de la muestra por medio de una tabla de números aleatorios.

Para determinar el tamaño de la muestra, que está en función del tamaño del lote y del nivel de inspección aplicado, se utiliza la tabla XL del Anexo 2, el cual esta basada en la Militar Estándar 105 para un plan de muestreo sencillo; éste por experiencia ha demostrado ser el más adecuado y económico que satisface el requerimiento de calidad de tintas.

Una vez se ha seleccionado la muestra, se procede a extraer las unidades de prueba según se especifique en el método de prueba de la característica analizada; las unidades de prueba deben acondicionarse en pequeños recipientes cerrados de tal forma que queden aisladas de cualquier contaminación de exterior, y deben identificarse de acuerdo con el bote donde fueron extraídas.

Las principales características de las tintas son:

- **Longitud de la tinta:** de preferencia deben ser largas; la prueba para la longitud consiste en tomar una pequeña porción de tal manera que pueda acomodarse en el dedo índice; luego dicho dedo debe hacer contacto con el pulgar de la misma mano, para que cuando estos dedos se separen, la tinta forme un hilo. Si el hilo que se forma llega aproximadamente a tener una longitud de un centímetro, se considera que la tinta es corta; pero si el hilo llega a tener una longitud de aproximadamente tres centímetros, se considera que la tinta es larga. Este resultado depende mucho del criterio de la persona que la aplique.

- **Tonalidad:** se especifica por medio de una muestra húmeda, la cual consiste en una pequeña porción de tinta almacenada en un recipiente perfectamente cerrado, que generalmente se utiliza como patrón proporcionado por el suplidor de tintas. La prueba para la tonalidad consiste en la comparación de tonalidad e intensidad de color entre una película de tinta estándar y la que se desea evaluar, ambas aplicadas en un fondo blanco. Esta prueba debe hacerse en una boleta especial denominada Estándar drawdown sheet, en la cual del lado derecho se analiza la tinta estándar y del lado izquierdo la tinta que se desea evaluar; además dicha boleta posee una franja negra, la cual sirve para comparar la transparencia de ambas tintas.

Luego debe evaluarse si existen diferencias de tonalidad, intensidad y transparencia entre ambas tintas. En caso de haber una diferencia notoria o apreciable entre las tintas, significa que la tinta evaluada cumple con las especificaciones; en caso contrario, no.

- **Tamaño del grano:** se especifica dentro del rango de una a cuatro micras, considerando como tolerancia aceptable \pm una micra, sobre el valor que especifique el fabricante. La prueba consiste en determinar el grado de molienda de la tinta por medio de un instrumento denominado Monómetro, el cual consiste en un bloque de metal estable que contiene dos pistas, cada una de ellas con una profundidad que varía gradualmente; dicha profundidad se encuentra calibrada de 0 a 10 micras, tomándose la lectura en la escala generalmente ubicada al lado izquierdo del bloque donde se determinará el grado de molienda de la tinta que se desea evaluar con el patrón especificado.

El procedimiento de la prueba del tamaño del grano consiste en colocar las dos tintas en el monómetro y con una espátula se realiza el arrastre de ambas tintas, y se dejan de esa manera dos franjas de tinta, las que se analizan de la forma siguiente:

Debe observarse la franja de tinta de cada pista para poder apreciar la presencia de unas líneas debidas al arrastre de pigmentos salientes y luego se determina el límite superior del área donde se encuentran concentradas dichas líneas y se procede a tomar la lectura en la escala del instrumento. Después de tomar la lectura de molienda, tanto para la tinta estándar como para la tinta que se desea evaluar, se comparan dichas lecturas y se observa que entre ellas no debe haber una diferencia mayor de una micra para considerarla que cumple con la especificación.

- **Brillo:** al igual que la tonalidad, queda especificado por medio del estándar establecido en la muestra húmeda y el sustrato a que se aplique.

- **Densidad:** se especifica por el proveedor de tintas y se considera como una tolerancia normal de variación $\pm 5 \%$ sobre el valor especificado. La prueba para la densidad consiste en la comprobación de la relación del peso sobre el volumen de la tinta. Dicha relación afecta directamente el rendimiento de la tinta en la impresión.

El procedimiento del análisis de la densidad se inicia tomando un recipiente con fondo curvo y de volumen conocido en el cual se deposita la cantidad de tinta que llene el recipiente, luego se pesa y se aplica la relación siguiente:

$$D = P / V$$

Donde,

D = Densidad

P = Peso

V= Volumen

El resultado obtenido se compara con la especificación proporcionada por el fabricante de la tinta; si la diferencia entre ambos valores es mayor del 10% , se dice que la tinta no cumple con la especificación.

Los defectos más comunes en las tintas litográficas son; longitud de tinta corta, que provoca problemas de transferencia en la batería de entintado de la máquina impresora; defectos en la tonalidad que provocan un cambio en la apariencia del impreso; tamaño del grano de la tinta muy grande, que causa daños en las placas de impresión y acelera el desgaste en los rodillos entintadores; tinta con falta de concentración provocan problemas como el repinte, empaste de los rodillos y bajo rendimiento. Por tales problemas, es necesario mantener un control de calidad en el ingreso de las tintas, para que no se presenten en el proceso.

MODELO PRACTICO

El ingreso de las tintas se anota en la boleta de ingreso de materia prima.

Tabla XX. Boleta de ingreso de tintas.

**BOLETA DE INGRESO DE MATERIA PRIMA
NACIONAL IMPRESORA**

Proveedor: Sun Chemical		Fecha: 20/11/2002		
Procedencia: USA				
Material: Tintas litográficas		Código: 2012		
Cantidad: 100 Kg.		Bultos: 40 botes		
Lote No. 800		No. Ingreso: 400		
Color: rojo				
		ESTADO FÍSICO		
CANTIDAD	PESO (Kg)	Malo	Bueno	OBSERVACIONES
40	100		X	

Luego de dar ingreso a las tintas, debe procederse a la extracción de la muestra, la cual se determina por medio de las tablas XL y XLI del anexo 2.

Para un lote ($L = 40$) se ubica en el intervalo de 26 a 50 unidades, aplicando un nivel de inspección I; le corresponde la literal "C", la cual indica en la tabla XLI un tamaño de muestra de 5 unidades con un número de aceptación de 0 y un número de rechazo de 1, lo cual indica que con un bote de la muestra que se rechace, se debe rechazar el lote. Los botes que conformen la muestra son escogidos al azar.

Los botes que conforman la muestra se identifican en la tabla XXII

Tabla XXI. Número de lote de las muestras.

MUESTRA No.1		LOTE No. 800	
No. Bote		Peso (kg)	
1		2,5	
2		2,5	
3		2,5	
4		2,5	
5		2,5	

De los botes que constituyen la muestra, se toman muestras húmedas, las cuales consisten básicamente en una pequeña probeta cerrada con un volumen de aproximadamente 50 cm³, de la cual se tomarán las porciones de tinta para evaluar las distintas características.

Tabla XXII. Código de las muestras.

CÓDIGO	PRUEBA
31	Longitud de la tinta
32	Tonalidad
33	Tamaño del grano
34	Densidad

➤ **Longitud de tinta:**

Especificación: larga (aprox. 3 cms)

Tolerancia: ± 0.5 cms.

Tabla XXIII. Longitud de tinta.

