



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y CONTROL DE PESO
NETO PARA CONSOMÉ DE POLLO EMPACADO EN LA LÍNEA IMAR 1 Y
DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL CENTROAMERICANO EN LA EMPRESA
NESTLÉ GUATEMALA, FÁBRICA ANTIGUA**

Laura María Cervantes Sierra

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León de León

Guatemala, julio 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y CONTROL DE PESO NETO PARA
CONSOMÉ DE POLLO EMPACADO EN LA LÍNEA IMAR 1 Y DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL
CENTROAMERICANO EN LA EMPRESA NESTLÉ GUATEMALA, FÁBRICA ANTIGUA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LAURA MARÍA CERVANTES SIERRA
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN DE
LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | | |
|------------|------|--------------------------------|
| DECANO | Ing. | Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Ing. | Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II | Ing. | Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL III | Ing. | Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV | Br. | Juan Carlos Molina Jiménez |
| VOCAL V | Br. | Mario Maldonado Muralles |
| SECRETARIO | Ing. | Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | | |
|-------------|-------|--------------------------------|
| DECANO | Ing. | Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. | Cesar Ernesto Urquizú Rodas |
| EXAMINADORA | Inga. | Sigrid Alitza Calderón de León |
| EXAMINADORA | Inga. | Norma Ileana Sarmiento |
| SECRETARIO | Ing. | Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y CONTROL DE PESO NETO PARA CONSOMÉ DE POLLO EMPACADO EN LA LÍNEA IMAR 1 Y DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL CENTROAMERICANO EN LA EMPRESA NESTLÉ GUATEMALA, FÁBRICA ANTIGUA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en marzo de 2009.



Laura María Cervantes Sierra



Guatemala, 16 de mayo de 2011.
REF.EPS.DOC.611.05.11.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Laura María Cervantes Sierra**, Carné No. 200431285 procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y CONTROL DE PESO NETO PARA CONSOMÉ DE POLLO EMPACADO EN LA LÍNEA IMAR 1 Y DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL CENTROAMERICANO EN LA EMPRESA NESTLÉ GUATEMALA, FÁBRICA ANTIGUA"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga Sigrid Amza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial


SACdL/ra



Guatemala, 16 de mayo de 2011.
REF.EPS.D.366.05.11

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente


Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y CONTROL DE PESO NETO PARA CONSOMÉ DE POLLO EMPACADO EN LA LÍNEA IMAR 1 Y DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL CENTROAMERICANO EN LA EMPRESA NESTLÉ GUATEMALA, FÁBRICA ANTIGUA"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Laura María Cervantes Sierra** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

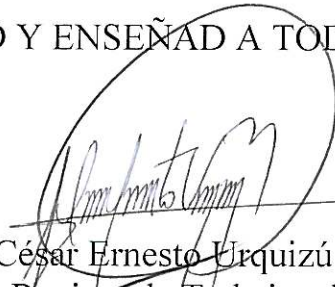
NISZ/ra






Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y CONTROL DE PESO NETO PARA CONSOMÉ DE POLLO EMPACADO EN LA LÍNEA IMAR 1 Y DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL CENTROAMERICANO EN LA EMPRESA NESTLÉ GUATEMALA, FÁBRICA ANTIGUA**, presentado por la estudiante universitaria **Laura María Cervantes Sierra**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y CONTROL DE PESO NETO PARA CONSOMÉ DE POLLO EMPACADO EN LA LÍNEA IMAR 1 Y DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL CENTROAMERICANO EN LA EMPRESA NESTLÉ GUATEMALA, FÁBRICA ANTIGUA**, presentado por la estudiante universitaria **Laura María Cervantes Sierra**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2011.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO Y CONTROL DE PESO NETO PARA CONSOMÉ DE POLLO EMPACADO EN LA LÍNEA IMAR 1 Y DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL CENTROAMERICANO EN LA EMPRESA NESTLÉ GUATEMALA, FÁBRICA ANTIGUA**, presentado por la estudiante universitaria **Laura María Cervantes Sierra**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 26 de julio de 2011.

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---------------------------|--|
| Dios | Por la vida, oportunidades y bendiciones recibidas cada día. |
| A mis padres | Por ser guías, apoyo y amor incondicional. |
| A mis hermanos | Por estar en todos los momentos, buenos y malos, y hacerlos memorables. |
| A mis tías y niños | Por siempre ser alegrías en mi vida. |
| A mis amigos | Joel Antonio, Edder, Rosa, Lisette, Ruth, Mario Eduardo, Piero, Diego, Nicolás y Laura por ser parte de mi vida. |
| A Fábrica Antigua | Bayron, Julio Cay, Obed, David, Marco Tulio, Héctor Ruiz, Héctor Mauricio, Jesús y a todos los que de una forma u otra me dieron ánimos y apoyo. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XIII |
| RESUMEN | XIIV |
| OBJETIVOS | XIX |
| INTRODUCCIÓN | XXI |
| | |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA | 1 |
| 1.1. Antecedentes | 1 |
| 1.2. Visión y misión | 2 |
| 1.3. Estructura | 3 |
| 1.4. Servicios que presta | 4 |
| | |
| 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL | 5 |
| 2.1. Marco teórico sobre peso neto | 5 |
| 2.1.1. Matriz de datos de producto, país de venta y línea de producción | 7 |
| 2.2. Situación actual del proceso de control de peso neto | 10 |
| 2.2.1. Procedimiento e instrucciones internas | 10 |
| 2.2.2. Evaluación de situación de instrucciones internas con base en <i>check list</i> de auditoría | 11 |
| 2.2.3. Situación del aspecto legal | 18 |
| 2.3. Situación requerida | 20 |
| 2.3.1. Cálculo de peso objetivo | 21 |
| 2.3.1.1. Tipos de variaciones | 26 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.3.2. | Calibración de máquina llenadora | 29 |
| 2.3.3. | Control de equipo de pesaje | 33 |
| 2.3.4. | Control de tara | 33 |
| 2.3.5. | Parámetros de control | 35 |
| 2.3.6. | Procedimientos de control | 40 |
| 2.4. | Implementación | 40 |
| 2.4.1. | Cálculo de peso objetivo | 40 |
| 2.4.1.1. | Cálculo con base en datos históricos | 41 |
| 2.4.1.2. | Análisis de variación | 45 |
| 2.4.1.2.1. | Test instantáneo | 45 |
| 2.4.1.2.2. | Reducción de variación | 47 |
| 2.4.1.3. | Re-cálculo de peso objetivo | 61 |
| 2.4.2. | Calibración de máquina llenadora CAD | 63 |
| 2.4.2.1. | Descripción de máquina llenadora | 63 |
| 2.4.2.2. | Análisis de CAD | 72 |
| 2.4.2.3. | Parámetros estándar para dosificación | 76 |
| 2.4.3. | Control de equipo de pesaje | 77 |
| 2.4.3.1. | Descripción de balanzas | 77 |
| 2.4.3.2. | Verificación de calibración | 79 |
| 2.4.3.2.1. | Instructivo de calibración | 79 |
| 2.4.3.2.2. | Calibración externa | 82 |
| 2.4.3.2.3. | Revalidación de plan de calibración externa | 84 |
| 2.4.4. | Control de tara | 85 |
| 2.4.4.1. | Definición de medición de tara | 85 |
| 2.4.5. | Parámetros de control | 87 |
| 2.4.5.1. | Definición de límites de advertencia y límites absolutos de control | 87 |
| 2.4.5.2. | Evaluación de capacidad de la línea | 90 |
| 2.4.6. | Procedimientos de control | 95 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 2.4.6.1. | Sistema de control de pesaje | 96 |
| 2.4.6.1.1. | Descripción técnica | 96 |
| 2.4.6.1.2. | Actualización de base de datos | 97 |
| 2.4.6.2. | Plan de muestreo en línea | 101 |
| 2.4.6.2.1. | Instructivo de muestreo | 104 |
| 2.4.6.2.2. | Reporte de registro de pesos diarios | 104 |
| 2.4.6.3. | Plan de muestreo de tara | 106 |
| 2.4.6.3.1. | Instructivo de realización | 106 |
| 2.4.6.3.2. | Reporte de registro de tara | 107 |
| 2.4.6.4. | Definición de instructivo interno de control | 107 |
| 2.4.6.5. | Procedimiento de liberación de producto terminado | 113 |
| 2.4.6.6. | Monitoreo del proceso después de la implementación | 117 |
| 2.5. | Costos | 119 |
| 2.5.1. | Involucrados durante evaluación | 119 |
| 2.5.2. | Involucrados durante implementación | 120 |
| 2.5.3. | Análisis de costos por sobrellenado planeado y sobrellenado no planeado | 122 |
| 3. | FASE DE INVESTIGACIÓN | 135 |
| 3.1. | Historial de sismos en el país | 135 |
| 3.2. | Definición de riesgo en área de ubicación de la fábrica | 140 |
| 3.3. | Análisis de riesgos en fábrica | 146 |
| 3.3.1. | Evaluación de riesgo por área | 148 |
| 3.4. | Elaboración del plan de contingencia | 152 |
| 3.4.1. | Objetivo | 153 |
| 3.4.2. | Alcance | 153 |
| 3.4.3. | Responsabilidades | 153 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 3.4.4. | Definiciones | 155 |
| 3.4.5. | Política de la empresa | 156 |
| 3.4.6. | Respuesta ante emergencias de tipo geológicas | 157 |
| 3.4.7. | Procedimiento de evacuación | 159 |
| 3.4.7.1. | Funciones específicas del personal | 160 |
| 3.4.7.2. | Puntos de reunión | 162 |
| 3.4.7.3. | Equipo de seguridad | 164 |
| 3.4.8. | <i>Layout</i> de fábrica con identificación de rutas de evacuación | 166 |
| 3.4.9. | Divulgación de plan de evacuación para fenómenos geológicos | 170 |
| 3.4.9.1. | Material para divulgación | 171 |
| 4. | FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE | 175 |
| 4.1. | Capacitación sobre sistema de control de peso neto | 175 |
| 4.1.1. | Inducción al equipo de <i>staff</i> de producción | 175 |
| 4.1.2. | Inducción a operarios | 176 |
| 4.1.2.1. | Importancia del control del peso de los productos y el rol de los operarios | 177 |
| 4.1.2.2. | Aplicación del procedimiento de control de peso neto | 178 |
| 4.1.2.3. | Instrucción sobre utilidad y aplicación de la hoja de control de peso en línea | 179 |
| 4.1.2.4. | Instrucción sobre uso del sistema de pesaje en red <i>Free Weigh</i> 9001 | 179 |
| | CONCLUSIONES | 181 |
| | RECOMENDACIONES | 185 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 187 |
| | ANEXOS | 189 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Organigrama operacional de Fábrica Antigua | 3 |
| 2. | Tipos de variaciones | 27 |
| 3. | Procedimiento del test instantáneo | 28 |
| 4. | Procedimiento para medición de calibración de dispositivos de ajuste | 31 |
| 5. | Calibración de un dispositivo de ajuste | 32 |
| 6. | Diagrama de estudio de tara por categoría de producto | 34 |
| 7. | Diagrama de estudio de tara por formato | 34 |
| 8. | Ejemplo de un gráfico de control | 39 |
| 9. | Cálculo de desviación histórica | 42 |
| 10. | Cálculo de peso objetivo con base en datos históricos | 43 |
| 11. | Gráfico de cumplimiento de requerimiento legal 1 | 43 |
| 12. | Gráfico de cumplimiento de requerimiento legal 2 | 44 |
| 13. | Resultado de test instantáneo | 45 |
| 14. | Sistema dosificador línea Klöckner | 48 |
| 15. | Tornillo dosificador línea Klöckner | 49 |
| 16. | Vista exterior de tolva y tornillos | 50 |
| 17. | Vista interior de tolva y tornillos | 50 |
| 18. | Medidas de tornillo dosificador para líneas IMAR 1 y 2 | 51 |
| 19. | Vista de las boquillas dosificadoras | 53 |
| 20. | Agitadores de masa | 56 |
| 21. | Vista interna de tolva | 57 |
| 22. | Dimensiones de regleta de paso | 58 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 23. | Diseño de regleta nueva | 59 |
| 24. | Cálculo de desviación estándar | 61 |
| 25. | Cálculo de peso objetivo con base en datos actuales | 62 |
| 26. | Requerimiento legal 1 para peso objetivo de datos actuales | 62 |
| 27. | Requerimiento legal 2 para peso objetivo de datos actuales | 63 |
| 28. | Vista isométrica de máquina | 69 |
| 29. | Vista frontal de máquina | 70 |
| 30. | Vista lateral izquierda de la máquina | 70 |
| 31. | Vista de planta de la máquina | 71 |
| 32. | Vista real de la máquina | 71 |
| 33. | Gráfico de cambio de dosis (boquilla 1) | 74 |
| 34. | Gráfico de cambio de velocidad de tornillo (boquilla 1) | 75 |
| 35. | Balanza PR5002 DR | 77 |
| 36. | Correcta colocación de balanza | 80 |
| 37. | Correcta nivelación de balanza | 81 |
| 38. | Correcta posición de burbuja de nivel | 81 |
| 39. | Colocación de masa patrón para carga esquinada | 82 |
| 40. | Posición de mas patrón para de Excentricidad | 83 |
| 41. | Ingreso de datos para cálculo de capacidad del proceso | 91 |
| 42. | Gráfico de comportamiento de datos | 92 |
| 43. | Evaluación de puntos fuera de rango | 93 |
| 44. | Cálculo de gráfico de capacidad de proceso | 94 |
| 45. | Catálogo de artículos en sistema <i>Free Weigh</i> | 98 |
| 46. | Cambio de los valores de límites en sistema <i>Free Weigh</i> | 100 |
| 47. | Encabezado de reporte de control de peso neto | 105 |
| 48. | Reporte de registro de tara | 107 |
| 49. | Monitoreo de peso en balanza de línea | 111 |
| 50. | Diagrama de liberación en base a manejo de peso neto | 114 |
| 51. | Gráfico de límites de desviación estándar | 116 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 52. | Evaluación de comportamiento del peso promedio de diferentes lotes | 118 |
| 53. | Descripción de sobredosificación | 123 |
| 54. | Gráfica de sismos registrados de 1990 a 2006 en Guatemala | 140 |
| 55. | Placas tectónicas que afectan a Guatemala | 142 |
| 56. | Zonas sísmicas de Guatemala | 143 |
| 57. | Mapa de amenaza sísmica elaborado por Kiremidjian, Shah y Lubetin en 1977 | 144 |
| 58. | Clasificación de los departamentos según el rango de vulnerabilidad del sector vivienda | 145 |
| 59. | Plano de puntos de reunión en las instalaciones de fábrica | 164 |
| 60. | Rutas de evacuación para áreas administrativas, vestidores y comedor | 167 |
| 61. | Rutas de evacuación para áreas de bodega y llenaje | 168 |
| 62. | Rutas de evacuación para áreas de llenaje y fabricación | 169 |
| 63. | Rutas de evacuación para departamento técnico | 169 |
| 64. | Afiche No. 1 | 171 |
| 65. | Afiche No. 2 | 172 |
| 66. | Impresiones en Maggi Noticias | 172 |
| 67. | Rutas de evacuación en las carteleras de información | 173 |

TABLAS

| | | |
|------|--|----|
| I. | Listado de productos del sector de consomés, por formato, país de venta y línea de empaque | 8 |
| II. | Valor de la constante u para el porcentaje mínimo | 23 |
| III. | Fórmulas de cálculo de límites de control para peso objetivo | 24 |
| IV. | Clasificación de variaciones | 26 |

| | | |
|--------|---|-----|
| V. | Calibración de dispositivo de ajuste según periodicidad | 32 |
| VI. | Datos históricos de peso promedio por lote | 41 |
| VII. | Resultado de uso de tornillos de prueba en boquillas 1 y 8 | 52 |
| VIII. | Resultado de uso de tornillos de prueba en boquillas 2 y 7 | 52 |
| IX. | Resultado de uso de tornillos de prueba en boquillas 3 y 6 | 52 |
| X. | Resultado de uso de tornillos de prueba en boquillas 4 y 5 | 52 |
| XI. | Resultado de uso de tornillos de prueba | 53 |
| XII. | Muestras de temperatura de boquillas | 54 |
| XIII. | Muestras de pesos promedio de los últimos lotes | 60 |
| XIV. | Rangos de evaluación de parámetros en línea | 73 |
| XV. | Valores de dosificación por parámetro para cada boquilla | 75 |
| XVI. | Parámetros estándar de dosificación | 76 |
| XVII. | Datos de muestra de tara para cálculo de SD_{tara} | 86 |
| XVIII. | Valores de las constantes para cálculo de límites | 88 |
| XIX. | Códigos de <i>Free Weigh</i> para formatos de consomé de pollo | 98 |
| XX. | Límites de formatos de consomé de pollo definidos en sistema <i>Free Weigh</i> | 99 |
| XXI. | Límites actuales calculados para los formatos de consomé de pollo definidos en sistema <i>Free Weigh</i> | 100 |
| XXII. | Tolerancias para formatos de consomé de pollo en sistema <i>Free Weigh</i> | 101 |
| XXIII. | Datos de peso promedio de consomé de pollo | 118 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|-----------------------|--|
| C_p | Capacidad del proceso |
| C_pk | Capacidad del proceso vrs. peso objetivo |
| SD | Desviación estándar |
| S | Desviación estándar |
| S_p | Desviación estándar del lote |
| S_{nc} | Desviación estándar histórica |
| \$ | Dólar de Estados Unidos de América |
| M.M. | Escala Mercalli modificada |
| k | Factor de corrección |
| °C | Grados centígrados |
| g | Gramos |
| Hz | Hertz |

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Hr | Hora |
| kW | Kilo Watts |
| kg | Kilogramos |
| La_i | Límite absoluto inferior |
| La_s | Límite absoluto superior |
| Lc_i | Límite de control inferior |
| Lc_s | Límite de control superior |
| ± | Más menos |
| ≥ | Mayor o igual que |
| > | Mayor que |
| ≤ | Menor o igual que |
| < | Menor que |
| m | Metros |
| mm | Milímetros |
| min | Minuto (s) |

| | |
|----------------------|------------------------------------|
| No | Número |
| n | Número de muestras |
| E | Peso declarado |
| M | Peso objetivo |
| M₀ | Peso promedio del lote |
| % | Porcentaje |
| Q | Quetzales |
| TU2 | Tolerancia absoluta inferior legal |
| TU1 | Tolerancia inferior legal |
| V | Voltios |

GLOSARIO

| | |
|------------------------------|--|
| Agitador | Dispositivo o aparato utilizado para agitar o revolver. |
| <i>Check list</i> | Registro para evaluación de detalles sobre un tema. |
| Cizalla | Especie de guillotina que sirve para cortar cartones y cartulinas en pequeñas cantidades y a tamaño reducido |
| Crterios (requisitos) | Límites, valores o características las cuales pueden ser físicas, químicas, biológicas o sensoriales. |
| <i>Data</i> | Palabra en inglés que se refiere al conjunto de datos. |
| Excentricidad | Distancia entre el centro geométrico de una pieza y su centro de giro |
| Fotocelda | Sensor a base de luz que sirve para programar alguna operación. |
| Husillo | Tornillo de hierro o madera que se usa para el movimiento de las prensas y otras máquinas. |

| | |
|------------------------------|---|
| Liberación | Decisión documentada que da paso positivo a la salida de los productos para uso, distribución y posterior venta. Se lleva después de la evaluación de todos los resultados relevantes de los exámenes y parámetros de proceso. |
| Masa | Semielaborado. |
| <i>Plexiglass</i> | Resina sintética que tiene el aspecto del vidrio. |
| Proceso | Conjunto de recursos interrelacionados y actividades las cuales transforman entradas y salidas, por ejemplo, materiales entrantes en productos terminados. Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipo, técnicas y métodos. |
| Repetibilidad | Proximidad de conformidad entre resultados con éxito de la misma medición, se efectúan bajo las mismas condiciones de medición. |
| Retrabajo o reproceso | Acción tomada en un producto no conforme a fin de que llene los requerimientos especificados. |
| Riesgo | Potencial para la ocurrencia de desviaciones de calidad inaceptables. |
| <i>Saches</i> | Grupo de sobres unidos en tiras. |

| | |
|----------------------|---|
| Semielaborado | Producto ya elaborado listo para empacarse o envasarse. |
| Tara | Peso del continente de una mercancía o género, vehículo, caja, vasija, etc., que se rebaja en la pesada total con el contenido. |
| Target | Palabra en inglés que significa objetivo. |
| Targeting | Palabra en inglés que se refiere al proceso de definición de peso objetivo. |
| Tolerancia | Máxima diferencia que se admite entre el valor nominal y el valor real o efectivo en las características físicas y químicas de un material, pieza o producto. |
| Variabilidad | Cualidad de una magnitud cuyos valores están determinados por las leyes de probabilidad, como los puntos resultantes de la tirada de un dado. |

RESUMEN

Para la compañía Nestlé, el control del contenido neto tiene el propósito de asegurar que el producto terminado que sale de las líneas de llenaje, esté conforme a los aspectos legales de los diferentes países donde son consumidos, mientras que ayuda a prevenir la sobredosis innecesaria. Ello conlleva un procedimiento para calcular la sobredosificación permitida tomando en consideración los requerimientos legales, ejecución del proceso de llenaje y riesgo aceptado, además, de un monitoreo continuo de las características del lote.

La implementación de este procedimiento implica 5 puntos regulatorios que consisten en el cálculo de un peso objetivo para cada artículo, el cual toma en cuenta la variación que el producto presenta según la máquina en la que se empaque y considerando, el margen de error que la ley permite, además de incluir el control del material de empaque de cada uno para que éste no altere los datos reales. También se contempla la eficiencia del equipo de pesaje que se utiliza, pues se debe asegurar que los datos obtenidos sean confiables, y que éstos sean almacenados en una fuente sólida de información para los respectivos análisis que son necesarios para el proceso de liberación del producto terminado.

En este proyecto se definió el peso objetivo del consomé de pollo en 10.29 gramos, después de realizar algunos ajustes que contribuyeron a reducir la variación que éste presentaba y con esa se establecieron los límites de control para el monitoreo del proceso. Con relación a los costos, pudo comprobarse que se redujo la sobredosificación en un 14%.

OBJETIVOS

General

Implementar un sistema de control del peso neto para el consomé de pollo que se empaca en la línea IMAR 1, que ayude al análisis para reducción de pérdidas por sobredosificación, y que a su vez, asegure el cumplimiento de los requerimientos legales de empaçado del producto.

Específicos

1. Definir el peso objetivo del consomé de pollo, tomando en cuenta la variación de producto, línea de empaçado y país destino para venta.
2. Establecer las tolerancias respectivas que aseguren el cumplimiento de las legislaciones correspondientes, respecto del peso objetivo del producto.
3. Identificar si la variación de la tara del producto es significativa para el proceso de control de peso neto del consomé de pollo.
4. Crear un instructivo de muestreo de verificación de pesos, específico para artículos empaçados en máquinas multiboquilla, con base en los requerimientos del consomé de pollo.

5. Presentar un análisis de costos que muestre el resultado de la implementación del sistema.
6. Elaborar una propuesta para un plan de acción del personal en caso de un sismo.
7. Instruir al personal sobre los controles definidos para el peso neto y su importancia dentro del proceso productivo.

INTRODUCCIÓN

De un tiempo a la fecha, la calidad ha tomado un papel fundamental para todas las actividades empresariales, pues es la principal característica que se ofrece al mercado y que ayuda a mantener la reputación de las marcas. Por ello los procesos productivos en general han incluido un amplio abanico de variables a controlar para mantener un óptimo nivel de la misma antes, durante y al finalizar la producción.

Para la industria alimenticia, estas variables abarcan desde inocuidad hasta cumplimientos de distintos factores, uno de estos puntos principales es el control y monitoreo del peso neto de los productos. El peso neto está amarrado a dos aspectos fundamentales: la legislación y los costos.

Cada país donde se exportan e importan artículos de cualquier índole establece sus propias leyes, en las que se contemplan las regulaciones necesarias para que el producto sea aceptado o rechazado, ya que es responsabilidad del estado procurar las medidas necesarias para garantizar la satisfacción y protección al consumidor.

Las leyes sobre Metrología y/o contenido neto de pre-empacados fueron creadas para especificar los requisitos metrológicos que deben cumplir los productos según la cantidad declarada en el empaque. En caso de no cumplirse con ellos, se tienen definidas varias sanciones que pueden llegar hasta la expulsión total de la marca en el país.

Con relación a los costos de producción, es indispensable asegurar el control del peso neto, ya que, es parte de la base sobre la cual estos son calculados y, de no ser regulado, se puede poner en cuestión la rentabilidad de una producción tanto como la de la fábrica en general.

La compañía Nestlé, que se dedica a la elaboración de productos alimenticios a nivel mundial, se caracteriza principalmente por asegurar la calidad en todos los ámbitos y de todos sus artículos. Fábrica Antigua no es la excepción, pues cuenta con varias certificaciones internacionales que incluyen la norma ISO 22,000, la cual rige la inocuidad alimentaria.

La empresa tiene un conjunto de instrucciones internas que dan la pauta para la evaluación, control y monitoreo de los diferentes aspectos de calidad que son relevantes para sus procesos productivos. Una de estas instrucciones es la de manejo del contenido neto. En fábrica, esta instrucción no está implementada en su totalidad, pues se tiene asegurado el cumplimiento de las legislaciones internacionales pero los costos de elaboración no están contemplados.

Se describe el trabajo realizado en la fábrica Nestlé de Antigua Guatemala, todo el proceso de implementación de la instrucción técnica “manejo de contenido neto” para el consomé de pollo empacado en la línea IMAR 1 que se exporta a nivel centroamericano (excluye Panamá) y las capacitaciones dadas respecto al tema. Adicionalmente, incluye un plan de acción en caso se viviera un sismo dentro de las instalaciones de la misma.

Se inicia brindando toda la información general referente a la empresa: sus antecedentes, misión, visión, estructura y servicios que presta; con el fin de brindar una mejor idea al lector.

Posteriormente se expone el proyecto de implementación, con todos los requisitos previos, evaluaciones, análisis, cálculos y planteamientos necesarios. Se explican las instrucciones involucradas y los puntos regulatorios básicos requeridos. También se describen la línea de empaque, las balanzas de medición utilizadas en el proceso, el sistema de registro y monitoreo de datos y los procedimientos que se deben aplicar para realizar el control del peso neto a lo largo de una producción normal.

Así mismo, se hace referencia a un plan de contingencia en situaciones de fenómenos geológicos dentro de la fábrica. Se plantea un procedimiento de respuesta ante la emergencia y el equipo necesario para cubrir el evento.

Como parte de la implementación del proyecto se dieron dos capacitaciones referentes al tema, una específica para el grupo de gestión de la producción (*staff*) y otra enfocada hacia los operadores de las líneas.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes

Nombre: Nestlé Guatemala, Fábrica Antigua
Dirección: km 46,5 carretera a Ciudad Vieja, Antigua Guatemala
Teléfono: 7828-0200
Tipo de empresa: transnacional
Descripción: Nestlé, con las oficinas centrales en Vevey, Suiza, fue fundada en 1866 por Henri Nestlé y es hoy la compañía líder en nutrición, salud y bienestar a nivel mundial. Emplea a aproximadamente 276 050 personas y tiene 380 fábricas alrededor del mundo.

Fábrica Antigua fue construida en 1969 para la elaboración específica de productos culinarios deshidratados en la marca Maggi. En 1977 se instaló el equipo necesario y se empezaron a producir también los cereales infantiles, pero se discontinuó su producción en 2003. Entre 2006 y 2007 se adquirió el equipo para preparación de cubitos y sopas.

En la fábrica trabajan cuatrocientas cuarenta y nueve personas, cuarenta en área administrativa y cuatrocientas nueve en área operativa, de los cuales sesenta y dos son empleados temporales. Un 92% son hombres y 8% son mujeres.

El área principal de la fábrica es producción, con tres niveles de operación: gerencia, soporte logístico y operarios de alto desempeño. Cuenta con otros departamentos de soporte como recursos humanos, calidad, técnico y finanzas;

y tres unidades de apoyo que son capacitación, seguridad y planeación de producción.

Su misión es la de ser una fábrica regional donde se agrega valor a través de la innovación dinámica de procesos basados en los gustos de los consumidores y entregando a tiempo productos de alta calidad, apoyando la competitividad del negocio culinario.

Los productos elaborados en Fábrica Antigua son exportados a Centroamérica en un 56%, el Caribe 5%, Estados Unidos 20%, México 18%, y en Sur América a Perú y Venezuela un 1%. Se espera que para el 2009 se elaboren 30 520 toneladas de productos en total.

1.2. Visión y misión

- Visión:

Seremos la mejor opción en rentabilidad, costo, calidad y entrega de productos culinarios deshidratados, que cumplan con las expectativas del consumidor. Un equipo comprometido, competente y productivo, dentro de un clima laboral agradable, respetuoso y de reconocimiento, contribuyendo al bienestar de nuestras familias y la comunidad, conservando el medio ambiente.

