

**DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MEJORAMIENTO DE UN METODO PARA LA
DISMINUCIÓN DEL DESPERDICIO GENERADO DURANTE EL EMPAQUE Y
EMBALAJE DE HARINA PRECOCIDA DE MAIZ EN LA EMPRESA
ALIMENTOS DEL CAUCA S.A.**

LUIS ALFONSO VALDERRAMA GONZALEZ

**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE QUÍMICA
SANTIAGO DE CALI, 2012**

**DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MEJORAMIENTO DE UN METODO PARA LA
DISMINUCIÓN DEL DESPERDICIO GENERADO DURANTE EL EMPAQUE DE
HARINA PRECOCIDA DE MAIZ EN LA EMPRESA
ALIMENTOS DEL CAUCA S.A.**

LUIS ALFONSO VALDERRAMA GONZALEZ

**Trabajo de grado
para optar al título de Químico**

**GUILLERMO GARZÓN G. Ph. D.
DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE QUÍMICA
SANTIAGO DE CALI, 2012**

NOTA DE ACEPTACIÓN

GUILLERMO GARZÓN G. Ph. D.
DIRECTOR

HERMAN GILBERTO ROMERO
JURADO

JULIETH ORDUÑA
DIRECTOR PROGRAMA DE QUÍMICA

SANTIAGO DE CALI, 2012.

DEDICATORIA

A Dios: con el corazón lleno de alegría primeramente quiero honrar con este trabajo, que representa la culminación de más de cinco años de esfuerzo. Tú Señor me guiaste de regreso al camino correcto en momentos cuando lo creí todo perdido, me fortaleciste, me renovaste, por eso y mucho mas, gracias Dios Padre.

A mis padres: Libia y Alfonso (q.e.p.d) por contribuir en cuanto les fue posible para hacer de mí el hombre que soy hoy día, por sus incontables sacrificios, excelentes consejos y por ayudarme a alcanzar mis metas personales y académicas.

A mi hijo Samuel: Para que le sirva de ejemplo en el camino de la vida que apenas empieza a recorrer, nunca es tarde para iniciar ni para terminar... por ti y para ti es este último esfuerzo.

A mi hermana Libia: Por ensañarme el cariño que se puede sentir por el estudio.

A mi mentor: Ramiro González, por ser fuente de inspiración, de respeto y de rectitud, por su confianza y por apoyarme durante el transcurso de la carrera.

A mis amigos y compañeros: Especialmente Ruby, Carolain y Herman por su comprensión y ayuda incondicional durante y después de los días de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Guillermo Garzón G., Ph. D. en Química, Director de este proyecto, por su gran aporte de conocimientos, por el apoyo que me ofreció durante su desarrollo y especialmente por su espera y paciencia en la culminación del mismo.

A Luis Hernando Agudelo y Edwar Mina por el acompañamiento durante el desarrollo e implementación de todas las acciones.

A quienes me animaron y apoyaron a terminar el trabajo.

CONTENIDO

	Pagina
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
2.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.	4
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
2.3.1. ANTECEDENTES	5
3. OBJETIVOS	6
3.1. OBJETIVO GENERAL	6
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
4. JUSTIFICACIÓN	7
5. MARCO TEORICO	8
5.1. HARINA PRECOCIDA	8
5.2. DESCRICION DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	9
5.2.1. PRE-LIMPIA	9
5.2.2. LIMPIA	10
5.2.3. DEGERMINACION	10
5.2.4. PRECOCCIÓN Y LAMINACIÓN	11
5.2.5. MOLIENDA O REFINACIÓN	12

5.2.6. ADICIÓN DE VITAMINA	12
5.2.7. EMPAQUE	12
5.2.7.1. Lamina BOPP (Polipropileno Biorientado)	12
5.2.7.1.1. Propiedades del BOPP (Polipropileno Biorientado)	14
5.2.7.1.2. Aplicaciones del BOPP (Polipropileno Biorientado)	15
5.2.7.2. Sacos de papel Kraft	16
5.2.7.3. Sacos de Polipropileno	16
5.3. PRINCIPALES CAUSALES DEL DESPERDICIO DE LÁMINA	17
5.4. CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO	19
5.4.1. CALIDAD	19
5.4.2. GRAFICOS DE CONTROL	22
5.4.2.1. Prueba de Rachas	25
5.4.3. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO	26
5.4.4. MEJORAMIENTO CONTINUO	27
5.4.4.1. Ciclo PHVA	28
5.4.4.2. Diagrama Causa-Efecto	30
5.4.4.3. Diagrama de Pareto	31
5.4.4.4. Diagrama de Dispersión	31
5.4.5. ADMINISTRACION DE PROCESOS	32
5.4.5.1. Medición, Análisis y Mejora.	32

5.4.5.2. Análisis de Datos.	32
5.4.5.3. Mejora Continua.	33
6. MATERIALES Y MÉTODOS	34
6.1. MATERIALES	34
6.2. MÉTODOS	34
6.2.1 PLAN DE TRABAJO	35
6.2.2 METODOS ESTADISTICOS.	37
6.2.3. IDENTIFICACION DE CAUSAS	37
6.2.3.1. POSIBLES CAUSAS	38
6.2.3.2. PROPONER SOLUCIONES Y EVALUARLAS	38
6.2.4. TOMA DE DISCISIONES	38
7. RESULTADOS Y ANALISIS	40
7.1 IDENTIFICACION DE CAUSAS	40
7.2. POSIBLES CAUSAS	41
7.3. CAUSAS Y SOLUCIONES	43
7.4. RESUÑTADOS ESTADISTICOS	45
7.5. PRUEBA DE RACHAS	51
7.6. PLAN DE ACCION	53
7.7. NUEVOS GRAFICOS DE CONTROL	57
7.8. ANALISIS PRUEBA DE RACHAS	59

7.9. IMPACTOS LOGRADOS	60
7..9.1. Logro Económico	60
7..9.2. Cumplimiento de Indicadores	60
7..9.3. Alcance Cultural	60
7..9.4. Alcance Técnico	61
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
9. BIBLIOGRAFIA	63

LISTA DE FIGURAS

		Pagina
Figura 1	Composición del grano de maíz	9
Figura 2	Proceso de Biorientación	14
Figura 3	Ciclo PHVA	27
Figura 4	Diagrama causa y efecto	31
Figura 5	Flujograma en la toma de decisiones	39
Figura 6	Diagrama causa efecto desperdicio de lámina	43

LISTA DE TABLAS

		Pagina
Tabla 1	Consumo de lámina, años 2004 – 2005	5
Tabla 2	Desperdicio de lámina - Recopilación Diaria de datos	35
Tabla 3	Desperdicio de lámina – Recopilación Semanal de datos	36
Tabla 4	Desperdicio de lámina – Recopilación Mensual de datos	36
Tabla 5	Desperdicio de lámina datos tomados por defectos	36
Tabla 6	Desperdicio de lámina por años, con metas definidas.	36
Tabla 7	Posibles causas y el por qué	41
Tabla 8	Causas y Soluciones	43
Tabla 9	Datos registrados en el estudio de defectos por seis semanas	45
Tabla 10	Datos de frecuencia que ocurren en los valores de defecto	47
Tabla 11	Datos de desperdicio de lámina por meses del año 2005 – 2007	48
Tabla 12	Datos gráficos 2005 - 2007	50
Tabla 13	Observaciones rechazadas	52
Tabla 14	Causa de los Problemas y sus Soluciones	53
Tabla 15	Datos de desperdicio de lámina por meses del año 2008	59

LISTA DE GRÁFICAS

		Pagina
Gráfico 1	Gráfico de Control (R)	24
Gráfico 2	Gráfico de Promedio (\bar{X})	25
Gráfico 3	Defectos de Lámina	46
Gráfico 4	Diagrama de Pareto para defectos	47
Gráfico 5	Carta de control \bar{X} de los desperdicios de lámina años 2005 -2007	49
Gráfico 6	Carta de control de Rango de los desperdicios de lámina años 2005 -2007	50
Gráfico 7	Zonas A, B y C para análisis de Rachas	52
Gráfico 8	Análisis de datos 2005 - 2007	49
Gráfico 9	Carta de control \bar{X} para desperdicio de lámina año 2008	57
Gráfico 10	Carta de Rango para desperdicio de lámina año 2008	57

LISTA DE ANEXOS

Anexo No. 1 Desperdicio de lámina - Recopilación Diaria de Datos.

Anexo No. 2 Desperdicio de lámina - Recopilación Semanal de Datos.

Anexo No. 3 Desperdicio de lámina - Recopilación Mensual de Datos.

Anexo No. 4 Desperdicio de Lámina, Datos Tomados por Defectos.

GLOSARIO

ACCIONES CORRECTIVAS: acciones que se realizan en un proceso ó producto y que buscan corregir un problema, defecto o inconformidad

ACCIONES PREVENTIVAS: acciones que se realizan para eliminar los posibles riesgos, problemas, defectos o inconformidades en un proceso ó producto

CALIDAD: Conjunto de características inherentes que cumple un proceso.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR: característica de una muestra o población que cuantifica su dispersión o variabilidad. Tiene las mismas unidades que la variable. La desviación típica es invariante con respecto al origen de la distribución. Su cuadrado es la varianza.

ESPECIFICACION: definición de un valor, parámetro ó situación deseada.

GESTION DE CALIDAD: motivar y dinamizar el desarrollo de la calidad en las diferentes fases o etapas de un proceso.

INDICADORES DE GESTION: Medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto u organización. Suelen ser establecidos por los líderes y posteriormente son utilizados continuamente a lo largo del ciclo de vida, para evaluar el desempeño y los resultados cuantificables.

MEDIA: Suma de n números dividida entre n .

MEJORA CONTINUA: Actividad recurrente para aumentar la capacidad cumplir requisitos.

PROCESO: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, los cuales transforman elementos de entrada en resultados.

REQUISITO: necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

ACRONIMOS

HPVA o PHVA: círculo de Deming que significa planear, hacer, verificar y actuar.

LIC: límite inferior de control.

LIE: límite inferior de especificación.

LSC: límite superior de control.

LSE: límite superior de especificación.

LIC: límite inferior de control.

BOPP: Polipropileno biorientado.

PEDB: Polietileno de Baja Densidad

Papel Kraft: es un tipo de papel basto y grueso de color marrón.

COF: Coeficiente de Fricción.

PE: Polietileno

Saran: Polímero fabricado a base de Cloruro de Polivinilideno.

Papel Tissue: es un papel higiénico fino absorbente hecho de pulpa de celulosa.

RESUMEN

Utilizando control estadístico de procesos como instrumento de mejoramiento, se mejoró un proceso de empaque, integrando equipos de trabajo y propiciando la participación de los mismos.

La aplicación de este método de análisis a una muestra representativa de empaques de harina precocida de maíz logró disminuir el desperdicio del mismo. Esto involucró el desarrollo de técnicas y habilidades administrativas para la solución de problemas. Además, se propició la participación del personal operativo de la compañía.

Desarrollando este proyecto se logró poner en marcha la metodología apropiada al caso en particular, facilitando a la organización de instrumentos de control para un correcto manejo de los recursos en planta.

ABSTRACT

Using statistical process control as a tool for improvement, improved packaging process, integrating teams and encouraging the participation of the same.

The application of this method of analysis of a representative sample packs precooked cornmeal able to reduce wastage of the same. This involved the development of technical and administrative skills to solve problems. It also encouraged the participation of the company's operating personnel.

Developing this project has managed to launch the appropriate methodology to the particular case, facilitating the organization of control instruments for proper resource management plan.

1. INTRODUCCION

En las organizaciones cada día toma más importancia la implementación de indicadores de gestión encaminados a identificar y cuantificar el correcto uso de los recursos con los cuales se cuenta en cada área y así poder garantizar la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de un proceso en particular.

Los indicadores de gestión se entienden como la expresión cuantitativa del comportamiento o el desempeño de toda una organización o una de sus partes, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas según el caso.

El desempeño de una empresa debe medirse en términos de resultados y dichos resultados se expresan en índices de gestión, a su vez los índices de gestión son una unidad de medida gerencial que permite evaluar el desempeño de una organización frente a sus metas, objetivos y responsabilidades con los grupos de referencia. En otras palabras, es la relación entre las metas u objetivos y los resultados.