UNIDAD DE PRUEBA	VALOR
3101	4,10
3102	3,70
3103	4,20
3104	4,30
3105	3,70

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores cumplen con la especificación.

➤ **Tonalidad:**

Especificación: visual

Tolerancia: visual

Tabla XXIV. Tonalidad.

UNIDAD DE PRUEBA	RESULTADO
3201	Correcta
3202	Correcta
3203	Correcta
3204	Correcta
3205	Correcta

El resultado de la prueba fue satisfactorio.

➤ **Tamaño del grano:**

Especificación: 4.0 micrones

Tolerancia: ± 0.5 micrones

Tabla XXV. Tamaño del grano.

UNIDAD DE PRUEBA	VALOR
3301	4,10
3302	3,70
3303	4,20
3304	4,30
3305	3,70

El resultado de la prueba es satisfactorio porque los valores cumplen con lo especificado.

➤ **Densidad:**

Especificación: 2.2 g/cm³

Tolerancia: ± 0.25 g/cm³

Tabla XXVI. Densidad.

UNIDAD DE PRUEBA	VALOR
3401	2,20
3402	2,30
3403	2,10
3404	2,00
3405	2,20

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

Tabla XXVII. Reporte de muestreo de tintas.

REPORTE DEL MUESTREO DE TINTAS			
Material	Tintas litográficas	Fecha:	15/12/2002
Proveedor	Sun Chemical	Código	2012
Procedencia	USA.	Orden	5614
Cantidad	100 kg	Bultos	40 botes
Número de lote	800	No. Ingreso	400
Especificaciones			
Longitud		Larga	
Tonalidad		Visual	
Tamaño del grano		4,0 Micrones	
Densidad		2,2 g/ cm ³	
Estado del lote		<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado
		<input type="checkbox"/>	Rechazado
Inspector: Emilio Sagastume			

d) Materiales

1. Planchas:

El ingreso de las planchas se registra en la boleta de ingreso de materiales que contiene la siguiente información.

Tabla XXVIII. Boleta de ingreso de planchas.

**BOLETA DE INGRESO DE MATERIALES
NACIONAL IMPRESORA**

Proveedor: Osazol 20/01/2003		Fecha:		
Procedencia: Alemania				
Material. Planchas NB-27 1810		Código:		
Cantidad: 200 unidades 20 cajas		Bultos:		
Lote No. 160 230		No. Ingreso:		
Tamaño: 22" x 36"				
		ESTADO FÍSICO		
CANTIDAD	TAMAÑO	Malo	Bueno	OBSERVACIONES
200	22" x 36"		X	

Luego de ingresar las planchas se debe proceder a extraer las muestras que servirán para el análisis del lote; el tamaño de la muestra se determina por medio de las tablas XL y XLI del anexo 2 para una lote ($L = 20$) que se encuentra en el intervalo de 16 a 25 unidades con un nivel de inspección I correspondiéndole la literal B, la cual indica en la tabla XLI un tamaño de muestra de 3 cajas. Cada caja contiene 10 planchas y son seleccionadas al azar, de tal forma que sean representativas del ingreso, aplicando nuevamente las tablas con un tamaño de sublote ($L_1 = 30$); se obtiene la literal C que indica una muestra de 5 planchas, las cuales se escogen aleatoriamente basándose en la tabla XXXIX del anexo 1.

Tabla XXIX. Número de muestra de planchas.

MUESTRA No.1		LOTE No. 160	
No. De plancha		Tamaño	
2		23" x 36"	
13		23" x 36"	
9		23" x 36"	
22		23" x 36"	
28		23" x 36"	

➤ **Calibre:**

Especificación: 0.013" (milésima de plg.)

Tolerancia: ± 0.001 "

Tabla XXX. Prueba de calibre para planchas.

	UNIDADES DE PRUEBA				
Espécimen	1	2	3	4	Promedio
4102	12.8	12.5	13.0	13.1	12.85
4113	13.7	13.7	13.8	13.5	13.68
4109	13.0	12.9	12.5	13.1	12.88
4122	12.5	13.0	13.5	13.0	13.00
4128	13.5	13.5	12.8	13.3	13.28

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores promedio cumplen con la tolerancia especificada.

Tabla XXXI. Reporte de muestreo de planchas.

REPORTE DEL MUESTREO DE PLANCHAS			
Material	Placas litográficas	Fecha:	20/03/2003
Proveedor	Osazol	Código	1810
Procedencia	Alemania	Orden	3325
Cantidad	200 unidades	Bultos	20 cajas
Número de lote	160	No. Ingreso	230
Especificaciones			
Calibre		0,013"	
Tamaño		22" x 36"	
Estado del lote		<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado
		<input type="checkbox"/>	Rechazado
Inspector: Pedro Ramírez			

2. Cauchos:

El ingreso de los cauchos se registra en la boleta de ingreso de materiales, la cual contiene lo siguiente:

Tabla XXXII. Boleta de ingreso de Cauchos compresibles.

**BOLETA DE INGRESO DE MATERIALES
NACIONAL IMPRESORA**

Proveedor: Dayco		Fecha: 25/02/2003		
Procedencia: USA				
Material. Cauchos compresibles		Código: 2232		
Cantidad: 18 unidades.		Bultos: 18 paquetes		
Lote No. 80		No. Ingreso: 240		
Tamaño: 23"x 37"				
		ESTADO FÍSICO		
CANTIDAD	TAMAÑO	Malo	Bueno	OBSERVACIONES
18	23" X 37"		X	

El tamaño de la muestra se determina por medio de las tablas XL y XLI del anexo 2 para un lote (L= 18) que se encuentra en el intervalo de 16 a 25 unidades con un nivel de inspección I le corresponde la literal B, la cual indica en la tabla XLI un tamaño de muestra de 3 unidades, que se seleccionan al azar.

Tabla XXXIII. Cuadro de muestreo de planchas.

CUADRO DE MUESTREO		
MUESTRA No. 1		LOTE No. 80
CAUCHOS		
No. De paquete	Tamaño	
1	23" x 37"	
2	23" x 37"	
3	23" x 37"	

➤ **Calibre:**

Especificación 0.065" (milésimas de plg.)

Tolerancia ± 0.003"

Tabla XXXIV. Prueba de calibre en planchas.

Espécimen	UNIDADES DE PRUEBA				
	1	2	3	4	Promedio
5101	66,50	67,00	67,50	65,00	66,50
5102	62,50	65,00	65,00	64,50	64,25
5103	65,00	68,00	66,50	67,00	66,63

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque todos los valores promedio cumplen con las tolerancias especificadas.