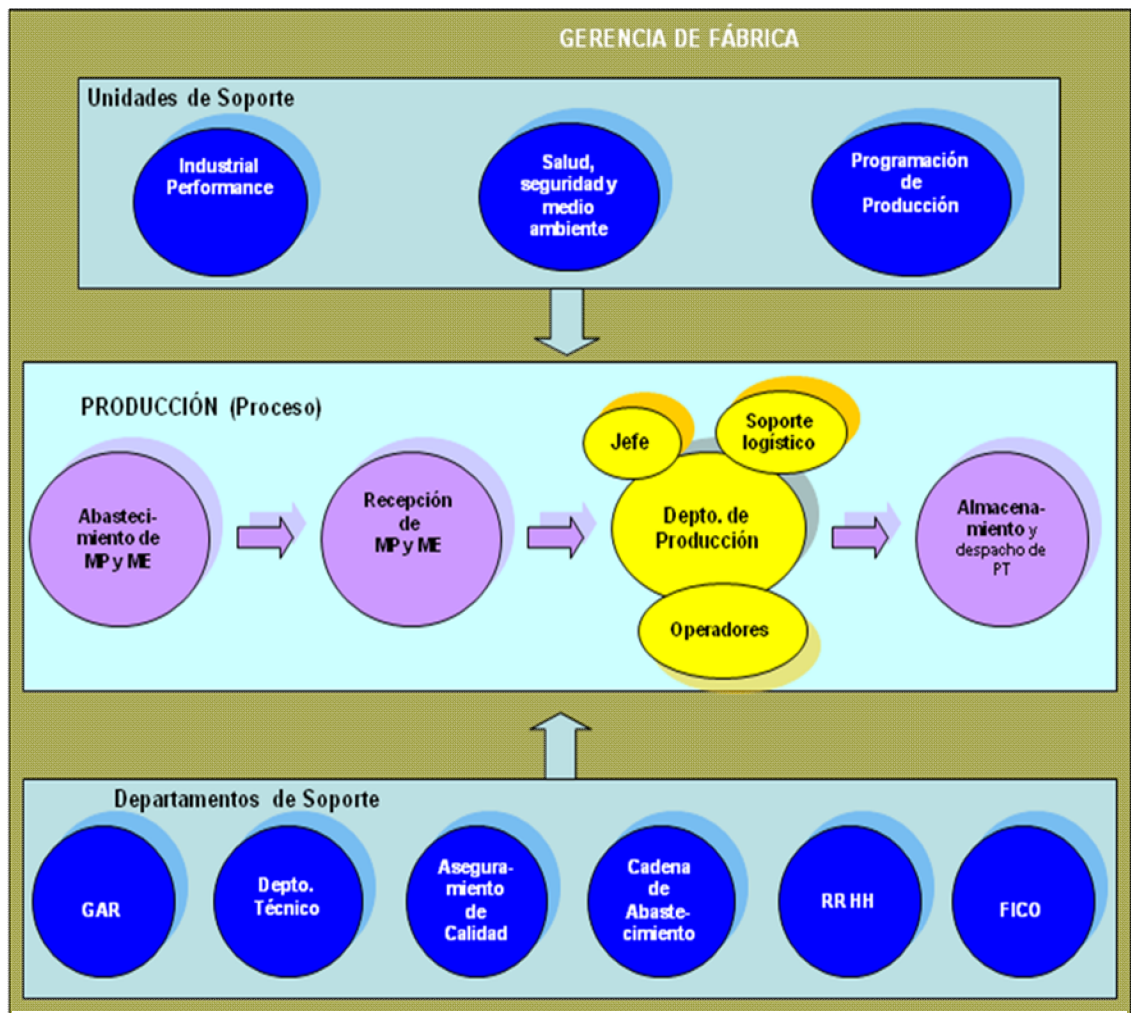
- Misión:

Somos fabricantes de productos culinarios deshidratados, utilizamos recetas, materias primas y procesos regidos por el Sistema de Manejo de la Calidad Nestlé (NQMS), contribuyendo a la rentabilidad y el crecimiento sostenido de la empresa, lo cual logramos con recurso humano calificado.

1.3. Estructura

La empresa tiene un tipo de estructura funcional donde la gerencia de fábrica representa el nivel más alto. Se presenta un organigrama informativo del proceso productivo de la fábrica, tomando como la base el área de producción y los grupos de apoyo que complementan el funcionamiento.

Figura 1. Organigrama de Fábrica Antigua



Fuente: *Factory folder* de Fábrica Antigua.

1.4. Servicios que presta

Elabora productos culinarios deshidratados como:

- Sazonadores
- Consomés
- Caldos en tableta dura
- Caldos en tableta blanda
- Cubitos
- Sopas
- Cremas de diferentes sabores

Todos los productos son para distribución a nivel centroamericano, norteamericano, Caribe y algunos países de América del Sur.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Marco teórico sobre peso neto

En la empresa Nestlé, el control del peso de los productos está regido por 5 instrucciones que abarcan desde las políticas hasta los métodos técnicos necesarios para evaluar el comportamiento del peso neto. Dado que el contenido de estos documentos es de carácter confidencial (todos los derechos pertenecen a Nestec Ltd., CH-1800 Vevey, Suiza), y no pueden ser reproducidos, distribuidos ni revelados a terceros sin la debida autorización, se presenta una descripción generalizada de las mismas, para mostrar la idea básica del procedimiento de control.

La instrucción GI-90.551-1 contenido neto: política y gestión da los principios básicos para garantizar una eficiente gestión del contenido neto (NCM, siglas en inglés *net content management*). También define la responsabilidad específica de las diferentes partes implicadas.

El ámbito de aplicación de la gestión de contenido neto incluye dos aspectos:

- **Cumplimiento de regulaciones:** el contenido neto (peso o volumen) y lo declarado en la etiqueta del producto. Esto está regulado por la ley.
- **Costo:** las operaciones de llenado insuficientemente controladas generan costos de no calidad (artículos producidos con calidad insuficiente,

pérdidas en producto terminado, material de embalaje y de recursos, en caso de re-elaboración).

Los principios de la política de gestión de contenido neto son asegurar que los productos estén conformes a los requerimientos legales del país donde se venden y, minimizar en lo posible el costo por sobredosificación y los costos indirectos generados.

Se asegura el cumplimiento de un lote respecto al peso neto mediante la implementación de 5 puntos de regulación de cumplimiento (RCP, siglas en inglés de *regulatory compliance points*).

- **RCP①**: definir el peso neto objetivo de todas las combinaciones de producto, línea de empaçado y país de venta.
- **RCP②**: los equipos de pesaje utilizados para verificar el contenido neto deben estar calibrados correctamente de acuerdo con un programa bien establecido.
- **RCP③**: monitorear el peso de la tara en cada lote.
- **RCP④**: recolectar los datos necesarios de la corrida de producción.
- **RCP⑤**: la liberación de un lote, con respecto al contenido neto, se basa en toda la información anterior.

La instrucción GI-90.552 contenido neto: legislaciones y peso objetivo describe los principios legales sobre contenido neto y da la guía para calcular el peso objetivo óptimo de los artículos que asegure que los lotes producidos

cumplirán con la legislación respectiva mientras se reduce la sobredosificación. Esta actividad corresponde al primer punto regulatorio de cumplimiento (RCP❶) del proceso de gestión del contenido neto y es el oficial de contenido neto el responsable de implementar correctamente este punto. Describe cómo interpretar una legislación que regula el contenido neto, cuando la legislación permite un muestreo admisible o no, y si también brinda un plan de muestreo para inspección o lo deja a discreción del auditor.

Y las instrucciones GI-90.553 a la GI-90.555 dan una guía para todas las actividades de monitoreo, cálculo y liberación relacionadas con el peso neto. Se debe monitorear la tara de los productos, el equipo de pesaje y los pesos finales de los artículos.

2.1.1. Matriz de datos de producto, país de venta y línea de producción

Dado que la implementación se hará efectiva en una línea piloto (IMAR 1) y con un producto específico (consomé de pollo), la matriz siguiente mostrará la variedad de productos y formatos que se elaboran en el sector de consomés y las líneas en las que puede empacarse, solo con fines ilustrativos, debido a la complejidad que implica la implementación del procedimiento aplicado a más artículos.

Tabla I. Listado de productos del sector de consumés por formato, país de venta y línea de empaque

| Descripción | Formato | País de venta | | | | | | | Líneas de llenaje | | | | |
|-------------------------------|-------------------|---------------|-----|------|-----|------|-----|-----|-------------------|-----|------|------|------|
| | | Gua | Hon | Salv | Nic | C.R. | Pan | USA | Mex | Bol | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Ablandador Frijol | 150x4x10g | X | X | X | | | | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Ablandador Frijol | 40x12x10g (tiras) | X | X | X | | | | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Consomé Pollo | 40x14x10g PROMO | | | X | | X | | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Consomé Pollo | 40x12x10g (tiras) | | X | X | X | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Consomé Pollo | 150x4x10g | | X | X | X | X | X | | | | kl 1 | kl 2 | kl 3 |
| MAGGI Consomé Pollo | 150x5x10g PROMO | | X | X | X | X | | | | | kl 1 | kl 2 | im 2 |
| MAGGI Consomé Pollo | 40x14x10g PROMO | X | | X | | X | | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Consomé Pollo | 40x12x12g PRMO | | | X | | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Consomé Pollo | 150x5x10g PROMO | | | | X | | | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Gallinita Color y Sabor | 150x4x10g | | | | X | X | X | | | X | kl 1 | kl 2 | kl 3 |
| MAGGI Gallinita Color y Sabor | 40x12x10g (tiras) | | | | X | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Gallinita Color y Sabor | 40x12x10g (tiras) | | | | X | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Gallinita Color y Sabor | 25x50x10g (bolso) | | | | | | X | | | | kl 2 | kl 3 | |
| MAGGI Gallinita en Polvo | 150x4x10g | | | | | X | X | X | | | kl 1 | kl 2 | kl 3 |
| MAGGI Gallinita en Polvo | 40x12x10g (tiras) | X | | | | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Gallinita en Polvo | 40x12x10g (tiras) | X | | | | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Gallinita Mi Sazón | 150x4x10g | | X | X | X | X | X | | | X | uni | kl 1 | kl 2 |
| MAGGI Gallinita Mi Sazón | 40x12x10g (tiras) | | | | X | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Gallinita Mi Sazón | 40x12x10g (tiras) | | X | X | X | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Gallinita Mi Sazón | 40x14x10g PROMO | | | | | | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Gallinita Sabor y Color | 150x5x10g PROMO | | | | X | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI Gallinita Sabor y Color | 40x14x10g PROMO | | | | | X | X | | | | uni | im 1 | im 2 |
| MAGGI RICA PASTA Napolitana | 150x4x10g | X | | | | X | X | | | | uni | | |
| MAGGI RICA PASTA Napolitana | 20x24x10g | X | | | | | X | | | | uni | | |
| MAGGI RICA PASTA Napolitana | 15x12x10g | | | | | | | | | X | uni | | |
| MAGGI RICA PASTA Napolitana | 8x10x4x10g | | | | | | | | | X | uni | | |

Continuación tabla I

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|
| MAGGIRICA PASTA Queso | 150x4x10g | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGIRICA PASTA Queso | 20x24x10g | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGIRICA PASTA Queso | 15x12x10g | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGIRICA PASTA Queso | 8x10x4x10g | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGIRICA PASTA Tocino | 150x4x10g | X | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGIRICA PASTA Tocino | 20x24x10g | X | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGIRICA PASTA Tocino | 15x12x10g | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGIRICA PASTA Tocino | 8x10x4x10g | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Camarón | 150x4x10g | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | kl 3 |
| MAGGI Sazonador Camarón | 40x12x10g (firas) | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Camarón | 40x12x10g (firas) | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Camarón | 40x12x10g (0.35oz) | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | kl 3 |
| MAGGI Sazonador Costilla | 150x4x10g | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Costilla | 40x12x10g (firas) | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Costilla | 40x12x10g (firas) | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Costilla | 150x5x10g PROMO | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Costilla Criolla | 40x14x10g PROMO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Frijol Criollo | 150x4x8g | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Frijol Criollo | 40x12x8g (firas) | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Gallo Pinto | 40x12x8g (firas) | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Gallo Pinto | 150x4x8g | X | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador tipo Consumé Económico | 40x12x7g (firas) | X | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador tipo Consumé Lempira | 40x12x7g (firas) | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Res | 40x12x10g (firas) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Res | 150x4x10g | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Res | 40x12x10g (firas) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | kl 3 |
| MAGGI Sazonador Verduras y Aceite de Oliva | 150x4x10g | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAGGI Sazonador Verduras y Aceite de Oliva | 40x12x10g (firas) | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

2.2. Situación actual del proceso de control de peso neto

En la siguiente parte se describe la situación en la que se encontró el proceso de control del peso neto de los productos.

2.2.1. Procedimiento e instrucciones internas

Para el control del peso en línea, se aplica un procedimiento interno establecido en el año 1998, que está basado en las referencias siguientes:

- Regulaciones de cantidad de llenado de la comunidad económica europea
- Guía 75/106/EEC del 19 de diciembre de 1974
- Guía 76/211/EEC del 21 de febrero de 1976
- GI – 20.000 sumario de legislaciones de peso neto de la “Unión Europea”

Este procedimiento omite especificaciones de control y de verificación de equipos de pesaje, y aspectos como el plan de muestreo interno para monitoreo de peso, de tara, y las acciones correctivas a aplicar en caso de desviación. Es una guía para el monitoreo del comportamiento del peso neto durante el proceso de empaque, mas no una base para el control y liberación del producto terminado.

Tampoco se tiene establecido el procedimiento de control en base a peso objetivo ni los parámetros de límites y tolerancias por tipo de producto. Como peso objetivo se utiliza el peso declarado de cada producto, como base para todos los controles de este aspecto de calidad.

2.2.2. Evaluación de situación de instrucciones internas con base en *check list* de auditoría

Las instrucciones generales sobre el manejo de contenido neto son conocidas por el departamento de producción en fábrica, pero no a profundidad. De igual manera sucede en el departamento técnico y en el de aseguramiento de la calidad. Solo se tiene la idea general de control, y no se tienen implementados los criterios correctos para evaluación y liberación en base a este aspecto de calidad.

Para analizar la situación en la que se encuentra la implementación de las instrucciones en la planta, se utilizó como base un *check list* de evaluación, el cual está dividido en diferentes categorías seleccionadas en base a los puntos relevantes de dichas instrucciones.

Para evaluar cada punto existen 3 criterios: no implementado, en progreso e implementado. El análisis de cada pregunta se realizó con la ayuda de los jefes del departamento de calidad y producción.

- Política

- a) ¿La instrucción GI-90.551 y la política del mercado sobre contenido neto es conocida por los departamentos de aseguramiento de calidad, técnico y de producción?

R: en progreso (el departamento técnico no está tan enterado del tema como los otros dos departamentos.)

b) ¿Los principios de requerimientos legales son conocidos por los departamentos de aseguramiento de calidad, técnico y de producción (promedios y tolerancias)?

R: en progreso (el departamento técnico no tiene conocimiento de los requerimientos legales exactos que se manejan en el proceso.)

- Cálculo de peso objetivo

c) ¿Los contenidos netos objetivo son calculados por lo menos una vez al año y/o cuando la variabilidad de llenado ha cambiado significativamente?

R: no implementado (no se tiene calculado ningún peso objetivo.)

d) ¿El contenido neto objetivo es calculado por producto, por línea y por formato?

R: no implementado (no se tiene calculado ningún peso objetivo, si está contemplado para la elaboración de cálculos.)

e) ¿El proceso de cálculo de peso objetivo toma en cuenta los requerimientos legales del mercado de venta (local / mercado de exportación)? ¿Se usa Q-Stat TNC.net?

R: no implementado (no se tiene calculado ningún peso objetivo, si está contemplado para la elaboración de cálculos.)

f) ¿El contenido objetivo (M) y la desviación estándar histórica (Snc) por producto son informados en la planta?

R: no implementado (no se tiene calculado ningún peso objetivo, por lo mismo, en línea no se tiene conocimiento de este concepto.)

g) ¿Snc se calcula apropiadamente, de acuerdo al procedimiento (por lo menos 10 lotes, por lo menos 300 muestras)?

R: no implementado (no se tienen cálculos de desviaciones.)

- Monitoreo con balanza estática (muestreo)

h) ¿Se tienen definidas buenas prácticas como las siguientes para asegurar una exactitud apropiada en la balanza estática?

- Dedicación a la línea y al rango de carga (mín. /máx.) en línea con el formato.
- Instalación (estabilidad, vibración, corriente de aire)
- Nivelación (burbuja)
- Limpieza

R: en progreso (cada balanza está colocada para cubrir 2 líneas con semejantes condiciones de producción. No se tiene procedimiento de buenas prácticas, aunque si una persona capacitada para llevarlas a cabo.)

i) Control en línea (durante la producción): ¿Se realizan controles contra peso(s) estándar cada cambio de turno y registrados en la bitácora de producción? ¿Se documentan posibles acciones correctivas en QMS (siglas en ingles de *Quality Management System*)?

R: no implementado (no se tienen pesos estándar para la evaluación de cada equipo, además que solo hay una persona capacitada para realizar los controles de todas las balanzas.)

j) ¿Existen procedimientos establecidos para bloquear, seleccionar y recuperar productos si a la balanza se le detecta error?

R: no implementado (hay un procedimiento de liberación de producto terminado pero no menciona este punto.)

k) Control fuera de línea: ¿Se realiza una calibración por lo menos una vez al año (linealidad y cargas en las esquinas) coordinada por el depto. de aseguramiento de calidad (o el oficial de peso neto)? ¿Es realizada por una compañía acreditada?

R: en progreso (si se realiza una calibración de balanzas cada 6 meses por una compañía externa que está en proceso de acreditación internacional.)

l) La data ¿es registrada en línea en una bitácora (manual) o preferiblemente en un sistema (automático)?

R: implementado (se cuenta con el sistema computarizado de registro de datos *Free Weigh 9.0.*)

- Monitoreo de tara

m) Cálculos fuera de línea: ¿Se ha hecho un estudio por el oficial de peso neto para saber si la variabilidad del peso de la tara es insignificante y por consiguiente si una tara puede ser usada? (un reporte esta

disponible si se solicita). ¿ SD_{tara} es calculada a partir de este estudio y debe ser establecida por producto en la línea para control de tara?

R: no implementado (no se tiene un oficial de peso neto que se encargue de analizar la variabilidad de la tara. La tara solo se chequea al ingresar a fábrica por los muestreadores de análisis de calidad.)

n) Control en línea: ¿Se define una primera tara al principio de la producción como un valor de tara nominal (de por lo menos 9 contenedores vacíos)? Las siguientes taras deben compararse con este valor nominal. Si la diferencia $> SD_{tara}$ (con 9 contenedores), el valor de tara debe ser cambiado a lo largo del sistema de monitoreo. ¿Este control se realiza en cada turno y después de cualquier lote nuevo de material de empaque?

R: en progreso (los maquinistas saben que deben realizar este control, mas no existe un procedimiento al respecto ni un chequeo constante de su realización.)

- Liberación (bases)

o) La política del mercado debe estar disponible, ser conocida y cumplirse.

R: implementado (en el departamento de calidad, donde se encargan de la liberación de los productos, están en constante actualización de esta información.)

p) Una autoridad está claramente a cargo de determinar el cumplimiento o no de cada lote.

R: implementado (en el departamento de calidad realizan un análisis estadístico de los datos recopilados para sustentar la liberación.)

q) ¿Hay recursos apropiados para operaciones de liberación (procedimiento, software para cálculos, entrenamiento)?

R: implementado (se tiene un procedimiento interno y un software específico al respecto.)

r) ¿La decisión de liberación es documentada apropiadamente con registros del sistema de monitoreo?

R: implementado (la liberación de un producto terminado se registra en el sistema de gestión SAP, donde se contempla el punto de peso neto también.)

- Liberación con monitoreo de muestreo (balanza estática)

s) La liberación se basa en:

- Revisión de los registros de chequeo de la balanza estática
- Revisión de los registros de tara
- Liberación normal de contenido neto

R: en progreso (no se toman en cuenta los registros de tara ni chequeos de balanzas como bases de liberación.)

t) La liberación normal de contenido neto se basa en 2 criterios:

- $M_0 \geq M$

- $S_p \leq S_{nc}$

R: en progreso (solo se utiliza el criterio a.)

- Liberación (bases)

- u) En caso los criterios anteriores no se conozcan, ¿se realizan cálculos avanzados para soportar la decisión técnica (en caso de liberación excepcional)?

R: en progreso (si se realizan cálculos avanzados en caso no se obtenga un resultado positivo, solo para el criterio a.)

- v) ¿Existen procedimientos establecidos para bloquear, seleccionar y recuperar productos si el cumplimiento no es alcanzado?

R: en progreso (hay un procedimiento de reproceso de producto terminado donde también se menciona el caso del criterio a, mas no el criterio b.)

Resultado general:

Debe considerarse como crítico los puntos con respuesta “no implementado”, principalmente los de “cálculo de peso objetivo”, pues son la base para el control y manejo del contenido neto.

2.2.3. Situación del aspecto legal

En cuanto al aspecto legal, en fábrica se ha asegurado el cumplimiento a cabalidad con todas las exigencias de las normativas legales sobre peso neto que exponen los países a donde se exportan los artículos. Actualmente se tiene definida una tolerancia general para todos los artículos producidos, la cual no se ha corroborado cubra las exigencias legales generales, ni se ha evaluado la capacidad de los equipos de producción para lograr su cumplimiento. A continuación se presenta una comparación entre ellas.

- Tolerancia interna actual

En el procedimiento interno de control de peso neto se describen las tolerancias de desviación con valor del 2.5% del peso declarado en el producto, lo que quiere decir que, por ejemplo, para un consomé de pollo con peso declarado de 10g la tolerancia de desviación aceptable es de $\pm 0.25g$.

Este porcentaje deja un margen de dosificación bastante reducido, considerando que dicho valor se definió sin conocer la desviación estándar del peso de los productos en cada línea de empaque donde pudiese ser trabajado. Por lo tanto, no se tiene la certeza que las máquinas sean capaces de cumplir con dicho estándar de control.

- Tolerancias individuales por cada país

Los países de distribución y venta del artículo seleccionado son los de la región centroamericana. Esta región tiene la particularidad que después del Tratado General de Integración Económica Centroamericana, en el marco del proceso de conformación de una unión aduanera, los países involucrados han

alcanzado importantes acuerdos en materia de contenido de productos en preempacados, creando así una legislación común que regula los requisitos de metrología legal para dichos productos etiquetados en cantidades nominales predeterminadas de masa, volumen, longitud, área o conteo, y los procedimientos y planes de muestreo para uso de los oficiales de metrología legal en la verificación de la cantidad de producto en preempacados. Esta ley es el Reglamento Técnico Centroamericano No. RTCA 01.01.11:06 cantidad de producto en preempacados, y cubre a Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica.

En el reglamento se establece que el requisito metrológico para los preempacados es que el peso promedio debe ser al menos igual al peso declarado, evaluando con los siguientes criterios de aceptación al realizar una inspección:

- El error tolerable calculado según la tabla de rangos
- El porcentaje de unidades con peso menor al tolerable sea menor al 2.5%
- Más unidades de las establecidas con peso menor al valor de dos veces el error

Un lote debe cumplir con todos los criterios para ser aceptado. El segundo criterio indica que el reglamento aplica otro requerimiento legal adicional: un porcentaje máximo de unidades por debajo del límite de control inferior. También define el valor del error tolerable en el contenido real para preempacados según ciertos rangos de peso declarado. Para el rango de 0 a 50g, la tolerancia definida es del 9%. Esto significa que, por ejemplo, para un consomé de pollo con peso declarado de 10g, la tolerancia de desviación

aceptable es de -0,9g (solo en valor negativo ya que no regula la sobredosificación).

A diferencia de la tolerancia anterior, este valor permite un campo de dosificación más amplio, lo que da oportunidad de trabajar dentro de un estándar mayor de control de peso. Esto no debe malinterpretarse, pues aunque la legislación especifique que se toleran artículos con pesos menores al declarado, no significa que se puedan producir lotes donde todas las unidades estén por debajo del peso declarado. Como su nombre lo indica, es tolerable una cierta cantidad de empacados, mas no la totalidad del lote. Si a esto se agregan los criterios de aceptación al inspeccionar, se asegura un cumplimiento total de las regulaciones legales.

Puede decirse entonces, que es más aceptable el uso de los rangos de tolerancias establecidos por la ley centroamericana pues tienen una base de definición sólida y, dado que la desviación estándar del peso de los artículos no es conocida, es posible que dicho rango abarque la capacidad de dosificación de los equipos utilizados.

2.3. Situación requerida

En Nestlé se tienen estandarizados todos los controles de calidad, seguridad, inocuidad y gestión para todas las fábricas a nivel mundial. Para el caso del peso neto, como ya se mencionó, el control se basa en las instrucciones generales GI-90.551-1 a la GI-90.555. De ellas, se identificaron los siguientes puntos clave los cuales se requiere estén implementados.

2.3.1. Cálculo de peso objetivo

El peso objetivo se usa de base para la dosificación en la línea de empaque, para asegurar que el contenido del producto esté dentro de las exigencias legislativas, así como dentro del rango de control de sobredosis aceptado para mantener el costo de producción. Debe calcularse para cada combinación de artículo producido, línea de empaque y legislación del país(es) de venta.

El valor del peso objetivo depende en gran parte de la variabilidad de llenado (S_{nc}), la cual a su vez, incorpora la variabilidad de la masa, de la máquina, del equipo de pesaje, entre otras. Puede interpretarse de manera simplificada que el peso objetivo es la relación del peso declarado y la variabilidad del proceso, que asegura que el peso va a cumplir con los requerimientos legales del país a donde se distribuye el producto.

Una ley sobre contenido neto consiste en un conjunto de varios requerimientos, que son generalmente combinados con un plan de inspección realizado por las autoridades respectivas. El tipo y número de requerimientos por ley varía de un país a otro, pero globalmente se han identificado 4 requerimientos generales:

a) Contenido neto promedio: el peso neto de un lote de producto terminado debe ser mayor o igual al peso neto declarado. Cuando la legislación permite un muestreo admisible, se considera el intervalo de confianza del promedio de una muestra para dar conclusiones. Es generalmente traducido en las leyes como “factor de corrección” k para ser agregado al promedio estimado. El lote cumple con este requerimiento si $M_0 + k(n) \times S_p \geq E$

donde $k(n) = \frac{t_{1-\alpha; n-1}}{\sqrt{n}}$ y $t_{1-\alpha; n-1}$ es una constante estadística de la distribución t de Student y n el número de muestras pesadas.

Cuando no se aplica muestreo admisible, el plan de muestreo de las autoridades debe ser considerado para asegurar que el peso promedio de una muestra sea no menor que el peso declarado, con un riesgo dado. Este riesgo, llamado “riesgo del productor”, es generalmente del 1%, pero si se especifica el valor en un requerimiento local, este se debe aplicar.

Considerando que la desviación estándar del promedio es S_{nc}/\sqrt{n} , el peso objetivo es calculado así:

$$M = E + u \times \frac{S_{nc}}{\sqrt{n}}$$

donde u es una constante calculada por la distribución normal como una función del riesgo.

Si la desviación estándar global (S_{nc}) es suficientemente pequeña, tanto como para poder ignorarse, entonces el peso objetivo se considera igual al peso declarado.

b) Porcentaje máximo por bajo del límite de control inferior: un número limitado de unidades de producto terminado puede estar por debajo del límite de control inferior (Lci) y aún ser aceptado. El número de unidades es expresado como un número absoluto de una muestra o definido como un porcentaje máximo denominado PT1.

El peso objetivo se calcula así:

$$M = Lci + u \times S_{nc}$$

donde L_{ci} es un límite de control establecido por la ley y u es derivado de la distribución normal y de PT1.

c) No se permiten unidades por debajo del límite absoluto inferior: no es permitido el tener unidades de producto terminado con peso por debajo del límite absoluto inferior (L_{ai}), el cual es expresado como número absoluto o como un porcentaje máximo (PT2).

Como en el requerimiento anterior, M es buscado para lograr una probabilidad de aceptación del “100% menos el riesgo del productor”, y M se calcula con la misma ecuación, reemplazando L por el límite absoluto inferior (L_{ai}).

d) Porcentaje mínimo por arriba del valor establecido: algunas leyes exigen un porcentaje mínimo de unidades de producto terminado que esté por encima de un valor definido, el cual generalmente es el peso declarado.

