

T
658.568
GAR



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Diseño de un Sistema para el Control Estadístico del Proceso de
Producción en una Empresa Enlatadora de Atún”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Francisco José Garaicoa Camacho

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2004



D-32684



CIB-ESPOL

AGRADECIMIENTO

A todos mis profesores
que me supieron nutrir de
sus conocimientos
profesionales, y
especialmente, a los
Ingenieros José Vilalta,
Ramón Francis y Arq.
Rosa Rada, Directora de
Tesis, por su invaluable
ayuda.



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

DEDICATORIA

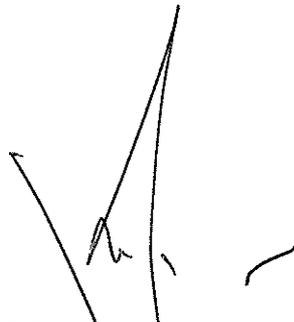
A DIOS

A MIS PADRES

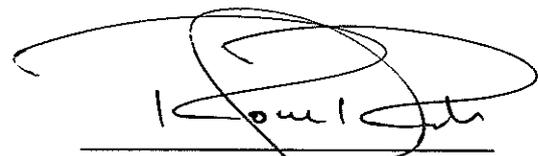
A MIS HERMANOS

A MIS ABUELOS

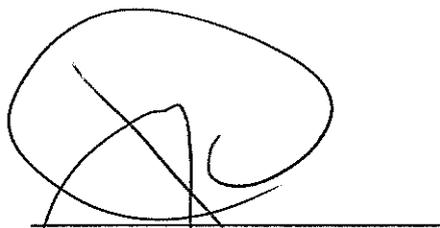
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



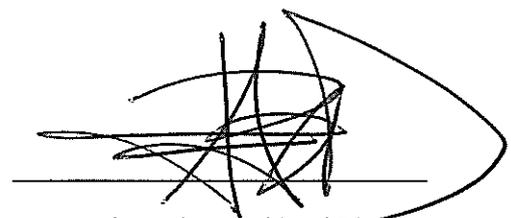
Ing. Eduardo Rivadeneira P
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Arq. Rosa Rada A.
DIRECTORA DE TESIS



Ing. Juan Calvo U.
VOCAL



Ing. Jorge Abad M.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“ La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Francisco Garaicoa C.



RESUMEN

El presente trabajo desarrolla el Diseño de un Sistema para el Control Estadístico del Proceso de Producción en una Empresa Enlatadora de Atún, empleando herramientas estadísticas para elevar la calidad de la empresa y mediante la utilización de un software facilitando el proceso de análisis y almacenamiento de resultados.

En su primera parte se determinó un marco teórico sobre el control de calidad, control estadístico del proceso, ciclo de deming y las herramientas estadísticas para elevar la calidad. En el segundo capítulo se abarcó las generalidades de esta compañía, Conservas Isabel, donde se revisó la historia de esta empresa atunera, el mercado nacional como internacional, los clientes nacionales y extranjeros, los proveedores y competidores, la estructura organizacional de esta empresa, la estructura de su departamento de Control de Calidad y la descripción de sus productos con el detalle respectivo de la materia prima que requiere cada producto.



En el tercer capítulo se realizó un análisis de la situación actual de calidad de esta empresa seleccionando el producto de mayor producción, para luego evaluar su nivel de calidad lo que representa un nivel de calidad referencial de la compañía. A partir de los resultados que se obtuvo de las investigaciones de campo y herramientas básicas de calidad, en la cuarta parte se desarrolló una propuesta de un sistema para el control estadístico del proceso de producción específicamente a los procesos que se vieron afectados por las características de calidad críticas y una aplicación práctica utilizando un software para la construcción y análisis de los gráficos de control.

Finalmente se realizó un análisis de resultados de los gráficos de control de las características de calidad críticas que afectan a los procesos de producción y se presentó los costos específicos del proyecto para su ejecución, la rentabilidad y los beneficios asociados en cuanto a la mejora continua.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	IV
ABREVIATURAS	IX
SIMBOLOGÍA	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE CUADROS	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. MARCO TEÓRICO DEL CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO.....	3
1.1 Control de la calidad y control estadístico de la calidad.....	3
1.1.1 Definiciones y tendencias actuales.....	6
1.2 Ciclo de Deming (PHVA).....	11
1.3 Herramientas estadísticas para mejorar la calidad	15
1.3.1 Diagrama de Pareto.....	17

1.3.2	Diagrama Causa y Efecto.....	19
1.3.3	Hoja de Control.....	22
1.3.4	Histograma.....	23
1.3.5	Diagrama de flujo.....	25
1.3.6	Precontrol.....	27
1.3.7	Gráficas de control	33

CAPÍTULO 2

2.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA ATUNERA.....	42
2.1	Antecedentes.....	42
2.1.1	La industria atunera del Ecuador.....	42
2.2	Mercado y Clientes.....	45
2.2.1	Mercado Nacional.....	45
2.2.2	Mercado Internacional.....	47
2.2.3	Consumidores principales.....	50
2.3	Proveedores y Competencia.....	53
2.3.1	Proveedores.....	53
2.3.2	Competidores principales.....	54
2.4	Estructura Organizacional.....	57
2.4.1	Organigrama de la empresa.....	57
2.4.2	Organigrama del departamento de Control de Calidad.....	58
2.5	Descripción de los productos.....	59

2.5.1 Principales materias primas.....	63
--	----

2.5.2 Diagrama de árbol de requerimientos de materiales.....	66
--	----

CAPÍTULO 3

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE CALIDAD DE LA EMPRESA TUNERA.....	69
---	----

3.1 Selección del producto.....	71
---------------------------------	----

3.2 Caracterización del proceso	74
---------------------------------------	----

3.2.1 Nivel de proceso de fabricación.....	74
--	----

3.2.1.1 Descripción del diagrama nivel 0.....	74
---	----

3.2.1.2 Descripción del diagrama arriba-abajo del proceso de producción.....	77
---	----

3.2.1.3 Descripción del diagrama arriba-debajo de Control de Calidad.....	86
--	----

3.2.1.4 Diagrama Causa y Efecto del proceso de Control de Calidad.....	88
---	----

3.3 Caracterización del producto seleccionado.....	90
--	----

3.3.1 Diagrama Causa y Efecto del producto	90
--	----

3.3.2 Definición y descripción de las características de calidad.....	98
---	----

3.3.3 Descripción de las especificaciones técnicas de las características de calidad.....	118
--	-----

3.3.3.1 Especificaciones técnicas para las características cuantitativas de calidad (variables).....	118
---	-----

3.3.3.2 Especificaciones técnicas para las características cualitativas de calidad (atributos).....	120
3.4 Determinación de los controles efectuados por el Departamento de Control de Calidad.....	126
3.4.1 Descripción de los controles efectuados para las características cuantitativas de calidad.....	126
3.4.2 Descripción de los controles efectuados para las características cualitativas de calidad.....	127
3.5 Priorización de las características de calidad.....	128
3.5.1 Determinación de las características de calidad críticos.....	128
3.5.1.1 Diagrama de Pareto.....	129
3.5.1.2 Diagrama Causa y Efecto de las características de calidad críticos.....	139

CAPÍTULO 4

4. PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO EN LA EMPRESA ATUNERA	141
4.1 Características de calidad críticas a estudiar.....	142
4.1.1 Determinación del tipo de muestreo a emplear.....	142
4.1.2 Determinación del número de subgrupos para variables (características cuantitativas).....	144
4.1.2.1 Tamaño del subgrupo para variables.....	145



4.1.3	Determinación del número de subgrupos para atributos (características cualitativas).....	148
4.1.3.1	Tamaño del subgrupo para atributos.....	150
4.2	Selección de los tipos de gráficos de control a emplear.....	150
4.2.1	Gráficos de Control para variables.....	151
4.2.2	Gráficos de Control para atributos.....	152
4.3	Diseño de Hojas de Control para registrar datos del proceso.....	153
4.4	Muestreo para gráficos de control.....	155
4.4.1	Determinación del tamaño de muestra.....	156
4.4.2	Determinación del error de muestreo y nivel de confianza.....	160
4.5	Utilización de un software para el análisis de gráficos de control....	162
4.6	Aplicación práctica	164

CAPÍTULO 5

5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	191
----	-----------------------------	-----

CAPÍTULO 6

6.	ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO.....	247
----	---------------------------------	-----

CAPÍTULO 7

7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	255
----	-------------------------------------	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

ABREVIATURAS

CEP	Control Estadístico del proceso
PHVA	Planear, hacer, verificar, actuar
CE	Causa y Efecto
C_p	Capacidad de proceso
C_{pk}	Índice de capacidad del centro de proceso
IC_S	Índice de capacidad superior
IC_I	Índice de capacidad inferior
TM	Toneladas métricas
m^3	Metro cúbico
$^{\circ}F$	Grados Fahrenheit ($^{\circ}/_5 t_c + 32$)
t_c	Temperatura en grados centígrados
$^{\circ}C$	Grados centígrados ($^{\circ}/_9 (t_F - 32)$)
t_F	Temperatura en grados fahrenheit
kg	Kilogramos
α	Alfa
β	Beta
δ	delta
VAN	Valor Actual Neto
PR	Período de Recuperación de la Inversión
TRC	Tasa de Retorno Contable



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

SIMBOLOGIA

C_p	Índice de capacidad del proceso
LSE	Límite superior de especificación
LIE	Límite inferior de especificación
LSC	Límite superior de control
LIC	Límite inferior de control
σ_0	Desviación típica de la característica de calidad
$6\sigma_0$	Capacidad del proceso
C_{pk}	Índice de capacidad en función del valor nominal
PC	Líneas de precontrol
X_0	Valor nominal
\bar{X}_0	Valor estándar o de referencia; línea central del valor nominal
\bar{X}	(X con una barra) Valor promedio del subgrupo
\bar{X}	Valor promedio de los promedios o gran promedio de los subgrupos
R	Recorrido del subgrupo
\bar{R}	Valor promedio de los valores R para todos los subgrupos.
g	Cantidad de subgrupos
A_2	Factor de la gráfica de control
D_3	Factor de la gráfica de control
D_4	Factor de la gráfica de control
s	Desviación típica muestral.
σ	Valor estimado de la desviación típica del proceso.
p	Proporción o fracción de elementos no conformes o disconformes.
\bar{p}	Valor promedio de la proporción o fracción no conforme
np	Número de elementos no conformes o disconformes en un subgrupo
np_0	Valor patrón o de referencia de la fracción de no conformidad
c	Número de no conformidades en un subgrupo
\bar{c}	Valor promedio de los valores c para todos los subgrupos
u	Número de no conformidades por elemento en un subgrupo
\bar{u}	Valor promedio de los valores u
z	Distribución normal
n	Tamaño de la muestra o cantidad inspeccionada
$1 - \alpha$	Nivel de confianza
α	Probabilidad de error de muestreo

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Ciclo de Deming.....	11
Figura 1.2	Esquema del Ciclo de Control del Doctor Miyauchi.....	13
Figura 1.3	Esquema de un Diagrama de Causa y Efecto.....	21
Figura 1.4	Esquema de un Histograma de Frecuencias.....	24
Figura 1.5	Ubicación de las Líneas de Precontrol.....	29
Figura 1.6	Diagrama de Procedimiento para el Precontrol.....	29
Figura 1.7	Esquema de un Gráfico de Control.....	35
Figura 2.1	Distribución de la Producción Total según el Tipo de Mercado.....	47
Figura 2.2	Distribución de la Exportación de Atún Enlatado.....	50
Figura 2.3	Pareto de Clientes Nacionales de Conservas.....	52
Figura 2.4	Pareto de Clientes Internacionales.....	52
Figura 2.5	Histograma de Países Exportadores.....	56
Figura 2.6	Distribución de los Diversos Productos de Atún según la producción Total.....	60
Figura 2.7	Histograma de Producción según el Tipo de Mercado..	61
Figura 3.1	Diagrama de Pareto de Producción Total.....	72
Figura 3.2	Diagrama de Pareto de Mercado Internacional.....	73
Figura 3.3	Pestaña del Cuerpo del Envase.....	112
Figura 3.4	Pestaña de la Tapa.....	112
Figura 3.5	Formación de un Doble Cierre.....	113
Figura 3.6	Diagrama de Pareto para las Variables (Características Cuantitativas).....	138
Figura 3.7	Diagrama de Pareto para Atributos (Características Cualitativas).....	139
Figura 4.1	Diagramas Preliminares de \bar{X}	171
Figura 4.2	Diagramas Preliminares de R.....	171
Figura 4.3	Gráfico de R.....	172
Figura 4.4	Gráfico de \bar{X}	172
Figura 4.5	Diagrama \bar{X} - R de Peso Neto Bajo Control Estadístico	173

	Pág
Figura 4.6	Diagrama Preliminar de \bar{X} 174
Figura 4.7	Diagrama Preliminar de R..... 175
Figura 4.8	Gráfico de \bar{X} 175
Figura 4.9	Gráfico de R 176
Figura 4.10	Diagrama $\bar{X} - R$ Bajo Control Estadístico..... 176
Figura 4.11	Gráfico C Preliminar para sangre..... 177
Figura 4.12	Gráfico C para Sangre..... 178
Figura 4.13	Gráfico C de Sangre Bajo Control Estadístico..... 178
Figura 4.14	Gráfico C Preliminar para Moretones..... 179
Figura 4.15	Gráfico C para Moretones..... 180
Figura 4.16	Gráfico C para Moretones..... 180
Figura 4.17	Gráfica C Bajo Control Estadístico..... 181
Figura 4.18	Gráfico P Preliminar de Limpieza..... 182
Figura 4.19	Gráfico P Preliminar de Limpieza..... 182
Figura 4.20	Gráfico P de Limpieza Bajo Control Estadístico..... 183
Figura 4.21	Gráfico C Preliminar de Venas 184
Figura 4.22	Gráfico C de Venas Bajo Control Estadístico..... 184
Figura 4.23	Gráfico P Preliminar para % de trozo 185
Figura 4.24	Gráfico P Bajo Control Estadístico 186
Figura 4.25	Gráfico C Preliminar de Espinas 187
Figura 4.26	Gráfico C Bajo Control Estadístico 187
Figura 4.27	Gráfico C Preliminar de Escamas..... 188
Figura 4.28	Gráfico C de Escamas Bajo Control Estadístico..... 189
Figura 4.29	Gráfico P Preliminar de Etiqueta Mal Alineada..... 190
Figura 4.30	Gráfico P Bajo Control Estadístico..... 190
Figura 5.1	Estrategia para Mejoramiento del Proceso..... 193
Figura 5.2	Kormogorov-Smirnov Test de Peso Neto..... 196
Figura 5.3	Análisis de Capacidad de Peso Neto Bajo Control Estadístico..... 198
Figura 5.4	Diagrama $\bar{X} - R$ Propuesto para el Mejoramiento del Proceso de Peso Neto..... 200

	Pág
Figura 5.5	Análisis de Capacidad para el Mejoramiento del Proceso de Peso Neto 201
Figura 5.6	Kormogorov-Smirnov Test de Peso de Llenado..... 209
Figura 5.7	Análisis de Capacidad de Peso de Llenado Bajo Control Estadístico..... 210
Figura 5.8	Diagrama $\bar{X} - R$ Propuesto para el Mejoramiento del Proceso de Peso de Llenado..... 212
Figura 5.9	Análisis de Capacidad para el Mejoramiento del Proceso de Peso de Llenado..... 213
Figura 5.10	Gráfico C propuesto para el Mejoramiento de la Característica de Sangre..... 220
Figura 5.11	Gráfico C propuesto para el Mejoramiento de la Característica de Moretones..... 224
Figura 5.12	Gráfico C propuesto para el Mejoramiento de la Característica de Venas 230
Figura 5.13	Gráfico P propuesto para el Mejoramiento de Porcentaje de Trozo 234
Figura 5.14	Gráfico C propuesto para el Mejoramiento de la Característica de Espinas 237
Figura 5.15	Gráfico C propuesto para el Mejoramiento de la Característica de Escamas..... 241
Figura 5.16	Gráfico P propuesto para el Mejoramiento de Etiqueta Mal Alineada 244
Figura 6.1	Gráfico de Reducción de Porcentaje Defectuoso por Característica de Calidad..... 250
Figura 6.2	Gráfico de Reducción de Gasto por cada Característica de Calidad 251

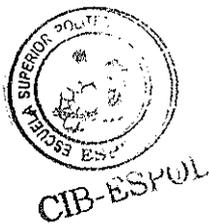


ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Simbología de Acciones dentro de un Proceso Dado	27
Tabla 2	Comparación entre las Siete Herramientas de Calidad y Ciclo de Control de Calidad.....	41
Tabla 3	Producción Anual de Conservas Isabel.....	46
Tabla 4	Principales Exportadores Nacionales de Atún Enlatado..	49
Tabla 5	Principales Consumidores Nacionales de Atún Enlatado.	51
Tabla 6	Principales Países Consumidores de Atún Enlatado.....	53
Tabla 7	Países Exportadores de Atún Enlatado.....	56
Tabla 8	Comparación de Producción de Atún según el Tipo de Mercado.....	60
Tabla 9	Punto de Congelación de una Salmuera.....	103
Tabla 10	Especificaciones Técnicas para las Características Cuantitativas.....	119
Tabla 11	Especificaciones Técnicas del Pescado Crudo.....	121
Tabla 12	Especificaciones Técnicas para las Características Cualitativas del Envase.....	122
Tabla 13	Especificaciones Técnicas para las Características Cualitativas de la Tapa.....	123
Tabla 14	Especificaciones Técnicas para las Características Cualitativas del Enlatado Sellado y Esterilizado.....	124
Tabla 15	Especificaciones Técnicas para las Etiquetas.....	124
Tabla 16	Especificaciones Técnicas para las Características Cualitativas de las Latas.....	125
Tabla 17	Especificaciones Técnicas para las Características Cualitativas de los Cartones.....	125
Tabla 18	Controles Efectuados para las Características Cuantitativas.....	127
Tabla 19	Sistema de Clasificación según su Criticidad con su Respectivo Peso Asignado.....	130
Tabla 20	Relación de Puntuación Total con el Sistema de Clasificación de Criticidad.....	133



	Pág
Tabla 21 Ejemplo para Calificación de Dos Características de Calidad.....	134
Tabla 22 Ejemplo para el Cálculo de Frecuencia de Pareto.....	135
Tabla 23 Categorización de las Características de Calidad.....	136
Tabla 24 Tamaño de las Muestras.....	148
Tabla 25 Inversión Monetaria para la Implementación de este Proyecto	252



ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Comparación de Indicadores de Porcentaje Defectuoso.	249
Cuadro 2 Cuadro de Determinación de Costos	250
Cuadro 3 Flujo de Caja para Mejora 1	253
Cuadro 4 Flujo de Caja para Mejora 2	253
Cuadro 5 Cuadro de Indicadores de Rentabilidad.....	254

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo trata del “Diseño de un sistema para el control estadístico del proceso de producción en una empresa enlatadora de atún”, utilizando herramientas estadísticas para elevar la calidad. En este aspecto el Control de Calidad se ha convertido en una herramienta importante para las empresas como mecanismo para el mejoramiento continuo y satisfacción de las exigencias de sus clientes.

En un ambiente competitivo, uno de los eventos de mayor preocupación para la industria ecuatoriana y en especial para las industrias atuneras, es el ALCA o Area de Libre Comercio de las Américas , en el que 34 países de América excepto Cuba acordaron que se eliminarán progresivamente las barreras al comercio y a la inversión para el año 2005. Lo que conlleva a que en nuestro país surgirán nuevas empresas con un alto índice de productividad y competitividad siendo afectadas las empresas ecuatorianas mediante la disminución de sus ventas. Esto obligó a la empresa atunera a actuar de manera proactiva con el fin de garantizar su estadía en el mercado, esto implica el mejoramiento continuo que permita un aumento progresivo de la productividad como factor indispensable para competitividad. Por lo que el control de calidad en la industria del enlatado de atún es uno de los puntos clave en el mercado moderno, ya que permite mejorar la



CIB-ESPOL

utilización de los recursos, controlar el grado de aptitud de los productos y garantizar la permanencia de los mismos en el mercado.

El presente estudio se realiza en Conservas Isabel Ecuatoriana S.A, una empresa dedicada a la producción y comercialización de atún y sardinas, donde los procedimientos y técnicas de control de calidad se limitan actualmente a inspeccionar el proceso de una manera poco práctica y no al control del proceso ni del producto, por lo que se ha procedió a realizar un análisis de la situación actual de calidad en esa empresa a partir del producto de mayor producción de la compañía, basado en las investigaciones de campo efectuadas y complementadas con la aplicación de herramientas básicas de calidad para establecer elementos de control adicionales para evaluar su nivel de calidad lo que representa un nivel de calidad referencial de la empresa atunera.

Con base en los resultados que se obtengan de las herramientas estadísticas, se procedió a proponer un sistema para el control estadístico del proceso en esta empresa, empleando hojas de control, gráficas de control y utilizando un software para la automatización del proceso de gráficos de control, con el propósito de cumplir con los objetivos de calidad planteados en la empresa de acuerdo a la naturaleza del producto.

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO DEL CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO.

1.1. Control de Calidad y Control Estadístico del Proceso.

Es imposible incorporar la calidad en un producto mediante la inspección, se tiene que fabricar el producto correctamente desde el principio. Esto implica que los procesos de fabricación deben ser estables y capaces de funcionar de manera que todos los productos fabricados cumplan con las especificaciones. Los controles estadísticos de procesos en línea son los instrumentos fundamentales que se usan para fabricar el producto correctamente desde el principio.

A continuación se muestran un grupo de técnicas relacionadas con el control de la calidad, su funcionamiento y algunas definiciones de interés que permitan comprender las aplicaciones que se hacen en la presente tesis.



CIB-ESPOL

El control de calidad comprende todas las técnicas y actividades encauzadas a conseguir la calidad "deseada" de un producto cualquiera al menor costo, entendiéndose por calidad deseada lo que un empresario desea producir de acuerdo a las necesidades del mercado a un costo económico y que satisfaga por entero las expectativas del cliente.



CIB-ESPOL

Según Feigenbaum, el control de calidad hasta el fin del siglo XIX se caracterizó por ser realizado totalmente por los operarios, lo que se denominó como Control de Calidad del Operario. Posteriormente en el período de la Primera Guerra Mundial se dio el Control de Calidad del capataz y entre las dos guerras aparece el Control de Calidad por Inspección conocido también como el Control de Calidad Moderno.



CIB-ESPOL

La noción del uso de las técnicas de muestreo y de análisis estadístico en un escenario de producción tiene sus comienzos en



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

la década de 1920. El objetivo de este concepto altamente exitoso es la reducción sistemática de la variabilidad que se produce durante el proceso de producción.

Fue Walter A. Shewhart de la empresa Bell Telephone Laboratories el que inició los trabajos encaminados a utilizar extensamente las técnicas estadísticas en el Control de la calidad. En 1931, Walter Shewhart publicó " Economic Control of Quality of Manufactured Products " (Control Económico de la Calidad de Productos Manufacturados), en el que se plantean los principios básicos del control de la calidad sobre la base de métodos estadísticos, centrándose en el uso de Gráficos de Control. Esto se considera como el inicio del control estadístico de calidad. En esa misma década Harold F. Dodge y Harold G. Roming, también de los laboratorios Bell, desarrollaron el muestreo para aceptación basado en la estadística, como una alternativa a la inspección al 100%.

A partir de entonces y durante todo el siglo XX se continuaron desarrollando numerosas aplicaciones de técnicas estadísticas para el control, mejoramiento de procesos de producción, entre las cuales merece señalarse el diseño de experimentos cuyos

principios básicos,⁴ tanto de diseño como de análisis fueron desarrollados y consolidados por Ronald A. Fisher y que continúan desarrollándose actualmente en especial en el campo de la mejora de la calidad a través de aportaciones de diferentes autores tales como Box, Taguchi, entre otros.

1.1.1. Definiciones y tendencias actuales.

Un concepto de calidad de acuerdo a la norma A3-1987 ANSI/ASQC (American Society of Quality Control) se define como "la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que permiten satisfacer necesidades implícita o explícitamente formuladas." Por tanto cuando se menciona "calidad" se lo asocia con productos o servicios excelentes que satisfacen las expectativas del consumidor. Tales expectativas se definen en función del uso que se dará al producto o servicio y de su respectivo costo.

El Control de Calidad es la aplicación de técnicas y esfuerzos para lograr, mantener y mejorar la calidad de un producto o de un servicio. El control de calidad implica la

integración de técnicas y actividades relacionadas entre sí, tales como:

- Especificación de qué se necesita.
- Diseño del producto de manera que cumpla con las especificaciones.
- Producción o instalación que cumpla con las especificaciones.
- Inspección para cerciorarse del cumplimiento de las especificaciones.
- Revisión de las especificaciones.

Entre las tendencias actuales del Control de Calidad moderno está la integración de conocimientos administrativos, tecnológicos y económicos junto con la aplicación organizada de estos conocimientos al mejoramiento práctico de las operaciones industriales para los mercados nacionales e internacionales.

La calidad se está convirtiendo en un factor determinante en el desarrollo e implementación exitosa de los programas administrativos y de ingeniería para el cumplimiento de las metas principales de los negocios. Otra tendencia es la

aplicación de la estadística al control de los procesos de producción y a la solución de los problemas de variabilidad. Por lo que el control de calidad es un mecanismo para mejorar la productividad en la industria actual.

El CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD (SQC) es una rama de control de calidad que consiste en el acopio, análisis e interpretación de datos utilizando técnicas estadísticas. Los dos elementos más importantes del control estadístico de calidad son: el control estadístico del proceso y muestreo de aceptación.

El CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO (CEP) es un conjunto de estrategias, técnicas y acciones realizadas por una organización para asegurarse de que está elaborando un producto de calidad, o de que proporciona un servicio de calidad. También se define al control estadístico del proceso como aquella parte del control de la calidad destinada a mantener las características de un producto, proceso o servicio dentro de límites especificados.

Un proceso está conformado en general por maquinarias, materias primas, operarios, etc. Mientras mejor sea cada componente del proceso (maquinarias, materias primas, etc) mejor trabajará el proceso y menor será la variabilidad de los productos que resulten del mismo.

La capacidad de un proceso se refiere a su uniformidad o si se quiere a su variabilidad. El análisis de la capacidad de un proceso es parte decisiva de un programa general de mejoramiento de la calidad. Uno de los usos más importantes de los datos de un análisis de capacidad de un proceso se refiere a conocer si el mismo está en condiciones de cumplir con las especificaciones deseadas o comprometidas con los clientes.

Para medir si un proceso es "capaz" de satisfacer las necesidades de los clientes representados en los límites de especificaciones, se utiliza la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma_0}$$

donde:

C_p = índice de la capacidad.

LSE = límite superior de especificación.

LIE = límite inferior de especificación.

σ_0 = desviación típica de la característica de calidad estudiada.

Si el índice de capacidad es mayor que 1, $C_p > 1$, se considera que el proceso es "capaz". No obstante, la variabilidad del proceso puede ser satisfactoria respecto a las especificaciones pero puede estar desajustada en cuanto al valor nominal. Para detectar este aspecto se acostumbra a utilizar las expresiones elaboradas para el caso de límites de especificaciones como se detalla a continuación:

$$IC_S = \frac{\overline{LSE} - \bar{X}}{3\sigma_0} \qquad IC_I = \frac{\bar{X} - \overline{LIE}}{3\sigma_0}$$

Ambos valores deben ser mayores que 1. Si alguno es menor que 1 debe analizarse la posibilidad de ajustar el proceso llevando la media a su valor nominal. Al menor de los dos índices se lo denomina C_{pk} , es decir:

$$C_{pk} = \text{Min} [1C_s \text{ o } 1C_i]$$

1.2. Ciclo de Deming.

El Ciclo (PDCA o PHVA) es un concepto ideado originalmente por Shewhart, pero adaptado a lo largo del tiempo por algunos de los más importantes personajes del mundo de la calidad. El Ciclo PHVA se conoce comúnmente como el Ciclo o Círculo de Deming. Consiste en una serie de cuatro elementos que se llevan a cabo consecutivamente:



FIGURA 1.1. CICLO DE DEMING

- P : PLAN (PLANEAR): establecer los planes.
- D: DO (HACER): llevar a cabo los planes.

- C:CHECK (VERIFICAR): verificar si los resultados concuerdan con lo planeado.
- A:ACT (ACTUAR): actuar para corregir los problemas encontrados.

El Dr.Miyauchi propone un gráfico explicativo y algo ampliado para el Ciclo PDCA (Ver figura1.2). El Ciclo de Control del Dr.Miyauchi contiene tres sub-ciclos, que se encuentran señalados en el diagrama. Estos son:

- Ciclo de corrección
- Ciclo de mantenimiento
- Ciclo de mejoramiento

El ciclo de corrección contiene dos tipos de acciones, las cuales son: remediales y preventivas. Estos dos tipos de acciones se sitúan en el cuarto sector en el ciclo PDCA (ACTUAR). Las acciones remediales están dirigidas a los resultados negativos, siendo el objetivo actuar de modo inmediato en contra de ellos o eliminarlos. Y las acciones preventivas se refieren a llevar a cabo acciones que aseguren que las causas indeseables del problema no vuelvan a aparecer.

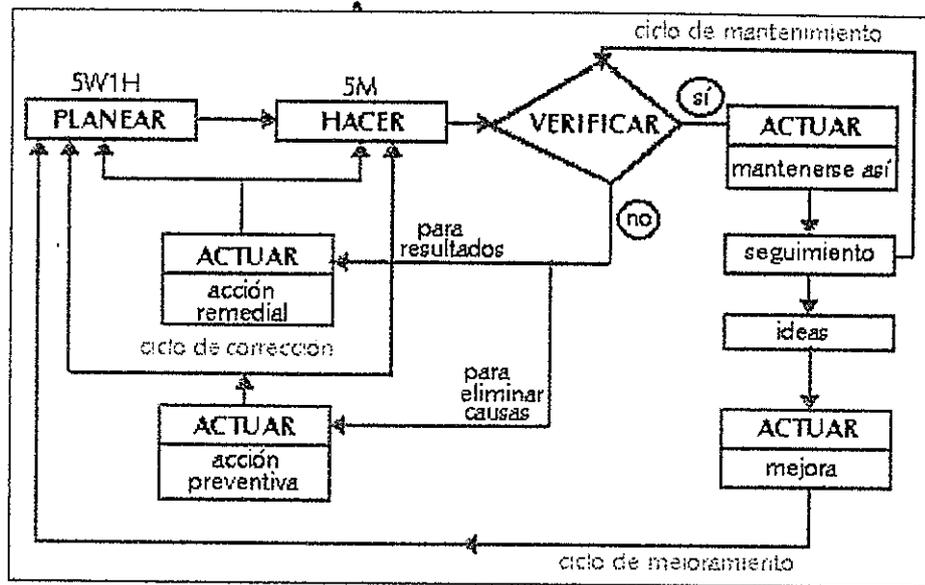


FIGURA 1.2. ESQUEMA DEL CICLO DE CONTROL DEL DOCTOR MIYAUCHI

El ciclo de mantenimiento se inicia en la etapa de VERIFICAR. Este ciclo conduce naturalmente al establecimiento de estándares, normas y procedimientos de operación. Es importante mencionar que bajo la filosofía del mejoramiento continuo, la Administración deberá decidir en un momento dado, dejar estos estándares y pensar en unos nuevos, de acuerdo con el Ciclo de Mejoramiento. O la Administración puede decidir permanecer un determinado periodo de tiempo bajo los estándares generados.

El ciclo de mejoramiento implica las mejoras. Una vez que se ha identificado y resuelto un problema, encontrado sus causas principales y establecido las acciones necesarias para evitar su recurrencia, se pueden realizar las mejoras. La mejora debe ser constante y gradual, realizada por todos en todas las áreas y niveles, cada quién manejando su entorno.

En cambio el aporte de Ishikawa en este campo fue dividiendo los dos primeros pasos del Ciclo PDCA en dos etapas cada uno, resultando en un proceso de seis categorías:

a.- PLANEAR:

- 1) Determinar metas y objetivos
- 2) Determinar métodos para alcanzar las metas

b.- HACER:

- 3) Dar educación y capacitación
- 4) Realizar el trabajo

c.- VERIFICAR:

- 5) Verificar los efectos de la realización

d.- ACTUAR:

6) Empezar la acción tomada

La RUTA DE LA CALIDAD es un procedimiento para solucionar problemas. Un problema se define de la siguiente manera: "Un problema es el resultado no deseado de una tarea". Un problema se soluciona de acuerdo con los siguientes siete pasos:

- Identificación del problema
- Reconocimiento de las características del problema
- Búsqueda de las principales causas
- Acción para eliminar las causas
- Verificar los resultados
- Eliminación permanente de las causas
- Revisión de las actividades y planeación del trabajo futuro

1.3. Herramientas estadísticas para mejorar la calidad.

A lo largo del proceso de evolución de la calidad se han ido desarrollando técnicas estadísticas o incorporando técnicas estadísticas ya existentes para controlar o mejorar la calidad.

Algunas de estas técnicas son muy sencillas. Ishikawa las agrupaba en técnicas elementales y técnicas avanzadas. A las

elementales las llamó “ las siete herramientas básicas” y eran las siguientes:



CIB-ESPOL

- Hoja de Control.
- Histograma.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama Causa y Efecto.
- Estratificación
- Diagrama Bivariado.
- Gráficos de Control.



CIB-ESPOL

Luego mencionaba otras herramientas no tan elementales como:

- Muestreo de Aceptación.
- Diseño de Experimentos.
- Modelación Matemática.
- Etc



CIB-ESPOL

Que han ido evolucionando en los últimos años principalmente en sus aplicaciones en el campo de control de calidad. Ishikawa le daba mucha importancia a las técnicas elementales por cuanto en su concepción de Calidad Total resultaba fundamental la aplicación de estas herramientas básicas por parte de todos los trabajadores. De hecho, según su opinión, un alto porcentaje de los problemas



CIB-ESPOL

de una empresa podrían ser solucionados utilizando estas técnicas.



A continuación se detalla una explicación de algunas técnicas básicas tales como: diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, hoja de control, histograma, diagrama de flujo, precontrol y gráficas de control.

1.3.1. Diagrama de Pareto.



El análisis de Pareto, es una técnica utilizada para clasificar la cantidad y tipo de defectos que se presentan en un producto o servicio. El diagrama recibe el nombre del científico italiano del siglo XIX, Alfredo Pareto, quien observó que la mayor parte de la actividad en un proceso es causada por sólo algunos de los factores.



El principio de Pareto indica que existen pocos elementos decisivos mientras que una gran cantidad de ellos carecen de importancia, es decir hace la diferencia entre los “mucho triviales” y “poco vitales”. En la gráfica de Pareto la “minoría



vital” aparecê a la izquierda y la “mayoría trivial” aparece a la derecha.

El diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente. Este diagrama es una poderosa herramienta para la elevación de la calidad, ya que sirve para detectar problemas, evaluar las mejoras logradas en un proceso y localizar lugares donde invertir recursos.

El concepto de Pareto , a veces denominado “regla 80-20” dice que el 80% de la actividad es causada por el 20% de los factores, es decir , que el 80% de los resultados totales se origina en el 20% de los elementos. Con base en la aplicación de gráficos de Pareto es decidir hacia qué elementos orientar los esfuerzos para obtener resultados. Los principales factores que influyen en una determinada situación, el porcentaje que corresponde a cada uno de estos factores y el porcentaje acumulativo se presentan en forma gráfica en el diagrama de Pareto.

Para elaborar un diagrama de Pareto, implica los siguientes pasos:

- Definir el método que se empleará para clasificar los datos ya sea: por problema, por causa, por tipo de rechazo, etc.
- Definir si para clasificar la graduación de las características se va a emplear el costo expresado en unidad monetaria o la frecuencia.
- Reunir los datos correspondientes a determinado periodo.
- Resumir los datos y disponer las categorías, de la mayor a la más pequeña.
- Calcular el porcentaje acumulativo
- Elaborar un diagrama de barras verticales donde la altura de las mismas corresponde a la frecuencia de cada defecto y determinar la minoría vital.

1.3.2 Diagrama de Causa y Efecto.

Se lo denomina Diagrama Causa y Efecto porque enfatiza la relación entre un efecto y el conjunto de causas posibles que producen ese resultado específico. Su creador fue el doctor Kaoru Ishikawa en 1943 y también se lo conoce como diagrama de Ishikawa.

Los diagramas de Causa y Efecto (CE) sirven para determinar qué efecto es “negativo” y así emprender las acciones necesarias para corregir las causas, o bien, para detectar un efecto “positivo” y saber cuáles son sus causas. Este diagrama es un medio que fomenta una intensa y libre generación de ideas. Al identificar esas relaciones se pueden determinar los factores que causan la variabilidad en el proceso.

El nombre en inglés de fishbone (espina de pescado) que se le da a veces, proviene de la forma en la que se organizan las diversas causas y el efecto o efectos en el diagrama. En la figura 1.3 se observa que el efecto está a la derecha y sus causas a la izquierda. El efecto es un problema específico, o quizá la característica de calidad que es necesaria mejorar.

Las causas por lo general se dividen en las causas principales de métodos de trabajo, materiales, mediciones, personal y entorno. A su vez cada causa principal se subdividen en muchas otras causas menores (subcausas),

las cuales son identificadas e investigadas. Las subcausas son factores que pueden producir el efecto en particular. Se investiga cada una de las subcausas y se eliminan las que no son importantes hasta que se identifica la causa fundamental del problema.

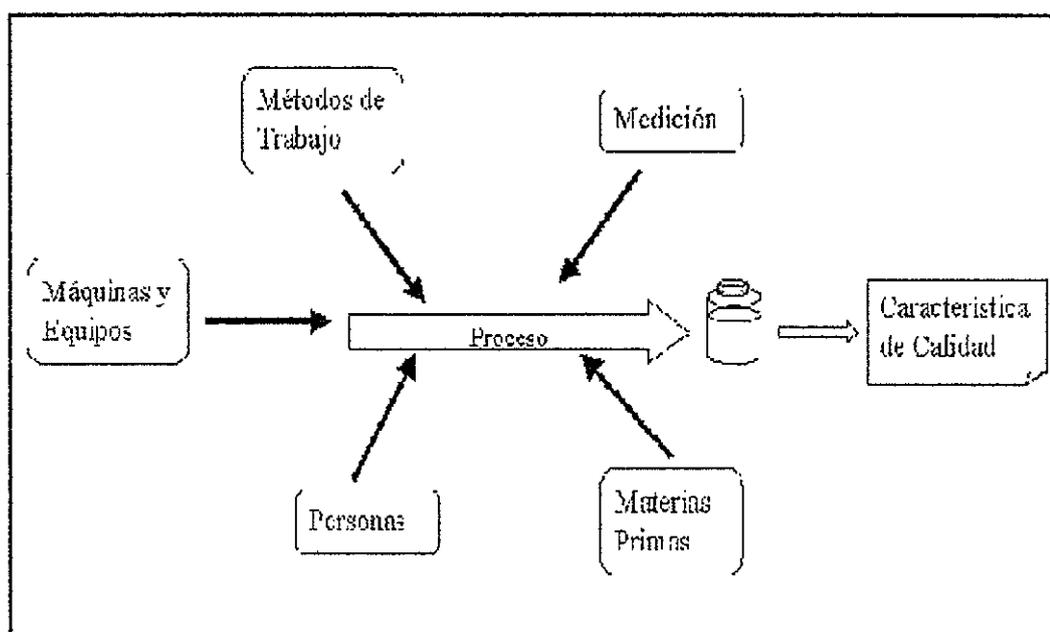


FIGURA 1.3. ESQUEMA DE UN DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

La gráfica de causa y efecto posee dos secciones:

- Primera sección: constituida por una flecha principal hacia la que convergen otras flechas y sobre las que inciden directamente flechas más pequeñas. En esta sección quedan organizados los factores causales.

- Segunda sección: constituida por el nombre de la característica de calidad. La flecha principal de la primera sección apunta precisamente hacia este nombre, indicando con ello la relación causal que se da entre el conjunto de factores con respecto a la característica de calidad.

1.3.3 Hoja de Control.

Una Hoja de Verificación (también llamada "de Control" o "de Chequeo") es un impreso con formato de tabla o diagrama, destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático, como la anotación de marcas asociadas a la ocurrencia de determinados sucesos. Esta técnica de recogida de datos se prepara de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro.

El propósito fundamental de las Hojas de Control es que proporcione datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede

ser aplicado a cualquier área de la organización. Estas hojas reflejan rápidamente las tendencias y patrones subyacentes en los datos.

En la mejora de la calidad, se utiliza las hojas de control tanto en el estudio de los síntomas de un problema, como en la investigación de las causas o en la recopilación y análisis de datos para probar alguna hipótesis. También se usa como punto de partida para la elaboración de otras herramientas, como por ejemplo los gráficos de control.

1.3.4 Histograma.

Un histograma es un gráfico de barras que representa la distribución de un conjunto de datos (distribución de frecuencia). Está formado por un conjunto de rectángulos que representan gráficamente la frecuencia de cada categoría. En el eje X tenemos normalmente el intervalo de clases y en el eje Y el número de observaciones, tal como se ilustra gráficamente en la figura 1.4.

Otro tipo de representación gráfica de histogramas es la distribución de frecuencias relativa, frecuencia acumulativa y frecuencia acumulativa relativa. En este caso el término relativo indica la representación de proporciones o fracciones del total. La frecuencia relativa se calcula dividiendo la frecuencia de cada uno de los valores de los datos entre el total (suma de las frecuencias).

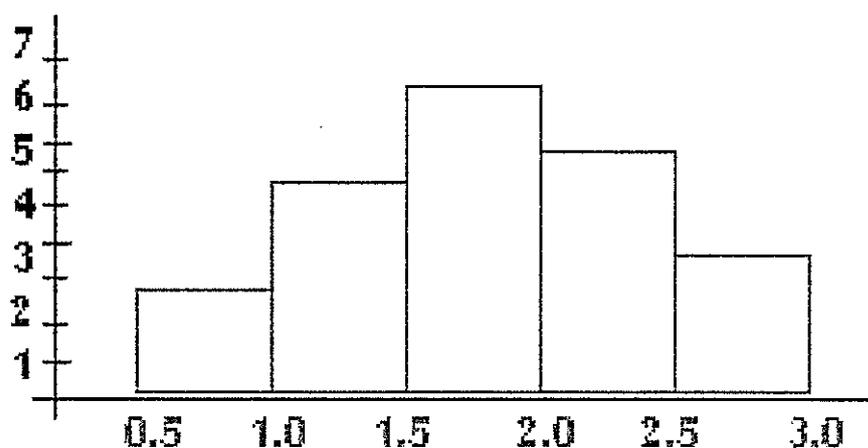


FIGURA 1.4. ESQUEMA DE UN HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

La frecuencia acumulativa se calcula sumando a la frecuencia de cada uno de los valores de los datos, la suma de las frecuencias del valor anterior. La frecuencia acumulativa es igual o inferior al valor de los datos. La

frecuencia acumulada relativa se calcula dividiendo la frecuencia acumulativa de cada uno de los valores de los datos entre el total.



CIB-ESPOL

El histograma describe las variaciones presentes en el proceso. Sirve para:

- Definir la capacidad o habilidad del proceso.
- Comparar lo obtenido con las especificaciones.
- Darse una idea de la forma de la población.
- Proporciona, mediante el estudio de la distribución de los datos, un excelente punto de partida para generar hipótesis acerca de un funcionamiento insatisfactorio.



CIB-ESPOL

1.3.5 Diagrama de Flujo.

Es un diagrama que utiliza símbolos gráficos para representar el flujo y las fases de un proceso. Está especialmente indicado al inicio de un plan de mejora de procesos, al ayudar a comprender cómo éstos se desenvuelven. Es básico en la gestión de los procesos. Para muchos productos y servicios lo más útil es construir un diagrama de flujo , ya que muestran la



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

transformación de un producto o servicio conforme éstos van pasando por las diversas etapas de su producción.

Con este diagrama se facilita visualizar el sistema total, identificar posibles puntos de dificultad y ubicar las actividades de control. Los ingenieros industriales utilizan este diagrama como una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades dentro de un proceso o procedimiento identificándolos mediante símbolos normalizados. Facilita la comprensión del proceso, al mismo tiempo, promueve el acuerdo, entre los miembros del equipo, sobre la naturaleza y desarrollo del proceso analizado.

Las acciones que intervienen dentro de un proceso dado se las ha clasificado de la siguiente manera: operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. A continuación en la tabla 1 se indica el símbolo y la definición de estas clasificación de acciones.

^ TABLA 1

SIMBOLOGÍA DE ACCIONES DENTRO DE UN PROCESO DADO

ACTIVIDAD	SIMBOLO	DEFINICION
Operación	○	Se produce o se realiza algo
Transporte	→	Se cambia de lugar o se mueve un objeto o varios
Inspección	□	Se verifica la calidad o la cantidad del producto
Demora	D	Se interfiere o se retrasa el paso siguiente
Almacenaje	▽	Se retienen o se protegen contra movimientos o usos no autorizados



CIB-ESPOL

Se la considera como una herramienta fundamental para obtener mejoras mediante el rediseño del proceso, o el diseño de uno alternativo, poniendo de manifiesto las relaciones proveedor - cliente, sean éstos internos o externos.

1.3.6 Precontrol.



CIB-ESPOL

El método llamado Precontrol es una técnica que se utiliza para detectar cambios o trastornos en el proceso que pueden dar por resultado la producción de artículos disconformes.



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

Para definir* las líneas de precontrol con base a las tolerancias de la característica de calidad, se divide la tolerancia en tres zonas:

- ZONA VERDE: se le denomina a la zona central y es la mitad de la tolerancia de la característica de calidad.
- ZONA AMARILLA: Están a cada lado de la zona verde equivale a $\frac{1}{4}$ de la tolerancia total.
- ZONA ROJA: Se conoce a lo que está fuera de las especificaciones.

Estas líneas de precontrol se localizan entre el valor nominal de la tolerancia (X_o) y los límites exteriores de ésta, según lo que indique LSE para las especificaciones superiores y LIE para las especificaciones inferiores, como se ilustra en la figura 1.5.

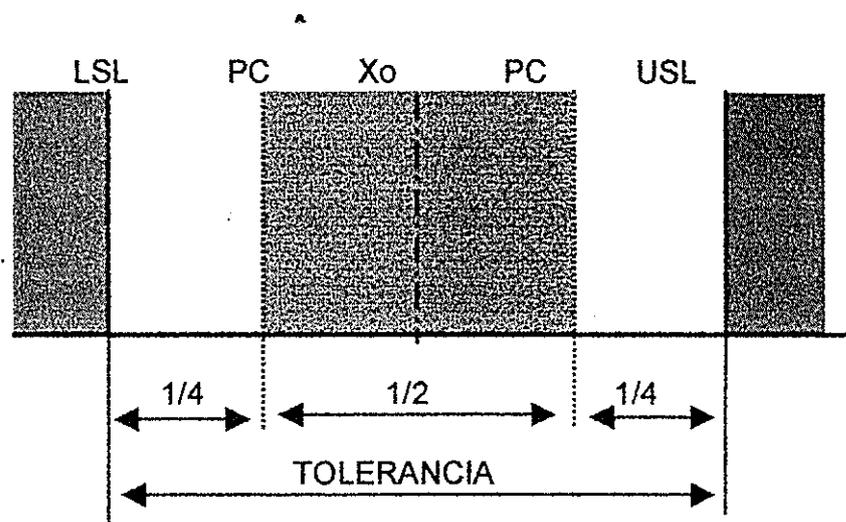


FIGURA 1.5. UBICACIÓN DE LAS LINEAS DE PRECONTROL

El procedimiento de precontrol consta de dos etapas: arranque y operación, tal como se muestra en la figura 1.6.

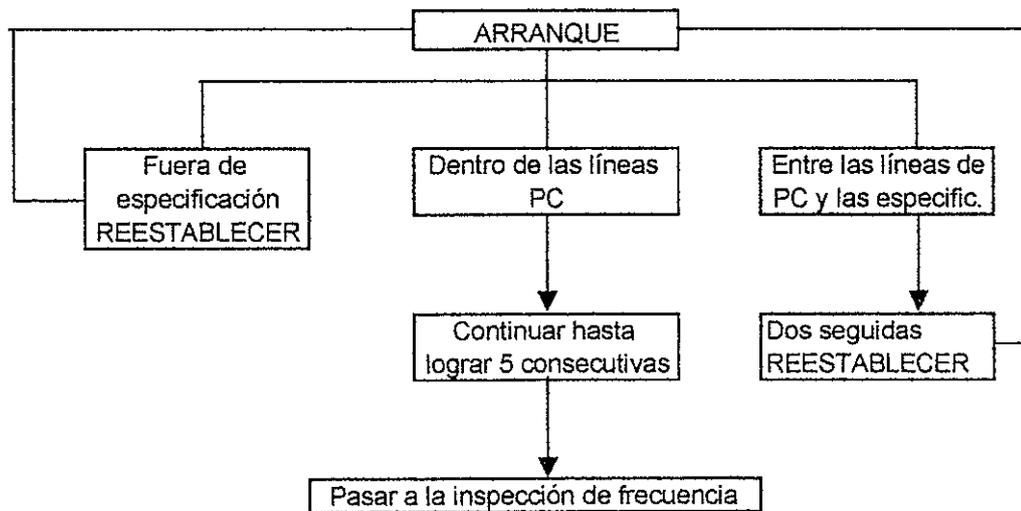


FIGURA 1.6. DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO PARA EL PRECONTROL

A continuación se presenta un conjunto de reglas que describen el funcionamiento del precontrol. Estas reglas implican que se acepta una producción no conforme de 1% a 3% y que la tasa de capacidad del proceso es por lo menos igual a 1.15.

1.- Se inicia el proceso. Si el primer artículo cae fuera de las especificaciones (zona roja), se ajusta y se empieza nuevamente (arranque) .

2.- Si un artículo se encuentra dentro de las especificaciones pero fuera de una línea de precontrol (zona amarilla), se verifica el siguiente artículo.

3.- Si el segundo artículo cae fuera de la misma línea de precontrol (zona amarilla) , se ajusta el proceso.

4.- Si el segundo artículo cae dentro de la línea de precontrol(zona verde), se continúa. Se ajusta solamente el proceso cuando dos artículos sucesivos se encuentran fuera de una línea de precontrol dada.

5.- Si un artículo cae fuera de una línea de precontrol y el siguiente lo hace fuera de otra línea, la variabilidad del proceso estará fuera de control.

6.- Cuando cinco artículos consecutivos caen entre las líneas de precontrol (zona verde), se emplea la inspección de frecuencia (operación).

7.- Cuando se emplea la inspección de frecuencia, no se ajusta el proceso hasta que un artículo quede fuera de una línea de precontrol. Entonces se examina el artículo siguiente y se procede como en el paso 4.

8.- Después de ajustar el proceso, cinco artículos consecutivos tienen que caer entre las líneas de precontrol (zona verde) antes de seguir con la inspección de frecuencia.

9.- Si el operario obtiene más de 25 muestras del proceso sin tener que ajustarlo, se reduce la inspección de frecuencia de manera que se produzcan más artículos entre muestras. Si se tiene que ajustar antes de haber obtenido

25 muestras, se eleva la inspección de frecuencia. Un promedio de 25 muestras antes de un ajuste refleja una frecuencia de muestreo satisfactoria.



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

El precontrol se puede emplear también para los atributos. Al operario se le dota de calibradores "continuar / no continuar" mediante los que se definen las líneas de precontrol. El precontrol se utiliza también para características visuales, asignando estándares visuales a las líneas PC. El precontrol se podrá utilizar con mucha eficacia en procesos donde el índice de capacidad de dicho proceso sea mayor que 1.

El procedimiento de precontrol tiene ciertas desventajas como: primero, esta herramienta es sólo para monitoreo en cambio las gráficas de control se usan para resolver problemas, es decir las gráficas de control proporciona información útil para poner el proceso bajo control. Segundo los tamaños muestrales pequeños reducen considerablemente la capacidad del procedimiento de detectar cambios medianos hasta grandes.

1.3.7 Gráficos de Control.

El propósito de un gráfico de control es determinar si el comportamiento de un proceso se mantiene en un nivel aceptable de calidad teniendo en cuenta sus posibilidades.

Se espera por supuesto, que cualquier proceso experimente una "variabilidad natural", es decir, variabilidad debida a fuentes de variación poco importantes e incontrolables propias de cada proceso (variaciones aleatorias). Por otra parte, un proceso puede experimentar tipos más serios de variabilidad en mediciones clave de comportamiento. Estas fuentes de variabilidad pueden surgir de uno o varios tipos de "causas atribuibles o asignables", no aleatorias, como errores del operador, indicadores mal ajustados en una máquina, etc. Mientras que las causas fortuitas son inherentes al proceso y vienen dadas por la calidad de las máquinas, la preparación de los operarios, la calidad de la materia prima, etc.

Los gráficos de control indican a los operarios, jefes de grupo, ingenieros de control de calidad, supervisores y

gerentes cuándo un proceso está “bajo control” o bien, “fuera de control” . Un proceso está “bajo control” cuando están presentes sólo las causas fortuitas, mientras que un proceso está “fuera de control” cuando además de haber causas fortuitas, existe causas atribuibles. Si el proceso está “fuera de control” el diagrama respectivo no puede corregir la situación, sino que con base al diagrama la persona responsable ajustará la máquina y hará lo necesario para que la producción retorne al estado “bajo control”.

La mejora de la calidad se produce en dos casos. El primer caso es cuando se usa por primera vez la gráfica de control, por lo general el proceso todavía es inestable. Conforme se van identificando causas atribuibles a las condiciones que están fuera de control y se emprenden las correspondientes acciones correctivas, el proceso se va volviendo estable y de ello va resultando una mejor calidad.

El segundo caso se refiere a la prueba o evaluación de ideas. Las gráficas de control son excelentes medios para basar una toma de decisiones, puesto que el esquema de puntos graficados determinará si la idea es buena, mala o si

no tiene efecto alguno en el proceso (Ver Figura 1.7). Si la idea es buena, el esquema de los puntos graficados en la gráfica \bar{X} convergerá hacia la línea central, \bar{X}_0 . En el caso de las gráfica R y las gráficas de atributos, si la idea es buena, el esquema tenderá hacia el cero lo que equivale al logro de la perfección.

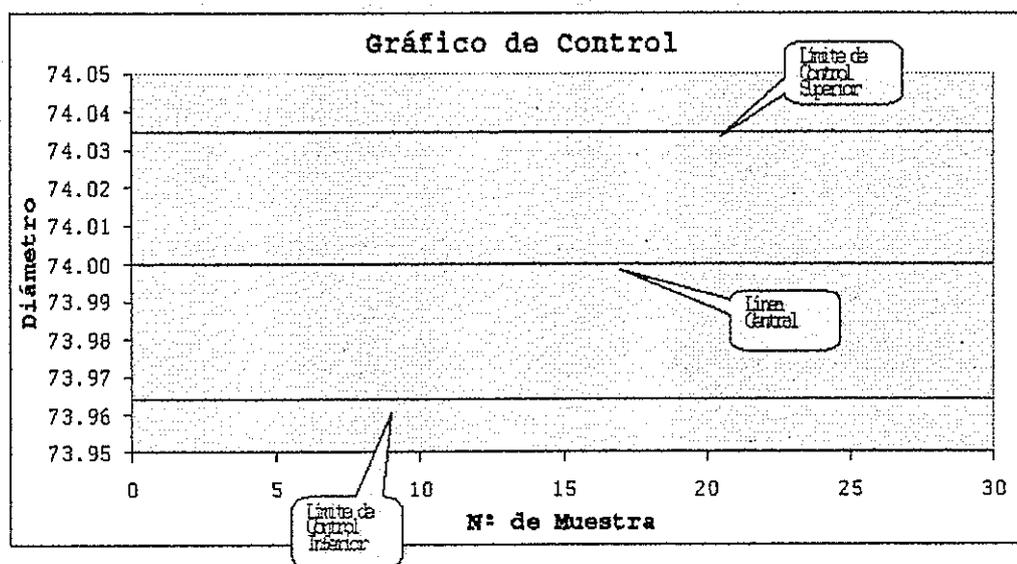


FIGURA 1.7. ESQUEMA DE UN GRAFICO DE CONTROL

Una idea fundamental en el uso de gráficos de control es la reunión de datos muestrales conforme a lo que Shewhart llamaba "subgrupos racionales" y que trata sobre la forma de tomar las muestras.