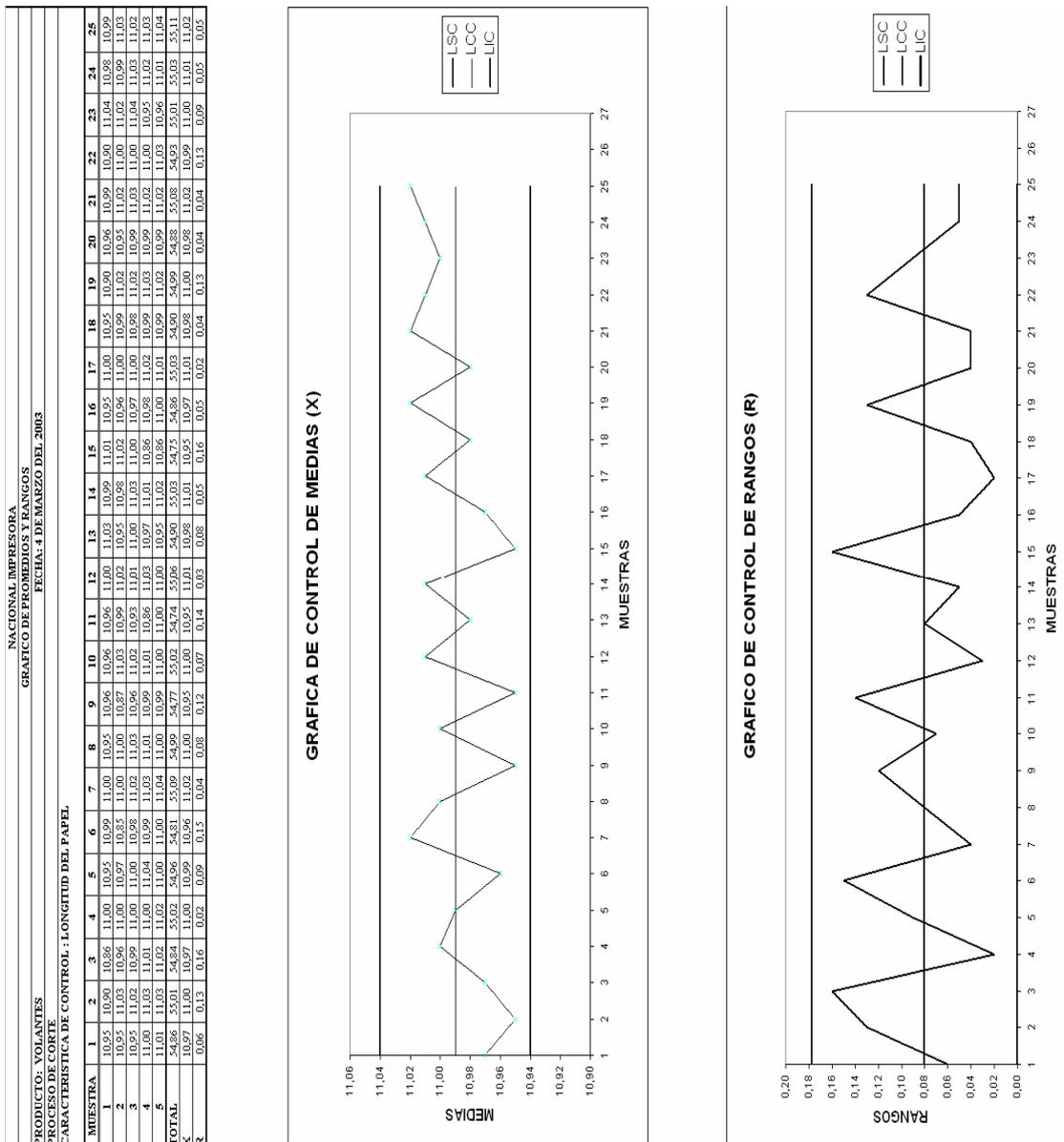
Tabla XXXV. Reporte del muestreo de cauchos o planchas.

REPORTE DEL MUESTREO DE CAUCHOS			
Material	Cauchos compresibles	Fecha:	25/03/2003
Proveedor	Dayco	Código	2232
Procedencia	USA	Orden	1526
Cantidad	18 unidades	Bultos	18 paquetes
Número de lote	80	No. Ingreso	240
Especificaciones			
Calibre	0,065"		
Tamaño	23" x 37"		
Estado del lote		<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado
		<input type="checkbox"/>	Rechazado
Inspector: Pedro Ramírez			

4.2 Control de calidad aplicado al proceso de corte

Para este se debe utilizar el gráfico X- R . Los datos recolectados para la elaboración del gráfico se presentan en la figura 4.

Figura 4. Tabla y gráfico de control por variables para el proceso de corte



4.3 Control de calidad aplicado al proceso de impresión

Para efectuar el control de calidad en esta etapa se debe conocer los siguientes datos:

- a) El control de calidad se basa en el control de sus principales características y de la incidencia que los defectos tienen en ellas.
- b) Para el control de la densidad, se utiliza el gráfico de promedio & rangos (X-R), para el control de la tonalidad y el registro se utiliza el gráfico p (porcentaje defectuoso).

A) Color

El color se controla por medio de las características de la tonalidad y densidad.

➤ Tonalidad

La construcción del gráfico de control p (porcentaje defectuoso), se detalla a continuación: la figura 5 muestra la cantidad de unidades inspeccionadas y encontradas defectuosas durante el mes, así como la fracción defectuosa producida diariamente. Esta corresponde al resultado de dividir el número de unidades defectuosas entre el número de unidades inspeccionadas ese día. Por ejemplo para el día 16, $p = 1/16 = 0.0385$.

Al final del mes, puede obtenerse el promedio de la fracción defectuosa, dividiendo el total de unidades defectuosas entre el total de unidades inspeccionadas en este período; $47/400 = 0.1175$

Para el cálculo de los límites de control se utilizan las fórmulas correspondientes, mencionadas en el capítulo anterior, dando como resultado para el día 16:

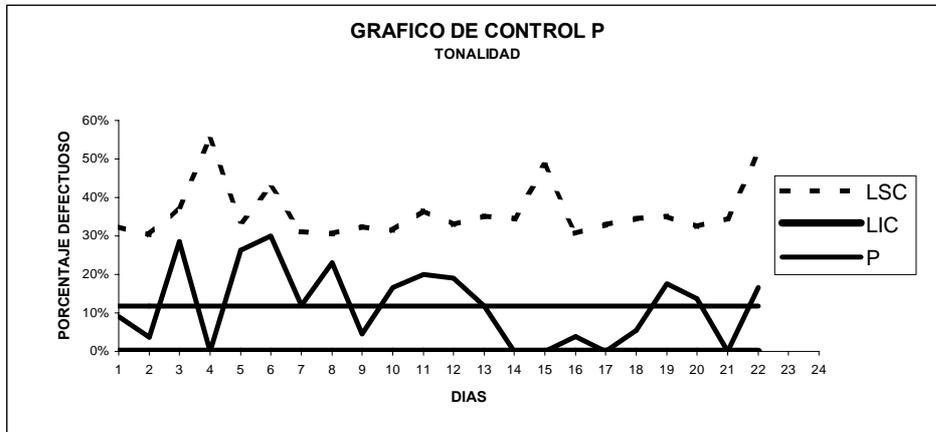
$$LSC = 0.3070 \quad \text{y} \quad LIC = 0.0720 \quad \text{LIC} = 0$$

Debido a que la cantidad inspeccionada a diario no es constante, se obtienen distintos límites de control para cada día. Los valores diarios del porcentaje defectuoso y los límites de control para cada día se muestran en la gráfica 5. El valor del porcentaje defectuoso es más fácil de entender por el personal en general, y es la razón por la cual la fracción defectuosa fue convertida a porcentaje defectuoso para el ploteo de puntos en la gráfica.

En la figura 5 puede apreciarse que el proceso se encuentra bajo control, ya que todos los valores están dentro del rango delimitado por los límites de control.

Figura 5. Tabla y gráfico de control por atributos para la tonalidad.