Los indicadores permiten tener un control adecuado sobre la situación dada, de ahí su importancia al hacer posible el predecir y actuar con base en las tendencias positivas o negativas observadas en su desempeño global. Además, es una forma clave de retroalimentar el proceso, de monitorear el avance o ejecución de un proyecto y son aun más importantes si su tiempo de respuesta es corto.

Los objetivos a analizar pueden ser de diversos tipos tales como suministros industriales (agua, vapor, energía), materias primas, insumos de fabricación, materiales de empaque, mano de obra o entre otros. Para todos ellos es

importante definir un desarrollo sistemático y armónico que abarque las interrelaciones economía, eficacia, eficiencia y calidad del servicio.

Teniendo en cuenta lo anterior cabe destacar que existen diversos tipos de indicadores, todos ellos con un enfoque especial.

- Indicadores de cumplimiento: están relacionados con los ratios que nos indican el grado de consecución de tareas y/o trabajos.
- Indicadores de evaluación: están relacionados con los ratios y/o los métodos que nos ayudan a identificar nuestras fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora.
- Indicadores de eficiencia: están relacionados con los ratios que nos indican el tiempo invertido en la consecución de tareas y/o trabajos.
- Indicadores de eficacia: están relacionados con los ratios que nos indican el tiempo invertido en la consecución de tareas y/o trabajos.
- Indicadores de gestión: teniendo en cuenta que gestión tiene que ver con administrar y/o establecer acciones concretas para hacer realidad las tareas y/o trabajos programados y planificados. Los indicadores de gestión están relacionados con los ratios que nos permiten administrar realmente un proceso.

Para el cálculo de cualquiera de los indicadores establecidos, es de suma importancia el conocimiento de las principales herramientas estadísticas tales como diagramas de flujo de proceso, diagrama causa - efecto, diagrama de Pareto, diagrama de correlación o dispersión, histogramas, cuestionario crítico y hojas de seguimiento. Adicionalmente a estas técnicas, en el control de procesos se utiliza otra herramienta estadística llamada "Gráfico de Control de Procesos" la cual permite monitorear un proceso a través de una gráfica de control.

Estas herramientas estadísticas se aplicaron a la empresa Alimentos del Cauca S.A. y el proceso en particular es el empaque y embalaje de harina precocida de maíz. Alimentos del Cauca S.A. es una empresa perteneciente al grupo empresarial Casa Luker, ubicada en la zona industrial del norte del Cauca, (Parque Industrial y Comercial del Cauca, etapa I), la cual se dedica al procesamiento de productos derivados del maíz, principalmente la harina precocida en las presentaciones de mercado tradicional, institucional e industrial.

Los indicadores son necesarios para poder mejorar. Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad no se realiza un control preciso sobre el consumo de los materiales de empaque (láminado y polietileno) para harina precocida de maíz para ser distribuido por medio del canal tradicional de mercadeo. A pesar de tener un índice de gestión establecido no se cumple con la meta planteada por la gerencia; se presentan variaciones entre los departamentos de producción y almacenamiento y no se ha podido tener bajo control el proceso debido a múltiples inconvenientes.

Por otro lado, no se dispone de información sobre el consumo de material para las presentaciones industriales e institucionales, al igual que el embalaje de la referencia de mercadeo tradicional; tampoco se conoce si se presentan sobrecostos representativos.

2.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

Se realizó seguimiento al desperdicio de las siguientes referencias de material de empaque y embalaje:

- Lámina para empaque de harina en presentación de libra y kilo.
- Bolsa de embalaje para presentación de libra.
- Bolsa de embalaje para presentación de kilo.
- Bolsa para empaque de harina en presentación institucional.
- Sacos de papel para empaque de harina en presentación industrial.
- Sacos de polipropileno para empaque de harina en presentación industrial.

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué procedimiento será el adecuado para disminuir el desperdicio de lámina o envoltura?

En este trabajo se propone una metodología para resolver el problema de los sobrecostos generados por desperdicios durante el empaque y embalaje de harina precocida de maíz.

2.3.1. ANTECEDENTES

No se han realizado investigaciones o análisis anteriores al desperdicio de lámina; se parte de los consumos históricos y medición de desperdicios de la misma (lámina).

En la Tabla 1 se muestran los consumos de lámina de los años 2004 y 2005, los cuales nos dan una visión acerca de la importancia que tiene el trabajar en el control de su desperdicio.

Tabla 1. Consumo de lámina, años 2004 – 2005

AÑO	Consumo de Lámina	Consumo de Lámina	Desperdicio	Costo Desperdicio
2004	47.246 kg	\$ 565.647.456	1,79%	\$ 10.125.089
2005	39.334 kg	\$ 392.838.016	1,61%	\$ 6.324.692

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Disminuir los sobrecostos generados por desperdicios durante el empaque y embalaje de harina precocida de maíz en la empresa Alimentos del Cauca S.A.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 3.2.1. Identificar los materiales que generan algún tipo de desperdicio durante el empaque y embalaje de harina precocida de maíz en todas las referencias comercializadas.
- 3.2.2. Cuantificar el estado actual de dichos desperdicios y así poder establecer, junto con la gerencia de la compañía, los parámetros que permitan disminuir los sobrecostos de los materiales más representativos económicamente.
- 3.2.3. Implementar métodos que permitan cuantificar periódicamente las causas, los porcentajes y los sobrecostos económicos generados por el desperdicio de materiales de empaque y embalaje.
- 3.2.4. Generar y divulgar los respectivos indicadores de gestión que permitan conocer el avance de las mediciones realizadas entorno al tema.

4. JUSTIFICACIÓN

Durante el proceso de producción de harina precocida de maíz una de las áreas donde más se generan desperdicios de diferentes tipos es la de empaque y embalaje de harina.

Entre los materiales consumidos en dicha área los más importantes son:

- Lámina BOPP
- Bolsas para embalaje en PEDB
- Sacos de papel kraft
- Sacos de polipropileno

Dichos materiales representan altos consumos y costos de importante consideración, es por eso que se ha determinado analizar el desperdicio producido durante la utilización de uno de ellos y a partir de este análisis implementar acciones para los demás. El ítem escogido para analizar es la lámina BOPP que es el material de mayor consumo.

A parte del ahorro en dinero que se puede producir para la compañía en la disminución del desperdicio que genera este material, lo mas importante es estructurar una herramienta estadística que se pueda aplicar para los demás materiales de empaque, para otros insumos necesarios en el proceso productivo y para las demás plantas procesadoras del grupo empresarial.

Indirectamente, es posible, que las mejoras planteadas durante el desarrollo de esta práctica generen un incremento en la productividad, mejor uso de otros recursos y bienestar para los operarios del área.

5. MARCO TEORICO

El principal producto que ofrece ALCAUCA S.A. es la harina precocida de maíz y en menor cantidad pero con una amplia proyección de crecimiento en los trozos finos (grits) de maíz amarillo.

5.1. HARINA PRECOCIDA

Se produce con diferentes características que varían dependiendo del uso y de la necesidad del cliente. Las principales características que se tienen en cuenta son el grado de cocción, el aspecto visual, el contenido de grasa, el contenido de humedad y la granulometría.

La harina precocida que se procesa en su mayoría es blanca y en menor cantidad la amarilla. Los principales clientes son:

- Casa Luker, en las marcas Karina y Ricamasa principalmente.
- Clientes industriales: Productos Yupi, Industrias Mil Delicias, Productos Pricol
- Clientes marcas propias: Olímpica, Carrefour, La Molinera.
- Clientes para exportación.

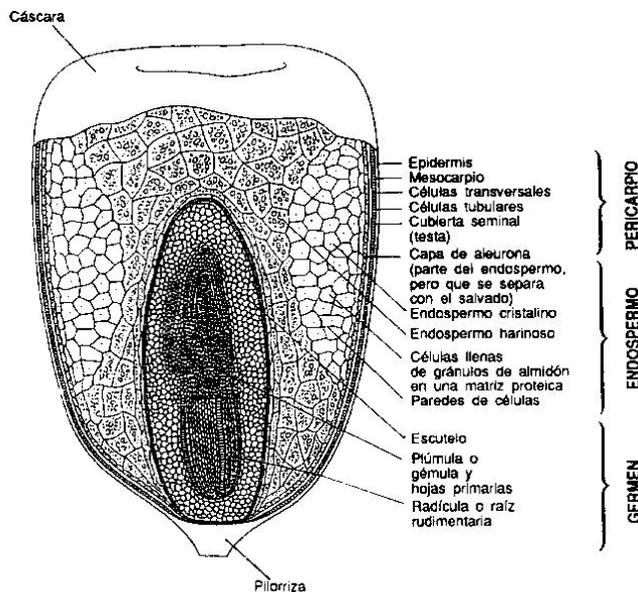
Las referencias de empaque que actualmente se trabajan son las siguientes:

- Cliente tradicional: Presentación de libra y kilo en material laminado
- Cliente Institucional: 5kg en bolsa plástica de cierre fácil
- Cliente Industrial: 40kg y 50kg en sacos de papel o polipropileno

5.2. DESCRICCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Para entender mejor el proceso de fabricación de harina precocida de maíz lo primero que se debe hacer es conocer cuáles son las partes de un grano de maíz y cuáles de ellas son las que vamos a utilizar en el proceso que seguidamente se mencionará. La figura 1 muestra esta composición.

Figura 1. Composición del grano de maíz



Como se puede observar existen tres grandes componentes en el grano de maíz que son: el pericarpio (cáscara, cascarilla, concha, o forraje), el endospermo que viene siendo la parte interna del maíz compuesta de gluten y almidón y por último el germen. Para el proceso de fabricación de harina precocida de maíz se deben retirar el germen y el pericarpio, solo se necesita el endospermo.

5.2.1. PRE-LIMPIA

En esta etapa se eliminan aquellas impurezas de mayor tamaño como son: trapos, pedazos de cartón, cabuyas, tusas, piedras grandes y demás partículas gruesas

que vienen con el grano. También se separan alambres, puntillas en los imanes (que actúan como separadores magnéticos)

5.2.2. LIMPIA

A través de las zarandas y con aspiración de aire se retira tierra, polvillo y granos. Posteriormente el maíz pasa por deschinadoras (son mesas densimétricas que retiran partículas extrañas más pesadas que el grano de maíz) en las que se logra retirar partículas de metales no férricos, vidrio y piedras pequeñas.

La limpieza efectuada de esta manera es indispensable y se hace necesaria para evitar que muchas partículas extrañas al grano de maíz, causen daños en los equipos y/o puedan aparecer como contaminantes en el producto terminado.

El maíz ya bien limpio recibe agua y vapor para ablandar la cáscara e hinchar el germen y así facilitar su posterior pelado y degerminado.

5.2.3. DEGERMINACION

La degerminación del maíz consiste básicamente en retirar el germen y la cascarilla del maíz; esta operación la realiza una máquina degerminadora la cual por medio la rotación de una masa embebida en un cuerpo con mallas hace que se genere fricción entre los granos y de esta manera se encarga de separar la cascarilla y el germen; lo que no es separado se conoce como trozos y es la materia básica para la producción de harina de maíz; la cascarilla, el germen y trozos pequeños son separados a través de un sistema de aspiración; el aire de este sistema es calentado a través de unos radiadores con vapor; en los ciclones se separan las partículas mas pesadas (trozos grandes) y los finos; los trozos pequeños son enviados al sistema de transporte de trozos y los finos son enviados al sistema de harina tipo B.

En la salida de trozos de la degerminadora se encuentra también grano entero, por esta razón dicha descarga se pasa a través de un canal del cernedor gigante donde se clasifican los trozos por tamaño; el trozo que no pasa la primera malla de separación es retornado a la degerminadora, después de la clasificación los trozos son enviados a unas máquinas densimétricas donde se realiza una separación adicional de germen y partículas de menor densidad a la del trozo de maíz. Por medio de un sistema neumático de transporte los trozos son llevados hasta una celda de almacenamiento para ser entregados al proceso de precocción y laminación.

Los productos más importantes generados en ésta etapa son: la corriente de trozos y la corriente de subproductos, que la conforman el germen, la cascarilla y la harina grasa.