Se utilizan dos enfoques generales, ambos a partir del orden en que se efectúa la producción en el tiempo. En el primer enfoque cada muestra consta de unidades que se produjeron en el mismo momento (o con la menor diferencia posible), este enfoque se usa cuando el propósito principal del gráfico de control es detectar cambios en el proceso lo que resulta lo más frecuente.

En el otro enfoque cada muestra es una muestra aleatoria de todas las salidas del proceso en el intervalo de muestreo. Se utiliza este procedimiento cuando el gráfico de control se emplea para tomar decisiones acerca de la aceptación de todos los productos que se han producido desde la última muestra.

Existen dos tipos de gráficos de control:

- a.- Diagrama de control de variables
- b.- Diagrama de control de atributos

a.- Diagrama de Control de variables.- Un diagrama de variable necesita una escala de medición de intervalo o de razón. Para configurar el par de gráficas de control \bar{X} y R



CIB-ESPOL

correspondiente a la media y la amplitud de dispersión se debe utilizar un procedimiento bien definido, el cual se detalla a continuación:

- Definir cuál será la característica de calidad.- La variable que se elija deberá ser una característica de calidad medible y expresable en números.
- Escoger el subgrupo racional.
- Reunir los datos necesarios.
- Calcular la línea central de ensayo y los límites de control.-

Las líneas centrales de las gráficas \bar{X} y R se obtienen utilizando las siguientes fórmulas:

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i}{g} \qquad \bar{R} = \frac{\sum R_i}{g}$$



CIB-ESPOL

Donde:

\bar{X} = promedio de los promedios de los subgrupos

\bar{X}_i = promedio del subgrupo i

g = cantidad de subgrupos

\bar{R} = promedio de los rangos de los subgrupos.

R_i = rango del subgrupo i



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

Estas relaciones permiten establecer límites alrededor de las medias muestrales para mostrar qué tanta variación puede esperarse en el caso de muestras de un tamaño dado. Tales límites esperados se los denomina como límite superior de control (LSC) y límite inferior de control (LIC). Los límites de control superior e inferior se definen a ± 3 desviaciones estándar del valor central, lo que indicaría que el 99.73% de los valores deben caer en ese intervalo. Las fórmulas respectivas de LSC y LIC se expresan a continuación:

$$\begin{aligned} \text{LSC } \bar{x} &= \bar{X} + 3\sigma_X & \text{LSC}_R &= \bar{R} + 3\sigma_R \\ \text{LIC } \bar{x} &= \bar{X} - 3\sigma_X & \text{LIC}_R &= \bar{R} - 3\sigma_R \end{aligned}$$

En la práctica en vez de calcular la desviación estándar para cada muestra como una medida de variación, es más fácil utilizar la amplitud de variación. Para muestras de tamaño fijo, existe una relación constante entre la amplitud de variación y la desviación estándar. Por lo tanto el cálculo para la gráfica \bar{X} se reemplaza $3\sigma_X = A_2 \bar{R}$ y para la gráfica R se utiliza los factores D_3 y D_4 dependiendo del tamaño del subgrupo.

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

- Definir la línea central revisada y los límites de control
- Lograr el objetivo.

b.- Diagrama de Control de atributos.- Muchas características de calidad no se pueden representar en forma conveniente por números. En tales casos cada artículo o producto inspeccionado suele clasificarse como "conforme" o "disconforme" con las especificaciones para tal característica de calidad. Los términos "no defectuoso" o "defectuoso" se utilizan con frecuencia para identificar estas 2 clasificaciones de un producto pero no es la que se reconoce oficialmente por las normas de calidad ISO 3534.

Las características de calidad de este tipo se llaman atributos y las diferentes gráficas de control utilizadas y las diferentes gráficas de control utilizadas para este tipo de característica se basan en el conteo de artículos disconformes (defectuosos) o de disconformidades en un grupo de artículos (defectos).

Existen dos grupos de gráficos de control por atributos: uno de ellos es para las unidades no conformes, se basa en la distribución binomial, tal es el caso de la *gráfica de proporción p* en la que se determina la proporción de unidades no conformes. La proporción se expresa como fracción o porcentaje y el tamaño del subgrupo es constante o variable. Otro tipo de gráfico que pertenece a este grupo es la cantidad de unidades no conformes o *gráfica np* , donde el tamaño del subgrupo es constante.

Otro grupo de gráficas de control se basa en la distribución de poisson, tal es el caso de la *gráfica c* donde se muestra el número de no conformidades presentes en determinada cantidad que se inspecciona. Otro tipo de gráfica estrechamente relacionada es la *gráfica u* que se lo emplea determinando el número de no conformidades por unidad.

Luego de haber mencionado las siete herramientas estadísticas para mejorar la calidad, se hace un análisis comparativo de las 7 herramientas de calidad con los pasos del ciclo de control de calidad.

* TABLA 2

**COMPARACIÓN ENTRE LAS SIETE HERRAMIENTAS DE CALIDAD Y
CICLO DE CONTROL DE CALIDAD**

	DIAGRAMA DE PARETO	D. CAUSA Y EFECTO	HOJA DE CONTROL	HISTO- GRAMA	DIAGRAMA DE FLUJO	PRECON- TROL	GRAFICOS CONTROL
Identificación del problema	X	X		X			
Descripción de las caracte- rísticas del problema	X			X	X		
Analizar las causas princip.	X	X		X			
Establecer medidas correct.			X				
Ejecutar medidas				X			X
Verificar resultados	X			X		X	X
Mantener estándares						X	

CAPÍTULO 2

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA ATUNERA.

2.1. Antecedentes.

2.1.1. La industria atunera del Ecuador.

A mediados de los años 50, aproximadamente en 1953 se inició la industria del enlatado del atún en el Ecuador cuando la empresa INEPACA constituida por la Van Camp's Division de Ralston Purina de los Estados Unidos de América comenzó a enlatar atún y sardinas. Después en 1954 se instaló una pequeña enlatadora de atún y sardinas con el nombre de PESQUEROS ENLATADORES SUDAMERICANOS en Valdivia-Santa Elena. En 1967 se instaló en Manta la enlatadora de atún y sardinas

PROMASA y en 1978 empieza con su enlatadora en Manta la compañía SEAFMAN de la Bumble Bee Sea Foods Division de Castle and Cook de los Estados Unidos.



CIB-ESPOL

Con el pasar de los años se han venido formando pequeñas y grandes enlatadoras de atún y sardinas en las provincias de Manabí, Guayas y Esmeraldas, de las cuales unas compañías han seguido produciendo y otras han cerrado o vendieron sus plantas. A continuación se menciona algunas de las primeras pequeñas y grandes compañías que se formaron en el Ecuador:

- Provincia del Guayas: Pesquera Jambelí, Ecuamar, Conservera del Pacífico, Ecuamar, La Portuguesa, La Corona, Procesadora y pesquera del Sur, Pesquera Fernández.
- Provincia de Manabí: Pesquera Polar, Seafman, Inepaca, Frigomar, Pespaca, Industria de Enlatados Alimenticios.
- Provincia de Esmeraldas: Conservera Santa Rosa.



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

Conservas Isabel Ecuatoriana S.A. fue fundada en 1976 como respuesta a la política integracionista del Pacto Andino, teniendo como principal accionista a Conservas

ESPOL
CIB-ESPOL

Garavilla S.Á., empresa líder dentro del sector conservero español con sede en Bermeo, provincia de Vizcaya, España.

La compañía se encuentra localizada en la ciudad de Manta (Ecuador), lugar estratégico para su desarrollo. La ciudad de Manta es considerada el principal puerto atunero del Pacífico Oriental y uno de los más importantes puertos pesqueros a nivel mundial, en lo que respecta a atún.

Esta empresa atunera cuenta con la planta de procesamiento de atún(enlatado y lonjas) más modernas del Ecuador, con capacidad para producir 8000 cajas diarias y aproximadamente tiene 600 empleados que laboran en las diferentes áreas de producción . El punto fuerte de Conservas Isabel es la exportación, desde sus inicios, gran parte de la producción de Conservas Isabel ha sido dedicada a los mercados extranjeros, específicamente a Europa y Latinoamérica.

La flota pesquera de Conservas Isabel está conformada por 6 barcos atuneros entre los cuales destacan el Aurora B y

el Rosita C, considerados los buques con mayor tonelaje de pesca de la región. Esta flota tiene una capacidad de acarreo de 10.000 TM. Todos los barcos tienen capacidad para operar en cualquier caladero, ofreciendo gran capacidad de capturas , alta velocidad, maniobrabilidad y rapidez en la descarga. La flota de Conservas Isabel cuenta, así mismo, con un barco frigorífico de 2.500 TM, destinado al transporte de producto (pescado y lonjas) hacia las plantas de producción en España y Marruecos.

La pesca de atún, tipo cerco, se realiza en el Océano Pacífico, con una tripulación de 25 a 33 personas por barco, y las capturas demoran entre 30 y 40 días. En cada barco se encuentra un supervisor de la Comisión Interamericana del atún Tropical (CIAT), encargado de supervisar el proceso de pesca, con el objeto de controlar la mortalidad de delfines en cada lance, cuyas manadas suelen aparecer junto con los cardúmenes de atún.

2.2. Mercado y Clientes.

2.2.1. Mercado Nacional.

Conservas Isabel se dedica a la manufactura de productos alimenticios tanto para el consumo local como para la exportación. Cabe indicar que esta compañía procesa aproximadamente 2400 toneladas métricas de atún al mes, es decir 100 TM diarias, produciendo atún en diversas presentaciones tales como: lomo congelado, enlatados, lomititos enlatados en sus presentaciones tanto en agua como en aceite.

El mercado nacional se maneja en el ámbito comercial dentro del país y corresponde a un 44 % de la producción total de la empresa, de acuerdo al registro de producción anual.

TABLA 3

PRODUCCIÓN ANUAL DE CONSERVAS ISABEL

DESTINO	PRODUCCIÓN (TM)
Mercado Nacional	12672
Mercado Internacional	16128
TOTAL	28800

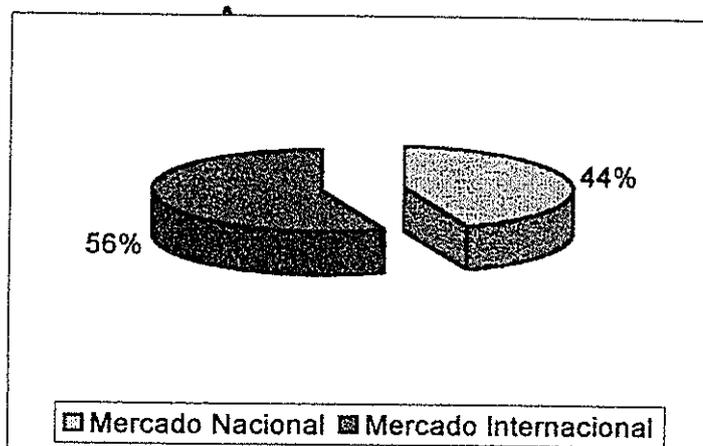


FIGURA 2.1. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN TOTAL SEGÚN EL TIPO DE MERCADO

El mercado nacional que se trabaja se encuentra conformado por varios tipos de canales de distribución, definidos por criterios como el volumen de ventas y la forma de vender. Estos son:

- Supermercados
- Abastecedores
- Mini-markets
- Almacenes

2.2.2. Mercado Internacional.



Se refiere al mercado que se maneja debido a las exportaciones de la empresa. Debido a la naturaleza del producto y al desenvolvimiento de la industria en un ambiente costero, su entorno inmediato lo conforma el Puerto de Manta considerado como el principal puerto atunero del pacífico oriental lo que garantiza para las exportaciones un ambiente de rápido movimiento de barcos, de intercambio de productos y de inmediata recepción de materia prima.



De acuerdo a la figura 2.1. el 56% de la producción total anual de esta compañía corresponde a exportaciones de enlatados de atún, a continuación en la tabla 2 se detalla las principales empresas exportadoras de enlatados de atún en el Ecuador:



* TABLA 4

PRINCIPALES EXPORTADORES NACIONALES DE ATÚN ENLATADO

EMPRESAS	EXPORTACIÓN EN MILLONES DE DÓLARES
EMPESEC	34,77
NIRSA	29,61
CONSERVAS ISABEL	19,97
TUNLO	9,41
BCP Ecuador	7,81
SEAFMAN	7,27
GALAPESCA	6,88
INEPACA	5,51
PROMASA	3,62
SPAGLIO	2,33

Fuente: Empresa de Manifiestos

De acuerdo a la Figura 2.2. Conservas Isabel tiene un 16% de cobertura en el mercado internacional. El mercado internacional de esta compañía corresponde principalmente a los países que esta empresa atunera exporta sus productos, entre los cuales están: Alemania, Inglaterra, Francia, España, Argentina, Brasil Colombia, Chile, Uruguay, Venezuela, Perú, EEUU, República Dominicana, Puerto Rico, Panamá, Paraguay.

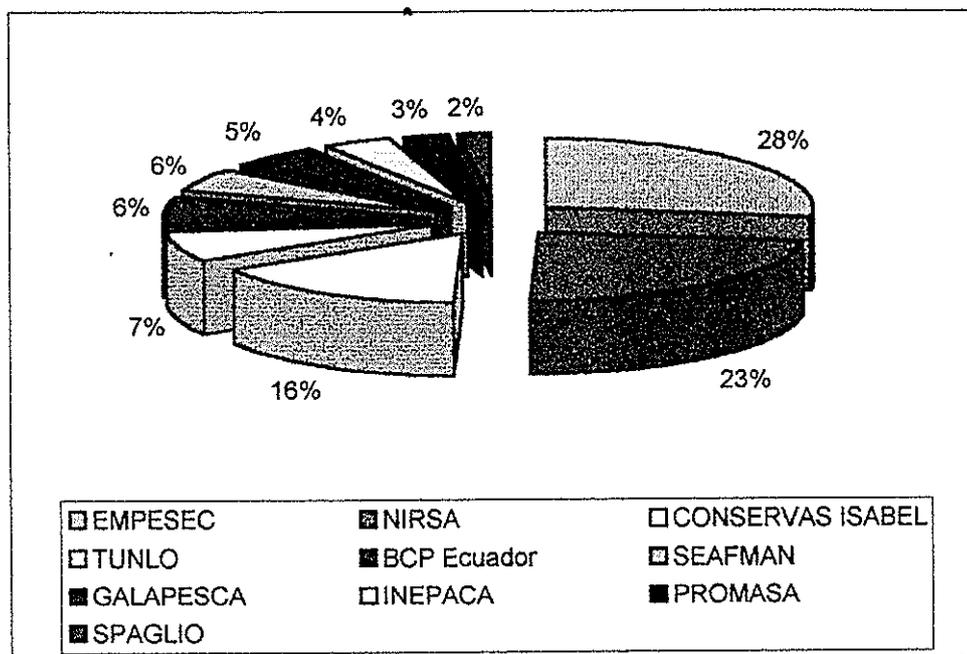


FIGURA 2.2. DISTRIBUCIÓN DE LA EXPORTACIÓN DE ATÚN ENLATADO

2.2.3 Consumidores principales.

Conservas Isabel produce su marca propia de atún y sardina; siendo sus principales clientes a nivel nacional las provincias de: Carchi, Pichincha, Guayas, Manabí y Esmeraldas (Ver figura 2.3)

Como se mencionó en el mercado internacional, a los países que Conservas Isabel exporta atún enlatado están : Alemania, Inglaterra, Francia, España, Argentina, Brasil Colombia, Chile, Uruguay, Venezuela, Perú, EEUU, República Dominicana, Puerto Rico, Panamá, Paraguay.

De acuerdo a la figura 2.4, los principales clientes internacionales a los que Conservas Isabel maquila varias marcas privadas, en este caso se hace referencia a países son: Francia, Inglaterra, España, Alemania y Chile (80% de los clientes internacionales)

TABLA 5

PRINCIPALES CONSUMIDORES NACIONALES DE ATÚN ENLATADO

PROVINCIAS DEL ECUADOR	MILES DE CAJAS
CARCHI	163,9
PICHINCHA	118,1
GUAYAS	114,7
MANABI	68,8
ESMERALDAS	59,1
LOS RIOS	52,9
AZUAY	22,5
EL ORO	17,0
TUNGURAHUA	14,4
LOJA	9,8
IMBABURA	8,5
LAGO AGRIO	3,3

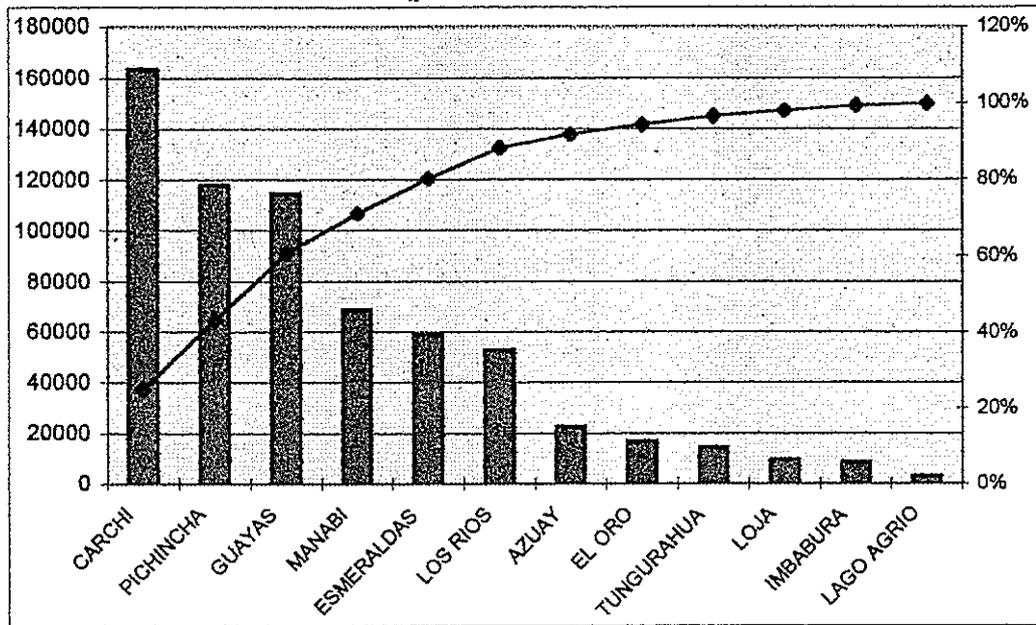


FIGURA 2.3. PARETO DE CLIENTES NACIONALES DE CONSERVAS

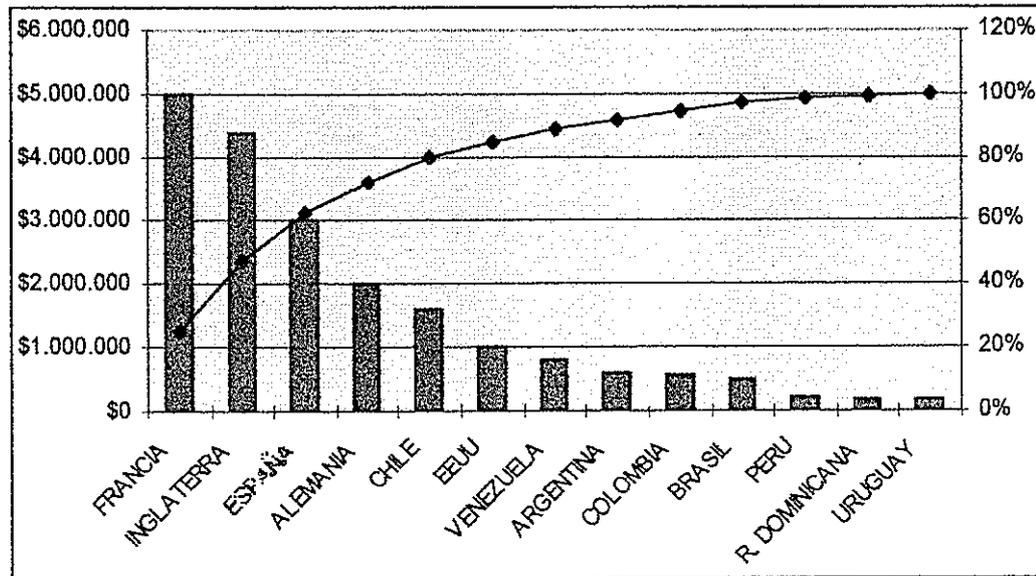


FIGURA 2.4. PARETO DE CLIENTES INTERNACIONALES

* TABLA 6

PRINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DE ATÚN ENLATADO

PAISES	MILES DE CAJAS	EXPORTACION EN DOLARES
FRANCIA	221,9	\$4.992.840
INGLATERRA	195,2	\$4.393.210
ESPAÑA	133,1	\$2.995.432
ALEMANIA	88,7	\$1.997.408
CHILE	71	\$1.597.654
EEUU	44,3	\$998.024
VENEZUELA	35,5	\$799.507
ARGENTINA	26,5	\$598.271
COLOMBIA	24,8	\$558.839
BRASIL	22,2	\$499.012
PERU	8,9	\$199.877
R. DOMINICANA	7,9	\$179.481
URUGUAY	7,1	\$160.445

2.3 PROVEEDORES Y COMPETENCIA

2.3.1. PROVEEDORES

Los principales proveedores que brindan servicio a la empresa :

- ALES – Manta
- FADESA – Guayaquil
- LYCOTEC - Guayaquil

- GRAFICAS FERAUD – Guayaquil
- GARAVILLA - España

2.3.1 COMPETIDORES PRINCIPALES

Actualmente la pesca se ha convertido en uno de los ingresos más importante para el país, por lo que se han constituido pequeñas y grandes compañías enlatadoras de atún y sardinas en nuestro país, especialmente en las provincias de Manabí, Guayas y Esmeraldas, de las cuales muchas compañías han aumentado considerablemente su producción para satisfacer una gran demanda tanto a nivel nacional como internacional convirtiéndose en competidores potenciales de Conservas Isabel . En el ámbito nacional existen varias empresas que se dedican a la producción del atún, de las cuales a continuación se menciona las principales:

- EMPESEC (Empresa Pesquera Ecuatoriana) - Guayaquil
 - TUNLO (Tuna Loins S.A) – Santa Elena
 - BCP – Manta
 - SEAFMAN (Sociedad Ecuatoriana de Alimentos y Frigoríficos) - Manta
-

- NIRSA (Negocios Internacional Real S.A.) - Posorja
- INEPACA (Industria Ecuatoriana Productora de Alimentos)
 - Manta
- PROMASA - Manta
- SPAGLIO
- ARMALIZA – Posorja
- EUROFISH - Montecristi
- MARBELIZE - Manta
- PESPACA (Pesquera del Pacífico) – Manta
- LANCATISA – Libertad- Sta Elena
- COSTA DEL SOL – Guayaquil
- CRIMAXI – Salinas

Internacionalmente existe una gran variedad de empresas que se dedican a la exportación de atún enlatado, por lo que se prefiere hablar de países exportadores. Entre los países de continente Americano que más exportan atún están: México, Venezuela, Estados Unidos, Panamá, Costa Rica; y fuera del continente los países exportadores que más exportan son: España, Vanuatu y Tailandia.

* TABLA 7

PAÍSES EXPORTADORES DE ATÚN ENLATADO

PAÍSES	MILES DE TONELADAS MÉTRICAS
MÉXICO	144,2
ECUADOR	142,1
VENEZUELA	108,9
ESPAÑA	38,3
VANUATU	24,4
PANAMA	21,1
ESTADOS UNIDOS	11,8
COSTA RICA	10,2

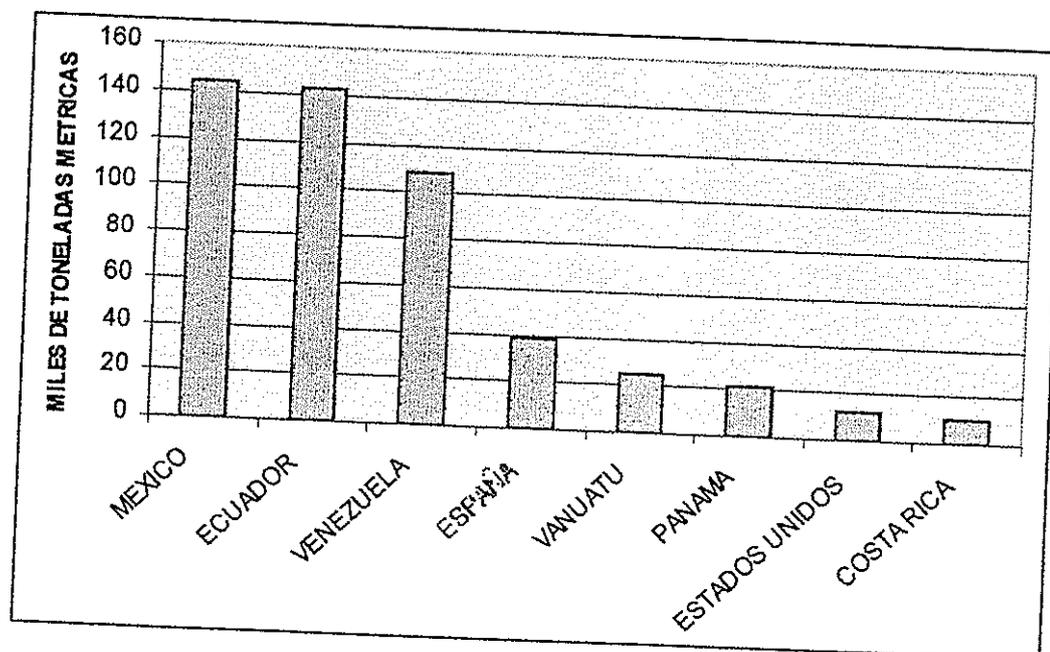


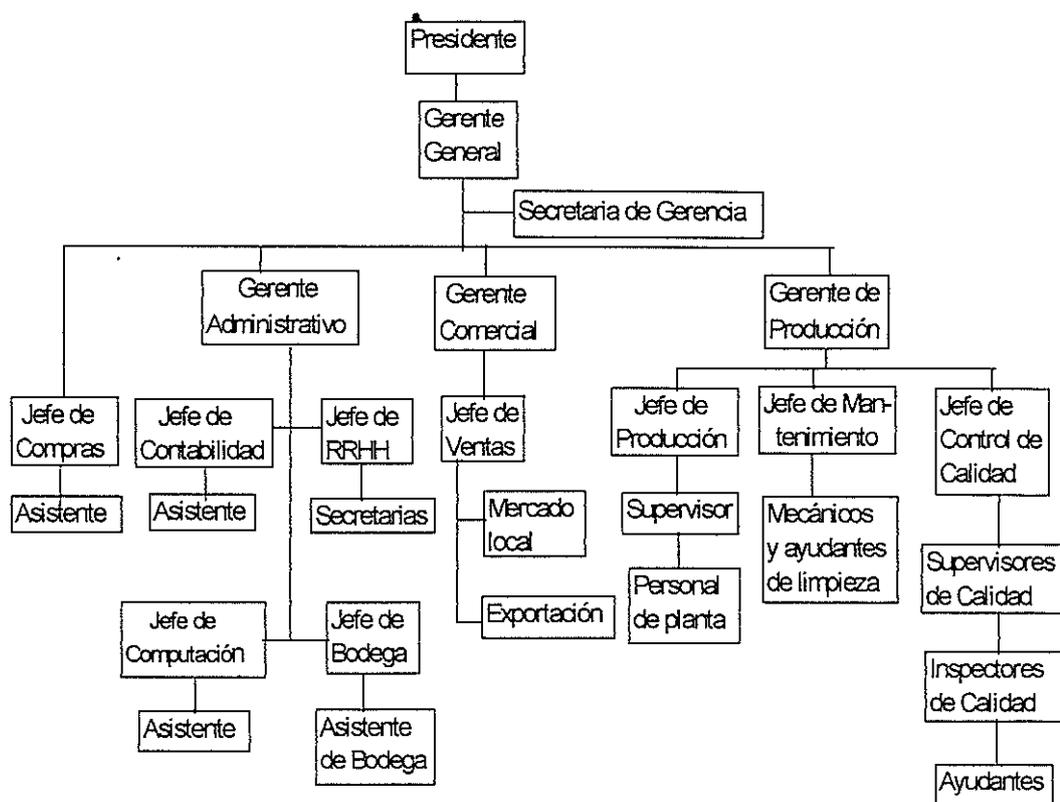
FIGURA 2.5. HISTOGRAMA DE PAISES EXPORTADORES

2.4 Estructura Organizacional.

Conservas Isabel cuenta con 700 empleados entre administrativos y operativos. Su estructura organizacional es vertical, el que se detalla en el organigrama general de la compañía y del departamento de Control de Calidad.

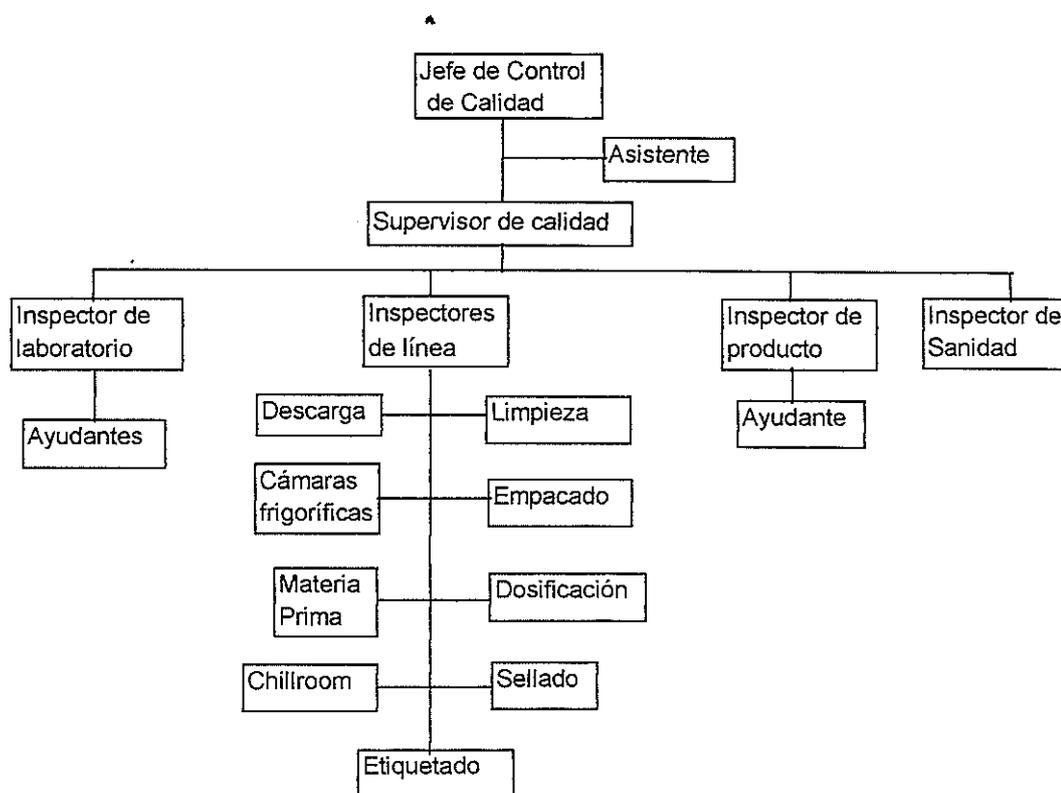
2.4.1 Organigrama de la empresa.

Esta compañía cuenta con un presidente (propietario de la empresa), un gerente general, tres gerentes de los siguientes departamentos: Administrativo, Comercial y Producción. Los gerentes de estos departamentos tienen a su cargo jefes de área y a su vez los jefes supervisan el trabajo del personal que están a su cargo.



2.4.2 Organigrama del departamento de Control de Calidad.

Este Departamento cuenta con un jefe de Control de Calidad. Los principales colaboradores del jefe de este departamento son: una supervisora de calidad, una inspectora de laboratorio, inspectores de cada línea, un inspector de producto terminado y un inspector de sanidad.



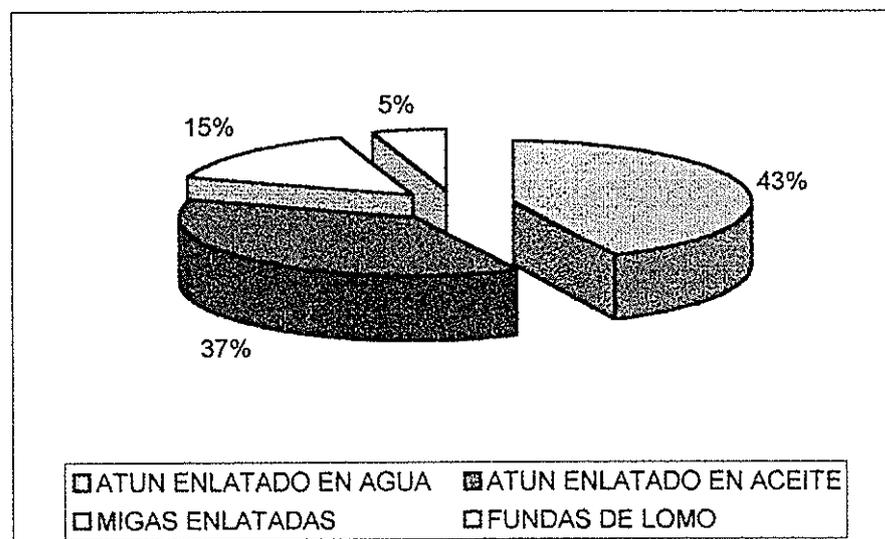
2.5 Descripción de los productos.

La producción de Conservas Isabel está dividida básicamente en: fundas de lomo congelado, migas enlatadas y atún en latas. En la siguiente tabla se realiza un detalle de la producción de esta compañía :

* TABLA 8

**COMPARACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ATÚN SEGÚN EL TIPO DE
MERCADO**

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	M. NACIONAL		M. INTERNACIONAL		PRODUCCIÓN
	PRODUCCIÓN		PRODUCCIÓN		TOTAL
	TM	% COB.	TM	% COB.	% COB. TOTAL
ATÚN ENLATADO EN AGUA	1.382	5%	11.059	38%	43%
ATÚN ENLATADO EN ACEITE	7.834	27%	2.765	10%	37%
MIGAS ENLATADAS	3.456	12%	864	3%	15%
FUNDAS DE LOMO			1.440	5%	5%
TOTAL	12.672 TM	44%	16.128 TM	56%	28.800 TM



**FIGURA 2.6. DISTRIBUCION DE LOS DIVERSOS PRODUCTOS DE ATUN
SEGÚN LA PRODUCCIÓN TOTAL**

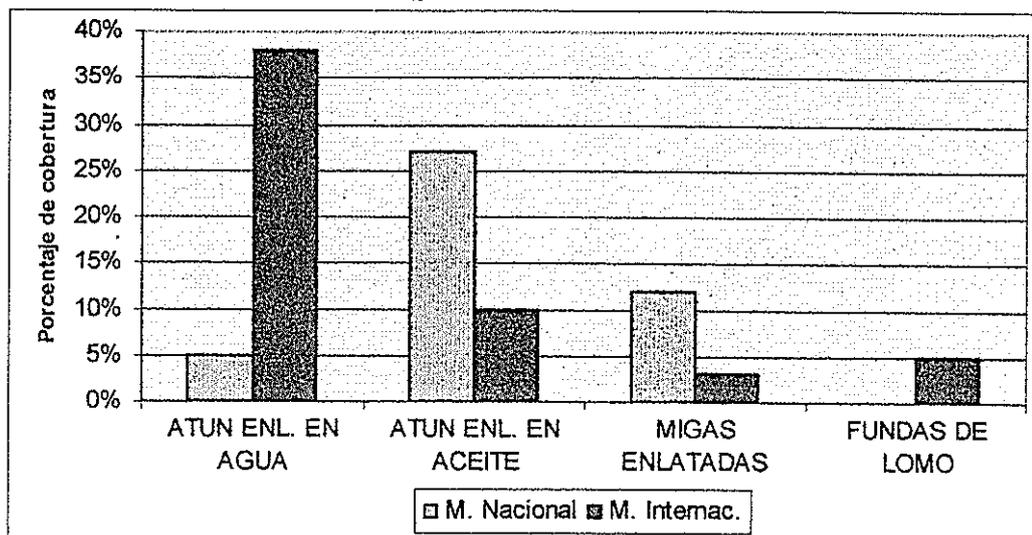


FIGURA 2.7. HISTOGRAMA DE PRODUCCIÓN DE ATÚN SEGÚN EL TIPO DE MERCADO

A continuación se realiza una breve descripción de los productos :

a) FUNDAS DE LOMO: Las fundas de lomo corresponden al 5% de la producción total de la empresa (Ver figura 2.6). Esta producción se dedica exclusivamente al mercado internacional ya que todo el lomo congelado se exporta.

El proceso de empaque del lomo es distinto al de los enlatados. Este se empaqueta utilizando fundas al vacío que permiten que el producto se conserve en las mejores condiciones por períodos

más prolongados. Entre las principales características del lomo congelado están el hecho de que no tenga piel, ni huesos, ni espinas.

b) ATUN ENLATADO: El atún enlatado se puede empacar entero, en trozos, trocitos; en aceite y en agua. Posee las características de no contener espinas, ni piel, ni huesos, ni moretones, ni escamas.

De acuerdo a la figura 2.6, este producto tanto en agua como en aceite corresponde al 80% de la producción total de la empresa; y, de acuerdo a la tabla 8 el 48% de producción total corresponde a atún enlatado (agua y aceite) para exportación (Ver figura 2.7) y un 32% de producción total corresponde a atún enlatado (agua y aceite) para el mercado nacional (Ver figura 2.7), por lo que se considera un producto esencial de estudio.

c) MIGAS ENLATADAS: Son los atunes desmenuzados debidamente empacados en aceite, agua o salsa de tomate. Este producto corresponde al 15% de la producción total de la empresa de acuerdo a la figura 2.6 y según la tabla 8, el 3% de producción total corresponde a migas enlatadas de exportación y

un 12% de producción total corresponde a este producto para el mercado local.

2.5.1. Principales materias primas

El atún es la principal materia prima de Conservas Isabel, el cual es empleado en la elaboración de todos los productos en la empresa. Cabe recalcar que Conservas Isabel tiene dos plantas. En la planta nueva se trabaja en un 98% para la producción total de atún y en la planta vieja se trabaja en un 2% para la producción de sardinas enlatadas, esto se debe a que casi todos los recursos económicos, humanos y tecnológicos han sido destinados a la producción de atún y en un tiempo muy específico del año se produce sardinas enlatadas. Por lo que se va tomar en cuenta para este estudio la planta nueva.

Conservas Isabel consume únicamente atún de las especies:

- YELLOW FIN (nombre científico Thunnus Albacares)
 - SKIPJACK (nombre científico Katsuwonus Pelamis)
 - BIG EYE (nombre científico Thunnus Obesus)
-

Estos atunes son especies típicas del Océano Pacífico y la empresa cuenta con su propia flota pesquera para capturarlos.

El Yellow Fin (nombre vulgar albacora o aleta amarilla) es considerado el mejor atún para enlatados, está cubierto por escamas muy pequeñas. Poseen un cuerpo fusiforme, más estilizado que el atún rojo o el patudo. Su cabeza y ojos son pequeños, la 2da. aleta dorsal y la anal son las más largas de todos los atunes. Su hígado no presenta estrías en su superficie ventral. En la zona dorsal presenta bandas laterales de color azul oscuro y amarillo. En la zona inferior y ventral es de color gris plata. La 2da. aleta dorsal y la anal son de color amarillo.

El Skipjack (nombre vulgar barrilete bonito) es el tipo de atún que le sigue en importancia al Yellow Fin en lo que respecta a enlatados. El Bonito se puede distinguir fácilmente de los otros atunes por la presencia de siete o más rayas oblicuas de color oscuro a ambos lados de la zona dorsal. El lomo del pez es azul aceroso o azul

verdoso. Su cuerpo está completamente cubierto de pequeñas escamas, excepto en la zona pectoral.

El Big Eye (nombre vulgar patudo u ojo grande) posee el mismo grado de importancia que el SkipJack . Se caracterizan por tener un cuerpo muy robusto y ojos bastante grandes. La aleta pectoral alcanza a la 2da. aleta dorsal. La 1ra. aleta dorsal es de color amarillo intenso, la 2da. aleta dorsal y la anal son marronáceas o amarillentas con estrechos bordes negros. Normalmente no poseen marcas en el cuerpo, pero en individuos vivos se observa una banda lateral de color azul iridiscente a ambos lados.

Esta empresa requiere aproximadamente unas 2.400 toneladas de atún al mes para el funcionamiento normal de la planta de producción e incluye las tres variedades de atún antes citadas. Para la elaboración de productos de exportación como de consumo nacional se requiere de materias primas tanto de proveedores nacionales como internacionales.

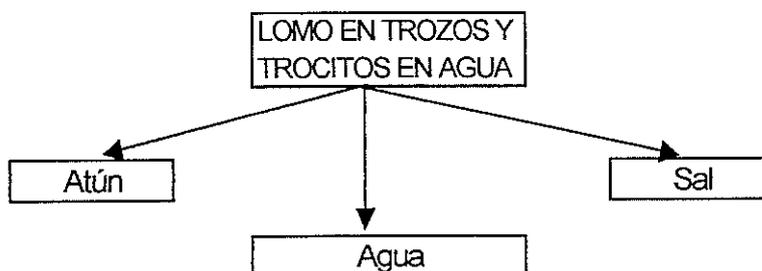
En el caso de las latas, necesarias para el empaque de productos como lomo en trozos, trocitos de lomo y migas, el proveedor de latas y etiquetas es nacional. La compra del aceite se realiza a un solo proveedor en este caso Ales. Las salsas para el enlatado de migas son importadas de España.

2.5.2. Diagrama de árbol de requerimientos de materiales.

PRODUCTOS DE CONSERVAS ISABEL:

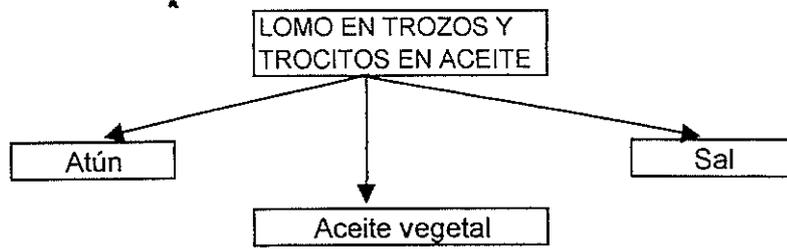
1.-LOMO EN TROZOS EN AGUA Y LOMO EN TROCITOS

EN AGUA: atún, agua, sal

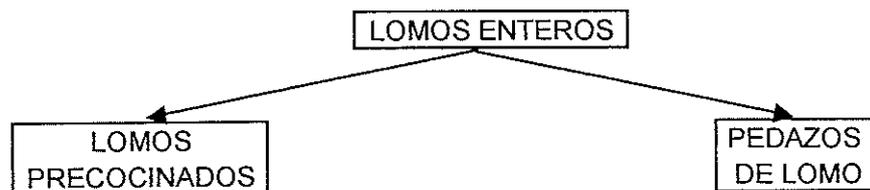


2.- LOMO EN TROZOS EN ACEITE Y LOMO EN

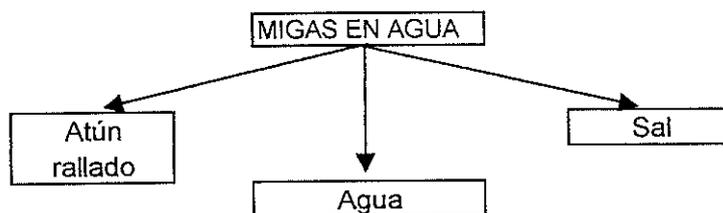
TROCITOS EN ACEITE: atún, aceite vegetal, sal



3.- LOMOS ENTEROS: lomos precocinados, pedazos de lomos.

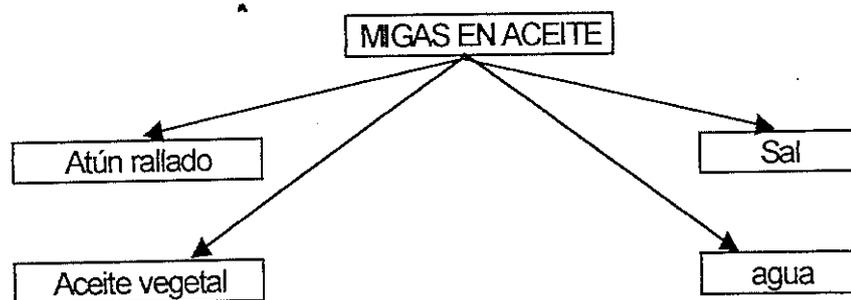


4.- MIGAS EN AGUA: atún rallado, agua, sal

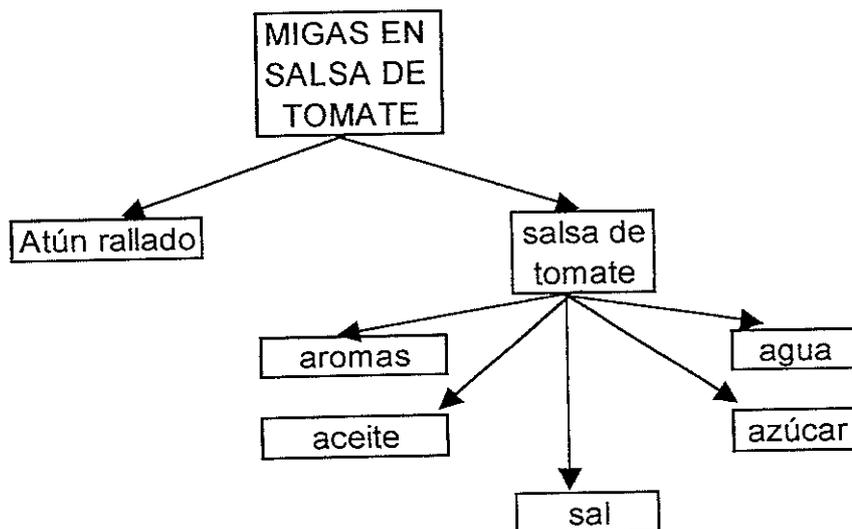


5.- MIGAS EN ACEITE: atún rallado, agua, aceite, sal.





6.-MIGAS EN SALSA DE TOMATE: atún rallado, salsa de tomate importada (aromas, agua, aceite, azúcar, sal)



CAPÍTULO 3

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE CALIDAD DE LA EMPRESA ATUNERA

En este capítulo se expone un análisis de la situación actual de la calidad de Conservas Isabel, especialmente de su sistema de Control de Calidad. Tal análisis ha sido efectuado a partir de las investigaciones de campo efectuadas en esa empresa.

Se decidió realizar el análisis de la situación actual y la posterior propuesta a partir de un producto, atún enlatado en agua. Este producto es el más importante en cuanto al nivel de ventas, especialmente en el mercado internacional y además tiene algunos controles comunes a los otros productos, en especial aspectos que tienen que ver con el pescado.

Actualmente las funciones de Control de Calidad se limitan únicamente a inspeccionar y no al control del proceso ni del producto. El Departamento de Control de Calidad obtiene esta información mediante los reportes de inspección proporcionados por los inspectores de línea. Los reportes que se llevan a cabo en el departamento son los de: inspección de pescado crudo, clasificación de pescado crudo, inspección visual de latas vacías, control de peso de llenado, control de peso neto, control de peso de líquido, control doble sello, inspección visual de latas llenas, inspección de producto saliente, pescado cocinado, inspección diaria de limpieza, evaluación de producto terminado (Ver Apéndice A).

Cabe destacar que los reportes elaborados por el personal del Departamento de Control de Calidad, una vez que son puestos en conocimiento del supervisor de calidad en caso de encontrarse anomalías en las inspecciones, se lo notifican inmediatamente al departamento de producción para un chequeo. Después estos reportes quedan registrados y guardados en los archivos del departamento, a efecto de poder ser utilizados o revisados cada vez que sean requeridos. Por lo que los datos que se obtiene de los reportes se los utiliza como consulta para corregir anomalías y defectos, mas no como

información para identificar y solucionar problemas críticos del proceso productivo mediante herramientas estadísticas.

Se puso de manifiesto la necesidad de establecer elementos de control adicionales mediante la aplicación de herramientas básicas de calidad y estadística para evaluar el nivel de calidad. Para ello se seleccionó el producto de mayor producción de la empresa, buscando que este producto constituya el más representativo de la compañía y al cual se le evaluó su nivel de calidad, lo que representa un nivel de calidad referencial de la empresa atunera.

3.1. Selección del producto.

La selección del producto se lo hizo sobre la base del elemento de mayor producción de la empresa, a través del cual se va a realizar una investigación minuciosa del nivel de calidad de su proceso de producción, que involucra desde el acopio de la materia prima hasta el embalaje del producto terminado. Cabe indicar que esta empresa procesa aproximadamente 100 toneladas diarias de atún, de las cuáles el 56% de producción corresponde al mercado internacional y el 44% de producción corresponde al mercado nacional de acuerdo a la figura 2.1.



Para el análisis del mercado a nivel internacional se tomaron como parámetros de selección: fundas de lomo, migas enlatadas, atún enlatados en agua y en aceite en todas sus presentaciones. Los enlatados guardan todos la misma relación y no existe ninguna diferencia importante que justifique su análisis individual por presentaciones (Ver figura 2.6).

Con el fin de determinar cual es el producto a seleccionar, se realizó el Diagrama de Pareto de producción total y de mercado internacional en base a la tabla 8, a continuación se presenta gráficamente los resultados de pareto:

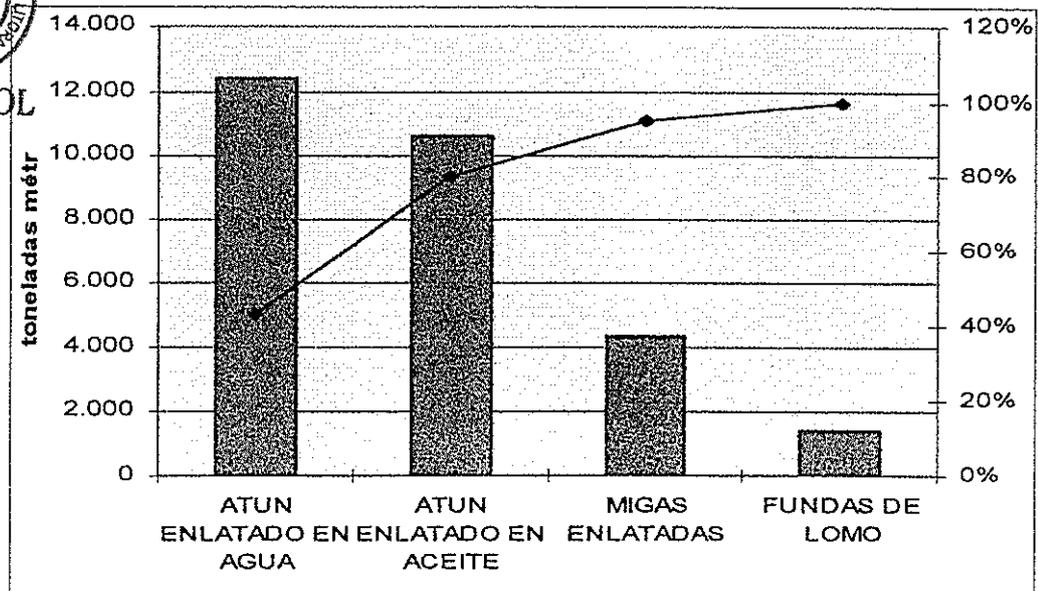


FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE PARETO DE PRODUCCIÓN TOTAL

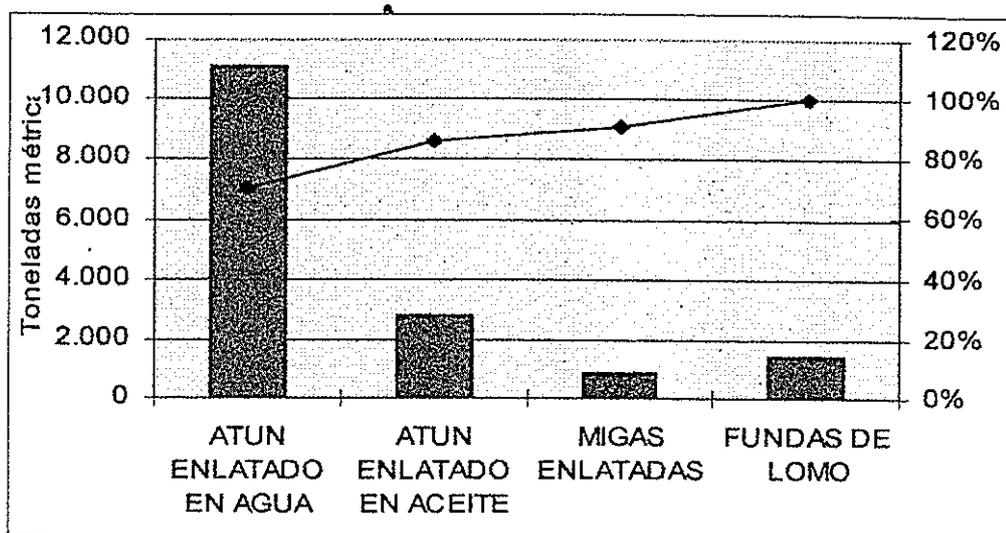


FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE PARETO DE MERCADO INTERNACIONAL

Como se puede ver en la figura 3.1 de acuerdo a los resultados del análisis de Pareto, el 80% de producción total corresponde a los productos de atún enlatado tanto en agua como en aceite. Mediante la selección del producto de mayor producción se busca que éste sea el de mayor representatividad para la empresa, y según los resultados del análisis de Pareto de mercado internacional (Ver figura 3.2) el producto de atún enlatado en agua corresponde al 70% de producción destinada para exportación. Por lo que se determinó que el producto de mayor producción para la empresa lo constituye el enlatado en lomo en trozos en agua para exportación.

Las justificaciones de la elección de este producto radican en los siguientes aspectos:

- Es un producto con una producción constante que permite una recolección de datos periódica y continua
- Este producto es el de mayor demanda para la empresa de acuerdo al análisis de Pareto de mercado internacional.
- Por ser un producto que se destina al mercado internacional, esta sometido a un riguroso control de calidad que por su naturaleza de control es importante de analizar.
- Al escoger este producto para sus análisis se están analizando procesos que son parte del resto de los productos.

3.2. Caracterización del proceso.

3.2.1. Nivel de proceso de fabricación.

3.2.1.1. Descripción del diagrama nivel 0.

En el diagrama nivel 0 se observan las principales actividades que se llevan a cabo dentro de la empresa de Conservas Isabel. Lo primero que se hace es recibir la materia prima, la que es

previamente analizada por el departamento de Control de Calidad. Si se trata de latas, cajas y demás productos que se utilicen en el proceso productivo lo recibe el área de Bodegas. Si se trata de pescado, éste entra directamente al área de Producción donde lo recibe Producción y Control de Calidad. De esta manera se distribuye la recepción de la materia prima.

Para el siguiente paso se da un almacenamiento de los productos mientras éstos son utilizados en el sistema productivo. Para esto existen 1 bodega de materias primas tales como latas, cajas , salsas y demás productos; 4 cámaras frigoríficas para el pescado y 1 cámara fría para las fundas de lomo entero y sangacho.

El tercer paso se da cuando los productos ingresan al área de producción para ser transformados en el producto que se determine: enlatados en agua como en aceite (en trozos, trocitos, migas) o en lomos enteros.

Seguidamente se da el empaque del producto, ya sea en la caja de enlatados o en bolsas para el caso de los lomos. Las latas se empacan en cajas de cartón con una capacidad de 48 latas por caja que a su vez son selladas y las bolsas de lomo se empacan en cajas con capacidad para 4 bolsas de lomo.