CUADRO DE DATOS PARA GRÁFICO P						
	TONALIDAD		FECHA: MARZO 2003			
DIA	CANTIDAD INSPECCIONADA	NÚMERO DE DEFECTUOSOS	PORCENTAJE DEFECTUOSO	$3 \sqrt{(p(1-p)/n)}$	LCS	LIC
1	22	2	9%	0,2060	32%	0%
2	27	1	4%	0,1859	30%	0%
3	14	4	29%	0,2582	38%	0%
4	5	0	0%	0,4320	55%	0%
5	19	5	26%	0,2216	34%	0%
6	10	3	30%	0,3055	42%	0%
7	25	3	12%	0,1932	31%	0%
8	26	6	23%	0,1895	31%	0%
9	22	1	5%	0,2060	32%	0%
10	24	4	17%	0,1972	31%	0%
11	15	3	20%	0,2494	37%	0%
12	21	4	19%	0,2108	33%	0%
13	17	2	12%	0,2343	35%	0%
14	18	0	0%	0,2277	35%	0%
15	7	0	0%	0,3651	48%	0%
16	26	1	4%	0,1895	31%	0%
17	21	0	0%	0,2108	33%	0%
18	18	1	6%	0,2277	35%	0%
19	17	3	18%	0,2343	35%	0%
20	22	3	14%	0,2060	32%	0%
21	18	0	0%	0,2277	35%	0%
22	6	1	17%	0,3944	51%	0%
TOTAL	400	47				



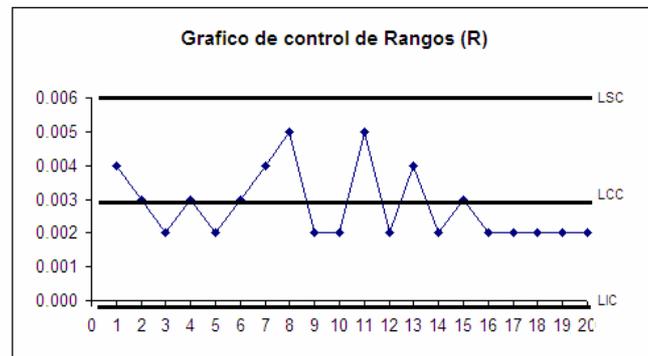
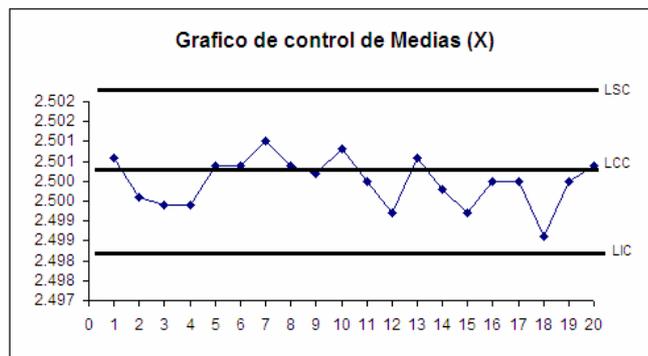
➤ **Densidad**

Para el control de la densidad, se debe utilizar el gráfico de control X-R (promedios y rangos). Se inspecciona un pliego cada quince minutos, se efectúan cinco lecturas en cada pliego, las cuales se presentan en la tabla

Seguidamente se calculan los límites de control con las fórmulas correspondientes para este gráfico, mencionadas en el capítulo anterior. Luego se procede a graficar.

Figura 6. Tabla y gráfico de control por variables para la densidad.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2.501	2.498	2.500	2.500	2.501	2.499	2.502	2.501	2.500	2.501	2.499	2.498	2.500	2.500	2.501	2.500	2.500	2.498	2.500	2.501
2	2.499	2.501	2.500	2.499	2.500	2.502	2.500	2.503	2.501	2.501	2.500	2.500	2.499	2.499	2.498	2.500	2.501	2.500	2.500	2.500
3	2.500	2.500	2.500	2.499	2.501	2.500	2.501	2.500	2.500	2.502	2.503	2.500	2.501	2.501	2.500	2.499	2.500	2.498	2.500	2.501
4	2.503	2.499	2.499	2.498	2.501	2.501	2.503	2.500	2.501	2.500	2.500	2.499	2.503	2.499	2.499	2.501	2.500	2.499	2.499	2.501
5	2.500	2.500	2.498	2.501	2.499	2.500	2.499	2.498	2.499	2.500	2.498	2.499	2.500	2.500	2.498	2.500	2.499	2.498	2.501	2.499
Total	12.503	12.498	12.497	12.497	12.502	12.502	12.505	12.502	12.501	12.504	12.500	12.496	12.503	12.499	12.496	12.500	12.500	12.493	12.500	12.502
X	2.501	2.500	2.499	2.499	2.500	2.500	2.501	2.500	2.500	2.501	2.500	2.499	2.501	2.500	2.499	2.500	2.499	2.500	2.500	2.500
R	0.004	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.004	0.005	0.002	0.002	0.005	0.002	0.004	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002



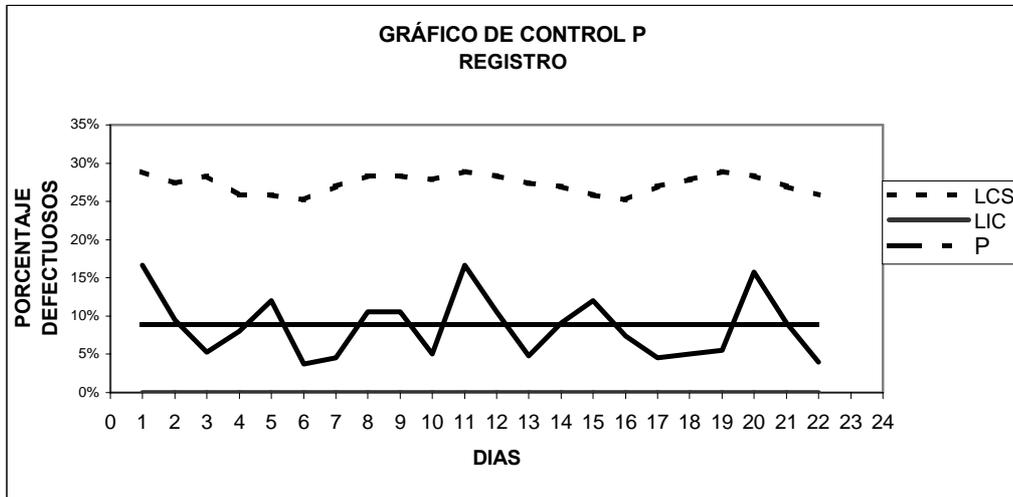
En esta gráfica puede apreciarse que el proceso se encuentra bajo control porque no hay tendencias ni valores representativos que se salga de los límites establecidos.

B) Registro

El registro se controla por medio del gráfico p (porcentaje defectuoso); el cual, se realiza de forma similar al de tonalidad. Los datos se muestran en la figura 7.

Figura 7. Tabla y gráfico de control por atributos para el registro.