5.2.4. PRECOCCIÓN Y LÁMINACIÓN

Los trozos antes de ingresar a la torre de cocción o cocina son humedecidos dependiendo de las características del maíz y del tipo de harina que se desee obtener. En la cocina, por medio de un sistema de vapor directo, se someten los trozos a cocción. Esta cocción se fundamenta en el tratamiento térmico del endospermo o trozos húmedos hasta obtener un producto totalmente precocado.

Una vez cocinados los trozos de maíz, se someten a prensado o laminación, lo cual se hace a través de dos cilindros prensadores, en donde se obtienen las hojuelas o copos de maíz húmedos.

Posteriormente las hojuelas de maíz son secadas con vapor indirecto, a una humedad final entre el 12% y 13%. Los copos una vez secados son premolidos por medio de molinos y almacenados en el silo de copos, facilitando con ésta operación su posterior molienda.

5.2.5. MOLIENDA O REFINACIÓN

La molienda se efectúa mediante bancos de molienda (rodillos estriados helicoidalmente) que giran en sentido contrario a velocidades diferentes, cada uno de los cuales muele la hojuela hasta un tamaño determinado. Cada corriente saliente de los bancos es clasificada a través de un cernedor de refinación (Plansifter), hasta obtener la harina precocida de maíz con la granulometría especificada. La harina es conducida a silos de almacenamiento por medio de transporte neumático.

5.2.6. ADICIÓN DE VITAMINA

La adición de vitamina, se efectúa a través de un equipo dosificador, marca Acrison, el cual consta de una escala graduada de 0 a 100, con intervalos de 5 en 5. En cada posición, dosifica una cantidad diferente de vitamina, que depende directamente del flujo de harina precocida que pasa del silo de almacenamiento a la tolva de empaque. La mezcla se logra en un tornillo transportador sin fin de 4 m de largo.

5.2.7. EMPAQUE

Finalmente, de los silos de harina precocida de maíz, la harina es enviada a la tolva de empaque, donde el producto es vaciado a empacadoras de tornillo que utilizan material de empaque de polietileno y polipropileno biorientado. Aquí las bolsas unitarias son codificadas, controladas en su peso y empacadas en bolsas múltiples de polietileno y posteriormente selladas térmicamente y almacenadas sobre plataformas de madera limpias.

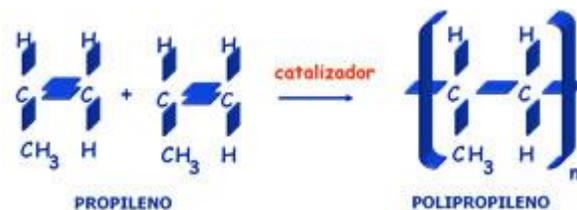
5.2.7.1. Lámina BOPP (Polipropileno Biorientado)

El BOPP cristal es una mezcla de polipropileno biorientado, tintas, adhesivo y polietileno de baja densidad que forman una lámina. Es el empaque primario que contiene la harina precocida de maíz y sirve como barrera física para proteger el

producto de factores externos tales como humedad, oxígeno, plagas y todo tipo de material extraño.

El polipropileno se obtiene a partir del propileno, un gas obtenido de los procesos de cracking del petróleo. Este gas, sometido a ciertas condiciones de temperatura y presión y en presencia de un catalizador produce como resultado un polímero compuesto por miles de unidades “propileno” unidas entre sí de forma lineal.

Este polímero resultante es el homopolímero de polipropileno y fue descubierto en Italia por Ziegler y Natta a fines de los 50's. Posteriormente, junto con múltiples aplicaciones industriales, se comenzó a producir película de polipropileno, la que mostraba tener buenas propiedades ópticas y baja permeabilidad al vapor de agua



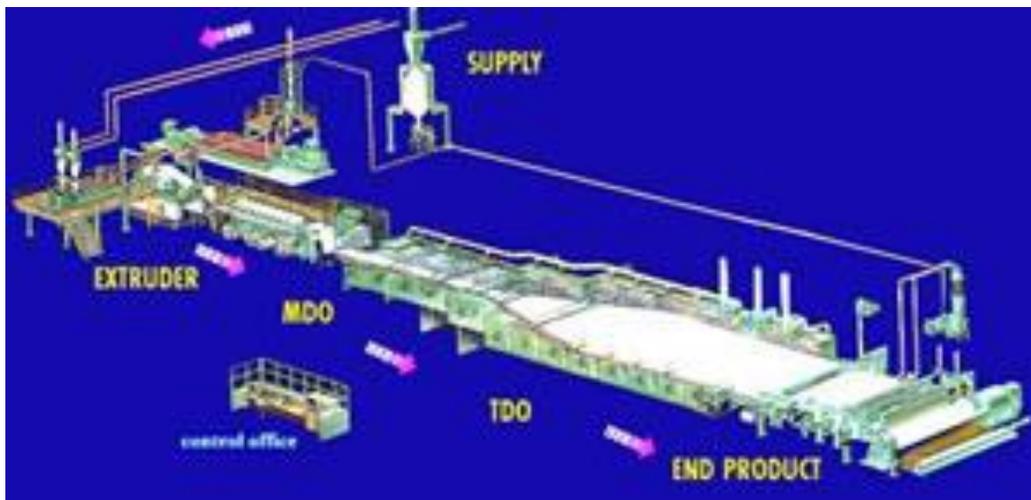
A comienzos de los 70's, Montecatini en Italia desarrolló el proceso para convertir este polímero en una película biorientada.

Con la biorientación se logró mejorar notablemente las propiedades ópticas, mecánicas y de barrera al vapor de agua de la película.

El BOPP comenzó entonces a convertirse en el film más versátil en la industria del envase flexible, llegando a desplazar totalmente al film de celofán en 20 años. En la figura 2 se muestra el proceso de biorientación.

Por su excelente barrera al vapor de agua se convirtió en materia prima base para los envases de galletas, snacks y todos los alimentos que no deben perder ni ganar humedad.

Figura 2. Proceso de Biorientación



5.2.7.1.1. Propiedades del BOPP (Polipropileno Biorientado):

- Alta transparencia y brillo
- Buenas propiedades mecánicas
- Fácil de procesar (impresión, laminación)
- Buena maquineabilidad en las líneas de envasado
- Excelente permeabilidad al vapor de agua
- Amplio rango de espesores
- Diferentes temperaturas de sello
- Diferentes niveles de COF
- Cavitados con diferentes densidades
- Buena relación costo/performance
- Versatilidad
 - ✓ Transparente plano
 - ✓ Transparente coextruido
 - ✓ Metalizado barrera estándar
 - ✓ Metalizado alta barrera
 - ✓ Perlado
 - ✓ Perlado blanco

- ✓ Blanco cavitado
- ✓ Blanco sólido
- ✓ Blanco metalizado

Puede además ser recubierto con capas especiales para modificar sus características de sello y barrera (acrílico, saran, etc.)

5.2.7.1.2. Aplicaciones del BOPP (Polipropileno Biorientado):

- Snacks

La estructura típica para este tipo de productos son laminaciones de BOPP/BOPP metalizado, dando una muy buena protección a la humedad y a la luz.

- Galletas

Laminaciones de BOPP/BOPP son la estructura más usada, en distintos espesores y en combinaciones con BOPP blanco o metalizado. Esta combinación tiene una excelente maquinabilidad tanto en líneas Flat End como en Flow Pack.

- Caramelos y golosinas

Laminaciones de BOPP/BOPP y BOPP/PE son las estructuras más usadas para este tipo de productos. Por el contenido de azúcar, estos productos se deben proteger de la humedad.

- Etiquetas

Roll Label para gaseosas, aguas y otros productos embotellados.

- Antiflog

Película especial Antiflog para envasado de vegetales en formas diversas¹.

¹ **QuimiNet.** El polipropileno biorientado (BOPP) y sus aplicaciones. www.quiminet.com/ar6/ar_vcdarmvcdzgt-el-polipropileno-biorientado-bopp-

5.2.7.2. Sacos de papel Kraft

El papel es una estructura obtenida sobre la base de fibras vegetales de celulosa, las cuales se entrecruzan formando una hoja resistente y flexible. Estas fibras provienen de árboles y según su longitud se habla de fibras largas, de aproximadamente 3 milímetros (generalmente obtenidas del Pino u otras coníferas), o fibras cortas, de 1 a 2 milímetros (obtenidas principalmente del eucalipto).

De las fibras vegetales se obtiene una pulpa de celulosa a través de un proceso que puede ser estrictamente mecánico o también químico. De acuerdo a las características del proceso se obtendrán diferentes tipos de papel.

El papel, por sus características y el uso que se le da, puede ser dividido en dos grupos: papeles crepados y papeles para envase.

Dentro de los papeles para envase, se encuentra el papel Kraft: Papel muy resistente, por lo que se utiliza para la elaboración de papel tissue, embalaje para bolsas, sacos multicapas y papel para envolturas. Se utiliza, además, como papel base de laminaciones con aluminio, plásticos y otros materiales. Con este papel también se pueden producir cartones pesados y cartones corrugados.²

5.2.7.3. Sacos de Polipropileno

Son empaques tubulares tejidos laminados o sin laminar, que se constituyen en el empaque adecuado para productos granulados o en polvo.

² QuimiNet | Sectores relacionados: Construcción, Empaque, Envase y Embalaje | Tipos de papel utilizados en el envase

Los sacos pueden imprimirse por una o ambas caras, permitiendo la identificación del fabricante, producto, características, usos, recomendaciones para su aplicación y dosificación; su tamaño depende del producto y cantidad a empacar.

Los sacos de polipropileno se fabrican bajo los parámetros establecidos en la norma ICONTEC NTC 1792. Tienen las siguientes características especiales:

- Inmunes a hongos y bacterias
- Resistentes
- Económicos
- Durables
- Fáciles de arrumar y manipular.
- Reciclables³

5.3. PRINCIPALES CAUSALES DEL DESPERDICIO DE LÁMINA

Entre las principales causas de desperdicio están:

- **Desgaste del tornillo sin fin dosificador:** El desgaste de tornillo implica el goteo del producto haciendo que la mordaza muerda la harina, ocasionando el mal sello del paquete.
- **Parámetros de descarga:** Coordinar descarga de producto con el cierre de las mordazas, para el correcto funcionamiento de la máquina empacadora.
- **Velocidad de descarga y de agitador:** En este punto se coordina la velocidad del tornillo sin fin, con esto se garantiza la exactitud en el peso;

³ Industrias Kent S.A. productos. Sacos de Polipropileno.
www.kent.com.co/sitioconsolas/producto_detalle.

por otro lado el agitador es indispensable para la mezcla de harina y producto fino.

- **Densidad de la harina:** Éste problema se presenta al tener niveles bajos de harina, entrando producto fino a la máquina empacadora y este producto no cabe en el paquete.
- **Seguimiento de peso:** Esta función depende única y exclusivamente del operario de máquina, garantizando así que el producto cumpla con su peso establecido.
- **Sistema mecánico:** En el sistema mecánico influyen diferentes factores que pueden afectar el correcto funcionamiento de la máquina empacadora ocasionando el desperdicio de lámina, tiempos perdidos y productividad.

En lo referente al desperdicio de lámina se afectan:

- **Estado de las bandas:** Desgaste del espesor de las bandas y/o daño en el dentado.
- **Presión de bandas:** Ajuste que ejercen las bandas sobre la lámina para su debido arrastre.
- **Tensión de bandas:** Rigidez que debe tener cada banda para adherirse a la lámina.
- **Mantenimiento y limpieza:** Constante limpieza de las bandas pues el polvo se adhiere a las bandas haciendo que éstas patinen.

- **Presión y temperatura de mordaza en sello vertical:** Control del sello vertical, pues al ser muy fuerte la temperatura o la presión, la lámina tiende a quedarse pegada del formador impidiendo el avance de la misma.
- **Ajuste y temperatura en el sello horizontal:** Alineación de las mordazas del sello superior e inferior y la debida temperatura.
- **Corte:** Cuidado en el filo y el dentado de la cuchilla.
- **Confirmación de parámetros:** Revisión por parte del operario de los parámetros establecidos para cada referencia.
- **Sellado del paquete:** Defecto funcional que permite la salida de harina. Puede ser horizontal o vertical.
- **Formador:** Mordaza descuadrada.
- **Taco:** Defecto de sellado por variación del largo mecánico.
- **Cuadre de Máquina:** Tiempo requerido para el alistamiento de la máquina.
- **Descase:** pestaña vertical corrida hacia lado izquierdo.
- **Temperatura:** Exceso de calor que rompe el paquete.
- **Empalme:** Unión por cambio de rollo.