La quinta etapa es el almacenamiento del producto terminado. Este almacenamiento se lo realiza en una bodega de producto terminado hasta que éste sea trasladado hacia los distribuidores o embarcado para los clientes extranjeros. Los pallets de madera son utilizados para la estiba del producto, en cada pallet caben alrededor de 105 cajas (máximo 7 pisos de 15 cajas cada piso en cada pallet) . Al estibar las paletas o pallets, las columnas no deberán tener más de cuatro pallets, para evitar mucho peso sobre la primera.

Finalmente se despacha el producto al muelle para ser exportados o se transporta a los distribuidores

con *quienes trabajan a nivel nacional. En el apéndice B se observará el diagrama del nivel 0.

3.2.1.2. Descripción del diagrama arriba-abajo del proceso de producción.

El proceso de producción incluye actividades que se describen detalladamente en el Diagrama arriba-abajo del proceso de atún enlatado en trozos en agua (Ver apéndice C).

Las actividades son las siguientes:

1.- Captura del pescado.- Consiste en la manipulación, estiba y rápida refrigeración del pescado, en este caso del atún, que asegurará la frescura inicial del atún hasta el momento de desembarcar. Para la refrigeración del pescado se lo almacena en los frigoríficos del barco agregándole al pescado salmuera. La salmuera no es otra cosa que la mezcla de 1m^3 de agua de mar con aproximadamente 2000 lb de sal granulada. La aplicación de la salmuera es para bajar la

temperatura del atún a 4°F (-15°C) y mantener el pescado en excelentes condiciones hasta el momento de su descarga.

2.- Descarga y Pesaje.- Es cuando se saca el pescado de las cámaras frigoríficas de los barcos para transportar el atún en contenedores isotérmicos por un trailer. Cuando el trailer llega a la planta es pesado en una balanza de camiones para determinar las toneladas de atún descargadas.

3.- Recepción del pescado.- El pescado es clasificado por tipo de atún y por tamaño por una cuadrilla (grupo de operarios). Esta cuadrilla acomoda los atunes según el tipo y tamaño en recipientes cuadrados metálicos con capacidad para una tonelada de atún (boogies).

4.- Almacenaje en Cámara Frigorífica.- Los boogies llenados se colocan en las cámaras de refrigeración de la planta a una temperatura de 25 a 30 grados centígrados bajo cero hasta que

Producción de la orden de que sean sacados a descongelarse.

5.- Descongelado.- El pescado se lo saca de las cámaras frigoríficas para su descongelamiento no más de dos horas. Hay procesos en los que no es necesario descongelar el pescado porque no lo desbuchan. El pescado descongelado facilitará el poder detectar malos olores y facilita el desbuchado.

6.- Desbuche.- Es el proceso de corte y desviscerado (extracción de vísceras) si el pescado es grande (mayor de 3 Kg) se lo desviscera , si el pescado es pequeño (menor de 3 Kg) pasa entero . Una vez desviscerado , se lava el pescado mediante expansores que sirven para uniformar la temperatura y se coloca en parrillas (4 atunes por parrilla) para ser llevado a los cocinadores para la etapa de cocción. El pescado deberá ser desbuchado dentro de las dos horas después de completar el ciclo de descongelamiento.

Hay algunas enlatadoras de atún con tecnología europea que no desbuchan el pescado antes de cocinarlo por considerarlo innecesario, pero cabe recalcar que el pescado cocinado sin desbuchar le da un sabor desagradable (sabor fuerte a pescado agrio), en cambio el pescado cocinado previamente desbuchado tiene un sabor normal.

7.- Cocción.- el pescado se introduce en los hornos de vapor, hay 4 cocinadores y en cada cocinador entran 8 carros de precocinas con capacidad para 42 parrillas, el horno es automático por lo que se programa el horno dependiendo del tamaño del pescado, se enciende y se espera hasta que éste se encuentre completamente cocido. Cabe recalcar que el punto de cocinamiento del pescado es a una temperatura de 52 °C .

Es importante señalar que es conveniente colocar los pescados en su respectiva parrilla por especie y tamaño para no alterar el tratamiento de cocido. Los

carrós deben ser rotulados para identificar tamaño, especie, fecha y hora que fueron puestos.

8.- Enfriamiento o Chillroom.- Una vez que el pescado cumple su ciclo de cocinamiento, se traslada los carros con el atún cocinado a un cuarto, donde el pescado pasa a un túnel de enfriamiento donde se rocía agua fría con el fin de disminuir la temperatura luego de la cocción y después de rociar aire y agua juntos (nebulización) para evitar que se reseque el pescado cocinado y así pueda ser pelado con facilidad. Dependiendo del tamaño y temperatura, el pescado puede permanecer durante un lapso entre 15 a 30 minutos en el área de enfriamiento donde se le rocía agua fría para que su temperatura baje a 26°C , ya que esta es una temperatura apta para la posterior limpieza.

9.- Limpieza .- El pescado pasa luego a las mesas de raspado donde las operarias le hacen la respectiva limpieza mediante la extracción de la

piel, * cabeza, espinas, carne oscura y demás impurezas de manera manual. Para la limpieza del pescado y lomos cocinados, las obreras utilizan un cuchillo apropiado o paleta. Luego se clasifica los lomos según su tamaño y se los coloca en diferentes recipientes que serán transportados a las máquinas de empaçado o llenado.

10.- Empacado.- El pescado pelado y clasificado se lleva al área de enlatado donde las operarias vacían el contenido de los recipientes en las máquinas llenadoras (5 máquinas) y esta máquina se encarga de realizar el proceso de llenado del atún cocinado en la lata. El pescado debe ser empaçado dentro de las dos horas siguientes a su despellejamiento para evitar su descomposición. Cada enlatadora fijará su peso de llenado, pesos en los líquidos de cobertura y sus pesos netos.

11.- Dosificación.- Una vez llenada la lata con atún, esta máquina vierte el líquido dentro de la lata llenada ya sea con agua, aceite o sal.

12.- *Sellado.- Esta máquina coloca la tapa y al mismo tiempo la sella al vacío con la lata llenada que sale de la dosificadora.

13.- Lavado.- Antes del esterilizado, el producto pasa por una lavadora de latas que vierte agua caliente y vapor sobre el envase sellado, para su limpieza externa, previo al envagonado

14.- Envagonamiento.- Consiste en llenar un vagón a través de una máquina automática que a su vez deposita 120 latas en cada lámina y así sucesivamente hasta llenar un vagón de 8 láminas de altura aproximadamente, es decir, que en un vagón pueden caber 960 unidades.

15.- Esterilizado.- el vagón es trasladado a los autoclaves para que el producto sea esterilizado a la temperatura y el tiempo requerido, de acuerdo al formato de la lata. La temperatura promedio para esterilizar un enlatado de atún es de 116°C y el rango promedio de tiempo de esterilización es de 90

– 100 minutos. Cabe recalcar que hay 7 autoclaves y en cada autoclave ingresan 6 vagones para cada esterilización.

La esterilización del enlatado de atún es un proceso térmico en el cual la aplicación de calor al enlatado por un tiempo y temperatura determinado científicamente, permite la eliminación de bacterias como el "clostridium botulinum". El indicador más evidente del deterioro en un alimento enlatado que tiene más de dos horas y no ha sido esterilizado es el combamiento de uno o de ambos lados de la lata, es decir, que el alimento ha sido afectado por la acción de bacterias que producen gas ocasionando presiones internas.

16.- Enfriamiento.- La importancia del enfriamiento en las latas radica en que no se debe etiquetar el producto con temperaturas mayores a 90°F, ya que podría ocurrir que la temperatura interna del producto se mantenga por muchas horas más y se sobrecocinare el producto, además de causar

problemas en el manipuleo de las latas. Por lo que una vez terminado el proceso de esterilización, se deja enfriar al ambiente las latas en el vagón por algunas horas.

17.- Desenjaulado.- Aquí se desenjaulan los vagones para a su vez puedan ser etiquetadas las latas. El desenjaulado consiste en sacar las láminas del vagón a través de una máquina automática que introduce 120 latas por cada lámina a la línea de etiquetado y así sucesivamente hasta vaciar un vagón.

18.- Lavado.- Una vez introducidas las latas esterilizadas a la línea de etiquetado, se lavan nuevamente estas latas con agua y un poco de detergente. Cabe recalcar que este proceso es antes del etiquetado y son secadas con ventiladores de aire para evitar cualquier residuo de aceite.

19.- Etiquetado.- Consiste en pegar las etiquetas a las latas y se le grava el número de lote y demás datos de registro. El etiquetado indicará que el producto saliente cumple con los estándares de calidad establecidos por la compañía y con el período de expiración del producto.

20.- Empaque.- Las latas etiquetadas pasan por una banda transportadora para ser ubicadas en sus respectivas cajas por el personal a cargo de ellas. Cada caja tiene capacidad para 48 latas cada una.

3.2.1.3 Descripción del diagrama arriba-abajo de Control de Calidad.

El departamento de Control de Calidad realiza muestreos a lo largo de todo el proceso productivo, en recepción de la materia prima y en el producto terminado (Ver Apéndice D).



Primera se realizan pruebas cualitativas sobre la materia prima antes de entrar al proceso haciendo muestreos a los envases, tapas y el pescado crudo. También se realiza pruebas cuantitativas donde se chequea el estado del pescado en las cámaras de refrigeración, porcentaje de sal e histamina(Ver Apéndice D).



Durante el proceso de producción se realizan controles de calidad en puntos clave tales como en el Lomo en Proceso y en el Llenado. El lomo en Proceso es el pescado cocinado antes de ser enlatado, aquí se miden los porcentajes de sal e histamina. El llenado es el enlatado empacado con atún y dosificado con agua antes de ser sellado, en este punto se miden el peso de llenado, peso neto y contenido de agua.



Al final, cuando el producto está terminado, es decir, el atún enlatado sellado con tapa, se realizan pruebas cuantitativas tales como la medición del contenido de sal, porcentaje de histamina, presión,



prueba de esterilización. También se monitorean características cualitativas al contenido del producto, pegado de las etiquetas, estado de las latas y cartones (Ver Apéndice D).

3.2.1.4 Diagrama Causa y Efecto del proceso de Control de Calidad.

Para la elaboración del diagrama causa y efecto del proceso de Control de Calidad de los productos, se determinó como causas del proceso de control de calidad a los recursos que a su vez se los dividió o clasificó en maquinarias, misceláneos, mano de obra, materiales, métodos (Ver Apéndice E). El laboratorio es el centro de operaciones del departamento de control de calidad.

Como componente bajo la clasificación de maquinaria se encuentra una refrigeradora, fluorómetro (medidor de histamina), licuadora, clorídómetro(medidor de sal), microondas, hornos, destilador, abridor, bacuómetro (medidor de

presión), potenciómetro y una computadora. Estas maquinarias se utilizan para el análisis de las muestras y de los resultados de los análisis (Ver Apéndice E).

Los materiales que se utilizan dentro de los procesos que se realizan para controlar la calidad de los productos son los siguientes: compuestos químicos, reactivos, recipientes, agua destilada, cedazo, platos, pipetas, muestras, etc

Dentro de la mano de obra que labora en el Departamento de Control de Calidad se distingue un Ingeniero Industrial (Jefe de Control de Calidad), supervisora de calidad, laboratorista, técnicos de calidad (inspectores) que supervisan los procesos de recolección de información y los ayudantes que se encargan de realizar las pruebas.

Los métodos que se utilizan para realizar las pruebas de calidad en los diversos puntos de control son los siguientes:

- Prueba de sal
- Prueba de histamina
- Medición de la temperatura
- Peso (agua o aceite, peso neto y peso escurrido)
- Prueba al vacío
- Pruebas visuales (pruebas cualitativas)

3.3 Caracterización del producto seleccionado.

Como se estableció anteriormente, al producto de mayor producción que es el atún enlatado en agua, se realizará el control estadístico del proceso de enlatado en todas sus fases.

3.3.1 Diagrama Causa y Efecto del producto.

Para la elaboración del diagrama causa y efecto del producto seleccionado, se determinó como factores del producto a las características de incidencia de calidad, es decir, a todas aquellas características cuantitativas y cualitativas de calidad que influyen en el producto.

Para un mejor detalle de las causas se agrupó en cuatro niveles de proceso: materia prima, lomo en proceso, llenado y producto terminado (Ver Apéndice F). Por lo que en la fabricación de este producto, el control de calidad se centra en cuatro factores de incidencia de calidad (niveles del proceso), los cuales se los detalla a continuación:

1.- MATERIA PRIMA

a.- PESCADO CRUDO: (se constituye en la principal materia prima para la fabricación del enlatado)

Las características de calidad que se monitorean las conforman:

Características Cuantitativas:

- Contenido de Histamina
- Contenido de Sal
- Temperatura

Características Cualitativas:

- Agallas (branqueas del pescado)
 - Ojos
-



- Pellejo *
- Olor
- Daño físico
- Firmeza de la panza



b.- ENVASE : (lata redonda que se utiliza para empacar el atún)

Características Cualitativas:

- Laminación del envase
- Perforaciones
- Manchas del metal
- Hollín sobre el barniz interior del envase
- Hollín sobre el barniz exterior del envase
- Esmalte del envase
- Parcialmente sin esmalte interior
- Gotas del barniz en interior
- Barnizado con ojo de pez
- Marcas internas del envase
- Malformación del estaño
- Marcas de basura en el envase
- Rebaba en la pestaña



- Pestaña incompleta
- Fractura en el fondo de la lata
- Barniz interior hacia fuera
- Pestaña partida
- Rodón de la pared incompleto
- Ralladuras internas del envase
- Ralladuras externas del envase

c.- TAPA :

Características Cualitativas:

- Laminación de la tapa
 - Perforaciones de la tapa
 - Hollín sobre el barniz interior de la tapa
 - Hollín sobre el barniz exterior de la tapa
 - Ojo de pez
 - Soldadura alambre
 - Sin esmalte parcialmente interna
 - Marcas de basura en la tapa
 - Rebaba en la pestaña
 - Pestaña incompleta
 - Arruga en la pestaña
-

- Suciedad*curva en la pestaña
- Abolladura en la pestaña
- Pestaña cortada

2.- LOMO EN PROCESO (el pescado cocinado antes de ser enlatado)

Las características de calidad que se monitorean las conforman:

Características Cuantitativas:

- Contenido de Histamina
- Contenido de Sal
- Humedad

3.- LLENADO (el enlatado aún no se ha sellado)

Las características de calidad que se monitorean las conforman:

Características Cuantitativas:

- Peso de llenado
 - Peso neto
 - Contenido de agua
-

4.- PRODUCTO TERMINADO(enlatado sellado con la tapa)

Las características de calidad que se monitorean las conforman:

a.- ENLATADO SELLADO Y ESTERILIZADO

Características Cuantitativas:

- Porcentaje de sai del enlatado cerrado
- Porcentaje de histamina del enlatado cerrado
- Prueba al vacío de enlatado cerrado
- Control doble cierre del enlatado cerrado
- Peso drenado

Características Cualitativas

- Apariencia superior
 - Apariencia del fondo
 - Limpieza de la carne enlatada
 - Sabor de la carne enlatada
 - Textura de la carne enlatada
 - Color de la carne enlatada
-

- % de trozo
- Espinas
- Sangre
- Moretones
- Venas
- Piel
- Presencia de escamas

b.- ETIQUETAS:

Características Cualitativas:

- Mal etiquetado del enlatado cerrado
- Sin etiqueta
- Etiqueta floja
- Etiqueta rota
- Etiqueta sucia
- Etiqueta mal alineada
- Etiqueta invertida
- Ralladura
- Goma en la etiqueta
- Etiquetas arrugadas

c.- LATAS: ^

Características cualitativas:

- Abolladuras del enlatado
- Latas oxidadas
- Latas sin código
- Latas con código borrosa
- Abolladuras en el cuerpo
- Latas sucias

d.- CARTONES:

Características cualitativas:

- Cartones equivocados
 - Código de caja inexistente
 - Rotura grande
 - Daño en la superficie
 - Sin goma
 - Exceso de goma
 - Caja o tapa deformada
 - No tiene el código de la caja
 - Tapa arrollada hacia atrás
-

- Mala apariencia
- Código de la caja ilegible
- Unión de las tapas (1 cm de separación)

3.3.2 Definición y descripción de las características de calidad.

1.- MATERIA PRIMA.

a) PESCADO CRUDO.- El pescado crudo se constituye en la principal materia prima para la fabricación del enlatado, en este caso del enlatado de lomo en trozos de agua . A continuación se detalla las características que se miden en el momento de la recepción del pescado crudo (Ver tabla 10):

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS

- CONTENIDO DE SAL.- El análisis de sal consiste en una prueba de laboratorio que permite conocer exactamente el porcentaje de sal del pescado crudo y así poder mantener un contenido de sal en el producto terminado entre un
-

mínimo de 0.50% y máximo de 2% de salinidad (Ver tabla 10), según normas del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). Para el análisis del contenido de sal se utilizan equipos como un aparato llamado cloridómetro, balanza de laboratorio, probetas, pipetas y reactivos tales como: nitrato de plata en cristales (AgNO_3), ácido nítrico concentrado (HNO_3), tiocianato de amonio (NH_4SCN) y sulfato férrico de amonio.

Esta medición se la realiza, debido a que cada pescado presenta una concentración diferente de sal, ya que una vez que es capturado el atún es puesto en los frigoríficos del barco, al que se le pone salmuera para bajar su temperatura. El porcentaje de sal que absorbe el pescado depende de la buena operación durante la baja de su temperatura, es decir, agregar sal granulada y agua de mar hasta lograr el porcentaje de sal requerido (por peso) y la temperatura ideal de la salmuera que es de 4°F (-15°C) a 6°F (-14°C) y a 18% de sal por peso. Se debe tener mucho cuidado al no llegar a la saturación de la salmuera, la misma que se produce a un 24% de sal por peso y a 1°F (-17°C) punto llamado EUTECTICO en el que la sal se cristaliza y

deja de enfriar la salmuera, tal como indica la tabla 9 (Cuadro de punto de congelación de una salmuera).

- TEMPERATURA DEL PESCADO EN CLASIFICACION.- Se refiere a la toma de temperatura del atún cuando llega a la planta. Se mide la temperatura en el momento de la recepción donde a su vez se lo clasifica al atún según el tamaño. Tomar temperaturas al atún garantiza las condiciones adecuadas del pescado, ya que controlando la misma se previene la descomposición del pescado. Las temperaturas consideradas ideales para transportar el pescado del muelle hacia la planta en excelentes condiciones es de -10°C en los contenedores isotérmicos de los trailer.

- CONTENIDO DE HISTAMINA.- La medición de la histamina consiste en una prueba en el laboratorio que se realiza utilizando equipos: como un medidor de histamina llamado fluorómetro, balanza analítica, mezclador, embudos de vidrios, pipetas y reactivos tales como: histaminas de Dihydrochoride, O.P.T (O-Phtaliodicarboxaldehyde), resina 100-200 mesh, hidróxido de sodio (NaOH), ácido

clorhídrico(HCl), Metanol (CH₃OH) y ácido fosfórico(H₃PO₄ 85%). El análisis de histamina permite conocer el contenido del mismo en el pescado crudo para tomar acciones correctivas en caso de algún pescado tenga con alto contenido de histaminas.

La histamina se forma en el atún por una inadecuada refrigeración y congelación después de que el pescado fue capturado. La histamina es una proteína que se degrada con el paso del tiempo. Cuando el pescado muere, las bacterias comienzan a multiplicarse, dependiendo de la temperatura y como el pescado contiene histidine, el cual es un esencial aminoácido en el cambio proteínico, a elevadas temperaturas las bacterias convierten histidine en histaminas. La presencia de histaminas provoca riesgos para la salud de quienes la consumen debido a que es un producto tóxico. De acuerdo al INEN, cada lote de pescado que va a hacer producido debe tener un contenido de histamina que no exceda los 3 mg.%.

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS:

- AGALLAS, OJOS, PELLEJOS, OLOR, DAÑO FÍSICO, FIRMEZA DE LA PANZA.- Estas características son inspeccionadas visualmente y por medio de la apariencia del pescado se puede determinar si el pescado está en condiciones adecuadas para el consumo. Esta prueba depende de los órganos de los sentidos tales como: la vista, el olfato, el gusto y el tacto. Por ejemplo: al comprobar los olores del pescado, mirar la pérdida de frescura, cambios durante la refrigeración (alteraciones), verificar daños físicos, tocar la panza y comprobar su textura si es consistente, duro, elástico (Ver tabla 11).
-

TABLA 9

PUNTO DE CONGELACIÓN DE UNA SALMUERA

PORCENTAJE DE SAL POR PESO	PUNTO DE CONGELACION	
	°C	°F
0	0,00	32,00
1	-0,58	31,00
2	-1,13	30,00
3	-1,72	28,90
4	-2,35	27,80
5	-2,97	26,70
6	-3,63	25,50
7	-4,32	24,20
8	-5,03	22,90
9	-5,77	21,60
10	-6,54	20,20
11	-7,34	18,80
12	-8,17	17,30
13	-9,03	15,70
14	-9,94	14,10
15	-10,88	12,40
16	-11,90	10,60
17	-12,93	8,70
18	-14,03	6,70
19	-15,21	4,60
20	-16,46	2,40
21	-17,78	0,00
22	-19,19	-2,50
23	-20,69	-5,20
23,3 (E)	-21,13	-8,00
24*	-17,00	1,40
25*	-10,40	13,30
26*	-2,30	27,90
26,3*	0,00	32,00

* Saturación de la temperatura del cloruro de sodio (NaCl)

b) ENVASE. El envase es la lata cilíndrica que se utiliza para empacar el atún. Cabe recalcar que este envase tiene un diámetro de 8.346 cm y una altura de 3.28 cm. La inspección de estos envases metálicos vacíos recibidos en la planta garantizará el estado en el cual se encuentra las latas, ya que después serán enviados a la línea de empaclado. A continuación se detalla las características cualitativas que se inspeccionan en el momento de la recepción del envase metálico que afectan en mayor o menor medida el producto: laminación del envase, perforaciones, manchas del metal, hollín (punto negro) sobre el barniz interior y barniz exterior del envase, esmalte del envase, parcialmente sin esmalte interior, barnizado con ojo de pez (punto blanco) , marcas internas del envase, malformación del estaño, marcas de basura en el envase, rebaba en la pestaña, pestaña incompleta, fractura en el fondo de la lata, barniz interior hacia fuera, pestaña partida, rodón de la pared incompleta, ralladuras internas del envase y ralladuras externas del envase (Ver tabla 12).

c) TAPA.- La tapa es una lámina delgada metálica que se la sella en la parte superior del envase para cerrar el envase.

A si mismo cómo en el envase, la inspección de las tapas es necesaria, por lo que se realiza el control de ésta en el momento de la recepción ya que después se las coloca en la máquina selladora. Las siguientes características cualitativas se inspeccionan en el control que se efectúa en la tapa: laminación, perforaciones, hollín (punto negro) sobre el barniz interior y exterior de la tapa, ojo de pez (punto blanco), soldadura alambre, sin esmalte parcialmente interna, marcas de basura en la tapa, rebaba en la pestaña, pestaña incompleta, arruga en la pestaña, suciedad curva en la pestaña, abolladura en la pestaña, pestaña cortada (Ver tabla 13).

2.- LOMO EN PROCESO.- Para poder asegurar el mantenimiento de la calidad del producto, es necesario controlar el pescado ya cocinado. Para el análisis de histaminas, análisis de sal y humedad, el personal del departamento de control de calidad realiza los muestreos respectivos a los lotes (Ver tabla 18), en este caso un lote es un carro de atún cocinado, pero cada lote lleva su respectiva especie y tamaño. Las siguientes características de calidad son las que miden:

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS:

- **CONTENIDO DE HISTAMINA.**- Una vez que el atún ha sido cocinado es necesario hacer el análisis de histamina para conocer si se degradó o no el pescado durante el proceso de cocción y así poder tomar acciones correctivas en caso de algún pescado tenga un alto contenido de histaminas (Ver tabla 10).

 - **CONTENIDO DE SAL.**- El análisis de sal del pescado cocinado se lo realiza en el laboratorio para conocer exactamente el porcentaje de sal del lote y así poder mantener un contenido de sal en el producto terminado entre un mínimo de 0.50% y máximo de 2% de salinidad. Es necesario establecer su grado de salinidad para determinar el tratamiento que se le dará en el llenado con el fin de que no haya un exceso de sal en el producto empacado o en caso de un bajo grado de salinidad agregar una cantidad de sal en la dosificación proporcional al contenido del envase.
-

- **HUMEDAD.-** Es una característica que requiere un monitoreo ya que permite controlar la duración exacta para el proceso de enfriamiento o chillroom, en donde se lleva a cabo la hidratación del pescado mediante la nebulización. Se realiza este control con la finalidad de que la carne cocinada no pierda propiedades importantes como la textura y consistencia. Para medir la humedad del lomo se utiliza una estufa y la temperatura promedio de este equipo para cuantificar la humedad es de 105°C – 110°C (Ver tabla 10).

3.- **LLENADO.-** El control en el llenado es de vital importancia tanto para el fabricante como para el consumidor. Cada enlatadora fijará su peso de llenado, contenido de líquidos y peso neto en el producto, por lo que es responsabilidad del departamento de control de calidad hacer cumplir con lo establecido (Ver tabla 18 y tabla 10). Las características de calidad que se controlan en el llenado se detallan a continuación:

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS:

- PESO DE LLENADO.- Se refiere únicamente al peso del contenido de atún empacado en gramos sin considerar el peso de envase, ni tapa, ni el de los líquidos que contiene el enlatado de atún en agua. Cabe indicar que estos controles se los realiza en una mesa en el laboratorio utilizando una balanza, la cual debe ser tarada en base a varios envases vacíos durante el día de producción.
 - PESO NETO.- Se refiere al peso del atún en el envase incluyendo el líquido contenido en este caso agua. Para cuantificar el peso neto se toman muestras que previamente hayan pasado por la máquina selladora, el control se lo realiza en la misma mesa donde se mide el peso de llenado utilizando la balanza la cual debe ser tarada con envases vacíos y tapas, donde se pesa el enlatado de atún sellado y se le resta el peso del envase vacío y la tapa.
 - CONTENIDO DE AGUA.- Consiste en la cantidad de agua que se le dosifica al atún enlatado. Para el control del líquido de cobertura hay dos maneras de verificación: una forma de medición de contenido de agua se realiza colocando varias latas vacías en el proceso de la máquina
-

dosificadora* y pesar su contenido; y la otra forma de medición se realiza abriendo los enlatados sellados a los que se le han verificado el peso neto y pesar el contenido de agua escurrido de una pastilla de atún.

4.- PRODUCTO TERMINADO.- El control en el producto esterilizado, etiquetado y encajonado es necesario para asegurar la calidad del producto terminado y garantizar el estado en el que se encuentra para salir al mercado. Se realizan una serie de controles a los enlatados de los vagones de esterilización después de que sean esterilizados y una inspección a las latas que sean etiquetadas y encajonadas :

a) ENLATADO SELLADO Y ESTERILIZADO

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS:

- PORCENTAJE DE SAL DEL ENLATADO.- Una vez que el enlatado de atún ha sido esterilizado se realiza el análisis de sal en el laboratorio para conocer exactamente el porcentaje de sal del atún enlatado y así poder determinar
-

el grado de salinidad en el producto final, el cual debería mantenerse entre un mínimo de 0.50% y máximo de 2% de salinidad (Ver tabla 10).

- PORCENTAJE DE HISTAMINA DEL ENLATADO.- Una vez que el enlatado de atún ha sido esterilizado es necesario medir el grado de histamina para conocer si se degradó o no el atún durante el proceso de transformación del pescado y así poder tomar acciones correctivas en caso de algún lote de atún enlatado tenga un alto contenido de histaminas, ya que la presencia de un contenido de histamina más elevado del establecido provoca riesgos para la salud del consumidor debido a que se alteraría su contenido y se convertiría en un producto tóxico (Ver tabla 10).

- PRUEBA AL VACIO DEL ENLATADO CERRADO.- Es una prueba que se realiza para controlar el contenido de aire caliente que hay dentro del enlatado una vez que ha sido esterilizado, con la finalidad de que se llegue a un proceso de esterilización controlado y así evitar

deformaciones del envase cerrado. Los límites de presión de aire caliente están entre 2 psi a 8 psi (Ver tabla 10).

- CONTROL DOBLE CIERRE DEL ENLATADO CERRADO.- Un buen sellado hermético muestra una presentación segura de alimentos, por lo que es indispensable un control estricto de sellos en los envases. Las herramientas o instrumentos utilizados para evaluar los dobles sellos o cierres son: micrómetros de sellos, profundímetro y/o calibrador, abridor de lata sanitaria y una tenaza.

Las estructuras del envase que participan en la formación de un doble sello son: la pestaña del cuerpo y la pestaña de la tapa. La pestaña del cuerpo es la orilla del cilindro del cuerpo que se ensancha hacia fuera para producir la pestaña, eventualmente la pestaña del cuerpo llega a ser el gancho del cuerpo. El ancho y el radio de la pestaña están determinados por los requerimientos de las operaciones de doble cierre (Ver figura 3.3).

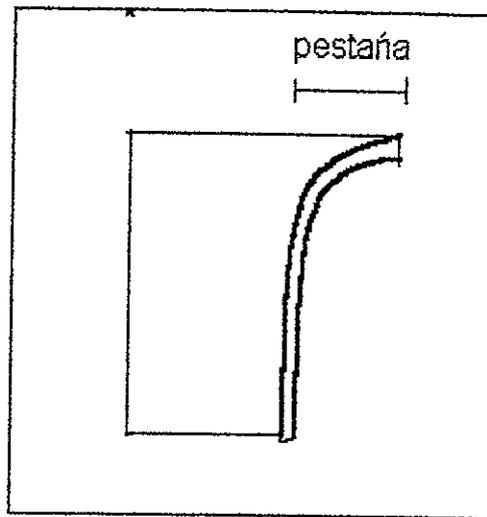


FIGURA 3.3. PESTAÑA DEL CUERPO DEL ENVASE

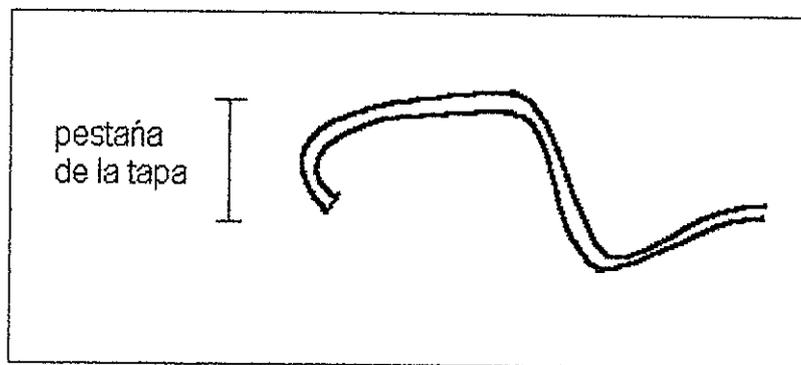


FIGURA 3.4. PESTAÑA DE LA TAPA

La pestaña de la tapa está diseñada para proveer suficiente material para proporcionar una alimentación fácil de tapas a la máquina selladora y una buena estructura para formar un buen gancho de la tapa (Ver figura 3.4).



Un doble cierre consiste de tres grosores la tapa y dos grosores del componente del cuerpo, con un compuesto apropiado de revestimiento y todos enrollados para formar un sello hermético. El doble cierre del envase con la tapa se forma en dos operaciones. En la primera operación de sellado, se entrelaza la pestaña de la tapa con la pestaña del envase. En la segunda operación, el rodillo ajusta y aprieta las pestañas formando un sello doble (Ver figura 3.5).

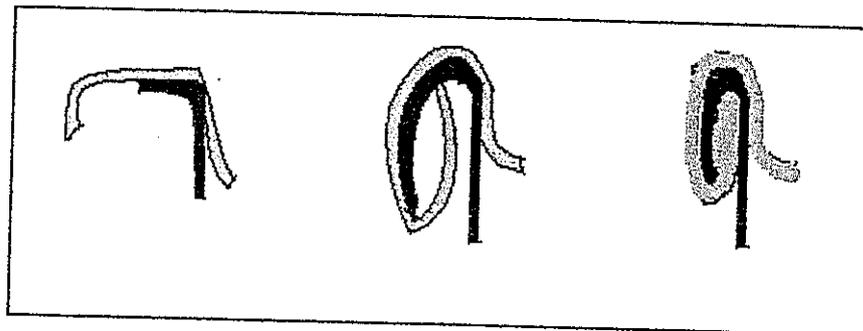


FIGURA 3.5. FORMACION DE UN DOBLE CIERRE

- **PESO DRENADO.**- Para la medición del peso drenado se determina en porcentaje el peso del contenido de agua que deja de absorber la pastilla de atún. Para esta medición se procede a abrir algunos enlatados esterilizados, se vierte la pastilla de atún en una malla dejando escurrir el contenido

de agua, se pesa la pastilla de atún en un plato y se determina la relación porcentual entre el peso que deja de absorber la pastilla de atún y el peso neto (Ver tabla 10 y tabla 18).

Peso drenado es igual a $100\% - (\text{peso de la pastilla de atún} / \text{peso neto})\%$

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS:

- APARIENCIA SUPERIOR Y DE FONDO.- Es una inspección visual y se refiere a una apreciación del personal encargado de control de calidad acerca de cómo se encuentra la pastilla de atún apenas se abre el enlatado y si hay un espacio razonable entre el producto y la tapa de envase, líquido de cobertura (Ver Apéndice H).
 - LIMPIEZA DE LA CARNE ENLATADA.- Se refiere a la ausencia de elementos extraños dentro de la pastilla de atún, en este caso se denomina elementos extraños tales como: espinas, sangre, cueros, escamas y cara interna de la pastilla. La calificación va del 1 al 10, donde se califica 10 a
-

un producto cien por ciento libre de elementos extraños.
(Ver Apéndice H)

- **SABOR DE LA CARNE ENLATADA.**- Se refiere a una prueba de gusto para distinguir el sabor característico del atún. La degustación es el método más reproducible ya que se tiene en cuenta todas las sustancias del producto. Los cuatro sabores básicos detectables por el gusto: salado, ácido, amargo y dulce. En caso de que se produzca una picazón en la lengua es un indicador de que existe un nivel elevado de histamina.
 - **TEXTURA DE LA CARNE ENLATADA.**- Es el grado de desmoronamiento de la carne al aplicarle una fuerza con una paleta. La textura puede ser calificada como: firme, apretada o floja. Es firme si la estructura de la pastilla de atún está intacta cuando se la vierte a la malla, apretada es cuando está algo floja y floja cuando se desmorona.
 - **COLOR DE LA CARNE ENLATADA.**- Es la característica típica que permite detectar alteraciones en el contenido del atún. Se considera el atún enlatado en condiciones
-

normales si es de color blanquecino y si está quemado es cuando la carne es de color café oscuro verdoso.

- % DE TROZO.- Es la cantidad relativa de trozos en el enlatado. Debe existir mayor cantidad de trozo que de fleco, el fleco se lo denomina a la carne desmenuzada que se agrega en cierta cantidad a aquellos enlatados que se ve de bajo peso de llenado.
- ESPINAS, SANGRE, MORETONES, VENAS, PIEL , PRESENCIA DE ESCAMAS.- Forman parte de la estructura del pescado que pueden aparecer dentro del enlatado y la presencia de cada uno de ellos afecta de manera significativa la apariencia del producto terminado. Los moretones son las lesiones en la estructura muscular del pescado la cual se produce en tiempo de mortandad cuando se captura el pescado, debido a que se golpean o maltratan. Los moretones se los identifica mediante la presencia de carne oscura en el cuerpo del pescado. Hay espinas que están en un rango de $\frac{3}{4}$ " de largo, mayor de $1\frac{1}{2}$ " de largo y menor de $1\frac{1}{2}$ " de largo. (Ver Apéndice H)

b) ETIQUETAS.- El propósito del control de etiquetas en el producto terminado, es que la mercadería saliente cumpla con los criterios de calidad establecidos por la compañía. Los criterios que se evalúan en relación con esta característica es: mal etiquetado (la etiqueta no concuerda con el producto), sin etiqueta, etiqueta floja, etiqueta rota, etiqueta sucia, etiqueta mal alineada, etiqueta invertida, ralladura, exceso de goma en la etiqueta, etiquetas arrugadas (Ver Apéndice H).

c) LATAS.- El propósito del control de las latas de atún enlatado, es que la mercadería saliente cumpla con los criterios de calidad y que dicho producto presente las mejores condiciones al cliente. Estas características son las que se evalúan: abolladuras del enlatado, latas oxidadas, latas sin código (fecha de vencimiento del producto), latas con código borrosa, abolladuras en el cuerpo, latas sucias (ver Apéndice H).

d) CARTONES.- La inspección de los cartones se realiza con la finalidad de que la caja del producto brinde las condiciones adecuadas para el cliente y cumpla con los

requerimientos de la compañía. Las características que se controlan en la caja del producto son: cartones equivocados, código de caja inexistente, rotura grande, daño en la superficie, sin goma, exceso de goma, caja o tapa deformada, no tiene el código de la caja, tapa arrollada hacia atrás, mala apariencia, código de la caja ilegible, unión de las tapas (Ver Apéndice H).

3.3.3 Descripción de las especificaciones técnicas de las características de calidad.

Para la elaboración de los cuadros que contienen las especificaciones técnicas de las características de calidad y para un mejor estudio y comprensión de los mismos, se dividió las características calidad en características cuantitativas y cualitativas. Cabe indicar que estas especificaciones técnicas son adoptadas por la empresa de acuerdo a sus necesidades y requerimientos.

3.3.3.1 Especificaciones técnicas para las características cuantitativas de calidad (variables).

En la siguiente tabla se establecen las características cuantitativas de calidad con sus correspondientes especificaciones técnicas:

TABLA 10
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LAS CARACTERÍSTICAS
CUANTITATIVAS

NIVEL DEL PROCESO	CARACTERÍSTICAS	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR
Pescado crudo	Temperatura pescado en clasificación	- 8°C	_____
	Contenido de sal del atún	1.8%	_____
	Contenido de histamina del atún	1 ppm	_____
Lomo en proceso	Contenido de sal	1.8 %	_____
	Contenido de histamina	1 ppm	_____
	Humedad	71%	63%
LLenado	Peso neto	205 g	195 g
	Peso de llenado	144 g	137 g
	Contenido de agua	61 g	58 g
Producto Terminado	Contenido de sal	1.8 %	0.6 %
	Contenido de histamina	1 ppm	_____
	Prueba al vacío	8 psi	2 psi
	Peso drenado	13%	7%
	Control doble cierre	1,4 mm	1 mm

^ TABLA 11

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PESCADO CRUDO

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Agallas	De acuerdo al color de las agallas: * Excelente (color sangre brillante) * Bueno (rojo pálido a rojo café) * Marginal (café oscuro a café amarillento) * Rechazable (cuando no se cumple las anteriores)
Ojos	* Excelente (transparentes, brillosos y protuberantes) * Bueno (hundidos, nublados, blancos) * Marginal (no los tiene) * Rechazable
Pellejo	* Excelente (brillo normal, color claro) * Bueno (color apagado, sin brillo aparente, semiteñido) * Marginal (color normal, sin brillo muy lavado y blanqueado, visible estructuras de músculos) * Rechazable (decoloración avanzada, estado de descomposición)
Olor	* Excelente (típico del pescado recién capturado) * Bueno (insípido a ligeramente oloroso) * Marginal (bien oloroso pero no pasado o agrio) * Rechazable (pesado, agrio apestoso con olores extraños)
Daño físico	* Excelente (sin mutilación o deformidad) * Bueno (ligeras deformidades o mutilados) * Marginal (algunas roturas o ligeros desgarramientos) * Rechazable (roto, hecho papilla o mutilado)
Firmeza de la panza	* Excelente (firme y elástico) * Bueno (firme sin elasticidad) * Marginal (blando) * Rechazable (muy suave o pulposo)

TABLA 12

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LAS CARACTERÍSTICAS
CUALITATIVAS DEL ENVASE**

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES TECNICAS % máximo aceptable
Laminación	0,0
Perforaciones	0,0
Manchas del metal	0,0
Hollín sobre el barniz interior del envase	0,0
Hollín sobre el barniz exterior del envase	0,0
esmalte del envase	0,0
Parcialmente sin esmalte interior	0,5
Gotas del barniz en interior	0,5
Barnizado con ojo de pez	0,5
Marcas internas	0,5
malformación del estaño	0,0
Marcas de basura	0,0
rebaba en la pestaña	0,5
pestaña incompleta	0,0
Fractura fondo lata	0,0
Barniz interior hacia fuera	0,5
Pestaña partida	0,0
Rodón de la pared incompleto	0,5
ralladuras internas del envase	0,0
ralladuras externas del envase	0,5



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

^ TABLA 13
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LAS CARACTERÍSTICAS
 CUALITATIVAS DE LA TAPA**

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES TECNICAS % máximo aceptable
Laminación	0,0
Hollín sobre el barniz interior de la tapa	0,0
Hollín sobre el barniz exterior de la tapa	0,5
Perforaciones	0,0
Ojo de pez	0,5
Soldadura alambre	0,5
Sin esmalte parcialmente interna	0,5
Marcas de basura	0,0
Rebaba en la pestaña	0,0
pestaña incompleta	0,0
arruga en la pestaña	0,5
Suciedad curva pestaña	0,5
Abolladura en la pestaña	0,0
Pestaña cortada	0,0

* TABLA 14
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LAS CARACTERÍSTICAS
 CUALITATIVAS DEL ENLATADO SELLADO Y ESTERILIZADO**

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES TECNICAS % máximo aceptable
Apariencia superior	0,5
Apariencia fondo	0,5
Limpieza	3,5
Sabor	0,5
Textura	0,5
Color	0,5
% de trozo	5
Espinas	0
Sangre	0
Piel	0
Escamas	0
Venas	0
Moretones	3

TABLA 15
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LAS ETIQUETAS

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES TECNICAS % máximo aceptable
Mal etiquetado	0,0
Sin etiqueta	0,0
Etiqueta floja	0,5
Etiqueta rota	0,0
Etiqueta sucia	0,5
Etiqueta mal alineada	0,5
Etiqueta invertida	0,5
Ralladura	3,0
Goma en la etiqueta	3,0
Etiquetas arrugadas	0,5

* TABLA 16
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LAS CARACTERÍSTICAS
 CUALITATIVAS DE LAS LATAS**

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES TECNICAS % máximo aceptable
Abolladuras del enlatado	0,0
Latas oxidadas	0,0
Latas sin código	0,0
Latas con código borrosa	0,0
Abolladuras en el cuerpo	0,0
Latas sucias	0,5

TABLA 17
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LAS CARACTERÍSTICAS
 CUALITATIVAS DE LOS CARTONES**

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES TECNICAS % máximo aceptable
Cartones equivocados	0,0
Código de caja inexistente	0,0
Rotura grande	0,0
Daño en la superficie	0,5
Sin goma	0,0
Exceso de goma	0,5
Caja o tapa deformada	0,0
No tiene el código de la caja	0,0
Tapa arrollada hacia atrás	0,5
Mala apariencia	0,0
Código de la caja ilegible	5,0
Unión de las tapas (1 cm de separación)	5,0

3.4 Determinación de los controles efectuados por el Departamento de Control de Calidad.

En este subcapítulo se especifica la forma de medición de cada una de las características de calidad, se determina los equipos utilizados para la medición de las características cuantitativas y se detalla la frecuencia de medición de cada característica de calidad. Para un mejor seguimiento y comprensión de los controles efectuados de las características por el Departamento de Calidad, a continuación se detallan los controles efectuados para las características cuantitativas y cualitativas.

3.4.1 Descripción de los controles efectuados para las características cuantitativas de calidad.

En la tabla siguiente se establecen los controles efectuados de las características cuantitativas de calidad, los equipos utilizados y la frecuencia de medición.

* TABLA 18

**CONTROLES EFECTUADOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS
CUANTITATIVAS**

NIVEL DEL PROCESO	CARACTERÍSTICAS	EQUIPOS UTILIZADO	MUESTREOS
Pescado crudo	Temperatura pescado Contenido de sal del atún Contenido de histamina	Termómetro Cloridómetro Fluorímetro	Se toma 2 muestras cada 2 toneladas de producción y se realiza las pruebas en el laboratorio de C. Calidad
Lomo en proceso	Contenido de sal	Cloridómetro	1 muestra cada hora
	Contenido de histamina	Fluorímetro	1 muestra cada hora
	Humedad	Estufa	1 muestra cada 5 horas
Llenado	Peso neto	Balanza	6 latas selladas c/hora
	Peso de llenado	Balanza	6 latas llenadas c/hora
	Contenido de agua	Balanza	6 latas sólo con agua cada hora
Producto Terminado	Contenido de sal	Cloridómetro	Se toma 1 muestra de 5 latas por esterilizada (cada esterilizada es 90 minutos)
	Prueba al vacío	Bacuómetro	
	Contenido de histamina	Fluorímetro	
	Peso drenado	Balanza	
	Control doble cierre	Micrómetro	Se toma 1 muestra de 6 latas por cabezal c. hora

3.4.2 Descripción de los controles efectuados para las características cualitativas de calidad.

En el Apéndice G y Apéndice H se detallan las tablas de los controles efectuados de las características cualitativas

de calidad [^] y la frecuencia de medición de cada característica.

3.5 Priorización de las características de calidad.

En las secciones anteriores se describieron las características cuantitativas y cualitativas de calidad con sus respectivas especificaciones técnicas y controles efectuados por el Departamento de Calidad. En este subcapítulo se han determinado las características de calidad críticas, es decir que se han especificado las características cuantitativas como cualitativas que requieren tener un seguimiento.

3.5.1 Determinación de las características de calidad críticas.

Para la selección de las características críticas se debe realizar un análisis de todas las características de calidad y escoger a aquellas características que influyen de manera significativa en la calidad del producto por medio del diagrama de Pareto. Para el desarrollo del diagrama de Pareto se han revisado los registros archivados con los que la empresa cuenta para conocer el porcentaje de producto

defectuoso que tienen todas las características de calidad (Ver Apéndice I). Después de conocer las principales características que afectan la calidad del producto, se realizará el diagrama de causa y efecto de cada característica de calidad crítica para identificar las causas principales.

3.5.1.1 Diagrama de Pareto.

Se realiza una clasificación a través del diagrama de Pareto con la finalidad de determinar las características de calidad críticas que influyen en gran porcentaje a la calidad del producto e identificar las características de tipo A que abarcan el 80% del porcentaje acumulado de producto defectuoso.

Cabe recalcar que para la realización del diagrama de Pareto, primero se utiliza un sistema para calificación de la calidad. Este sistema clasifica las no conformidades según su gravedad y asigna un valor o peso a cada característica de la calidad

según su incidencia. Para la elaboración de este sistema de clasificación de criticidad se define cuatro grupos debido a la complejidad de las características a seguir y se asigna un peso a cada clasificación, a continuación en la siguiente tabla se expone el sistema de clasificación con su respectivo peso:

TABLA 19

**SISTEMA DE CLASIFICACION SEGÚN SU CRITICIDAD CON SU
RESPECTIVO PESO ASIGNADO**

CLASIFICACIÓN	PESO ASIGNADO
Grave	100
Importante	50
Secundario	25
Sin importancia	0

Luego que se define el sistema de clasificación y el peso asignado de cada clase, para asignar el peso correspondiente a cada característica de calidad se

tomá como referencia el grado de incidencia de los parámetros de calificación.

Los parámetros de calificación se utilizan para identificar la clasificación de cada característica de calidad y por ende asignar el respectivo peso para reforzar los datos en la clasificación del diagrama de Pareto. Para definir los parámetros que se van a calificar se realizó una consulta con los responsables del Departamento de Control de Calidad. Los parámetros que fueron escogidos y se van a tomar en cuenta en la calificación, se los menciona a continuación:

- 1.- Costo de materia prima
- 2.- Costo de procesamiento
- 3.- Exigencia del cliente
- 4.- Dificultad del proceso
- 5.- Costo por inspección

Una vez que se escogieron los parámetros, se procedió a calificar cada una de las características de calidad y de acuerdo a cada parámetro se da

una puntuación de 1 y 0. Si la característica de calidad tiene influencia en el parámetro, se coloca 1 en la celda que intercepta la fila de la característica de calidad con la columna del parámetro, en cambio si la característica de calidad no tiene influencia en el parámetro, se coloca 0 (Ver Apéndice J). Luego de haberse calificado todas las características cuantitativas y cualitativas, se realizó una sumatoria por fila para obtener una puntuación total. Por ejemplo: en el proceso de llenado, la sumatoria de la fila de peso de llenado es 5, mientras que la sumatoria de la fila de contenido de agua es 4.

Con el fin de relacionar los parámetros de calificación de las características de calidad con el sistema de clasificación, se consideró la sumatoria horizontal total de los parámetros de cada característica de calidad con el grado de criticidad. En la siguiente tabla se detalla la relación:

* TABLA 20

**RELACIÓN DE PUNTUACIÓN TOTAL CON EL SISTEMA DE
CLASIFICACIÓN DE CRITICIDAD**

SUMATORIA	CLASIFICACIÓN
5	Grave
3 – 4	Importante
1 – 2	Secundario
0	Sin importancia

Si las características de calidad obtienen la mayor puntuación total, es decir, aquellas características cuya sumatoria horizontal da un valor de 5, se las identifica como características graves dentro del proceso productivo y obtienen un peso asignado de 100 en la ponderación con el porcentaje de no conformidades de cada característica de calidad. A continuación en la siguiente tabla se muestra un ejemplo:

* TABLA 21

EJEMPLO PARA CALIFICACIÓN DE DOS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	SUMATORIA DE PARÁMETROS	CLASIFICACIÓN	PESO ASIGNADO
Peso de llenado	5	grave	100
Contenido de agua	4	importante	50

En la clasificación del diagrama de Pareto, primero se determina los porcentajes reales correspondientes de cada característica de calidad, multiplicando el peso asignado de acuerdo al nivel de criticidad (Ver Apéndice K) con el porcentaje de no conformidades (Ver Apéndice L) y luego se ordena los valores correspondientes por orden descendente con la finalidad de determinar los porcentajes acumulados (Ver Apéndice M). En la siguiente tabla se muestra en ejemplo para el cálculo:

* TABLA 22

EJEMPLO PARA EL CÁLCULO DE FRECUENCIA DE PARETO

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	PESO ASIGNADO v	PORCENTAJE DEFECTUOSO %p	CÁLCULO v * %p	FRECUENCIA
Peso de llenado	100	14	100*14%	14
Contenido de agua	50	8	50*8%	4

De acuerdo al principio de Pareto los porcentajes acumulados indican el grado de importancia, en donde el 80% del porcentaje acumulado se origina por el 20% de los factores. En este caso el 80% de producto defectuoso se origina en un 20% de las características de calidad. Para un mejor análisis de Pareto se realiza una categorización de las características de calidad (Ver Tabla 23), de esta manera se clasifican las características más críticas dentro del proceso productivo a aquellas características de calidad que en la línea acumulativa representan el 80% de los porcentajes totales de cobertura y son las características vitales

a las que mayor atención debe prestárseles y deben ser analizadas en el presente estudio.

TABLA 23

CATEGORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

CATEGORÍAS	PORCENTAJE ACUMULADO
A	0% - 80%
B	81% - 94%
C	95% - 98%
D	99% - 100%

En este estudio se realiza un cuadro para la realización del diagrama de Pareto de variables (Ver Apéndice L) y otro cuadro para el diagrama de Pareto de atributos (Ver Apéndice M), pues es necesario analizarlas por separado para una correcta evaluación del proceso.

De acuerdo al diagrama de Pareto de variables o características cuantitativas que se observa en la figura 3.6, se determina que las características

cuantitativas de calidad que tienen mayor incidencia dentro del proceso son :

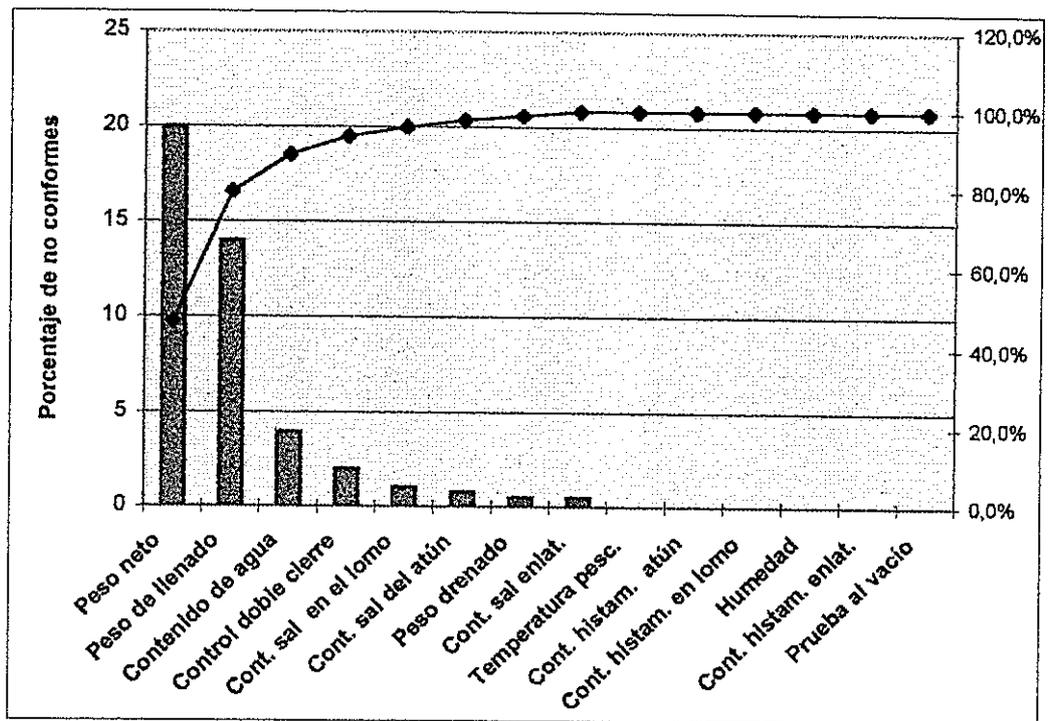
- PESO NETO
- PESO DE LLENADO

Por lo que a estas dos características se las denomina como características de categoría A, ya que tienen mayores porcentajes de producto defectuoso y en el porcentaje acumulado cubren el 80% del total de porcentaje defectuoso en lo que concierne a variables.

Luego de acuerdo al diagrama de Pareto para atributos o características cualitativas (Ver figura 3.7), se determina que las características cualitativas de calidad que tienen mayor incidencia son:

- SANGRE
 - MORETONES
 - LIMPIEZA
 - VENAS
 - PORCENTAJE DE TROZO
-

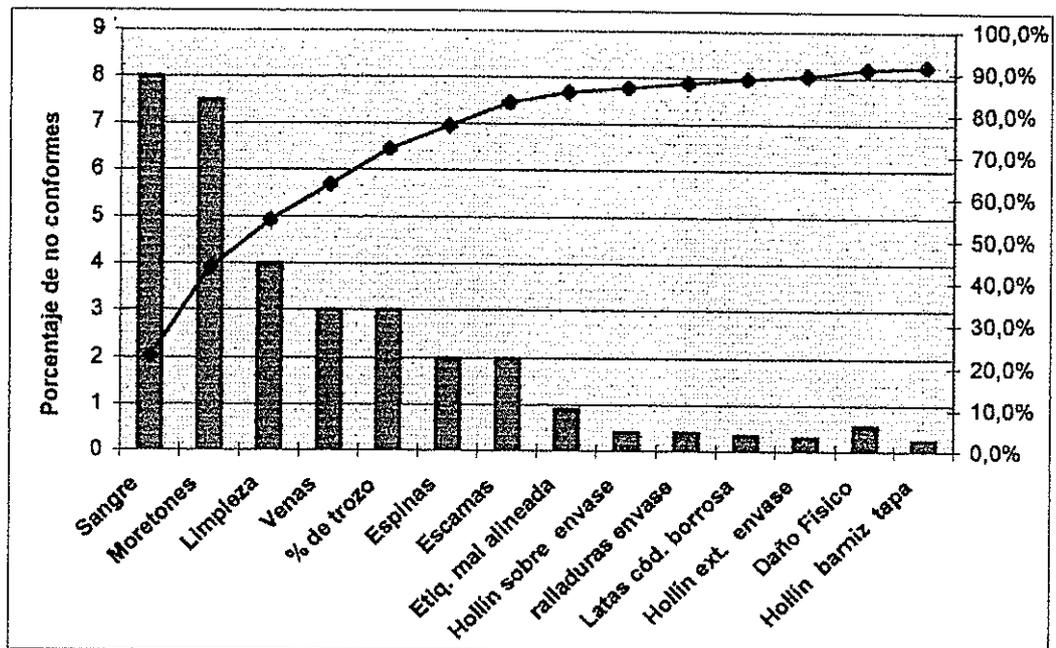
- ESPINAS
- ESCAMAS
- ETIQUETA MAL ALINEADA



**FIGURA 3.6. DIAGRAMA DE PARETO PARA LAS VARIABLES
(CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS)**

A estas ocho características de calidad se las determina como características de categoría A, debido que en el porcentaje acumulado cubren el

80%^a del total de porcentaje defectuoso por atributos.