CUADRO DE DATOS PARA GRÁFICO P					
	REGISTRO		FECHA:		
	CANTIDAD		MARZO 2003		
DIA	INSPECCION	NÚMERO DE	PORCENTAJE	LCS	LIC
	ADA	DEFECTUOSOS	DEFECTUOSO		
1	18	3	17%	29%	0%
2	21	2	10%	27%	0%
3	19	1	5%	28%	0%
4	25	2	8%	26%	0%
5	25	3	12%	26%	0%
6	27	1	4%	25%	0%
7	22	1	5%	27%	0%
8	19	2	11%	28%	0%
9	19	2	11%	28%	0%
10	20	1	5%	28%	0%
11	18	3	17%	29%	0%
12	19	2	11%	28%	0%
13	21	1	5%	27%	0%
14	22	2	9%	27%	0%
15	25	3	12%	26%	0%
16	27	2	7%	25%	0%
17	22	1	5%	27%	0%
18	20	1	5%	28%	0%
19	18	1	6%	29%	0%
20	19	3	16%	28%	0%
21	22	2	9%	27%	0%
22	25	1	4%	26%	0%
TOTAL	400	47			



4.4 Control de calidad aplicado al proceso de compaginación

Se debe utilizar el muestreo aleatorio simple, el cual se presenta en la figura 8, haciendo uso de las tablas XL y XLI del anexo 2.

Figura 8. Formato de control de calidad para el proceso de compaginación.

EVALUACIÓN DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN

PRODUCTO: Revistas FECHA DE EVALUACIÓN: 25 de mayo del 2003

No. DE PEDIDO: 1981 EVALUADO POR: Edwin Román

TAMAÑO DEL LOTE: 300 Revistas

NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL: II

NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE: 1%

TAMAÑO DE LA MUESTRA: 50

CRITERIO DE ACEPTACIÓN: Ac = 1 Re = 2

RESULTADO DE EVALUACIÓN: Aceptado

ACEPTADO:

RECHAZADO:

COMENTARIOS:

La muestra inspeccionada cumple con los requerimientos del plan de muestreo.

4.5 Control de calidad aplicado al proceso de numerado

Al igual que en el proceso de compaginación, se utiliza el muestreo aleatorio, solo que en este caso el sistemático; haciendo uso de las tablas XL y XLI del anexo 2.

Figura 9. Formato de control de calidad para el proceso de numerado.

EVALUACIÓN DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN

PRODUCTO: Facturas FECHA DE EVALUACIÓN: 26 de mayo del 2003

No. DE PEDIDO: 2002 EVALUADO POR: Edwin Román

TAMAÑO DEL LOTE: 150 Talonarios

NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL: II

NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE: 1%

TAMAÑO DE LA MUESTRA: 20

CRITERIO DE ACEPTACIÓN: Ac = 0 Re = 1

RESULTADO DE EVALUACIÓN: Aceptado

ACEPTADO:

RECHAZADO:

COMENTARIOS:

La muestra inspeccionada cumple con los requerimientos del plan de muestreo. Se tomo 1 muestra cada 5.

4.6 Control de calidad aplicado al proceso de producto terminado

Se debe utilizar un muestreo aleatorio simple para cada lote de producto terminado; por ejemplo:

El día 20 de julio se tomó un lote de producto terminado el cual consistía en revistas, el tamaño de este lote es de 400 unidades, se procedió al muestreo, el cual se resume en el formato siguiente, utilizando las tablas XL y XLI del anexo 2:

Figura 10. Formato de control de calidad para producto terminado.

EVALUACIÓN DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN

PRODUCTO: Revistas FECHA DE EVALUACIÓN: 20 de julio del 2003

No. DE PEDIDO: 2003 EVALUADO POR: Pedro Ramírez

TAMAÑO DEL LOTE: 400 Revistas

NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL: II

NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE: 1%

TAMAÑO DE LA MUESTRA: 50

CRITERIO DE ACEPTACIÓN: Ac = 1 Re = 2

RESULTADO DE EVALUACIÓN: Aceptado

ACEPTADO:

RECHAZADO:

COMENTARIOS:

La muestra inspeccionada cumple con los requerimientos del plan de muestreo.

De la misma forma se revisaron todos los lotes de productos terminados correspondientes al mismo día. Luego se procedió a registrar los defectos encontrados en dichos productos, en un formato de inspección de producto terminado para luego elaborar un diagrama de pareto donde se puede observar cuales son los defectos que se presentan con más frecuencia, y de esta manera tomar acciones para disminuirlos

Figura 11. Formato de inspección de producto terminado.

INSPECCION DE PRODUCTO TERMINADO

Producto regular

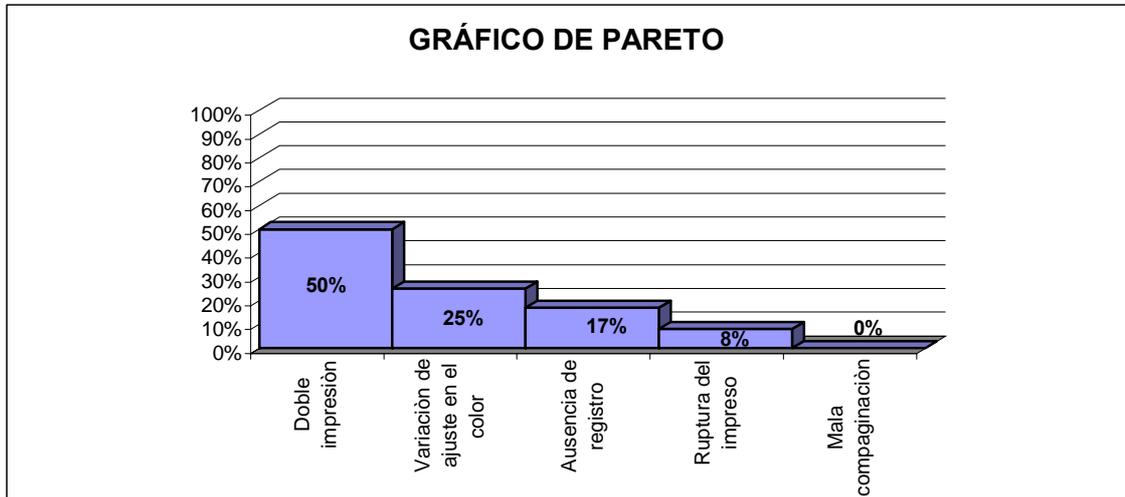
Pedro
Inspector Ramírez

Fecha: 20 julio del 2004

Producto							Defectos					
No.	Revistas	Facturas	Volantes	Cajas de medicina tarjetas de presentación	Etiquetas	No. de Orden	Mala compaginación	Ruptura del impreso	Ausencia de registro	variación de ajuste en el color	Doble impresión	Total
1	50					2003	0	0	0	0	0	0
2		20				2004		1	0	0	1	2
3			125			2101		0	0	0	5	5
4				50		2102		0	0	0	0	0
5					20	2200		0	2	0	0	2
6					200	2300				3		3
Totales												

Observaciones _____

Figura 12. Gráfico de Pareto.



En el gráfico anterior se puede observar que el defecto que más se dio en los productos fue la doble impresión, representando el mayor porcentaje del total defectuoso, seguido por la variación en el ajuste del color con el 25 %, ausencia de registro con el 17% y ruptura del impreso con el 8%; con esta información se debe investigar la causa de estos y tomar las acciones correspondientes para evitarlos.

El procedimiento anterior puede hacerse diariamente, semanalmente o mensualmente con el fin de crear un registro del historial de calidad de la empresa, que facilitará el análisis de resultados. Esto servirá para crear planes de acción en los círculos de calidad.