5.4. CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

5.4.1. CALIDAD

Implica alcanzar un nivel de calidad consistente y predecible a través del cual se satisfaga al consumidor y haya un aumento en la productividad.

Es la herramienta que da información inmediata sobre los procesos, su nivel de cumplimiento o desempeño; mediante la recopilación de datos y un análisis adecuado, permite establecer conclusiones para así tomar decisiones de modificar o ajustar el proceso.

El control estadístico en los procesos compromete a todas las personas en todos los niveles; es un planteamiento estructurado para la resolución de problemas.

El control estadístico de procesos (CEP) es una técnica estadística, de uso muy extendido, para asegurar que los procesos cumplen con los estándares. Todos los procesos están sujetos a ciertos grados de variabilidad, por tal motivo es necesario distinguir entre las variaciones por causas *naturales* y por causas *especiales*, desarrollando una herramienta simple pero eficaz para separarlas: el gráfico de control.

Se utiliza el control estadístico de procesos para medir el funcionamiento de un proceso. Se dice que un proceso está funcionando bajo control estadístico cuando las únicas causas de variación son causas comunes (naturales). El proceso, en primer lugar, debe controlarse estadísticamente, detectando y eliminando las causas especiales (imputables) de variación. Posteriormente se puede predecir su funcionamiento y determinar su capacidad para satisfacer las expectativas de los consumidores. El objetivo de un sistema de control de procesos es proporcionar una señal estadística cuando aparezcan causas de variación imputables. Una señal de este tipo puede adelantar la toma de una medida adecuada para eliminar estas causas imputables.

Las variaciones naturales afectan a todos los procesos de producción, y siempre son de esperar. Las variaciones naturales son las diferentes fuentes de variación de un proceso que está bajo control estadístico. Se comportan como un sistema constante de causas aleatorias. Aunque sus valores individuales sean todos diferentes, como grupo forman una muestra que puede describirse a través de una distribución. Cuando estas distribuciones son normales, se caracterizan por dos parámetros. Estos parámetros son:

- La media de la tendencia central
- La desviación estándar

Mientras la distribución (precisión del output) se mantenga dentro de los límites especificados, se dice que el proceso está “bajo control”, y se toleran pequeñas variaciones.

Las variaciones imputables de un proceso se deben a causas específicas. Factores como el desgaste de la maquinaria, equipos mal ajustados, trabajadores fatigados o insuficientemente formados, así como nuevos lotes de materias primas, son fuentes potenciales de variaciones imputables.

Las variaciones naturales y las imputables plantean dos tareas distintas: La primera es asegurar que el proceso tendrá solamente variaciones naturales, con lo cual funcionará bajo control. La segunda es, evidentemente, identificar y eliminar variaciones imputables para que el proceso pueda seguir bajo control.

Para analizar la capacidad de un proceso se usan los gráficos de control. La implementación de gráficos de control exige necesariamente colocar al proceso bajo control estadístico.

5.4.2. GRAFICOS DE CONTROL

Los gráficos de control son una forma gráfica y cronológica de representar el comportamiento de una o más características de calidad, fijando límites que sean acordes con experiencias y valores especificados y previamente establecidos; el gráfico de control constituye una importante herramienta que permite un control con grandes posibilidades de generar un análisis representativo si se cumplen los requisitos establecidos para su uso y aplicación.

En el análisis mediante gráficos de control se toman muestras del proceso o máquina a intervalos de tiempo, con el fin de estudiar el comportamiento de la(s) variable(s); el objetivo entonces, es descubrir el desajuste del proceso, mostrando por tendencias pronunciadas o puntos fuera de límites de control, y encontrar las causas a través del análisis de factores de calidad como el hombre, los materiales y los métodos de trabajo.

Los gráficos de control son básicamente de dos tipos; gráficos de control por variables y gráficos de control por atributos. Para cada uno de los gráficos de control, existen dos situaciones diferentes:

- a) cuando no existen valores especificados y
- b) cuando existen valores especificados.

Se denominan "por variables" cuando las medidas pueden adoptar un intervalo continuo de valores; por ejemplo, la longitud, el peso, la concentración, etc. Se denomina "por atributos" cuando las medidas adoptadas no son continuas;

Antes de utilizar las Gráficas de Control por variables, debe tenerse en consideración lo siguiente:

- a.- El proceso debe ser estable.
- b.- Los datos del proceso deben obedecer a una distribución normal.

c.- El número de datos a considerar debe ser de aproximadamente 20 a 25 subgrupos con un tamaño de muestras de 4 a 5, para que las muestras consideradas sean representativas de la población.

d.- Los datos deben ser clasificados teniendo en cuenta que la dispersión debe ser mínima dentro de cada subgrupo y máxima entre subgrupos.

e.- Se debe disponer de tablas estadísticas.

Las etapas que deben tenerse en cuenta para mejorar el proceso están esquematizadas en la Figura 3, correspondiente al ciclo PHVA.

Los gráficos de control para variables se componen de dos partes: una se basa en promedios (\bar{X}) y controla la exactitud (Ecuación 1); la otra parte se basa en medidas de dispersión (\bar{R}) y controla la precisión (Ecuación 2).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{k} \quad (1) \qquad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k} \quad (2)$$

Para construir los Gráficos de Control por variables, se debe tener en cuenta que al determinar si un proceso está bajo “control estadístico”, siempre se debe analizar primero la gráfica R. Como los límites de control en la gráfica \bar{X} dependen de la amplitud promedio, podrían haber causas especiales en la gráfica R que produzcan comportamientos anómalos en la gráfica \bar{X} , aún cuando el centrado del proceso esté bajo control.

Para el gráfico R, se tiene que:

- Límite Central (LC) = \bar{R}
- Límite Superior de Control (LSC)

$$\text{LSC} = D_4 \times \bar{R} \quad (3)$$

el valor de D se encuentra en una tabla estadística.

- Límite Inferior de Control (LIC)

$$LIC = D_3 \times \bar{R} \quad (4)$$

Para todo proceso en que se considera un $n < 7$, el LIC no se indica en la gráfica. Un gráfico R se muestra en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Gráfico de Control (R)



Como se puede apreciar, el gráfico R no presenta variaciones fuera del límite superior, por lo tanto la dispersión de los datos es aceptable para calcular el gráfico \bar{X} .

Para el gráfico \bar{X} se tiene que:

- Límite Central (LC) = $\bar{\bar{X}}$
- Límite Superior de Control (LSC)

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (5)$$

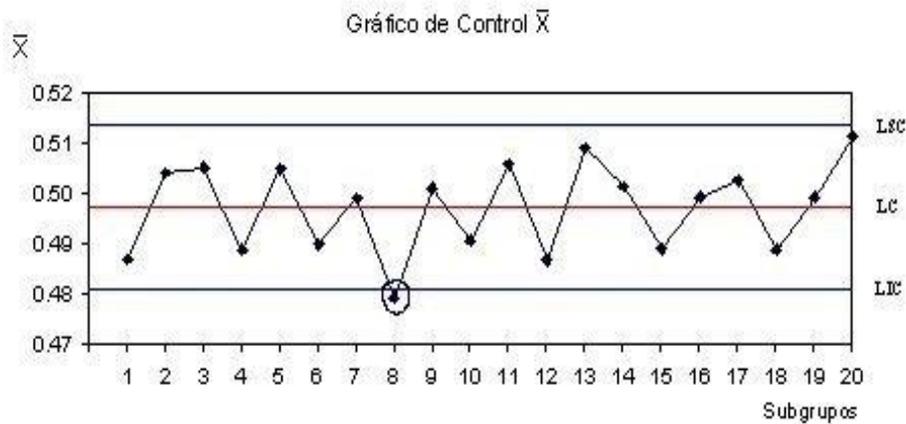
el valor de A_2 se encuentra en una tabla estadística.

- Límite Inferior de Control (LIC)

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (6)$$

Un gráfico \bar{X} se muestra en el gráfico 2.

Gráfico 2. Gráfico de Promedio (\bar{X})



Como se puede apreciar, si un punto queda fuera del rango calculado, entonces el proceso se encuentra fuera de control estadístico. En este caso, habría que investigar y eliminar la causa asignable, que puede ser ocasionada por el uso de algún material defectuoso o una mala lectura del instrumento. Este dato debe eliminarse de la gráfica y recalcularse todo de nuevo pero sin considerar el subgrupo 8.

Nota.- Esto no siempre es así, si los puntos fuera de control son de tal magnitud, entonces no queda más remedio que una vez encontrada y eliminadas las causas en la práctica, habría que repetir el proceso, recogiendo nuevos datos.

5.4.2.1. Prueba de Rachas

La prueba de Rachas sirve para determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria, es decir, si las observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí. En una serie temporal, por ejemplo, las observaciones no son aleatorias; lo que ocurre con una observación cualquiera depende, generalmente, de las características de alguna observación anterior. En una muestra aleatoria, por el contrario, debemos esperar que lo que ocurra con una

observación cualquiera sea independiente de las características de las observaciones anteriores

Que todos los puntos muestrales, tanto del gráfico para la media como del gráfico para el rango, caigan dentro de los límites de control, de aquí se puede presumir que el proceso está bajo control estadístico, pero se debemos analizar detalladamente esta gráfica ya que se debe corroborar que no exista ningún patrón de inestabilidad.

Un número consecutivo de puntos que caen a un lado u otro de la línea central se llama “racha” o desviación. Es anómalo que un número grande de puntos consecutivos caiga por arriba o por debajo de la línea central. Generalmente, se considera que esta presente una anomalía cuando tiene lugar una racha de siete o más puntos.

Normalmente, el gráfico de control se considera dividido en las siguientes tres zonas, A, B y C. La zona A se corresponde con el área comprendida entre los valores dos y tres sigma, la zona B con el área entre el uno y dos sigma y la zona C con el área entre la línea central y uno sigma.

- (A) secuencias arriba o abajo de la línea central con longitud 8 o mayor.
- (B) secuencias arriba o abajo de longitud 8 o mayor.
- (C) conjuntos de 5 observaciones con al menos 4 más allá de 1,0 sigma.
- (D) conjuntos de 3 observaciones con al menos 2 más allá de 2,0 sigma.

5.4.3. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO

La capacidad del proceso sólo puede ser evaluada cuando el proceso se encuentre bajo control estadístico y se puede definir como aquellos límites dentro de los cuales la única fuente de variación son las causas comunes o aleatorias del sistema. Por lo tanto, es un estado ideal para el buen funcionamiento de todo el sistema lograr que todos sus procesos sean estables.

ICP = Cp = Índice de Capacidad del Proceso

$$ICP = \frac{\text{tolerancia especificada}}{\text{dispersión del proceso}} = \frac{LST - LIT}{6 \hat{\sigma}} \quad (7)$$

Donde LST es el límite superior de tolerancia y LIT el límite inferior de tolerancia. Sigma (σ) es la desviación estándar estimada, y es igual a:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (8)$$

El valor de la constante d_2 se obtiene a partir de tablas estadísticas.

Según el valor de C_p , un proceso:

Es capaz si $C_p > = 1$

No es capaz si $C_p < 1$

Lo que se debe conseguir para lograr una mejora sustancial es que el C_p sea mayor que 1,33. Algunos autores señalan incluso que un $C_p > 1,5$ es más fiable para dar “seguridad” acerca de la estabilidad del proceso. Sin embargo, antes de cualquier mejora se debe primero calcular el centramiento del proceso.