**FIGURA 3.7. DIAGRAMA DE PARETO PARA ATRIBUTOS
(CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS)**

3.5.1.2 Diagrama Causa y Efecto de las características de calidad críticas.

Para reforzar el análisis de calidad de esta empresa, se realiza un diagrama causa efecto de cada una de las características críticas tanto para

las variables como para los atributos determinadas en el punto anterior. La utilización de esta herramienta estadística provee todas las posibles causas que intervienen e influyen en cada característica crítica de calidad y la interacción de dichas causas que determinan una variabilidad en el proceso generando productos defectuosos.

Cabe mencionar que para la realización de los diagramas de causa y efecto de cada característica crítica de calidad (Ver Apéndice N) se realizaron varias consultas con operarias, personal técnico, supervisores y jefes de producción y calidad.

CAPÍTULO 4

4. PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO EN LA EMPRESA ATUNERA

En este capítulo se desarrollará un sistema para el control estadístico del proceso de producción, específicamente a aquellos procesos que se vean afectados por las características de calidad críticas. Este sistema de control estadístico del proceso comprende tipos de muestreos, tamaños de muestras, gráficos de control para identificar los cambios en el nivel del proceso, diseño de hojas de control para el registro de datos, utilización de un software para la automatización de los gráficos de control. Luego se realizará una aplicación práctica mediante un análisis de los gráficos de control monitoreando y controlando el comportamiento de los procesos afectados por las características de calidad críticas.

4.1 Características de calidad críticas a estudiar.

Las características de categoría A tanto cuantitativas como cualitativas que fueron determinadas y analizadas mediante el diagrama de Pareto en el capítulo anterior, son las características de calidad consideradas críticas en el proceso de producción y requieren ser estudiadas.

Una vez que se identificaron las características críticas, se procede a seleccionar el tipo de muestreo, tamaño de muestra y gráficos de control que sean más factible para el proceso. Cabe recalcar que así como se realizó un estudio de las características cuantitativas y cualitativas por separado, también se realizará el control estadístico de características cuantitativas y cualitativas.

4.1.1 Determinación del tipo de muestreo a emplear.

El objetivo de las gráficas de control es en última instancia reducir la variabilidad del proceso de forma que el mismo sólo esté afectado por cierto grado de variabilidad natural propia del proceso. Un gráfico de control típico es una representación gráfica de una característica de calidad

medida o calculada a partir de una muestra, en función del número de la muestra o el tiempo.



CIB-ESPOL

Su construcción se basa en la estadística. De hecho, existe una relación estrecha entre los gráficos de control y las pruebas de hipótesis. Por lo tanto la determinación de la forma en que se realizará el muestreo es muy importante. Téngase en cuenta que hay que tomar muestras sistemáticamente y hay que determinar dónde, cuándo y cómo se toman esas muestras. Cuando se emplean gráficos de control en procesos de fabricación, el orden de producción en el tiempo es una base lógica para formar grupos en los cuales se tomará la muestra.



CIB-ESPOL

Existen dos formas de tomar la muestras. Supóngase que se ha decidido tomar muestras cada media hora, una forma de tomar una muestra de tamaño n sería seleccionar aleatoriamente n latas entre las producidas en ese período de media hora. Este procedimiento se recomienda cuando el gráfico de control se emplea para aceptar o rechazar todos los productos producidos en esa media hora.



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

Otra forma forma consiste en tomar n latas que hayan sido producidas en el mismo momento (o con la menor diferencia posible). Esta la forma que se utiliza cuando el propósito fundamental del gráfico de control es detectar cambios en el proceso. Minimizará la posibilidad de variabilidad dentro de una muestra ya que sus componentes han sido producidos casi al mismo tiempo y maximizará la posibilidad de variabilidad entre muestras si existen causas atribuibles teniendo además la ventaja de que proporciona mejores estimaciones de la desviación estándar del proceso en el caso de gráficas de control por variables.

En el caso que nos ocupa, dados los objetivos del trabajo, se ha seleccionado esta última forma que tiene además como ventaja su sencillez.

4.1.2 Determinación del número de subgrupos para variables (características cuantitativas).

El número de subgrupos se ha determinado de forma práctica para la construcción de las gráficas de control tomando el criterio del Departamento de Calidad y teniendo

en cuenta que la bibliografía especializada recomienda que sean al menos 25.

Dado que la fábrica trabaja 16 horas al día, ha parecido conveniente que cada media hora se tome una muestra y que por lo tanto el subgrupo lo constituyan las latas producidas cada media hora de tal forma que en un día de trabajo se tomen 32 muestras.

Se ha considerado que no hay diferencias significativas entre los turnos de trabajo por lo cual un solo gráfico de control para cada característica de calidad es suficiente para el control del proceso.

La determinación de las 32 muestras en la construcción del gráfico de control permite la eliminación de alguna muestra tomada cuando el proceso esté fuera de control manteniendo la seguridad de que se tenga más de 25 muestras.

4.1.2.1 Tamaño del subgrupo para variables.

En el diseño de un gráfico de control hay que especificar el tamaño muestral a utilizar y la frecuencia de muestreo. En general, muestras grandes facilitan la detección de cambios pequeños, sin embargo para determinar el tamaño de muestra debe tenerse en cuenta el tamaño del cambio que se desea detectar y naturalmente problemas económicos y organizativos asociados al nivel de producción.

Obviamente la mejor situación desde el punto de vista de la detección de cambios, sería tomar muy a menudo muestras grandes, sin embargo esto no suele ser económicamente factible. El problema general es distribuir el esfuerzo de muestreo, es decir, tomar muestras pequeñas a intervalos cortos o muestras grandes a intervalos largos. La práctica industrial común tiende a favorecer la toma de muestras pequeñas más frecuentes, sobre todo en procesos de manufactura con un gran volumen de producción, como es el caso que se analiza.

Como se definió que la toma de muestras es cada media hora, ahora se trata de definir el tamaño de muestra que debe escogerse de forma que el número total de unidades sea al menos de 100 de acuerdo a lo recomendado por la bibliografía especializada.

Se consideró oportuno calcular como referencia, el total de unidades que deberían ser muestradas si se deseara utilizar un muestreo de aceptación (por variables) de acuerdo con la norma MIL-STD 414/Z 1.9, Inspección Normal, Nivel II (Ver tabla 24) .



De acuerdo a la capacidad actual de producción de la compañía, se procesan 8000 cajas diarias de atún enlatado(384.000 latas), por lo que de acuerdo a la tabla 24 el tamaño de muestra apropiado sería de 150 unidades.

Tomando esto como referencia pareció adecuado tomar muestras de tamaño 5 con lo cual estuvo de

acuerdo el Departamento de Control de Calidad de la fábrica.

TABLA 24

TAMAÑO DE LAS MUESTRAS

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA
91 – 150	10
151 – 280	15
281 – 400	20
401 – 500	25
501 – 1200	35
1201 – 3200	50
3201 – 10000	75
10001 – 35000	100
35001 – 150000	150

Fuente: MIL-STD-414/Z1.9.

INSPECCION NIVEL II

4.1.3. Determinación del número de subgrupos para atributos (características cualitativas).

Muchas características de calidad no se pueden representar en forma conveniente por números. En tales casos cada artículo o producto inspeccionado suele clasificarse como

conforme o disconforme con las especificaciones para tal característica de calidad.

En algunos casos conviene más usar el número de disconformidades (defectos) observados en lugar de la fracción de disconformes (defectuosos).

En el proyecto se usan dos tipos de gráficos de control para atributos, en este caso la mayoría de características cualitativas críticas del proceso sugieren que se tomen muestras cada 90 minutos que es cuando salen los vagones con 920 latas esterilizadas cada vagón.

Como ya se explicó, las características incluidas en este análisis son: sangre, moretones, limpieza, venas, porcentaje de trozo, espinas, escamas y etiqueta mal alineada. Las características: sangre, moretones, venas, espinas y escamas deben ser controlados por gráficos de control de c (número de defectos o disconformidades en la muestra). Mientras tanto la característica etiqueta mal alineada debe ser controlada por un gráfico de control de p (fracción de disconformes o defectuosos). Por su parte, las

características limpieza y porcentaje de trozo, se ha decidido controlarla también utilizando el gráfico p.

4.1.3.1 Tamaño del subgrupo para atributos.

El tamaño de muestra en los gráficos para atributos resulta generalmente grande, sin embargo las características del proceso exigiría un alto costo para la realización de muestras grandes.

Se ha decidido tomar muestras de tamaño 5 cada 90 minutos para las características seleccionadas y controlar la calidad a partir de esa información.

4.2 Selección de los tipos de gráficos de control a emplear.

Tal como se ha explicado para la selección de los tipos de gráficos de control a utilizar en este proyecto y conforme a las características de calidad críticas, se agruparon en gráficos de control para variables a los gráficos que controlan las características de calidad medibles y gráficos para atributos a los

gráficos que controlan las características de calidad que se ajustan a una especificación y clasifica como aceptable o inaceptable.

4.2.1 Gráficos de Control para variables.

Este tipo de gráficos de control sirve como fuente informativa, permitiendo que se tomen decisiones si un producto pueda pasar a la siguiente fase de la secuencia o si deberá adoptarse alguna medida alterna, es decir, para decidir cuándo hay que dejar que prosiga el proceso y cuándo hay que hacerle ajustes o para investigar las causas de una calidad inaceptable.

En la parte práctica para configurar este tipo de gráficos se escoge un grupo de elementos denominados subgrupos cuyo tamaño de cada subgrupo es de 5 elementos. Se decidió que se utilizarían los gráficos de control \bar{X} -R por resultar apropiado para el proceso estudiado. El diagrama \bar{X} estima la variación entre muestras distintas, mientras que los diagramas tales como: diagrama de R y diagrama de s controlan la variabilidad dentro de cada muestra.

Cabe recalcar que si el tamaño del subgrupo es menos de 10 se recomienda utilizar las gráficas de R, mientras que si el tamaño del subgrupo es mayor de 10 se recomienda el empleo de la gráfica s

Se decidió utilizar gráficos de control \bar{X} -R debido a que el recorrido R resulta mucho más sencillo y rápido de calcular. La opción de utilizar los gráficos \bar{X} -s fue desestimada por no resultar conveniente debido a su nivel de dificultad y por el tamaño del subgrupo.

4.2.2 Gráficos de Control para atributos.

Este tipo de gráficos de control permite contar con una información global de aquellas características donde sólo se las puede clasificar como conforme o disconforme debido que en estos casos no es posible hacer mediciones, se efectúan mediante inspección visual.

En la parte práctica hay tres tipos de gráficas de control por atributos, las cuales son gráficas para proporción de no

conformes (gráfica p), número de no conformidades (gráfica c) y número de no conformidades por unidad (gráfica u).



CIB-ESPOL

Para el caso de las características cualitativas, se consideró como cantidad inspeccionada a 5 latas de atún enlatado una vez sellado y esterilizado, se escogió para la mayoría de las características cualitativas la gráfica c ya que es la gráfica más sencilla y rápida para los gráficos de no conformidades.



CIB-ESPOL



Excepto para las características de limpieza, porcentaje de trozo y etiqueta mal alineada, en las que se escogió la gráfica p (proporción de no conformes), debido a que su proporción es en base a un porcentaje de calificación según las no conformidades.

4.3 Diseño de Hojas de Control para registrar datos del proceso.



CIB-ESPOL

En el Apéndice Ñ se observa el diseño de un formato de hojas de control que se las va a utilizar para el registro de los datos del proceso. El propósito fundamental del diseño de estas hojas de control es asegurar una recopilación cuidadosa de datos, fácil uso



CIB-ESPOL

y precisión de datos. Cabe recalcar que se ha diseñado estas hojas para que los datos sean presentados de forma que permitan un análisis representativo y ordenado. Se ha diseñado dos tipos de hojas control, unas hojas para el registro de datos para las características cuantitativas y otras hojas para las características cualitativas.

Las hojas para el registro de las variables llevarán el control de las mediciones, cabe indicar que en cada subgrupo hay 5 mediciones como se estableció anteriormente. Debido que se diseñó una mismo formato de control para el peso neto y peso de llenado, para diferenciar qué característica está siendo medida solamente se requerirá marcar con una equis o un visto en los casilleros que corresponda a la característica que en este caso está siendo medida. En esta mismas hojas de control para variables se han diseñado casilleros para el cálculo de los valores promedios y la amplitud de rangos de cada subgrupo, así como también hay cuadros para algún comentario.

Las hojas para el registro de los atributos tiene diseñado un casillero para el control de las no conformidades y otro casillero para el tamaño de la muestra. También un casillero para la

proporción de no conformes para aquellos casos en que se vaya a utilizar los gráficos de control p.

4.4 Muestreo para gráficos de control.

Los gráficos de control constituyen de hecho, métodos estadísticos relacionados con las pruebas de hipótesis donde las decisiones posibles son afirmar que el proceso está bajo control estadístico o fuera de control estadístico a partir de los resultados obtenidos en una muestra.

Por supuesto, las decisiones están sujetas al error, es decir, puede decidirse que el proceso está fuera de control cuando realmente no lo está e igualmente puede afirmarse erróneamente que el proceso está bajo control estadístico. Mientras mayor sea el tamaño de muestra menores serán las probabilidades de error.

En los gráficos de control se acostumbra a fijar la probabilidad de error asociada a la decisión de afirmar que el proceso está fuera de control ya que los gráficos se construyen generalmente a $\pm 3\sigma$ lo que establece una probabilidad de afirmar erróneamente que el

proceso está fuera de control de de $0.0027(\alpha)$. En este proyecto se han construido los gráficos de control a partir de este criterio.

De esta forma, fijado α , solo queda establecer el tamaño de muestra (n) y calcular la probabilidad de no detectar un cambio en el proceso (β) o bien, fijar la probabilidad de no detectar un cambio en el proceso β y calcular el valor de n necesario para tales fines.

4.4.1 Determinación del tamaño de la muestra

Aun cuando los principios antes enunciados son generales y por tanto válidos tanto los gráficos de control por variables como para los gráficos de control por atributos, los cálculos difieren para ambos gráficos de control.

Con anterioridad ya se ha definido que los gráficos utilizados son gráficos $\pm 3\sigma$ lo que implica un $\alpha=0.0027$, lo que indica la probabilidad de afirmar erróneamente que el proceso está fuera de control. También se ha fijado en $n=5$ el tamaño de la muestra.

A continuación se realiza un cálculo de la probabilidad de afirmar erróneamente que el proceso está bajo control (β). Vease primero el gráfico de control por variables y la ejemplificación del cálculo de β para la característica de calidad de peso de llenado (Ver figura 4.10) donde:

=

$$\bar{X} = 141.9$$

$$\text{LSC } \bar{x} = 143.7$$

$$\text{LIC } \bar{x} = 140.2$$

$$\bar{R} = 3$$

$$d_2 \text{ (para } n=5) = 2.326 \text{ (Ver Apéndice O)}$$

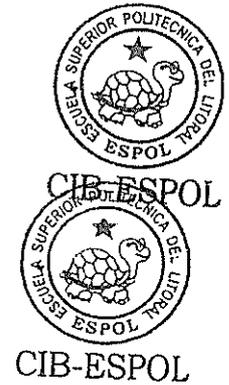
$$\frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{3}{2.326}$$

$$\sigma_0 = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{3}{2.326} = 1.29$$

$$\sigma_0 = \frac{3}{2.326} = 1.29$$

$$\sigma = \sigma_0 / \sqrt{n} = 1.29 / \sqrt{5} = 0.58$$

Si se considera necesario detectar un cambio de 3 gramos en el peso de llenado, la probabilidad de detectar ese cambio ($1 - \beta$) será el siguiente:



$$1 - \beta = P \left[z > \frac{X_1 - u_1}{\sigma} \right] + P \left[z < \frac{X_2 - u_1}{\sigma} \right]$$

$$1 - \beta = P \left[z > \frac{143.7 - 144.9}{0.58} \right] + P \left[z < \frac{140.2 - 144.9}{0.58} \right]$$

$$1 - \beta = P \left[z > -2.07 \right] + P \left[z < -8.01 \right]$$

$$1 - \beta = 0.98 + 0$$

$$1 - \beta = 0.98 = 98\%$$

Es decir, la probabilidad de no detectar un aumento de 3gr en el peso de llenado es de solo 0.02 ($\beta = 0.02$), lo cual es altamente satisfactorio. Si el cambio es una disminución de 3 gramos, la probabilidad de detectarlo es la misma.

En el caso de los gráficos de control por atributos existe varios métodos para determinar el tamaño de muestra. Duncan (1974) ha sugerido que el tamaño tendría que ser lo suficientemente grande para tener una probabilidad

aproximada de 50% de detectar un cambio de alguna cantidad especificada en el proceso.

Supóngase que se está analizando el gráfico para p para el porcentaje de trozo. ¿Qué cambio estaría en condiciones de detectarse con el tamaño de muestra tomado de acuerdo con el criterio de Duncan?

Sea $\delta = p_1 - p_0$ el cambio que deseamos calcular, $k=3$ que es el valor que corresponde a gráficos de control de 3σ con un nivel de confianza de 0.9973, p es el valor actual en que se comporta el proceso, es decir, el valor de p es 0.07742 para el caso de porcentaje de trozo (Ver figura 4.24) y $n=5$.

$$\delta = k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$\delta = 3 \sqrt{\frac{(0.07742)(0.92258)}{5}}$$

$$\delta = 0.36$$

Es decir que con el tamaño de muestra de 5, es posible detectar un aumento de 0.36 de acuerdo al criterio de Duncan.

Para lograr detectar menores cambios se requerirá un aumento del tamaño de la muestra. Si se deseara por ejemplo, detectar un aumento de p en 10% ello requeriría que el tamaño de muestra fuera de casi 64 latas.

$$n = \left[\frac{K}{\delta} \right]^2 p(1-p)$$

$$n = \left[\frac{3}{0.1} \right]^2 (0.07742)(0.92258)$$

$$n = 64$$

4.4.2 Determinación del error de muestreo y nivel de confianza.

El nivel de confianza $(1-\alpha)$ que se definió fue de 99.73%.

Esto está asociado a los gráficos $\pm 3\sigma$ donde el valor de 3

determina el valor de probabilidad si la característica estudiada, como es el caso sigue una distribución normal.

Es decir:

$$P(z > 3) = 1 - 0.99865 = 0.00135$$

$$P(z < -3) = 0.00135$$

Lo que suma 0.0027(0.27%) que es la probabilidad de error (α), de donde $1 - \alpha = 1 - 0.0027 = 0.9973$ (99.73%), siendo 99.73% el nivel de confianza.

El error de muestreo aquí puede interpretarse como la diferencia entre los límites de control y la media obtenida en la muestra. Así cada gráfico tendrá su propio error de muestreo asociado.

Así, en el gráfico de control por variable para el peso de llenado sería $143.5 - 141.8 = 1.7$ (Ver figura 4.8), lo que apenas representa el 1.2% ($1.7/141.8$). No obstante, resultan indicadores más importante las probabilidades de error ya analizadas anteriormente.

4.5 Utilización de un software para el análisis de gráficos de control.

Debido a que los diagramas de control son útiles para advertir el cambio en las condiciones del proceso, con la incorporación de un software se podrá automatizar el proceso de graficación facilitando así el análisis de cada característica de calidad, la identificación de las causas de variación en el proceso mejorando de una manera más adecuada el almacenamiento de los resultados.

Con los gráficos accesados en un programa facilitaría el control de la calidad del proceso indicando a operarios, jefes de grupo, ingenieros de control de calidad, supervisores y gerentes cuando la producción del enlatado de atún estaría "bajo control" o bien, "fuera de control". Mediante un software en caso de que la producción estuviera "fuera de control", el diagrama en el programa no corregiría la situación, en cambio proporcionaría con base al diagrama una información a la persona responsable para que ajuste la máquina o aproveche de mejor manera los recursos disminuyendo los defectos, logrando así de esta forma que la producción retorne al estado "bajo control".

A continuación se menciona algunos software para control estadístico del proceso que se venden en el mercado:

- NWA Quality Analyst Northwest Analytical, Inc. (NWA).- Es un software para Control de Calidad, donde a partir de una tabla de datos que se deben ingresar permite construir todo tipo de Gráficos de Control, Histograma, Diagramas de Pareto, etc. No implementa una Base de Datos de Control de Calidad.
- InfinityQS SPC Software InfinityQS.- Es un software para Control Estadístico de Procesos, permite construir todo tipo de Gráficos de Control, Histograma, Diagramas de Pareto, etc. Implementa una Base de Datos de Control de Calidad.
- MINITAB's complete SPC, Análisis de Sistemas, Diseños de Experimentos.- Es un software completo para control de calidad en un solo paquete. Permite el uso de todas las herramientas de control de calidad, gráficos de control para variables y atributos, métodos de pronóstico, estadística descriptiva, regresión, análisis de varianza, etc.

El programa a utilizar en este estudio para los análisis de gráficos es el MINITAB, donde se obtendría información adicional respecto

a la normalidad de los datos y de los indicadores de la capacidad y centramiento del proceso.

4.6 Aplicación práctica

Una vez que se ha seleccionado el programa a utilizar y se ha determinado el tamaño de muestra final reforzando el sistema de control, se va a realizar una aplicación práctica del sistema diseñado de control estadístico para las características de calidad establecidas como críticas que afectan al proceso de atún enlatado en agua.

Para la realización de la aplicación del sistema, se empezó con el registro de los datos de las características críticas del proceso utilizando las hojas de control de proceso (Ver Apéndice P). Cabe indicar que para el registro de datos de las características cualitativas se inspeccionó las muestras de producto terminado en el laboratorio de Control de Calidad, mientras que para las características cuantitativas fueron medidas las muestras en la línea de producción en una mesa de control con su respectiva balanza

Luego de obtener los datos de cada características primordial, se introdujo los datos en el programa y finalmente se realizó el control del proceso mediante el análisis de los gráficos de control, en el que para variables se aplicó el gráfico $\bar{X} - R$ y para atributos se empleó el gráfico c y gráfico p.

El establecimiento de los gráficos de control consta de dos etapas: la etapa de construcción del gráfico y la etapa de explotación del mismo. Los gráficos que se muestran a continuación corresponden obviamente con la etapa de construcción de los gráficos. Su construcción es similar para todos los tipos de gráficos, no obstante se ejemplificará la misma a través del gráfico de control por variables para el peso de llenado.

En el Apéndice P (Hoja de Control para peso de llenado) se relaciona la toma de 31 muestras de tamaño 5 (1 cada media hora), se calcularon los valores de \bar{X} y R para cada muestra. A partir de estos datos se obtuvieron las líneas centrales $\bar{x} = 141.6$ y $\bar{R} = 3.161$ (Ver figura 4.6 y 4.7).

La construcción de los gráficos se hace a partir de las fórmulas respectivas como se expresan a continuación:

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

Para este proyecto (Ver Apéndice O) , para $n=5$ se tendría que:

$$A_2 = 0.577$$

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.114$$

De donde los límites de control serían para la media:

$$LSC_{\bar{x}} = 141.6 + 0.577 (3.161)$$

$$LSC_{\bar{x}} = 143.5$$

$$LIC_{\bar{x}} = 141.6 - 0.577 (3.161)$$

$$LIC_{\bar{x}} = 139.7$$



Para los límites de control para el recorrido serían:

$$LSC_R = (2.114)(3.161)$$

$$LSC_R = 6.68$$

$$LIC_R = 0$$



Las muestras 5, 8 y 15 fueron tomadas cuando el proceso estaba fuera de control estadístico (Ver gráfico 4.6 y 4.7) y como los gráficos de control deben construirse con todas las muestras bajo

control estadístico, estas 3 muestras se eliminan, quedando solamente 28 muestras para las cuales se obtuvo nuevamente los valores que fueron:

$$\begin{aligned} \bar{X}_{\text{nuevo}} &= \frac{\sum \bar{X} - \bar{X}_d}{g - g_d} & \bar{R}_{\text{nuevo}} &= \frac{\sum R - R_d}{g - g_d} \\ \\ \bar{X}_{\text{nuevo}} &= \frac{4390 - 138.2 - 138.4 - 143.8}{31 - 3} & \bar{R}_{\text{nuevo}} &= \frac{98 - 7 - 3 - 3}{31 - 3} \\ \\ \bar{X}_{\text{nuevo}} &= \frac{3969.8}{28} & \bar{R}_{\text{nuevo}} &= \frac{85}{28} \\ \\ \bar{X}_{\text{nuevo}} &= 141.8 & \bar{R}_{\text{nuevo}} &= 3.036 \end{aligned}$$

Resultando los nuevos gráficos de control con los siguientes límites de control:

$$\text{LSC } \bar{x} = 143.53$$

$$\text{LIC } \bar{x} = 140.03$$

$$\text{LSC}_R = 6.419$$

$$LIC_R = 0$$

También en este caso 2 muestras, la 7 y la 27, están fuera de los límites y por lo tanto se asume que fueron tomadas cuando el proceso estaba fuera de control estadístico y también fueron eliminados quedando solamente 26 muestras para los cuales se obtuvo nuevamente los valores :

$$\bar{X}_{\text{nuevo}} = \frac{\sum \bar{X} - \bar{X}_d}{g - g_d} \qquad \bar{R}_{\text{nuevo}} = \frac{\sum R - R_d}{g - g_d}$$

$$\bar{X}_{\text{nuevo}} = \frac{3969.8 - 140 - 139.8}{28 - 2} \qquad \bar{R}_{\text{nuevo}} = \frac{85 - 3 - 4}{28 - 2}$$

$$\bar{X}_{\text{nuevo}} = \frac{3690}{26} \qquad \bar{R}_{\text{nuevo}} = \frac{78}{26}$$

$$\bar{X}_{\text{nuevo}} = 141.92 \qquad \bar{R}_{\text{nuevo}} = 3$$

Siendo entonces los nuevos y definitivos límites de control los siguientes (Ver figura 4.10):

$$LSC_{\bar{x}} = 143.65$$

$$LC_{\bar{x}} = 141.92$$

$$LIC_{\bar{x}} = 140.19$$

$$LSC_R = 6.34$$

$$LC_R = 3$$

$$LIC_R = 0$$

Algunas pequeñas diferencias con los expuestos en el proyecto como resultados o salidas del software utilizado son debido a la precisión en los cálculos.

Así se construyeron los gráficos de control manualmente. Como se observa la utilización de algún software especializado reduce considerablemente el nivel de dificultad en el cálculo de los límites de control y obviamente el tiempo para su elaboración lo que facilita su utilización práctica.

Resultados obtenidos utilizando el software.**PESO NETO.-**

En las siguientes gráficas se muestran el monitoreo del peso neto en el proceso de llenado mediante los gráficos de control de \bar{X} -R hasta que el proceso esté bajo control estadístico.

Worksheet size: 100000 cells

Macro is running ... please wait

Test Results for Xbar Chart

TEST 1. One point more than 3.00 sigmas from center line.

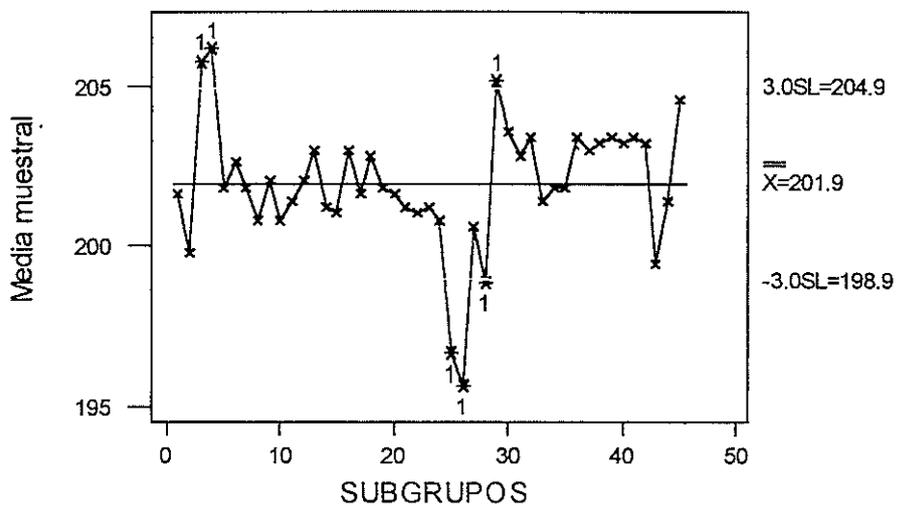
Test Failed at points: 3 4 25 26 28 29

Test Results for R Chart

TEST 1. One point more than 3.00 sigmas from center line.

Test Failed at points: 1 2

X-bar PESO NETO



R Chart para PESO NETO

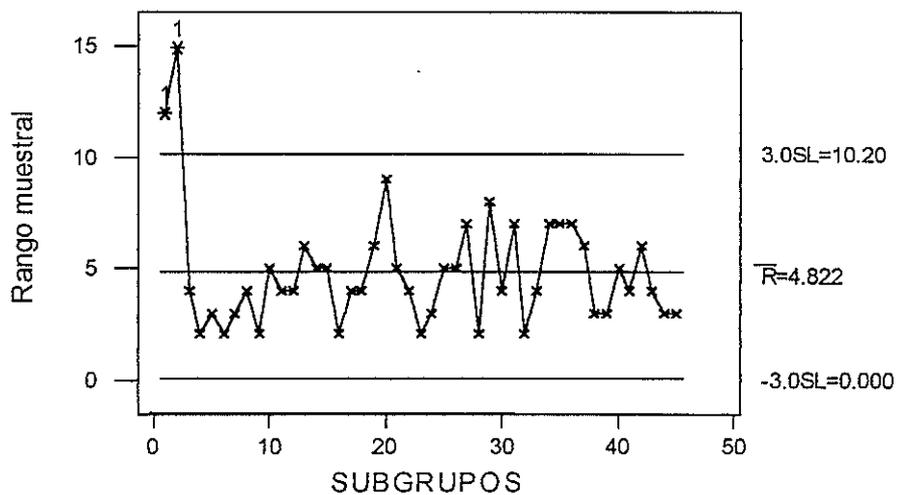


FIGURA 4.1 y 4.2. DIAGRAMAS PRELIMINARES DE \bar{X} Y DE R .

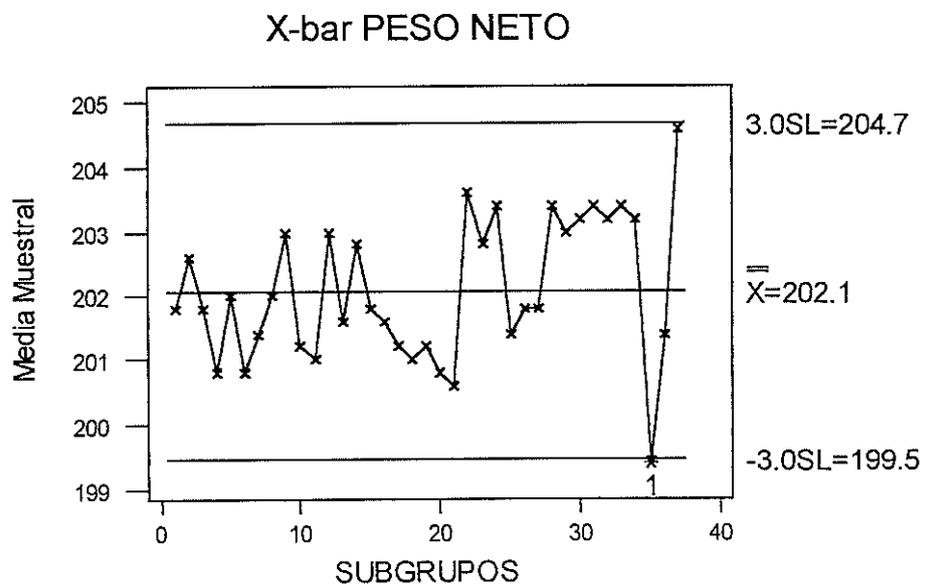
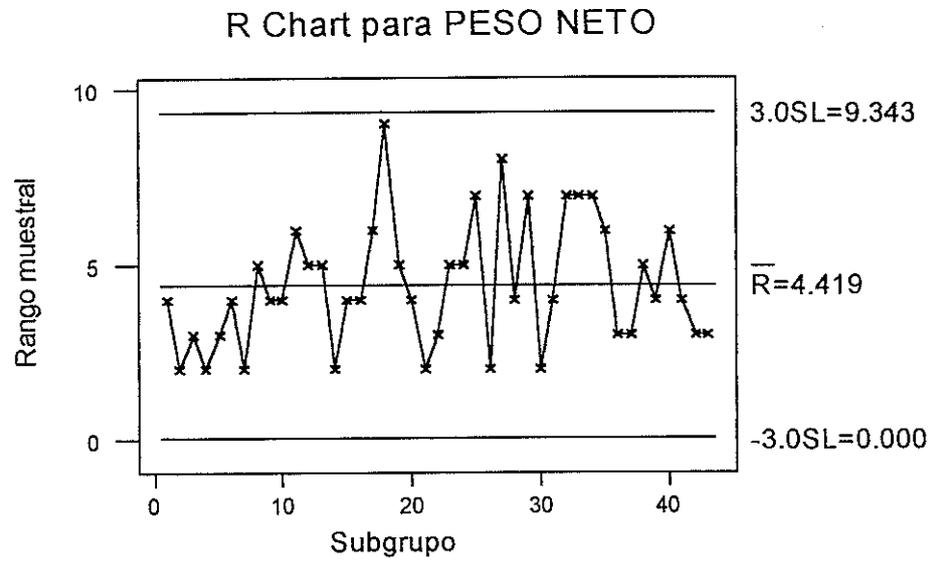


FIGURA 4.3 y 4.4. GRÁFICO DE R Y GRÁFICO DE \bar{X}

Xbar/R Chart propuesto para PESO NETO

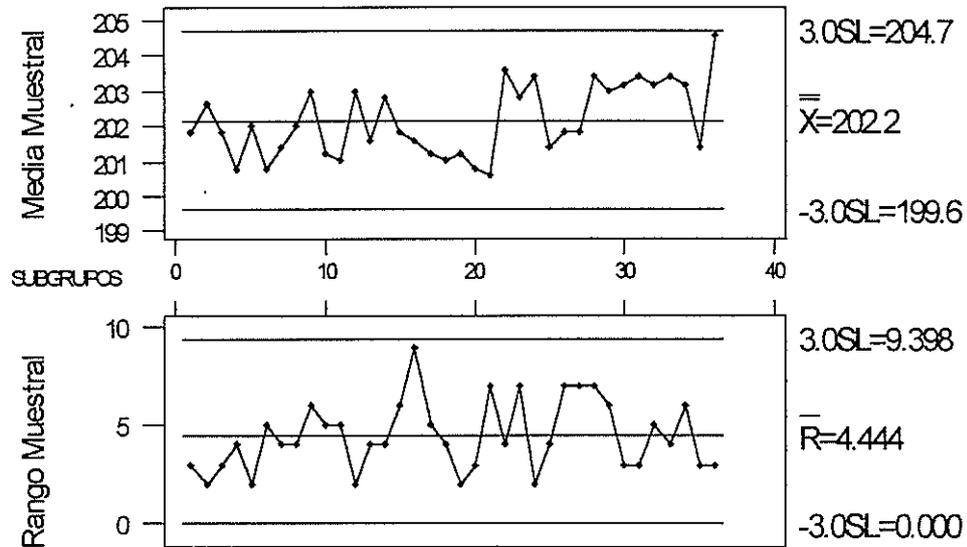


FIGURA 4.5. DIAGRAMA $\bar{X} - R$ DE PESO NETO BAJO CONTROL ESTADÍSTICO

PESO DE LLENADO.-

En las siguientes gráficas se muestran el monitoreo de la variable peso de llenado en el proceso de llenado mediante los gráficos de control de \bar{X} -R hasta que esta variable esté bajo control estadístico.

Worksheet size: 100000 cells

Macro is running ... please wait

Test Results for Xbar Chart

TEST 1. One point more than 3.00 sigmas from center line.

Test Failed at points: 5 8 15



CIB-ESPOL

Test Results for R Chart

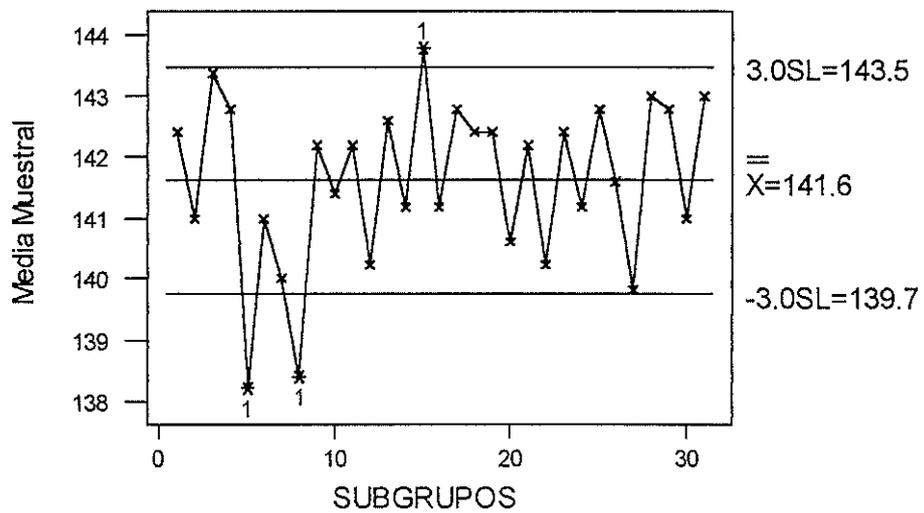
TEST 1. One point more than 3.00 sigmas from center line.

Test Failed at points: 5



CIB-ESPOL

X-bar PESO DE LLENADO



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

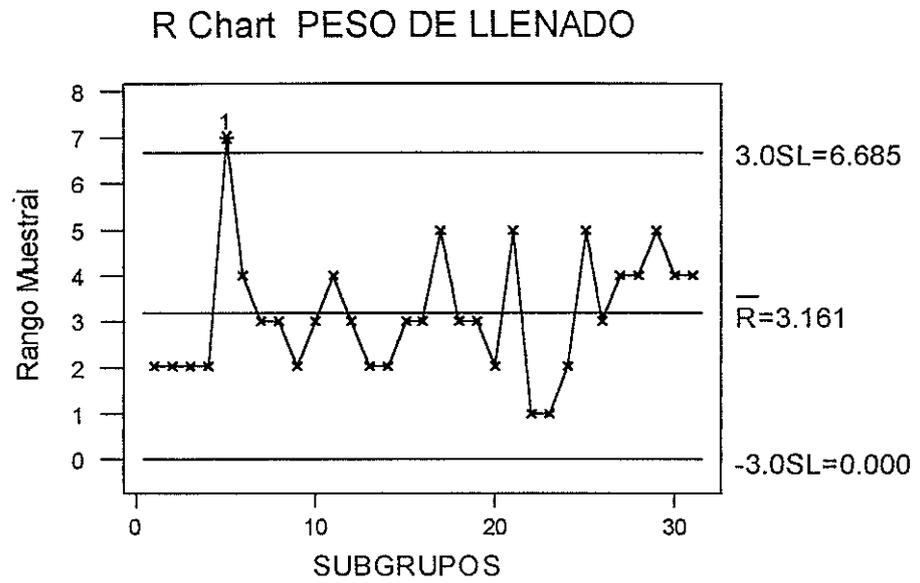
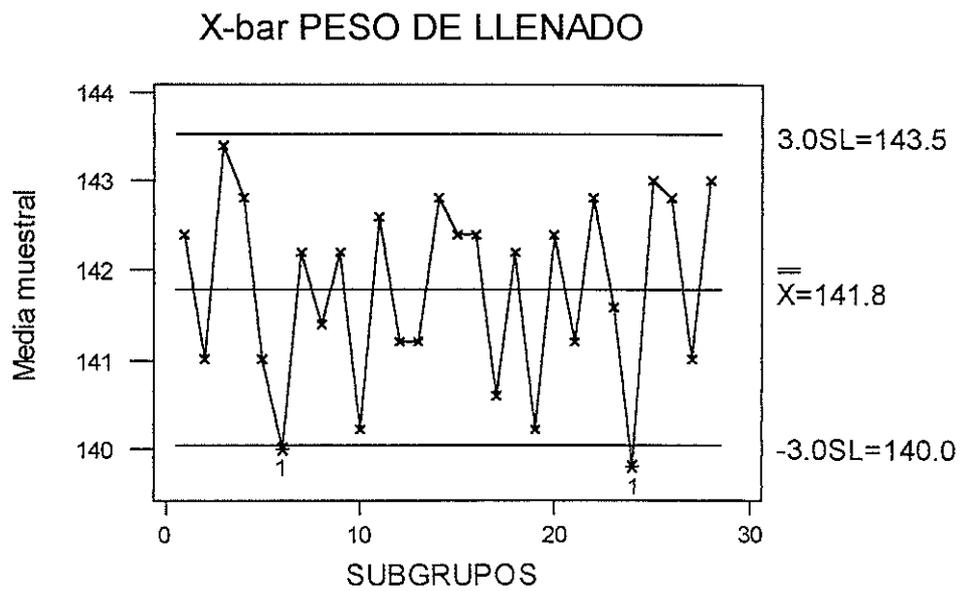


FIGURA 4.6 y 4.7. DIAGRAMAS PRELIMINARES DE \bar{X} Y DE R



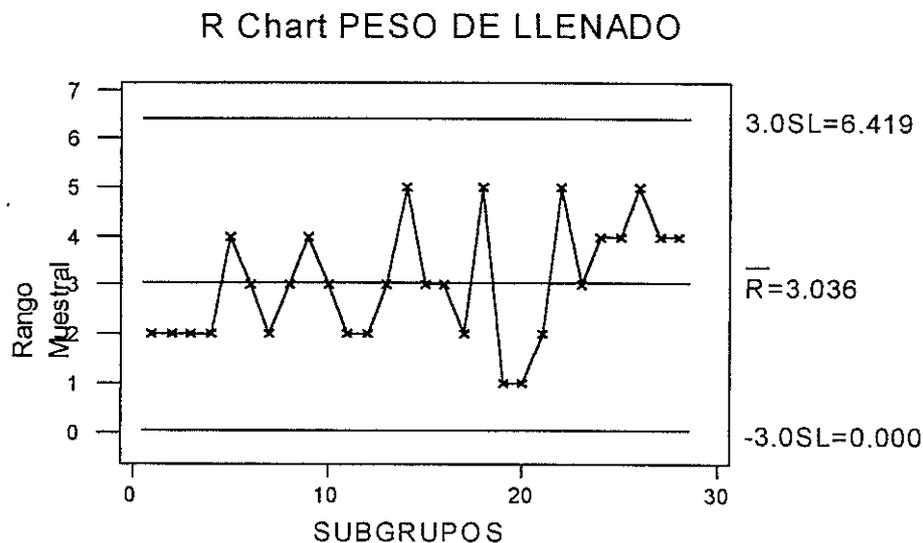


FIGURA 4.8 y 4.9. GRÁFICO DE \bar{X} Y DE R

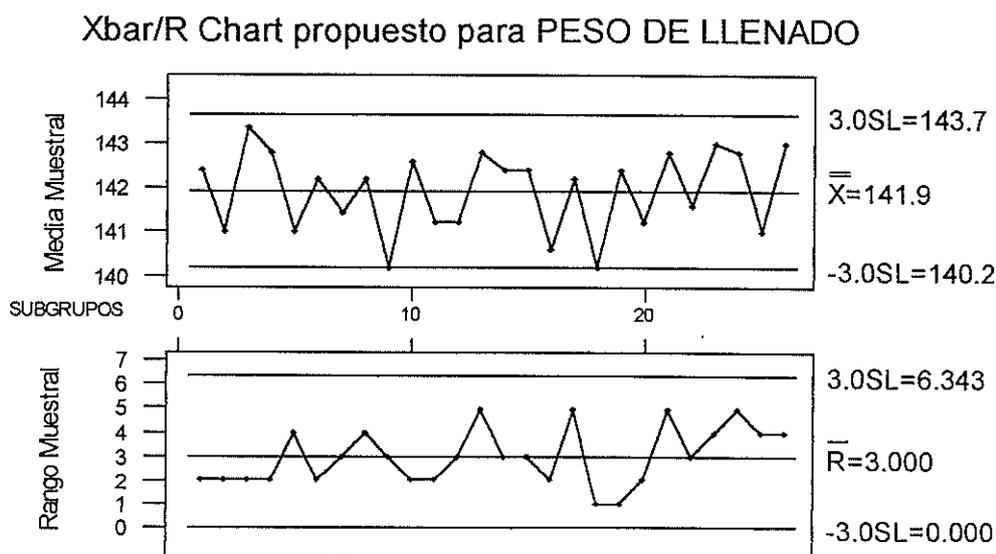


FIGURA 4.10. DIAGRAMA \bar{X} - R BAJO CONTROL ESTADÍSTICO

SANGRE.-

En las gráficas c siguientes se muestran el monitoreo de las no conformidades de producto terminado por presencia de sangre.

TEST 1. One point more than 3.00 sigmas from center line.

Test Failed al points: 4 9 10.

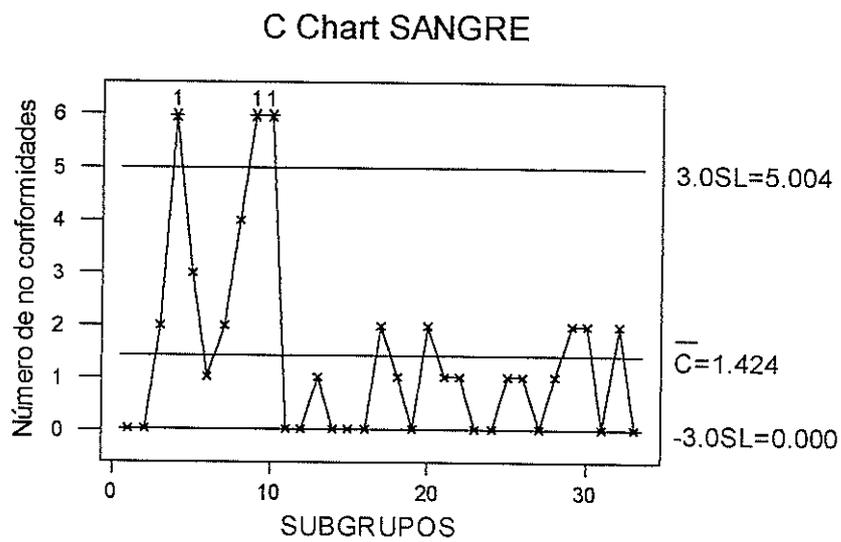


FIGURA 4.11. GRÁFICO C PRELIMINAR PARA SANGRE

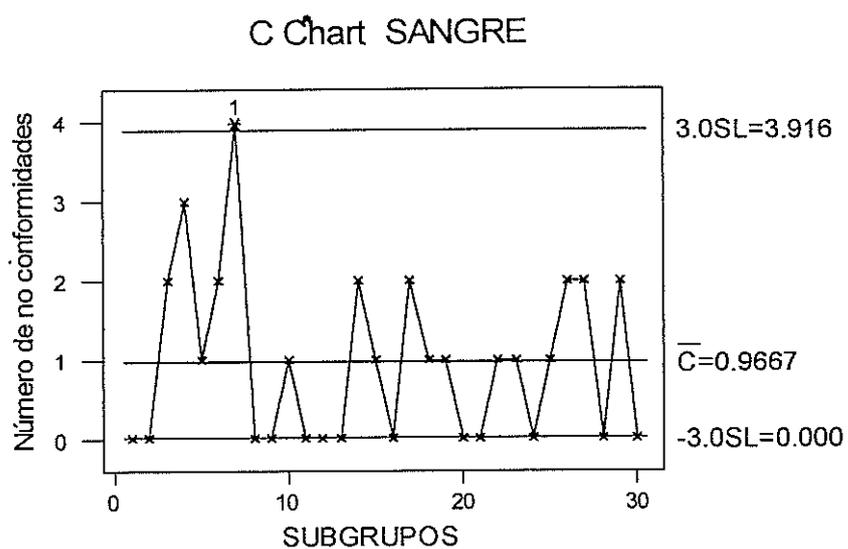


FIGURA 4.12. GRÁFICO C PARA SANGRE

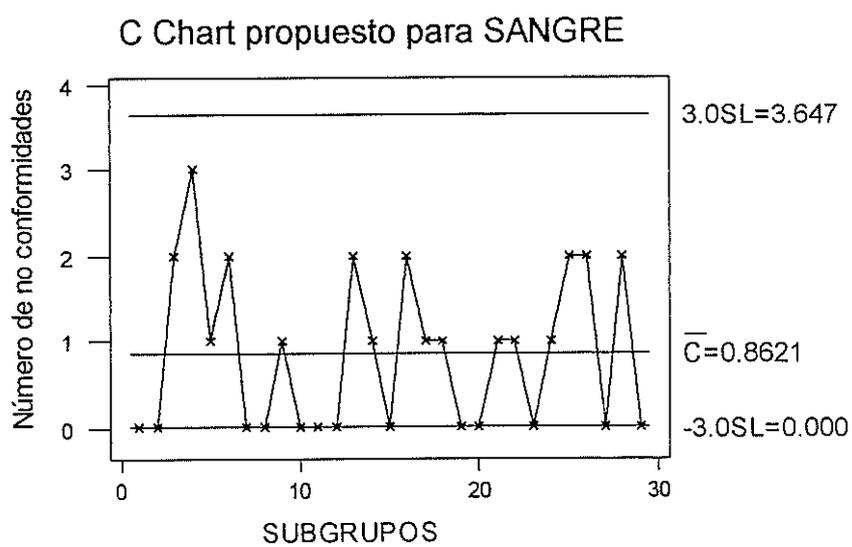


FIGURA 4.13. GRÁFICO C DE SANGRE BAJO CONTROL ESTADÍSTICO

MORETONES.- *

En las gráficas c siguientes se muestran el monitoreo de las no conformidades de producto terminado por presencia de moretones.

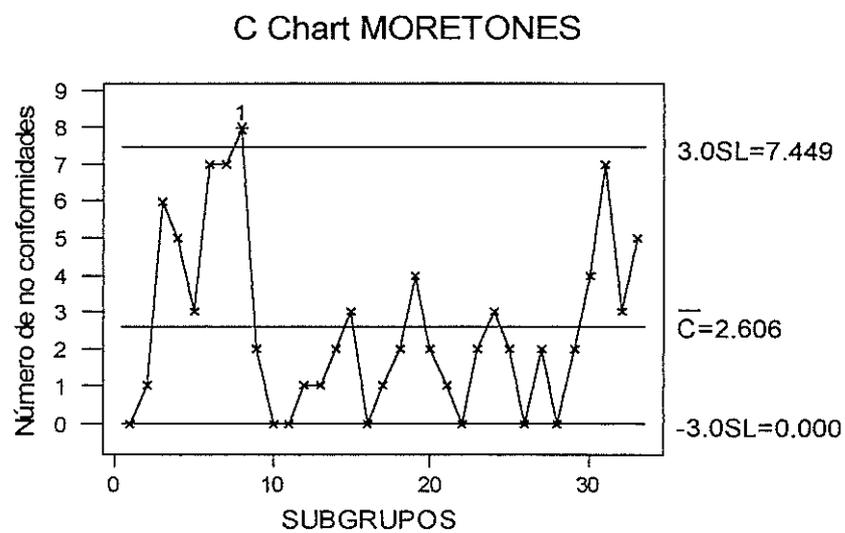
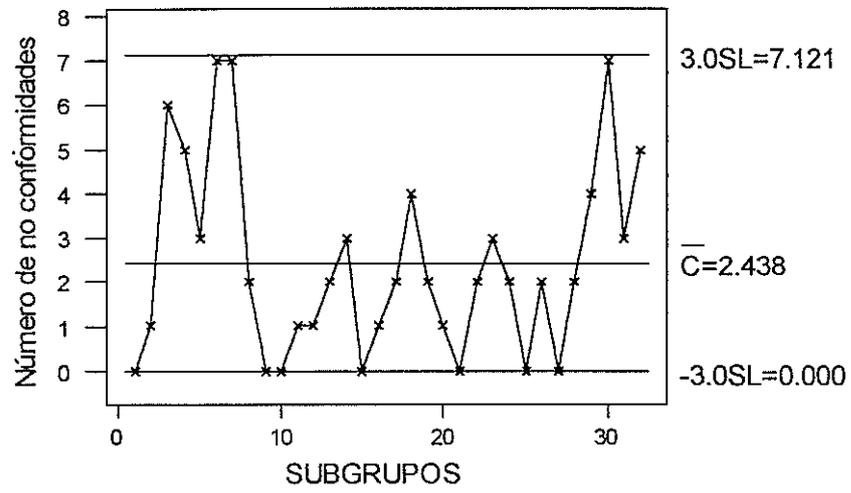


FIGURA 4.14. GRÁFICO C PRELIMINAR PARA MORETONES

C Chart MORETONES



C Chart MORETONES

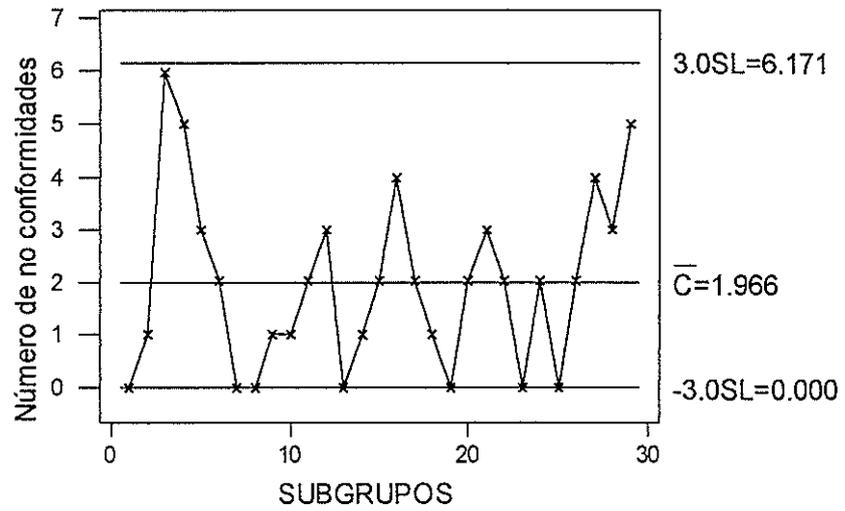


FIGURA 4.15 y 4.16. GRÁFICOS C PARA MORETONES

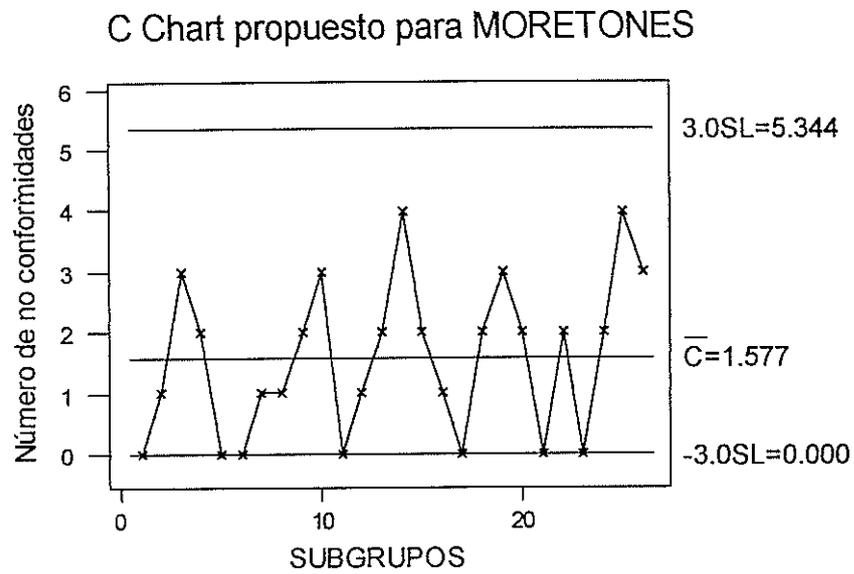


FIGURA 4.17. GRAFICAS C BAJO CONTROL ESTADISTICO

LIMPIEZA.-

En las siguientes gráficas p se muestran el monitoreo de proporción de producto disconforme por concepto de limpieza.