Usualmente esto es consecuencia del requerimiento 1. El número de unidades es expresado en términos de un número absoluto de artículos de una muestra o definido como el porcentaje mínimo (PE). M es calculado con la ecuación del requerimiento 2, reemplazando L por el peso declarado y derivando u de PE usando la siguiente tabla:

Tabla II. **Valor de la constante u para el porcentaje mínimo**

| PE | u |
|-----|-------|
| 55% | 0.126 |
| 60% | 0.253 |
| 65% | 0.385 |
| 70% | 0.524 |
| 75% | 0.674 |

Fuente: Instrucción técnica GI-90.552 p.14.

Cabe mencionar que algunas pocas legislaciones también regulan un porcentaje máximo sobre el límite de control superior.

Los requerimientos 2 y 3, involucran un límite de control inferior. Este límite es definido como el peso neto declarado (E) menos un valor derivado ya sea de una tabla o una gráfica. A este valor se le puede llamar error negativo tolerable (TNE), variación negativa permisible, error máximo permisible, variación máxima admisible, entre otros, dependiendo de la ley.

Estos límites de control generalmente se calculan así:

Tabla III. **Fórmulas de cálculo de límites de control para peso objetivo**

| Requerimiento | Límite | Cálculo |
|---------------|----------------------|----------------------------|
| 2 | L_{CI} | $E - TNE$ |
| 3 | L_{CI} L_{AI} | $E - TNE$ $E - 2 * TNE$ |

Fuente: Instrucción técnica GI-90.552 p.3.

- **¿Cómo calcular el peso neto objetivo?**
 - Paso 1: definir el peso neto declarado

El peso neto declarado (E) es la cantidad de contenido desplegada en la etiqueta del producto. En caso de artículos empacados en grupos (ej. bolsas de 5 unidades), puede considerarse el valor del contenido por paquete individual o el peso total del grupo. Es decisión del país de venta cual valor declarar, sabiendo que los requerimientos legales aplican a cualquier valor declarado.

- Paso 2: definir la variabilidad del llenado global (S_{nc})

Se debe establecer una variabilidad de llenado global en base a valores históricos de las desviaciones estándar de los lotes (S_p) como referencia. Este valor representa la desviación estándar de un lote y no debe excederse en el 95% de las veces que se estima la desviación estándar de un lote nuevo.

- Cálculo de la desviación estándar global (S_{nc})
 - a) Recolectar por lo menos 10 S_p diferentes para un producto específico llenado en una línea específica. Reportar el número de S_p 's como k ($k \geq 10$);
 - b) Calcular la media de S_p 's ;
 - c) Calcular el número total de mediciones individuales como N (mínimo 300);
 - d) Utilizar la herramienta de cálculo de TNC.Net para estimar el valor con los datos anteriores. En caso que no se tuviese la herramienta, utilizar las fórmulas definidas según estadística básica.

- Paso 3: escoger legislación

Se debe seleccionar en base al país donde el producto será vendido, identificando el(los) requerimiento(s) legal(es) que aplica(n). Cuando hay diferentes países de venta, las legislaciones de estos exigen diferentes requerimientos, y presentan diferentes rangos de error tolerable, se debe calcular un peso objetivo individual para cada uno de ellos. El mayor de todos los valores individuales debe ser usado como un peso objetivo común para

todos los países destino y así se asegura cumplir con todas las legislaciones involucradas.

- Paso 4: Calcular el valor de peso objetivo

Al tener toda la información anterior, se debe utilizar la herramienta TNC.Net para el cálculo del peso objetivo. Si no se tuviese, se calcula en base a las fórmulas definidas, según el tipo de requerimiento legal identificado en el paso anterior.

2.3.1.1. Tipos de variaciones

A menor variabilidad de producción, menor el costo de sobredosis y pérdidas. Es por esto que es importante medirla y entender las diferentes fuentes de variabilidad.

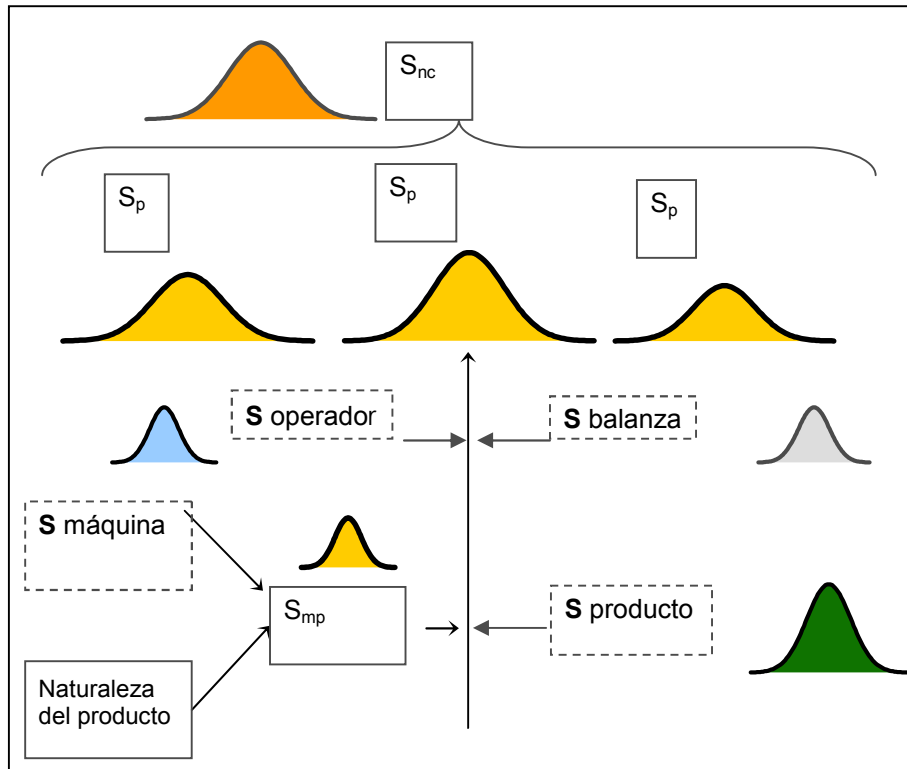
Hay cuatro variabilidades que se pueden controlar para reducir S_{nc} y hay tres variabilidades que se deben monitorear.

Tabla IV. Clasificación de variaciones

| Clasificación | Variabilidad | Descripción |
|---------------------------|----------------|---|
| Variabilidad a controlar | $S_{producto}$ | Variabilidad del producto |
| | $S_{máquina}$ | Variabilidad de máquina de llenado |
| | $S_{balanza}$ | Variabilidad del dispositivo de pesaje |
| | $S_{operador}$ | Variabilidad debido a las operaciones |
| Variabilidad a monitorear | S_{nc} | Variabilidad histórica de producción de lotes |
| | S_p | Variabilidad de una producción de lotes |
| | S_{mp} | Variabilidad de máquina-producto |

Fuente: Instrucción técnica GI-90.555 p.10.

Figura 2. Tipos de variaciones



Fuente: Instrucción técnica GI-90.555 p.10.

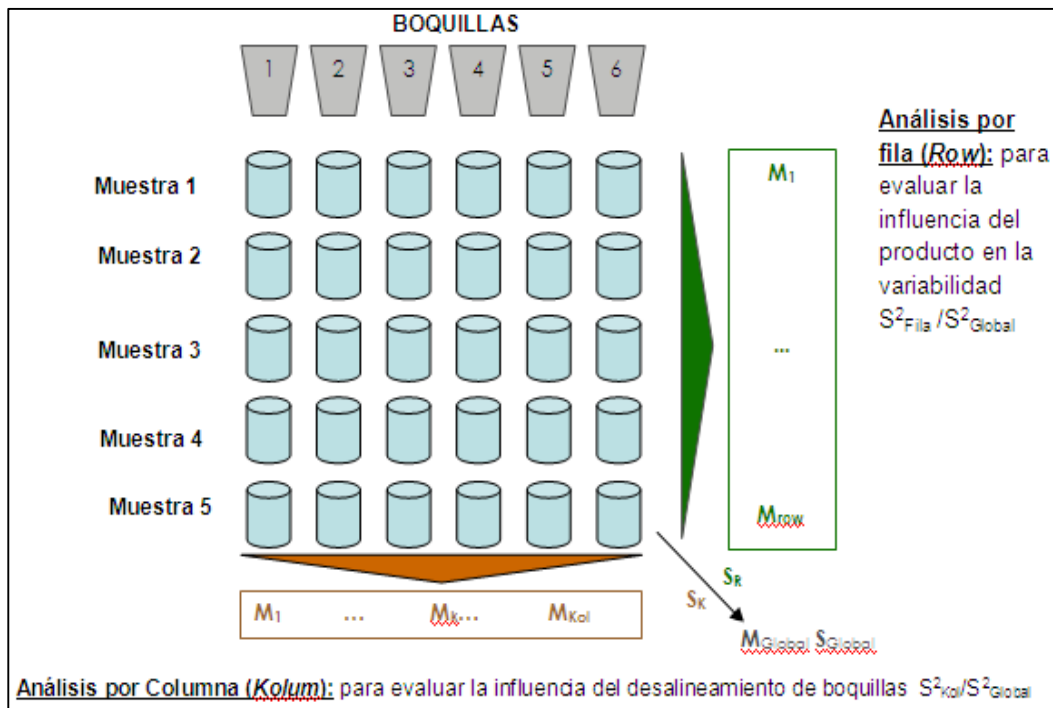
- **Test instantáneo**

Es una herramienta para evaluación y control de la variabilidad máquina-producto. Se aplica solo en llenadoras multi-boquilla para detectar cualquier mala alineación de estas. Se debe realizar al hacer evaluaciones y después de reparaciones importantes y/o mantenimientos a la línea. Se realiza también periódicamente para detectar cambios visibles o incrementos de la variabilidad actual.

La prueba consiste en muestrear unidades de cada boquilla de dosificación por lo menos 3 veces en un periodo corto (2 ó 3 minutos, idealmente de manera consecutiva), respetando el orden de las boquillas y el

de salida de las unidades. Se deben tomar como mínimo 30 muestras en general (mientras menor sea el número de boquillas, mayor el número de muestras a tomar por boquilla). Luego, se calculan promedios y desviaciones estándar por columna y fila, de acuerdo al “método RK” así:

Figura 3. **Procedimiento del test instantáneo**



Fuente: Instrucción técnica GI-90.555 p.36.

Donde:

M_{Global} : promedio de muestras en total

S_{Global} : desviación estándar de todas las muestras

M_{row} : promedio de muestras de una fila r

S_R : desviación estándar de seleccionados calculado por fila

M_{kol} : promedio de muestras por una columna k

S_K : desviación estándar de seleccionados calculado por columna

R: número de muestras (número de filas)

K: número de cabezas (número de columnas)

▪ **Resultados**

Si $S^2_{Row}/S^2_{Global} > 25\%$, significa que la variabilidad de producto es responsable por más del 25% de la variabilidad instantánea global. Se debe repetir el test instantáneo una vez más, si muestra el mismo resultado, investigar el por qué de la variabilidad del producto (recipientes de carga, fluctuación de la densidad, etc.).

Si $S^2_{Kol}/S^2_{Global} > 25\%$, significa que la diferencia entre boquillas es responsable de más del 25% de la variabilidad instantánea global. En otras palabras, significa que las boquillas están mal alineadas.

2.3.2. Calibración de máquina llenadora

Los procesos de llenado son basados en diferentes principios: barreno, cámara de vacío, gravedad, extrusión, moldeo, etc. Las llenadoras pueden estar compuestas de una o varias boquillas (llenadora mono-boquilla o multi-boquilla). También, una máquina puede llenar varios componentes consecutivamente a través de varios pasos. Cualquiera que sea el tipo de llenadora es de suma importancia conocer el dispositivo de ajuste de dosis e identificar cada parámetro que influye y determinar la cantidad de llenado a través de cada boquilla y/o cada paso de llenado.

Como cualquier mecanismo de llenado tiene cierta pérdida, es importante revisar que el dispositivo de ajuste de dosificación garantice la dosis correcta al definirse un parámetro de trabajo. Para poder establecerlo es necesario conocer la cantidad de producto que se deposita en el empaque en cada impulso que tiene el sistema de dosificación. En base a esto, la calibración debe ser realizada para definir:

- El impacto de los impulsos en el ajuste de dosificación
- La linealidad del comportamiento del dispositivo
- La pérdida mecánica del dispositivo de ajuste (S_{AD})

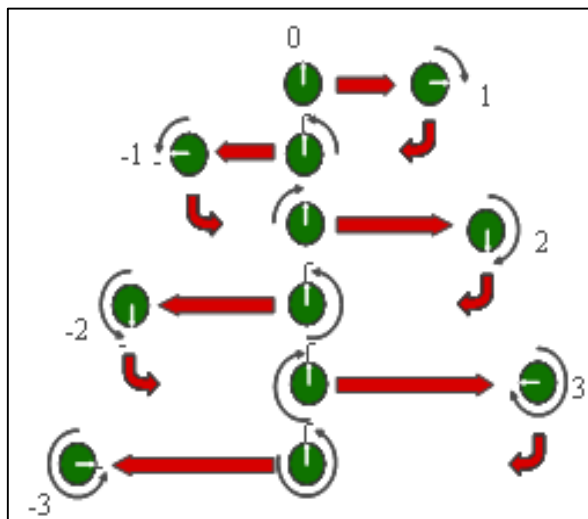
Cada impulso determina la cantidad de dosis para cada posición del dispositivo de ajuste y este debe ser cuantificado. Este valor debe revisarse continuamente y comunicarse a los trabajadores para definir procedimientos operacionales estándar.

Para definir la calibración deben evaluarse todas las boquillas (si es multi-boquilla), y debe hacerse un test individual para cada producto que se trabaja en la línea. Durante la revisión de rutina, debe realizarse evaluando una o dos boquillas, y por categoría de producto (si hay diferencias esperadas).

El proceso de calibración del dispositivo de ajuste (CAD) se realiza primero con un test instantáneo para evaluar la variabilidad máquina – producto (S_{mp}) actual y la influencia que el producto y la máquina tienen sobre ésta. Y seguido se hace una evaluación de los diferentes parámetros de trabajo para establecer su valor.

La calibración es una herramienta que se aplica a todas máquinas para garantizar la linealidad del llenado, para chequear la variabilidad del dispositivo de ajuste y para determinar la cantidad de producto terminado que es dosificado por cada impulso, dentro del rango del parámetro. La prueba consiste en muestrear el producto en cada posición dentro del rango del dispositivo de ajuste de acuerdo a la siguiente secuencia:

Figura 4. **Procedimiento de medición de calibración de dispositivos de ajuste**

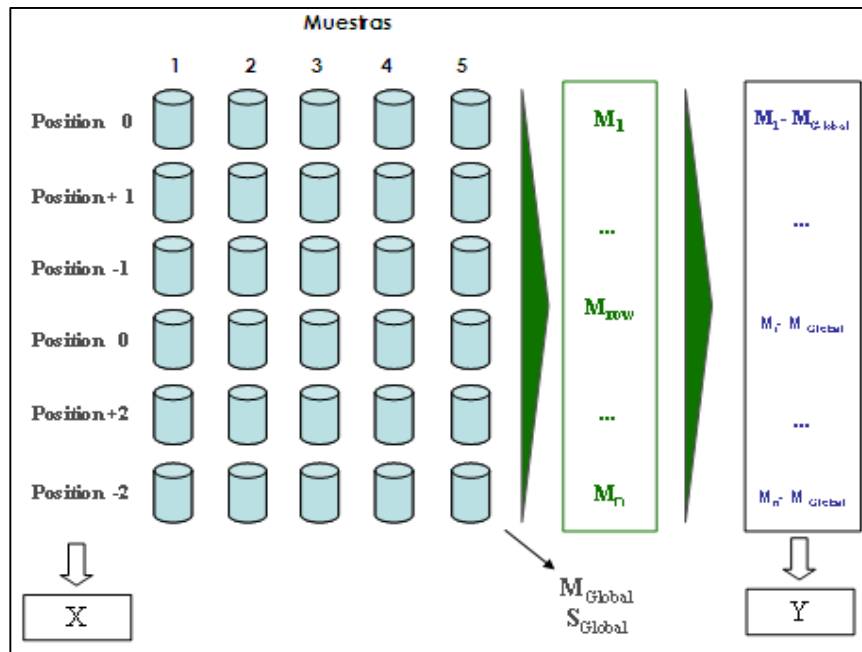


Fuente: Instrucción técnica GI-90.555 p.42.

Esto requiere una clara identificación del dispositivo de ajuste (ejemplo: tamaño de cámara) y graduaciones establecidas para cada posición.

La prueba debe ser corrida en un corto intervalo de tiempo, para evitar lo más posible diferentes fuentes de variabilidad (ejemplo: densidad del polvo). La pérdida en el mecanismo (S_{AD}) se muestra por los valores mayores y menores alternados obtenidos por la posición central.

Figura 5. Calibración de un dispositivo de ajuste



Fuente: Instrucción técnica GI-90.555 p.43.

El proceso CAD consiste en establecer una relación lineal entre la posición del dispositivo de ajuste (X) y las diferencias de peso (Y) calculadas arriba. El análisis de regresión es validado cuando la correlación R^2 es mayor que 0,85 (linealidad válida). El rendimiento de calibración es la cantidad de producto equivalente a un impulso del dispositivo de ajuste, y es dada por la inclinación (pendiente) de la línea de regresión, $Y=aX + b$.

Tabla V. Calibración de dispositivo de ajuste según periodicidad

| | En evaluación | Rutina |
|---------------------------------|--|---|
| Llenadora mono-boquilla | 5 a 10 muestras por posición del dispositivo de ajuste por categoría de producto | 5 a 10 muestras por posición del dispositivo de ajuste por categoría de producto (si se esperan diferencias por producto) |
| Llenadora multi-boquilla | Una muestra por posición del dispositivo de ajuste para todas las boquillas por categoría de producto (si se esperan diferencias por cabeza) | 5 a 10 muestras por posición del dispositivo de ajuste de una boquilla por categoría de producto (si se esperan diferencias por producto) |

Fuente: Instrucción técnica GI-90.555 p.43.

2.3.3. Control de equipo de pesaje

Los equipos de pesaje que se utilicen en el proceso de monitoreo de peso neto deben tener la exactitud precisa para asegurar la confiabilidad de los registros de datos, que serán utilizados para la decisión de liberación de los artículos. Estos datos darán la pauta que demostrará que la producción está dentro de los criterios de cumplimiento exigidos y ofrecidos a los consumidores.

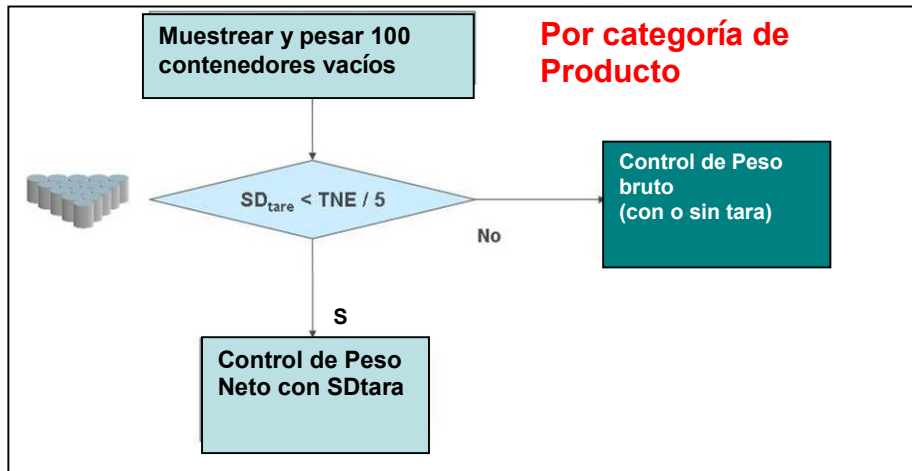
Durante el proceso de llenado, se pueden presentar diferentes situaciones que alteren la exactitud del funcionamiento de la balanza, por lo que esta debe monitorearse a fin de detectar dichas desviaciones y poder realizar los ajustes que la lleven a la condición necesaria para el correcto y seguro registro de datos.

2.3.4. Control de tara

Los controles de pesos del producto se realizan después de que este es empacado, por lo tanto, el peso medido incluye el valor del peso del contenedor vacío. Es por esto que el peso del contenedor vacío debe saberse exactamente y debe ser monitoreado estrictamente para asegurar el valor del peso que se tiene en realidad.

Hacer los controles tomando en cuenta la tara depende de si la variabilidad de la tara (SD_{tara}) es insignificante o no. Para definirse, se requiere un estudio hecho por categoría de producto, o individualmente, por tipo de embalaje, si hay diferencia esperada entre ellos, de la siguiente manera:

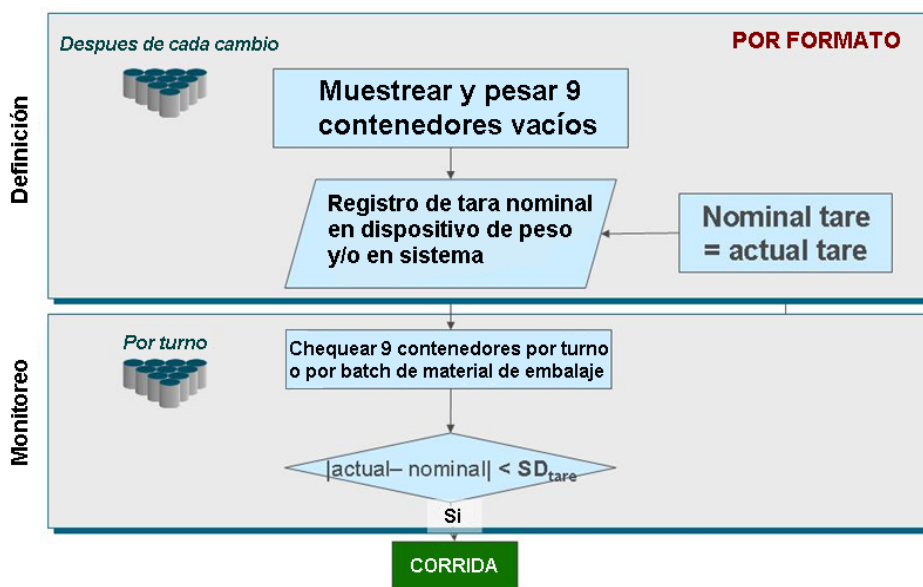
Figura 6. Diagrama de estudio de tara por categoría de producto



Fuente: Instrucción técnica GI-90.553 p.6.

En caso que la variabilidad no sea insignificante (ejemplo: un bote de vidrio), se debe usar un sistema de manejo de peso bruto o de tara individual. En caso que la variación de tara sea insignificante, la tara debe ser manejada por formato, de acuerdo al siguiente esquema de dos pasos:

Figura 7. Diagrama de estudio de tara por formato



Fuente: Instrucción técnica GI-90.553 p.7.

La tara es definida después de un cambio, tomando el promedio de 9 contenedores vacíos (tomados al azar del lote). Este valor debe ser registrado en el sistema de control de pesos. Luego, en cada turno o en cada nuevo lote de material de embalaje, se vuelve a calcular el promedio de 9 contenedores vacíos y es comparado con la tara actual. Si la diferencia es mayor que la SD_{tara} , este se toma como el valor de la nueva tara. El número para verificar ha sido escogido igual a 9 para simplificar el criterio de verificación, ejemplo:

$$|actual - promedio| \leq 3 \frac{SD_{tara}}{\sqrt{9}}$$

Para procesos de empaqueo en cadena, la tara es monitoreada tomando por lo menos 10 empaques individuales vacíos y evaluando un mínimo de 3 cadenas.

El procedimiento de pesado en bruto se aplica para operaciones de llenado con contenedores grandes, donde la variabilidad de tara no puede ser ignorada. Esto consiste en una de las siguientes posibilidades:

- Pesado individual de tara (líneas de baja velocidad)
- Pesar el contenido a una frecuencia dada después de removerlo del empaque (líneas de velocidad normal)
- Pesar los contenedores vacíos automáticamente antes de ser llenados (líneas sofisticadas y de alta velocidad)

2.3.5. Parámetros de control

En cualquier proceso de fabricación no siempre se producen los mismos efectos ya que los elementos que intervienen no siempre funcionan de forma exacta, dando lugar a cierta variabilidad cuyas causas es preciso investigar. La variabilidad de un proceso puede deberse a causas no asignables y a causas

asignables. Las primeras, también llamadas aleatorias son de naturaleza probabilística y forman parte de la variación propia del proceso. Algunas de las razones por las que aparecen estas causas son: variabilidad de la materia prima, variabilidad debida a la maquinaria, distinta eficacia de la mano de obra, etc.

Las causas asignables dan lugar a variaciones irregulares no predecibles, que hay que eliminar y corregir. Son causas cuya naturaleza no es aleatoria y cuando actúan producen efectos que se pueden determinar con certeza y que persisten hasta que se elimine la causa que los produce. El desgaste de la máquina, herramientas en mal estado, etc. son ejemplos de causas asignables.

El uso del control estadístico de procesos lleva implícitas algunas hipótesis que se describen a continuación:

- Una vez que el proceso está en funcionamiento bajo condiciones establecidas, se supone que la variabilidad de los resultados en la medición de una característica de calidad del producto se debe sólo a un sistema de causas aleatorias, que es inherente al proceso en particular;
- El sistema de causas aleatorias que actúa sobre el proceso genera un universo hipotético de observaciones (mediciones) que tiene una distribución normal;
- Cuando aparece alguna causa asignable provocando desviaciones adicionales en los resultados del proceso, se dice que el proceso está fuera de control.

La función del control estadístico de procesos es comprobar en forma permanente si los resultados que van surgiendo de las mediciones están de acuerdo con las dos primeras hipótesis. Si aparecen uno o varios resultados que contradicen, o se oponen a las mismas, es necesario detener el proceso, encontrar las causas por las cuales el proceso se apartó de su funcionamiento habitual y corregirlas.

Cuando se consigue que en un proceso sólo actúen causas no asignables se dice que está bajo control estadístico. Es en esta tarea donde los gráficos de control constituyen una excelente herramienta, pues permiten decidir cuándo hay que intervenir en el proceso para modificar una evolución no deseada. Son una importante herramienta utilizada en control de calidad de procesos. Básicamente, es un diagrama en el cual se representan los valores de algún tipo de medición realizada durante el funcionamiento de un proceso continuo, y que sirve para controlarlo.

Un gráfico de control representa la evolución en el tiempo de una característica de calidad medida a partir de una muestra. En definitiva, un gráfico de control se puede plantear como un contraste de hipótesis en el sentido siguiente:

H0: el proceso se encuentra bajo control estadístico

H1: el proceso se encuentra fuera de control estadístico

La hipótesis nula se puede referir a la media del proceso, a la dispersión del mismo, o bien a la proporción de unidades defectuosas que origina dicho proceso.

Existen diferentes tipos de gráficos, dependiendo del tipo de variable que se desee controlar. Estas pueden ser: variables continuas y variables discretas. Las primeras son aquellas que se mide y dan origen al control por variables, mientras que las segundas son aquellas que se cuentan y dan origen al control por atributos.

Las características de calidad a las que se les denomina variables son todas aquellas que se pueden representar por una cifra (ejemplo: la medida de un perno, la resistencia de resistores de alambre, el contenido de cenizas en carbón, etc.). Los atributos son aquellas características de calidad no mensurables, cuya dimensión en general no se puede representar con una cifra (ejemplo: las imperfecciones visuales de las superficies de los productos, tales como manchas, diferencias de tono, aspectos de una soldadura, etc.)

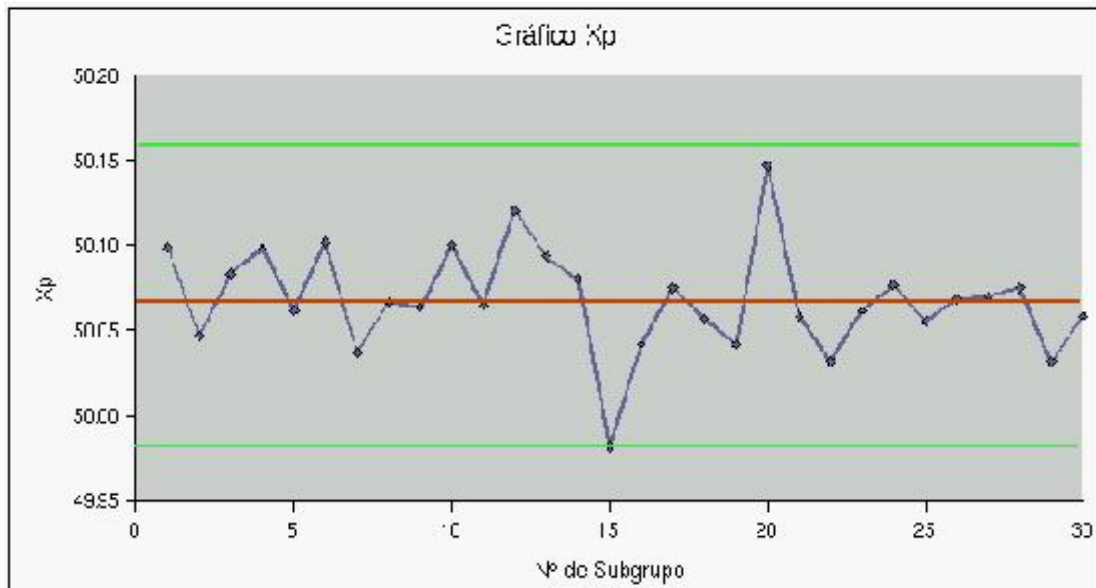
Cuando se mide una característica de calidad que es una variable continua se utilizan en general, los gráficos X-R. Para variables discretas se debe diferenciar si la característica a medir es defecto o artículo defectuoso. En el primer caso se utilizan los gráficos N ó NP, y para el segundo caso los gráficos C o U.