5.4.4. MEJORAMIENTO CONTINUO

Este es uno de los pilares de la norma ISO 9001:2008, y con el cual se busca mejorar día a día utilizando para ello datos y análisis estadísticos. La puesta en marcha del mejoramiento continuo se conseguirá mediante las siguientes actividades:

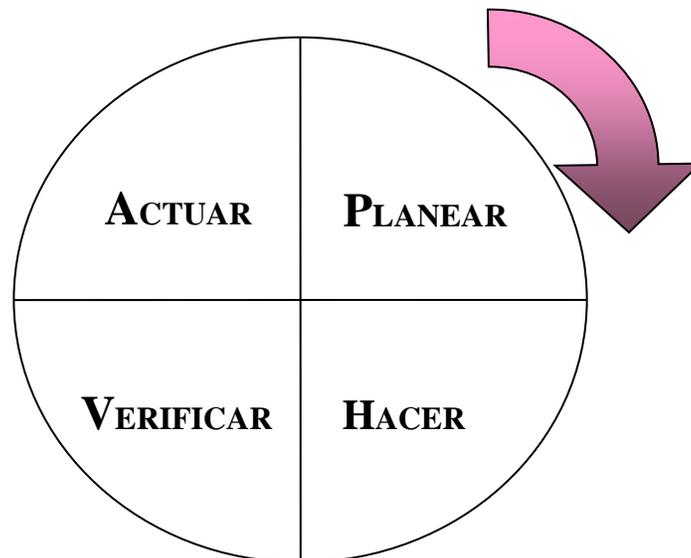
1. Instruir al personal en métodos de control estadístico de procesos y herramientas de mejora.
2. Lograr que los métodos se conviertan en parte de las operaciones.
3. Utilizar herramientas para la resolución de problemas.

Para lograr un mejoramiento continuo se usan diferentes herramientas estadísticas tales como el ciclo PHVA, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagrama de dispersión, entre otros.

Una herramienta muy poderosa para la mejora y solución de problemas, es el Ciclo PHVA o círculo de Deming, la cual será utilizada en este trabajo.

En la Figura 3 se muestra el ciclo PHVA, conocido también como proceso de resolución de problemas o Círculo de Deming.

Figura 3. Ciclo PHVA



5.4.4.1. Ciclo PHVA

A continuación se describen las diferentes actividades que comprende cada parte del ciclo.

5.4.4.1.1. Planear: es el primer cuadrante del ciclo, consta de las siguientes actividades:

1. Selección de un proceso
 - actividad
 - método
 - operación de una máquina
2. Documentar el proceso
3. Analizar los datos
4. Establecer metas cuantitativas
5. Discutir caminos para lograrlas
6. Elaborar el Plan de Mejora con sus mediciones

5.4.4.1.2. Hacer: es el segundo cuadrante del ciclo, consta de las siguientes actividades:

1. Aplicar el Plan
2. Observar los progresos
 - recabar información
 - medir avance
3. Documentar cambios

5.4.4.1.3. Verificar: es el tercer cuadrante del ciclo, comprende las siguientes actividades:

1. Analizar los datos de la etapa Hacer
2. Observar las desviaciones respecto a las metas
3. Detectar limitaciones

5.4.4.1.4. Actuar: es el último cuadrante del ciclo, consta de las siguientes actividades:

1. mejorar los aspectos débiles
2. afianzar las fortalezas
3. difundir las mejoras

5.4.4.2. Diagrama Causa-Efecto

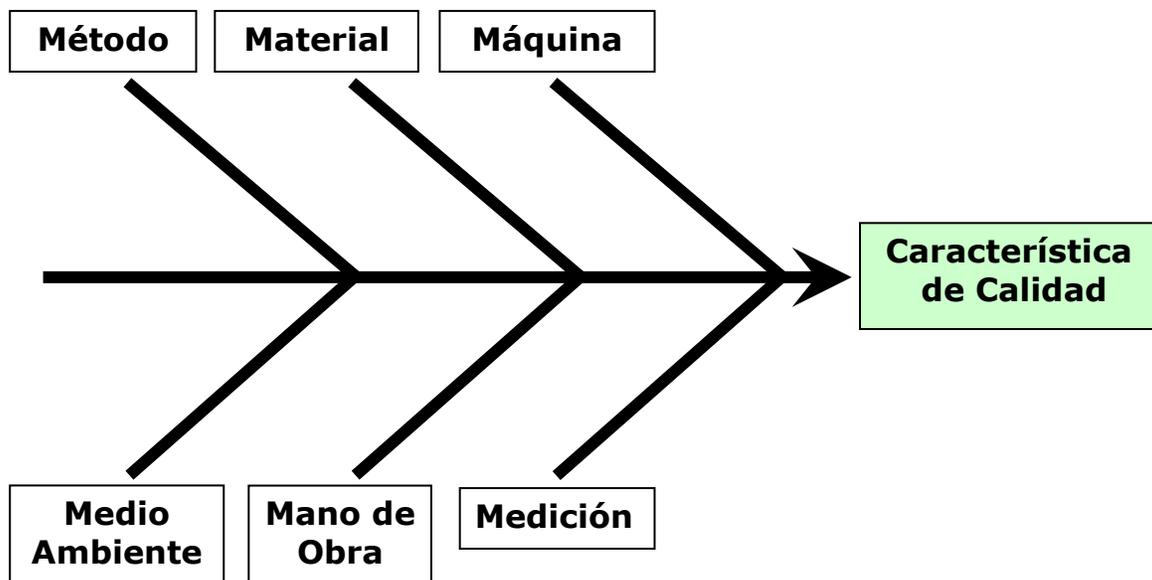
Conocido también como diagrama de espina de pescado, por su forma; como diagrama de Kaoru Ishikawa, por la persona que le dio origen; y como diagrama de las seis M:

- Máquina
- Material
- Mano de obra
- Método
- Medio Ambiente
- Medición

Los Diagramas de Causa-Efecto ilustran la relación entre las características (los resultados de un proceso) y aquellas causas que, por razones técnicas, se considere que ejercen un efecto sobre el proceso. Casi siempre por cada efecto hay muchas causas que contribuyen a producirlo. El efecto es la característica de la calidad que es necesario mejorar. Las causas por lo general se dividen en las causas principales de métodos de trabajo, materiales, mediciones, personal y entorno.

El uso de este diagrama facilita en forma notables el entendimiento y comprensión del proceso y a su vez elimina la dificultad del control de calidad en el mismo, aun en caso de relaciones demasiado complicadas y promueven el trabajo en grupo, ya que es necesaria la participación de gente involucrada para su elaboración y uso.

Figura 4. Diagrama causa y efecto



5.4.4.3. Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas, de modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto “pocos vitales, muchos triviales” que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

5.4.4.4. Diagrama de Dispersión

Un Diagrama de Dispersión es la forma mas sencilla de definir si existe o no, una relación causa-efecto entre dos variables y qué tan firme es esta relación. Una aumenta al mismo tiempo con la otra.

El Diagrama de Dispersión es de gran utilidad para la solución de problemas de la calidad en un proceso y producto, ya que nos sirve para comprobar qué causas (factores) están influyendo o perturbando la dispersión de una característica de calidad o variable del proceso a controlar.

Los motivos más comunes de este tipo de diagrama son analizar:

- La relación entre una causa y un efecto.
- La relación entre una causa y otra.
- La relación entre una causa y otras dos causas.
- Un efecto y otro efecto.

5.4.5. ADMINISTRACION DE PROCESOS

Utilizando la metodología de la norma ISO 9.001, versión 2.008 para la administración de procesos es importante tener en cuenta los siguientes puntos:

5.4.5.1. Medición, Análisis y Mejora.

Se requiere:

- Planificar e implementar los procesos de medición, análisis y mejora que conlleven a demostrar la conformidad del producto y del sistema de gestión.
- Determinar y utilizar las técnicas estadísticas necesarias para la medición.

5.4.5.2. Análisis de Datos.

Se requiere:

- Reunir, estudiar y analizar la información recolectada durante los procesos de inspección y medición.
- Determinar tendencias de los procesos.
- Determinar el mejoramiento de los procesos.

5.4.5.3. Mejora Continua.

Se requiere:

- Implementar actividades de mejoramiento continuo en los procesos.
- Utilizar la política de calidad, los objetivos de la calidad, las auditorías internas, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas para determinar la mejora continua.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

Para validar la información obtenida en esta fase del proyecto, se utilizó la herramienta Control Estadístico de Proceso de diseño y con el tratamiento estadístico de los datos se evaluó la información obtenida de todas las mediciones. De cada etapa del procesamiento se evaluaron los factores más relevantes como: materiales, intervención humana, maquinaria, especificaciones establecidas, etc.

6.1. MATERIALES.

- Balanza de plataforma con una resolución de 0.05 Kg.
- 3 Contenedores para la clasificación de los paquetes defectuosos.
- Calculadora
- Computador
- Software estadístico para cálculos. (STATGRAPHICS)

6.2. MÉTODOS.

Para el cálculo de cualquiera de los índices establecidos es de suma importancia el conocimiento de las principales herramientas estadísticas, diagramas de flujo de proceso, diagrama causa - efecto, diagrama de Pareto, diagrama de correlación o dispersión, histogramas, cuestionario crítico y hojas de seguimiento. Adicionalmente a estas técnicas o herramientas en el control de procesos se utilizan una serie de herramientas estadísticas llamadas “Gráficos de Control de Procesos” las cuales permite monitorear un proceso a través de una gráfica de control.

6.2.1 PLAN DE TRABAJO.

6.2.1.1. Pesar rollos de envoltura que se montan en cada máquina empacadora (máquinas A, B, C).

6.2.1.2. Separar el desperdicio generado en el ajuste de cada máquina en una bolsa plástica y pesar.

6.2.1.3. Separar los paquetes defectuosos generados por cada máquina.

6.2.1.4. Clasificar y cuantificar por tipo de defecto (exceso de temperatura, sello abierto, simetría, código, referencia errada, etc) los paquetes generados por cada máquina.

6.2.1.5. Romper los paquetes y recuperar la harina.

6.2.1.6. Registrar datos y calcular de acuerdo a pesos establecidos por cada referencia en hoja de Excel (ver Tablas 2, 3, 4, 5 y 6).

TABLA 2. Desperdicio de lámina - Recopilación diaria de datos.

FECHA	AÑO	DIA	MES	SEM.	ROLLOS	REPRO.	DESP.	META

TABLA 3. Desperdicio de lámina – Recopilación Semanal de datos

AÑO	SEM.	ROLLOS	REPRO.	DESP.	DESV.	META

TABLA 4. Desperdicio de lámina – Recopilación Mensual de datos

AÑO	MES	ROLLOS	REPRO.	DESP.	DESV.

TABLA 5. Desperdicio de lámina datos tomados por defectos

FECHA	MES	SEM.	No.	DEFECTO	UNIDADES	No. REF.	W Bolsa	W Desper.	W Rollo

TABLA 6. Desperdicio de lámina por años, con metas definidas.

AÑO	SEM.	ROLLOS	REPRO.	DESP.	DESV.	META
05						1,96%
06						1,50%
07						1.20%
08						1,20%

6.2.2 METODOS ESTADISTICOS.

Se desarrollaron las siguientes actividades:

6.2.2.1. Cálculo de desperdicio diario por máquina en hoja de Excel realizando una sumatoria de todos los rollos montados y el desperdicio generado, de allí se genera un porcentaje de desperdicio.

6.2.2.2. Cálculo de desperdicio diario de todas las máquinas con el mismo procedimiento descrito anteriormente.

6.2.2.3. Realizar gráficas de control para lo cual se determinó que el límite inferior y superior de control se calcularía con 3σ (3 veces la desviación estándar).

6.2.2.4. Realizar lluvia de ideas con el personal involucrado en el proceso y elaborar la espina de pescado determinando las principales causas que inciden en el desperdicio de lámina.

6.2.2.5. Realizar diagrama de Pareto con el fin de identificar el defecto de mayor incidencia partiendo de la información obtenida en la espina de pescado.

6.2.3. IDENTIFICACION DE CAUSAS

Se respondió a las siguientes preguntas:

- Qué está mal?
- Qué es lo malo?
- Dónde está el problema?
- En qué partes del objeto?
- Cuántos objetos tienen problema?
- Cuántos problemas tiene el objeto?

6.2.3.1. Posibles Causas

Haciendo uso de una lluvia de ideas se aplicó el diagrama de Ishikawa para las causas, materiales, mano de obra, método y maquinaria. Para cada causa se buscaron los diferentes por qué.