Test Failed at points: 3, 4, 9, 10

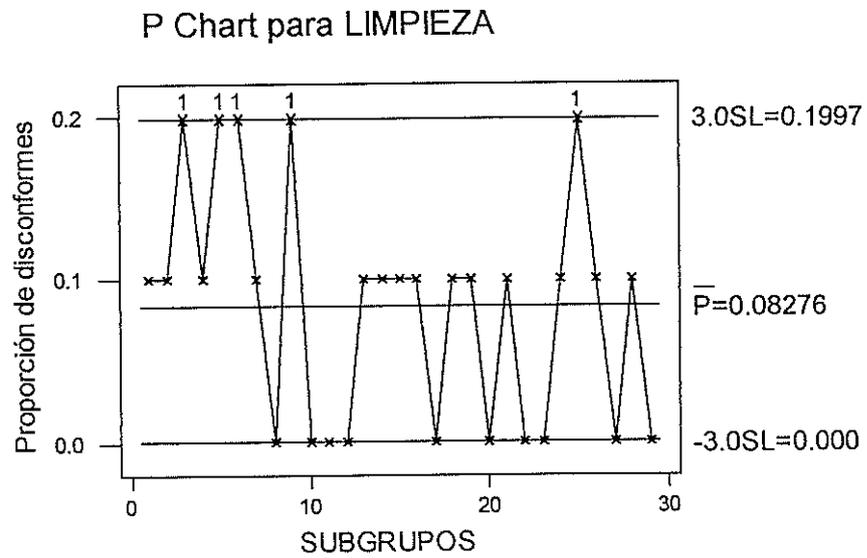
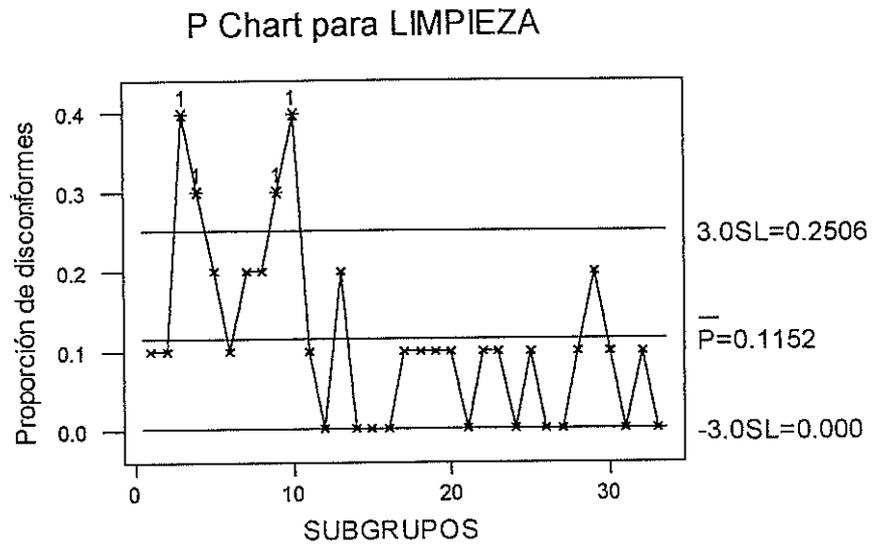


FIGURA 4.18 y 4.19. GRÁFICOS P PRELIMINARES DE LIMPIEZA

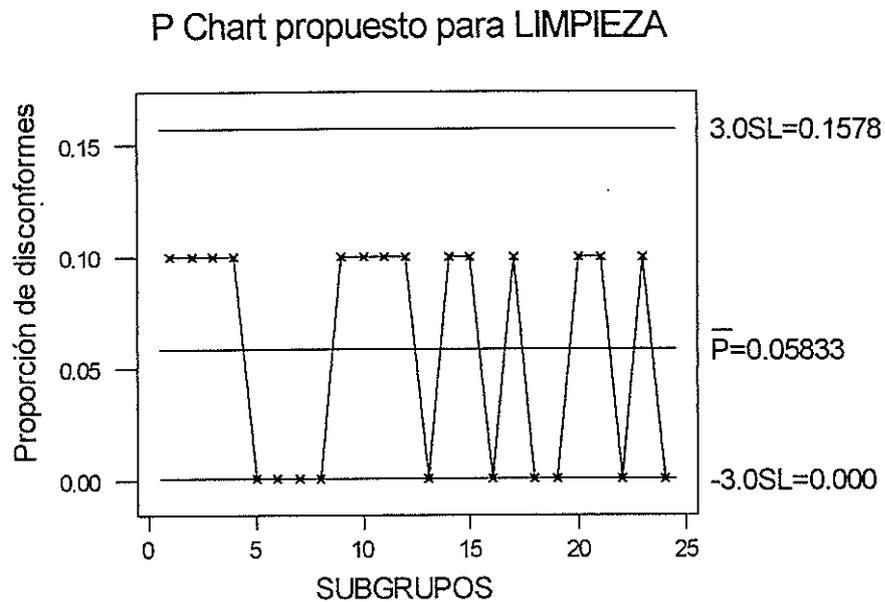


FIGURA 4.20. GRÁFICO P DE LIMPIEZA BAJO CONTROL ESTADÍSTICO

VENAS.-

En las gráficas c siguientes se muestran el monitoreo de las no conformidades de producto terminado por presencia de venas.

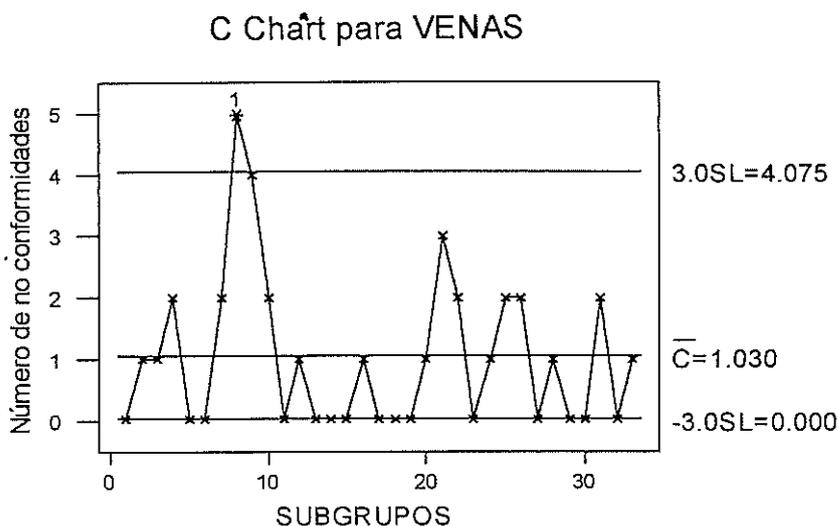


FIGURA 4.21. GRÁFICO C PRELIMINAR DE VENAS

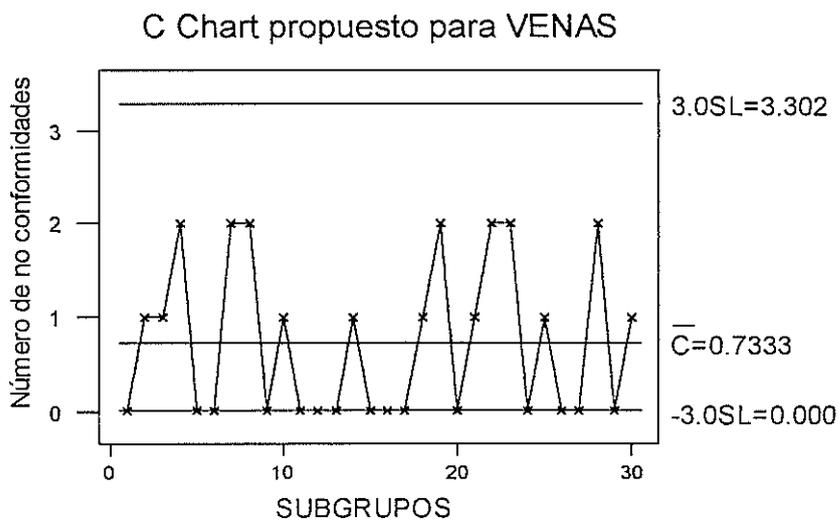


GRÁFICO 4.22. GRÁFICO C DE VENAS BAJO CONTROL ESTADÍSTICO

PORCENTAJE DE TROZO.-

En las siguientes gráficas p se muestran el monitoreo de proporción de producto disconforme por presencia de trozos.

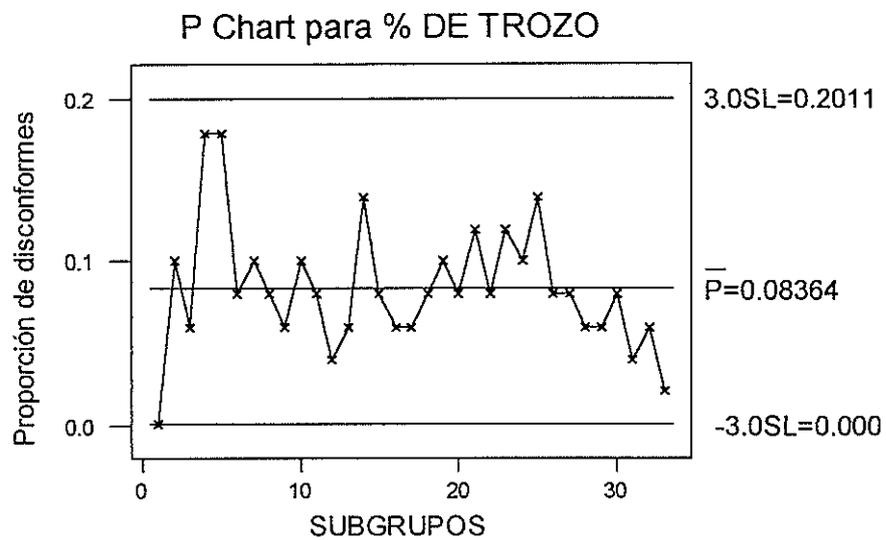


FIGURA 4.23. GRAFICO P PRELIMINAR PARA % DE TROZO

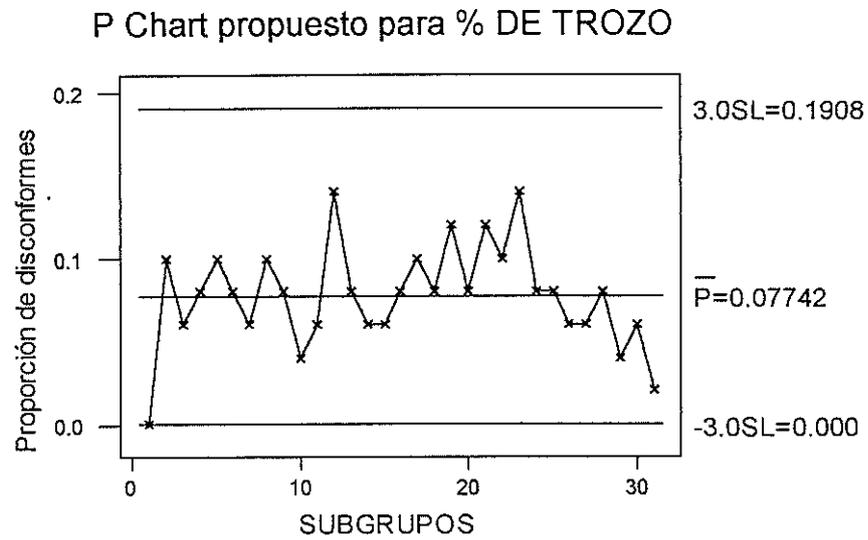


FIGURA 4.24. GRAFICO P BAJO CONTROL ESTADISTICO

ESPINAS.-

En las gráficas c siguientes se muestran el monitoreo de las no conformidades de producto terminado por presencia de espinas.

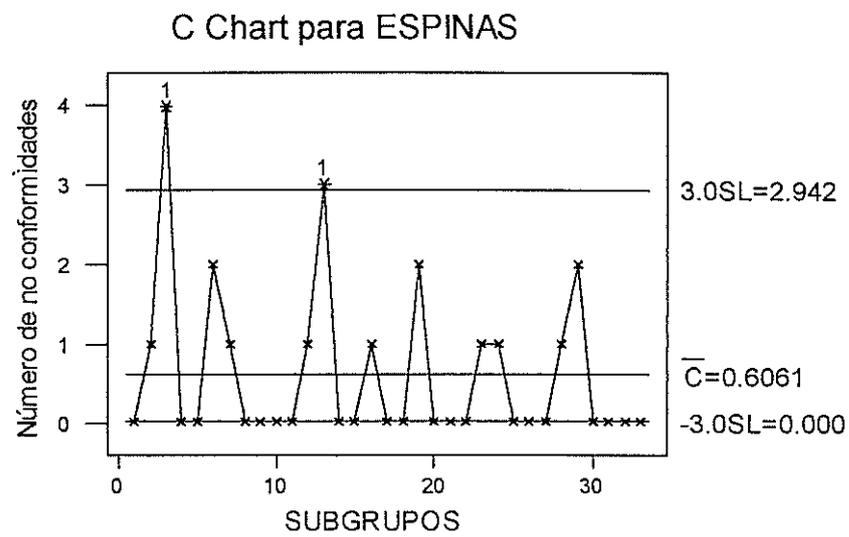


FIGURA 4.25. GRÁFICO C PRELIMINAR DE ESPINAS

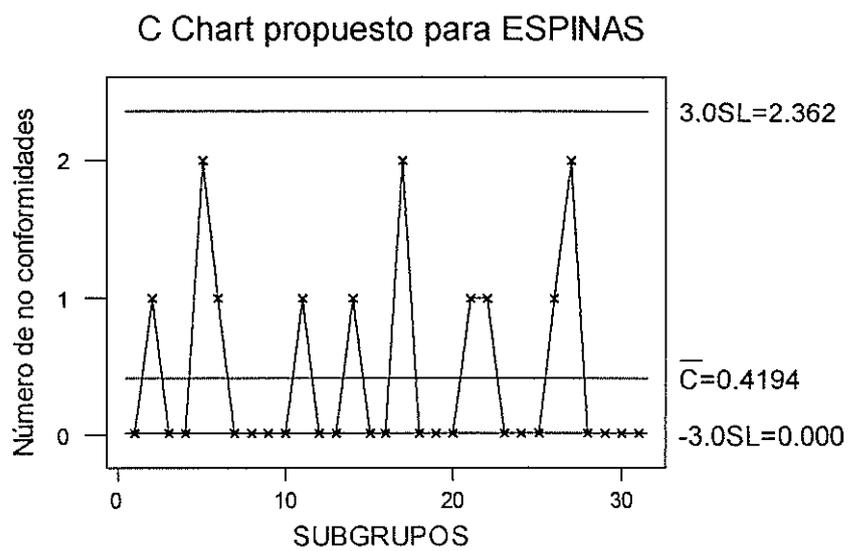


FIGURA 4.26. GRÁFICO C BAJO CONTROL ESTADÍSTICO

ESCAMAS.-

En las gráficas c siguientes se muestran el monitoreo de las no conformidades de producto terminado por presencia de escamas.

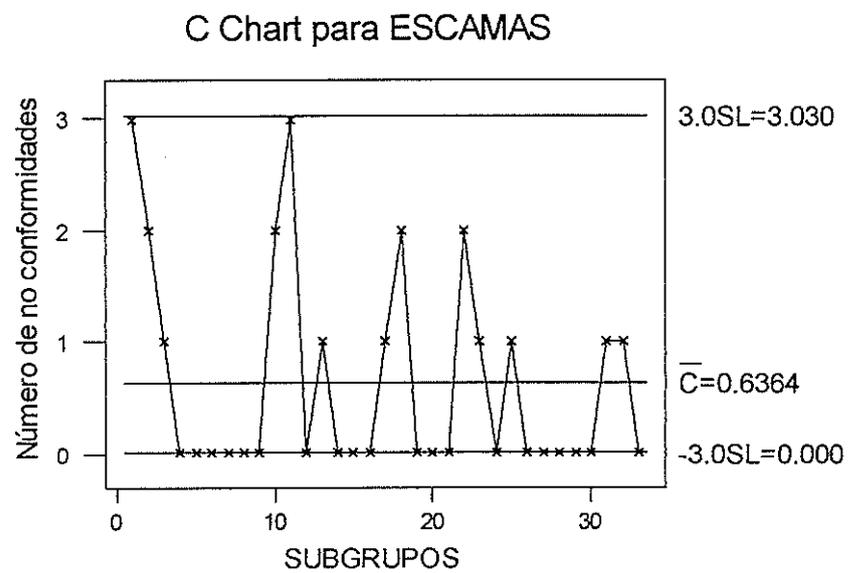


FIGURA 4.27. GRAFICO C PRELIMINAR DE ESCAMAS

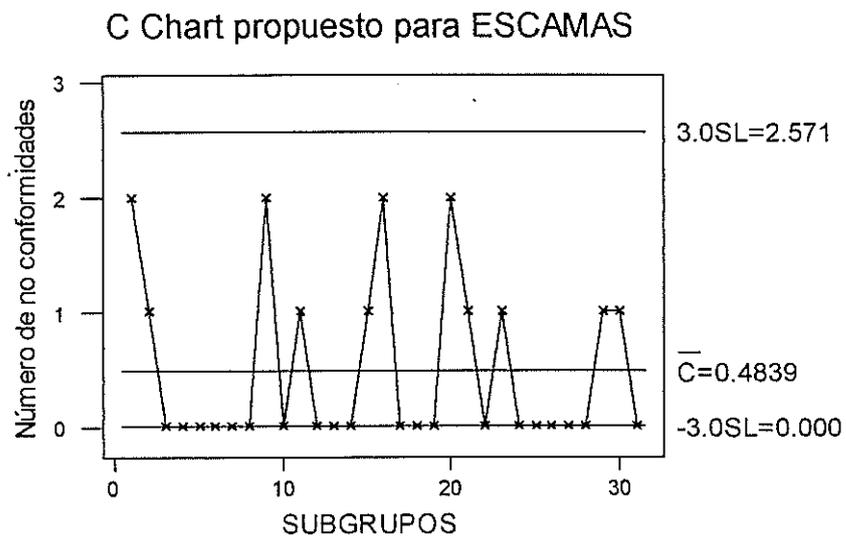


FIGURA 4.28. GRÁFICO C DE ESCAMAS BAJO CONTROL ESTADÍSTICO

ETIQUETA MAL ALINEADA.-

En las siguientes gráficas p se muestran el monitoreo de proporción de producto disconforme por presencia de etiquetas mal alineadas.

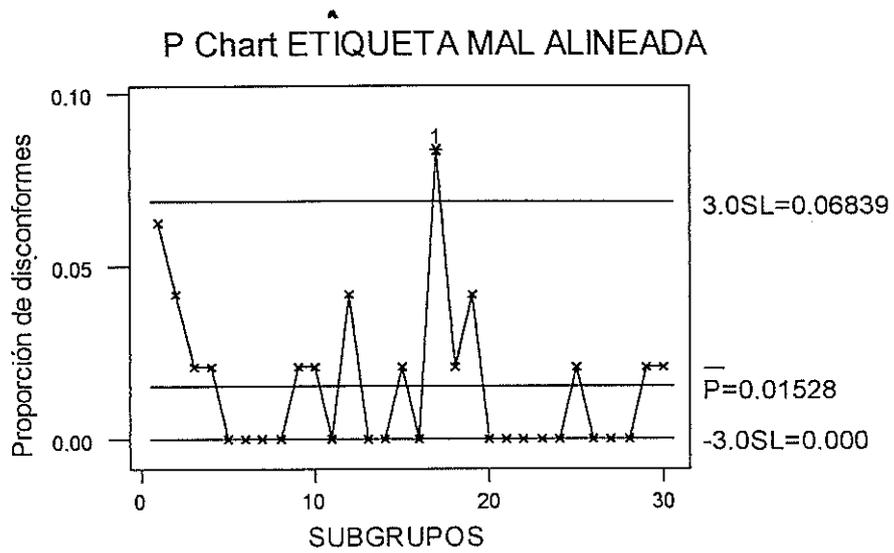


FIGURA 4.29. GRÁFICO P PRELIMINAR DE ETIQUETA MAL ALINEADA

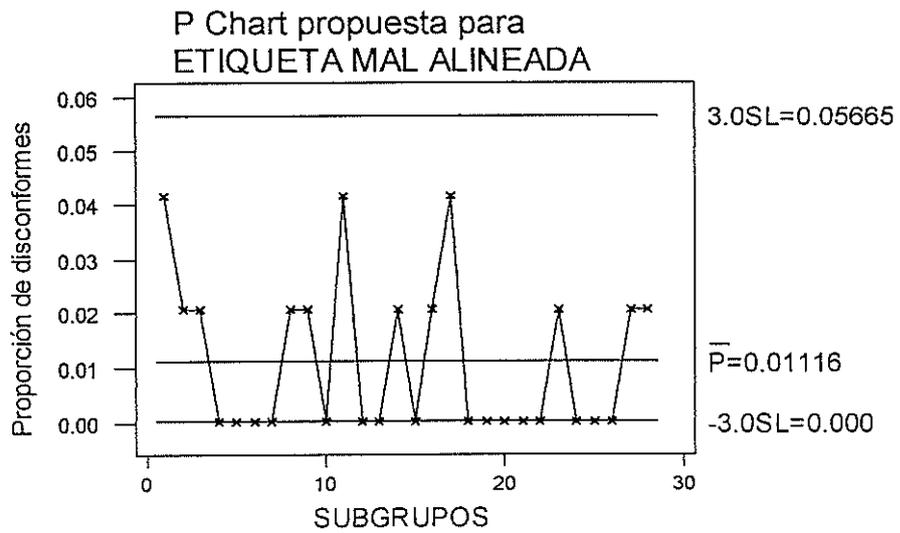


FIGURA 4.30. GRÁFICO P BAJO CONTROL ESTADÍSTICO

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En este capítulo , se realizó un análisis de resultados de los gráficos de control de las características de calidad críticas, tanto cuantitativas como cualitativas, que afectan al proceso de atún enlatado en agua.

GRÁFICOS DE CONTROL POR VARIABLES

Para el estudio de las características cuantitativas de calidad críticas se utilizó los gráficos de control por variables. Como se estableció en el capítulo 3, para el caso de esta compañía las características cuantitativas críticas según el análisis de pareto son: peso de llenado y peso neto.

A estas dos características críticas se realizó el análisis de los respectivos gráficos de control \bar{X} -R hasta que el proceso esté bajo control estadístico, se evaluó la capacidad del proceso, la normalidad, el centramiento del proceso y se calculó el porcentaje de producto defectuoso.

En la figura 5.1 se detalla un esquema de los pasos fundamentales que conducen al control y mejoramiento del proceso, y sobre el cual se sustenta una estrategia propuesta para mejorar los procesos de peso de neto y peso de llenado.

PESO NETO.-

a) Análisis de los gráficos de control .

Para el peso neto de las latas de atún, se tomaron 45 muestras en subgrupos racionales de 5 unidades cada muestra. Para el cálculo y determinación de los límites de control se utilizó el muestreo previamente determinado en el capítulo anterior.

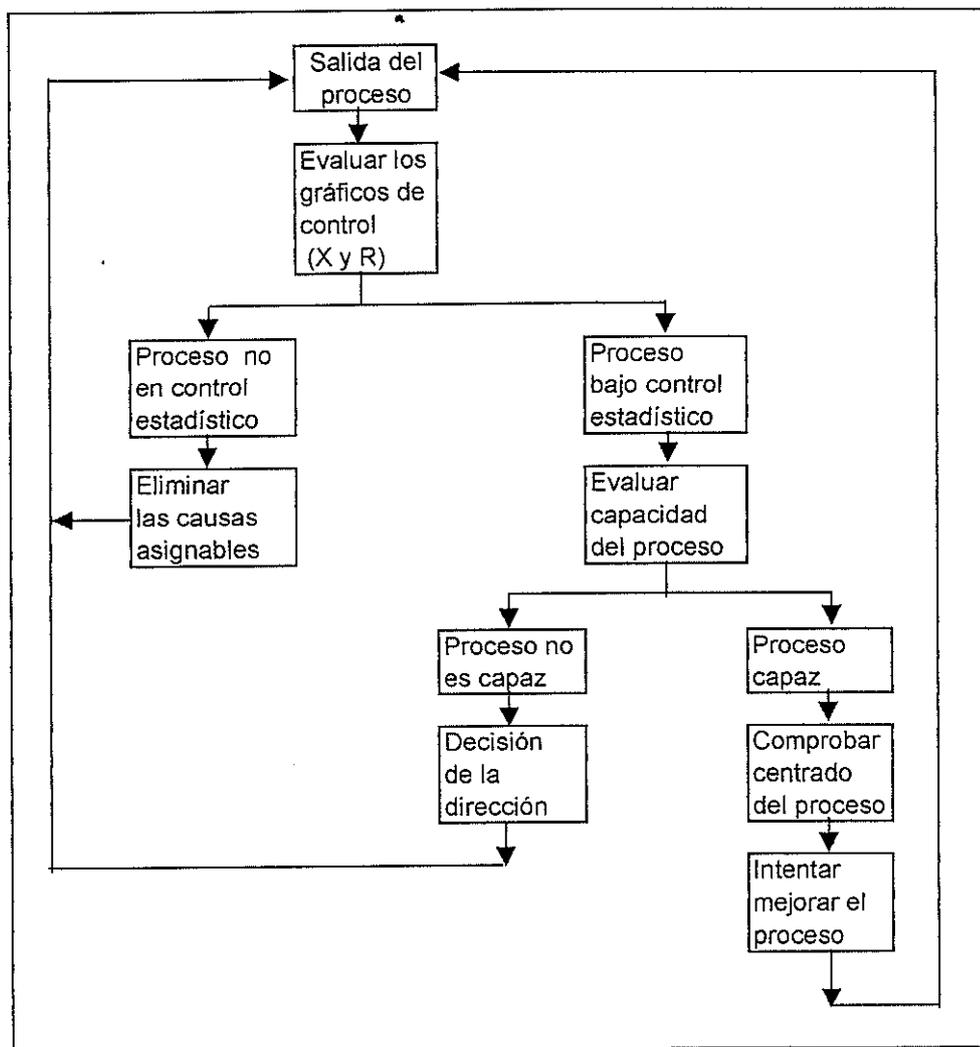


FIGURA 5.1. ESTRATEGIA PARA MEJORAMIENTO DEL PROCESO

Una vez que se recolectó las muestras, se introdujeron los datos en el software Minitab donde se obtuvieron los gráficos preliminares de \bar{X} y de R que se muestra en la figura 4.1 y 4.2, donde se examina 6 puntos fuera de los límites de control en el gráfico \bar{X} , los cuales corresponden

a los subgrupos 3,4,25,26,28 y 29 (Ver apéndice P). Mientras que para el gráfico R se examina 2 puntos fuera de los límites de control los cuales corresponden a los subgrupos 1 y 2 .

Con el fin de alcanzar un proceso bajo control estadístico, se realizó una depuración en los dos gráficos donde se eliminan los puntos fuera de los límites de control por la presencia de causas asignables. Los puntos se eliminan justificando las depuraciones por causas asignables debido a descalibración de la máquina llenadora cuando sube y baja el tornillo regulador , cantidad de llenado de atún en el túnel y descalibración de la máquina dosificadora por el cambio de presión. Se observan patrones cíclicos por la presencia de causas de variación natural debido a calibraciones de la máquina dosificadora y máquina llenadora.

Una vez que se realizaron las depuraciones, se realizó los gráficos de control \bar{X} -R para los puntos restantes (Ver figura 4.3 y 4.4), con la finalidad de que los gráficos estén bajo control estadístico. En el gráfico R se observa que está bajo control estadístico, mientras que el gráfico \bar{X} no está bajo control estadístico debido a que existe 1 punto fuera de los límites de control el cual corresponde al subgrupo 43 (Ver apéndice P).

Una vez más se realizó una depuración donde se eliminó este punto fuera de los límites de control por la presencia de una causa asignable. Esta causa asignable se debe a descalibración de la máquina llenadora. Una vez que se depuró, se graficaron los datos restantes y tanto el gráfico \bar{X} como el gráfico R están bajo control estadístico, debido a que todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control (Ver figura 4.5). Para que el proceso de peso neto sea estable se determinó que los límites de control para el gráfico \bar{X} sean: LCS= 204.7 y LCI = 199.6 con una media de 202,2. Mientras que para los gráficos R los límites de control sean : límite superior 9.398, límite inferior 0 con un rango medio de 4.44.

b) Análisis de la Normalidad.

Se realizó el análisis de la normalidad de los datos de peso neto en el programa. Cabe indicar que este programa indica la normalidad de los datos escogiendo tres tipos de pruebas de normalidad:

- Anderson – Darling Test.- Esta prueba se basa en una función de distribución acumulativa o ECDF (Empirical Cumulative Distribution Function).
 - Ryan – Join Test.- Esta prueba se basa en una correlación, similar al Shapiro – Wilk Test.
-

- Kormogorov – Smirnov Test.- Esta prueba se basa en chi-cuadrado.

Se escogió la opción de Kormogorov–Smirnov Test, ya que indica la normalidad de los datos de una manera más comprensible (Ver figura 5.2). De acuerdo a esta prueba el valor de probabilidad para que las muestras sea normal debe ser mayor a 0.15 y de acuerdo al resultado obtenido de esta prueba indica que $PValue > 0.15$, por lo que los datos siguen una distribución normal.

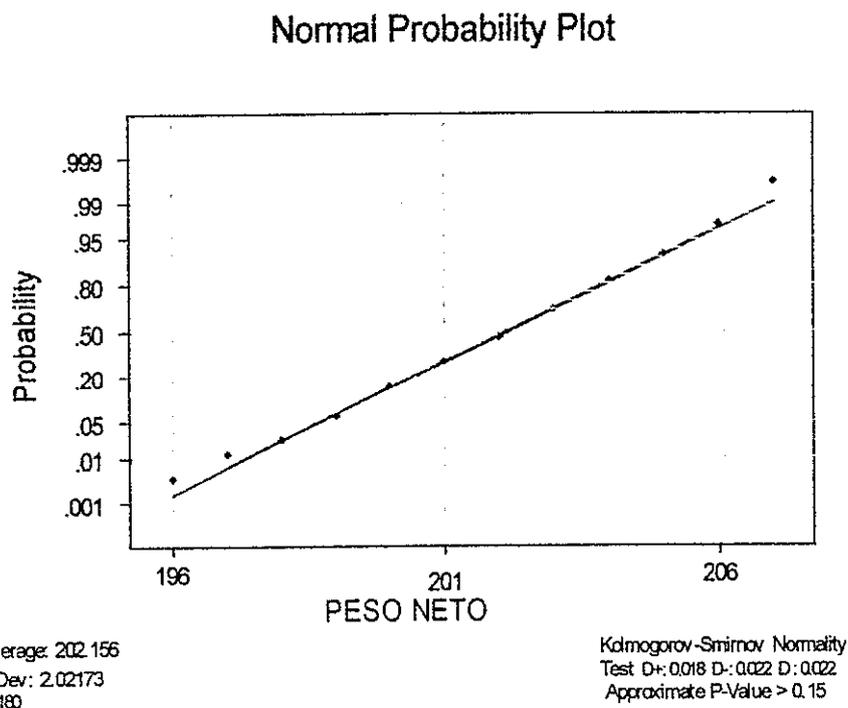


FIGURA 5.2. KORMOGOROV-SMIRNOV TEST DE PESO NETO

c) Capacidad y centramiento del proceso.

Se evaluó la capacidad y centramiento del proceso de peso neto una vez que este proceso está bajo control estadístico. Para ello se calculó el índice de capacidad C_p para determinar si el proceso de peso neto es capaz de cumplir las especificaciones (Ver tabla 10) y satisfacer las necesidades de los clientes ($C_p > 1$), y para comprobar el centramiento del proceso se calculó el índice C_{pk} ($C_{pk} > 1$).

Este programa indica la capacidad y centramiento del proceso escogiendo las siguientes opciones:

- Stat
- Quality Tools
- Capability Analysis (Análisis de capacidad)

De acuerdo a los resultados obtenidos (Ver figura 5.3) la capacidad del proceso y centramiento del proceso fueron: $C_p = 0.85$ y $C_{pk} = 0.49$. Lo que indica que el proceso tiene baja capacidad para cumplir las especificaciones aunque satisface al cliente.

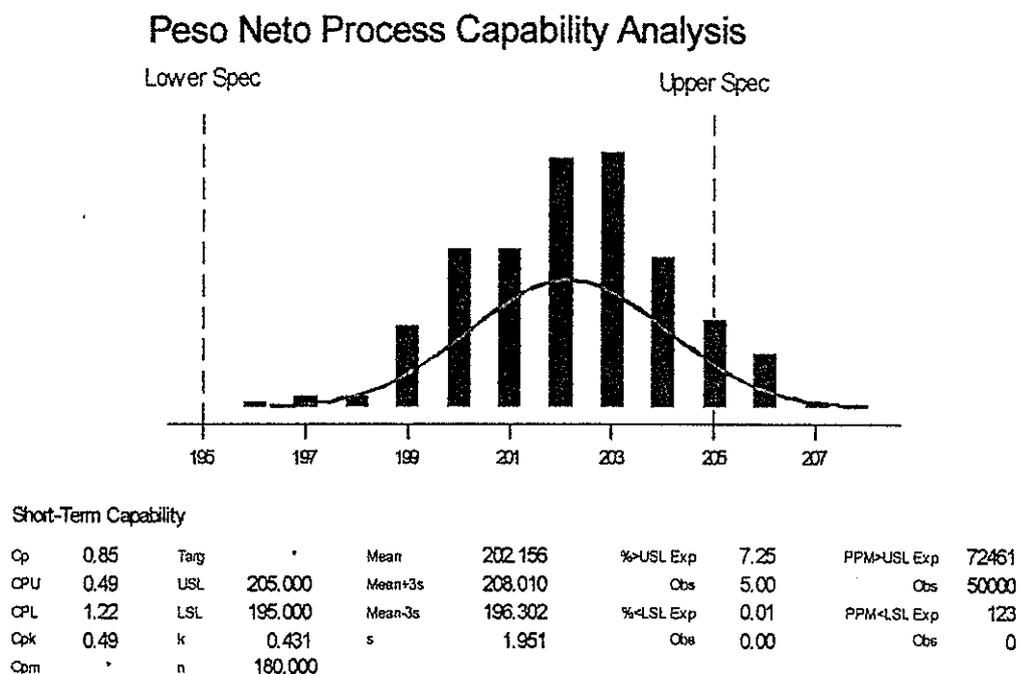


FIGURA 5.3. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PESO NETO BAJO CONTROL ESTADÍSTICO

Siguiendo con la interpretación del análisis de capacidad, el índice de capacidad superior (CPU o IC_S) es 0.49 y el índice de capacidad inferior (CPL o IC_I) es 1.22, por ende el menor valor de estos dos índices se lo denomina $C_{pk} = 0.49$ y se debe realizar un ajuste de la media del proceso $\bar{X}_o = 202.156$ ya que la curva está corrida hacia la derecha y es una indicación de que mediante este proceso se está obteniendo un producto que no está satisfaciendo las especificaciones.

Para el mejoramiento del proceso, se va a recalculer los límites de control de peso neto bajo control estadístico con el objetivo de que el proceso de peso neto sea capaz de satisfacer con las especificaciones de la compañía y ajustar la media del proceso.

Para mejorar la capacidad y centramiento de este proceso se observó los valores individuales que están fuera de los límites de las especificaciones en este caso los que sobrepasan el límite superior especificado, cuya acción correctiva fue recalculer los límites de control de los gráficos \bar{X} -R. Para ello se realizó depuraciones de aquellos subgrupos racionales que incluían valores individuales que sobrepasaran el límite superior especificado (LSE=205 g) (Ver Apéndice P) cuyas causas de variación se debieron a calibraciones de la máquina llenadora y dosificadora, a continuación se presenta un gráfico de control X-R propuesto para el mejoramiento del proceso (Ver figura 5.4):

Del resultado obtenido (Ver figura 5.4), los nuevos límites de control para que el proceso sea capaz para el gráfico \bar{X} son: LCS = 203.8 y LCI = 199.4 con una media de 201.6. Mientras que para el gráfico R los límites de control son: límite superior 8.074, límite inferior 0 y rango medio 3.818.

Xbar/R Chart PESO NETO

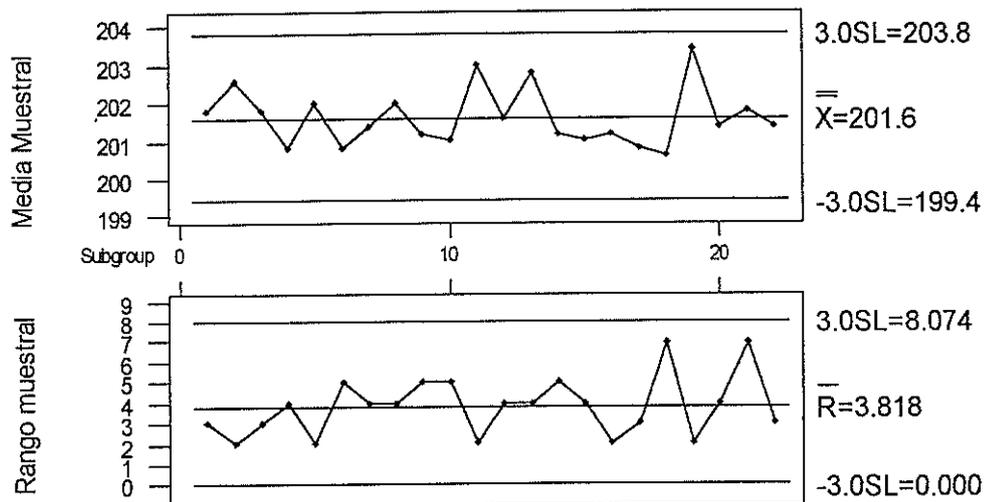


FIGURA 5.4. DIAGRAMA X-R PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PESO NETO

Se volvió a evaluar el índice de capacidad y centramiento del proceso y de acuerdo al resultado obtenido (ver figura 5.5), la capacidad del proceso y centramiento son: $C_p = 0.98$ y $C_{pk} = 0.66$. Lo que indica que proceso es capaz, aunque la curva está corrida hacia la derecha.

Peso Neto Process Capability Analysis

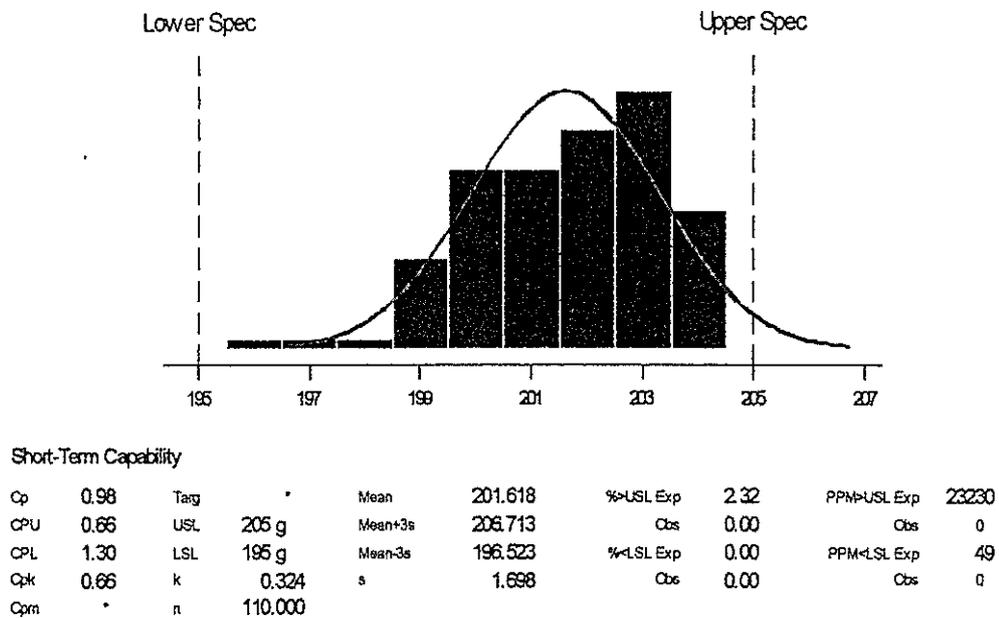


FIGURA 5.5. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PESO NETO.

Para la ejemplificación del cálculo manual del índice de capacidad del proceso y centramiento se utilizó las fórmulas expuestas en el capítulo 1, la cuales se expresan a continuación:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma_0} \qquad IC_S = \frac{LSE - X}{3\sigma_0} \qquad IC_I = \frac{X - LIE}{3\sigma_0}$$

$$C_{pk} = \text{Min} [IC_s \text{ o } IC_l]$$

Para $n=5$, se tendría que (Ver figura 5.4):

$$\bar{X} = 201.6$$

$$\bar{R} = 3.818$$

d_2 (para $n=5$) = 2.326 (Ver Apéndice O)

LSE (USL) = 205 g

LIE (LSL) = 195 g

$$\sigma_0 = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{3.818}{2.326}$$

$$\sigma_0 = 1.64$$

Donde el índice de capacidad sería:

$$C_p = \frac{205 - 195}{6 (1.64)} = \frac{10}{9.84}$$

$$IC_s = \frac{205 - 201.6}{3 (1.64)} = \frac{3.4}{4.92} = 0.69$$

$$IC_l = \frac{201.6 - 195}{3(1.64)} = \frac{\hat{6.6}}{4.92} = 1.33$$

$$C_p = 1.01 \quad \text{y} \quad C_{pk} = 0.69$$

Algunas pequeñas diferencias del cálculo manual y resultados del software utilizado (Ver figura 5.5) se debieron a la precisión en los cálculos del programa especializado, reduciendo el nivel de dificultad del cálculo y el tiempo para su elaboración.

d) Porcentaje del producto defectuoso.

Se evaluó el porcentaje de producto defectuoso del proceso de peso neto en los dos análisis de capacidad: cuando este proceso está bajo control estadístico y en el mejoramiento del proceso de peso neto.

El porcentaje de producto defectuoso se obtiene a partir de que los datos estén distribuidos normalmente y en este caso el producto defectuoso es el porcentaje de datos que están comprendidos debajo del límite inferior de especificación (LSL) y arriba del límite superior de especificación (USL).

Este programa indica el porcentaje de producto defectuoso en la misma opción de Capability Analysis (Análisis de capacidad), el cual los siguientes ítems indican el porcentaje de producto defectuoso:

- % > USL Exp: indica el porcentaje de datos arriba del límite superior de especificación.
- % < LSL Exp: indica el porcentaje de datos debajo del límite inferior de especificación.

Se determinó que el porcentaje de producto defectuoso para peso neto bajo control estadístico es 7.26% (Ver figura 5.3) sumando los dos ítems:

$$\% P = (\% > USL) + (\% < LSL)$$

$$\% P = 7.25 + 0.01 = 7.26\%$$

Y para el mejoramiento del proceso de peso neto (Ver figura 5.5), el porcentaje de producto defectuoso es 2.32%, como se detalla a continuación:

$$\% P = (\% > USL) + (\% < LSL)$$

$$\% P = 2.32 + 0 = 2.32\%$$

Esto indica que a medida de que se mejore el proceso de peso neto en lo que respecta a su capacidad y centramiento, disminuirá el porcentaje de producto defectuoso.

Para la ejemplificación del cálculo manual del porcentaje de producto defectuoso para peso neto se utilizó la fórmula del teorema del límite central:

$$\% P = z \left\{ \frac{LSL - \bar{X}}{\sigma} \right\} + \left\{ 1 - z \left\{ \frac{USL - \bar{X}}{\sigma} \right\} \right\}$$

donde se va a calcular el porcentaje de producto defectuoso para el primer análisis (Ver figura 4.5), se tiene los siguientes valores:

$$\bar{X} = 202.156 \text{ g}$$

$$LSL = 195 \text{ g}$$

$$USL = 205 \text{ g}$$

$$\sigma = 1.91$$

$$\% P = z \left\{ \frac{195 - 202.2}{1.91} \right\} + \left\{ 1 - z \left\{ \frac{205 - 202.2}{1.91} \right\} \right\}$$

$$\% P = z(-3.77) + \left\{ 1 - z(1.46) \right\}$$

$$\% P = 0 + 1 - 0.9279$$

$$\% P = 0.0721 \text{ o } 7.21\%$$

Algunas pequeñas diferencias del cálculo manual con el resultado del software (Ver figura 5.3) utilizado se debieron a la precisión en los cálculos del programa especializado, reduciendo el nivel de dificultad para dicho cálculo y el tiempo para su elaboración.

PESO DE LLENADO.-

a) Análisis de los gráficos de control .

Para el análisis de la característica de peso de llenado de las latas de atún, se tomaron 31 muestras en subgrupos racionales de 5 unidades cada muestra. Para el cálculo y determinación de los límites de control se utilizó el muestreo previamente determinado en el capítulo anterior.

Se introdujeron los datos en el software Minitab donde se obtuvieron los gráficos preliminares de \bar{X} y de R (Ver figura 4.6 y 4.7). En el gráfico de \bar{X} se encontraron 3 puntos fuera de los límites de control, los cuales corresponde a los subgrupos 5, 8 y 15 (Ver apéndice P). Mientras que

para el gráfico R se encuentra 1 punto fuera de los límites de control el cual corresponde al subgrupo 5.

Con el fin de alcanzar un proceso bajo control estadístico, se depuraron los dos gráficos eliminando los puntos que están fuera de los límites de control debido a la presencia de causas asignables. Las causas asignables se debieron a las descalibraciones de la máquina llenadora marca Fraga ya que por la vibración del émbolo(disco) se desajusta el tornillo regulador y mal llenado en el túnel de la máquina. Se observan patrones cíclicos tanto en los gráficos de \bar{X} como de R debido a las calibraciones de la máquina llenadora.

Una vez que se realizaron las depuraciones, se realizó los gráficos de control \bar{X} -R para los puntos restantes (Ver figura 4.8 y 4.9), con la finalidad de que los gráficos estén bajo control estadístico. En el gráfico R se observa que está bajo control estadístico, mientras que el gráfico \bar{X} no está bajo control estadístico debido a que se encontraron 2 puntos fuera de los límites de control los cuales corresponde a los subgrupos 7 y 27 (Ver apéndice P) . Se realizó una depuración donde se eliminaron los puntos fuera de los límites de control por la presencia de causas asignables. Estas causas se debieron a descalibraciones de la máquina llenadora Fraga.

Una vez que se depuró eliminando estos puntos, se graficaron los datos restantes, donde tanto el gráfico \bar{X} como el gráfico R se encuentran bajo control estadístico debido a que todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control (Ver figura 4.10). Para que el proceso de peso de llenado esté bajo control estadístico se obtuvieron los siguientes límites de control: para el gráfico \bar{X} LCS= 143.7 y LCI = 140.2 con una media de 141.9. Mientras que para los gráficos R los límites de control son: límite superior 6.343, límite inferior 0 con un rango medio de 3.

b) Análisis de la Normalidad.

De igual manera que para el peso neto, se realizó el análisis de la normalidad de los datos de peso de llenado en el programa escogiendo la opción de Kormogorov-Smirnov Test, debido a que indica la normalidad de los datos de una manera más comprensible (Ver figura 5.6) .

De acuerdo a esta prueba el valor de probabilidad para que las muestras sea normal debe ser mayor a 0.15 y de acuerdo al resultado obtenido de esta prueba indica $Pvalue > 0.15$, por lo que los datos siguen una distribución normal.

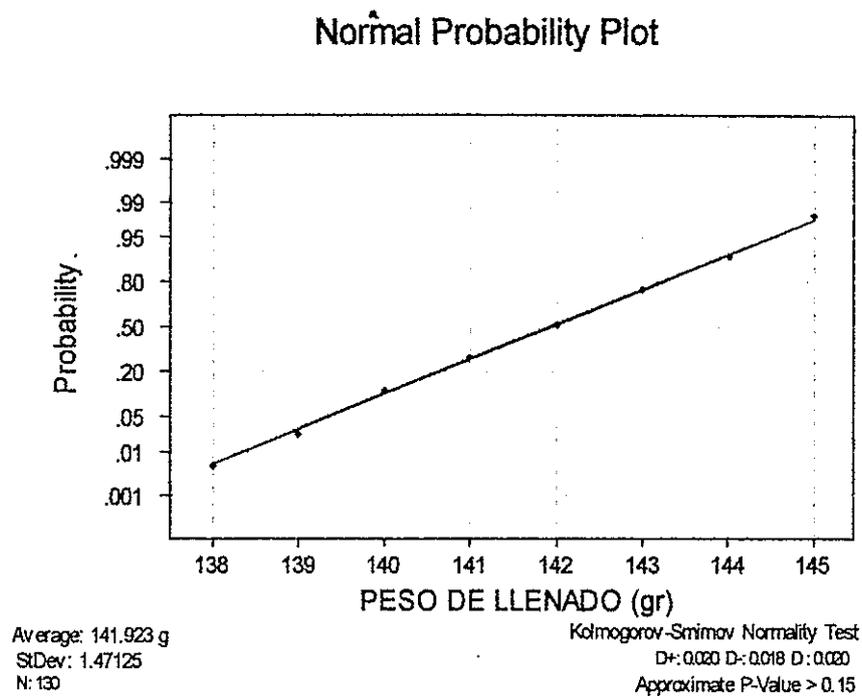


FIGURA 5.6. KORMOGOROV-SMIRNOV TEST DE PESO DE LLENADO

c) Capacidad y centramiento del proceso

De la misma manera como se evaluó la capacidad y centramiento de peso neto, se calculó la capacidad y centramiento del proceso de peso de llenado una vez que este proceso esté bajo control estadístico.

Se calculó el índice de capacidad C_P para determinar si el proceso de peso de llenado es capaz de cumplir las especificaciones (Ver tabla 10) y satisfacer las necesidades de los clientes ($C_P > 1$), y para comprobar

Siguiendo con la interpretación del análisis de capacidad, el índice de capacidad superior o IC_S es 0.54 y el índice de capacidad inferior o IC_I es 1.27, el menor valor de estos dos índices es $C_{pk} = 0.54$ y por tanto se debió realizar un ajuste de la media del proceso ($\bar{X}_o = 141.923$) ya que la curva está corrida hacia la derecha y es una indicación gráfica de que mediante este proceso se está obteniendo un producto que no está satisfaciendo las especificaciones.

Siguiendo la estrategia para el mejoramiento del proceso (Ver figura 5.1), se recalculó los límites de control de peso de llenado bajo control estadístico con el objetivo de que el proceso de peso de llenado sea capaz de satisfacer con las especificaciones de la compañía y que este proceso esté centrado.

Para mejorar la capacidad y centramiento de peso de llenado se observó los valores individuales que están fuera de los límites de las especificaciones en este caso los que sobrepasan el límite superior especificado, cuya acción correctiva fue recalcular los límites de control de los gráficos \bar{X} -R. Para ello se realizó depuraciones de aquellos subgrupos racionales que contienen valores individuales que sobrepasen el límite superior especificado o $LSE=144$ g (Ver Apéndice O), cuyas causas de variación se deben a calibraciones de la máquina

llenadora. A continuación se presenta un gráfico de control \bar{X} -R propuesto para el mejoramiento del proceso:

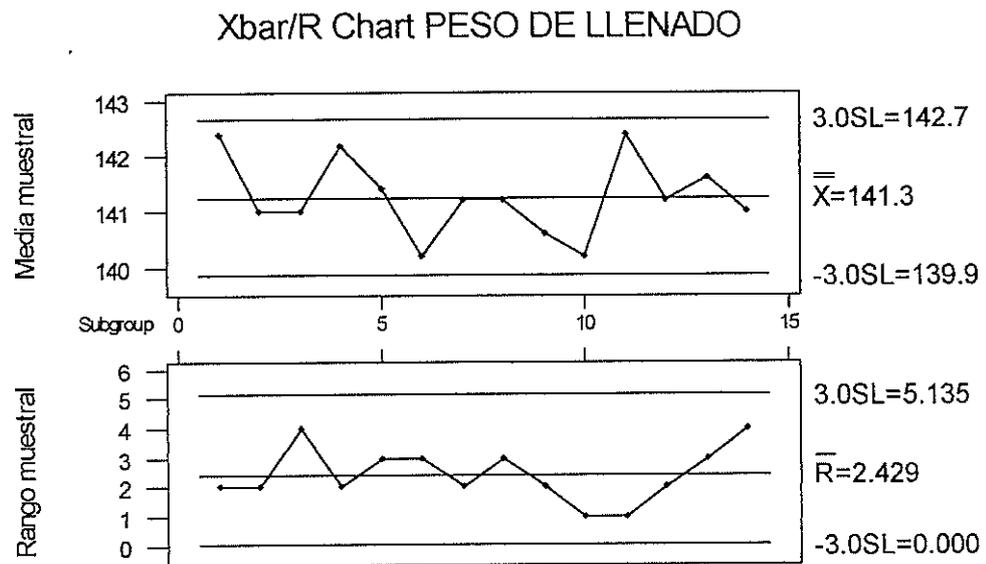


FIGURA 5.8. DIAGRAMA \bar{X} -R PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PESO DE LLENADO

Del resultado obtenido (Ver figura 5.8), los nuevos límites de control para que el proceso sea capaz para el gráfico \bar{X} son: LCS = 142.7 y LCI = 139.9 con una media de 141.3. Mientras que para el gráfico R los límites de control son: límite superior 5.135, límite inferior 0 y rango medio de 2.429.

Se volvió a evaluar el índice de capacidad y centramiento del proceso como lo indica la figura 5.9 y de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de capacidad fueron: $C_p = 1.08$ y $C_{pk} = 0.85$. Lo que indica que el proceso es capaz ya que el índice de capacidad es mayor que 1, y el proceso está casi centrado ya que la curva está ligeramente desviada hacia la derecha.

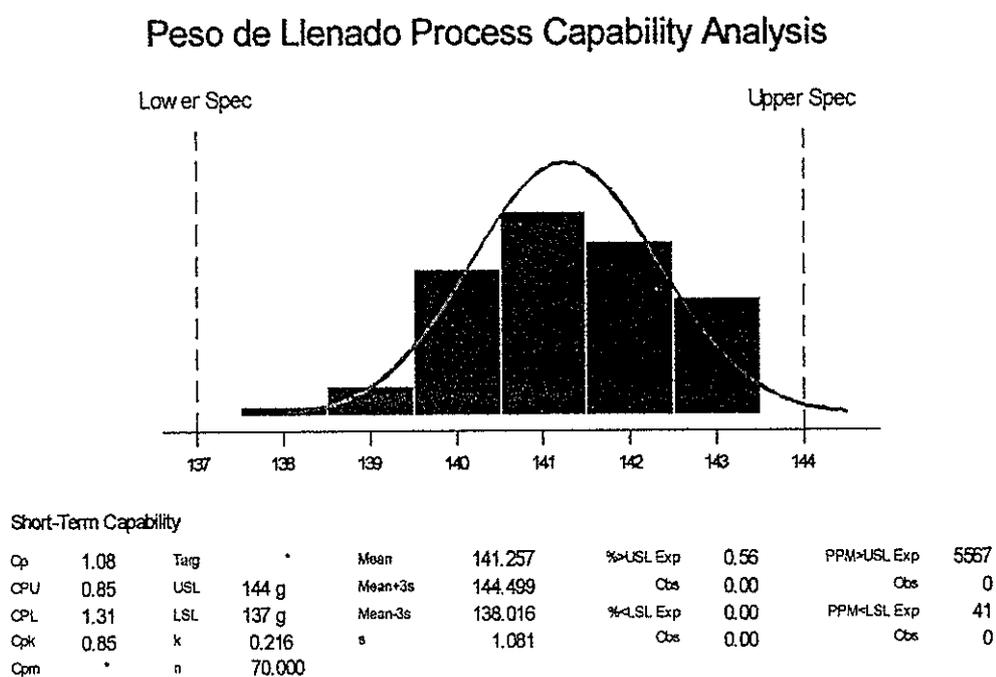


FIGURA 5.9. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PESO DE LLENADO.

d) Porcentaje de producto defectuoso.