5. SEGUIMIENTO AL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ESTADISTICO PROPUESTO

5.1 Factores a considerar para la buena implementación

5.1.1 Motivación a la calidad:

Todo ser humano actúa con base en objetivos o en motivos los cuales impulsan su conducta hacia determinados actos, lo cual también se aplica a las tareas cotidianas del trabajo, ya que los empleados en la mayoría se sienten motivados, ya sea por el salario que devengan, por la aspiración a un puesto de mayor categoría dentro de la empresa o por el simple hecho de ser reconocidos por su desempeño. Esto debe ser aprovechado por la gerencia de la empresa, y debe ser capaz de determinar el tipo de reconocimiento que a sus trabajadores realmente los motivan a hacer cada día mejor las cosas.

La situación del operario es muy compleja, debido a las múltiples normas que han de cumplir y a los múltiples esfuerzos que tienen que realizar. Esto ha hecho que los operarios cometan errores al elaborar el producto.

El reconocimiento por la buena calidad deber ser diseñado cuidadosamente y deben estudiarse cuidadosamente las necesidades del trabajador primeramente antes de llegar a determinar cual y como será el reconocimiento a la calidad, ya que todo ser humano tiene diferentes necesidades, tal como lo dice Abraham Maslow en su teoría de la jerarquización de las necesidades, la cual explica que todo ser humano se encuentra ubicado y trata de satisfacer ciertos niveles de necesidades y cuando logra satisfacerlas, empieza a sentirse insatisfecho ya que ha logrado satisfacer las necesidades del nivel donde se encontraba y empieza a querer satisfacer necesidades de otro nivel dentro de la pirámide de necesidades propuestas por este mismo autor.

Autorrealización
Ego
Necesidades Sociales
Necesidades de Seguridad
Necesidades Fisiológicas

En el ámbito laboral la gran mayoría de los empleados se encuentran dentro de los niveles de necesidades fisiológicas y de seguridad, por lo que muchos de ellos apreciarán grandemente un reconocimiento monetario; este puede provocar a la empresa algunos problemas, ya que los trabajadores pueden asumir el hecho de que por cada sugerencia que ellos propongan, recibirán recompensa monetaria y entonces convertirse el sistema de sugerencias en un sistema que obtendrá información que no servirá de nada para la solución de los problemas.

El nivel social se logra cubrir manteniendo buenas relaciones obrero-patronal, haciéndole sentir al trabajador que es parte de la empresa y que pertenece, a un grupo bien identificado dentro de la misma, lo que dará sentido de pertenencia, sentirse importantes dentro del grupo y que los otros lo consideren importante, lo respeten y le den el trato adecuado, esto también cubre las necesidades del ego porque el individuo adquiere un sentido de importancia.

Por último, al estar satisfechas las anteriores necesidades se presenta la necesidad de autorrealización, las cuales se resumen en hacer lo que realmente le gusta hacer al individuo y ver que sus ideas son puestas en práctica.

Una necesidad es fuente de motivación hasta estar totalmente satisfecha. Cuando deja de ser necesidad, la siguiente en la pirámide de necesidades, pasa ser la fuente de motivación en el individuo. Cuando el trabajador alcanza el último nivel de necesidad significa que está motivado y comprometido a desarrollar su trabajo de la mejor manera posible; por esta razón es importante que se facilite a los trabajadores el camino para llegar a su escala superior de necesidades.

El primer paso es convencer al trabajador de que la calidad y la reputación de la empresa, son importantes para su propio bienestar, porque la calidad produce ventas y las ventas aseguran su puesto de trabajo y mejoras salariales.

La motivación es importante para la efectividad de un sistema de control de calidad. No se debe olvidar que el trabajador no se motiva únicamente con dinero, porque un trabajador que se sienta bien en su trabajo y sea tomado en cuenta él y sus ideas para la calidad se sentirá como parte integral de la empresa y, por lo tanto, se lograra una mejor cooperación de el.

5.1.2 Compromiso de la calidad por parte de toda la empresa

El problema de calidad no debe ser abordado únicamente por la gerencia de la empresa, al contrario, este debe ser considerado por todo el personal de la misma, debido a que de nada servirá que la gerencia trate de implementar los mejores planes para mejorar la calidad si los empleados no tienen lo que muchos llaman el compromiso de calidad.

Por tal motivo, es necesario que la gerencia incentive a todos los trabajadores, los involucre en la mayor parte de actividades relacionadas con calidad y otras mas para que todo el equipo actúe como uno solo y adquiera el compromiso necesario e indispensable para lograr los mejores resultados al implementar las mejoras respectivas.

Es conveniente que todo trabajador o grupo de trabajadores tengan bien definido lo que la empresa desea obtener de ellos para el cumplimiento de los objetivos tanto de calidad como de cualquier índole.

Una de las mejores formas de comprometer a la gente para alcanzar los objetivos de calidad, consiste en darles participación, autonomía en sus decisiones y sobre todo el apoyo necesario e incondicional por parte de la gerencia.

5.2 Círculos de calidad y técnicas para la solución de problemas

Los círculos de calidad son grupos de trabajadores que se reúnen para identificar y discutir problemas de su área de trabajo, averiguar sus causas, actuar para resolverlos o recomendar soluciones. Los grupos se componen de un número de personas que varía entre 5 y 10 (el número óptimo es 7), los cuales trabajan generalmente en el mismo lugar, la participación es voluntaria; el tema o problema a trabajar es elección del grupo y por lo general el grupo incluye al Supervisor del área.

Los círculos de calidad se reúnen generalmente una hora por semana (dentro del horario normal de trabajo o en tiempo extra, remunerado) para identificar y discutir sus problemas, averiguar sus causas, actuar para resolverlos o recomendar soluciones.

Objetivos de los Círculos de calidad

- Reducir los errores del proceso y mejorar la calidad
- Mejorar la eficiencia
- Reducir costos: energía, desperdicio, reproceso, tiempo de ocio, etc.
- Mejora de métodos de trabajo
- Fomento de trabajo en equipo efectivo
- Promoción de involucramiento laboral
- Aumento de motivación
- Creación de capacidad de solución de problemas
- Generación de actitud de prevención de problemas
- Mejoramiento de la comunicación en la organización
- Sostenimiento de relaciones obrero-patronales armoniosas
- Promoción del desarrollo personal y de liderazgo
- Desarrollo de una vigilancia de seguridad en el trabajo.

Para el caso de la empresa en estudio los participantes del círculo de calidad serán el gerente general, asesor de ventas y los trabajadores.

Para cada reunión es necesario que exista un líder que se encargue de conducir la misma, y una persona que realice la labor de secretario, por lo que deberá anotar los temas tratados en la reunión y posteriormente entregar una copia a los participantes. Estos cargos deberán rotarse entre todos los miembros del círculo cada cierto tiempo.

Las etapas de la reunión son:

- a) Identificación del problema: durante la semana los miembros del círculo, pueden observar problemas específicos y plantearlos durante la reunión. Pues los miembros de grupo adquieren ciertas responsabilidades, por ejemplo: recopilación de datos, realizar entrevistas, pero además adquieren el hábito de identificación de los problemas, los cuales presentan a la opinión del resto del grupo para discusión y aprobación de nuevo problema a solucionar.
- b) Selección del problema: el miembro del grupo que ha identificado un nuevo problema lo presenta en la siguiente reunión, en donde cada uno de los restantes da su opinión al respecto, luego de una discusión orientada por el coordinador del círculo, se determina si ciertamente representa un problema para el área de trabajo de los miembros del grupo y se decide, en esa misma reunión, si el grupo trabajara en la elaboración de un proyecto para solucionar el problema o no.
- c) Análisis del problema: por medio de la participación de todo el grupo, y del uso de las técnicas de tormenta de ideas y diagrama causa-efecto se identifican las causas principales del problema y se les busca solución.