6.2.3.2 Proponer soluciones y evaluarlas

A partir del diagrama de espina de pescado se determinaron las principales causas encontradas.

A cada una de estas causas se propuso su respectiva solución y las actividades para evaluarlas.

6.2.4. TOMA DE DECISIONES

Para mejorar el problema de desperdicio en el empaque y embalaje se siguió el flujograma de toma de decisiones ilustrado en la figura 5.

Figura 5. Flujograma toma de decisiones



7. RESULTADOS Y ANALISIS

En este capítulo se muestran los resultados de las actividades propuestas en el capítulo anterior para resolver el problema objeto de esta investigación.

7.1. IDENTIFICACION DE CAUSAS

Las respuestas a las preguntas hechas en 6.2.3 son como siguen:

- **Que está mal?**

El desperdicio del material de empaque

- **Que es lo malo?**

El promedio mensual de todas las máquinas es de 1.73%

- **Donde esta el problema?**

En la sección de empaque.

- **En que partes del objeto?**

Máquina 1: Promedio: 1.72%. Desviación: 0.27

Máquina 2: Promedio: 2.08%. Desviación: 0.61

Máquina 3: Promedio: 1.68%. Desviación: 0.15

- **Cuantos objetos tienen problema?**

La sección de empaque

- **Cuantos problemas tiene el objeto?**

El desperdicio de lámina, es de 1.73%

- **Por qué bajar el porcentaje de desperdicio?**

Porque lo podemos hacer.

Para disminuir costos en mano de obra, material de empaque, maquinaria, evacuación de desperdicios.

Aumentar la productividad.

Mejorar las condiciones de BPM

7.2. POSIBLES CAUSAS

En la tabla 7 se dan las principales causas encontradas y el por qué

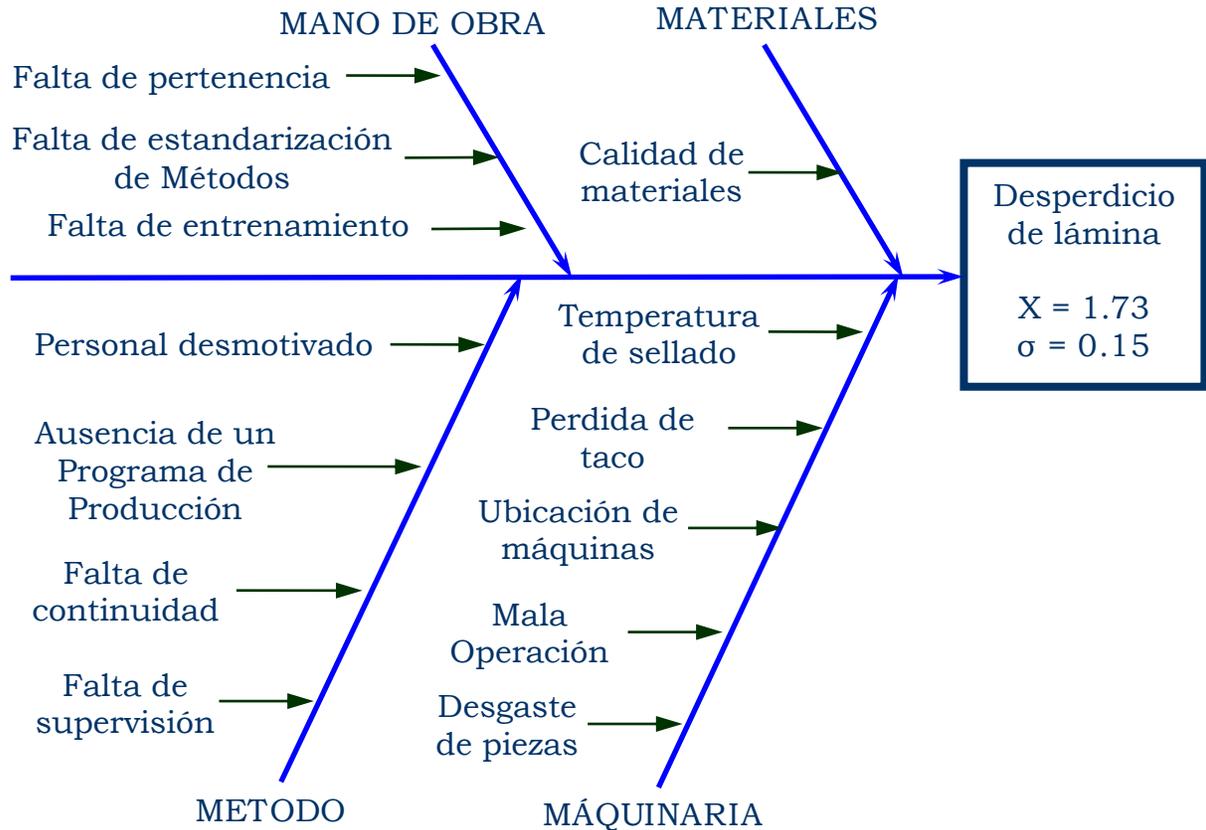
TABLA 7. Posibles causas y el por qué

CAUSA	POR QUE?
MANO DE OBRA	<ul style="list-style-type: none">♦ Falta de pertenencia.♦ Falta de estandarización de métodos.
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none">♦ Parámetros de calidad del producto fuera de especificación.
METODO	<ul style="list-style-type: none">♦ Falta de continuidad, muchos alistamientos♦ Desmotivación del personal, cambio

	<p>frecuente y desordenado de ordenes</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Falta de incentivos y sanciones ◆ Falta de supervisión y de acompañamiento. ◆ Demasiados cambios de referencia debido a la falta de un programa de producción.
<p>MÁQUINARIA Y EQUIPOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Temperatura de sellado ◆ Pérdida de taco ◆ Desgaste de piezas ◆ Mala operación ◆ Ubicación de las máquinas
<p>PRINCIPALES CAUSAS ENCONTRADAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Falta de supervisión. ◆ Falta de programa de producción. ◆ Entrenamiento de personal no calificado. ◆ Parámetros de calidad fuera de especificación. ◆ Desgaste de componentes mecánicos.

Estas posibles causas se identifican en el diagrama de Ishikawa de la Figura 6.

Figura 6. Diagrama causa efecto desperdicio de lámina



7.3. CAUSAS Y SOLUCIONES

En la tabla 8 se presentan las causas y soluciones propuestas.

Tabla 8. Causas y Soluciones

CAUSAS	SOLUCIONES
Falta de supervisión	Diseñar un programa de incentivos que involucre al personal directamente relacionado con el problema.
Falta de un programa de producción	Conocer la capacidad real de empaque de cada máquina en cada una de las referencias. Crear un programa de empaque semanal

	<p>en conjunto con el jefe de almacén teniendo como base el Programa Semanal de Despachos.</p>
<p>Falta de entrenamiento del personal</p>	<p>Programar reuniones entre los operarios de empaque y el personal de mantenimiento para intercambiar conocimientos e inquietudes.</p> <p>Establecer parámetros de programación para cada máquina y para cada referencia.</p> <p>Definir y unificar criterios entre el personal de producción y de mantenimiento.</p>
<p>Parámetros de calidad fuera de especificación</p>	<p>Reevaluación por parte del laboratorio de control de calidad de las láminas que han presentado problemas de desempeño en las máquinas.</p> <p>Identificar claramente las causas y los defectos que puede tener un paquete (sellos, simetría, largo mecánico, codificación, entre otros).</p> <p>Identificar los defectos de las láminas atribuibles al proveedor e informarlos para saber qué se puede hacer.</p>
<p>Desgaste de componentes mecánicos:</p>	<p>Realizar un diagnóstico hidráulico, eléctrico y mecánico de cada máquina.</p> <p>Establecer rutinas de inspección diaria al área de empaque por parte del mecánico de turno.</p> <p>Mantener un inventario mínimo de las partes que se gastan o dañan con más frecuencia (cuchillas, bandas de arrastre, pistones, rodamientos, resistencias, entre</p>

	otras).
--	---------

7.4. RESULTADOS ESTADISTICOS

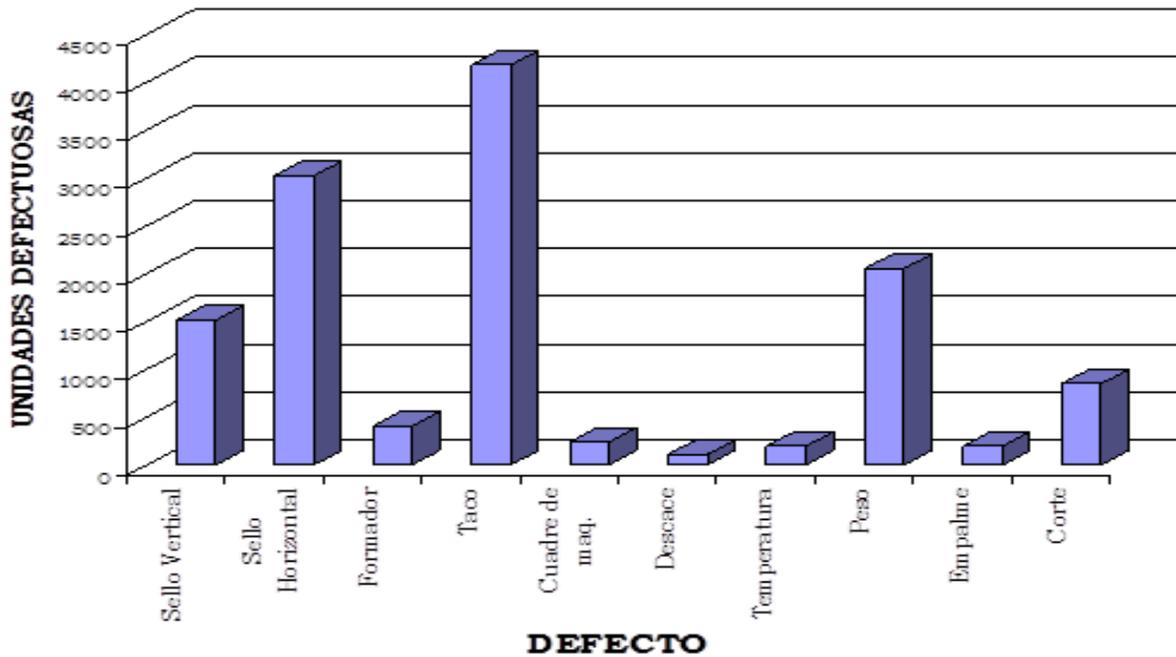
Se realizó un estudio por defectos durante seis semanas (ver Tabla 9), utilizando los formatos descritos en el procedimiento (ver tablas 2, 3, 4), donde se encontraron los posibles defectos que se debían corregir; el que presentó el mayor porcentaje fue el defecto de lámina por taco (33%); el segundo lugar lo ocupó el sello horizontal (24%) y el tercer lugar el peso (16%).

Tabla 9. Datos registrados en el estudio de defectos por seis semanas

No.	DEFECTO	SEMANAS						TOTAL	Acum.	%	% Acum.
		1	2	3	4	5	6				
1	Sello Vertical	397	241	149	288	278	157	1.510	1.510	12%	12%
2	Sello Horizontal	186	895	445	956	406	134	3.022	4.532	24%	36%
3	Formador	45	42	75	174	65	5	406	4.938	3%	39%
4	Taco	513	649	428	1482	881	225	4.178	9.116	33%	71%
5	Cuadre de máquina	36	24	60	83	33	4	240	9.356	2%	73%
6	Descace	24	17	15	14	38	1	109	9.465	1%	74%
7	Temperatura	5	186	3	1	0	0	195	9.660	2%	76%
8	Peso	146	35	187	584	908	192	2.052	11.712	16%	92%
9	Empalme	24	40	49	52	24	7	196	11.908	2%	93%
10	Corte	19	137	9	677	5	0	847	12.755	7%	100%
								12.755		100%	

En el grafico 3 se muestran las unidades defectuosas por cada defecto.

Gráfico 3. Defectos de Lámina



Se hallaron las frecuencias y se determinaron los porcentajes relativos y acumulados para realizar el análisis de Pareto, el cual permitió primero determinar y corroborar con los datos obtenidos en el estudio por semanas, el defecto más frecuente, y luego saber en cuales defectos se ubicarían puntos de control y cuáles podrían ser las causas de los posibles defectos.