En términos generales para un grafico de control, en el eje horizontal se indica el número de la muestra o el tiempo en que se obtiene, y en el eje vertical se indican los valores observados en las muestras. Se representan tres líneas horizontales:

- Una línea central (LC), que es la norma de calidad prescrita para el proceso.

- Dos líneas horizontales llamadas límite inferior de control (Lci) y límite superior de control (Lcs) que se sitúan por debajo y por encima de la LC.

Figura 8. **Ejemplo de un gráfico de control**



Fuente: <http://www.matematicasyposesia.com.es/Estadist/ManualCPE07p5.htm>.

Estos dos límites constituyen los criterios de decisión para el funcionamiento del proceso, es decir, cuando los puntos correspondientes a las observaciones están dentro de estas líneas se dice que el proceso está bajo control, sin embargo, cuando un punto cae fuera de dichos límites se interpreta como una evidencia de que el proceso está fuera de control.

Existen dos tipos de límites: los límites de control y los límites absolutos. Los límites de control dan indicio que durante el proceso puede estar presentando un problema que requiere de verificación y control para que no pase a mayores. Los límites absolutos indican que se ha dado algún problema que causó que el proceso se saliera de control, o sea, que está fuera de las condiciones establecidas para considerarse que es de buena calidad.

2.3.6. Procedimientos de control

Al momento de implementar el sistema de control, se debe elaborar un procedimiento, en el cual se incluyen todas las actividades y responsabilidades para el cumplimiento de los puntos de control requeridos.

El procedimiento de control de peso neto será un componente del sistema de control de calidad interno, el cual se creará para obtener una información detallada, ordenada y confiable sobre el comportamiento del peso de los artículos; y contendrá todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre las distintas operaciones o actividades que se realizarán durante el monitoreo del peso neto.

2.4. Implementación

A continuación se describe cómo se realizó el proceso de implementación de los puntos requeridos para establecer el método de control del peso neto, que se mencionaron anteriormente.

2.4.1. Cálculo de peso objetivo

Como prerrequisito mínimo, el peso neto de un lote de producto terminado debe ser distribuido de acuerdo a una distribución normal centrada en el promedio del lote. Es por esto que, antes que nada, se debe calcular una referencia de variabilidad de llenado global (S_{nc}).

2.4.1.1. Cálculo con base en datos históricos

Para calcular el peso objetivo se utilizaron datos de pesos registrados en el sistema *Free Weigh*, de 30 lotes producidos durante los meses de febrero y marzo de 2009.

Tabla VI. Datos históricos de peso promedio por lote

| No. | Fecha de producción | No. lote | Total de muestras del lote | Peso promedio del lote | SD promedio del lote |
|-----------------|---------------------|----------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 03/02/09 | 90340226 | 33 | 10,968 | 0,829 |
| 2 | 04/02/09 | 90350226 | 49 | 10,386 | 0,720 |
| 3 | 05/02/09 | 90360226 | 52 | 10,330 | 0,746 |
| 4 | 06/02/09 | 90370226 | 39 | 10,362 | 0,859 |
| 5 | 11/02/09 | 90420226 | 46 | 10,732 | 0,732 |
| 6 | 12/02/09 | 90430226 | 42 | 10,547 | 0,844 |
| 7 | 13/02/09 | 90440226 | 27 | 10,396 | 0,921 |
| 8 | 16/02/09 | 90470226 | 48 | 10,622 | 0,789 |
| 9 | 17/02/09 | 90480226 | 37 | 10,287 | 0,698 |
| 10 | 18/02/09 | 90490226 | 41 | 10,533 | 0,749 |
| 11 | 19/02/09 | 90500226 | 33 | 10,463 | 0,732 |
| 12 | 25/02/09 | 90560226 | 46 | 10,438 | 0,771 |
| 13 | 26/02/09 | 90570226 | 27 | 10,395 | 0,814 |
| 14 | 27/02/09 | 90580226 | 53 | 10,372 | 0,834 |
| 15 | 02/03/09 | 90610226 | 27 | 10,683 | 0,891 |
| 16 | 03/03/09 | 90620226 | 24 | 10,911 | 0,739 |
| 17 | 04/03/09 | 90630226 | 36 | 10,752 | 0,891 |
| 18 | 05/03/09 | 90640226 | 31 | 10,886 | 0,800 |
| 19 | 06/03/09 | 90650226 | 38 | 10,564 | 0,905 |
| 20 | 09/03/09 | 90680226 | 27 | 10,677 | 0,777 |
| 21 | 10/03/09 | 90690226 | 40 | 10,591 | 0,796 |
| 22 | 11/03/09 | 90700226 | 35 | 10,557 | 0,833 |
| 23 | 18/03/09 | 90770226 | 48 | 10,708 | 0,901 |
| 24 | 19/03/09 | 90780226 | 36 | 10,503 | 0,815 |
| 25 | 20/03/09 | 90790226 | 41 | 10,488 | 0,823 |
| 26 | 23/03/09 | 90820226 | 44 | 10,553 | 0,822 |
| 27 | 24/03/09 | 90830226 | 52 | 10,373 | 0,865 |
| 28 | 25/03/09 | 90840226 | 24 | 10,489 | 0,820 |
| 29 | 26/03/09 | 90850226 | 32 | 10,549 | 0,774 |
| 30 | 27/03/09 | 90860226 | 38 | 10,477 | 0,820 |
| Promedio | | | 1146 | 10,553 | 0,810 |

Fuente: elaboración propia.

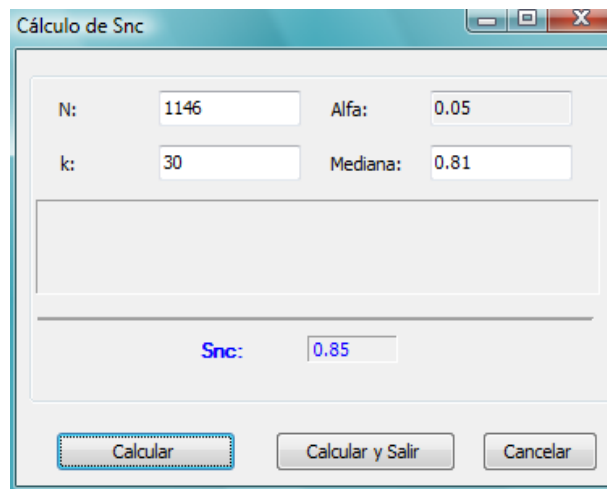
- Paso 1: definir el peso neto declarado (E)

El producto a evaluar es el consomé de pollo en formato de tiras. Para este caso especial de empaque, se toma el peso individual de cada sobre, por lo que el peso declarado es 10 gramos.

- Paso 2: definir la variabilidad del llenado (Snc)

Al hacer el cálculo en Q-Stat.Net, se obtuvo un valor de 0,85.

Figura 9. **Cálculo de desviación histórica**



| | | | |
|--|------|----------|------|
| N: | 1146 | Alfa: | 0.05 |
| k: | 30 | Mediana: | 0.81 |
| | | | |
| Snc: 0.85 | | | |
| Calcular Calcular y Salir Cancelar | | | |

Fuente: imagen del programa Q-Stat.Net (Nestlé).

- Paso 3: escoger legislación

Este producto va a toda Centroamérica (no Panamá), por ende, se evaluará en base al Reglamento Técnico Centroamericano No. RTCA 01.01.11:06, en el cual se identificó el requerimiento No. 1: el peso promedio debe ser mayor o igual al peso declarado, y el requerimiento legal No. 2: porcentaje máximo de unidades por debajo del límite de control inferior.

- Paso 4: Calcular el valor de peso objetivo

Utilizando la herramienta TNC.Net para hacer el cálculo, se obtuvo el siguiente resultado:

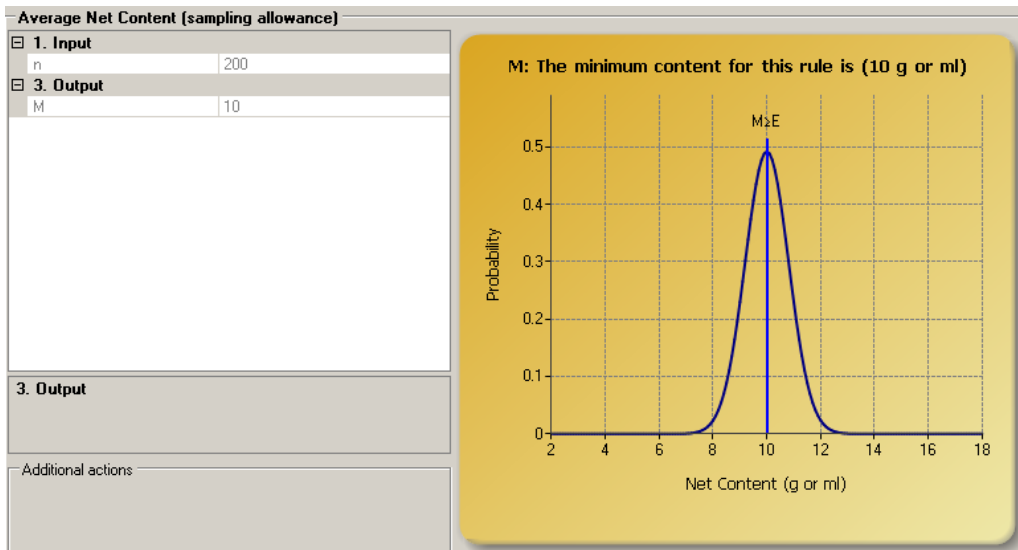
Figura 10. **Cálculo de peso objetivo con base en datos históricos**

Fuente: imagen del programa Q-Stat.Net (Nestlé).

El peso objetivo es 10,85 gramos, evaluando respecto de los siguientes requerimientos legales que aplica dicha ley, y tomando el resultado mayor de ellos:

- “El peso promedio debe ser mayor o igual al peso declarado.”

Figura 11. **Gráfico cumplimiento de requerimiento legal 1**



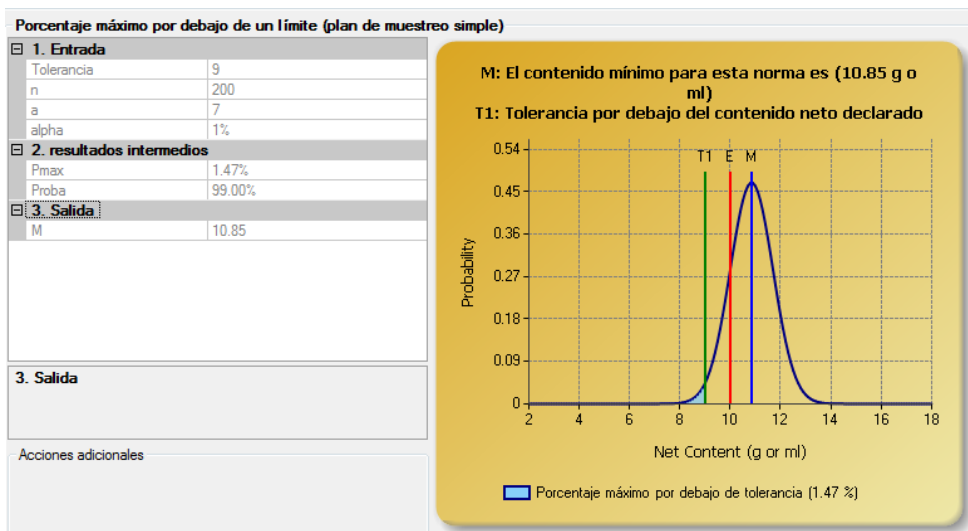
Fuente: imagen del programa Q-Stat.Net (Nestlé).

Bajo este criterio, el peso objetivo debe ser 10 gramos.

- “Porcentaje máximo de unidades por debajo del límite de control inferior.”

Bajo este requerimiento, se indica la tolerancia por debajo del peso declarado, igual a 9 gramos, y el porcentaje máximo de unidades por debajo de dicha tolerancia que representa el 1.47%. El peso objetivo calculado es 10,85 gramos.

Figura 12. **Gráfico de cumplimiento de requerimiento legal 2**



Fuente: imagen del programa Q-Stat.Net (Nestlé).

Considerando que el peso neto declarado es 10 gramos, el peso objetivo resultante indica que se debe sobredosificar cada unidad en un 8.5%, un valor alto para los costos definidos para el producto.

2.4.1.2. Análisis de variación

Como se mencionó, el peso objetivo resultante tiene un valor muy alto para los estándares de costos designados. Este valor se ve afectado por la desviación estándar histórica obtenida. Si se considera que el formato de trabajo de este producto es de solo 10 gramos, una desviación estándar histórica igual a 0.85 es demasiado alta e implica mucha sobredosificación.

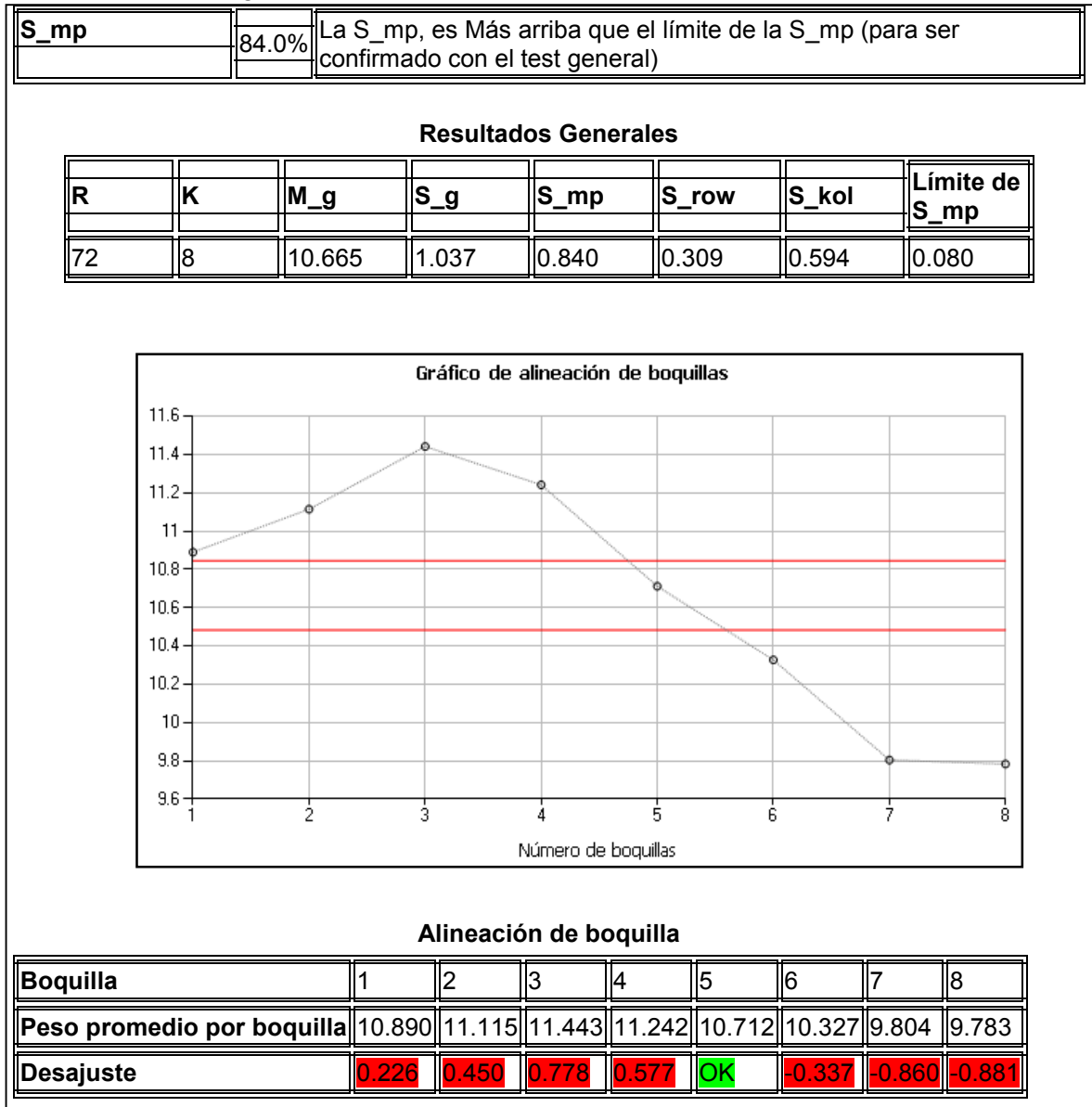
2.4.1.2.1. Test Instantáneo

Se realizó un test instantáneo en la línea, evaluando todo lo producido durante un minuto de trabajo. Se ingresaron los datos al sistema Q-Stat.Net y se obtuvo el siguiente reporte de resultados:

Figura 13. Resultados de test instantáneo

| Método RK - Test Instantáneo | | | |
|---|-------------------------|--|--------------------------------------|
| Información de llenadora y producto | | | |
| Nombre del producto | CONSOMÉ DE POLLO | | |
| Categoría de producto | 06 AMBIENT CULINARY PRO | Grupo de producto | 06071 <i>Deh.Bouill/Seas/Cond</i> |
| Línea de producción | IMAR 1 | Número de producto | 11296001 |
| Fabricante de llenadora | IMAR | Información de la máquina llenadora | Multi-boquilla |
| Conclusión | | | |
| Resumen ejecutivo: la máquina dosificadora está bien y puede ser usada. | | | |
| Influencia del producto | 8.9% | | |
| Influencia de la cabeza | 32.9% | Las cabezas dosificadoras están desalineadas: re-alinear las boquillas de acuerdo al análisis por columna. | |

Continuación de figura 13.



Fuente: imagen del programa Q-Stat.Net (Nestlé).

Conclusión del test instantáneo

En el reporte final se observa que la variación está influenciada en un 32.9% por la máquina (puede corroborarse al ver que la desviación estándar de máquina – producto reflejada es de 0,84, y en el análisis de alineación de boquillas, que indica que 7 de las 8 están fuera del rango de alineación),

mientras que el producto interviene solo en un 8.9%. Con esto se concluye que es la máquina la que necesita intervención para controlar la variación de la dosificación de consomé de pollo.

2.4.1.2.2. Reducción de variación

Como demostró el test instantáneo, la variación está mayormente influenciada por la máquina llenadora. Para escoger los aspectos a evaluar para reducir la variación se convocó a una reunión con personal involucrado en el funcionamiento de la línea. Se incluyó a maquinistas, mecánicos, analista de pérdidas y al jefe del departamento técnico, quienes tienen amplio conocimiento de la línea de empaque y proporcionaron los temas considerados más influyentes en el proceso de dosificación. En consenso, se llegaron a establecer los siguientes puntos de enfoque para reducir la variación de la máquina:

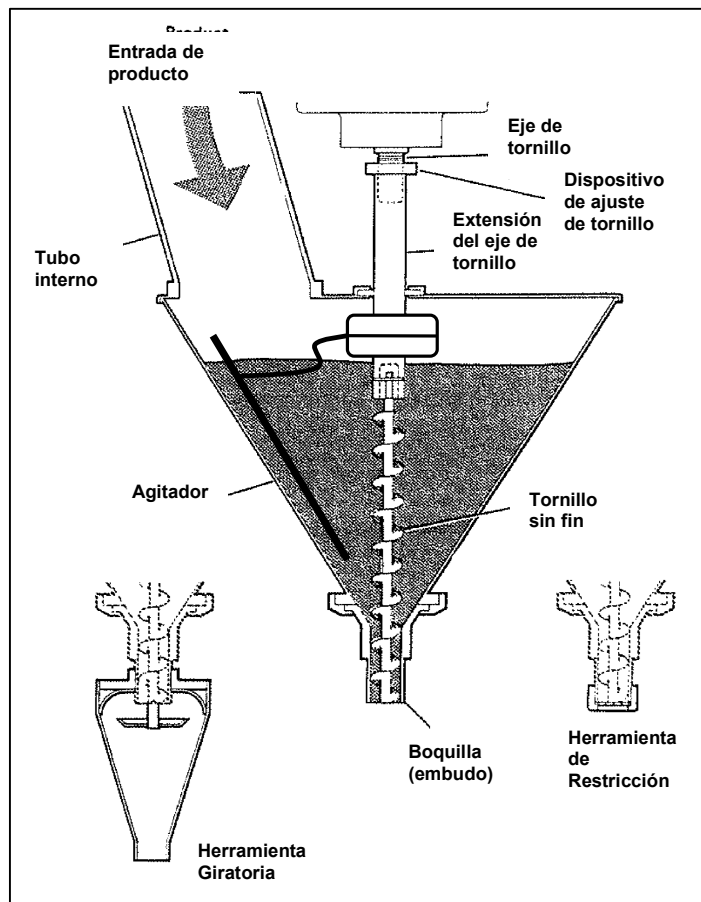
- Cambio de tornillo dosificador
- Temperatura de boquillas
- Cambio de agitadores
- Cambio de regleta de paso
- Tamiz en silo de línea

Cambio de tornillo dosificador

Se hizo un análisis de los sistemas dosificadores de tres líneas de consomé: IMAR 1, IMAR 2 y Klockner 1, para compararlos y detectar aspectos que puedan resultar beneficiosos entre ellos, ya que las tres líneas utilizan el sistema de tornillo para dosificar, en una manera distinta.

Se escogió la línea Klockner 1 debido a que esta presenta un comportamiento respecto del peso neto bastante estable (peso promedio 10,06g) y una desviación estándar de 0,105 para consomé de pollo. Su sistema de dosificación es tipo tornillo sin fin, dentro de un cono para almacenaje de masa.

Figura 14. Sistema dosificador línea Klöckner



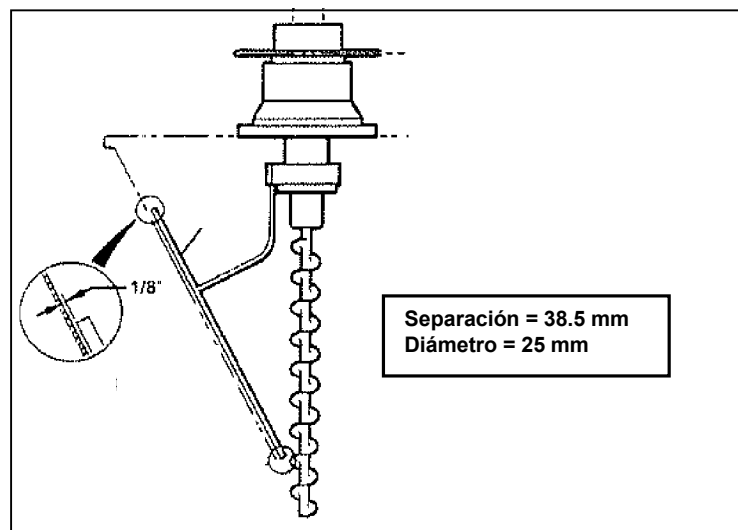
Fuente: Manual de servicio Klöckner Bartel p. 35.

El tipo de sistema de tornillo da la precisión necesaria para dispensar la cantidad de producto deseada. El producto entra en la tolva en forma de cono a través del tubo de entrada. El tornillo se adjunta a una extensión del eje de inmersión en la parte superior. La parte inferior del tornillo se acopla en un embudo conectado a la parte inferior de la tolva (boquilla dosificadora). Cuando

gira el tornillo, las hojas de este empujan el producto hacia abajo a través de la boquilla.

Las herramientas utilizadas para dispensar los productos pueden ser de dos tipos: 1– herramienta giratoria (*spinner*), utilizadas para los productos de flujo libre (azúcar, café molido), o 2– herramienta de restricción de paso (*restrictor*), utilizada para los productos que no fluyen libremente (polvos grasosos, o compactos). En fábrica, las líneas utilizan la herramienta de restricción, que da mayor exactitud según el tipo de producto. Se tomó la medida de apertura del tornillo dosificador y su diámetro.

Figura 15. **Tornillo dosificador línea Klöckner**



Fuente: Manual de servicio Klöckner Bartelt p. 38.

Para líneas IMAR 1 e IMAR 2, el sistema de dosificación es el mismo: husillo de control individual para cada boquilla. Cada tornillo está conectado a la tolva de recepción de material, la cual cuenta con una regleta de restricción que se abre y cierra para evitar el paso de gran cantidad de producto. El tornillo está ajustado dentro de un tubo donde se conecta cada boquilla, para dosificar cada

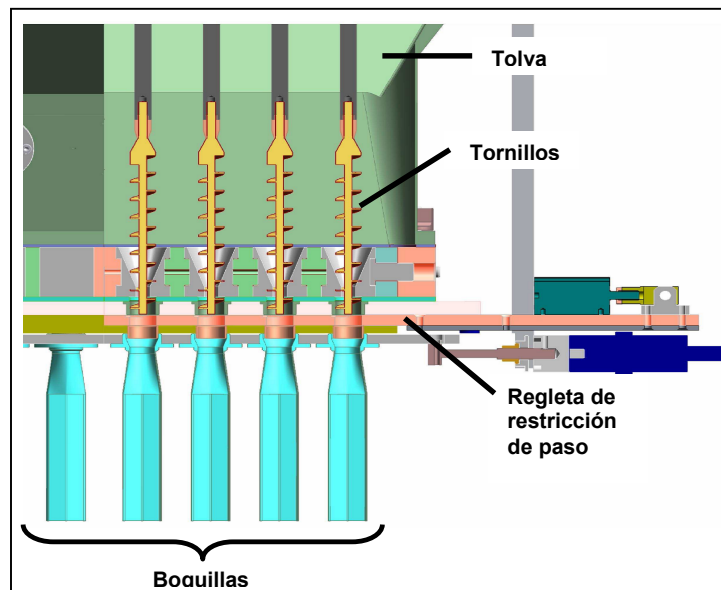
sobre. Al girar, el tornillo distribuye el producto hacia abajo, depositando la cantidad requerida en cada sobre.

Figura 16. **Vista exterior de tolva y tornillos**



Fuente: fotografía de máquina real.

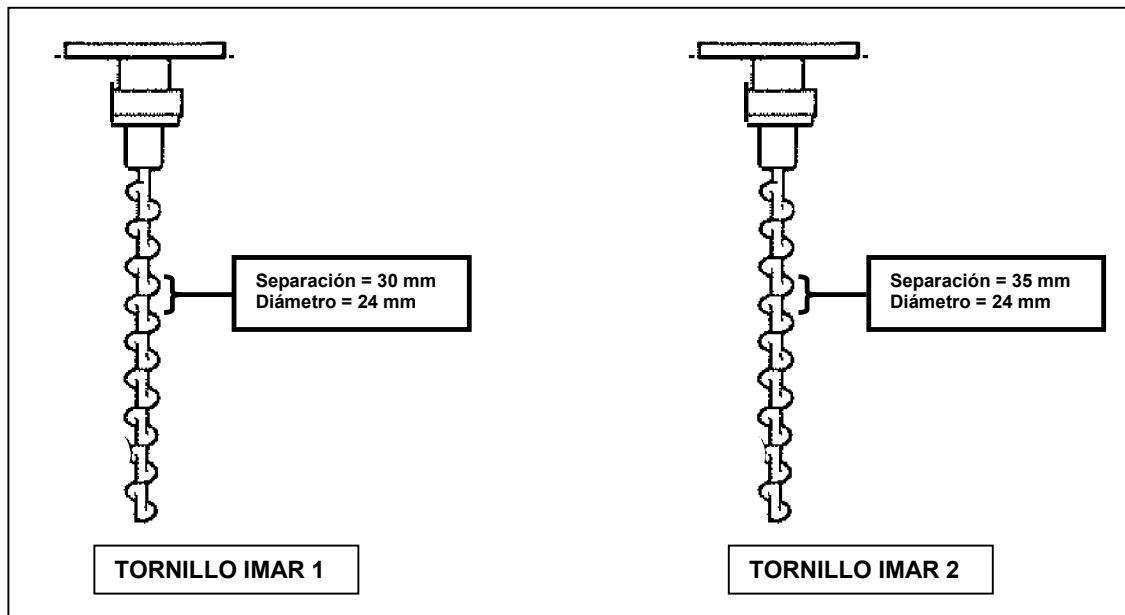
Figura 17. **Vista interior de tolva y tornillos**



Fuente: manual descriptivo IMAR.