La tormenta de ideas consiste en la recopilación de todas las ideas que a criterio de cada integrante del grupo, pueden estar relacionadas con el problema en análisis. Estas pueden ser anotadas por el líder del grupo, preferiblemente en una pizarra o rotafolio, de forma que sean visibles a todos. Posteriormente corresponde evaluar todas las ideas listadas, para determinar cuales son realmente importantes. Esto puede realizarse combinando la técnica de causa-efecto, o diagrama de Ishikawa (nombre de su creador). Este diagrama es una representación gráfica con forma de espina de pez, que describe la relación entre un efecto y sus posibles causas ordenadas por familia (maquinaria, métodos, materiales y mano de obra). El efecto (problema analizado) se coloca a la derecha del diagrama y las causas a la izquierda.

d) Se originan Alternativas de Solución: cuando el grupo ya ha identificado las posibles causas que más contribuyen al problema, es el momento de buscar las soluciones a dichas causas. El proceso de identificación de soluciones debe llenar los siguientes aspectos:

- Calidad
- Económico
- Eficiencia
- Seguridad

Los aspectos anteriores deben tomarse en cuenta a un mismo nivel de importancia y al mismo tiempo, siendo labor del coordinador que sea si.

e) Revisión General de las recomendaciones: Previo a la presentación de un proyecto (solución a un problema), es necesario que el círculo tenga una reunión en la cual el grupo expondrá el proceso seguido en la solución del problema y las recomendaciones que para la solución fueron encontradas en el desarrollo del proyecto.

- f) Definición de planes de acción: En la siguiente reunión se revisara el estatus de estas actividades, y cuando el problema se encuentre resuelto deberá definirse un plan de acción que sirva para prevenir que el problema vuelva a ocurrir.

Introducir círculos de calidad ayudará a que se mejore el sistema de control de calidad y los resultados para la empresa serán sorprendentes. Elevan la moral de los trabajadores, fomentan la lealtad hacia la empresa y crean un sentido de trabajo en equipo entre los empleados que forman parte de ellos; contribuyen a mejorar la productividad de la organización y la calidad de los productos. También reducen los motivos de queja, el tiempo perdido, los accidentes, el ausentismo y las llegadas tarde. En resumen, sirven para solucionar problemas y ahorran dinero a la empresa.

5.3 Utilización de círculos de calidad

A continuación se ejemplificará la utilización de los círculos de calidad en caso existan puntos fuera de control en el gráfico de control X-R aplicado al proceso de corte.

- a) Identificación del problema: En la elaboración de los diagramas X-R, después de haber recopilado la información para los mismos, se identifican puntos fuera de control, que podrían darse fuera del límite inferior de control y del límite superior de control.
- b) Selección del problema: Se presenta el gráfico de control al grupo para que juntos puedan decidir la mejor solución.

c) **Análisis del problema:** Se realiza la técnica denominada tormenta de ideas, en la cual cada miembro aporta ideas de las posibles causas que provocaron el problema, entre las cuales están, para este caso, cambio del operario de la máquina, cuchillas sin filo, cuchillas astilladas, mal ajuste de la máquina, cansancio del operario, exceso de material en la máquina, falta de comunicación entre el prensista y el encargado de montaje de negativos.

Con esta información se realiza un diagrama de causa y efecto para encontrar las posibles soluciones (ver apéndice 1).

d) **Alternativas de solución:** Después de haber analizado el problema y la causa por la cual este se dió, entonces se procede a buscar una solución. En este caso se verifica cual fue la causa principal, con la ayuda del encargado de esa área; a continuación se presenta una tabla para las posibles causas y soluciones.

Tabla XXXVI. Tabla de causas y soluciones

Causa	Solución
Cuchillas astilladas	Cambiar cuchillas
Cuchillas sin filo	Afilar cuchillas
Guías de corte mal ajustadas	Verificar las medidas del producto a elaborar cada vez que se realice el corte para su ajuste, en caso de ser muy necesario realizar primero una prueba
Cambio de turno	Preparar la máquina y verificar el estado de cada pieza, así como el ajuste de las guías, antes de empezar el trabajo.
Operario nuevos	Capacitarlo en la utilización de la máquina
Operario cansado	No sobrecargar el trabajo al operario.
Falta de comunicación entre el prensista y el encargado de montaje	Reunión previa para acordar el tipo de material, medidas, cantidad necesaria, del producto que se elaborará.
Falta de comunicación entre el prensista y encargado de mantenimiento de la maquinaria	El prensista debe revisar constantemente la máquina y en caso de encontrar algún problema en ella hacerlo saber inmediatamente al encargado de mantenimiento.

- e) Revisión general: Luego de haber identificado el problema y planteado la solución se debe de dar a conocer esta información al grupo para que den su aprobación o en algún caso mejorar la misma, antes de llevar a cabo el proceso sugerido.
- f) Definición de planes de acción: Después de haber puesto en marcha el proceso sugerido para la eliminación del problema se debe volver a tomar muestras y elaborar los diagramas correspondientes para verificar que la solución del problema fue satisfactoria. En caso la solución sea satisfactoria, se debe hacer un registro de la misma como parte de las memorias de la empresa en la solución de problemas.

En caso la solución no sea satisfactoria en un 100% entonces se debe volver a realizar el círculo de calidad y verificar en donde se cometieron errores o que no tomó en cuenta para la solución del mismo, volviéndose a realizar el proceso anterior.

Este proceso se puede realizar en cualquiera de las áreas del proceso de elaboración del producto en la cual se encuentre algún problema.

Todo proceso de control de calidad, se debe dejar documentado para posteriores consultas de mejoras en cada uno de ellos.

CONCLUSIONES

1. Las etapas principales para la creación de un sistema de control de calidad en una empresa comprende el análisis de la situación actual, definición de las características de calidad de los productos, definición de parámetros y métodos estadísticos de control, análisis de resultados y seguimiento del sistema de control de calidad.
2. El sistema propuesto de control de calidad tendrá éxito si cada uno de los trabajadores asume su responsabilidad con respecto del proceso. Ellos, están en contacto directo con los hechos, conocen la situación concreta y son los que mejor pueden identificar las soluciones de los problemas.
3. El empleo y combinación adecuada de gráficos de control, análisis de pareto y círculos de calidad, permite identificar y encontrar soluciones a los principales problemas que se presentan en el proceso de producción.
4. Los defectos en la materia prima, productos en proceso y elaborados se pueden clasificar en defectos críticos, mayores y menores. Según la muestra examinada se observa que no hay problemas constantes por material defectuoso.
5. Los factores que influyen en la calidad del producto comprenden el elemento humano, materia prima, ambiente laboral y el mantenimiento de la maquinaria utilizada.

6. Con el sistema propuesto de control de calidad, la empresa mejora la calidad del producto, reduce el costo de producción, evita la pérdida de tiempo y logra una mayor confiabilidad por parte de los clientes.

7. El control de calidad, en la recepción de materia prima y producto en proceso, para las empresas litográficas se apoya en inspección, metrología (equipo de inspección y prueba), pruebas de laboratorio físico y químico, muestreo y normas de producto.