En la tabla 10 se muestran los datos de frecuencia para los diferente valores de defecto.

Las clases se ordenan según los grados de peso que es igual a las veces que se cuentan los pesos. La clase más alta es Taco con un grado de 32, el cual representa 16,1616% del total.

Definido el defecto se comenzó a realizar los cambios, los cuales se registraron en el formato para toma de datos (Tabla 5); los datos obtenidos corresponden a la cantidad de desperdicio de lámina por días, por semanas y por años (2005 – 2007), datos que se utilizaron para realizar cartas de control y determinar los límites y metas; se comenzó con una meta de desperdicio del 1.96%, la cual fue dada por la gerencia con base en los resultados de las otras plantas productivas de la compañía.

En la Tabla 11 se registran los datos de desperdicio de lámina para los años 2.005 - 2.007.

Tabla 11. Datos de desperdicio de lámina por meses del año 2005 - 2007.

FECHA	PESO ROLLOS	PESO DESPERDICIO	PORCENTAJE
ene-05	3.010,95	49,42	1,64
feb-05	3.182,28	54,94	1,73
mar-05	3.828,97	58,51	1,53
abr-05	4.329,73	55,14	1,27
may-05	4.048,25	54,55	1,35
jun-05	4.489,30	63,38	1,41
jul-05	3.990,76	49,06	1,23
ago-05	6.314,07	91,38	1,45
sep-05	5.476,52	80,99	1,48
oct-05	4.441,94	59,93	1,35
nov-05	5.313,28	72,09	1,36
dic-05	4.996,00	63,18	1,26
ene-06	3.881,33	44,16	1,14
feb-06	3.740,74	44,82	1,20
mar-06	5.160,13	64,31	1,25
abr-06	2.504,45	39,48	1,58
may-06	3.326,33	48,76	1,47

jun-06	3.297,36	53,18	1,61
jul-06	3.635,89	45,12	1,24
ago-06	4.585,00	63,15	1,38
sep-06	3.556,45	47,56	1,34
oct-06	3.923,68	46	1,17
nov-06	3.905,59	53,34	1,37
dic-06	3.742,07	45,72	1,22
ene-07	2.791,26	34,76	1,25
feb-07	4.354,93	57,34	1,32
mar-07	3.703,14	63,4	1,71
abr-07	2.128,96	34,89	1,64
may-07	2.947,50	32,5	1,10
jun-07	4.305,26	45,87	1,07
jul-07	3.083,70	36,55	1,19
ago-07	4.119,22	52,32	1,27
sep-07	2.474,43	27,32	1,10
oct-07	3.827,61	54,91	1,43
nov-07	4.161,92	80,84	1,94
dic-07	2.670,89	35,65	1,33

Con base en los anteriores datos se obtienen las Gráficas 5 y 6.

Gráfico 5. Carta de control \bar{X} de los desperdicios de lámina años 2005 -2007

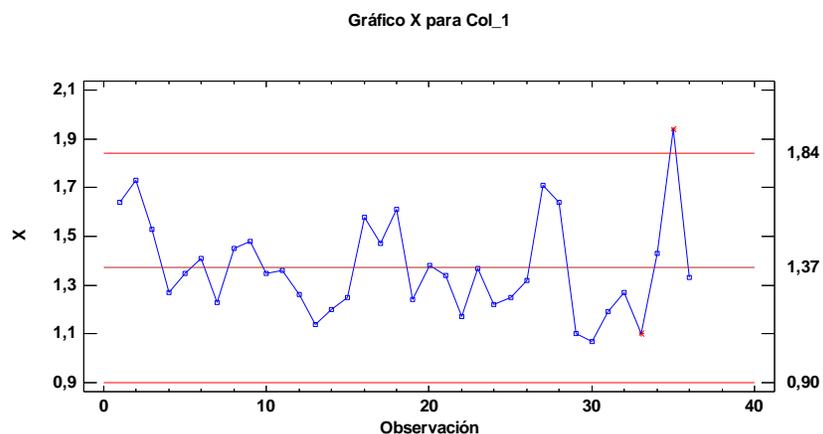


Gráfico 6. Carta de control de Rango de los desperdicios de lámina años 2005 -2007

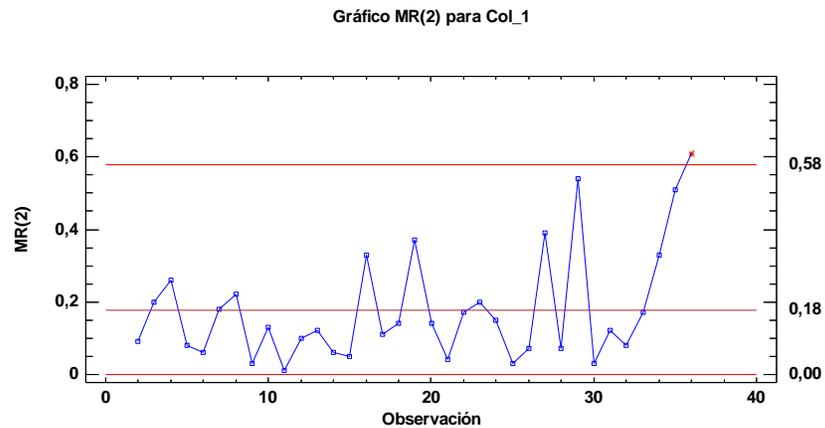


Gráfico de Individuos - Col 1 (Col 1)

Selección de la Variable: Col_1

Número de observaciones = 36

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Transformación: ninguna

Reporte Gráfico para Individuos

En la Tabla 12 se registran los datos \bar{X} y MR(2) para los años 2.005 - 2.007.

Todas las Observaciones

X = Excluida * = Fuera de Límites

Tabla 12. Datos gráficos 2005 - 2007

Observación	X	MR(2)
1	1,64	
2	1,73	0,09
3	1,53	0,2
4	1,27	0,26

5	1,35	0,08
6	1,41	0,06
7	1,23	0,18
8	1,45	0,22
9	1,48	0,03
10	1,35	0,13
11	1,36	0,01
12	1,26	0,1
13	1,14	0,12
14	1,2	0,06
15	1,25	0,05
16	1,58	0,33
17	1,47	0,11
18	1,61	0,14
19	1,24	0,37
20	1,38	0,14
21	1,34	0,04
22	1,17	0,17
23	1,37	0,2
24	1,22	0,15
25	1,25	0,03
26	1,32	0,07
27	1,71	0,39
28	1,64	0,07
29	1,1	0,54
30	1,07	0,03
31	1,19	0,12
32	1,27	0,08
33	1,1	0,17
34	1,43	0,33
35	* 1,94	0,51
36	1,33	* 0,61

Para el Grafico 5, se aprecian ciclos con puntos dentro de los límites de control; estas variaciones por lo general se asignan a factores humanos o ambientales, sin embargo, por evaluaciones realizadas y que son detalladas más adelante, resulta claro como la variación en los métodos produce inestabilidad a lo largo del proceso.

7.5. PRUEBAS DE RACHAS

Siguiendo las reglas para prueba de Rachas y considerando las zonas A, B y C, como aparece en el Grafico 7, se detectaron dos puntos anormales correspondientes a las observaciones 35 y 36, tal como aparece en la tabla 13.

Gráfico 7. Zonas A, B y C para análisis de Rachas

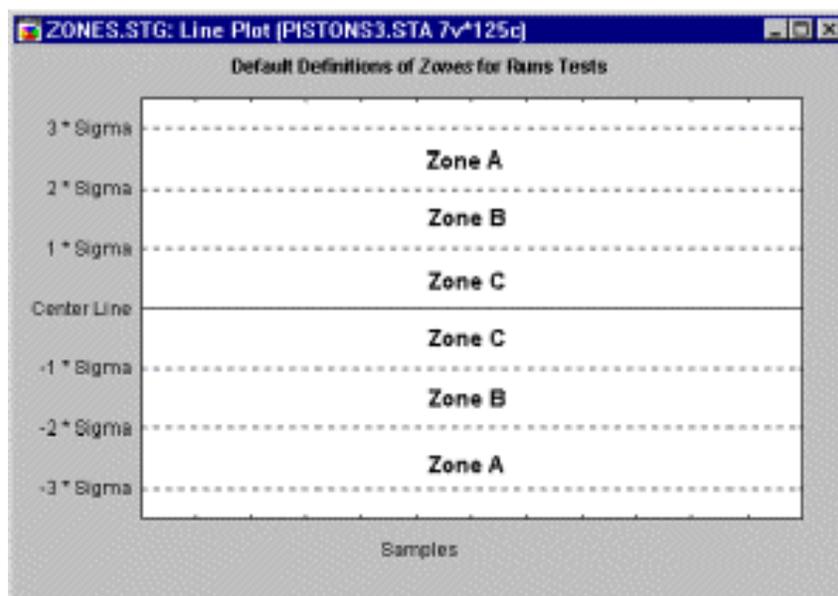
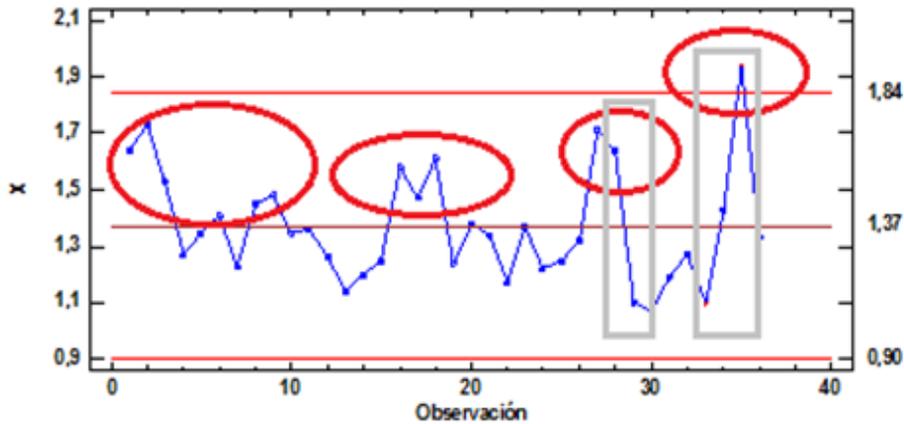


Tabla 13. Observaciones rechazadas

Observación	Individuos	Gráfico MR(2)
35	A	
36		A

El Gráfico 8 muestra el análisis de datos 2005 - 2007

Grafico 8. Análisis de datos 2005 - 2007



Este patrón proporciona un *aviso temprano* de un posible cambio en el proceso. A menudo tal derivación puede ser el resultado de un desgaste de una herramienta, de un deterioro en el mantenimiento o de la mejora en la habilidad de un empleado. En los gráficos de control \bar{x} y R para pesos se presenta que hay puntos fuera de límites en el gráfico \bar{x} y R mostrando cambios grandes en la media y una estabilidad en R. Se observa un patrón inestable para los gráficos de control que se obtuvieron a partir de los datos recolectados en ésta área, Presenta puntos erráticos que fluctúan a lo largo del gráfico (gráfico \bar{X}). La fluctuación es muy amplia confrontándola con los límites de control.

7.6. PLAN DE ACCIÓN

En la Tabla 14 se presentan las causas de los problemas, sus soluciones y cómo hacerlo. También se hace referencia a otros problemas encontrados.

Tabla 14. Causa de los Problemas y sus Soluciones

CAUSA	QUE HACER	COMO HACERLO
Falta de	♦ Colocar metas de calidad e	♦ Fijar una meta del 1,2%.