La diferencia del sistema dosificador encontrada entre las líneas fue el tamaño de apertura del tornillo, que al medirse resultaron las siguientes:

Figura 18. **Medidas de tornillo dosificador para líneas IMAR 1 y 2**



Fuente: manual descriptivo IMAR.

Al ver que el diámetro de los tornillos de las tres líneas es aproximadamente el mismo, se descartó este punto.

En cuanto al tamaño de apertura de paso del tornillo, si se encontró que es significativamente diferente entre los tres. El paso de IMAR 1 es el de menor tamaño, y comparando que la línea Klockner tiene menos variación en cuanto a peso, se decidió evaluar el comportamiento del peso en IMAR 1 utilizando tornillos de paso más amplio.

Se hicieron 2 tornillos de material derlin, con separación de 37 mm (punto medio entre los tamaños de los otros diferentes tornillos) para validar su funcionalidad y su efectividad en la dosificación.

Se hicieron pruebas colocando los tornillos en diferentes boquillas, y se tomaron 10 pesos a lo largo de un turno cada vez. Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla VII. **Resultado de uso de tornillos de prueba en boquillas 1 y 8**

| | Boquilla 1 | Boquilla 8 |
|------------------|-------------------|-------------------|
| Peso prom | 10,572g | 10,714g |
| SD | 0,605 | 0,647 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Resultado de uso de tornillos de prueba en boquillas 2 y 7**

| | Boquilla 2 | Boquilla 7 |
|------------------|-------------------|-------------------|
| Peso prom | 10,755g | 10,866g |
| SD | 0,623 | 0,641 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Resultado de uso de tornillos de prueba en boquillas 3 y 6**

| | Boquilla 3 | Boquilla 6 |
|------------------|-------------------|-------------------|
| Peso prom | 10,819g | 10,738g |
| SD | 0,667 | 0,615 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Resultado de uso de tornillos de prueba en boquillas 4 y 5**

| | Boquilla 4 | Boquilla 5 |
|------------------|-------------------|-------------------|
| Peso prom | 10,681g | 10,700g |
| SD | 0,607 | 0,614 |

Fuente: elaboración propia.

Puede observarse que los valores de desviación estándar de cada boquilla son menores. En valor promediado, resultan:

Tabla XI. **Resultado de uso de tornillos de prueba**

| | Valor promedio |
|-------------|----------------|
| Peso | 10,731g |
| SD | 0,627 |

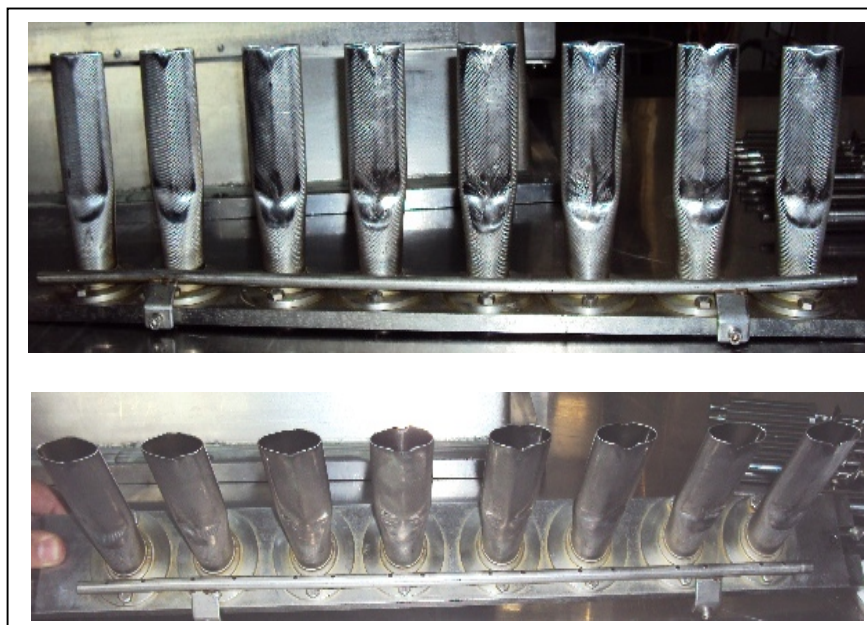
Fuente: elaboración propia.

Se observa que la desviación estándar disminuyó en 22.6%. Por lo tanto, es válido el uso de tornillos dosificadores con paso mayor para reducir la variación del peso neto de consomé en IMAR 1.

Temperatura de boquillas

Las boquillas juegan un papel importante en cuanto a la dosificación, pues es el último punto donde pasa el producto en el sistema de la línea de empaque.

Figura 19. **Vista de las boquillas dosificadoras**



Fuente: fotografía de máquina real.

Las boquillas son de acero inoxidable y de salida angosta. Por la localización que tienen dentro de la empacadora, están propensas a absorber el calor que emiten las selladoras del papel laminado a lo largo del turno de trabajo. Esto puede provocar que la grasa que contiene el consomé se derrita y se funda, quedándose pegada en la parte interna de las boquillas, obstruyendo el paso del polvo al irse formando capas, y que luego pueden caer dentro de otro sobre debido al mismo paso del producto, alterando así la dosificación.

Ya que el área donde está situada la línea está climatizada con aire acondicionado, cuando la máquina está parada las boquillas tienen una temperatura regular promedio de 24°C. Para comparar la temperatura durante el proceso se hicieron 10 mediciones, a diferentes horas y en varios turnos y se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla XII. **Muestras de temperatura de boquillas**

| Valores de temperatura de boquillas IMAR 1 (en °C) | | | | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Lectura | Boquilla 1 | Boquilla 2 | Boquilla 3 | Boquilla 4 | Boquilla 5 | Boquilla 6 | Boquilla 7 | Boquilla 8 |
| 1 | 58,7 | 58,2 | 57,9 | 58,6 | 59,6 | 58,3 | 59,9 | 58,7 |
| 2 | 59,6 | 57,6 | 59,4 | 59,7 | 59,2 | 58,9 | 59,4 | 59,4 |
| 3 | 59,3 | 59,2 | 58,6 | 57,1 | 60,4 | 59,3 | 59,7 | 59,1 |
| 4 | 58,5 | 60,5 | 60,3 | 62,1 | 61,7 | 59,7 | 60,7 | 58,3 |
| 5 | 59,9 | 60,8 | 60,8 | 60,8 | 60,3 | 60,2 | 60,2 | 60,2 |
| 6 | 59,3 | 59,8 | 61,4 | 60,4 | 60,8 | 60,1 | 60,4 | 59,6 |
| 7 | 59,2 | 60,2 | 61,3 | 61,1 | 61,5 | 61,3 | 61,0 | 59,3 |
| 8 | 58,7 | 61,9 | 59,7 | 60,2 | 59,9 | 60,7 | 59,8 | 58,8 |
| 9 | 58,9 | 58,3 | 59,9 | 58,8 | 60,2 | 58,9 | 59,3 | 59,0 |
| 10 | 59,4 | 59,1 | 58,7 | 59,3 | 59,6 | 59,3 | 59,7 | 59,3 |
| Promedio | 59,15 | 59,56 | 59,8 | 59,81 | 60,32 | 59,67 | 60,01 | 59,17 |

Fuente: elaboración propia.

La temperatura promedio de las boquillas es de 59,68° centígrados, por lo que se puede denotar que si absorben el calor, pues son rodeadas por selladoras verticales en ambos lados, (a excepción de las boquillas 1 y 8 que son las de las orillas) y estas trabajan a temperaturas de entre 70 y 75° centígrados.

Se sabe que la temperatura a la cual la grasa que contiene el consomé de pollo empieza a derretirse está en un rango de entre 52 y 54 grados centígrados, por ello se consulto al respecto al jefe de mantenimiento del departamento técnico, así como a los mecánicos responsables de la empacadora, y ambos coincidieron en que, debido a la velocidad a la cual pasa el producto dentro de las boquillas es poco probable que la grasa del producto se derrita dentro de las boquillas.

Dicha información fue confirmada con los maquinistas, quienes aseguran que cuando se realiza la limpieza en la línea, las boquillas rara vez resultan con algún grumo pegado en las paredes internas. Esto puede suceder dependiendo de las condiciones de las masas del consomé, pues si el mezclado no es realizado correctamente, como manda la receta, puede que el granulo de grasa no se revuelva bien y quede muy grande, dando mayor posibilidad que este sí quede fundido dentro de la boquilla.

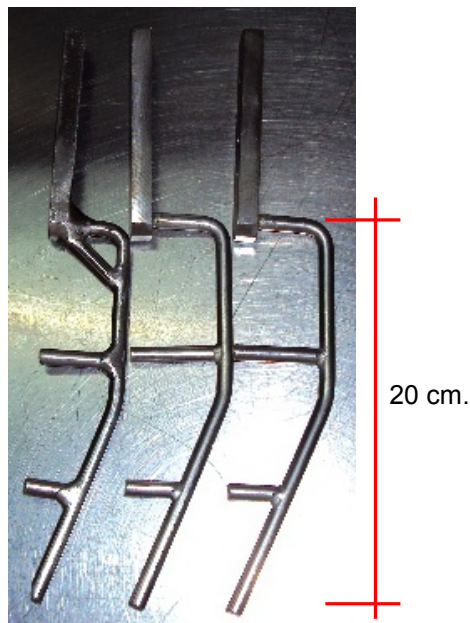
De cualquier forma, es una situación que no sucede muy a menudo, según palabras de los involucrados directos, por lo que queda demostrado que el calor que absorben las boquillas no es un punto relevante que pueda afectar la dosificación del producto. Por lo tanto, este factor queda descartado para la evaluación de la reducción de la variación del peso.

Cambio de agitadores

Como parte de los ajustes ideados para el sistema de dosificación de la máquina se decidió también el cambio en el diseño de los agitadores de la tolva, para hacerlos más efectivos. Los agitadores van insertos dentro de la tolva de recepción de masa, y su función es darle movimiento al producto para que este no se quede acumulado alrededor de los agujeros de los tornillos dosificadores.

Tienen un diámetro de medio centímetro, son de cuerpo redondo y su altura es de 20 cm. Los agitadores se programan de forma grupal, escogiendo la dirección y la cantidad de vueltas hacia el lado que se desea.

Figura 20. **Agitadores de masa**



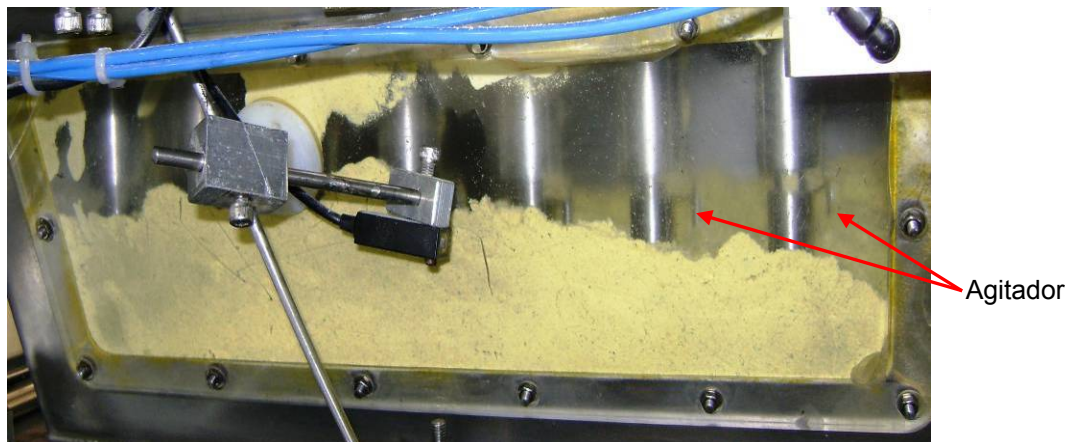
Fuente: fotografía de máquina real.

Se decidió rediseñarlos debido a la consistencia del consomé de pollo, que requiere más fuerza y más cuerpo de empuje. También para llegar a ciertos

puntos ciegos dentro de la tolva donde se quedaba producto acumulado. Los nuevos agitadores se hicieron con el cuerpo aplanado, se quitaron las barras horizontales del centro del cuerpo y a los agitadores centrales se les aumento el largo 2 cm. para que alcanzaran el material hasta el fondo de la tolva. En cuanto a los agitadores de los extremos no es posible aumentarles largo porque toparían con las paredes laterales de la tolva.

Con esto se logró una mejor distribución del producto dentro de la tolva, para que se mantuviera similar cantidad de masa a lo largo de la misma y así evitar dificultades de dosificación por falta o exceso de abastecimiento de consomé en cada conducto.

Figura 21. **Vista interna de tolva**



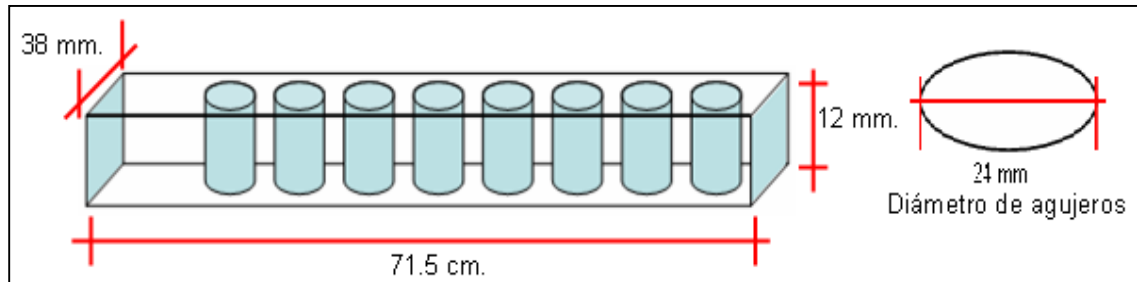
Fuente: fotografía de máquina real.

Cambio de regleta de paso

Como se menciona con anterioridad, dentro del sistema de dosificación se tiene una regleta de paso que se abre y cierra para controlar la cantidad de producto al dosificar. Está localizada entre el punto final de los tornillos y el inicio de las boquillas. El diseño original es un rectángulo de plástico relleno,

con 8 agujeros que forman un cilindro que le dan paso al producto, los cuales están conectados a nivel con las entradas de cada boquilla. Tiene las siguientes dimensiones:

Figura 22. **Dimensiones de regleta de paso**



Fuente: elaboración propia.

El problema detectado con esta regleta es que durante el movimiento se quedaba producto acumulado dentro de los cilindros de paso, por lo que ocurría contaminación en el sellado del sobre, contaminación en el sistema interno de la máquina y principalmente, variación en la dosificación porque el consomé que se quedaba dentro, al momento que la regleta regresaba al espacio vacío hacia la boquilla, caía junto con la dosis siguiente, suministrando mayor cantidad que la definida en el parámetro, provocando desviación de pesos pues la masa acumulada variaba cada vez.

Al hacer el cambio de regleta, se diseñó con la idea de eliminar los cilindros para evitar que el producto quede depositado ahí. Para esto se elaboró una nueva regleta de paso, del mismo material, con las mismas dimensiones exteriores, pero con la diferencia que se quitó el relleno interior, dejándolo en forma de u inversa y con una altura interna en el área de los agujeros de 1 mm. Además se aumentó la altura de las entradas de las boquillas para que siguieran conectadas a nivel con la regleta y no dejar espacios vacíos en el paso del producto.

Figura 23. **Diseño de regleta nueva**



Fuente: elaboración propia.

Así se eliminó el problema de acumulación de producto dentro de la regleta evitando la contaminación del sellado del sobre individual y el desperdicio provocado por la contaminación del sistema interno de sellados. Así también se evitó la variación de dosificación por excesos de consomé acumulado.

Tamiz en silo de línea

Para mantener la homogeneidad en la consistencia del consomé, eliminar grumos y reducir las bolas de grasa, se colocó un tamiz en la parte inicial de la tolva de abastecimiento de masa. El tamiz, que tiene una apertura (mesh) de 15 mm, cumple su función gracias al movimiento que le provoca el vibrador de silo que es quien precipita la masa hacia la tolva. Esto contribuye a reducir los grumos y aglomeraciones de producto que al depositarse en los sobres, alteran el peso de los mismos, causando gran variación. Además también ayudan a que no hayan bolas de grasa que puedan fundirse en las boquillas (punto a. de esta sección) y que no se tapen las salidas de estas.

- **Evaluación de resultados**

Después de realizar todas las acciones anteriores se evaluó en conjunto si se había tenido algún efecto en la variación del comportamiento del peso del consomé. Para ello se tomaron los datos registrados en el sistema de las

muestras de los 30 lotes de producción siguientes y se obtuvieron los siguientes datos:

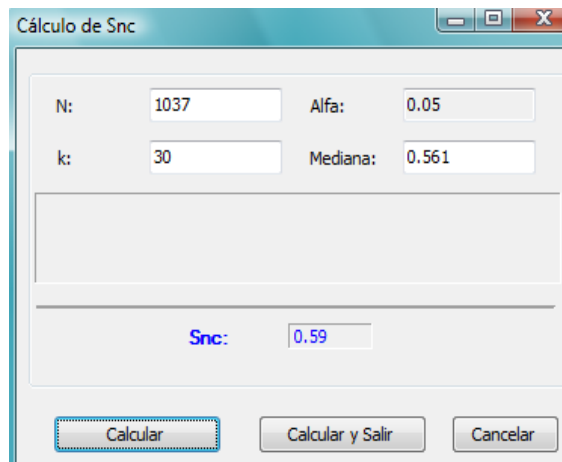
Tabla XIII. **Muestras de pesos promedio de los últimos lotes**

| No. | Fecha de producción | No. lote | Total de muestras del lote | Peso promedio del lote | SD promedio del lote |
|-----------------|---------------------|----------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 04/05/2009 | 91240226 | 25 | 10,421 | 0,582 |
| 2 | 05/05/2009 | 91250226 | 37 | 10,345 | 0,533 |
| 3 | 06/05/2009 | 91260226 | 36 | 10,318 | 0,518 |
| 4 | 07/05/2009 | 91270226 | 24 | 10,326 | 0,542 |
| 5 | 13/05/2009 | 91340226 | 29 | 10,417 | 0,569 |
| 6 | 14/05/2009 | 91350226 | 21 | 10,283 | 0,564 |
| 7 | 15/05/2009 | 91360226 | 47 | 10,274 | 0,594 |
| 8 | 16/05/2009 | 91370226 | 27 | 10,415 | 0,571 |
| 9 | 18/05/2009 | 91390226 | 41 | 10,393 | 0,538 |
| 10 | 19/05/2009 | 91400226 | 33 | 10,335 | 0,562 |
| 11 | 20/05/2009 | 91410226 | 46 | 10,362 | 0,547 |
| 12 | 21/05/2009 | 91420226 | 29 | 10,327 | 0,587 |
| 13 | 22/05/2009 | 91430226 | 44 | 10,331 | 0,575 |
| 14 | 26/05/2009 | 91470226 | 51 | 10,401 | 0,539 |
| 15 | 27/05/2009 | 91480226 | 47 | 10,288 | 0,593 |
| 16 | 28/05/2009 | 91490226 | 34 | 10,547 | 0,573 |
| 17 | 29/05/2009 | 91500226 | 26 | 10,297 | 0,554 |
| 18 | 30/05/2009 | 91510226 | 30 | 10,338 | 0,582 |
| 19 | 01/06/2009 | 91520226 | 53 | 10,542 | 0,544 |
| 20 | 02/06/2009 | 91530226 | 26 | 10,487 | 0,562 |
| 21 | 03/06/2009 | 91540226 | 44 | 10,438 | 0,579 |
| 22 | 04/06/2009 | 91550226 | 28 | 10,271 | 0,524 |
| 23 | 08/06/2009 | 91590226 | 20 | 10,186 | 0,563 |
| 24 | 09/06/2009 | 91600226 | 35 | 10,315 | 0,548 |
| 25 | 10/06/2009 | 91610226 | 42 | 10,256 | 0,572 |
| 26 | 11/06/2009 | 91620226 | 57 | 10,304 | 0,589 |
| 27 | 12/06/2009 | 91630226 | 31 | 10,394 | 0,539 |
| 28 | 15/06/2009 | 91660226 | 28 | 10,326 | 0,566 |
| 29 | 16/06/2009 | 91670226 | 26 | 10,411 | 0,597 |
| 30 | 17/06/2009 | 91680229 | 20 | 10,269 | 0,527 |
| Promedio | | | 1037 | 10,354 | 0,561 |

Fuente: elaboración propia.

Se calculó la variación histórica, obteniéndose un valor de 0,59.

Figura 24. **Cálculo de desviación estándar**



| Variable | Valor |
|----------|-------|
| N: | 1037 |
| Alfa: | 0.05 |
| k: | 30 |
| Mediana: | 0.561 |
| Snc: | 0.59 |

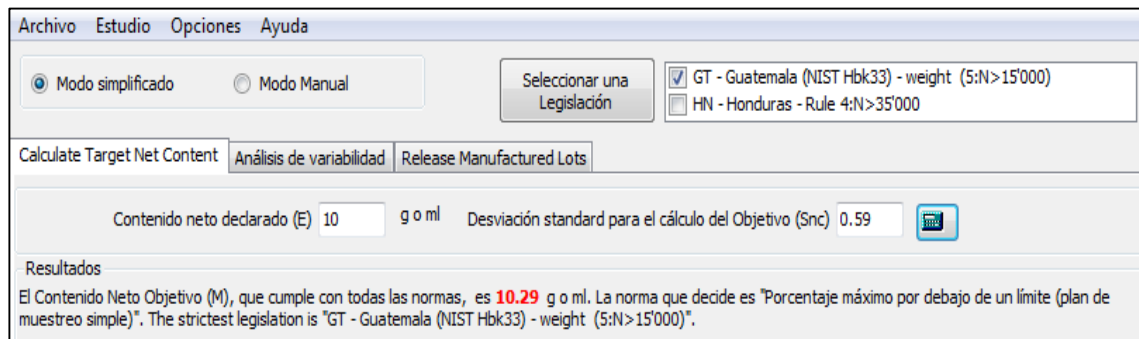
Fuente: imagen del programa Q-Stat.Net.

Esto significa que el conjunto de acciones tomadas dieron el resultado esperado: se logró reducir en un porcentaje (30.6%) la variación en el comportamiento del peso del consomé de pollo, en comparación con el valor de la desviación estándar histórico equivalente a 0,85. Además también puede notarse que el peso promedio de las muestras también fue más bajo, de 10,553g a 10,354g, con lo que se confirma que la variación y la sobredosificación del producto se ha controlado en un cierto porcentaje.

2.4.1.3. Re-cálculo de peso objetivo

Al reducir la variación que presentaba el peso del consomé y lograr mantenerla en un nivel bajo se procede a calcular el peso objetivo del producto con este nuevo dato. Manteniendo un peso declarado de 10 gramos y la legislación respectiva para Centroamérica, la nueva desviación estándar global (S_{nc}) es de 0,59.

Figura 25. Cálculo de peso objetivo con base en datos actuales

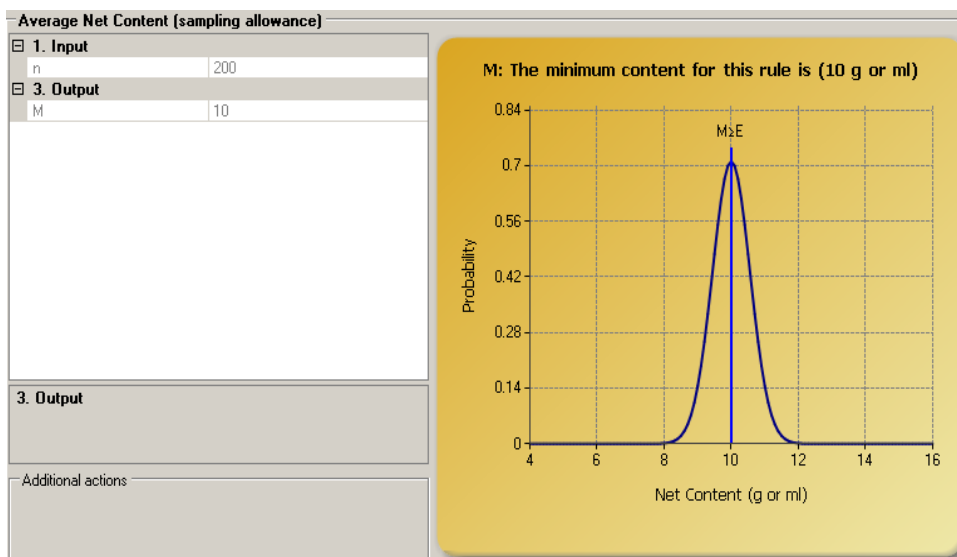


Fuente: imagen de programa Q-Stat.Net.

Realizando el cálculo utilizando la herramienta TNC.Net del programa Q-Stat.Net, se obtuvo que el valor del peso objetivo es de 10,29 gramos, evaluado bajo los mismos requerimientos legales.

- “El peso promedio debe ser mayor o igual al peso declarado”

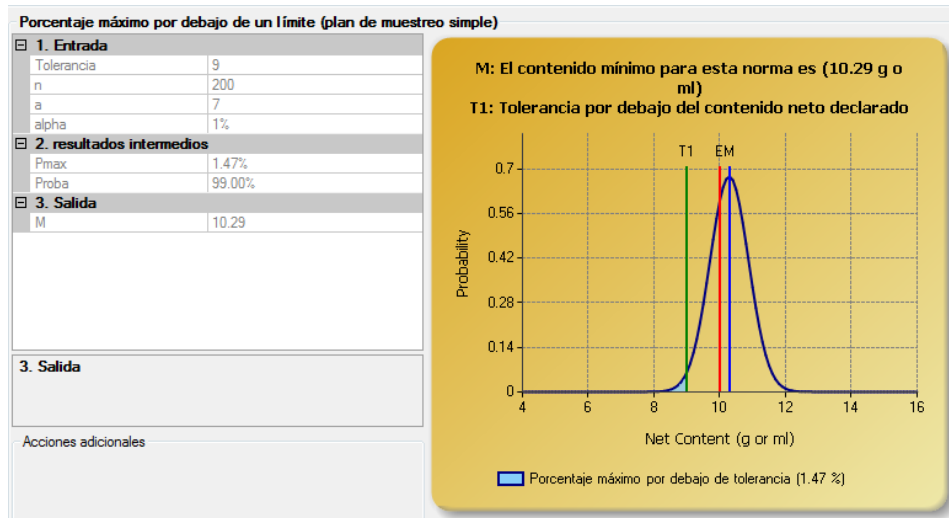
Figura 26. Requerimiento legal 1 para peso objetivo de datos actuales



Fuente: imagen de programa Q-Stat.Net.

- “Porcentaje máximo de unidades por debajo del límite de control inferior”

Figura 27. **Requerimiento legal 2 para peso objetivo de datos actuales**



Fuente: imagen de programa Q-Stat.Net.

Este valor reduce la sobredosificación del 8.5% actual a un 3%.

2.4.2. Calibración de máquina llenadora CAD

Para entender el proceso de calibración primero se describe la máquina llenadora que se evalúa y luego el procedimiento y los resultados obtenidos después de realizar la calibración del equipo.

2.4.2.1. Descripción de máquina llenadora

El proceso de envasado se realiza en la línea identificada como IMAR 1, por ser la marca del fabricante. Es una máquina envasadora de sachés para productos en polvo y/o granulados en sobres termo-sellables.

- **Características técnicas**

- Modelo: MAXIPACK MSFP 408 para 8 pistas.
- Descripción: máquina envasadora automática de consomé en polvo, en bolsas termo-soldadas por sus cuatro lados, que se conforman, llenan y cierran en un solo ciclo, partiendo de una bobina de material termo-soldable, con el centrado de la impresión en ambas caras de la bolsa.
- Producto: Consomés en polvo de diversas granulometrías.
- Tamaño de la bolsa: 70mm de ancho x 95mm de largo. El ancho de bolsa es fijo, mientras que el largo puede ajustarse en función del producto y cantidad a envasar. Largo mínimo: 40mm. Largo máximo: ilimitado. El largo de bolsa es ajustable con la marca de fotocelda del material de envase de forma automática, o bien mediante el panel de control cuando se trabaja sin ella. El largo máximo es ilimitado sin cambio de piezas.
- Contenido: a determinar por el cliente en función del producto envasado y dimensiones de la bolsa.
- Producción: 50 - 60 ciclos/minuto, 400 - 480 bolsas/minuto. Capacidad mecánica del equipo: 180 ciclos/minuto. La producción dependerá de la calidad del material de envase, de la longitud de la bolsa y de la naturaleza del producto a envasar.
- Material de envase: celulosa-aluminio-polietileno, poliéster-aluminio-polietileno, u otro laminado termo-soldable similar.