De la misma manera que para el peso neto, se evaluó el porcentaje de producto defectuoso del proceso de peso de llenado en los dos análisis de capacidad: cuando el proceso de peso de llenado está bajo control estadístico y cuando se está mejorando este proceso.

En el caso cuando el peso de llenado está bajo control estadístico, se determinó que el porcentaje de producto defectuoso es 5.39% (Ver figura 5.7) sumando los dos ítems:

$$\% P = (\%>USL) + (\%<LSL)$$

$$\% P = 5.38 + 0.01 = 5.39\%$$

Y para el caso de mejoramiento del proceso de peso de llenado (Ver figura 5.9), el porcentaje de producto defectuoso es 0.56% como se detalla a continuación:

$$\% P = (\%>USL) + (\%<LSL)$$

$$\% P = 0.56 + 0 = 0.56\%$$

Lo que indica que a medida de que se mejore el proceso de peso de llenado en lo que respecta a su capacidad y centramiento, disminuirá el porcentaje de producto defectuoso.

A continuación el cálculo manual del porcentaje de producto defectuoso para peso de llenado se ejemplificará a través del primer análisis :

$$\% P = z \left[\frac{\overline{LSL-X}}{\sigma} \right] + \left\{ 1 - z \left[\frac{\overline{USL-X}}{\sigma} \right] \right\}$$

donde se tiene los siguientes valores (Ver figura 4.10):

$$\overline{X} = 141.9 \text{ g}$$

$$LSL = 137 \text{ g}$$

$$USL = 144 \text{ g}$$

$$\sigma = \overline{R}/d_2 = 3 / 2.326 = 1.29$$

$$\% P = z \left[\frac{137-141.9}{1.29} \right] + \left\{ 1 - z \left[\frac{144-141.9}{1.29} \right] \right\}$$

$$\% P = z(-3.79) + \left\{ 1 - z(1.63) \right\}$$

$$\% P = 0 + 1 - 0.9484$$

$$\% P = 0.0516 \text{ o } 5.16\%$$

Algunas pequeñas diferencias del cálculo manual con el resultado del software utilizado (Ver figura 5.7), se debe a la precisión en los cálculos del programa especializado reduciendo el nivel de dificultad para dicho cálculo y el tiempo para su elaboración.

GRÁFICOS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Para las características cualitativas : sangre, moretones, venas, espinas y escamas se realizó para cada característica el análisis de los gráficos de control de no conformidades (gráfica c) hasta que el proceso esté bajo control estadístico, se determinó la capacidad cualitativa del proceso y el máxima cantidad de no conformidades. Para estas características cualitativas se tomaron 33 muestras en subgrupos de 5 latas cada muestra.

Y para las características de limpieza, porcentaje de trozo y etiqueta mal alineada se realizó el análisis de los respectivos gráficos de control de proporción de no conformes (gráfica p), se determinó la capacidad cualitativa del proceso y el máximo porcentaje de defectuosos. Para las características de limpieza y porcentaje de trozo se tomaron las mismas muestras anteriores, es decir 33 muestras. En cambio para la

característica de etiqueta mal alineada se tomaron 30 muestras en subgrupos de 48 latas.

SANGRE.-

a) Análisis de los gráficos de control.

Para la característica de sangre se tomó 33 muestras en subgrupos de 5. Una vez que se introdujo los datos en el software Minitab (Ver figura 4.11) se observó que 3 puntos están fuera de los límites de control de la gráfica c, los cuales corresponden a los subgrupos 4, 9 y 10.

Se realizó una depuración del gráfico para que el proceso esté bajo control estadístico donde se eliminaron los puntos fuera de los límites de control justificando por la presencia de causas asignables. Se debió a que el personal no tuvo el cuidado de extraer toda la carne oscura del lomo en la mesa de raspado.

Una vez que se depuraron los 3 puntos, se realizó el gráfico de control c para los puntos restantes (Ver figura 4.12). En este gráfico se observó que no está bajo control estadístico debido a que existe 1 punto fuera de los límites de control el cual corresponde al subgrupo 8. Una vez

más se realizó una depuración donde se eliminó este punto fuera de los límites de control , por lo tanto se depuró ya que en la mesa de raspado el personal no tuvo el cuidado de extraer toda la carne oscura del lomo.

Una vez depurado este punto, se graficaron los datos restantes y se obtuvo un nuevo gráfico c (Ver gráfico 4.13) donde se observa que está bajo control estadístico. Se determinó que los límites de control propuestos para el gráfico c son : LCS = 3.647 no conformidades, LCI= 0 con una media de 0.86 no conformidades.

b) Capacidad cualitativa.

Se determinó la capacidad cualitativa una vez que la característica de sangre está bajo control estadístico. Cabe indicar que la capacidad del proceso para un atributo es la línea central de la gráfico de control, es decir para una gráfica c la capacidad cualitativa es \bar{c} y para una gráfica p la capacidad cualitativa es \bar{p} .

En la figura 4.13 se muestra la gráfica c de sangre cuando está bajo control estadístico donde la línea central es $\bar{c} = 0.8621$ defectos. Este valor es la capacidad cualitativa y los puntos graficados varían en relación con la capacidad dentro de los límites de control.

Para ejemplificar la capacidad cualitativa en fracción de no conformidades por unidad (u) se realizó el siguiente cálculo:

$$u = \frac{\bar{c}}{n}$$

donde: $n=5$ (tamaño del subgrupo)

$$\bar{c} = 0.8621$$

$$u = 0.8621 / 5$$

$$u = 0.17 \text{ (fracción de no conformidades por unidad)}$$

Lo que indica que la fracción de no conformidades por unidad no satisface las especificaciones de la compañía, por lo que se recomienda reducir la línea central o aumentar el tamaño de los subgrupos.

Para el mejoramiento de la capacidad cualitativa de la característica de sangre se recalculó los límites de control de sangre bajo control estadístico. Para ello se realizó depuraciones de aquellos subgrupos que incluían 2 defectos o más, cuyas causas se debieron a que el personal no realizó la extracción completa de carne oscura en la mesa de raspado. A continuación se presenta un gráfico de control c propuesto para el mejoramiento de la capacidad (Ver figura 5.10)

Del resultado obtenido (Ver figura 5.10), los nuevos límites de control para la gráfica c serían: LCS = 2.23 no conformidades , LCI = 0 con una media de 0.38 no conformidades por subgrupo.

El valor de la media ($\bar{c} = 0.38$ no conformidades por muestra) es la capacidad cualitativa mejorada de la característica de sangre. Y en fracción de no conformidades por unidad la capacidad cualitativa es 0.076 .

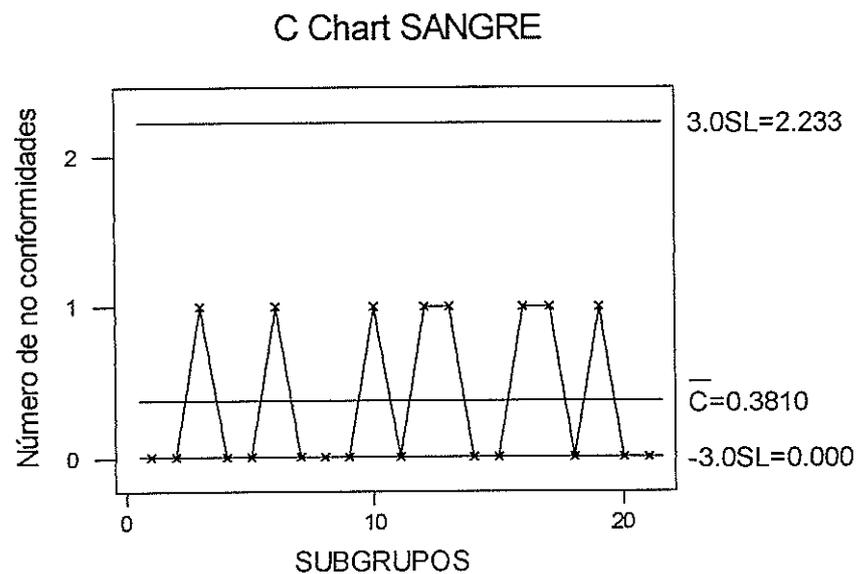


FIGURA 5.10. GRÁFICO C PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARACTERÍSTICA DE SANGRE

c) Máxima cantidad de no conformidades.

La máxima cantidad de no conformidades para un atributo es el límite superior del gráfico de control (LSC). Se determinó la máxima cantidad de no conformidades de la característica de sangre en los dos análisis de capacidad cualitativa: cuando esta característica está bajo control estadístico (Ver figura 4.13) y cuando se está mejorando esta característica (Ver figura 5.10).

En el primer caso cuando el gráfico c de sangre está bajo control estadístico, la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 3.6, es decir hasta 3 defectos son aceptados por el gráfico de control.

Y en el segundo caso, en el mejoramiento de la característica de sangre (Ver figura 5.10), la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 2.23, es decir que hasta 2 defectos son aceptados por el gráfico de control.

MORETONES.-

a) Análisis de los gráficos de control.

Al igual que en la característica anterior, para moretones se tomó 33 muestras en subgrupos de 5 unidades. De los resultados obtenidos de

la gráfica c preliminar (Ver figura 4.14), se observó que 1 punto está fuera de los límites de control, el cual corresponde al subgrupo 8. Se realizó una depuración donde se eliminó el punto que está fuera de los límites de control por la presencia de una causa asignable. Se debió a que esa muestra contenía atún con gran cantidad de moretones en los músculos debido a los golpes que se dan los pescados en el momento de su captura.

Una vez que se realizó la depuración, se obtuvo un gráfico de control c para los puntos restantes (Ver figura 4.15). Se observó en este gráfico que tres puntos tienen igual valor que el límite superior de control(LSC), los cuales corresponden a los subgrupos 6, 7 y 31. La acción que se tomó fue depurar este gráfico para que la característica de moretones esté bajo control estadístico eliminando estos tres puntos y como justificación para su depuración se debió a que ese lote de pescado procesado contenía gran cantidad de moretones en los músculos por los golpes de los pescados producidos en el momento de la pesca.

Una vez realizada la depuración, se graficaron los datos restantes y se obtuvo un nuevo gráfico c (Ver gráfico 4.16). En este gráfico se observa que estando bajo control estadístico, sin embargo se aprecia que en los subgrupos 3, 4 y 33 hay una cantidad apreciable de no conformidades

debido a la mezcla de lomo golpeado y lomo no maltratado. Por lo que se decidió nuevamente depurar este gráfico eliminando estos puntos para obtener un nuevo gráfico c bajo control estadístico (Ver gráfico 4.17). Se determinó que los límites de control para este gráfico c son: LCS= 5.34 no conformidades, LCI = 0 con una media 1.57 no conformidades.

b) Capacidad cualitativa.

Como anteriormente se mencionó, la capacidad cualitativa para un atributo es la línea central del gráfico , en este caso para moretones la capacidad cualitativa está dado por \bar{c} cuando está bajo control estadístico (ver figura 4.17), es decir que la capacidad cualitativa es 1.57 no conformidades o defectos. Y en fracción de no conformidades por unidad la capacidad cualitativa es 0.31 (1.57 / 5).

Esta fracción de no conformidades por unidad no satisface las especificaciones de la compañía, por lo que se recomienda reducir la línea central.

Para el mejoramiento de la capacidad cualitativa de la característica de moretones se va a recalcular los límites de control de moretones bajo

control estadístico. Para ello se realizó depuraciones eliminando aquellos subgrupos que incluían 3 defectos o más y a continuación se presenta un gráfico de control c para el mejoramiento de la capacidad (Ver figura 5.11).

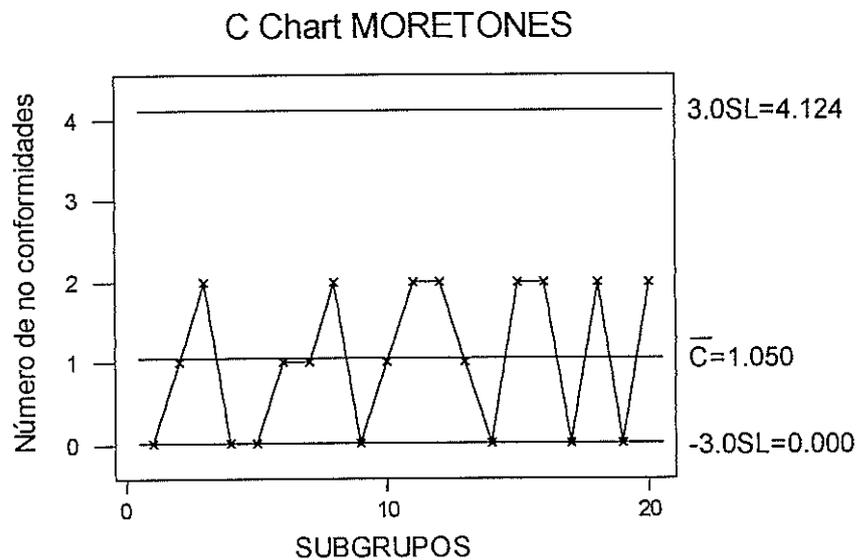


FIGURA 5.11. GRÁFICO C PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARACTERÍSTICA DE MORETONES

El valor de la media ($c = 1.05$ no conformidades por muestra) es la capacidad cualitativa mejorada de la característica de moretones. Y en fracción de no conformidades por unidad la capacidad es 0.2 .

c) Máxima cantidad de no conformidades.

La máxima cantidad de no conformidades de moretones está dado por el límite superior de control. Se determinó la máxima cantidad de no conformidades de la característica de moretones en los dos análisis de capacidad cualitativa: cuando esta característica está bajo control estadístico (Ver figura 4.17) y cuando se está mejorando esta característica (Ver figura 5.11).

En el primer caso cuando el gráfico c de moretones está bajo control estadístico, la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 5.34, es decir que hasta 5 defectos son aceptados.

Y en el segundo caso, en el mejoramiento de la característica de sangre (ver figura 5.11), la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 4.1, es decir que hasta 4 defectos son aceptados.

LIMPIEZA.-

a) Análisis de los gráficos de control.

Para la característica de limpieza se tomó 33 muestras en subgrupos de 5. De los resultados obtenidos de la gráfica p preliminar (Ver figura 4.18), se observó que 4 puntos están fuera de los límites de control, los cuales corresponden a los subgrupos 3, 4, 9 y 10.

Se realizó una depuración del gráfico donde se eliminaron los puntos que están fuera de los límites de control por la presencia de causas asignables. Las causas se atribuyeron a la presencia de espinas, carne roja, cueros, venas y escamas que contenían las pastillas de atún muestreadas, debido a que las operarias no tuvieron cuidado en la limpieza de los lomos en la mesa de raspado.

Una vez que se realizó la depuración, se obtuvo otro gráfico de control p para los puntos restantes (Ver figura 4.19). Se observó que este gráfico no está bajo control estadístico ya que hay 5 puntos fuera del límite superior de control(LSC), los cuales corresponden a los subgrupos 5,7,8,13 y 29. Se depuró este gráfico ya que se asume que estas muestras fueron tomadas cuando el proceso estaba fuera de control estadístico y como los gráficos de control deben construirse con todas las muestras bajo control estadístico, estos cinco puntos se eliminaron.

De acuerdo a los resultados obtenidos (Ver gráfico 4.20) el nuevo gráfico de control p de limpieza está bajo control estadístico y resultando como límites de control propuestos: LSC= 0.157 (proporción de no conformes), LCI = 0 y $\bar{p} = 0.058$.

b) Capacidad cualitativa.

La capacidad cualitativa para un atributo es la línea central del gráfico , en este caso para limpieza la capacidad cualitativa está dado por \bar{p} cuando está bajo control estadístico (ver figura 4.20), es decir que la capacidad cualitativa es 0.05 (proporción de no conformes).

De acuerdo a la tabla 14, comparando esta proporción de no conformes con la proporción de especificaciones, la diferencia es 0.023 (0.058 – 0.035). Esta diferencia de proporción de no conformes es pequeña, por lo que para satisfacer las especificaciones de la compañía se recomienda modificar los valores de calificación para reducir la línea central y mejorar la capacidad.

c) Máximo porcentaje de defectuoso.

El máximo porcentaje de defectuoso para limpieza está dado por el límite superior de control. Se determinó el máximo porcentaje de defectuoso para esta característica está dado cuando el proceso está bajo control estadístico (Ver figura 4.20), en este caso para limpieza el máximo porcentaje de defectuoso es 0.157.

VENAS.-

a) Análisis de los gráficos de control.

De los resultados obtenidos de la gráfica c preliminar(Ver gráfico 4.21), se observó 2 puntos fuera de los límites de control, los cuales corresponden a los subgrupos 8 y 9 .

Los gráficos de control deben contruirse con todas las muestras bajo control estadístico, por tanto se realizó una depuración del gráfico donde se eliminaron estos puntos que están fuera de los límites de control por la presencia de causas asignables. Se debieron a la presencia de venas en las pastillas de atún muestradas, ya que las operarias por descuido no extrajeron todas las venas de los lomos en la mesa de raspado. Ya que fue un descuido de las operarias en el pelado

de las bandejas que contienen lomos de yellowfin, que es un pescado de carne blanca y presenta una gran cantidad de venas.

Una vez que se realizó la depuración, se obtuvo otro gráfico de control c para los puntos restantes (Ver figura 4.22). Se observa que este gráfico está bajo control estadístico. Los resultados obtenidos (Ver gráfico 4.20) indican como límites de control definitivos: $LSC = 3.3$ no conformidades, $LCI = 0$ y $\bar{c} = 0.733$ no conformidades.

b) Capacidad cualitativa.

La capacidad cualitativa para un atributo es la línea central del gráfico, en este caso para venas la capacidad cualitativa está dado por \bar{c} cuando el proceso está bajo control estadístico (ver figura 4.22), es decir que la capacidad cualitativa es 0.73 defectos. Y en fracción de no conformidades por unidad la capacidad cualitativa es 0.14 ($0.73 / 5$).

Esta fracción de no conformidades por unidad no satisface las especificaciones de la compañía, por lo que se recomienda reducir la línea central. Para el mejoramiento de la capacidad cualitativa de la característica de venas se va a recalcular los límites de control del gráfico c bajo control estadístico. Para ello se realizó depuraciones

eliminando aquellos subgrupos que contienen 2 venas (defectos) o más y a continuación se presenta un gráfico de control c para el mejoramiento de la capacidad (Ver figura 5.12).

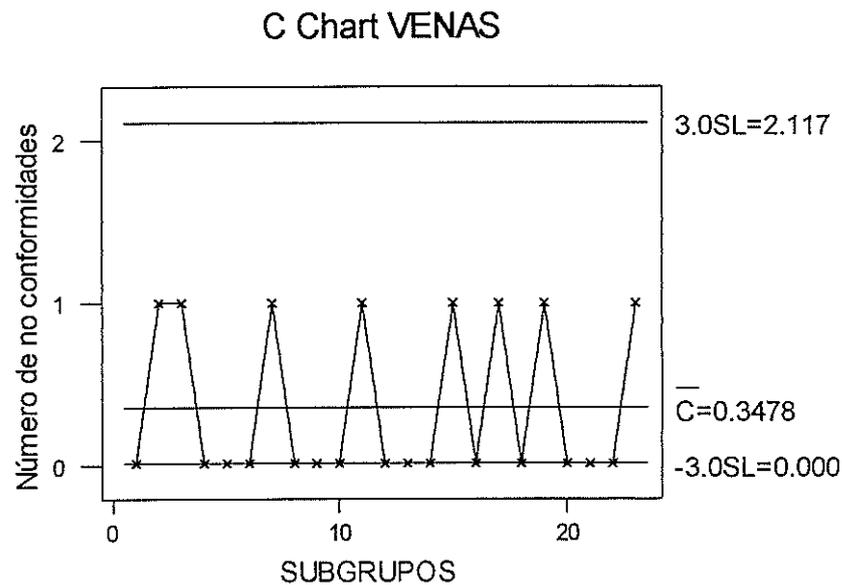


FIGURA 5.12. GRÁFICO C PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARACTERÍSTICA DE VENAS

El valor de la media ($\bar{c} = 0.34$ no conformidades por muestra) es la capacidad cualitativa mejorada de la característica de venas. Y en fracción de no conformidades por unidad la capacidad es 0.068.

c) Máxima cantidad de ño conformidades.

La máxima cantidad de no conformidades de venas está dado por el límite superior de control. Se determinó la máxima cantidad de no conformidades de venas en los dos análisis de capacidad cualitativa: cuando esta característica está bajo control estadístico (Ver figura 4.22) y cuando se está mejorando esta característica (Ver figura 5.12).

En el primer caso cuando el gráfico c de venas está bajo control estadístico, la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 3.3, es decir que hasta 3 defectos son aceptados por el gráfico de control.

Y en el segundo caso, en el mejoramiento de la característica de venas (ver figura 5.12), la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 2.1, es decir que hasta 2 defectos son aceptados.

PORCENTAJE DE TROZO.-

a) Análisis de los gráficos de control.

De los resultados obtenidos de la gráfica p preliminar (Ver figura 4.23), se observó que ningún punto estaba fuera de los límites de control.

Sin embargo de acuerdo a consultas con el laboratorio se recomienda que la proporción no conforme por concepto de porcentaje de trozo sea como máximo de 0.15. Por tal razón se realizó una depuración eliminando los puntos que correspondían a los subgrupos con proporción no conforme mayor de 0.15. La eliminación se debe a que el porcentaje de trozo es elevado a pesar que está bajo control estadístico, por la presencia de bastantes migas en los enlatados muestrados debido a que las operarias no realizaron una correcta forma de pelado del lomo.

Una vez que se realizó la depuración, se obtuvo otro gráfico de control p para los datos restantes (Ver figura 4.24). En este gráfico se observa que sigue bajo control estadístico y cumple con lo recomendado De acuerdo a los resultados obtenidos del nuevo gráfico de control p de porcentaje de trozo los límites de control son: LSC= 0.19 (proporción de no conformes), LCI = 0 y $\bar{p} = 0.077$.

b) Capacidad cualitativa.

La capacidad cualitativa para un atributo es la línea central del gráfico, en este caso para porcentaje de trozo la capacidad cualitativa está dado por \bar{p} y de acuerdo a la figura 4.24, la capacidad cualitativa es 0.077 (proporción de no conformes).

De acuerdo a la tabla 14, comparando esta proporción de no conformes con la proporción de especificaciones, la diferencia es 0.027 ($0.077 - 0.05$). Esta diferencia de proporción de no conformes es pequeña, por lo que para satisfacer las especificaciones de la compañía se recomienda modificar la línea central.

Para el mejoramiento de la capacidad cualitativa de porcentaje de trozo se redujo la proporción media y por ello se recalculó los límites de control del gráfico p. Para ello se realizó depuraciones eliminando aquellos subgrupos con una proporción no conforme mayor de 0.10. A continuación se presenta un gráfico de control p para el mejoramiento de la capacidad (Ver figura 5.13).

Como resultado obtenido el valor de la capacidad cualitativa mejorada es 0.062 (proporción de no conformes), lo que contribuirá al cumplimiento con las especificaciones de la compañía y del cliente (Ver figura 5.13).

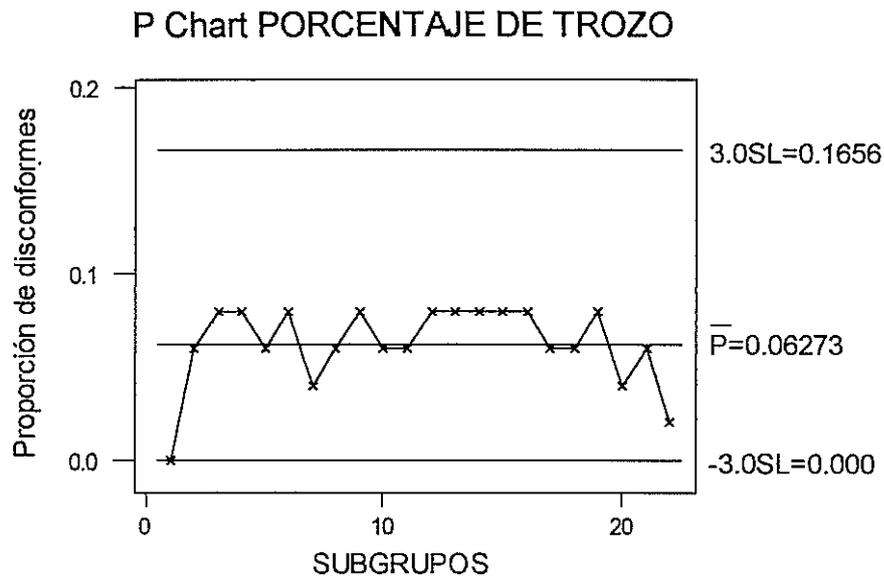


FIGURA 5.13. GRÁFICO P PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DE PORCENTAJE DE TROZO.

c) Máximo porcentaje de defectuoso.

El máximo porcentaje de defectuoso para porcentaje de trozo está dado por el límite superior de control. Se determinó el máximo porcentaje de defectuoso para esta característica en los dos análisis de capacidad cualitativa: cuando el proceso está bajo control estadístico (Ver figura 4.24) y cuando se está mejorando la capacidad de este proceso (Ver figura 5.13).

En el primer caso cuando el proceso está bajo control estadístico, el máximo porcentaje de defectuoso por muestra es 0.19, es decir que hasta un 19% de trozos en las muestras es aceptado por el gráfico de control.

Y en el segundo caso, en el mejoramiento de esta característica (ver figura 5.13), el máximo porcentaje de defectuoso es 0.16, lo que señala que hasta un 16% de trozos en las muestras es aceptado por el gráfico de control.

ESPINAS.-

a) Análisis de los gráficos de control.

De los resultados obtenidos de la gráfica c preliminar (Ver gráfico 4.25), se observó 2 puntos fuera de los límites de control, los cuales corresponden a los subgrupos 3 y 13 .

Como los gráficos de control deben contruirse con todas las muestras bajo control estadístico, por tanto se realizó una depuración del gráfico donde se eliminaron estos puntos que están fuera de los límites de control por la presencia de causas asignables. Se deben a la presencia

de espinas en las pastillas de atún muestradas, ya que algunas operarias no extrajeron de modo correcto todas las espinas de los respectivos lomos en la mesa de raspado, especialmente de los lomos de yellowfin que contienen más espinas que los otros pescados y por su color blanco dificulta una correcta identificación de las espinas. El modo correcto de extracción de espinas es mediante un ligero golpeteo al lomo y se la extrae con paletas.

Una vez que se realizó la depuración, se obtuvo otro gráfico de control c para los puntos restantes (Ver figura 4.26). De acuerdo a los resultados se observa que este gráfico está bajo control estadístico e indican como límites de control definitivos: $LSC = 2.36$ no conformidades, $LCI = 0$ y $\bar{c} = 0.42$ no conformidades.

b) Capacidad cualitativa.

La capacidad cualitativa para un atributo es la línea central del gráfico, en este caso para espinas la capacidad cualitativa está dado por \bar{c} cuando el proceso está bajo control estadístico (ver figura 4.26), es decir que la capacidad cualitativa es 0.42 defectos. Y en fracción de no conformidades por unidad la capacidad cualitativa es 0.084 ($0.42 / 5$).

Esta fracción de no conformidades por unidad no satisface las especificaciones de la compañía (Ver tabla 14), por lo que se recomienda reducir la línea central \bar{c} . Para el mejoramiento de la capacidad cualitativa de la característica de espinas se va a recalcul los límites de control del gráfico c bajo control estadístico. Para ello se realizó depuraciones eliminando aquellos subgrupos que contienen 2 espinas (defectos) o más y a continuación se presenta un gráfico de control c para el mejoramiento de la capacidad (Ver figura 5.14).

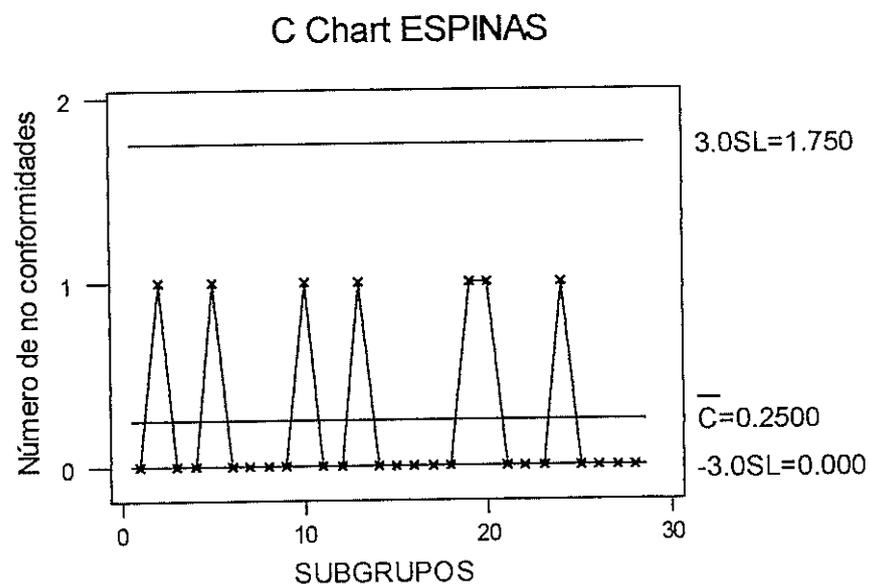


FIGURA 5.14. GRÁFICO C PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DE CARACTERÍSTICA DE ESPINAS

El valor de la media ($\bar{c} = 0.25$ no conformidades por muestra) es la capacidad cualitativa mejorada para la característica de espinas. Y en fracción de no conformidades por unidad la capacidad es 0.05.

c) Máxima cantidad de no conformidades.

La máxima cantidad de no conformidades (espinas) está dado por el límite superior de control. Se determinó la máxima cantidad de no conformidades de espinas en los dos análisis de capacidad cualitativa: cuando esta característica está bajo control estadístico (Ver figura 4.26) y cuando se está mejorando esta característica (Ver figura 5.14).

En el primer caso cuando la gráfica c de espinas está bajo control estadístico, la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 2.36, es decir que hasta 2 defectos es aceptado por el gráfico de control.

Y en el segundo caso, en el mejoramiento de la característica de espinas (ver figura 5.14), la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 1.75, es decir que hasta 1 defecto es aceptado por el gráfico de control.

ESCAMAS.-

a) Análisis de los gráficos de control.

De los resultados obtenidos del gráfico c preliminar(Ver gráfico 4.27), se observó que hay 2 puntos que tienen igual valor que el límite superior de control , los cuales corresponden a los subgrupos 1 y 11 .

La acción que se tomó fue realizar una depuración del gráfico eliminando estos dos puntos ya que se asumió que los datos fueron tomados cuando el proceso estaba fuera de control estadístico. Las causas de defectos de escamas en las pastillas de atún muestradas se deben al descuido de las operarias de no apartar todas las escamas de los respectivos lomos en la mesa de raspado.

Una vez que se realizó la depuración, se obtuvo otro gráfico de control c para los puntos restantes (Ver figura 4.28). Y de acuerdo a los resultados se observa que este gráfico está bajo control estadístico e indican como límites de control definitivos: LSC= 2.57 no conformidades, LCI = 0 y $\bar{c} = 0.48$ no conformidades.

b) Capacidad cualitativa.

La capacidad cualitativa para un atributo es la línea central del gráfico , en este caso para escamas la capacidad cualitativa está dado por \bar{c} cuando el proceso está bajo control estadístico (ver figura 4.28), es decir que la capacidad cualitativa es 0.48 defectos. Y en fracción de no conformidades por unidad la capacidad cualitativa es 0.096 (0.48 / 5).

Esta fracción de no conformidades por unidad no satisface las especificaciones de la compañía (Ver tabla 14), por lo que se recomienda reducir la línea central \bar{c} para el mejoramiento de la capacidad cualitativa de la característica de espinas. Para ello se va a recalcular los límites de control del gráfico c bajo control estadístico y se realizó depuraciones eliminando aquellos muestras que contienen 2 escamas o más y a continuación se presenta un gráfico de control c para el mejoramiento de la capacidad (Ver figura 5.15)

El valor de la media ($\bar{c} = 0.26$ no conformidades por muestra) es la capacidad cualitativa mejorada para la característica de escamas. Y en fracción de no conformidades por unidad la capacidad es 0.05.

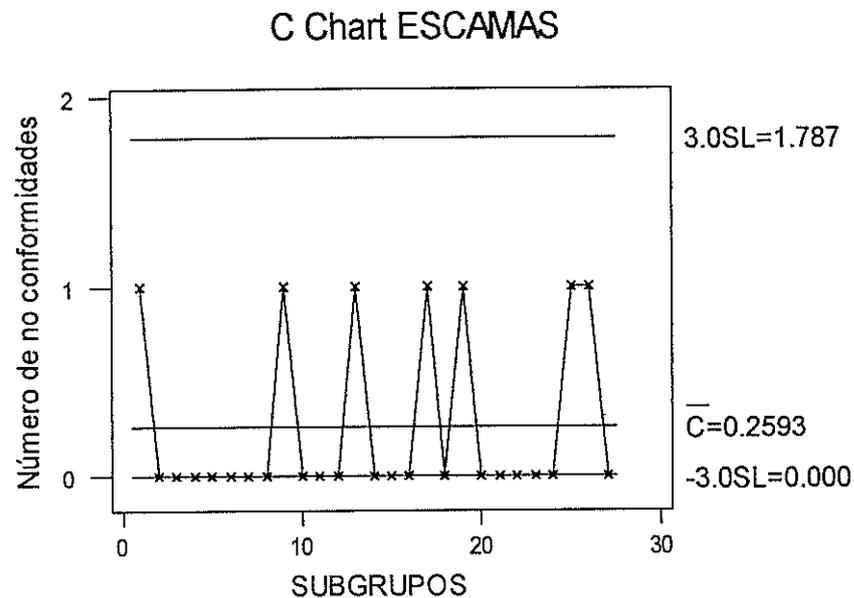


FIGURA 5.15. GRÁFICO C PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARACTERÍSTICA DE ESCAMAS

c) Máxima cantidad de no conformidades.

La máxima cantidad de no conformidades (escamas) está dado por el límite superior de control. Se determinó la máxima cantidad de no conformidades de escamas en los dos análisis de capacidad cualitativa: cuando esta característica está bajo control estadístico (Ver figura 4.28) y cuando se está mejorando esta característica (Ver figura 5.15).

En el primer caso cuando el gráfico c de escamas está bajo control estadístico, la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 2.57, es decir que hasta 2 defectos es aceptado por el gráfico de control.

Y en el segundo caso, en el mejoramiento de la característica de escamas (ver figura 5.15), la máxima cantidad de no conformidades por muestra es 1.78, es decir que hasta 1 defecto es aceptado por el gráfico de control.

ETIQUETA MAL ALINEADA.-

a) Análisis de los gráficos de control.

Para la característica de etiqueta mal alineada se tomó 30 muestras de tamaño 48 latas (Ver Apéndice P de Etiqueta mal alineada). De los resultados obtenidos de la gráfica p preliminar (Ver figura 4.29) se observó que 1 punto está fuera del límite superior de control, el cual corresponde al subgrupo 17 y otro punto está cerca del límite superior de control que corresponde al subgrupo 1.

Como los gráficos de control deben contruirse con todas las muestras bajo control estadístico, por tanto se realizó una depuración del gráfico p donde se eliminaron estos puntos que están fuera de los límites de control por la presencia de causas asignables. Se debieron a que las etiquetas presentan un exceso de goma, por lo que ocasiona que las etiquetas se desalineen en el enlatado.

Una vez que se realizó la depuración, se obtuvo otro gráfico de control p para los datos restantes (Ver figura 4.30). En este gráfico se observa que está bajo control estadístico y de acuerdo a los resultados obtenidos del nuevo gráfico de control p de etiqueta mal alineada los límites de control propuestos son: LSC= 0.056 (proporción de no conformes), LCI = 0 y $\bar{p} = 0.011$.

b) Capacidad cualitativa.

La capacidad cualitativa para un atributo es la línea central del gráfico , en este caso para limpieza la capacidad cualitativa está dado por \bar{p} cuando está bajo control estadístico (ver figura 4.30), es decir que la capacidad cualitativa es 0.01 (proporción de no conformes o disconformes).

De acuerdo a la tabla 15,⁴ comparando esta proporción de no conformes con la proporción de especificaciones se observa que hay una diferencia respecto a la especificación de la compañía, la diferencia es 0.006 (0.011 - 0.005). Por lo que para satisfacer la especificación de la compañía hay que mejorar la capacidad ajustando la línea central.

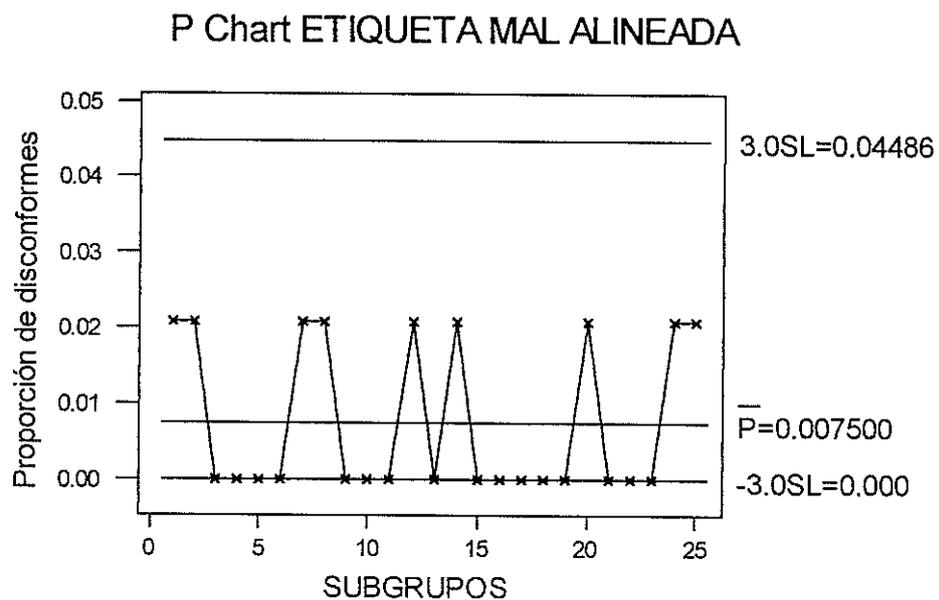


FIGURA 5.16. GRÁFICO P PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DE ETIQUETA MAL ALINEADA.

Para el mejoramiento de la capacidad cualitativa de etiqueta mal alineada se recalculó los límites de control del gráfico p. Para ello se

realizó depuraciones eliminando aquellos subgrupos con una proporción no conforme mayor de 0.03 (Ver figura 5.16).

Como resultado obtenido el valor de la capacidad cualitativa mejorada es 0.0075 (proporción de no conformes), lo que contribuye al mejoramiento con respecto a la especificación de la compañía (Ver figura 5.16)

c) Máximo porcentaje de defectuoso.

El máximo porcentaje de defectuoso para etiqueta mal alineada está dado por el límite superior de control. Se determinó el máximo porcentaje de defectuoso para esta característica en los dos análisis de capacidad cualitativa: cuando el proceso está bajo control estadístico (Ver figura 4.30) y cuando se está mejorando la capacidad de este proceso (Ver figura 5.16).

En el primer caso cuando el proceso está bajo control estadístico, el máximo porcentaje de defectuoso por subgrupo es 0.056, es decir que hasta 2 etiquetas mal alineadas de 48 latas (5%) es aceptado por el gráfico de control.

Y en el segundo caso, en el mejoramiento de esta característica (ver figura 5.16), el máximo porcentaje de defectuoso por subgrupo es 0.044, lo que indica que hasta 1 etiqueta mal alineada de 48 latas es aceptado por el gráfico de control.

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO.

Para la ejecución de este proyecto, la inversión para la empresa atunera es económica si se compara con los beneficios, ya que el costo del proyecto se centra en la capacitación inicial del personal del departamento de control de calidad y en la instalación del software.

El análisis de los datos debe ser llevado a cabo por una persona, en este caso puede ser el asistente del jefe de Control de Calidad la persona que introduzca los datos y revise los análisis de los mismos junto con la supervisora de calidad e inspectores, para que ellos en determinado momento en conjunto tomen las decisiones necesarias para el mejoramiento continuo.

Como se observa los resultados obtenidos del cuadro 1, indican una mejora de la productividad de la compañía ya que los indicadores de porcentaje defectuoso mejoraron considerablemente en cada característica de calidad crítica (Ver figura 6.1) . Cabe señalar que se midieron los indicadores de porcentaje defectuoso en la primera mejora cuando el proceso estaba bajo control estadístico y en la segunda mejora cuando el proceso tiene capacidad de satisfacer las especificaciones de la compañía y necesidades de los clientes.

Por ejemplo en el proceso de Llenado, las características de peso neto y peso de llenado antes de aplicar el control estadístico de procesos los porcentajes defectuosos eran de 20% y 14% respectivamente; cuando estos procesos están bajo control estadístico denominada mejora 1 los porcentajes defectuosos son de 7,3% y 5,4%; y, cuando se mejoró la capacidad y centramiento de estos procesos denominada mejora 2 los porcentajes defectuosos son de 2,3% y 0,6%, disminuyendo considerablemente los porcentajes defectuosos y contribuyendo a la mejora de la productividad de la compañía (Ver figura 6.1)

^ CUADRO 1

COMPARACIÓN DE INDICADORES DE PORCENTAJE DEFECTUOSO

PROCESO	CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	ANTES	DESPUES	
		PORCENTAJE DEFECTUOSO	MEJORA 1 PORCENTAJE DEFECTUOSO	MEJORA 2 PORCENTAJE DEFECTUOSO
Llenado	Peso Neto	20,0%	7,3%	2,3%
	Peso de Llenado	14,0%	5,4%	0,6%
Producto Terminado	Sangre	8,0%	4,8%	2,2%
	Moretones	15,0%	8,9%	5,7%
	Limpieza	4,0%	2,0%	—
	Venas	3,0%	2,0%	0,9%
	Porcentaje de trozo	3,0%	2,7%	2,2%
	Espinas	2,0%	1,4%	0,8%
	Escamas	2,0%	1,5%	0,7%
	Etiqueta mal alineada	1,8%	1,3%	0,9%

Esta disminución de porcentaje defectuoso contribuye a la reducción de costos improductivos por cada característica de calidad (Ver figura 6.2) y al aumento de las utilidades de esta compañía como se detalla en el cuadro de determinación de costos (Ver Cuadro 2) .

CUADRO 2

CUADRO DE DETERMINACIÓN DE COSTOS

PROCESO	CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	ANTES		DESPUÉS			
		PÉRDIDA MENSUAL	PÉRDIDA ANUAL	MEJORA 1		MEJORA 2	
				PÉRDIDA MENSUAL	PÉRDIDA ANUAL	PÉRDIDA MENSUAL	PÉRDIDA ANUAL
Llenado	Peso Neto	\$ 12275,7	\$ 147308,4	\$ 4480,5	\$ 53766,0	\$ 1411,7	\$ 16940,4
	Peso de Llenado	\$ 8386,6	\$ 100638,7	\$ 3234,8	\$ 38817,6	\$ 359,4	\$ 4312,8
Producto Terminado	Sangre	\$ 30228,5	\$ 362741,8	\$ 18137,1	\$ 217645,1	\$ 8312,8	\$ 99754,0
	Moretones	\$ 56678,4	\$ 680140,8	\$ 33629,2	\$ 403550,2	\$ 21537,8	\$ 258453,5
	Limpieza	\$ 15114,2	\$ 181370,9	\$ 7557,1	\$ 90685,4	\$ 7557,1	\$ 90685,4
	Venas	\$ 11335,7	\$ 136028,2	\$ 7557,1	\$ 90685,4	\$ 3400,7	\$ 40808,4
	Porcentaje de trozo	\$ 11335,7	\$ 136028,2	\$ 10202,1	\$ 122425,3	\$ 8312,8	\$ 99754,0
	Espinas	\$ 7557,1	\$ 90685,4	\$ 5290,0	\$ 63479,8	\$ 3022,8	\$ 36274,2
	Escamas	\$ 7557,1	\$ 90685,4	\$ 5667,8	\$ 68014,1	\$ 2645,0	\$ 31739,9
	Et. mal alineada	\$ 597,2	\$ 7166,4	\$ 431,3	\$ 5175,6	\$ 298,6	\$ 3583,2
	TOTAL		\$ 1932794,2		\$ 1154244,6		\$ 682305,8
AHORRO				\$ 778549,6		\$ 1250488,3	
% BENEFICIO				40,3%		64,7%	

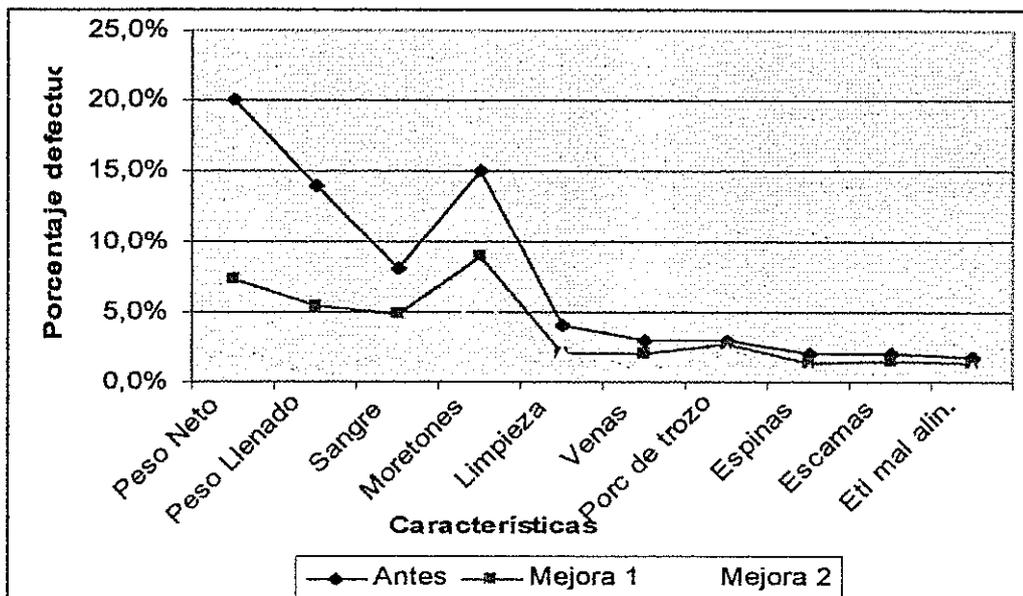


FIGURA 6.1. GRÁFICO DE REDUCCIÓN DE PORCENTAJE DEFECTUOSO POR CARACTERÍSTICA DE CALIDAD.

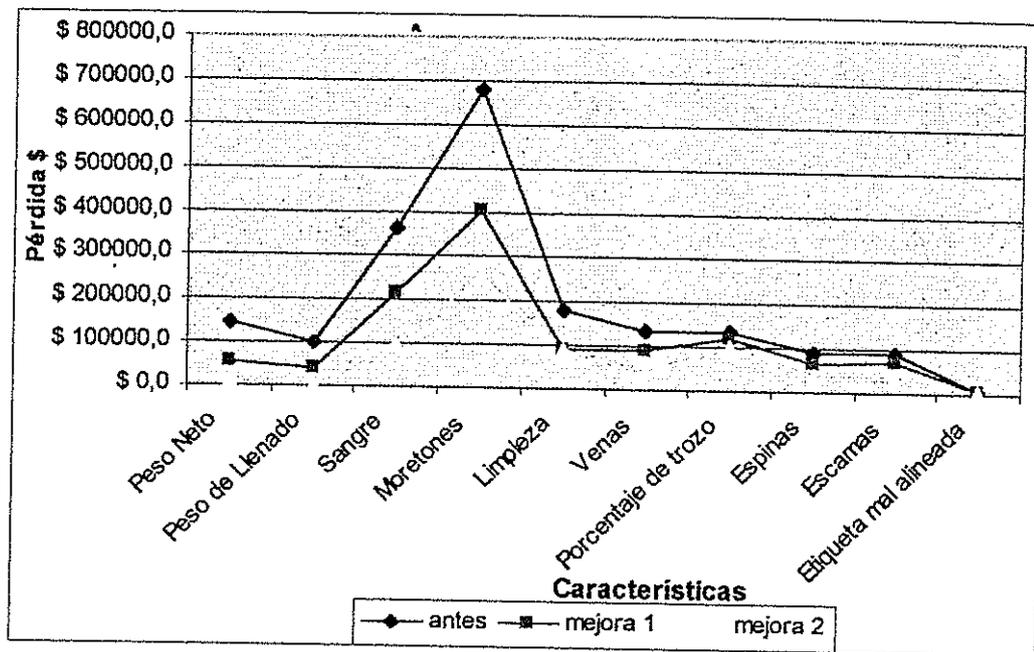


FIGURA 6.2. GRÁFICO DE REDUCCIÓN DE GASTO POR CADA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD.

La inversión para la ejecución de este proyecto son los costos específicos que esta compañía debe incurrir para la realización del mismo, y a continuación se resume el total de la inversión:

TABLA 25

**INVERSIÓN MONETARIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTE
PROYECTO**

ACTIVIDAD	COSTO (USD)	COMENTARIO
Instalación del software Licencia multiusuario Soporte Técnico Documentación	\$ 2050,0	Precio de 1 copia del software oficial en CD, más la licencia (1 a 5 usuarios simultáneos es el número máximo permitido en una red del área local (LAN)), más soporte
Capacitación de CEP con minitab para el personal del Departamento de Control de Calidad	\$ 500,0	20 horas todo el departamento durante 1 semana.
Capacitación de Control de calidad para operarios	\$ 250,0	10 horas para 30 operarios
TOTAL	\$ 2800,0	

El beneficio de este proyecto quedará también reflejado a través de la automatización de los cálculos para la elaboración de los gráficos de control y análisis precisos de capacidad de los procesos, así como también, en la capacidad de generar información con los datos obtenidos de los resultados generados por las herramientas básicas de la calidad; y, en la aplicación de un sistema de control estadístico.

Para la evaluación de^a la rentabilidad del proyecto se realizó la proyección de un flujo de caja a 5 años tanto para la primera mejora como para la segunda mejora como se muestra a continuación:

CUADRO 3

FLUJO DE CAJA PARA MEJORA 1

PERÍODO	0	1	2	3	4	5
Beneficios por ahorros de las características calidad		778.549,60	778.549,60	778.549,60	778.549,60	778.549,60
Inversión Inicial	-2.800,00					
Flujo de Caja	-2.800,00	778.549,60	778.549,60	778.549,60	778.549,60	778.549,60

CUADRO 4

FLUJO DE CAJA PARA MEJORA 2

PERÍODO	0	1	2	3	4	5
Beneficios por ahorros de las características cal.		1.250.488,3	1.250.488,3	1.250.488,3	1.250.488,3	1.250.488,3
Inversión Inicial	-2.800,0					
Flujo de Caja	-2.800,0	1.250.488,3	1.250.488,3	1.250.488,3	1.250.488,3	1.250.488,3

Los criterios de medición de rentabilidad del proyecto que se utilizó son :

VAN, PR y TRC. El criterio de VAN (Valor Actual Neto) indica que un

proyecto debe aceptarse si este valor es igual o superior a 0. El criterio de PR (Período de Recuperación de la Inversión) determina el número de períodos necesarios para recuperar la inversión inicial y se compara con el número de período aceptables . Y el criterio de TRC (Tasa de Retorno Contable) es una razón porcentual entre la utilidad esperada de un período y la inversión inicial requerida.

De acuerdo a los resultados de los indicadores de rentabilidad utilizados(Ver cuadro 5), el proyecto es rentable.

CUADRO 5

CUADRO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD

	MEJORA 1	MEJORA 2
VAN:	S/. 1.672.750,29	S/. 2.688.090,54
PR (Período de Recuperación):	0,0035	0,0022
TRC (Tasa de Retorno Contable):	278	447

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este capítulo, finalmente describiremos las conclusiones de los resultados obtenidos en el estudio y las respectivas recomendaciones.

CONCLUSIONES

1.- La aplicación de las herramientas básicas de calidad ha permitido establecer elementos de control adicionales para identificar problemas críticos del proceso productivo y evaluar su nivel de calidad.

2.- De acuerdo al análisis del diagrama de Pareto, las características de calidad críticas del proceso fueron: peso neto y peso de llenado. Mientras que para atributos fueron: sangre, moretones, limpieza, venas, porcentaje de trozo, espinas, escamas y etiqueta mal alineada.

3.- Las gráficas de control se han constituido en una herramienta fundamental del control estadístico del proceso, ya que compara la información basada de muestras representativas del estado actual de las características de calidad frente a límites establecidos y especificaciones técnicas, evaluando si dicha característica de calidad del proceso productivo se encuentra o no “bajo control estadístico” y si el proceso es capaz de satisfacer las especificaciones técnicas de la compañía y del cliente.

4.- Para variables o características cuantitativas, la gráfica \bar{X} muestra donde la media del proceso está centrada e indica cualquier variación indeseable entre las muestras (subgrupos racionales), mientras que la gráfica R revela cualquier variación dentro de la muestra o el subgrupo racional.

5.- El esquema de la estrategia para el mejoramiento del proceso ha permitido identificar, analizar, corregir y eliminar las causas asignables, llevando no sólo al proceso a un estado de control estadístico, sino evaluar si el proceso es capaz de satisfacer la necesidades de los clientes y comprobar el centramiento del proceso en cuanto a su valor nominal del especificación, lo que contribuye a la mejora continua del proceso.

6.- De acuerdo a la repetitividad de los problemas que se identificaron como causas asignables, para variables se puede decir que el problema más frecuente se da por descalibraciones en la máquina llenadora . Mientras que para atributos el problema más frecuente se da en el descuido de la limpieza de los lomos por parte de las operarias en la mesa de raspado.

7.- El porcentaje generado de producto defectuoso tanto para variables como para atributos, ha disminuido a medida de que el proceso fue mejorado en lo que respecta a su capacidad, lo que contribuye a la reducción de gasto improductivo.

8.- Se ha demostrado que la aplicación del control estadístico a procesos afectados por las características de calidad críticas, mejora la productividad de la compañía disminuyendo los indicadores de defectuoso de un 17.7% hasta un 0.8%.

9.- De acuerdo al análisis de costos se ha evidenciado que los mayores costos improductivos lo representan las características cualitativas de calidad críticas.

10.- La utilización de un software para la automatización de la construcción y análisis de los gráficos de control facilitó el proceso de análisis y almacenamiento de resultados; y redujo el nivel de dificultad para los cálculos de los límites de control y el tiempo para su elaboración.

11.- Con base de los resultados generados por las herramientas básicas de calidad, la empresa está en capacidad de generar información con los datos obtenidos y tomar decisiones respecto a la maquinaria, materia prima y el recurso humano ya sea como capacitación, ajustes, mantenimiento.

RECOMENDACIONES

- 1.- La compañía debe documentar, mediante un registro, las especificaciones y la criticidad de cada una de las características.

 - 2.- Se recomienda aumentar el tamaño de muestra por atributos para detectar más cambios en el proceso.
-

3.- Si se quiere implementar el proyecto se debe capacitar al personal, con el fin de ir desarrollando habilidades en el manejo del control estadístico y una correcta utilización del software.

4.- Realizar una estructura de un programa de mantenimiento productivo de la actual maquinaria de llenado y dosificado, con la finalidad de mejorar la productividad de la maquinaria reduciendo los daños no planificados (desajustes). Se recomienda que los elementos de control para este programa de mantenimiento sean: limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes y detección de fallas.