<p>supervisión</p>	<p>incentivos a Jefes Sección Producción y operarios de máquina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Explicar el método al personal involucrado. ♦ Reconocimiento social y económico para el personal. ♦ Definir reglas de juego: confianza, honestidad, etc. ♦ Recolectar información y publicarla. ♦ Reunión diaria de acompañamiento.
<p>Falta de un programa de producción</p>	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Conocer la capacidad real de empaque de cada máquina y para cada una de las referencias. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Identificar los tiempos perdidos y clasificarlos por tipos de paradas (programado, producción, mantenimiento, calidad, almacén y externo). ♦ Las paradas programadas se definen: inicio y fin del turno, alistamiento de máquina, cambio de referencia o de color, aseo del área y alimentación. ♦ Explicar el método al personal involucrado. ♦ Reunión diaria de seguimiento.
<p>Falta de un programa de producción</p>	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Crear un programa de empaque semanal en conjunto con el jefe de almacén teniendo como base el Pedido Semanal de Despachos. ♦ El programa de empaque y sus posibles cambios se informarán al operario de máquina solamente por el supervisor o por el jefe de almacén. ♦ El jefe de almacén coordinará con el departamento de logística y con CFH los pedidos 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Con base en las capacidades de trabajo de cada máquina y en el tiempo esperado de trabajo de cada día programar la actividad de empaque. ♦ En lo posible empaquetar solo dos referencias por turno. Para cambiar una máquina de referencia se dejará terminar el rollo montado. Cuando sea por cambio de color o por inventario mensual el rollo sobrante se pesará.

	<p>semanales con la mayor anterioridad posible.</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Explicar el método al personal involucrado. ♦ Reunión diaria de seguimiento. 	
Falta de entrenamiento del personal	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Programar reuniones entre los operarios de empaque y el personal de mantenimiento para intercambiar conocimientos e inquietudes. ♦ Establecer parámetros de programación para cada máquina y para cada referencia. ♦ Definir y unificar criterios entre el personal de producción y de mantenimiento. ♦ Promover personal de embalaje con el ánimo de hacer sentir competencia entre los operarios de máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Coordinar las diferentes actividades con cada una de las áreas involucradas, incluyendo al jefe mantenimiento para que aporte conceptos técnicos. ♦ Estandarizar la operación de las máquinas teniendo como apoyo la experiencia y los conocimientos que puede aportar Luis Hernando Agudelo.
Parámetros de calidad fuera de especificación	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Reevaluación por parte del laboratorio de control de calidad de las láminas que han presentado problemas de desempeño en las máquinas. ♦ Identificar claramente las causas y los defectos que puede tener un paquete (sellos, simetría, largo mecánico, codificación, entre otros). ♦ Identificar los defectos de las láminas atribuibles al proveedor e informarlos para saber qué se puede 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Con ayuda del personal de laboratorio reentrenar a los operarios de máquina en los diferentes tipos de defectos y junto al equipo de mantenimiento identificar y corregir las posibles fallas o desgastes de las máquinas que puedan generar dichos defectos. ♦ Por parte del almacén realizar la devolución definitiva de láminas defectuosas al proveedor o darlas de baja para que no vuelvan a ingresar al área de empaque. ♦ Para el material defectuoso

	hacer.	que aún se pueda trabajar solicitar al almacén que se cuantifique y se informe al momento de pasarlo al área de producción.
Desgaste de componentes mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Realizar un diagnóstico hidráulico, eléctrico y mecánico de cada máquina. ♦ Establecer rutinas de inspección diaria al área de empaque por parte del mecánico de turno. ♦ Mantener un inventario mínimo de las partes que se gastan o dañan con más frecuencia (cuchillas, bandas de arrastre, pistones, rodamientos, resistencias, entre otras). 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Coordinar entre producción y mantenimiento espacios para que sea posible desarrollar el diagnóstico de cada máquina. ♦ Definir cuáles son los repuestos con mayor frecuencia de desgaste o daño y mantener un inventario permanente. ♦ Sensibilizar a los operarios acerca del buen trato y cuidado preventivo de las máquinas. ♦ En la rutina diaria de planta que realiza el mecánico de turno incluir una visita al área de empaque. ♦ El operario de máquina deberá informar oportunamente cualquier irregularidad en el funcionamiento de las máquinas y evitar hacer reparaciones temporales.
Otros Problemas Encontrados	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Densidad de la harina ♦ Falta de programación, pedidos adicionales ♦ Bandas de arrastre ♦ Continuidad del proceso ♦ Cambio de personal o falta de experiencia. ♦ Cambio en el sistema de codificación. ♦ Falta de continuidad en el análisis. ♦ Daños externos. 	

7.7. NUEVOS GRAFICOS DE CONTROL

Al aplicar la metodología descrita en el plan de acción se obtuvieron los resultados mostrados en las gráficas 9 y 10 para los desperdicios de lámina.

Gráfico 9. Carta de control \bar{X} para desperdicio de lámina año 2008

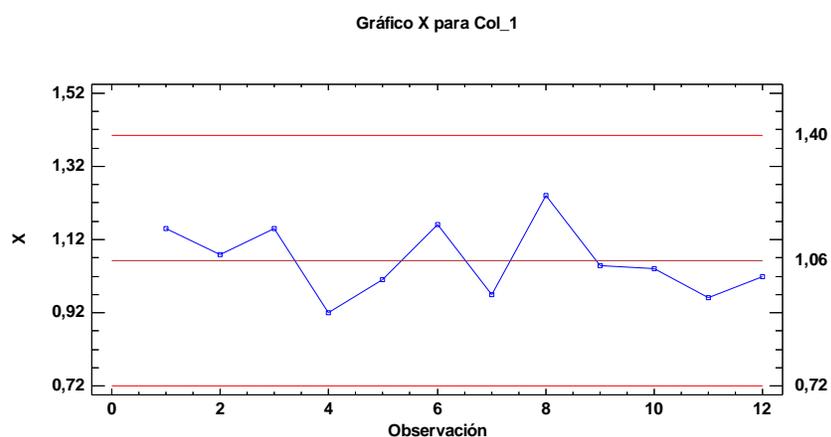
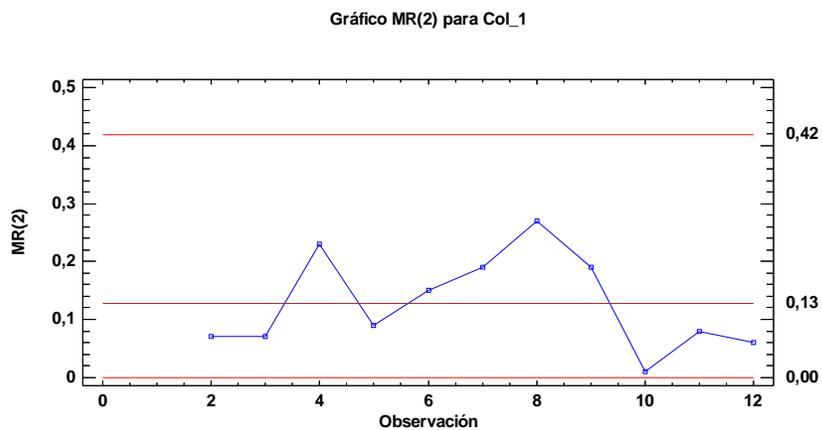


Gráfico 10. Carta de Rango para desperdicio de lámina año 2008



A continuación se muestran los resultados cuantitativos para los gráficos \bar{X} y MR(2) para 12 observaciones; se determina para cada grafico la línea central, los límites de control superior e inferior.

Gráfico de Individuos - Col 1 (Col 1)

Selección de la Variable: Col_1

Número de observaciones = 12

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Transformación: ninguna

Gráfico \bar{X} :

Período	#1-12
LSC: +3,0 sigma	1,40341
Línea Central	1,0625
LIC: -3,0 sigma	0,721591

Cero fuera de límites

Gráfico MR(2):

Período	#1-12
LSC: +3,0 sigma	0,418807
Línea Central	0,128182
LIC: -3,0 sigma	0,0

Cero fuera de límites

Estimados:

Período	#1-12
Media de proceso	1,0625
Sigma de proceso	0,113636
MR(2) promedio	0,128182

Sigma estimada a partir del rango móvil promedio

Reporte Gráfico para Individuos

Todas las Observaciones

X = Excluida * = Fuera de Límites

En la tabla 15 se dan los datos de desperdicio de lámina por meses del año 2.008

Tabla 15. Datos de desperdicio de lámina por meses del año 2008

Observación	X	MR(2)
1	1,15	
2	1,08	0,07
3	1,15	0,07
4	0,92	0,23
5	1,01	0,09
6	1,16	0,15
7	0,97	0,19
8	1,24	0,27
9	1,05	0,19
10	1,04	0,01
11	0,96	0,08
12	1,02	0,06

7.8. ANALISIS PRUEBA DE RACHAS

Reglas aplicadas para prueba de Rachas:

- (A) secuencias arriba o abajo de la línea central con longitud 8 o mayor.
- (B) secuencias arriba o abajo de longitud 8 o mayor.
- (C) conjuntos de 5 observaciones con al menos 4 más allá de 1,0 sigma.
- (D) conjuntos de 3 observaciones con al menos 2 más allá de 2,0 sigma.

Violaciones

<i>Observación</i>	<i>Individuos</i>	<i>Gráfico MR(2)</i>

Resulta claro que las acciones tomadas fueron efectivas para mejorar el desperdicio de lámina y esto evidencia en que no se encuentran puntos por fuera de los gráficos de control, además las pruebas de Rachas no reflejan violaciones a las reglas aplicadas.

7.9. IMPACTOS LOGRADOS

Este proyecto tuvo resultados importantes en varios aspectos:

7.9.1. Logro Económico.

El beneficio obtenido de mayor importancia es sin duda el económico. El material de empaque de mayor impacto económico para la empresa es el BOPP, lográndose disminuir el desperdicio de 1,96% a 1,20%.

Además del resultado económico obtenido como objetivo general, se lograron los siguientes resultados

7.9.2. Cumplimiento de Indicadores

Se establecieron indicadores de gestión para cada turno de trabajo, por cada operario de máquina y con diferente frecuencia (diaria, semanal y mensual). Dichos indicadores fueron publicados semanalmente en una cartelera ubicada en el área de empaque.

7.9.3. Alcance Cultural

El proyecto mostro la ventaja de trabajar en equipo para cumplir con metas retadoras.

7.9.4. Alcance Técnico

Se logró un mejor control y cuantificación de los desperdicios de material de empaque en el área, mediante el desarrollo de formatos para toma y evaluación periódica de datos en el punto de trabajo.

Además, se logró implementar la herramienta de control estadístico de procesos en otras áreas de la compañía como consecuencia de los resultados obtenidos en el área de empaque.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los objetivos propuestos para este trabajo, se puede concluir en general que el control estadístico de procesos es una herramienta estratégica para el desarrollo y logro de los objetivos, demostrando su importancia para el mejoramiento y estandarización de procesos productivos.

De acuerdo con esto se tienen las siguientes conclusiones particulares:

1. Las principales variables que influían en la generación del desperdicio del material de empaque son: Alistamientos de máquina, capacitación y motivación del personal, ausencia de un programa de producción.
2. El material de empaque de mayor impacto económico para la compañía es el BOPP y sobre este se centraron los esfuerzo para disminuir el desperdicio en el área de empaque.
3. La experiencia obtenida con esta investigación le facilitará a la empresa emprender otros proyectos empleando una metodología semejante.

Una recomendación importante es mantener un seguimiento sobre el proceso a través de los gráficos de control. Las mediciones obligatoriamente no deben ser extendidas en cuanto a tiempo, pero sí se deben hacer con determinada frecuencia para detectar y prevenir causas oportunamente antes que se acumulen y ocasionen mayores perjuicios al proceso.

Otra recomendación sería administrar los procesos de acuerdo con la norma ISO 9.001 teniendo en cuenta el análisis de datos, las acciones correctivas y la mejora continua (ciclo PHVA).

9. BIBLIOGRAFÍA

1. BELTRAN Mauricio; Indicadores de Gestión, Segunda Edición, 3 R Editores, Santa fe de Bogotá, 1998.
2. HURTADO SOLANO HERNANDO, Una introducción al control estadístico de procesos, Universidad del valle. Colombia, 1998.
3. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS, Sistemas de Gestión de la calidad. Bogota: ICONTEC, 2000. 37p. il. (NTC-ISO 9000).
4. MEJÍA ECHEVERRI, Oscar Alberto, Control Estadístico de la Calidad. Colombia: Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería, 1983.
5. MONTGOMERY, DOUGLAS C. Control Estadístico de la Calidad.; México: Grupo Editorial Limusa, S.A., 2004.
9. ROBERT C. Rosales. Manual del Ingeniero de Planta, Mc-Graw-Hill, 1998.