- Bobina de material: hasta 500 mm de diámetro con rollo interior de 70 mm.
- Porta bobinas: uno posterior, apto para bobinas de hasta 500 mm de diámetro, de accionamiento neumático para bobinas de diámetro interior de 70mm.
- Conexión eléctrica: tensión: 220V / 380V
potencia máxima: 10kW
fases: 3
frecuencia: 60Hz
neutro: no
tierra: si
- Requerimientos neumáticos: consumo de aire: 200 lt/min
presión nominal: 6 bares
- Dosificador: por servo-motores y *drivers*. Husillos gestionados por servo-motores independientes por línea. Esto permite que tanto la velocidad de giro como el número de vueltas de cada uno de los husillos sea programable electrónicamente por parte del operario a través del panel de control. El equipo trabaja con un sistema de cierres anti-goteo con cierre superior. Todas las piezas en contacto con el producto son de acero inoxidable AISI-316 y/o plásticos térmicos con aprobación FDA. Volumen dosificado variable incluso con la máquina en marcha.
- Precisión estimada del dosificador: +/- 3%. Para obtener esta precisión de manera constante resulta imprescindible que el producto mantenga su

homogeneidad y una densidad constante, así como que el nivel de producto dentro de la tolva de la máquina permanezca estable.

- Chasis: en acero inoxidable AISI-304 IP52. Armario eléctrico IP65.
- Transmisión: por servo-motores y *drivers*.
- PLC: Allen Bradley, Compact Logix Series. Todas las funciones (fotocelda, contador, dosificador, largo de bolsa, etc.) excepto temperatura, son reguladas con la máquina en marcha mediante un autómatas programable.
- Pantalla de visualización de datos: *Touch Screen* Allen Bradley, Mod. *Panel View Plus*. El interfase usuario / máquina de datos de producción, tiempos, número total de bolsas, etc. mediante pantalla táctil de cristal líquido (LCD).
- Control de temperatura: controles electrónicos independientes para regulación de temperatura en cada zona de sellado.
- Fococelda: la máquina dispone de un sistema automático con fotocelda para el centrado del dibujo. El largo de la bolsa se puede variar sin cambio de piezas, bien centrando la impresión (por medio del control de fotocelda) o sin el centrado de la misma.
- Chasis de acero inoxidable: el chasis está fabricado íntegramente en acero inoxidable AISI 304.

- Bandeja de rechazo: bandeja de rechazo que permite desviar las bolsas fuera de la cinta de salida durante el comienzo de la operación de la máquina.
- Banda de salida de bolsas con funciones de conteo: cinta transportadora de salida estándar para recoger las bolsas a la salida de la máquina, con moto-tambor y rodillo tensor. Fabricada en acero inoxidable IP65. Incluye funciones de conteo en la cinta de salida suministrada, permitiendo realizar grupos de bolsas de un número determinado y seleccionable de bolsas. El operador puede pre-seleccionar el número de bolsas por grupo mediante la pantalla táctil de la máquina. Cuando el contador alcanza el número seleccionado, la cinta de salida acelera unos instantes (tiempo ajustable mediante la pantalla) para establecer una clara diferenciación entre un grupo y el siguiente.
- Sistema de aspiración con aspirador de polvo industrial CFM-3106: sirve para la recuperación del polvo volátil durante el proceso de envasado.
- Sistema de desbobinado automático de bobina: dispositivo motorizado destinado a mantener constante la tensión del material de envase sin que ésta se vea afectada por el diámetro de la bobina. Esto produce una mejora en la calidad de las soldaduras.
- Sistema de carga automática de bobina: este sistema es para evitar los esfuerzos físicos de los operarios durante los cambios de bobina. El sistema utiliza unos pistones neumáticos para bajar los brazos porta-bobinas a nivel del suelo. De esta manera, el operador puede simplemente acercar la bobina a la máquina, una vez insertada en la

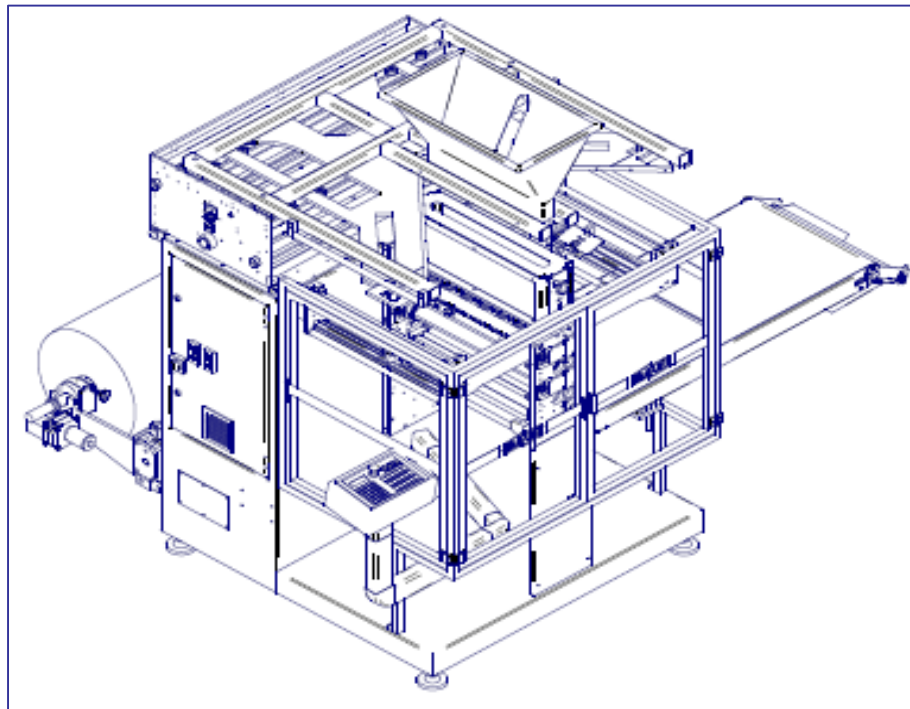
barra porta-bobinas, y apretando simplemente un botón, el sistema elevará la bobina a la posición de trabajo.

- Segunda cizalla de corte horizontal: este dispositivo añade un segundo grupo de corte horizontal, lo que permite que se realicen tiras verticales de un número seleccionable de bolsas, con o sin pre-corte entre ellas.
- Sistema de precorte para apertura fácil en eje servo-motorizado independiente: este sistema produce un pequeño corte horizontal en un punto de la soldadura vertical de las bolsas, lo que permite su fácil apertura.
- Corte horizontal cerrado: este sistema produce un corte horizontal en forma de diente de sierra, lo que permite una apertura fácil de las mismas.
- Control electrónico de nivel de tolva: es un sistema para controlar y mantener el nivel de producto en tolva. Mediante una sonda se determina la cantidad de producto existente en la tolva y el control actúa sobre un contacto trifásico libre de potencial, abriéndolo o cerrándolo según corresponda para rellenar la tolva cuando sea necesario.
- Barra porta-bobinas adicional: para reducir los tiempos de paro durante los cambios de bobina.
- Dispositivo de alineamiento lateral automático de bobina: este sistema permite que la bobina de material de envase no tenga que ser ajustada más que una primera vez, al iniciar la operación. Una vez situado y enhebrado el material, se ajusta manualmente la posición de los sensores ópticos y en adelante es el sistema el que, por medio de un

motor que actúa sobre el eje del porta-bobinas, lo desplaza lateralmente a la izquierda o derecha para absorber las irregularidades y defectos del bobinado.

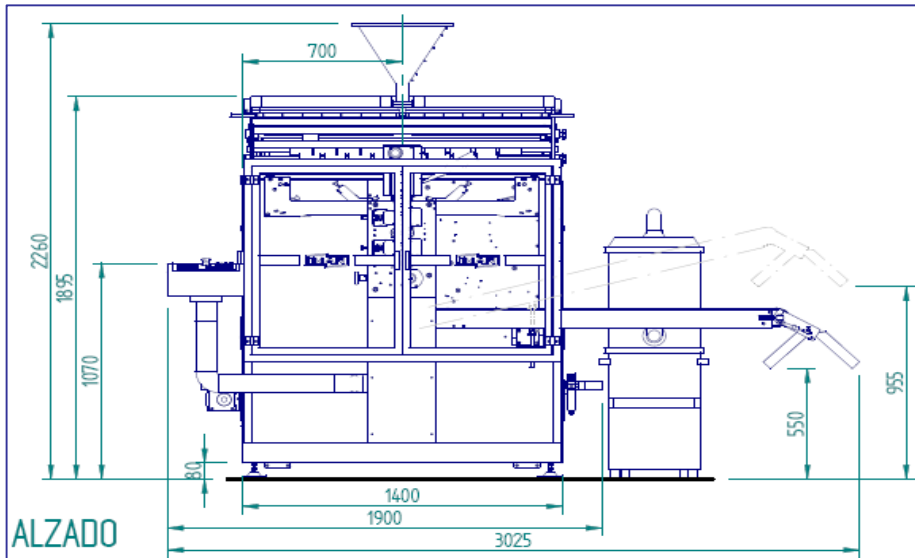
- Sistema completo de impresión por chorro de tinta (Inkjet): sistema completo de codificación para imprimir datos tales como lote, fechas de fabricación / expiración, etc. El sistema incluye el dispositivo impresor (modelo *Imaje 9040 Master*), y el dispositivo desplazador en eje "X". El sistema arrastrador realiza una parada del complejo cuando se produce el movimiento del sistema desplazador facilitando de este modo la impresión. Las posiciones de disparo de la cabeza impresora son programables utilizando la pantalla táctil.
- **Esquema de la máquina Maxipack MSFP 408 (IMAR 1)**

Figura 28. **Vista isométrica de máquina**



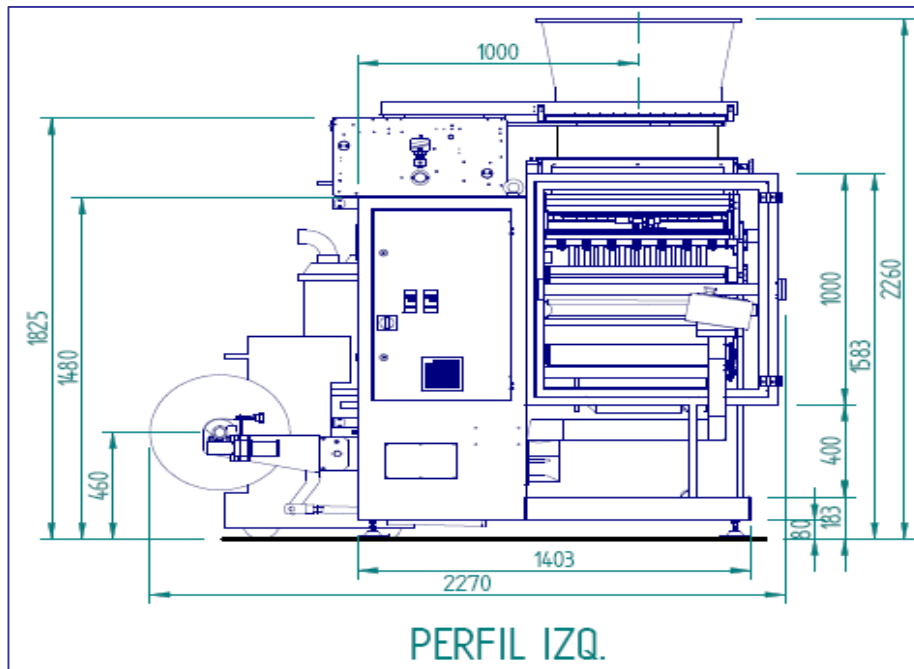
Fuente: manual descriptivo IMAR.

Figura 29. **Vista frontal de máquina**



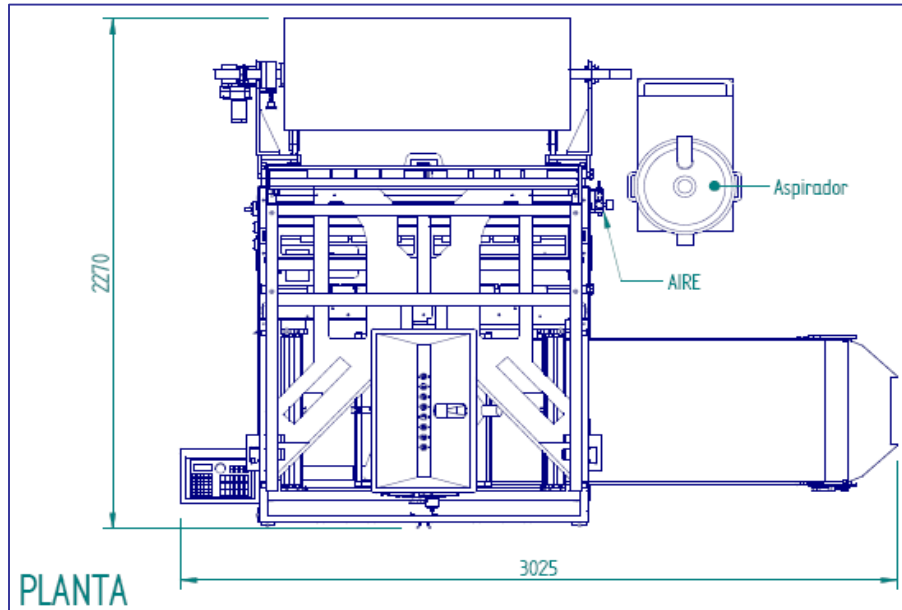
Fuente: manual descriptivo IMAR.

Figura 30. **Vista lateral izquierda de la máquina**



Fuente: manual descriptivo IMAR.

Figura 31. **Vista de planta de la máquina**



Fuente: manual descriptivo IMAR.

Figura 32. **Vista real de la máquina**



Fuente: fotografía de máquina real.

2.4.2.2. Análisis de CAD

La llenadora IMAR 1 tiene 4 parámetros que intervienen en el sistema de dosificación:

- Dosis de boquillas
- Velocidad de tornillos
- Sentido del agitador
- Velocidad del agitador

Los primeros dos se definen de manera individual para cada boquilla, mientras que los últimos dos son generales para todas. En consecuencia, y dado que la experiencia de los maquinistas dice que los parámetros de agitador se mantiene constantes, se decidió solo estudiar la dosis y la velocidad de los tornillos sin fin. La evaluación se realizó de la siguiente manera:

- Se tomó una muestra de la masa inicial (parte inferior del big bag) para evaluar las condiciones de la masa. Se comparó contra otras muestras de varias masas de referencia, encontrando que estaba dentro del rango de condiciones aceptables (análisis sensorial, humedad, peso específico).
- Se definió el valor de tara actual para cada pista individualmente, resultando un promedio de 0.85 g de peso.
- Establecer los valores base para cada parámetro. Estos son:
 - Dosis de boquillas 130 rev. / 100
 - Velocidad de tornillos 750 rev. / 100
 - Sentido del agitador 0 (mismo sentido de giro)
 - Velocidad del agitador 50 ciclos / min.

- Se realizó un test instantáneo inicial con los parámetros base (explicado anteriormente).
- Se hizo la evaluación de calibración:
 - Colocando los dispositivos en posición 0 (valores base), se inició la corrida de producción de consomé.
 - Se tomaron 5 unidades de cada pista por cada cambio realizado a cada dispositivo de ajuste (en un corto período de tiempo), siguiendo un orden de cambios establecido:
 - 7 cambios a dosis, misma velocidad (750), mismo sentido de agitador (0), misma velocidad de agitador (50).
 - 7 cambios a velocidad de tornillo, misma dosis (134), mismo sentido de agitador (0), misma velocidad de agitador (50).

Tabla XIV. **Rangos de evaluación de parámetros en línea**

| Parámetro | Valores | Forma de cambio |
|------------------------|----------------|------------------------|
| Dosis de boquillas | 130 – 142 | De 2 en 2 |
| Velocidad de tornillos | 750 – 800 | De 5 en 5 |

Fuente: elaboración propia.

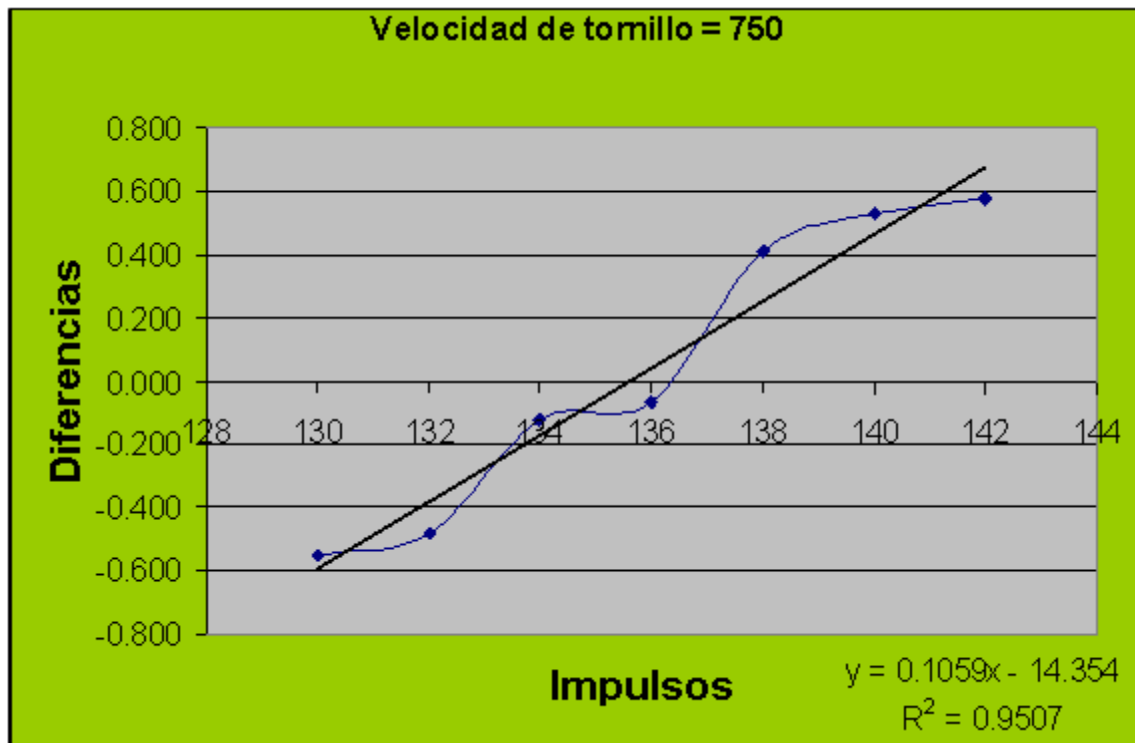
Estos rangos fueron definidos con la ayuda de los maquinistas titulares de la línea, quienes con su experiencia dieron los valores más comunes entre los que se mantiene el sistema de dosificación al trabajar consomé de pollo.

Se hicieron los cálculos para cada uno de los parámetros, en cada boquilla de manera individual para establecer una relación lineal entre la posición del dispositivo y las diferencias de pesos.

- **Resultados del análisis CAD**

Se hizo un gráfico de comportamiento para cada una de las diferentes boquillas de dosificación, y se sacó la ecuación lineal para obtener la pendiente que representa la cantidad de producto equivalente a un impulso del dispositivo de ajuste.

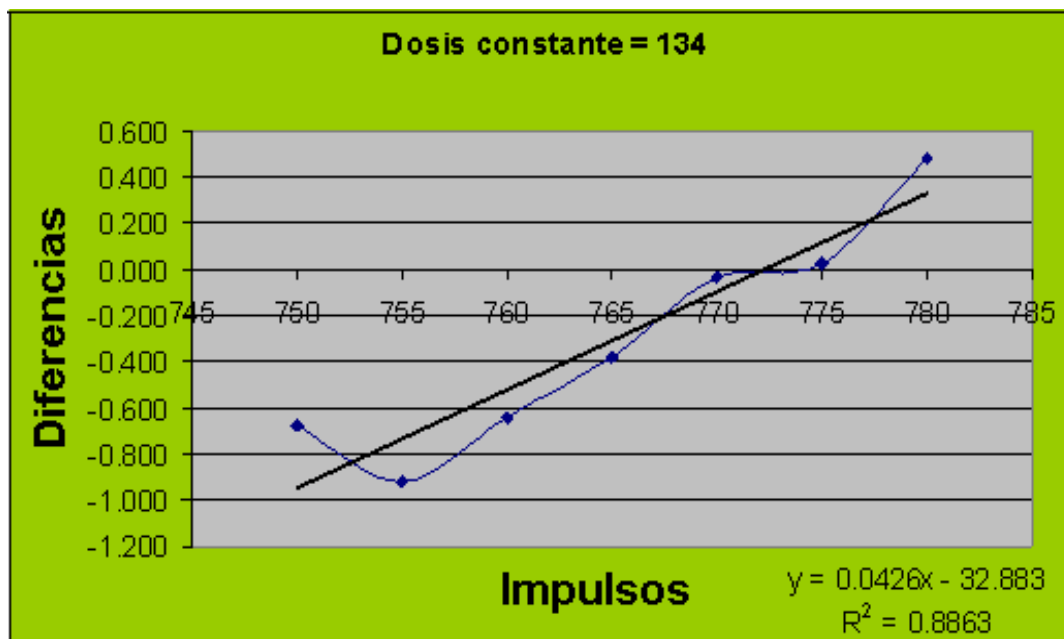
Figura 33. **Cambio en dosis (boquilla 1)**



Fuente: elaboración propia.

Cada cambio en el parámetro de dosis equivale aproximadamente a 0,106 gramos de consomé de pollo (tabla de datos: ver anexo 1).

Figura 34. Cambio en velocidad de tornillo (boquilla 1)



Fuente: elaboración propia.

Cada cambio de velocidad del tornillo equivale aproximadamente a 0,042 gramos de consomé de pollo (datos: ver anexo 1). A manera de muestra se presentan los gráficos de la boquilla 1. Para las demás boquillas, se presenta un resumen de los resultados (gráficos hacer referencia a los anexos 2 al 8).

Tabla XV. Valores de dosificación por parámetro para cada boquilla

| Dosificación aproximada por parámetro | | |
|---------------------------------------|-------|-----------------------|
| Boquilla | Dosis | Velocidad de tornillo |
| 1 | 0,106 | 0,042 |
| 2 | 0,101 | 0,014 |
| 3 | 0,112 | 0,069 |
| 4 | 0,145 | 0,091 |
| 5 | 0,107 | 0,097 |
| 6 | 0,112 | 0,072 |
| 7 | 0,123 | 0,081 |
| 8 | 0,126 | 0,079 |

Fuente: elaboración propia.

Puede observarse que es más significativo el ajuste de dosificación cuando se hace cambio en el parámetro de dosis que cuando se hace algún cambio en el de velocidad de tornillo, pues la cantidad de masa que se dosifica según el segundo parámetro es muy baja, en comparación con el primero.

2.4.2.3. Parámetros estándar para dosificación

Para controlar la variación resultante de los diferentes métodos que aplican los maquinistas para manejar la dosificación durante sus turnos, se definieron los rangos de valores estándar de trabajo para cada parámetro del proceso. Se establecieron con ayuda de los operadores de línea, basándose en los valores utilizados en las producciones siguientes a los cambios realizados a la línea.

Tabla XVI. Parámetros estándar de dosificación

| Boquilla | Parámetro | Rango | | Valor de dosis por cambio (g) |
|------------|-----------------------|-------|-------|-------------------------------|
| | | Menor | Mayor | |
| 1 | Dosis | 136 | 142 | 0,106 |
| | Velocidad de tornillo | 750 | 780 | 0,042 |
| 2 | Dosis | 134 | 140 | 0,101 |
| | Velocidad de tornillo | 750 | 780 | 0,014 |
| 3 | Dosis | 134 | 138 | 0,112 |
| | Velocidad de tornillo | 750 | 780 | 0,069 |
| 4 | Dosis | 130 | 132 | 0,145 |
| | Velocidad de tornillo | 750 | 780 | 0,091 |
| 5 | Dosis | 130 | 136 | 0,107 |
| | Velocidad de tornillo | 750 | 780 | 0,097 |
| 6 | Dosis | 132 | 138 | 0,112 |
| | Velocidad de tornillo | 750 | 780 | 0,072 |
| 7 | Dosis | 132 | 138 | 0,123 |
| | Velocidad de tornillo | 750 | 780 | 0,081 |
| 8 | Dosis | 134 | 140 | 0,126 |
| | Velocidad de tornillo | 750 | 780 | 0,079 |
| Agitadores | Sentido | 2 | 3 | |
| | Velocidad | 50 | -- | |

Fuente: elaboración propia.

Para el parámetro de dosis, el cambio requerido para ajuste de peso debe realizarse de 2 en 2 unidades mientras que para el parámetro de velocidad de tornillo el cambio debe realizarse de 5 en 5.

2.4.3. Control de equipo de pesaje

La variabilidad de las balanzas puede ser efecto de corrientes de aire, golpes, estabilidad del lugar donde es colocada, temperatura, entre otros. Es por ello que estos equipos requieren de un correcto monitoreo, pues se debe asegurar que los datos obtenidos de ellos sean confiables.

2.4.3.1. Descripción de balanzas

En el sector de consomés se utilizan tres balanzas de precisión marca Mettler Toledo PR5002 *Delta Range*, y trabajan en un rango de pesos que va de 7g a 12g.

Figura 35. **Balanza PR5002 DR**



Fuente: www.mt.com.

- **Especificaciones**
 - Capacidad máxima: 1000g / 5100g
 - Legibilidad: 0,01g / 0,1g

- Rango de tara: 0 – 1 010 / 0 – 5 100g
- Repetibilidad: 0,005 / 0,03g
- Linealidad: $\pm 0,02 / 0,05$ g
- Tiempo de estabilización [típico]: 1,5 - 3s
- Ajuste con pesos internos: ajuste totalmente automático
- Ajuste con pesos externos: 2 000 – 5 000g
- Sensibilidad (flujo de temperatura): ± 3 ppm/°C
- Sensibilidad (estabilidad a largo plazo): $\pm 0,0015\%$
- Interfases: LocalCan
- Tamaño del plato para pesar: 165x165mm
- Dimensiones: 204x385x90mm (WxDxH)

- **Sistema interno**

- *Delta range* indica que es un rango movedizo de 1 000g y su alta resolución (0,01g), permite pesar o agregar pequeñas cantidades en grandes recipientes o muestras para ajustes de pesos;
- Sistema interior “monobloc”: sobresale por su buen desempeño a través del tiempo, sobrecarga permanente y protección contra golpes, además de una alta confiabilidad;
- Sistema proFACT: sistema totalmente automático de calibración y ajuste que garantiza resultados reproducibles en cualquier momento y lugar;
- Pantalla de matriz de puntos: palabras claves en uno de 7 idiomas, guían al usuario fácilmente entre las aplicaciones y en el menú;
- Entrada alfanumérica: la identificación de la muestra puede ingresarse fácilmente vía smartbar, tecla inteligente, o vía lector de código de barras LC-BCR (opcional), unido a la balanza.

- **Aplicaciones incorporadas**

- Estadísticas, conteo de unidades, totalización, fórmula y pesaje dinámico que evalúa automáticamente el resultado que se necesita;
- *Delta Trac*: guía de llenado análoga, muestra cuanto de la capacidad total de pesado se está utilizando, independientemente del valor del peso que se despliega;
- *ReproCheck*: para evaluar la repetibilidad y para optimizar el equilibrio en el lugar instalado;
- LocalCAN: interfase universal con transferencia de datos de 20 actualizaciones por segundo, controlando hasta 5 dispositivos periféricos, como impresoras, lectores de código de barras o dispositivos secundarios;
- Opciones aplicables: impresoras, dispositivos auxiliares, software intercambiable para diferentes pesajes, formulación o SQC para adaptar la PR5002 *delta range* a las necesidades.

2.4.3.2. Verificación de calibración

La verificación de calibración debe ser realizada lo más frecuentemente posible, ya que se debe asegurar la confiabilidad de los datos, y los movimientos, golpes y/o la mala utilización pueden afectar el ajuste.

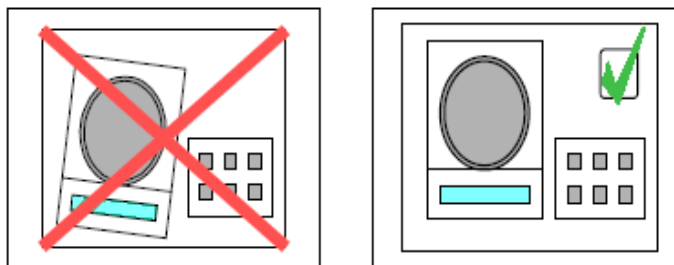
2.4.3.2.1. Instructivo de calibración

El instructivo de verificación de la calibración de los equipos de pesaje es general para todos los modelos existentes y debe ser realizado por el analista y/o muestreador responsable. Para el control del peso neto el muestreador es el mismo maquinista, pero debido a la carga de trabajo que tienen, no les es

posible realizar la verificación requerida. Es por esto que se tiene a una persona específica capacitada, que es quien realiza la inspección. El instructivo es el siguiente:

- Ajuste a cero: colocar de la balanza en 0,000 oprimiendo la tecla [$> 0 <$] del equipo.
- Limpieza del aparato
 - Apagar y desconectar la balanza.
 - Desensamblar todas las partes separables (plato, base) y limpiar con una brocha y paño de papel ligeramente húmedo con agua.
 - Eliminar todos los residuos de masa y/o basura existentes.
- Nivelación: colocar la balanza en forma recta y nivelada.