5.- Realizar un estudio técnico de la posibilidad de efectuar el control de la medición de pH (grado de acidez del atún) en el proceso de llenado, ya que el pH es un indicador de la presencia de resquebrajamiento en los lomos.

6.- Para la característica de limpieza se debe modificar los valores de calificación, para que en el gráfico p la capacidad cualitativa satisfaga las especificaciones de la compañía.

7.- Para la incorporación del funcionamiento del precontrol para las variables es necesario que el índice de capacidad del proceso sea mayor o igual a 1.15 .

8.- Es recomendable que las características cualitativas de calidad críticas de categoría B de acuerdo al análisis de Pareto, se les aplique el sistema de control estadístico.

9.- Para el mejoramiento continuo se debe evaluar periódicamente el proceso mediante la estrategia de mejoramiento (Ver figura 5.1).

APÉNDICES

APÉNDICE A

REPORTE DE CLASIFICACION DE PESCADO CRUDO

NOMBRE DEL BARCO:	FECHA:
LOTE No:	TANQUE No:
ESPECIES:	TAMAÑOS:
PESCADO A SALMUERA DE:	A CAMARA FRIGORIFICA DE PLANTA:

APARIENCIA	EXCELENTE()	BUENO()	MARGINAL()	RECHAZABLE()
AGALLAS	Rojo sangre, brillantes.	Rojo pálido a rojo café	café oscuro a café amarillento	
OJOS	transparentes, brillosos y protuberantes	hundidos, nublados, blancos	no los tiene	
PELLEJO	brillo normal, color claro	apagado, sin brillo aparente y semiteñido	normal, sin brillo muy lavado y blanqueado	decoloración, avanzado estado de descomposición
OLOR	típico de pescado recién capturado	insípido a ligeramente oloroso	bien oloroso pero no pasado o agrio	pesado, agrio apestoso con olores extraños
DAÑO FISICO	sin mutilación o deformidad	ligeras deformidades o mutilados	algunas roturas o ligeros desgarramientos	roto, hecho papilla o mutilado
FIRMEZA DE LA PANZA	firme y elástico	firme sin elasticidad	blando	muy suave o pulposo

COMENTARIOS:

INSPECCIÓN VISUAL DE LATAS VACÍAS

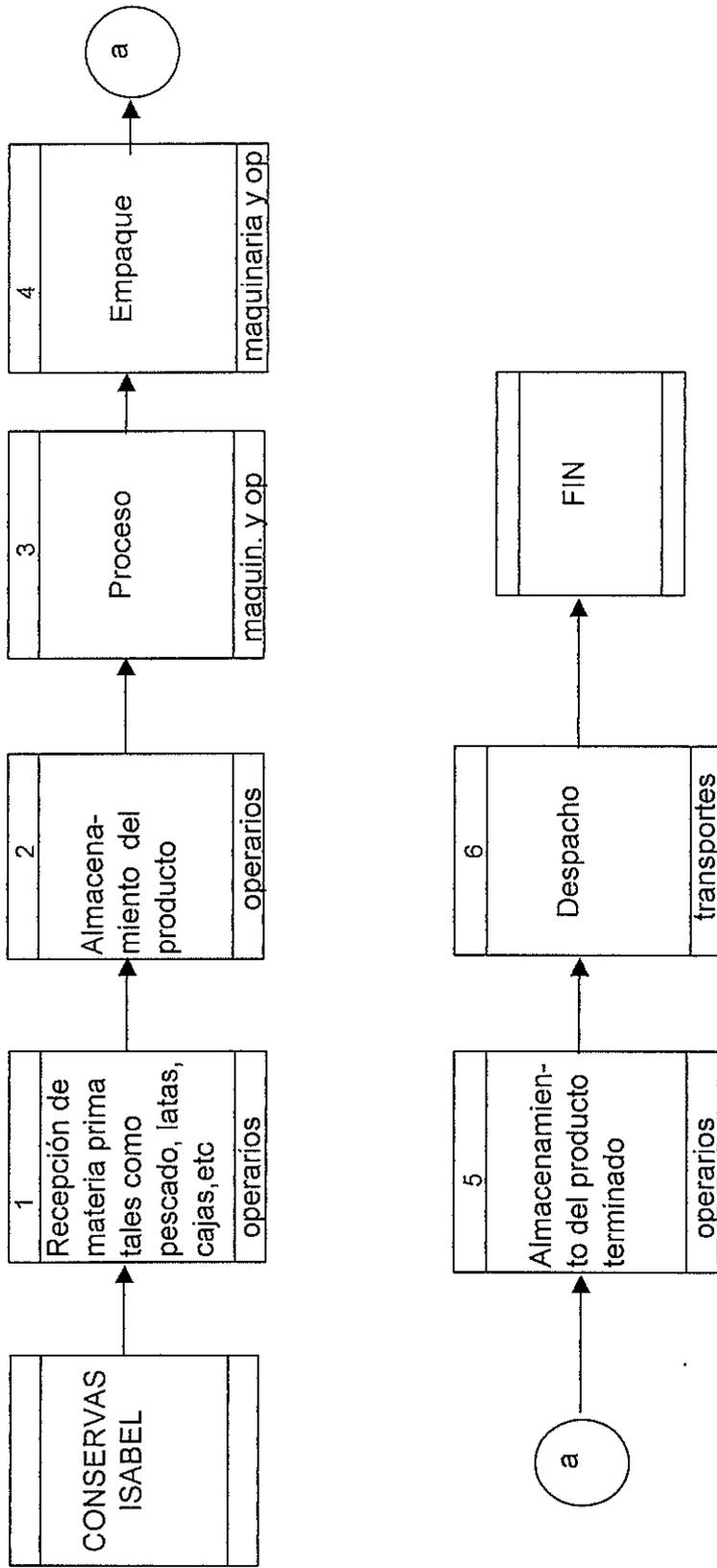
Fecha de recepción:
Cajas recibidas:
Cajas inspeccionadas:
Paletas inspeccionadas:
Cajas rechazadas:
Paletas rechazadas:
Espesor lata:
Espesor tapa:

DEFECTOS	CRÍTICOS	MAYORES	MENORES
LATA			
Laminación			
Perforaciones			
Manchas del metal			
Hollín sobre el barniz interior			
Hollín sobre el barniz exterior			
Esmalte del envase			
Parcialmente sin esmalte interior			
Gotas del barniz en interior			
Barnizado con ojo de pez			
Marcas internas			
Malformación del estaño			
Marcas de basura			
Rebaba en la pestaña			
Pestaña incompleta			
Fractura fondo lata			
Barniz interior hacia fuera			
Pestaña partida			
Rodón de la pared incompleta			
Ralladuras internas del envase			
Ralladuras externas del envase			
TOTAL DE DEFECTOS			
LATAS INSPECCIONADAS			

DEFECTOS	CRÍTICOS	MAYORES	MENORES
TAPA			
Laminación de la tapa			
Hollín sobre el barniz interior			
Hollín sobre el barniz exterior			
Perforaciones			
Ojo de pez			
Soldadura alambre			
Sin esmalte parcialmente interna			
Marcas de basura			
Rebaba en la pestaña			
Pestaña incompleta			
Arruga en la pestaña			
Suciedad curva pestaña			
Abolladura en la pestaña			
Pestaña cortada			
TOTAL DE DEFECTOS			
TAPAS INSPECCIONADAS			

APÉNDICE B

DIAGRAMA NIVEL 0



APÉNDICE C

DIAGRAMA ARRIBA-ABAJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

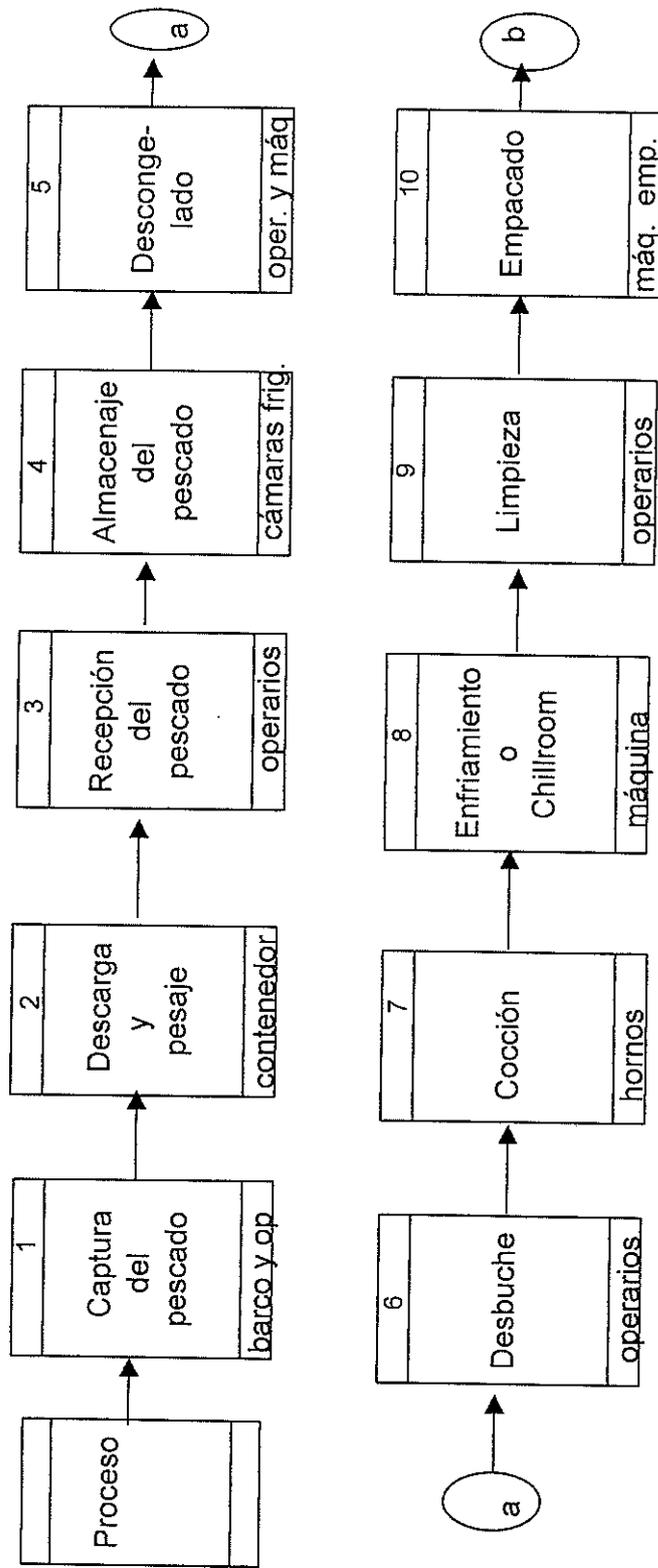
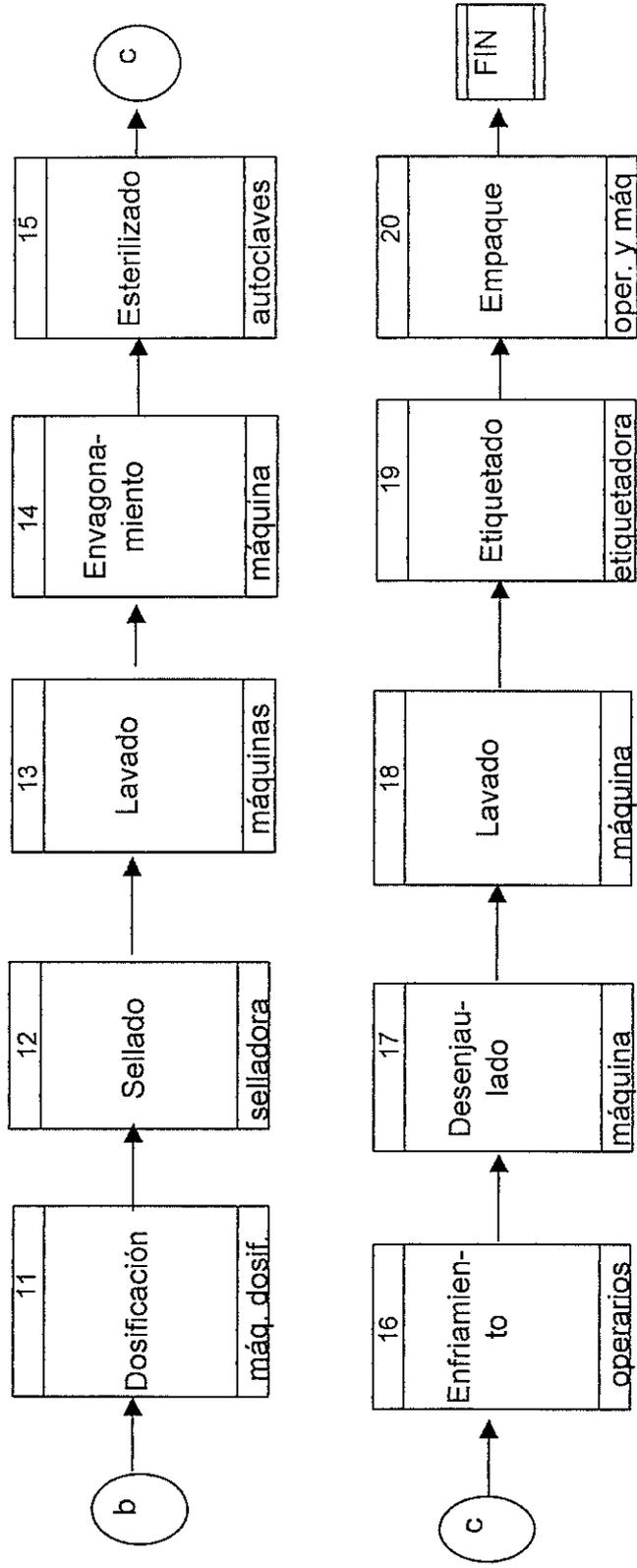
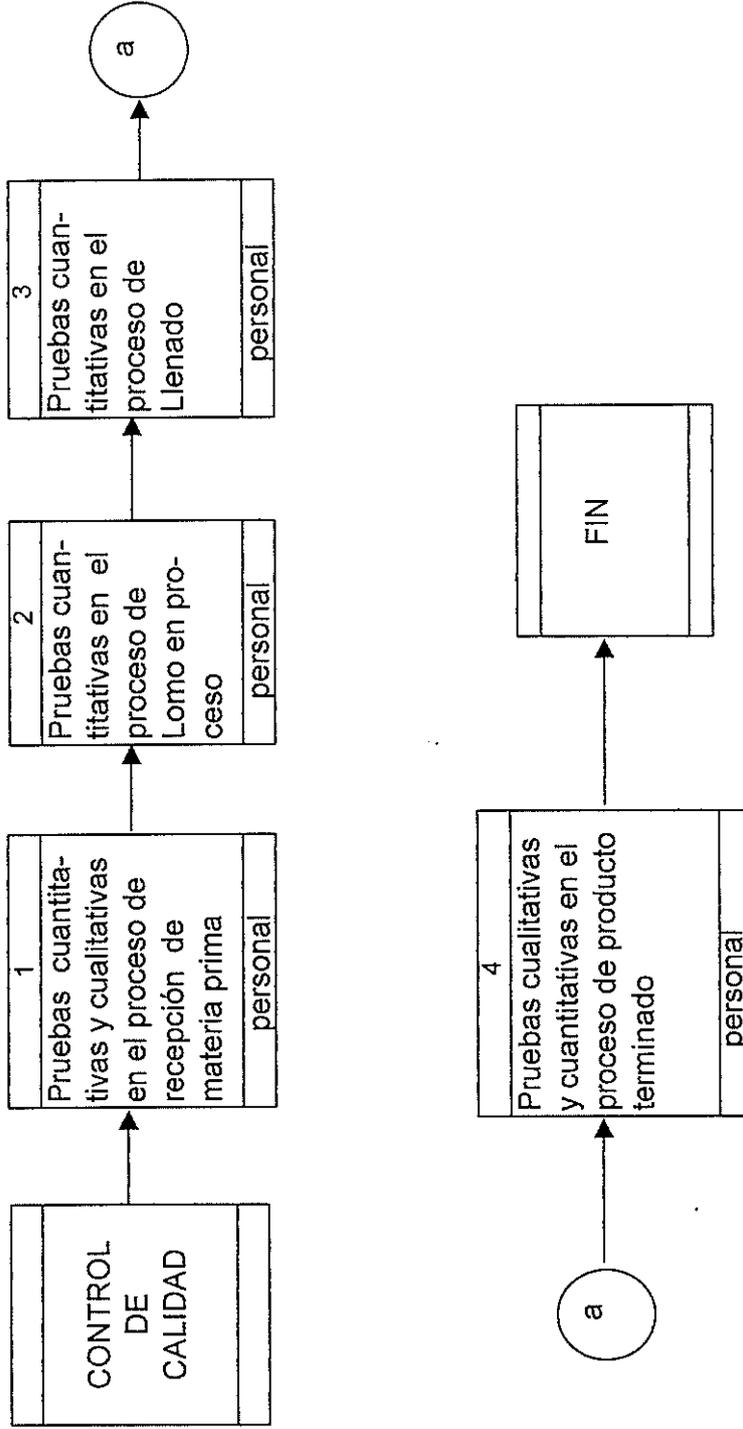


DIAGRAMA ARRIBA-ABAJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN



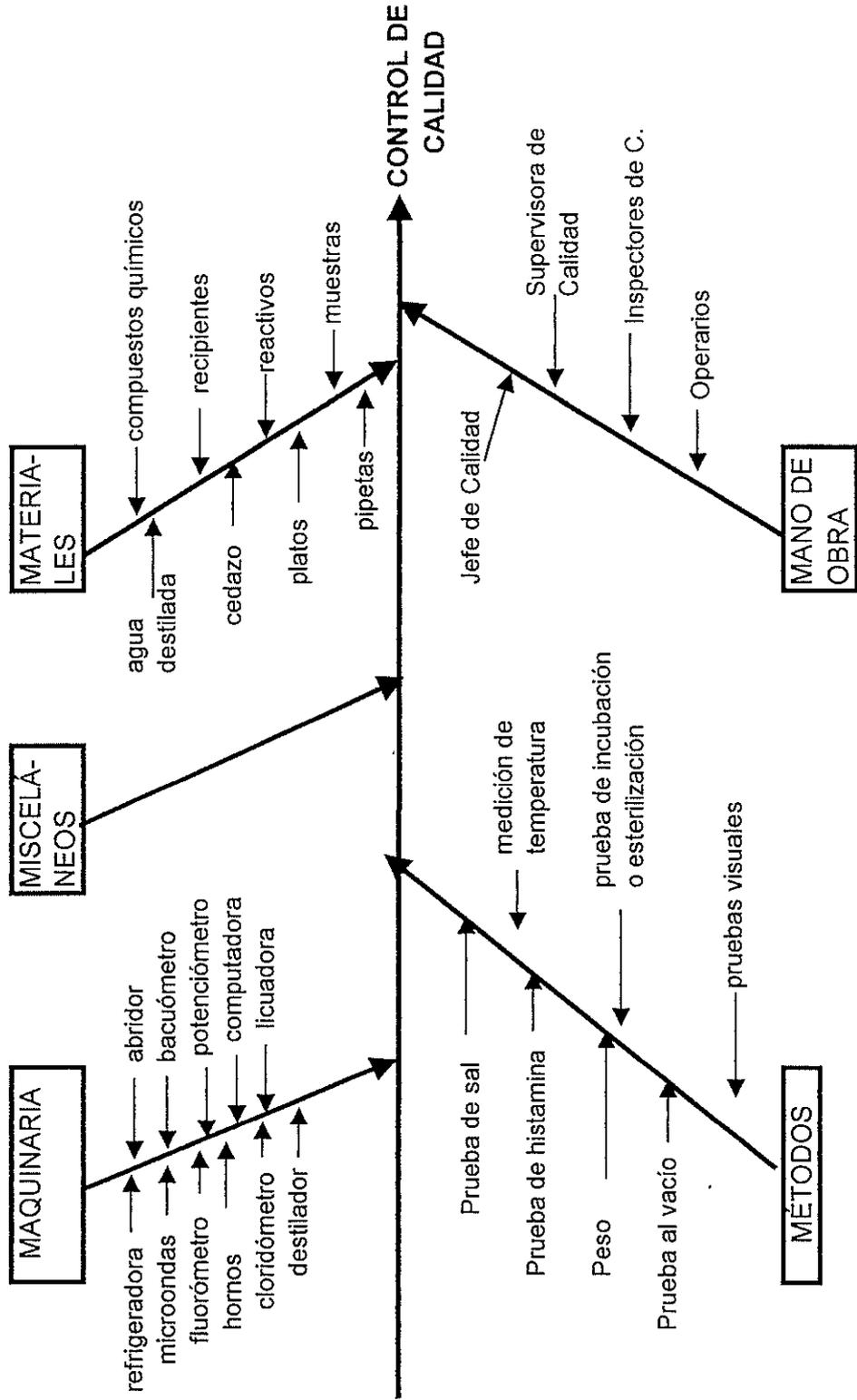
APÉNDICE D

DIAGRAMA ARRIBA-DEBAJO DE CONTROL DE CALIDAD



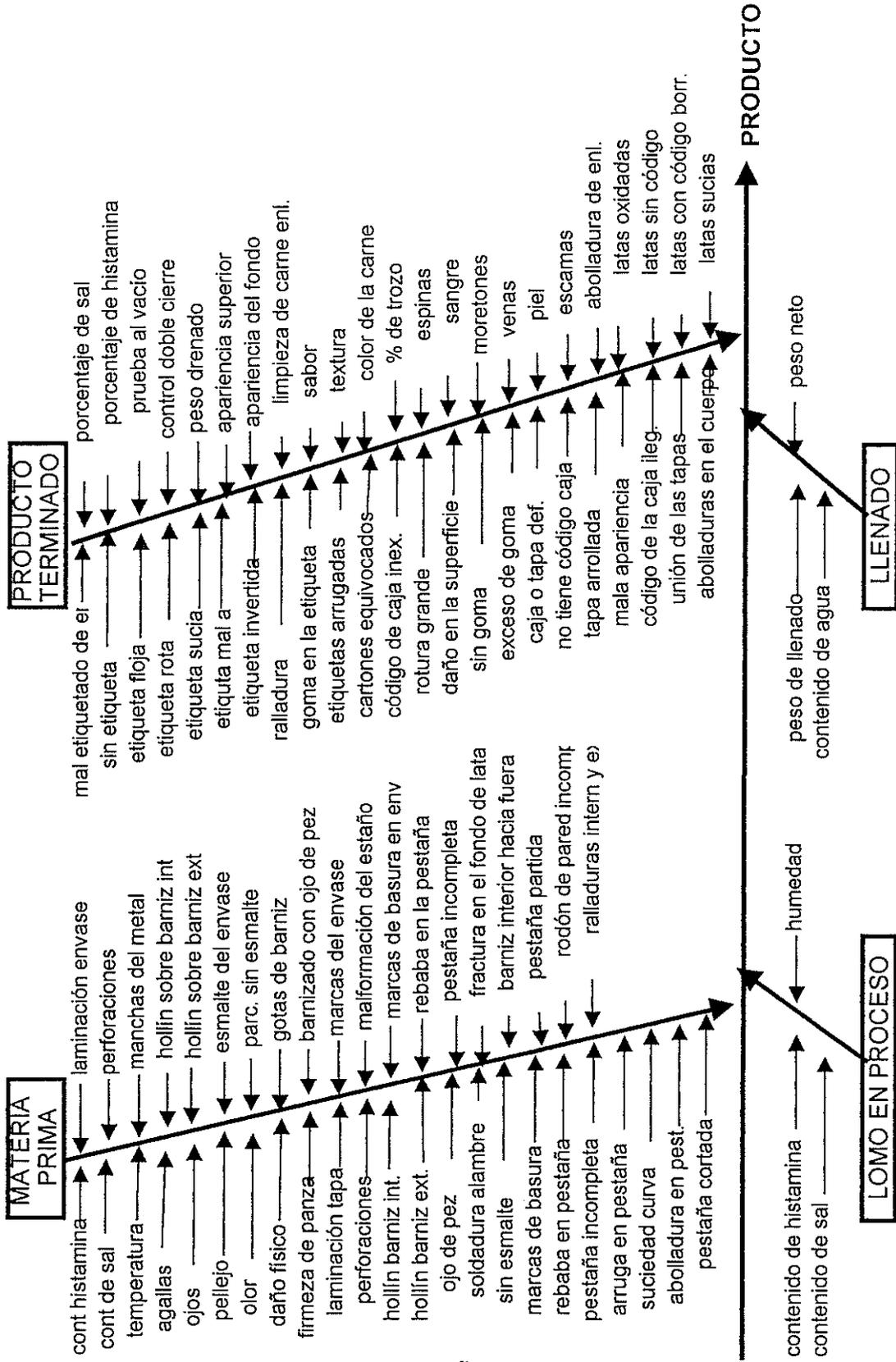
APÉNDICE E

DIAGRAMA CAUSA -EFECTO DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD



APÉNDICE F

DIAGRAMA CAUSA -EFECTO DEL PRODUCTO SELECCIONADO



APÉNDICE G

CONTROLES EFECTUADOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DE LA MATERIA PRIMA

MATERIA PRIMA	CARACTERÍSTICAS	CONTROL
Pescado Crudo	Agallas Pellejo Ojos Daño Físico Firmeza de la panza Olor	Se realiza el control cuando el pescado es clasificado por tipo y tamaño por la cuadrilla. La cuadrilla también realiza el control supervisado por el inspector de calidad
Envase	Laminación Perforaciones Manchas del metal Hollín sobre el barniz interior Hollín sobre el barniz exterior esmalte del envase Parcialmente sin esmalte interior Gotas del barniz en interior Barnizado con ojo de pez Marcas internas malformación del estaño Marcas de basura rebaba en la pestaña pestaña incompleta Fractura fondo lata Barniz interior hacia fuera Pestaña partida Rodón de la pared incompleto ralladuras internas del envase ralladuras externas del envase	Se realiza el control cuando el envase ingresa a la planta proveniente de los proveedores. Se toma 1 muestra de 5 envases por cada lote para ser analizado
Tapa	Laminación Hollín sobre el barniz interior Hollín sobre el barniz exterior Perforaciones Ojo de pez Soldadura alambre Sin esmalte parcialmente interna Marcas de basura Rebaba en la pestaña pestaña incompleta arruga en la pestaña Suciedad curva pestaña Abolladura en la pestaña Pestaña cortada	Se realiza el control cuando las tapas ingresan a la planta proveniente de los proveedores. Se toma una muestra de 5 tapas por cada lote para ser analizado

APÉNDICE H

CONTROLES EFECTUADOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DEL PRODUCTO TERMINADO

PRODUCTO TERMINADO	CARACTERÍSTICAS	CONTROL
Enlatado sellado y esterilizado	Apariencia superior Apariencia fondo Limpieza Sabor Textura Color % de trozo Espinas Sangre Piel Escamas Venas Moretones	Se realiza el control tomando 5 latas por esterilizada (cada esterilizada dura 90 min) min) y se realiza el respectivo control en el laboratorio de Control de Calidad.
Etiquetas	Mal etiquetado Sin etiqueta Etiqueta floja Etiqueta rota Etiqueta sucia Etiqueta mal alineada Etiqueta invertida Ralladura Goma en la etiqueta Etiquetas arrugadas	Se realiza el control tomando una muestra de 96 latas cada hora
Latas	Abolladuras Latas oxidadas Latas sin código Latas con código borrosa Abolladuras en el cuerpo Latas sucias	Se realiza el control tomando una muestra de 96 latas cada hora

PRODUCTO TERMINADO	CARACTERISTICAS	CONTROL
Cartones	Cartones equivocados Código de caja inexistente Rotura grande Daño en la superficie Sin goma Exceso de goma Caja o tapa deformada No tiene el código de la caja Tapa arrollada hacia atrás Mala apariencia Código de la caja ilegible Unión de las tapas	Se realiza el control inspeccionando 2 cajas cada hora

APÉNDICE I

REGISTROS DE PRODUCTO DEFECTUOSO DEL 2002

NIVEL DEL PROCESO	CARACTERISTICAS	PORCENTAJE DEFECTUOSO
Materia prima	Temperatura pescado en clasificación	0,00%
	Contenido de sal del atún	1,60%
	Contenido de histamina del atún	0,00%
	Agallas	0,90%
	Pellejo	0,00%
	Ojos	0,00%
	Daño Físico	2,20%
	Firmeza de la panza	0,00%
	Olor	0,00%
	Laminación del envase	0,00%
	Perforaciones	0,00%
	Manchas del metal	0,00%
	Hollín sobre el barniz interior del envase	0,80%
	Hollín sobre el barniz exterior del envase	0,60%
	esmalte del envase	0,00%
	Parcialmente sin esmalte interior	0,02%
	Gotas del barniz en interior	0,00%
	Barnizado con ojo de pez	0,90%
	Marcas internas del envase	0,00%
	malformación del estaño	0,00%
	Marcas de basura en el envase	0,00%
	rebaba en la pestaña	0,00%
	pestaña incompleta	0,00%
	Fractura fondo lata	0,00%
	Barniz interior hacia fuera	0,00%
	Pestaña partida	0,00%
	Rodón de la pared incompleto	0,00%
	ralladuras internas del envase	0,80%
	ralladuras externas del envase	0,80%
	Laminación de la tapa	0,00%
	Hollín sobre el barniz interior de la tapa	0,50%
	Hollín sobre el barniz exterior de la tapa	0,30%
	Perforaciones de la tapa	0,00%
	Ojo de pez	0,60%
	Soldadura alambre	0,00%
	Sin esmalte parcialmente interna	0,00%
	Marcas de basura en la tapa	0,00%
	Rebaba en la pestaña	0,00%
	pestaña incompleta	0,00%
	arruga en la pestaña	0,00%
Suciedad curva pestaña	0,00%	
Abolladura en la pestaña	0,00%	
Pestaña cortada	0,00%	

REGISTRO DE PRODUCTO DEFECTUOSO DEL 2002

NIVEL DEL PROCESO	CARACTERISTICAS	PORCENTAJE DEFECTUOSO
Lomo en proceso	Contenido de sal	1,00%
	Contenido de histamina	0,00%
	Humedad	0,00%
Llenado	Peso neto	20,00%
	Peso de llenado	14,00%
	Contenido de agua	8,00%
Producto Terminado	Contenido de sal del enlatado cerrado	0,50%
	Contenido de histamina del enl. cerrad.	0,00%
	Prueba al vacío del enlatado cerrado	0,00%
	Control doble cierre del enl. cerrado	2,00%
	Peso drenado	1,00%
	Apariencia superior	0,00%
	Apariencia fondo	0,00%
	Limpieza	4,00%
	Sabor	0,00%
	Textura	0,00%
	Color	0,00%
	% de trozo	3,00%
	Espinas	2,00%
	Sangre	8,00%
	Piel	0,00%
	Escamas	2,00%
	Venas	3,00%
	Moretones	15,00%
	Mal etiquetado del enlatado cerrado	0,00%
	Sin etiqueta	0,00%
	Etiqueta floja	0,51%
	Etiqueta rota	0,00%
	Etiqueta sucia	0,00%
	Etiqueta mal alineada	1,79%
	Etiqueta invertida	0,00%
	Ralladura	0,00%
	Goma en la etiqueta	1,50%
	Etiquetas arrugadas	0,00%

REGISTRO DE PRODUCTO DEFECTUOSO DEL 2002

NIVEL DEL PROCESO	CARACTERISTICAS	PORCENTAJE DEFECTUOSO
Producto Terminado	Abolladuras del enlatado	0,43%
	Latas oxidadas	0,00%
	Latas sin código	0,00%
	Latas con código borrosa	0,69%
	Abolladuras en el cuerpo	0,29%
	Latas sucias	0,08%
	Cartones equivocados	0,00%
	Código de caja inexistente	0,00%
	Rotura grande	0,00%
	Daño en la superficie	0,00%
	Sin goma	0,00%
	Exceso de goma	0,00%
	Caja o tapa deformada	0,00%
	No tiene el código de la caja	0,00%
	Tapa arrollada hacia atrás	0,00%
	Mala apariencia	0,00%
	Código de la caja ilegible	0,00%
	Unión de las tapas	0,00%

APÉNDICE J
PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA	Costo materia prima	Costo de procesamiento	Exigencia del cliente	Dificultad del proceso	Costo por inspección	SUMA
Temperatura pescado	1	1	1	1	1	5
Contenido de sal del atún	1	1	0	1	1	4
Contenido de histamina	1	1	1	1	1	5
Agallas	1	0	0	0	1	2
Pellejo	1	0	0	0	1	2
Ojos	1	0	0	0	1	2
Daño Físico	1	0	0	0	1	2
Firmeza de la panza	1	0	0	0	1	2
Olor	1	0	0	0	1	2
Laminación del envase	1	1	1	0	1	4
Perforaciones	1	1	1	0	1	4
Manchas del metal	1	1	1	0	1	4
Hollín sobre el barniz interior	1	1	1	0	1	4
Hollín sobre el barniz exterior	1	1	1	0	1	4
esmalte del envase	1	1	1	0	1	4
Parc. sin esmalte interior	1	1	0	0	1	3
Gotas del barniz en interior	1	1	0	0	1	3
Barnizado con ojo de pez	1	1	0	0	1	3
Marcas internas del envase	1	1	0	0	1	3
malformación del estaño	1	1	1	0	1	4
Marcas de basura en envase	1	1	1	0	1	4
rebaba en la pestaña	1	1	0	0	1	3
pestaña incompleta	1	1	0	0	1	3
Fractura fondo lata	1	1	1	0	1	4
Barniz interior hacia fuera	1	1	0	0	1	3
Pestaña partida	1	1	1	0	1	4
Rodón de la pared incompleto	1	1	0	0	1	3
ralladuras internas del env.	1	1	1	0	1	4
ralladuras externas del env.	1	1	0	0	1	3
Laminación de la tapa	1	1	1	0	1	4
Hollín sobre el barniz int. tapa	1	1	1	0	1	4
Hollín sobre el barniz ext. tapa	1	1	0	0	1	3
Perforaciones de la tapa	1	1	1	0	1	4
Ojo de pez	1	1	0	0	1	3
Soldadura alambre	1	1	0	0	1	3
Sin esmalte parc. interna	1	1	0	0	1	3
Marcas de basura en la tapa	1	1	1	0	1	4
Rebaba en la pestaña	1	1	0	0	1	3
pestaña incompleta	1	1	0	0	1	3
arruga en la pestaña	1	1	0	0	1	3
Suciedad curva pestaña	1	1	0	0	1	3
Abolladura en la pestaña	1	1	0	0	1	3
Pestaña cortada	1	1	1	0	1	4

PARAMETROS DE CALIFICACIÓN

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LOMO EN PROCESO	Costo materia prima	Costo de procesamiento	Exigencia del cliente	Dificultad del proceso	Costo por inspección	SUMA
Contenido de sal	1	1	1	1	1	5
Contenido de histamina	1	1	1	1	1	5
Humedad	1	1	0	1	1	4
LLENADO						
Peso neto	1	1	1	1	1	5
Peso de llenado	1	1	1	1	1	5
Contenido de agua	0	1	1	1	1	4
PRODUCTO TERMINADO						
Contenido de sal del enlatado	1	1	1	1	1	5
Contenido de histamina del enl. c	1	1	1	1	1	5
Prueba al vacío del enlatado	1	1	1	0	1	4
Control doble cierre del enl.	1	1	1	1	1	5
Peso drenado	1	1	0	0	1	3
Apariencia superior	1	1	1	0	1	4
Apariencia fondo	1	1	0	0	1	3
Limpieza	1	1	1	1	1	5
Sabor	1	1	1	0	1	4
Textura	1	1	0	0	1	3
Color	1	1	0	0	1	3
% de trozo	1	1	1	1	1	5
Espinas	1	1	1	1	1	5
Sangre	1	1	1	1	1	5
Piel	1	1	1	1	1	5
Escamas	1	1	1	1	1	5
Venas	1	1	1	1	1	5
Moretones	1	1	1	0	1	4
Mal etiquetado del enlatado	1	1	1	0	1	4
Sin etiqueta	1	1	1	0	1	4
Etiqueta floja	1	1	1	0	1	4
Etiqueta rota	1	1	1	0	1	4
Etiqueta sucia	1	1	0	0	1	3
Etiqueta mal alineada	1	1	1	0	1	4
Etiqueta invertida	1	1	1	0	1	4
Ralladura	1	1	0	0	1	3
Goma en la etiqueta	1	1	0	0	1	3
Etiquetas arrugadas	1	1	1	0	1	4
Abolladuras del enlatado	1	1	1	0	1	4
Latas oxidadas	1	1	1	0	1	4
Latas sin código	1	1	1	0	1	4
Latas con código borrosa	1	1	1	0	1	4
Abolladuras en el cuerpo	1	1	1	0	1	4
Latas sucias	1	1	1	0	1	4
Cartones equivocados	1	1	1	0	1	4
Código de caja inexistente	1	1	1	0	1	4
Rotura grande	1	1	1	0	1	4
Daño en la superficie	1	1	1	0	1	4
Sin goma	1	1	1	0	1	4
Exceso de goma	1	1	1	0	1	4
Caja o tapa deformada	1	1	1	0	1	4
No tiene el código de la caja	1	1	1	0	1	4
Tapa arrollada hacia atrás	1	1	1	0	1	4
Mala apariencia	1	1	1	0	1	4
Código de la caja ilegible	1	1	0	0	1	3
Unión de las tapas (1 cm de sepa	1	1	0	0	1	3

APENDICE K

CALIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

NIVEL DEL PROCESO	CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	CLASIFICACIÓN SEGÚN SU CRITICIDAD	PESO ASIGNADO	
Materia prima	Temperatura pescado	grave	100	
	Contenido de sal del atún	importante	50	
	Contenido de histamina	grave	100	
	Agallas	secundario	25	
	Pellejo	secundario	25	
	Ojos	secundario	25	
	Daño Físico	secundario	25	
	Firmeza de la panza	secundario	25	
	Olor	secundario	25	
	Laminación del envase	importante	50	
	Perforaciones	importante	50	
	Manchas del metal	importante	50	
	Hollín sobre el barniz int. envase	importante	50	
	Hollín sobre el barniz ext. envase	importante	50	
	esmalte del envase	importante	50	
	Parc. sin esmalte interior	importante	50	
	Gotas del barniz en interior	importante	50	
	Barnizado con ojo de pez	importante	50	
	Marcas internas del envase	importante	50	
	malformación del estaño	importante	50	
	Marcas de basura en el envase	importante	50	
	rebaba en la pestaña	importante	50	
	pestaña incompleta	importante	50	
	Fractura fondo lata	importante	50	
	Barniz interior hacia fuera	importante	50	
	Pestaña partida	importante	50	
	Rodón de la pared incompleto	importante	50	
	ralladuras internas del envase	importante	50	
	ralladuras externas del envase	importante	50	
	Laminación de la tapa	importante	50	
	Hollín sobre el barniz int. tapa	importante	50	
	Hollín sobre el barniz ext. tapa	importante	50	
	Perforaciones de la tapa	importante	50	
	Ojo de pez	importante	50	
	Soldadura alambre	importante	50	
	Sin esmalte parc. interna	importante	50	
	Marcas de basura en la tapa	importante	50	
	Rebaba en la pestaña	importante	50	
pestaña incompleta	importante	50		
arruga en la pestaña	importante	50		
Suciedad curva pestaña	importante	50		
Abolladura en la pestaña	importante	50		
Pestaña cortada	importante	50		

CALIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

NIVEL DEL PROCESO	CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	CLASIFICACIÓN SEGÚN SU CRITICIDAD	PESO ASIGNADO
Lomo en proceso	Contenido de sal	grave	100
	Contenido de histamina	grave	100
	Humedad	importante	50
Llenado	Peso neto	grave	100
	Peso de llenado	grave	100
	Contenido de agua	importante	50
Producto Terminado	Contenido de sal del enlatado	grave	100
	Contenido de histamina enl.	grave	100
	Prueba al vacío del enlatado	importante	50
	Control doble cierre enl. cerr.	grave	100
	Peso drenado	importante	50
	Apariencia superior	importante	50
	Apariencia fondo	importante	50
	Limpieza	grave	100
	Sabor	importante	50
	Textura	importante	50
	Color	importante	50
	% de trozo	grave	100
	Espinas	grave	100
	Sangre	grave	100
	Piel	grave	100
	Escamas	grave	100
	Venas	grave	100
	Moretones	importante	50
	Mal etiquetado del enl. cerrado	importante	50
	Sin etiqueta	importante	50
	Etiqueta floja	importante	50
	Etiqueta rota	importante	50
	Etiqueta sucia	importante	50
	Etiqueta mal alineada	importante	50
	Etiqueta invertida	importante	50
	Ralladura	importante	50
	Goma en la etiqueta	importante	50
	Etiquetas arrugadas	importante	50
	Abolladuras del enlatado	importante	50
	Latas oxidadas	importante	50
	Latas sin código	importante	50
	Latas con código borrosa	importante	50
	Abolladuras en el cuerpo	importante	50
Latas sucias	importante	50	
Cartones equivocados	importante	50	
Código de caja inexistente	importante	50	
Rotura grande	importante	50	
Daño en la superficie	importante	50	
Sin goma	importante	50	
Exceso de goma	importante	50	
Caja o tapa deformada	importante	50	
No tiene el código de la caja	importante	50	
Tapa arrollada hacia atrás	importante	50	
Mala apariencia	importante	50	
Código de la caja ilegible	importante	50	
Unión de las tapas	importante	50	

APÉNDICE L

PARETO DE VARIABLES

Características de calidad	Calificación	Peso Asignado	Porcentaje de no conformes	V*%	Frecuencia Relativa	Acumulado
Peso neto	grave	100	20,0%	20	46,7%	46,7%
Peso de llenado	grave	100	14,0%	14	32,7%	79,4%
Contenido de agua	importante	50	8,0%	4	9,3%	88,8%
Control doble cierre del enl.	grave	100	2,0%	2	4,7%	93,5%
Contenido de sal en el lomo	grave	100	1,0%	1	2,3%	95,8%
Contenido de sal del atún	importante	50	1,6%	0,8	1,9%	97,7%
Peso drenado del enlat. cerr.	importante	50	1,0%	0,5	1,2%	98,8%
Contenido de sal del enlatado	grave	100	0,5%	0,5	1,2%	100,0%
Temperatura pescado	grave	100	0,0%	0	0,0%	100,0%
Contenido de histamina atún	grave	100	0,0%	0	0,0%	100,0%
Conten. histamina en el lomo	grave	100	0,0%	0	0,0%	100,0%
Humedad en el lomo en proc.	importante	50	0,0%	0	0,0%	100,0%
Cont. de histamina del enl.	grave	100	0,0%	0	0,0%	100,0%
Prueba al vacío del enl.	importante	50	0,0%	0	0,0%	100,0%

42,8

100,0%

APÉNDICE M

PARETO DE ATRIBUTOS

Características de calidad	Calificación	Peso	% de no conformes	v*%	Frecuenc. Relativa	Acumulado
Sangre	grave	100	0,08	8	22,5%	22,5%
Moretones	importante	50	0,15	7,5	21,1%	43,6%
Limpieza	grave	100	0,04	4	11,2%	54,8%
Venas	grave	100	0,03	3	8,4%	63,2%
% de trozo	grave	100	0,03	3	8,4%	71,7%
Espinas	grave	100	0,02	2	5,6%	77,3%
Escamas	grave	100	0,02	2	5,6%	82,9%
Etiqueta mal alineada	importante	50	0,0179	0,895	2,5%	85,4%
Hollín sobre el barniz int. envase	importante	50	0,008	0,4	1,1%	86,6%
ralladuras internas del envase	importante	50	0,008	0,4	1,1%	87,7%
Latas con código borrosa	importante	50	0,0069	0,345	1,0%	88,6%
Hollín sobre el barniz ext. envase	importante	50	0,006	0,3	0,8%	89,5%
Daño Físico	secundario	25	0,022	0,55	1,5%	91,0%
Hollín sobre el barniz int. tapa	importante	50	0,005	0,25	0,7%	91,7%
Barnizado con ojo de pez	importante	50	0,009	0,45	1,3%	93,0%
ralladuras externas del envase	importante	50	0,008	0,4	1,1%	94,1%
Goma en la etiqueta	importante	50	0,015	0,75	2,1%	96,2%
Ojo de pez	importante	50	0,006	0,3	0,8%	97,1%
Abolladuras en el cuerpo	importante	50	0,0029	0,145	0,4%	97,5%
Etiqueta floja	importante	50	0,0051	0,255	0,7%	98,2%
Agallas	secundario	25	0,009	0,225	0,6%	98,8%
Hollín sobre el barniz ext. tapa	importante	50	0,003	0,15	0,4%	99,3%
Abolladuras del enlatado	importante	50	0,0043	0,215	0,6%	99,9%
Latas sucias	importante	50	0,0008	0,04	0,1%	100,0%
Parc. sin esmalte interior	importante	50	0,0002	0,01	0,0%	100,0%
Pellejo	secundario	25	0,00	0	0,0%	100,0%
Ojos	secundario	25	0,00	0	0,0%	100,0%
Firmeza de la panza	secundario	25	0,00	0	0,0%	100,0%
Olor	secundario	25	0,00	0	0,0%	100,0%
Laminación del envase	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Perforaciones	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Manchas del metal	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
esmalte del envase	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Gotas del barniz en interior	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Marcas internas del envase	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
malformación del estaño	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Marcas de basura en el envase	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
rebaba en la pestaña	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
pestaña incompleta	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Fractura fondo lata	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Barniz interior hacia fuera	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Pestaña partida	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Rodón de la pared incompleto	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Laminación de la tapa	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%

PARETO DE ATRIBUTOS

Características de calidad	Calificación	Peso	% de no conformes	v*%	Frecuenc. Relativa	Acumulado
Perforaciones de la tapa	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Soldadura alambre	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Sin esmalte parc. interna	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Marcas de basura en la tapa	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Rebaba en la pestaña	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
pestaña incompleta	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
arruga en la pestaña	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Suciedad curva pestaña	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Abolladura en la pestaña	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Pestaña cortada	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Apariencia superior	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Apariencia fondo	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Sabor	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Textura	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Color	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Piel	grave	100	0,00	0	0,0%	100,0%
Mal etiquetado del enlatado	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Sin etiqueta	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Etiqueta rota	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Etiqueta sucia	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Etiqueta invertida	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Ralladura	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Etiquetas arrugadas	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Latas oxidadas	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Latas sin código	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Cartones equivocados	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Código de caja inexistente	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Rotura grande	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Daño en la superficie	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Sin goma	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Exceso de goma	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Caja o tapa deformada	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
No tiene el código de la caja	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Tapa arrollada hacia atrás	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Mala apariencia	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Código de la caja ilegible	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%
Unión de las tapas	importante	50	0,00	0	0,0%	100,0%

APÉNDICE N

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE PESO NETO

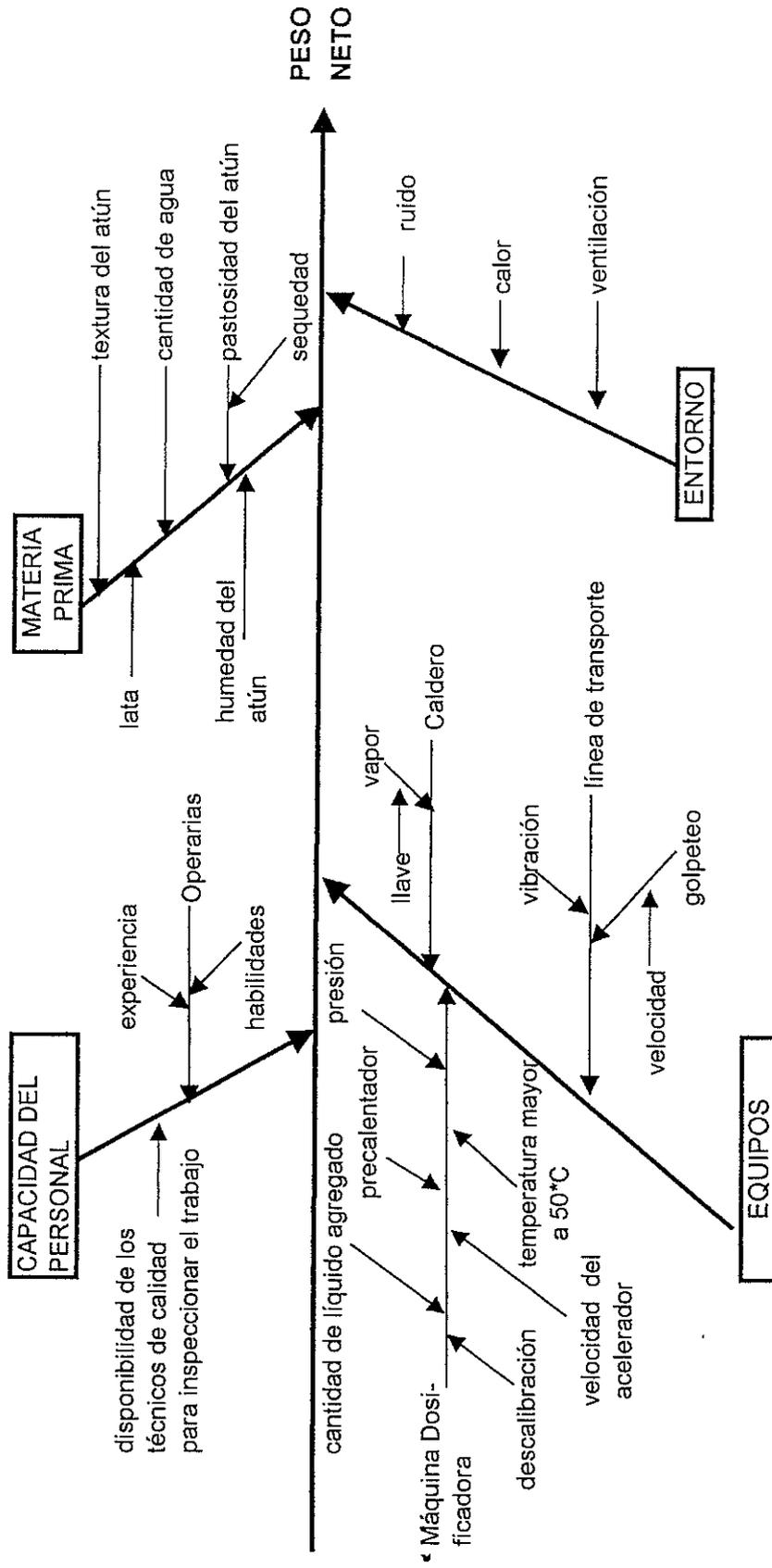


DIAGRAMA CAUSA -EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE PESO DE LLENADO

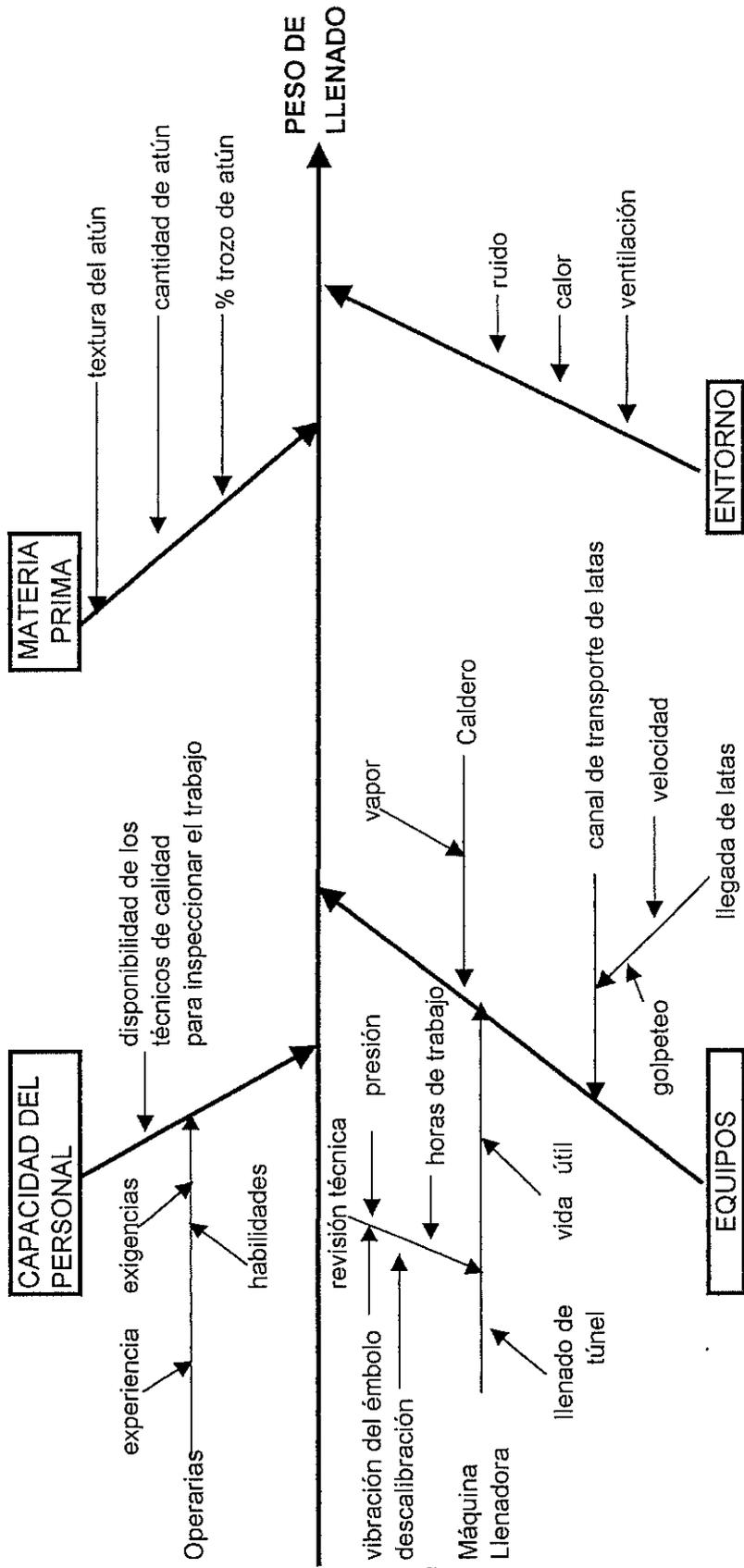


DIAGRAMA CAUSA -EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE MORETONES