RECOMENDACIONES

1. La gerencia debe motivar, instruir y capacitar a los trabajadores antes de implementar el nuevo sistema de control de calidad, ya que ellos son la fuerza activa que mueve todos los procesos.
2. Solicitar a los proveedores de materia prima que realicen las pruebas de calidad acordadas previamente en la negociación de compra, y envíen las muestras respectivas con el objeto de fortalecer el muestreo de recepción de materias primas.
3. Es necesario llevar registros de calidad para cada producto que se elabore, para facilitar las reimpresiones, y de esa forma tener una calidad consistente.
4. Llenar los formatos de evaluación de muestreo de aceptación correctamente para evitar consecuencias posteriores; esto es básico y lo deben realizar los encargados respectivos.
5. Debe motivarse la participación de los empleados en los distintos círculos de calidad, ya que su experiencia y conocimiento facilita el análisis de problemas y la búsqueda de soluciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. MONTGOMERY, Douglas. **Control estadístico de calidad**. México: Grupo Editorial de Iberoamérica S.A., 1991.
2. INSTITUTO PAPELERO ESPAÑOL. **II curso de especificación papelería**. España: s.p.i., 1,985.353 pp.
3. RATCIFF, Thomas Jr. **A manual of quality procedures with related forms**. Estados Unidos: Edit. Van Nostrand Reinhold, 1,990. 224 pp.
4. WHILEN, Osvaldo. **Imprentas**. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1994.
5. LORENZANA, Telma. **Aplicación del control de la producción al proceso de impresión offset**. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1983.
6. WEBSTER, Allen L. **Estadística aplicada a los negocios y la economía**. Colombia: Mc Graw Hill, 2,000.
7. ABOITIZ López, Juan C. **La unidad impresora**. A.C. México: Unión de industriales litográficos de México, 1993.

ANEXO 1

**Tabla XXXVII. Tabla de muestreo para el papel o cartón
PLAN DE MUESTREO Y ACEPTACIÓN DE UN LOTE DE BOBINAS Y PILAS
DE PAPEL O CARTÓN.**

TAMAÑO DEL LOTE O SUBLOTE (N)	TAMAÑO DE LA MUESTRA		NÚMERO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO			
	N	Nt	Ac	Re	Act	Rct
1	1		0	1		
2	2		0	1		
De 3 a 5	3		0	1		
De 6 a 10	4		0	1		
De 11 a 100	5		0	1		
De 101 a 300	8	16	0	2	1	2
De 301 a 1200	13	26	0	3	2	3
De 1201 a más	20	40	0	3	3	4

Donde.

n = tamaño de la primera muestra.

nt = tamaño de total de la muestra en caso de muestreo doble o sea la suma de las partes o porciones tomadas en el primero y segundo muestreo.

Ac = Número de aceptación para el primer muestreo.

Re = Número de rechazo para el primer muestreo.

Act = Número de aceptación para el muestreo doble.

Rct = Número de rechazo para el muestreo doble.

7

Esta tabla esta basada en las normas: TAPPI T 400 OS-75 Y COGUANOR NGR 46 004 HL

Tabla XXXVIII. Tabla de números aleatorios.

**TABLA DE NÚMEROS ALEATORIOS PARA EL MUESTREO DE MATERIA
PRIMA Y MATERIALES**

35	24	28	32	38
8	3	1	26	45
96	92	100	74	36
47	4	25	88	90
22	7	46	65	79
68	41	13	33	87
2	84	63	62	29
20	40	52	78	18
49	27	58	71	95
39	81	6	54	60
50	99	64	23	93
17	37	66	11	70
31	55	98	76	57
80	21	51	56	86
97	72	16	69	91
42	30	53	77	67
9	61	85	43	94
89	73	48	19	5
15	34	10	82	75
83	12	44	59	14

ANEXO 2

Tabla XXXIX. Tabla de localización del tamaño del lote y nivel de aceptación en el muestreo de aceptación (MIL-STD-105-D)

Tamaño del lote	Niveles especiales de inspección				Niveles generales de inspección		
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4	I	II	III
2 - 8	A	A	A	A	A	A	B
9 - 15	A	A	A	A	A	B	C
16 - 25	A	A	B	B	B	C	D
26 - 50	A	B	B	C	C	D	E
51 - 90	B	B	C	C	C	E	F
91 - 150	B	B	C	D	D	F	G
151 - 280	B	C	D	E	E	G	H
281 - 500	B	C	D	E	F	H	J
501 - 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 - 3200	C	D	E	G	G	K	L
3201 - 10000	C	D	F	G	G	L	M
10001 - 35000	C	D	F	H	H	M	N
35001 - 150000	D	E	G	J	J	N	P
150001 - 500000	D	E	G	J	J	P	Q
500001 - o más	D	E	H	K	K	Q	R

Tabla XL. Tabla para obtener tamaño de la muestra según el muestreo de aceptación (MIL-STD-105-D)

Tamaño de la muestra letra código	Tamaño de la muestra	Niveles aceptables de calidad (inspección normal)																									
		0.01	0.015	0.025	0.04	0.065	0.1	0.15	0.25	0.4	0.65	1	1.5	2.5	4	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2																										
B	3																										
C	5																										
D	8																										
E	13																										
F	20																										
G	32																										
H	50																										
J	80																										
K	125																										
L	200																										
M	315																										
N	500																										
P	800																										
Q	1250																										
R	2000																										

↑ use el primer plan de muestreo bajo la flecha. Si el tamaño de la muestra iguala o excede al del lote, haga inspección del 100%

↓ use el primer plan de muestreo sobre la flecha

Ac número aceptable

Re número rechazable

ANEXO 3

Tabla XLI. Tabla de constantes para gráficos de control por variables

<i>n</i>	Carta para promedios	Carta para rangos			
	Factor para el límite de control A_2	Factor para la recta central d_2	Factores de los límites de control		
			D_3	D_4	d_3
2	1.880	1.128	0	3.267	0.8525
3	1.023	1.693	0	2.575	0.8884
4	0.729	2.059	0	2.282	0.8798
5	0.577	2.326	0	2.115	0.8641
6	0.483	2.534	0	2.004	0.8480
7	0.419	2.704	0.076	1.924	0.833
8	0.373	2.847	0.136	1.864	0.820
9	0.337	2.970	0.184	1.816	0.808
10	0.308	3.078	0.223	1.777	0.797
11	0.285	3.173	0.256	1.744	0.787
12	0.266	3.258	0.284	1.716	0.778
13	0.249	3.336	0.308	1.692	0.770
14	0.235	3.407	0.329	1.671	0.762
15	0.223	3.472	0.348	1.652	0.755
16	0.212	3.532	0.364	1.636	0.749
17	0.203	3.588	0.379	1.621	0.743
18	0.194	3.640	0.392	1.608	0.738
19	0.187	3.689	0.404	1.596	0.733
20	0.180	3.735	0.414	1.586	0.729
21	0.173	3.778	0.425	1.575	0.724
22	0.167	3.819	0.434	1.566	0.720
23	0.162	3.858	0.443	1.557	0.716
24	0.157	3.895	0.452	1.548	0.712
25	0.153	3.931	0.459	1.541	0.709

Fuente: Allen L. Webster. *Estadística aplicada a los negocios y la Economía*. Pág. 627

APÉNDICE I

Figura 13. Diagrama de Causa-Efecto aplicado al proceso de corte