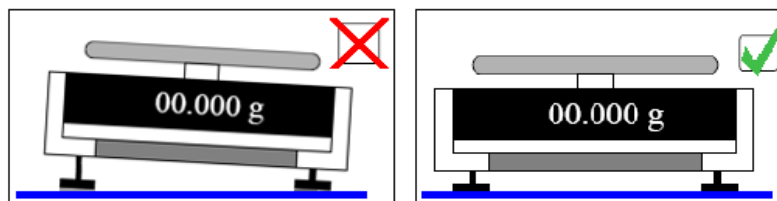
Figura 36. **Correcta colocación de balanza**



Fuente: elaboración propia.

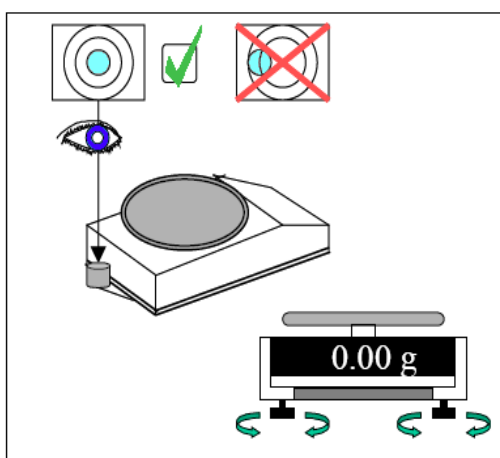
Verificar visualmente el nivel de burbuja. Esta debe estar centrada en el indicador de nivel. Si no se encuentra en este punto, se debe ajustar girando los soportes laterales de la balanza individualmente hasta conseguir centrar la burbuja.

Figura 37. **Correcta nivelación de balanza**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Correcta posición de burbuja de nivel**



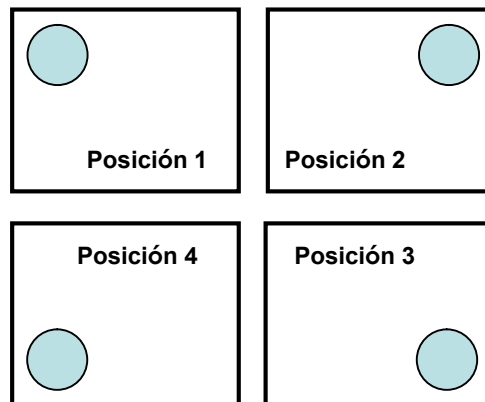
Fuente: elaboración propia.

- Calibración interna: consiste en oprimir la tecla respectiva, ya que el proceso es automático e interno en la balanza. Aplica solo si el aparato tiene esta función.
- Verificación con pesos estándar: se realiza una evaluación de exactitud, colocando pesos patrón de diferentes valores, cercanos al valor de los pesos utilizados en cada sector, para corroborar que el dato que se obtenga es confiable.

También se hace una prueba de carga esquinada, la cual consiste en colocar diferentes pesos patrón en cada una de las esquinas del plato de la

balanza, corroborando que den el mismo valor en cada punto, de la siguiente manera:

Figura 39. **Colocación de masa patrón para carga esquinada**



Fuente: elaboración propia.

En caso se encontrara desviación en algún punto, se requiere atención del proveedor de equipo para que revise y corrija el problema.

Para cualquiera de los tests anteriores se considera correcto el funcionamiento de la balanza si la desviación registrada no es mayor a $\pm 10\text{mg}$ ó $0,01\text{g}$.

- Registro de datos: para dejar constancia de la inspección realizada y que el equipo está trabajando en buenas condiciones, se debe llenar la hoja de control de verificación de calibración de balanzas del área de llenaje.

2.4.3.2.2. Calibración externa

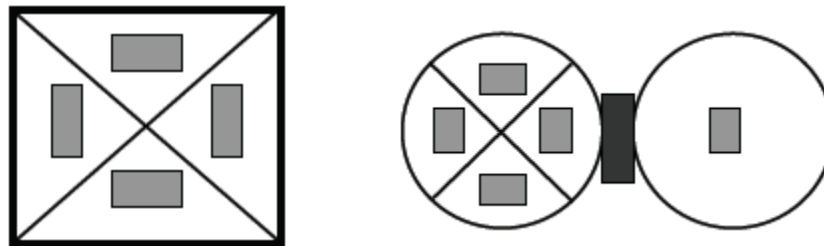
Este es realizado cada seis meses, por una empresa externa certificada en evaluación y calibración de equipos de pesaje. Se realizan diferentes

pruebas, para asegurar que el equipo de pesaje es confiable para su uso, y se describen a continuación.

- **Test de excentricidad**

Se utiliza una carga de prueba que pese la mitad de la “máxima carga de prueba” resultante del primer test. Se realiza en balanzas en escalón, y consiste en dividir el plato en cuadrantes y se debe colocar la carga de prueba en el centro de cada uno, equidistante entre el centro y la orilla, y determinar la exactitud en cada punto para corroborar el balance del plato.

Figura 40. **Posición de masa patrón para test de excentricidad**



Fuente: elaboración propia.

- **Test de linealidad**

- Incrementando carga

Este debe hacerse con todas las cargas de prueba colocadas en el centro del plato de carga. El procedimiento empieza colocando el dispositivo a cero y se va incrementando el peso de la carga hasta llegar al nivel de “máxima carga de prueba”, el cual debe ser por lo menos 10% más que el valor del mayor peso de un artículo evaluado en esa balanza.

Se usan por lo menos 3 cargas de prueba diferentes, de valores aproximadamente iguales para evaluar el equipo hasta llegar a su “máxima carga de prueba”. Se verifica la exactitud del dispositivo en cada prueba y se incluye el peso de la tara en algún punto de la misma como valor adicional.

- Reduciendo carga

Esta prueba se realiza en cualquier tipo de balanzas que no sean con indicador de rayo o balance de brazos iguales.

El test consiste en, empezando con la “máxima carga de prueba”, ir removiendo las cargas de prueba del plato, en el orden inverso a su colocación en el test de incremento de carga, hasta eliminar todas. Se verifica la exactitud de la balanza cada vez que se retira una carga de prueba.

- **Test de repetibilidad**

Este debe hacerse utilizando un valor de carga estándar colocándola en el centro del plato de carga. Consiste básicamente en pesar varias veces seguidas (se recomienda 10 veces) dicha carga para revisar si cada vez que se evalúa se despliega el mismo valor de peso, sin desviación.

Después de realizada la evaluación, la empresa entrega un reporte que certifica los resultados y confirma que el equipo es confiable para trabajarse.

2.4.3.2.3. Revalidación de plan de calibración externa

El plan de calibración para los equipos de pesaje del sector de llenaje fue diseñado junto a la empresa externa encargada de realizarla desde hace 2

años. Se tiene contemplado el servicio necesario para que sea realizado cada seis meses. En él se verifica el estado de los equipos y la exactitud de los datos que muestra. La frecuencia se basó en el historial de problemas de desajustes presentados en las balanzas en los últimos 6 meses antes del planteo del programa, en el nivel de trabajo que mantienen y los valores de pesos que se manejan en cada sector.

Se hizo un chequeo del historial de solicitudes de asistencia a la empresa externa por desajustes en las balanzas de los meses de enero a junio de 2009, y solo se encontró un reporte para un equipo con problema de conexión a red, nada referente a descalibre de equipos. Por tal motivo, y por recomendación tanto de la empresa externa como del departamento Técnico, se considera que el plan está de acuerdo a las necesidades de servicios y puede seguirse aplicando de la misma manera.

2.4.4. Control de tara

Se hizo el estudio de tara respectivo para consomé de pollo. Cabe aclarar que la línea de envase puede trabajar formato de 6 y de 8 pistas, pero esto solo afecta en el tamaño de la bobina, mas no en las especificaciones del material. Por esto, la medición no presenta diferencia entre los formatos de trabajo.

2.4.4.1. Definición de medición de tara

El muestreo se realizó durante diferentes días, en diferentes bobinas de un mismo lote de material de embalaje.

Tabla XVII. Datos de muestra de tara para calculo de SD_{tara}

| No. | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | Promedio | SD tara (por muestra) |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|-----------------------|
| 1 | 0,85 | 0,83 | 0,83 | 0,82 | 0,83 | 0,82 | 0,82 | 0,83 | 0,86 | 0,832 | 0,0139 |
| 2 | 0,83 | 0,83 | 0,84 | 0,83 | 0,84 | 0,84 | 0,82 | 0,83 | 0,82 | 0,831 | 0,0078 |
| 3 | 0,83 | 0,84 | 0,83 | 0,82 | 0,83 | 0,85 | 0,86 | 0,84 | 0,87 | 0,841 | 0,0162 |
| 4 | 0,81 | 0,83 | 0,80 | 0,81 | 0,83 | 0,79 | 0,81 | 0,74 | 0,81 | 0,803 | 0,0269 |
| 5 | 0,84 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,84 | 0,83 | 0,81 | 0,82 | 0,83 | 0,830 | 0,0100 |
| 6 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,84 | 0,84 | 0,82 | 0,83 | 0,82 | 0,86 | 0,836 | 0,0142 |
| 7 | 0,81 | 0,83 | 0,84 | 0,82 | 0,84 | 0,84 | 0,82 | 0,83 | 0,83 | 0,829 | 0,0105 |
| 8 | 0,83 | 0,85 | 0,84 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,82 | 0,83 | 0,83 | 0,833 | 0,0087 |
| 9 | 0,86 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,84 | 0,85 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,857 | 0,0122 |
| 10 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,94 | 0,95 | 0,93 | 0,93 | 0,95 | 0,94 | 0,934 | 0,0113 |
| 11 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,85 | 0,88 | 0,82 | 0,85 | 0,84 | 0,82 | 0,848 | 0,0192 |
| 12 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,84 | 0,86 | 0,86 | 0,83 | 0,82 | 0,85 | 0,842 | 0,0164 |
| 13 | 0,83 | 0,82 | 0,83 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,85 | 0,84 | 0,82 | 0,826 | 0,0133 |
| 14 | 0,79 | 0,80 | 0,81 | 0,83 | 0,82 | 0,83 | 0,88 | 0,79 | 0,81 | 0,818 | 0,0277 |
| 15 | 0,82 | 0,82 | 0,83 | 0,84 | 0,82 | 0,83 | 0,79 | 0,77 | 0,83 | 0,817 | 0,0224 |
| 16 | 0,81 | 0,78 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,82 | 0,83 | 0,80 | 0,86 | 0,810 | 0,0240 |
| 17 | 0,84 | 0,84 | 0,83 | 0,84 | 0,84 | 0,88 | 0,85 | 0,86 | 0,84 | 0,847 | 0,0150 |
| 18 | 0,85 | 0,85 | 0,83 | 0,84 | 0,85 | 0,84 | 0,86 | 0,82 | 0,85 | 0,843 | 0,0122 |
| 19 | 0,88 | 0,81 | 0,87 | 0,89 | 0,83 | 0,83 | 0,85 | 0,84 | 0,86 | 0,851 | 0,0262 |

Promedio general 0,838

SD general 0,0272

¿Es la tara significativa?

Criterio: $SD\ tara < TNE/5$

| | | |
|---------|--------|------|
| SD tara | 0,0272 | |
| TNE | 0,9 | 0,18 |

Tara no es significativa

Fuente: elaboración propia.

El estudio concluye que la tara no es significativa para el proceso, lo que significa la desviación estándar del material de embalaje es bastante pequeña,

por lo que solo requiere de monitoreo de control para percibir posibles cambios drásticos en el gramaje del material, que pudiera representar una diferencia significativa en el peso neto real del producto. Si se detectara algún cambio así, el valor de tara cambiaría al nuevo dato mayor identificado.

2.4.5. Parámetros de control

Los parámetros de control que se definieron se utilizarán para todas las variedades de formatos de empaque en que se produce el consomé de pollo, ya que en estas lo que varía es la cantidad de sobres por caja, pero el sobre siempre tiene un peso de 10g.

2.4.5.1. Definición de límites de advertencia y límites absolutos de control

Dado que la característica de calidad a medir (peso) es una variable tipo continua, se utilizará el gráfico tipo X-R. Estos en realidad son dos gráficos que se utilizan juntos: el de X evalúa el promedio del subgrupo y el de R mide el rango del subgrupo (diferencia entre el máximo y el mínimo). El gráfico de X permite controlar la variabilidad entre los sucesivos subgrupos y el de R permite controlar la variabilidad dentro de cada subgrupo.

Los límites para cada gráfico se calculan en base al valor de peso objetivo definido y a la variabilidad de máquina-producto (S_{mp}). Los límites de control (Lc'_s) y absolutos (La'_s) de un gráfico de control tipo X se calculan así:

$$Lc's = M \pm 2 \times \frac{S_{mp}}{\sqrt{n}} \qquad La's = M \pm 3 \times \frac{S_{mp}}{\sqrt{n}}$$

donde n es el tamaño de la muestra definida en el plan de muestreo.

Los límites de control de un gráfico R se calculan así:

Límite de control inferior: $LCi = D_3(n) \times R_{mp}$

Límite de control superior: $CLs = D_4(n) \times R_{mp}$

donde: $R_{mp} = S_{mp} \times d_2(n_{GT})$

$D_3(n)$, $D_4(n)$, $d_2(n)$ son constantes estadísticas (ver tabla inferior)

n es el tamaño de la muestra del plan de monitoreo

n_{GT} es el número de muestras tomadas por fila (generalmente, el número de boquillas).

Tabla XVIII. Valores de las constantes para cálculo de límites

| n | D ₃ (n) | D ₄ (n) | d ₂ (n) |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|
| 2 | 0 | 3,267 | 1,128 |
| 3 | 0 | 2,574 | 1,693 |
| 4 | 0 | 2,282 | 2,059 |
| 5 | 0 | 2,115 | 2,326 |
| 6 | 0 | 2,004 | 2,534 |
| 7 | 0,076 | 1,924 | 2,704 |
| 8 | 0,136 | 1,864 | 2,847 |
| 9 | 0,184 | 1,816 | 2,970 |
| 10 | 0,223 | 1,777 | 3,078 |
| 11 | 0,256 | 1,744 | 3,173 |

Fuente: instrucción técnica GI-90.553.

Cálculo de límites superior e inferior de control para gráfico X

- Fórmula: $LC's = M \pm 2 \times \frac{S_{mp}}{\sqrt{n}}$

- Datos:

M = 10,29g

S_{mp} = 0,59

n = 16

$$LC_s = 10,29 + 2 \times (0,59 / \sqrt{16})$$

$$LC_i = 10,29 - 2 \times (0,59 / \sqrt{16})$$

- Resultados:

$$LC_s = 10,585 \text{ g}$$

$$LC_i = 9,995 \text{ g}$$

Cálculo de límites superior e inferior absolutos para gráfico X

- Fórmula: $LA's = M \pm 3 \times \frac{S_{mp}}{\sqrt{n}}$

- Datos:

$$M = 10,29$$

$$S_{mp} = 0,59$$

$$n = 16$$

$$LA_s = 10,29 + 3 \times (0,59 / \sqrt{16})$$

$$LA_i = 10,29 - 3 \times (0,59 / \sqrt{16})$$

- Resultados:

$$LA_s = 10,732 \text{ g}$$

$$LA_i = 9,847 \text{ g}$$

Cálculo de límites superior e inferior de control para gráfico R

- Fórmulas: Límite de control inferior: $LCi = D_3(n) \times R_{mp}$
Límite de control superior: $LCs = D_4(n) \times R_{mp}$

- Datos:

$$S_{mp} = 0,59$$

$$N = 8$$

$$d_2(n) = 2,847$$

$$R_{mp} = S_{mp} \times d_2(n)$$

$$R_{mp} = 0,59 \times 2,847 = 1,67973$$

$$D_3(n) = 0,136$$

$$R_{mp} = 1,67973$$

$$D_4(n) = 1,864$$

$$LC_i = 0,136 \times 1,67973$$

$$LC_s = 1,864 \times 1,67973$$

- Resultados:

$$LC_s = 0,2284$$

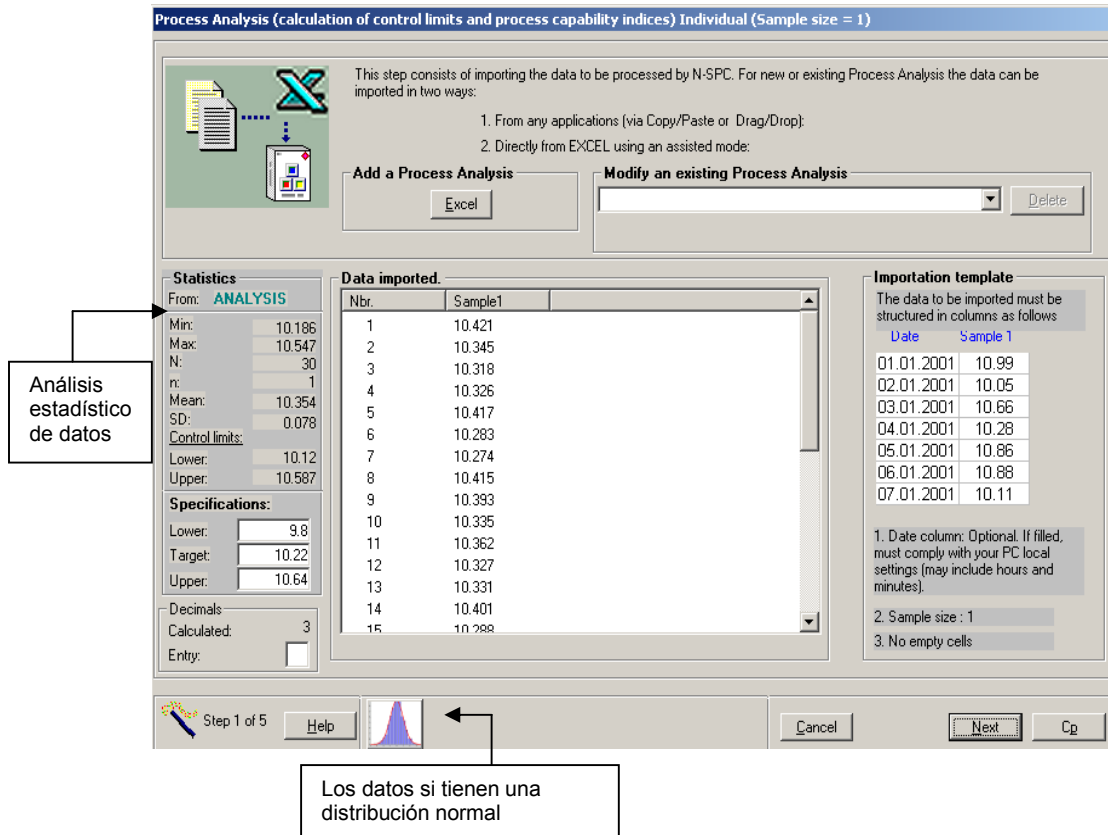
$$LC_i = 3,1310$$

2.4.5.2. Evaluación de capacidad de la línea

Para analizar la capacidad del proceso en la línea de embase se utilizó el programa Q-Stat, que realiza los cálculos necesarios para evaluar si el proceso es capaz de cumplir o no. Se sigue un procedimiento de 4 pasos (el quinto es la parte para guardar el análisis) y se describen a continuación. El análisis se hizo en base a los datos de peso promedio obtenidos de los últimos 30 lotes de producción.

- Paso 1: ingreso de datos

Figura 41. Ingreso de datos para cálculo de capacidad del proceso



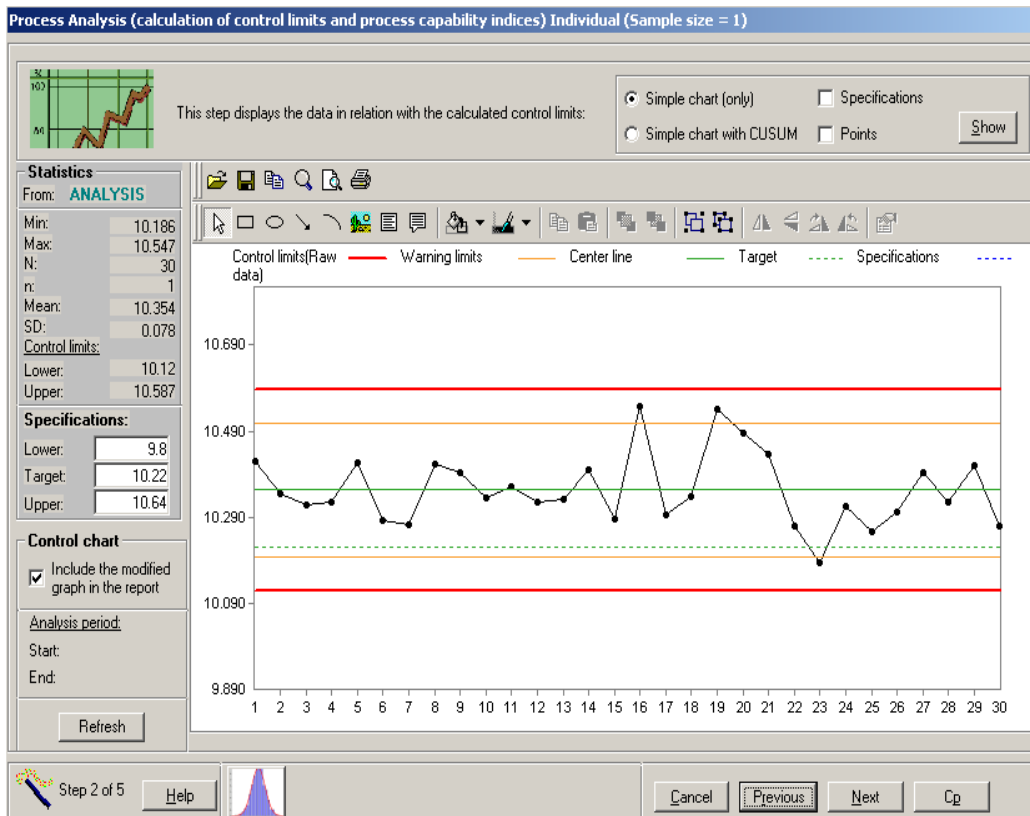
Fuente: imagen del programa Q-Stat 2.0.1.

En este paso el programa presenta un análisis estadístico de los datos y los límites propuestos, Además indica si se comporta con una distribución normal o no. Los resultados encontrados para el grupo de datos son:

| | | | |
|-------------------|--------|-------------------|--------|
| Mínimo: | 10,166 | Máximo: | 10,547 |
| N: | 30 | n: | 1 |
| Media: | 10,354 | SD: | 0,079 |
| LC _i : | 10,12 | LC _s : | 10,587 |

- **Paso 2:** gráfico de datos. En este paso se muestran los datos en relación con los límites de control calculados por el programa, y con relación a las especificaciones requeridas.

Figura 42. Gráfico de comportamiento de datos

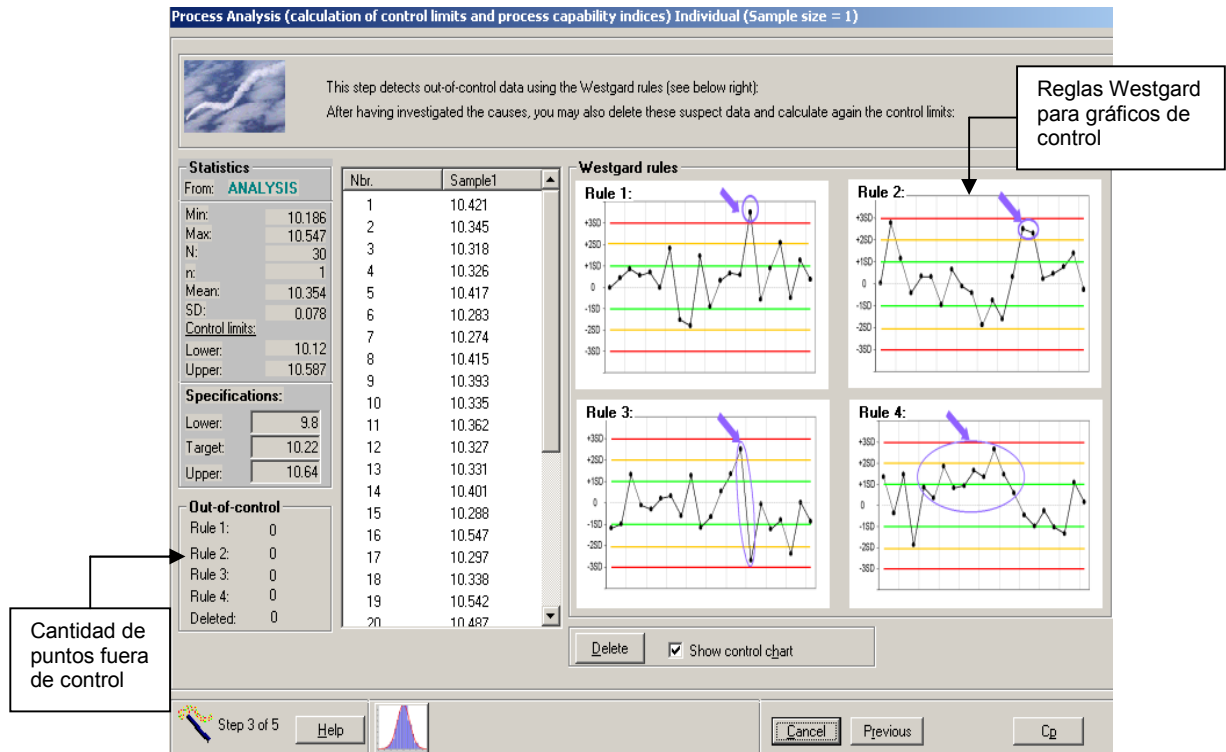


Fuente: imagen de programa Q-Stat 2.0.1.

En el gráfico se puede observar que el proceso se encuentra bajo control, conforme a los límites establecidos.

- **Paso 3:** evaluación de datos en base a las reglas

Figura 43. Evaluación de puntos fuera de rango



Fuente: imagen de programa Q-Stat 2.0.1.

En este paso se detectan puntos que estén fuera de control utilizando las reglas de Westgard. El programa considera un proceso en control si el gráfico de los datos cumple con las siguientes 4 reglas:

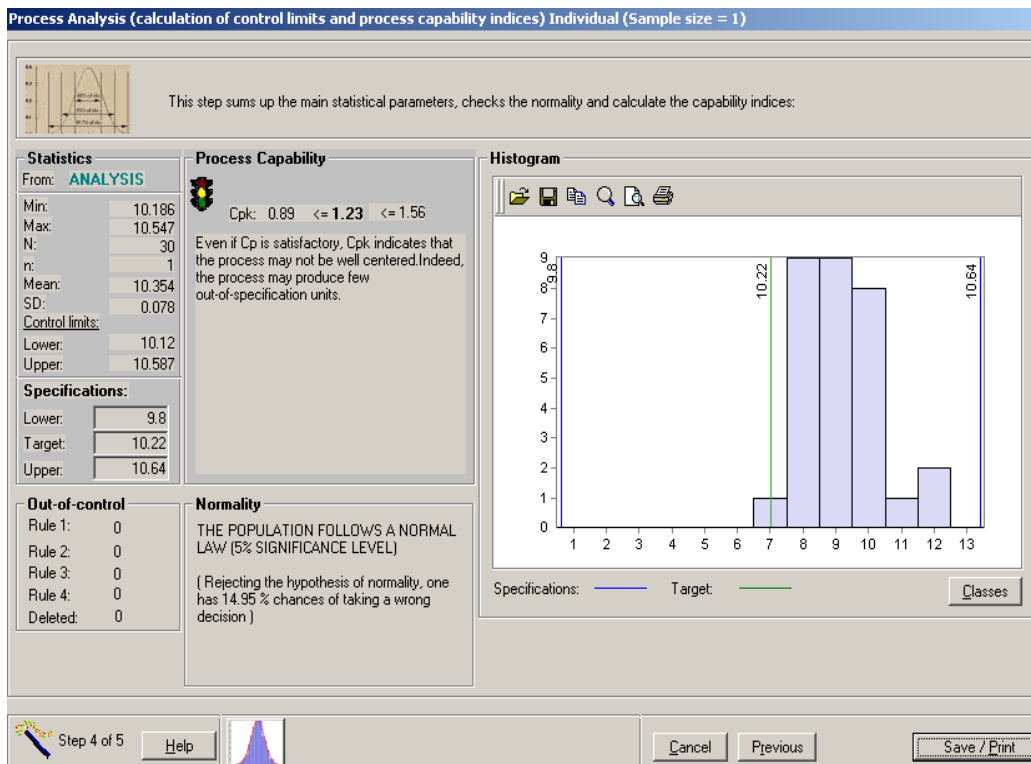
- No debe existir ningún punto fuera de los límites absolutos de control.
- No debe haber dos puntos seguidos fuera de un límite de control.
- No deben haber dos puntos cuya distancia entre ellos sea mayor a 4 sigma.