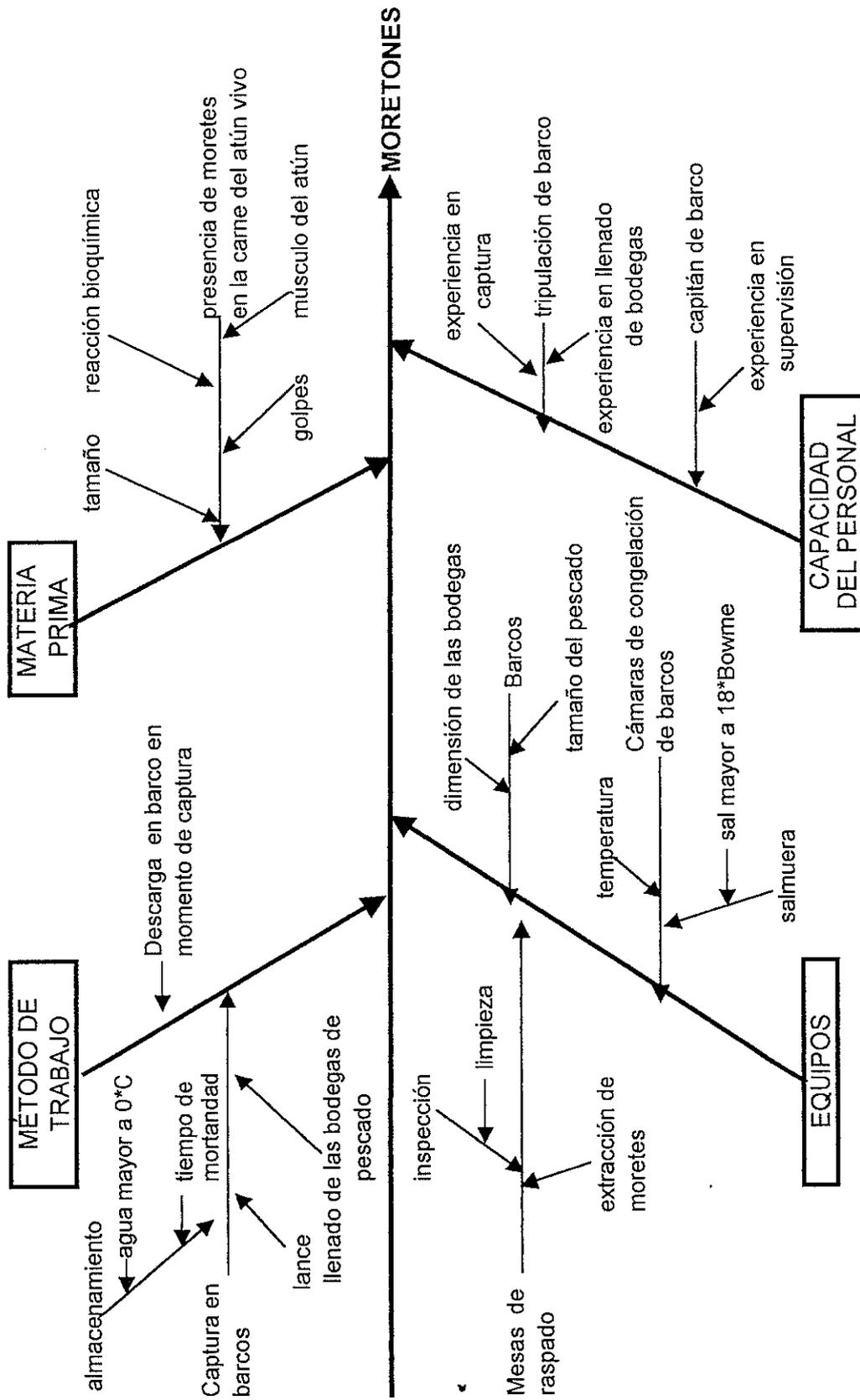


DIAGRAMA CAUSA -EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE SANGRE

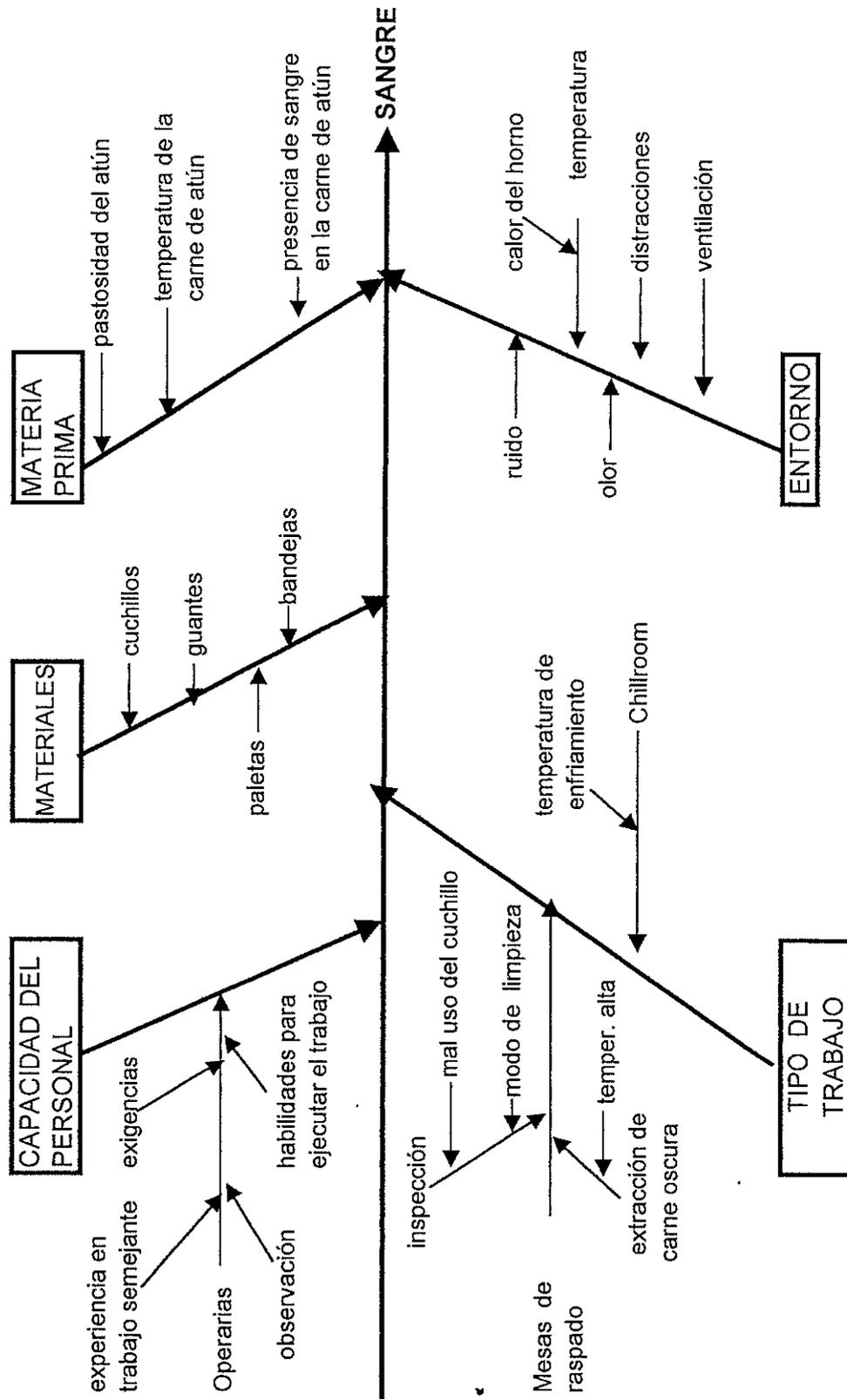


DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE LIMPIEZA

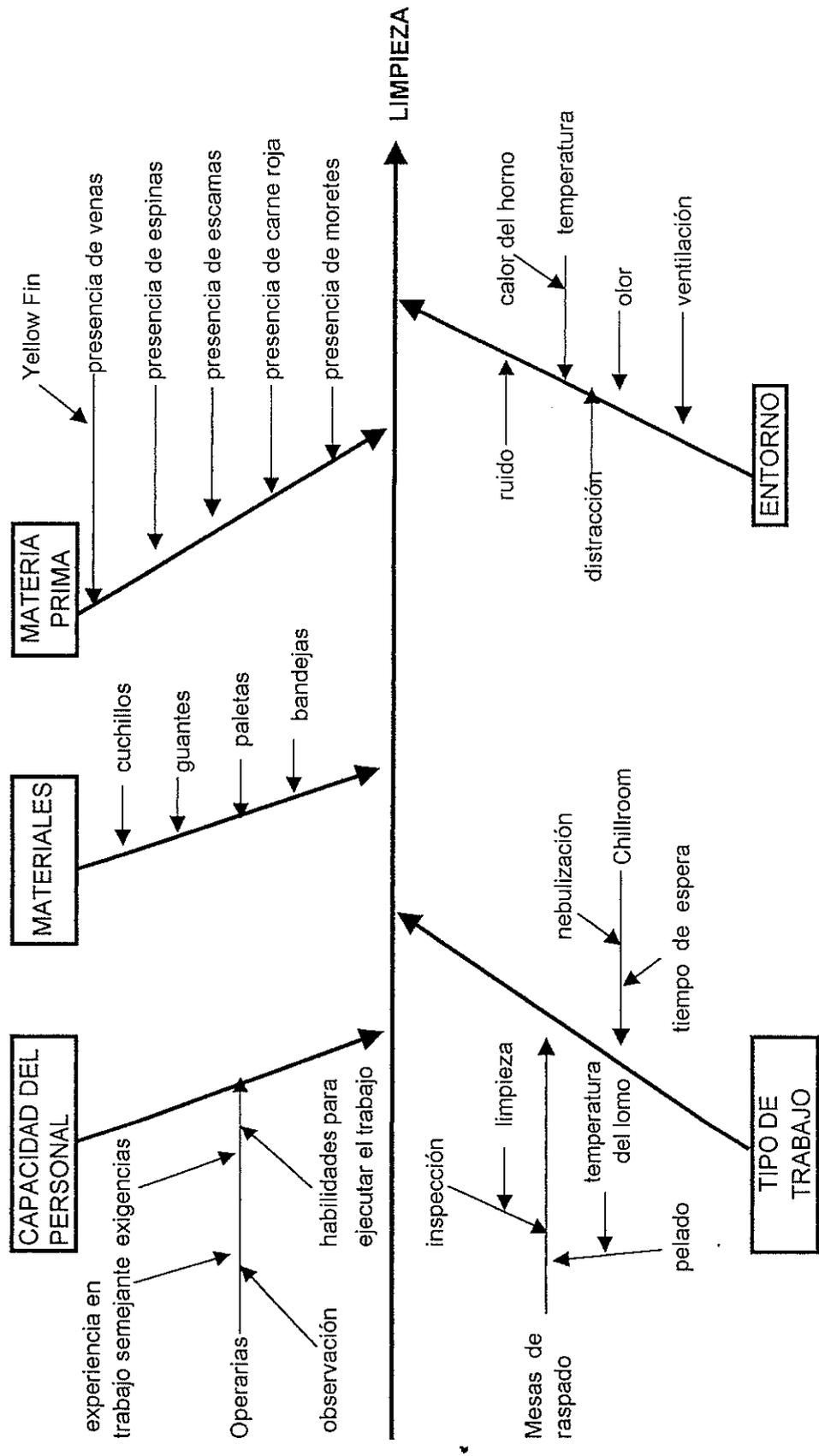


DIAGRAMA CAUSA -EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE ESPINAS

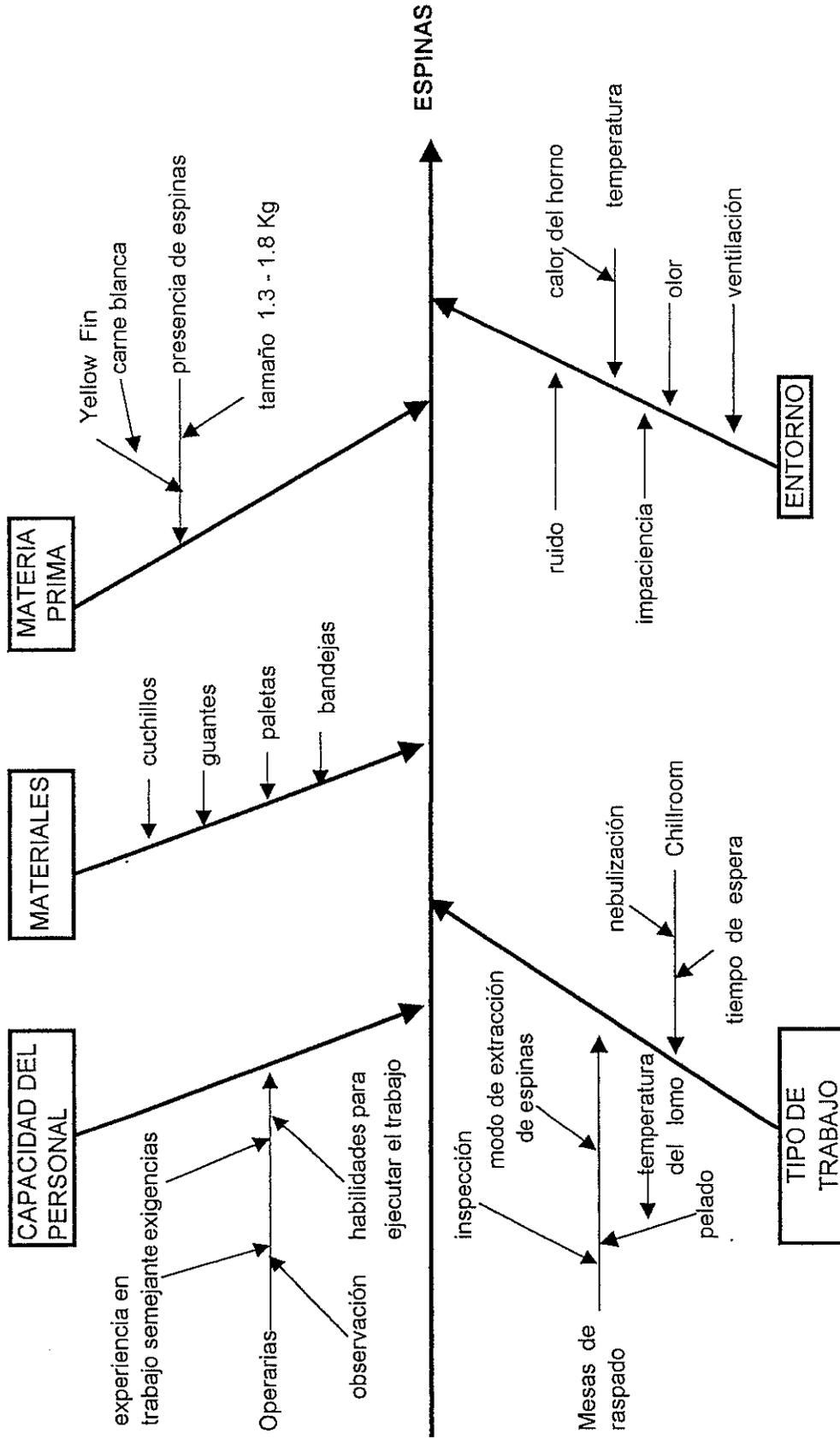


DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE VENAS

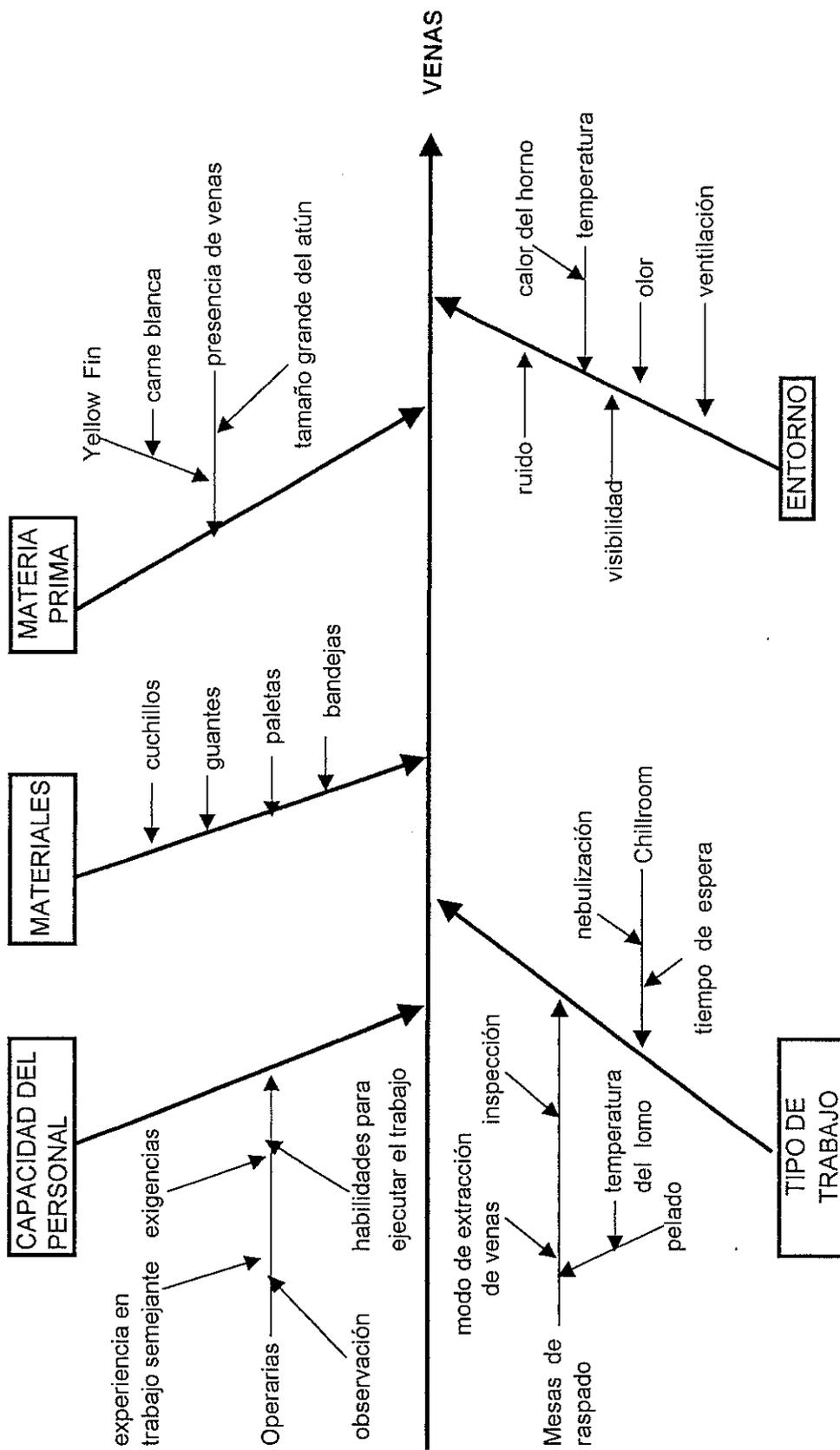


DIAGRAMA CAUSA -EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE % TROZO

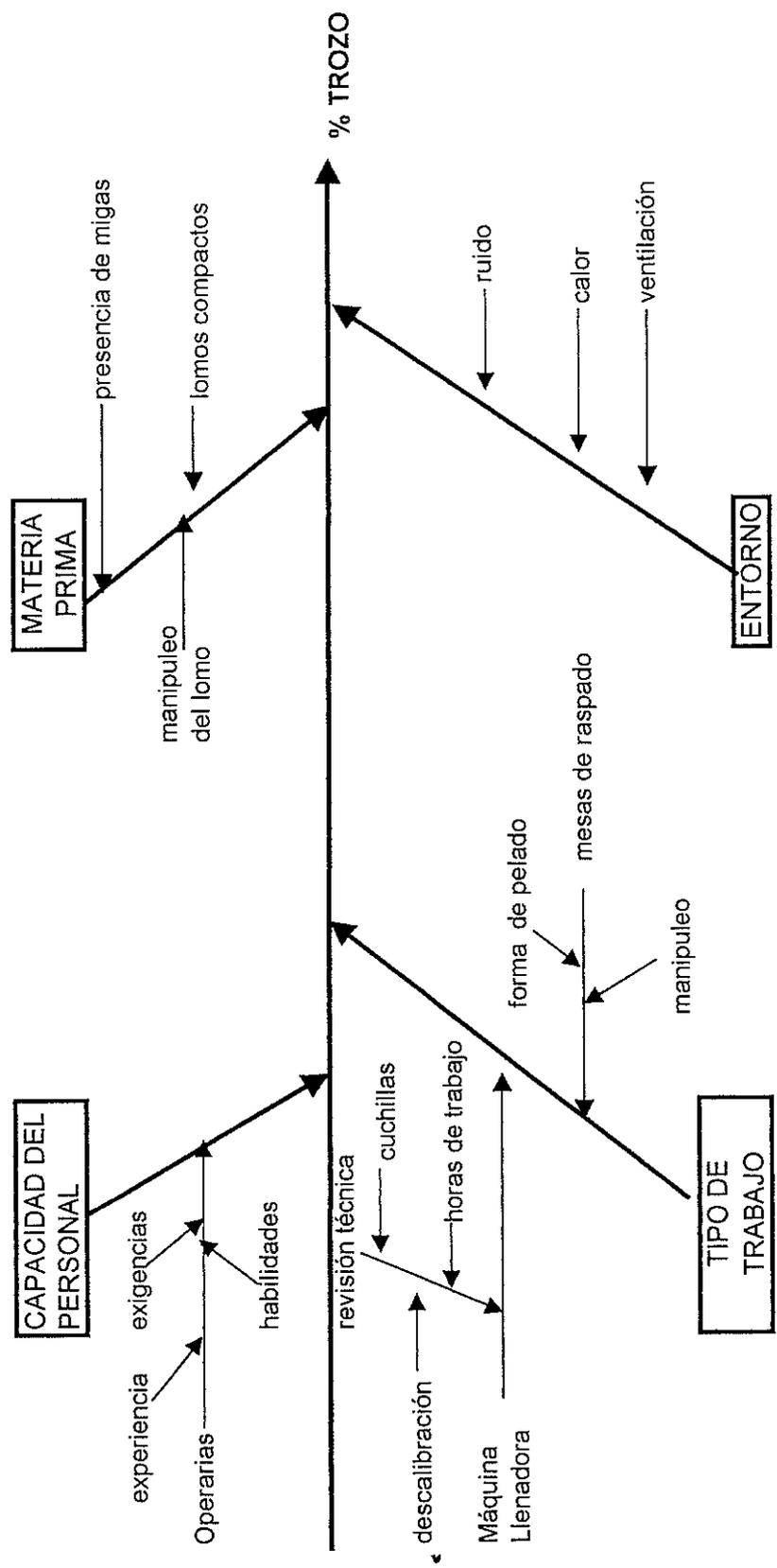


DIAGRAMA CAUSA - EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE ESCAMAS

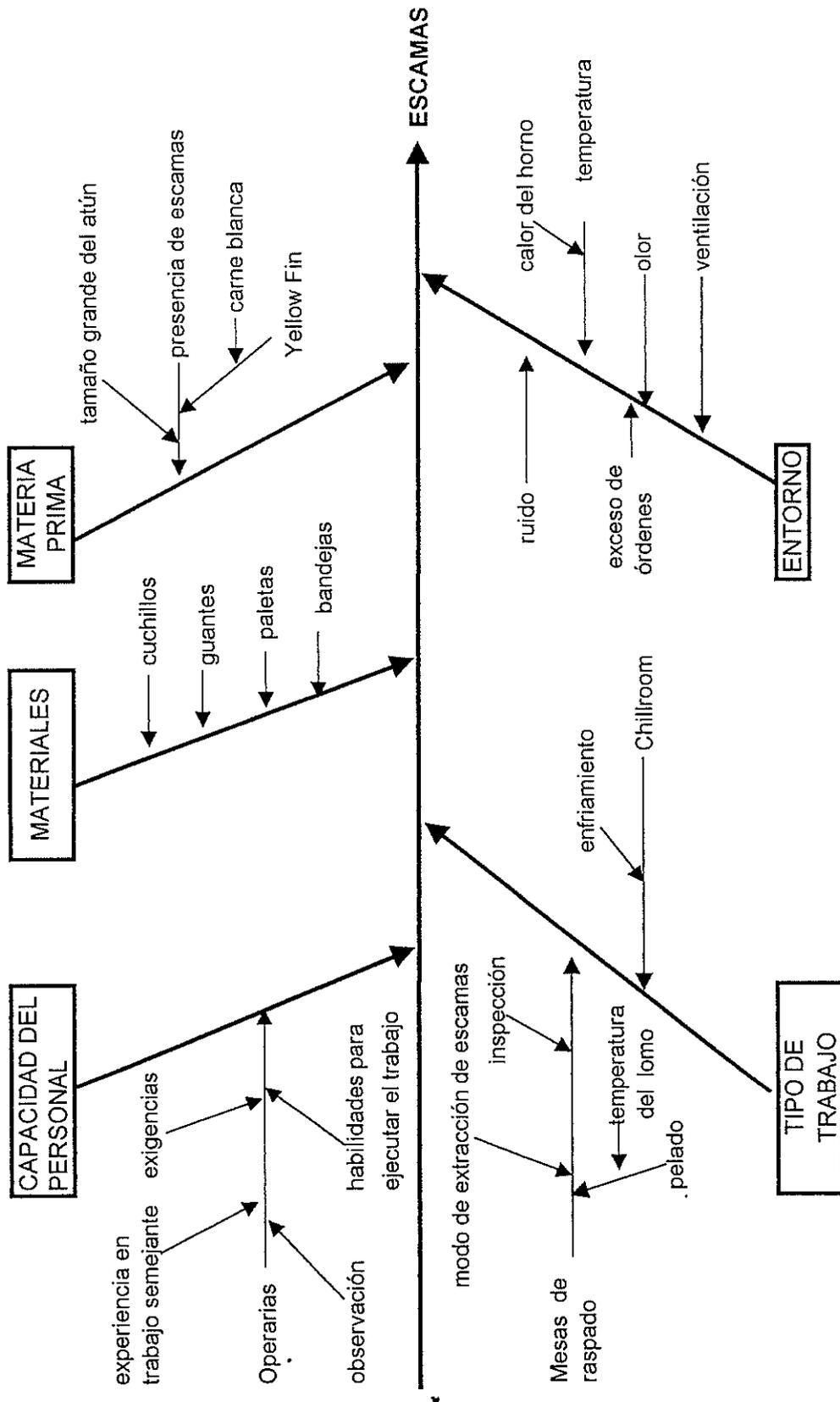
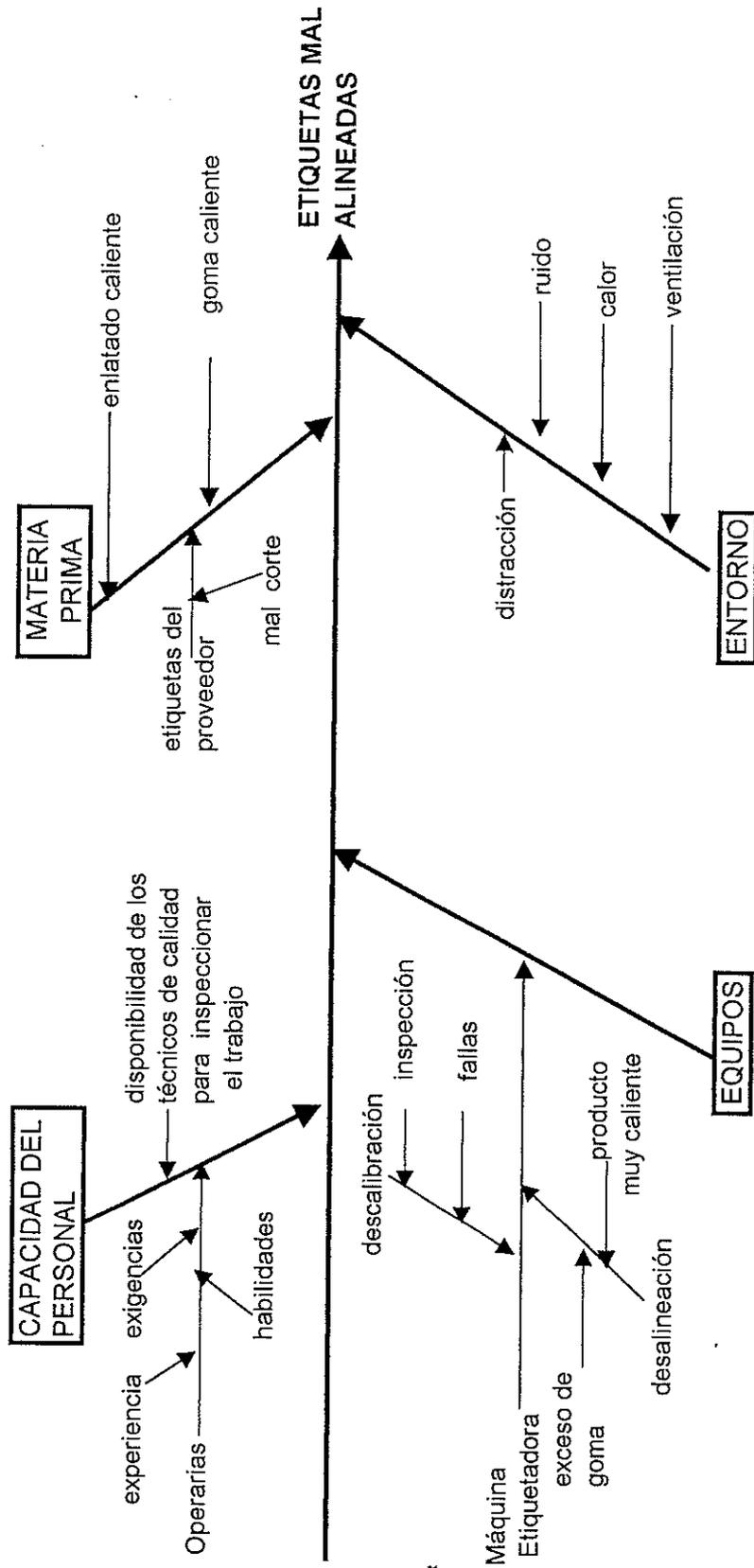


DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE ETIQUETAS MAL ALINEADAS



APÉNDICE Ñ

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: MATERIA PRIMA
 Fecha:
 Departamento: CONTROL DE CALIDAD

ATRIBUTOS

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	Cantidad inspeccionada	Cantidad de no conformidades	Proporción de no conformes	Comentario
Agallas				
Pellejo				
Ojos				
Daño Físico				
Firmeza de la panza				
Olor				
Laminación del envase				
Perforaciones				
Manchas del metal				
Hollín sobre el barniz interior				
Hollín sobre el barniz exterior				
esmalte del envase				
Parc. sin esmalte interior				
Gotas del barniz en interior				
Barnizado con ojo de pez				
Marcas internas del envase				
malformación del estaño				
Marcas de basura en el env.				
rebaba en la pestaña				
pestaña incompleta				
Fractura fondo lata				
Barniz interior hacia fuera				
Pestaña partida				
Rodón de la pared incompleto				
ralladuras internas del env.				
ralladuras externas del env.				
Laminación de la tapa				
Hollín sobre el barniz interior				
Hollín sobre el barniz exterior				
Perforaciones de la tapa				
Ojo de pez				
Soldadura alambre				
Sin esmalte parc. interna				
Marcas de basura en la tapa				
Rebaba en la pestaña				
pestaña incompleta				
arruga en la pestaña				
Suciedad curva pestaña				
Abolladura en la pestaña				

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: PRODUCTO TERMINADO

Fecha:

Departamento: Control de Calidad

ATRIBUTOS

Características de calidad	Cantidad inspeccionada	Cantidad de no conformidades	Proporción de no conformes	Comentarios
Apariencia superior				
Apariencia fondo				
Sabor				
Textura				
Color				
Piel				
Mal etiquetado del enlatado				
Sin etiqueta				
Etiqueta floja				
Etiqueta rota				
Etiqueta sucia				
Etiqueta invertida				
Ralladura				
Goma en la etiqueta				
Etiquetas arrugadas				
Abolladuras del enlatado				
Latas oxidadas				
Latas sin código				
Latas con código borrosa				
Abolladuras en el cuerpo				
Latas sucias				
Cartones equivocados				
Código de caja inexistente				
Rotura grande				
Daño en la superficie				
Sin goma				
Exceso de goma				
Caja o tapa deformada				
No tiene código				
Tapa arrollada hacia atrás				
Mala apariencia				
Código de la caja ilegible				
Unión de las tapas				

APÉNDICE O

FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LAS LÍNEAS CENTRALES Y LOS LÍMITES DE CONTROL DE LOS GRÁFICOS X, s y R

Tamaño de la muestra	GRÁFICO PARA PROMEDIOS				GRÁFICO PARA LAS DESVIACIONES ESTÁNDAR						GRÁFICO DE LOS RANGOS					
	FACTORES PARA LOS LÍMITES DE CONTROL				FACTOR PARA LÍNEA CENTRAL		FACTORES PARA LOS LÍMITES DE CONTROL				FACTOR PARA LÍNEA CENTRAL		FACTORES PARA LOS LÍMITES DE CONTROL			
	A	A2	A3	A3	c4	B3	B4	B5	B6	B6	d2	d1	D1	D2	D3	D4
2	2,121	1,880	2,659	2,659	0,7979	0	3,267	0	2,606	1,128	0,853	0	3,686	0	3,267	
3	1,732	1,023	1,954	1,954	0,8862	0	2,568	0	2,279	1,693	0,888	0	4,358	0	2,574	
4	1,500	0,729	1,628	1,628	0,9213	0	2,266	0	2,088	2,059	0,880	0	4,698	0	2,282	
5	1,342	0,577	1,427	1,427	0,9400	0	2,089	0	1,964	2,326	0,864	0	4,918	0	2,114	
6	1,225	0,483	1,287	1,287	0,9515	0,030	1,970	0,029	1,874	2,534	0,848	0	5,078	0	2,004	
7	1,134	0,419	1,182	1,182	0,9594	0,118	1,882	0,113	1,806	2,704	0,833	0,204	5,204	0,076	1,924	
8	1,061	0,373	1,099	1,099	0,9650	0,185	1,815	0,179	1,751	2,847	0,820	0,388	5,306	0,136	1,864	
9	1,000	0,337	1,032	1,032	0,9693	0,239	1,761	0,232	1,707	2,97	0,808	0,547	5,393	0,184	1,816	
10	0,949	0,308	0,975	0,975	0,9727	0,284	1,716	0,276	1,669	3,078	0,797	0,687	5,469	0,223	1,777	
11	0,905	0,285	0,927	0,927	0,9754	0,321	1,679	0,313	1,637	3,173	0,787	0,811	5,535	0,256	1,744	
12	0,866	0,266	0,886	0,886	0,9776	0,354	1,646	0,346	1,610	3,258	0,778	0,922	5,594	0,283	1,717	
13	0,832	0,249	0,850	0,850	0,9794	0,382	1,618	0,374	1,585	3,336	0,770	1,025	5,647	0,307	1,693	
14	0,802	0,235	0,817	0,817	0,9810	0,406	1,594	0,399	1,563	3,407	0,763	1,118	5,696	0,328	1,672	
15	0,775	0,223	0,789	0,789	0,9823	0,428	1,572	0,421	1,544	3,472	0,756	1,203	5,741	0,347	1,653	
16	0,750	0,212	0,763	0,763	0,9835	0,448	1,552	0,44	1,526	3,532	0,750	1,282	5,782	0,363	1,637	
17	0,728	0,203	0,739	0,739	0,9845	0,466	1,534	0,458	1,511	3,588	0,744	1,356	5,820	0,378	1,622	
18	0,707	0,194	0,718	0,718	0,9854	0,482	1,518	0,475	1,496	3,64	0,739	1,424	5,856	0,391	1,608	
19	0,688	0,187	0,698	0,698	0,9862	0,497	1,503	0,49	1,483	3,689	0,734	1,487	5,891	0,403	1,597	
20	0,671	0,180	0,680	0,680	0,9869	0,510	1,490	0,504	1,470	3,735	0,729	1,549	5,921	0,415	1,585	

APÉNDICE P

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: **LLENADO**

Fecha: Julio-03

Departamento: Control de Calidad

Inspector: Carlos Corral

Característica: Peso Neto
 Peso de llenado
 Contenido de agua

VARIABLES

Número del Subgrupo	Hora	Mediciones					Promedio \bar{X}	Rangos R	Comentario
		X1	X2	X3	X4	X5			
1		206	202	200	206	194	201,6	12	
2		192	198	207	198	204	199,8	15	
3		206	205	208	204	206	205,8	4	
4		206	205	207	206	207	206,2	2	
5		200	202	203	201	203	201,8	3	
6		202	204	202	203	202	202,6	2	
7		202	200	203	203	201	201,8	3	
8		200	199	203	203	199	200,8	4	
9		201	202	202	202	203	202	2	
10		198	200	201	202	203	200,8	5	
11		199	203	202	200	203	201,4	4	
12		202	200	203	201	204	202	4	
13		200	206	201	204	204	203	6	
14		201	202	200	199	204	201,2	5	
15		204	201	200	201	199	201	5	
16		203	204	204	202	202	203	2	
17		201	204	202	201	200	201,6	4	
18		203	204	203	204	200	202,8	4	
19		199	202	205	200	203	201,8	6	
20		200	204	206	201	197	201,6	9	
21		203	204	200	200	199	201,2	5	
22		202	201	203	199	200	201	4	
23		202	201	202	201	200	201,2	2	
24		200	203	201	200	200	200,8	3	
25		194	199	199	196	195	196,6	5	
26		198	198	193	194	195	195,6	5	
27		202	196	203	203	199	200,6	7	
28		198	200	198	198	200	198,8	2	
29		201	209	205	203	208	205,2	8	
30		206	202	202	203	205	203,6	4	
31		202	204	201	200	207	202,8	7	
32		203	204	204	202	204	203,4	2	
33		203	203	201	199	201	201,4	4	
34		202	201	198	205	203	201,8	7	
35		203	202	203	197	204	201,8	7	
36		206	204	205	203	199	203,4	7	
37		199	205	202	204	205	203	6	
38		203	203	202	203	205	203,2	3	
39		205	203	203	204	202	203,4	3	
40		205	206	202	202	201	203,2	5	
41		205	206	202	202	202	203,4	4	
42		200	206	202	205	203	203,2	6	
43		199	201	200	197	200	199,4	4	
44		201	200	201	202	203	201,4	3	
45		205	204	203	205	206	204,6	3	

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: **PRODUCTO TERMINADO**

Fecha: Jul-03

Departamento: Control de Calidad

Característica Sangre

Moretones

Limpieza

Venas

Porcentaje de trozo

Espinas

Escamas

Etiqueta mal alineada

ATRIBUTOS

Número del Subgrupo	Cantidad inspeccionada	Cantidad de no conformidades	Proporción de no conformes	Comentarios
1	5	0		
2	5	0		
3	5	2		
4	5	6		
5	5	3		
6	5	1		
7	5	2		
8	5	4		
9	5	6		
10	5	6		
11	5	0		
12	5	0		
13	5	1		
14	5	0		
15	5	0		
16	5	0		
17	5	2		
18	5	1		
19	5	0		
20	5	2		
21	5	1		
22	5	1		
23	5	0		
24	5	0		
25	5	1		
26	5	1		
27	5	0		
28	5	1		
29	5	2		
30	5	2		
31	5	0		
32	5	2		
33	5	0		

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: **PRODUCTO TERMINADO**

Fecha: Jul-03

Departamento: Control de Calidad

- Característica:
- Sangre
 - Moretones
 - Limpieza
 - Venas
 - Porcentaje de trozo
 - Espinas
 - Escamas
 - Etiqueta mal alineada

ATRIBUTOS

Número del Subgrupo	Cantidad inspeccionada	Cantidad de no conformidades	Proporción de no conformes	Comentarios
1	5		0,1	
2	5		0,1	
3	5		0,4	
4	5		0,3	
5	5		0,2	
6	5		0,1	
7	5		0,2	
8	5		0,2	
9	5		0,3	
10	5		0,4	
11	5		0,1	
12	5		0	
13	5		0,2	
14	5		0	
15	5		0	
16	5		0	
17	5		0,1	
18	5		0,1	
19	5		0,1	
20	5		0,1	
21	5		0	
22	5		0,1	
23	5		0,1	
24	5		0	
25	5		0,1	
26	5		0	
27	5		0	
28	5		0,1	
29	5		0,2	
30	5		0,1	
31	5		0	
32	5		0,1	
33	5		0	

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: **PRODUCTO TERMINADO**

Fecha: Jul-03

Departamento: Control de Calidad

Característica: Sangre
 Moretones
 Limpieza
 Venas
 Porcentaje de trozo
 Espinas
 Escamas
 Etiqueta mal alineada

ATRIBUTOS

Número del Subgrupo	Cantidad inspeccionada	Cantidad de no conformidades	Proporción de no conformes	Comentarios
1	5	0		
2	5	1		
3	5	1		
4	5	2		
5	5	0		
6	5	0		
7	5	2		
8	5	5		
9	5	4		
10	5	2		
11	5	0		
12	5	1		
13	5	0		
14	5	0		
15	5	0		
16	5	1		
17	5	0		
18	5	0		
19	5	0		
20	5	1		
21	5	3		
22	5	2		
23	5	0		
24	5	1		
25	5	2		
26	5	2		
27	5	0		
28	5	1		
29	5	0		
30	5	0		
31	5	2		
32	5	0		
33	5	1		

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: **PRODUCTO TERMINADO**

Fecha: Jul-03

Departamento: Control de Calidad

Característica: Sangre
 Moretones
 Limpieza
 Venas
 Porcentaje de trozo
 Espinas
 Escamas
 Etiqueta mal alineada

ATRIBUTOS

Número del Subgrupo	Cantidad inspeccionada	Cantidad de no conformidades	Proporción de no conformes	Comentarios
1	5		0	
2	5		0,1	
3	5		0,06	
4	5		0,18	
5	5		0,17	
6	5		0,07	
7	5		0,09	
8	5		0,08	
9	5		0,065	
10	5		0,1	
11	5		0,08	
12	5		0,03	
13	5		0,06	
14	5		0,13	
15	5		0,08	
16	5		0,05	
17	5		0,06	
18	5		0,075	
19	5		0,09	
20	5		0,08	
21	5		0,11	
22	5		0,08	
23	5		0,12	
24	5		0,09	
25	5		0,13	
26	5		0,08	
27	5		0,08	
28	5		0,05	
29	5		0,06	
30	5		0,08	
31	5		0,04	
32	5		0,06	
33	5		0,03	

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: **PRODUCTO TERMINADO**

Fecha: Jul-03

Departamento: Control de Calidad

- Característica:
- Sangre
 - Moretones
 - Limpieza
 - Venas
 - Porcentaje de trozo
 - Espinas
 - Escamas
 - Etiqueta mal alineada

ATRIBUTOS

Número del Subgrupo	Cantidad inspeccionada	Cantidad de no conformidades	Proporción de no conformes	Comentarios
1	5	0		
2	5	1		
3	5	4		
4	5	0		
5	5	0		
6	5	2		
7	5	1		
8	5	0		
9	5	0		
10	5	0		
11	5	0		
12	5	1		
13	5	3		
14	5	0		
15	5	0		
16	5	1		
17	5	0		
18	5	0		
19	5	2		
20	5	0		
21	5	0		
22	5	0		
23	5	1		
24	5	1		
25	5	0		
26	5	0		
27	5	0		
28	5	1		
29	5	2		
30	5	0		
31	5	0		
32	5	0		
33	5	0		

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: **PRODUCTO TERMINADO**

Fecha: Jul-03

Departamento: Control de Calidad

Característica: Sangre
 Moretones
 Limpieza
 Venas
 Porcentaje de trozo
 Espinas
 Escamas
 Etiqueta mal alineada

ATRIBUTOS

Número del Subgrupo	Cantidad inspeccionada	Cantidad de no conformidades	Proporción de no conformes	Comentarios
1	5	3		
2	5	2		
3	5	1		
4	5	0		
5	5	0		
6	5	0		
7	5	0		
8	5	0		
9	5	0		
10	5	2		
11	5	3		
12	5	0		
13	5	1		
14	5	0		
15	5	0		
16	5	0		
17	5	1		
18	5	2		
19	5	0		
20	5	0		
21	5	0		
22	5	2		
23	5	1		
24	5	0		
25	5	1		
26	5	0		
27	5	0		
28	5	0		
29	5	0		
30	5	0		
31	5	1		
32	5	1		
33	5	0		

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

Proceso: **PRODUCTO TERMINADO**

Fecha: Jul-03

Departamento: Control de Calidad

- Característica:
- Sangre
 - Moretones
 - Limpieza
 - Venas
 - Porcentaje de trozo
 - Espinas
 - Escamas
 - Etiqueta mal alineada

ATRIBUTOS

Número del Subgrupo	Cantidad inspeccionada	Cantidad de no conformidades	Proporción de no conformes	Comentarios
1	48		0,063	
2	48		0,042	
3	48		0,021	
4	48		0,021	
5	48		0,000	
6	48		0,000	
7	48		0,000	
8	48		0,000	
9	48		0,021	
10	48		0,021	
11	48		0,000	
12	48		0,042	
13	48		0,000	
14	48		0,000	
15	48		0,021	
16	48		0,000	
17	48		0,083	
18	48		0,021	
19	48		0,042	
20	48		0,000	
21	48		0,000	
22	48		0,000	
23	48		0,000	
24	48		0,000	
25	48		0,021	
26	48		0,000	
27	48		0,000	
28	48		0,000	
29	48		0,021	
30	48		0,021	

APÉNDICE Q

MINITAB® Statistical Software Price List

This price list applies to:

- MINITAB Release 14 Statistical Software for Windows®
- MINITAB French 13
- MINITAB Japanese/English Release 13
- MINITAB Korean/English Release 13

Prices are listed in U.S. dollars and do not include applicable freight, taxes, or other charges.

Pricing Plans:

[Unit Copies](#)

[Annual Licenses for Networks, Labs, and Multiple Stand-Alone PCs](#)

[Other Licensing Options](#)

[Academic/Educational Pricing Options](#)

[How to Order Minitab Products](#)

Unit Copies—New

Unit copies are stand-alone, non-networkable copies of MINITAB.

- Each individual copy comes with *Meet MINITAB*, an introductory manual.
 - When purchasing multiple unit copies of MINITAB in one order, you are entitled to a multiple copy discount. For example, if you purchase 12 new copies of MINITAB at once, you pay \$895 per copy rather than \$1195, a savings of \$3,600!
-

Number of copies	Price per unit copy
1	\$1195
2-10	\$995
11-20	\$895
21+	\$795

Unit Copies—Upgrades

To qualify for discounted Release 14 upgrade pricing (\$395 per unit copy), you must have purchased an earlier release of MINITAB Statistical Software and currently have it installed OR submit a valid serial number with your upgrade order. For more information, please **contact our Sales Representatives.**

Annual Licenses for Networks, Labs, and Multiple Stand-Alone PCs

Each Annual License allows you to use a networkable and sharable version of MINITAB that works for one year from the license date. During the course of the year, you get any updates or upgrades to MINITAB for free. You can renew the license each year.

Each license comes with one set of electronic media that includes our helpful online documentation.

Number of users	Price of multi-user license
1-5	\$2,050
6-10	\$3,250
11-15	\$4,575
16-20	\$6,100
21-30	\$8,550
31-40	\$11,400
41-50	\$13,750
51+	<u>Contact Us</u>

Number of users is defined as the sum of:

1. the maximum number of simultaneous users on each LAN during the license term, [minimum 5 users/LAN], **plus**
2. the maximum number of free-standing computers on which the software will be installed at any one time during the license term.

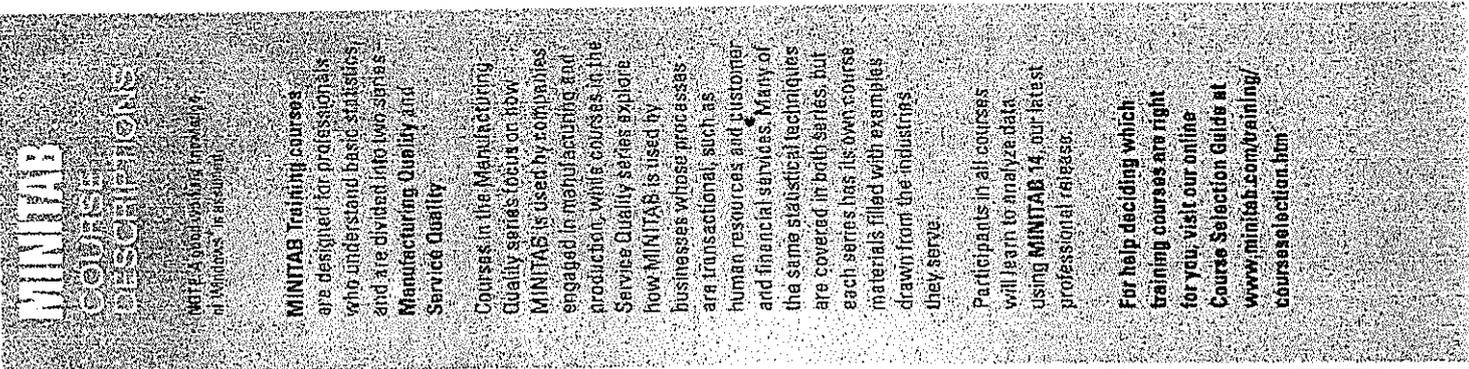
Other Licensing Options

If your licensing requirements do not fall into any of the above categories, we have other special licensing plans available, including enterprise licenses. Please **contact our Sales Representatives** for more information.

Ordering Information

Contact our Sales Representatives via e-mail, fax, or telephone to place your order.

Terms and Conditions



Manufacturing Quality Courses

Introduction to MINITAB

Decrease the time required for statistical analysis by quickly learning to navigate MINITAB's user-friendly and customizable environment. Learn how to import/export data and output between MINITAB and various software and database systems. Enhance your ability to create, manipulate, and restructure data. Develop sound statistical approaches to data analysis by learning how to create and interpret a wide variety of graphs and numerical measures useful for quality improvement initiatives. This course focuses on the utilization of these tools as they pertain to applications commonly found in manufacturing, engineering, and business processes.

Topics covered include: Pareto Charts, Time Series plots, Individual value plots, Bar charts, Histograms, Boxplots, Dotplots, Scatterplots, Tables, Measures of Location and Variability, QDCB

Course Length: 1 day

This course is a prerequisite for all other MINITAB Manufacturing Quality courses.

Basic Statistics

Augment your graphical analysis skills using MINITAB's powerful statistical tools. Develop the foundation for important statistical concepts such as hypothesis testing and confidence intervals. By analyzing a variety of real-world data sets, learn how to match the appropriate statistical tool to your own applications and how to correctly interpret statistical output to quickly reveal problems with a process or to show evidence of an improvement. Learn how to explore critical features in your processes through statistical modeling tools that help to uncover and describe relationships between variables. A strong emphasis is placed on making good business decisions based upon the practical application of statistical techniques commonly found in manufacturing, engineering, and research and development endeavors.

Topics Covered Include: t-Tests, Proportion Tests, Tests for Equal Variance, Power and Sample Size, Correlation, Simple Linear and Multiple Regression, Analysis of Variance (ANOVA) and General Linear Model (GLM)

Course Length: 1 day

Prerequisite: Introduction to MINITAB

Statistical Quality Analysis

Develop the necessary skills to successfully evaluate and certify manufacturing and engineering measurement systems. Learn the basic fundamentals of statistical process control and how these important quality tools can provide the necessary evidence to improve and control manufacturing processes. Develop the skills to know when and where to use the various types of control charts available in MINITAB for your own processes. Learn how to utilize important capability analysis tools, many enhanced in MINITAB Release 14, to evaluate your processes relative to internal and customer specifications. The course emphasis is placed on teaching quality tools as they relate to manufacturing processes.

Topics Covered Include: Gage R&R, Destructive Testing, Gage Linearity, Gage Stability, Attribute Agreement, Variables and Attribute Control Charts, Capability Analysis for Normal, Non-normal and Attribute data

Course Length: 1 day

Prerequisites: Introduction to MINITAB, Basic Statistics

Factorial Designs

Learn to generate a variety of full and fractional factorial designs using MINITAB's intuitive DOE interface. Real-world applications demonstrate how the concepts of randomization, replication, and blocking form the basis for sound experimentation practices. Develop the skills necessary to correctly analyze resulting data to effectively and efficiently reach experimental objectives. Use MINITAB's customizable and powerful graphical displays to interpret and communicate experimental results to improve products and processes, find critical factors that impact important response variables, reduce process variation, and expedite research and development projects.

Topics Covered Include: Design of Factorial Experiments, Normal Effects Plot and Pareto of Effects, Power and Sample Size, Main Effect, Interaction, and Cube Plots, Center Points, Overlaid Contour Plots, Multiple Response Optimization

Course Length: 1 day

Prerequisites: Introduction to MINITAB, Basic Statistics

Response Surface Designs

Expand your knowledge of basic 2 level full and fractional factorial designs to those that are ideal for process optimization. Learn how to use MINITAB's DOE interface to create response surface designs, analyze experimental results, and find optimal factor settings. Learn how to experiment in the real world by using techniques such as sequential experimentation that balance the discovery of critical process information within being sensitive to the resources required to obtain that information. Learn how to find factor settings that simultaneously optimize multiple responses.

Topics Covered Include: Central Composite and Box-Behnken Designs, Calculations for Steepest Ascent, Overlaid Contour Plots, Multiple Response Optimization

Course Length: 1 day

Prerequisites: Introduction to MINITAB, Basic Statistics, Factorial DOE

Mixture Designs

Learn the principles of designing experiments and analyzing the resulting data for processes that are comprised of the mixing and blending of ingredients such as those commonly found in the chemical, food, and beverage industries. By utilizing MINITAB's easy to understand interface, create experiments designed to study and uncover important process information related to mixture processes with the minimal amount of experimental resources. Learn how to interpret graphical and statistical output to understand a mixture's blending properties and to choose the appropriate mixture of ingredients needed to optimize one or more critical process characteristics.

Topics Covered Include: Simplex Lattice and Centroid Designs, Upper and Lower Constraints, Extreme Vertices, Pseudocomponents, Response Trace Plots

Course Length: 1 day

Prerequisites: Introduction to MINITAB, Basic Statistics, Factorial Designs

MINITABTM REGISTRATION FORM

TO ENROLL

BILLING ADDRESS:

First Name: _____
Last Name: _____
Title: _____
Company: _____
Address: _____
City/State/Zip: _____
Phone: _____
Fax: _____
E-mail: _____

MINITAB Training Courses are also provided through:
Ford Fairlane Training and Development Center – Dearborn, MI
Contact their Customer Service Department at 888-993-3673
QualiFine – Chicago Area For information, check their website
www.qualifine.com/minitabreg.asp or call 888-317-4820
Online Consulting – Philadelphia, PA
Visit them at www.onlc.com/ or call 800-288-8221
Quality Integrators Corp – Toronto, Canada
Visit them at www.qic-intl.com/

Please register me for the following MINITAB public training course(s):

Location/City: _____
Course Date: _____
Course Title: _____

Method of Payment

Check (Please make payable to: Minitab Inc.) _____
Purchase Order No. _____
Credit Card: VISA MasterCard American Express

Cardholder's Name: _____
Card Number: _____
Expiration Date: _____
Signature: _____
Amount of Payment: \$ _____

Refer to the enclosed Course Schedule for current pricing information.

REGISTER ONLINE
<http://www.minitab.com/training>

CALL
1-800-448-3555 ext.236
US and Canada only
or
1-814-238-3280 ext.236

FAX
the completed registration form to:
1-814-238-4383

MAIL
the completed registration form to:
Minitab Inc., Training Coordinator
Quality Plaza, 1829 Pine Hall Road,
State College, PA 16801-3008

DISCOUNTS*

EARLY BIRD
(10% or \$100) for enrolling for 3 or more days
of training 30 days prior to the class date.

QUANTITY
DISCOUNT OF 5%
for enrolling 3 or more people from
the same company per training session.
Pre-payment is required for early-bird discount
and registration confirmation.

CANCELLATION POLICY

More than 3 weeks prior to the class—full refund
Between 2-3 weeks before the class—50% refund
Less than 2 weeks before the class—no refund

*Discounts are only available for training sessions
scheduled through Minitab.

For information, check our web site: www.minitab.com/training or call: 1-800-448-3555 ext.236 or e-mail: training@minitab.com

BIBLIOGRAFÍA

1. BESTERFIELD DALE, Control de Calidad, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, Cuarta Edición, México, 1995
2. BURGESS G., El pescado y las industrias derivadas de la pesca, Editorial Acribia, Zaragoza-España
3. CONNELL J.J, Control de la calidad del pescado, Editorial Acribia, España-Zaragoza
4. FEIGENBAUM ARMAND V, Control Total de la Calidad, Editorial Continental, Tercera Edición, México, 1995
5. GOCHPAN WILLIAM, Técnicas de muestreo
6. MASON ROBERT/ LIND DOUGLAS / MARCHAL WILLIAM, Estadística para Administración y Economía, Alfaomega Grupo Editor, Décima Edición, 2002

7. MONTGOMERY DOUGLÁS, Control Estadístico de la Calidad, Grupo Editorial Iberoamérica, 1991
 8. NORMA DE CALIDAD ISO 7870, Gráficos de control. Guía general e introducción
 9. NORMA DE CALIDAD ISO 3534-2, Estadística-Vocabulario y Símbolos, Parte 2: Control Estadístico de la Calidad
 10. NORMA DE CALIDAD ISO 8258, Gráficos de Control de Shewhart
 11. STEVENSON WILLIAM J., Estadística para Administración y Economía, Editorial Harla, México, 1981
 12. WALPOLE - MYERS, Probabilidad y Estadística para Ingenieros, Editorial Pearson, Sexta Edición
 13. www.manifiestos.com.ec/
 14. www.minitab.com/
 15. www.statistical.com/
-