- No debe haber un grupo de 10 o más puntos continuos sobre el mismo lado de la línea central.

En este grupo de puntos no se encontró ninguno que incumpliera con alguna de estas reglas, lo que indica que los límites definidos como absolutos son adecuados. En caso se encontraran puntos fuera de control, se investigan las causas, y si estas son descartables, se tiene la opción de eliminar esos datos y recalcular los valores.

- **Paso 4:** capacidad del proceso

Figura 44. **Cálculo y gráfico de capacidad del proceso**



Fuente: imagen de programa Q-Stat 2.0.1.

En este paso se suman los parámetros estadísticos principales, se evalúa el comportamiento de la normal y se calculan los índices de capacidad del proceso. Los resultados obtenidos para este proceso fueron:

- Normalidad: la población sigue una distribución normal (nivel de significancia del 5%). Eliminando la hipótesis de normalidad, se tiene una posibilidad de 14.95% de tomar una mala decisión.
- Capacidad del proceso (C_p) = 1,23
- Capacidad respecto al peso objetivo (C_{pk})= $0,89 \leq 1,23 \leq 1,56$

Aunque C_p es satisfactorio, C_{pk} , que es la capacidad comparada contra el peso objetivo, indica que el proceso puede no estar bien centrado. En realidad, el proceso puede producir algunas unidades fuera de la especificación.

Además, en el histograma se puede observar que los datos se encuentran dentro de los límites absolutos de control, pero con tendencia al lado superior. Es por esto la advertencia de la capacidad del proceso, y por ello debe controlarse, en este caso, la sobredosificación.

2.4.6. Procedimientos de control

Para llevar el control del peso de los artículos se utiliza un sistema computarizado de registro y almacenamiento de datos, además de un procedimiento de verificación durante el turno para las líneas de producción y para los coordinadores de cada turno de trabajo. Ambos son básicos para poder validar la liberación del producto terminado y que este llegue a los mercados, por lo cual se les actualizó para que estuvieran de acuerdo a los puntos implementados anteriormente.

2.4.6.1. Sistema de control de pesaje

El sistema de monitoreo que se utiliza es *Free Weigh* 9001. Es un paquete de software integrado para todo el sector del control de procesos de llenado. Abarca control de procesos de llenado, control estadístico de procesos y control de calidad por medio de la inspección de atributos. El sistema se usa para el control estadístico de peso de productos envasados, lo que se consigue mediante la adquisición, memorización y evaluación estadística de datos de peso. Los resultados se pueden presentar en forma gráfica o listada.

Cada artículo que se registra en el sistema tiene parámetros de control como peso objetivo, límites de control y límites absolutos que se deben establecer dependiendo de su variabilidad y de la legislación.

2.4.6.1.1. Descripción técnica

- Observancia de los contenidos netos mínimos y máximos
- Control trazable de los contenidos netos mediante grabación de registros
- Alarmas de violación de especificaciones ingresadas
- Capacidad para más de 25 puestos de trabajo distribuidos de modo descentralizado.
- Llenado de productos con documentación y trazabilidad completas.
- El sistema de supervisión y control exhaustivos de tolerancias ayuda a optimizar el llenado de productos y garantizar índices mínimos de sobre llenado.
- El proceso de llenado y envasado se documenta por completo y permite una trazabilidad completa.

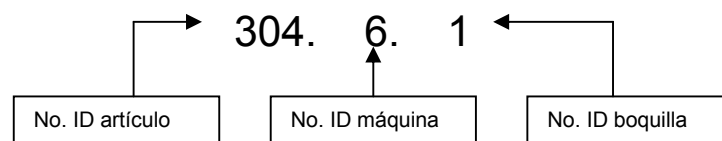
- Los datos de muestras recabados se almacenan en la base de datos local MSDE SQL e instantáneamente se transforman en gráficos, tales como la media muestral o de producción (X) y los gráficos R o S.
- Los gráficos se imprimen o se exportan con facilidad a presentaciones en *Power Point* o ficheros *Acrobat* en formato PDF.
- Pueden incorporarse módulos opcionales para gestión de lotes, algoritmos de ajuste, informes de libre definición o evaluación de atributos de productos mediante inspección visual, entre otros.

2.4.6.1.2. Actualización de base de datos

- **Revisión de base de datos del sistema**

En el sistema *Free Weigh* se deben registrar todos los artículos por cada línea de envase donde pueden trabajarse con su propio código de identificación en el sistema. Para los productos empacados en las máquinas multiboquilla, también se hace diferencia entre cada una de estas.

Para el consomé de pollo en formato 40X12X10g empacado en la línea IMAR 1, el código de sistema se extiende para cada boquilla (8), y se divide así



Es por esto que la revisión de los parámetros de control debe hacerse para cada uno de los siguientes formatos:

Tabla XIX. **Códigos de *Free Weigh* para formatos de consomé de pollo**

| Artículo | Formato | No. artículo | No. línea | No. Boquilla |
|------------------|---------------|--------------|-----------|--------------|
| Consomé de pollo | 40 X 12 X 10g | 304 . 6 . | 1 - 8 | |
| Consomé de pollo | 40 X 14 X 10g | 330 . 6 . | 1 - 8 | |
| Consomé de pollo | 150 X 4 X 10g | 308 . 6 . | 1 - 8 | |
| Consomé de pollo | 150 X 5 X 10g | 355 . 6 . | 1 - 8 | |
| Consomé de pollo | 150 X 6 X 10g | 339 . 6 . | 1 - 8 | |

.Fuente: elaboración propia

Éstos están registrados en el catálogo de artículos del programa:

Figura 45. **Catálogo de artículos en sistema *Free Weigh***

The screenshot shows the 'Catálogo de artículos' window. The main table lists articles with columns for code, name, and group. The selected article is '304.6.1 11296001 CONSOME POLLO TIRAS CONSOMES'. Below the list are various configuration fields for the selected article, including 'Tipo de artículo' (Peso), 'Código', 'Nombre', 'Número', 'Grupo', 'Formato', 'Nominal', 'Sistema tol.', 'Modo pes.', 'Parámetros' (Tamaño de la muestra, Tara 1, Tara 2), and 'Info suplem...' (Alarmas, Ajuste, Máquina, Puesto pes, Periféricos, Varios). Buttons for 'Selección...', 'Eliminar', 'Copiar', 'Guardar', 'Vaciar campos', 'Especificar cambios', and 'OK' are also visible.

Fuente: imagen de programa *Free Weigh* 9001.

En el catálogo se deben definir todos los datos relacionados con el artículo que se desea controlar, incluyendo el valor de la tara del empaque primario. Además se identifica la línea en la que se va a trabajar, el puesto de pesaje que la línea utilizará y los datos estadísticos que se desean obtener de cada registro o grupo de registros.

De toda esta información, solo se debe corroborar lo respectivo al peso nominal y los límites de control. Los datos de límites absolutos registrados en sistema son:

Tabla XX. **Límites de formatos de consomé de pollo encontrados en sistema *Free Weigh***

| Artículo | Formato | No. artículo | No. línea | No. boquilla | Peso final | LCs | LCi |
|------------------|---------------|--------------|-----------|--------------|------------|------------|--------|
| Consomé de pollo | 40 X 12 X 10g | 304 | . 6 . | 1 - 8 | 10,00 g | indefinido | 9,75 g |
| Consomé de pollo | 40 X 14 X 10g | 330 | . 6 . | 1 - 8 | 10,00 g | indefinido | 9,75 g |
| Consomé de pollo | 150 X 4 X 10g | 308 | . 6 . | 1 - 8 | 10,00 g | indefinido | 9,75 g |
| Consomé de pollo | 150 X 5 X 10g | 355 | . 6 . | 1 - 8 | 10,00 g | indefinido | 9,75 g |
| Consomé de pollo | 150 X 6 X 10g | 339 | . 6 . | 1 - 8 | 10,00 g | indefinido | 9,75 g |

Fuente: elaboración propia.

- **Corrección de base de datos con estándares actualizados**

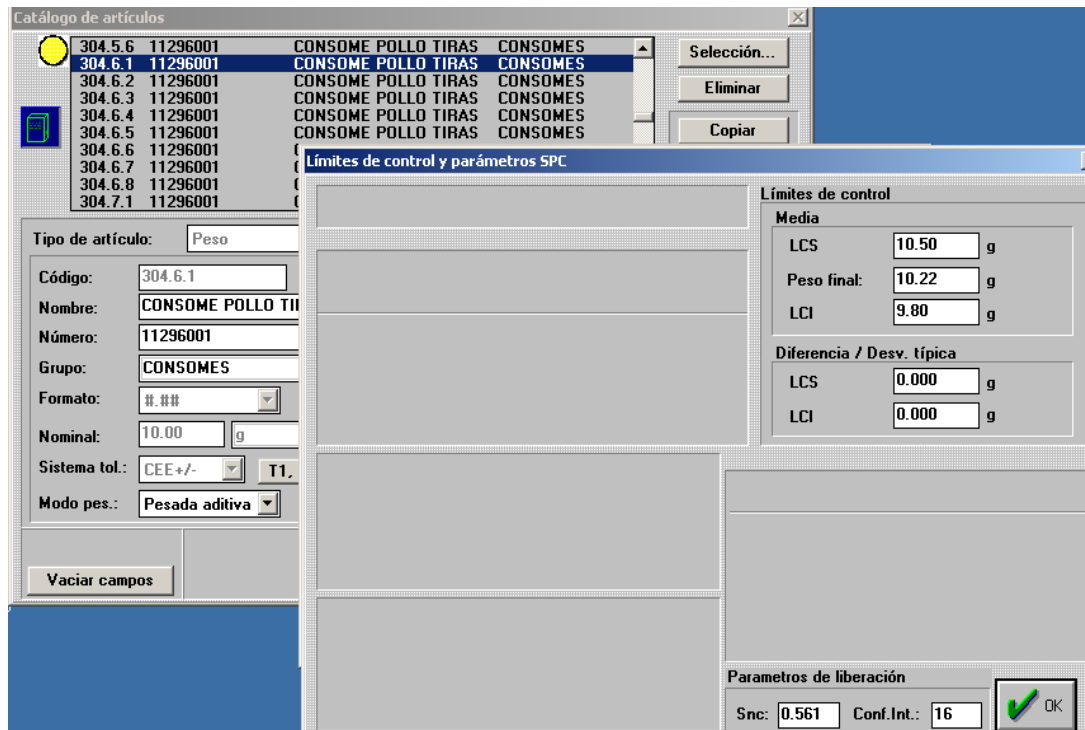
Debido a que los límites de control del sistema no están bien definidos, se corrigieron los valores respectivos, según los obtenidos en los cálculos anteriores, quedando de la siguiente manera:

Tabla XXI. Límites de control calculados para los formatos de consomé de pollo y actualizados en sistema *Free Weigh*

| Artículo | Formato | No. artículo | No. línea | No. boquilla | Peso final | LCs | LCi |
|------------------|---------------|--------------|-----------|--------------|------------|---------|--------|
| Consomé de pollo | 40 X 12 X 10g | 304 | 6 | 1 - 8 | 10,29 g | 10,58 g | 9,99 g |
| Consomé de pollo | 40 X 14 X 10g | 330 | 6 | 1 - 8 | 10,29 g | 10,58 g | 9,99 g |
| Consomé de pollo | 150 X 4 X 10g | 308 | 6 | 1 - 8 | 10,29 g | 10,58 g | 9,99 g |
| Consomé de pollo | 150 X 5 X 10g | 355 | 6 | 1 - 8 | 10,29 g | 10,58 g | 9,99 g |
| Consomé de pollo | 150 X 6 X 10g | 339 | 6 | 1 - 8 | 10,29 g | 10,58 g | 9,99 g |

Fuente: elaboración propia.

Figura 46. Cambio de valores de límites en sistema *Free Weigh*



Fuente: imagen de programa *Free Weigh* 9001.

Además se hizo la corrección de los límites absolutos que darán las alarmas para bloqueo y verificación de la producción. Estas quedaron de la siguiente manera:

Tabla XXII. **Tolerancias para formatos de consomé de pollo en sistema *Free Weigh***

| Artículo | Formato | No. artículo | No. línea | No. boquilla | Peso final | Las | LAi |
|------------------|---------------|--------------|-----------|--------------|------------|---------|--------|
| Consomé de pollo | 40 X 12 X 10g | 304 | . 6 . | 1 - 8 | 10,29 g | 10,75 g | 9,85 g |
| Consomé de pollo | 40 X 14 X 10g | 330 | . 6 . | 1 - 8 | 10,29 g | 10,75 g | 9,85 g |
| Consomé de pollo | 150 X 4 X 10g | 308 | . 6 . | 1 - 8 | 10,29 g | 10,75 g | 9,85 g |
| Consomé de pollo | 150 X 5 X 10g | 355 | . 6 . | 1 - 8 | 10,29 g | 10,75 g | 9,85 g |
| Consomé de pollo | 150 X 6 X 10g | 339 | . 6 . | 1 - 8 | 10,29 g | 10,75 g | 9,85 g |

Fuente: elaboración propia.

Estos nuevos valores representarán los puntos de alarma para realizar un muestreo más a fondo de la última cantidad de sobres producida y tomar acción en caso la desviación se mantenga.

2.4.6.2. Plan de muestreo en línea

Para controlar el peso se definirá primero la frecuencia y la cantidad de unidades requerida para tener un nivel de chequeo aceptable y así dar paso a la liberación del producto.

Ya existía un plan de muestreo para monitoreo del comportamiento del peso neto de los artículos previo, que se planteó en base a diferentes factores:

- Carga de trabajo del personal
- Cantidad de desperdicio resultante
- Tiempo de la operación

La carga de trabajo de los maquinistas es bastante alta, pues además de controlar el funcionamiento de la máquina y sus respectivos paros, deben realizar:

- Verificación del peso neto
- Inspección de la hermeticidad del producto
- Revisión del marcaje de código y fecha de caducidad de las unidades
- Control del stock de material de embalaje necesario para la producción
- Mantenimiento de la limpieza del área durante el turno
- Anotaciones de datos en los registros respectivos
- Introducción de información de paros en sistema de gestión SAM

La cantidad de desperdicio de material resultante debe controlarse ya que impacta en los costos de producción así como el tiempo que se tarda en realizar el pesaje, para que los operadores no ocupen la mayor cantidad del mismo haciendo esta operación. Este fue revisado y modificado para asegurar una mejor ejecución y control. Se hizo el siguiente análisis:

- **Tamaño de la muestra**

Suponiendo un lote de formato de 12 sobres por tira, línea con 8 pistas y 24 horas de producción:

$$1 \text{ muestra} = 16 \text{ unidades} / 15 \text{ min} = 64 \text{ unidades} / \text{hr.} = 4 \text{ muestras} / \text{hora}$$

Suponiendo una producción de 24 horas de trabajo:

96 muestras / lote = 1 536 unidades muestreadas / lote

1 caja = 480 unidades

Capacidad de la línea = 60 cajas / hr (formato con mayor capacidad)

1 lote = 1 440 cajas = 691 200 unidades

960 unidades equivalen al 0.22% del lote.

- **Desperdicio**

Cuando se está trabajando en formato de 12 sobres en tiras, cada unidad muestreada representa desperdicio de material de embalaje, pues la misma no puede ser vuelta a utilizar. Además el producto es trasladado al área de reproceso para su re-trabajo, ya que este no sufre ningún tipo de daño o alteración durante la operación de pesaje.

En cuanto a los formatos de bolsas de 4 ó 5 sobres individuales, puede considerarse que no se genera desperdicio ni reproceso como consecuencia del muestreo, debido al tipo de formato que se está trabajando.

Suponiendo un lote de formato de tiras y 24 horas de producción:

1 536 unidades = 3,2 cajas de material de embalaje perdidas

1 536 unidades = 15,36 kg de producto al área de reproceso

- **Duración de operación**

Cada evaluación de una muestra toma 2,5 minutos en llevarse a cabo. Esto significa un total de 10 minutos chequeando muestras por cada hora de trabajo corrida.

2.4.6.2.1. Instructivo de muestreo

En el caso específico de las líneas que trabajan productos en tiras con pistas de controles independientes (IMAR 1 e IMAR 2), se debe evaluar cada pista por separado de la siguiente manera:

- Toman 2 unidades como muestra de cada pista, cada 15 minutos.
- Ingresar código de producto, línea y pista respectiva en la balanza.
- Pesar uno a uno los sobres correspondientes a fin de obtener el peso promedio entre ellos.
- Grabar el valor promedio individual en sistema Free Weigh.
- Al terminar los muestreos, dejar el equipo en modo “balanza”.

Este instructivo debe repetirse para cada pista, de un total de 8 existentes.

2.4.6.2.2. Reporte de registro de pesos diarios

Se creó un reporte de control de pesos diarios para monitoreo del mismo, que también ayudará a identificar cambios y variaciones significativas referentes al comportamiento de cada producto y así evaluar si es necesario realizar alguna acción correctiva o preventiva al respecto.

Este se diseñó aprovechando la información que proporciona el sistema de registro de datos *Free Weigh* y que es relevante para el monitoreo del peso. Se genera exportando los datos del sistema *Free Weigh* a un formato pre-establecido de Excel, quedando de la siguiente manera:

Figura 47. Encabezado de reporte de control de peso neto diario

| Reporte de control de peso neto del XX / XX / XX | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------------|-------------|------------------------|----------------|-------------|------------------------|----------------------|-----|-----|-----|--------------|
| Recurso | Cód. FW | Cód. artic. | Descripción | Cant. Muestras tomadas | Peso declarado | Peso target | Peso promedio del lote | SD promedio del lote | -T1 | -T2 | +T1 | % Sobredosis |
| | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Cada inciso del reporte significa:

- **Recurso:** se refiere a la línea de empaque de cada artículo.
- **Cód. FW:** código de registro de artículo en el sistema *Free Weigh*.
- **Cód. artic:** código de identificación de producto en sistema de gestión SAP.
- **Descripción:** nombre completo y formato del producto.
- **Cant. muestras tomadas:** cantidad de muestras registradas en sistema para control de peso.
- **Peso declarado:** peso nominal definido en el empaque del producto.
- **Peso target (objetivo):** peso objetivo que representa la capacidad para mantener un promedio estable.
- **Peso promedio:** peso promedio del lote registrado en el sistema, en base a las muestras.
- **SD promedio:** desviación estándar del lote registrada en el sistema, en base a las muestras.
- **-T1:** límite de control inferior del artículo para control de cumplimiento.
- **-T2:** límite absoluto inferior del artículo para control de cumplimiento.
- **+T1:** límite de control superior del artículo para control de sobredosis.
- **% Sobredosis:** es el porcentaje de dosis que va por encima del peso objetivo definido.

El reporte de control de pesos es enviado diariamente a personal de mandos medios del departamento quienes se encargan entre otras cosas, del análisis de variaciones de material, usos de material en sistema, pérdidas de materiales, aspectos de calidad y/o costos de manufactura.

Son ellos quienes dan el seguimiento a los problemas relacionados con la sobredosificación y los respectivos reclamos por causa de peso bajo, además proponen planes de acción para solucionarlos. También lo recibe el jefe del departamento, para que esté informado de la situación.

2.4.6.3. Plan de muestreo de tara

Debido a que el muestreo del consumé se realiza después de envasarlo, y como se demostró anteriormente (punto 2.3.4.3), la tara debe ser definida y considerada para no tomarla en cuenta al pesar los productos.

2.4.6.3.1. Instructivo de realización

El muestreo de la tara debe realizarse efectivamente en las siguientes situaciones:

- Cada cambio de bobina de laminado para sobres
- Cada paso de unión en la bobina de laminado

El muestreo y registro del valor de tara consiste en:

- Tomar 9 unidades de material como muestra (sobres vacíos)
- Se coloca la balanza en modo “tara”
- Ingresar el código de producto, línea y pista respectiva.

- Colocar la muestra de material, uno por uno, uno sobre el otro, esperando que la pantalla indique que se cargo cada valor.
- Obtener el valor promedio y grabarlo en el sistema.
- Al terminar el muestreo, dejar el equipo en modo “balanza”

2.4.6.3.2. Reporte de registro de tara

Este reporte se extrae del sistema *Free Weigh*, donde se registra cada cambio de valor de tara según el instructivo anterior. En el puede verificarse si el gramaje del material ha tenido variación a lo largo del ciclo productivo, y que tan constante y significativo ha sido para poder evaluar si el material cumple con la especificación dada.

Figura 48. Reporte de registro de tara

| Reporte de registro de tara del XX / XX / XX | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------------|-------------|---------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Línea | No. lote artículo | Código artículo | Descripción | Formato | Cant. pistas | Hora del cambio | No. lote lrollo | Peso promedio muestra | Diferencia con muestra anterior | Valor de tara a utilizar |
| | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

2.4.6.4. Definición de instructivo interno de control

Esta instrucción fue establecida como general para el proceso de control de peso neto de todos los artículos producidos en la fábrica.

- **Objetivo:** guiar al operador para el correcto control del peso neto de los diferentes productos, para asegurar que los productos están conformes con los requerimientos legales en el país donde se venden, y minimizar lo mayor posible el costo por sobredosificación, así como los costos indirectos resultantes.

- **Alcance:** este instructivo cubre todos los procesos de llenado de todos los productos y sus correspondientes formatos de empaque.

- **Definiciones**
 - E: peso neto declarado
 - -T1: límite de control inferior para monitoreo y liberación.
 - -T2: límite absoluto inferior para bloqueo, revisión y/o rechazo del lote.
 - SD: desviación estándar del muestreo. La desviación estándar es una noción estadística usada para describir una muestra en términos de dispersión.
 - M: peso neto objetivo, denota el valor calculado para lograr un promedio para cualquier lote futuro para que cumpla con lo requerido.
 - *Free Weigh*: programa de red de balanzas que sirven para el control del peso neto.

- **Responsabilidades**
 - Operador de producción (maquinista): realizar los controles indicados y cerciorarse del buen funcionamiento del equipo.
 - Auxiliar de producción: encargado de velar por la aplicación de las normas de control de peso neto, así como de difundir la instrucción e instruir al personal a su cargo.
 - Analista de calidad: asegurarse que el procedimiento descrito en esta instrucción sea el correcto.
 - Jefe de producción: responsable de entregar todas las condiciones necesarias para cumplir con la instrucción.

- **Desarrollo de la actividad**

- Verificación del estado de la balanza: al inicio de cada turno el maquinista deberá realizar una inspección del estado de la balanza que contempla:

- Cerciorarse que la balanza corresponda a la asignada a su línea.
- Que ésta no presente vibración.
- Que el nivel de burbuja se encuentre centrado.
- La balanza debe encontrarse limpia y sin polvo.

- Monitoreo: esta instrucción se refiere al control de peso neto utilizando un proceso de control con balanza estática direccionada al registro de datos en el sistema Free Weigh 9001. Para el control de peso neto se deben tener en cuenta las siguientes especificaciones:

- El peso promedio de un lote debe ser igual ó superior a E (norma legal).
- No se permiten unidades por debajo de -T2.

- a) Muestreo: el muestreo debe realizarse cada 15 minutos, tomando las siguientes unidades por muestra:

- Cubitos 6 unidades
- Sazonadores 5 unidades
- Productos en tiras 2 unidades / tira
- Sopas 3 unidades
- Componentes de sopas 3 unidades
- Tabletas Duras 3 unidades

- Tabletas Blandas 3 unidades
- Frascos 3 unidades

Los componentes de sopas deben muestrearse cada hora de la siguiente forma:

- Se toma la cantidad de muestras indicadas
- Ingresar código de producto, de línea y de tira (si aplica)
- Colocar las unidades de la muestra una por una esperando que la balanza marque que ha medido el peso de cada una.
- Esperar que la pantalla presente el valor promedio
- Al terminar los muestreos, dejar el equipo en modo “Balanza”

b) Instructivo de control estadístico en *Free Weigh* 9001: el sistema tiene una función que presenta los valores estadísticos de:

- Promedio de peso de muestras al momento
- Cantidad de muestreos realizados al momento
- Promedio de peso de muestras por turno
- Cantidad de muestreos realizados por turno

Estos valores se visualiza con la tecla [Stat]: en la pantalla primero aparecerá el nombre del dato que se va a presentar e inmediatamente aparecerá el valor de ese dato.

Figura 49. **Monitoreo de peso en balanza de línea**



Fuente: fotografía de instructivo real.

c) Muestreo de tara: el muestreo de la tara debe realizarse efectivamente en las siguientes situaciones:

- Cada cambio de bobina de laminado
- Cada paso de unión en la bobina de laminado
- Para frascos, en cada cambio de lote de unidades

Se toman 9 muestras del material (sobres, laminados, envoltorios, etc.), y en el caso de frascos se toman 3.

d) Instructivo de registro de tara en Free Weigh 9001:

- Se toma la cantidad de muestras indicadas
- Se coloca el equipo en modo “tara”
- Ingresar el código de producto y línea de producción.
- Colocar la muestra de material, uno por uno, uno sobre el otro, esperando que la pantalla indique que se cargo cada registro
- Al terminar los muestreos, dejar el equipo en modo “Balanza”

- **Restricciones y prevenciones**
 - El muestreo e ingreso de datos debe hacerse siguiendo la secuencia natural del proceso de llenaje.
 - Nunca utilizar muestras escogidas o datos engañosos que comprometan la credibilidad del maquinista y de todos los responsables involucrados.

- **Acciones correctivas:** se da un caso de violación de la regla:
 - Cuando el peso promedio de la muestra es menor al peso declarado
 - Cuando el peso promedio de la muestra es menor al límite de control inferior definido
 - Cuando el peso promedio de la muestra es menor al límite absoluto inferior definido

En cualquiera de los dos primeros casos se deberá:

- Ajustar el dispositivo de dosificación y/o la velocidad del tornillo dosificador según criterio del maquinista.
- Si el problema persiste, detener el proceso productivo y reportar a su superior inmediato.
- Solicitar revisión de sistema por parte del departamento técnico, para realizar ajuste mecánico en máquina.
- Si se violara el límite absoluto inferior, se deberá separar y bloquear la porción de la producción en que se haya detectado dicha situación, tomando el lapso desde el anterior hasta el

siguiente peso correcto. Se tomará una nueva muestra y se re-evaluará para corroborar el problema. Se debe gestionar la decisión final respectiva con el jefe de producción y con el departamento de aseguramiento de calidad.

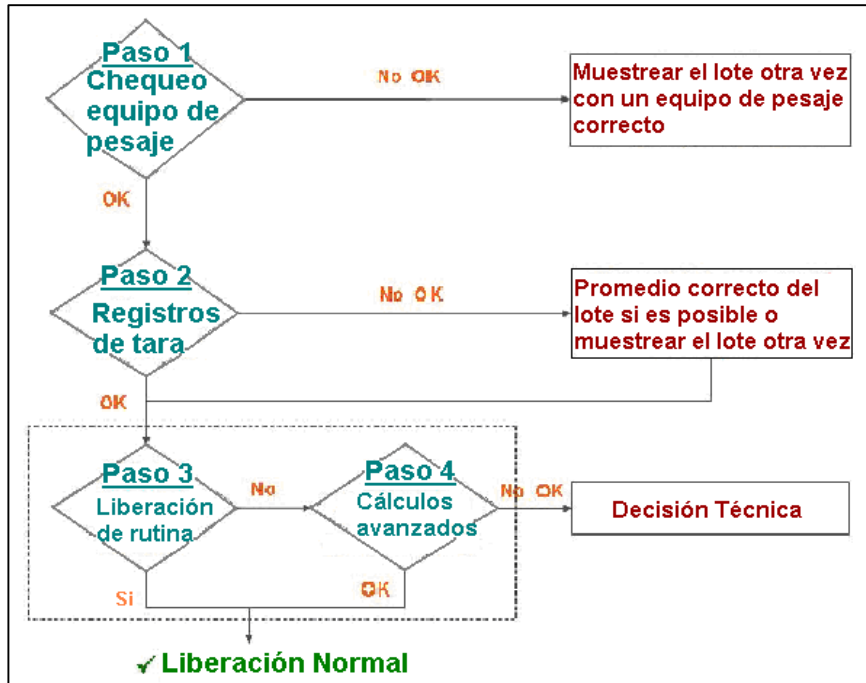
- **Registros:** reporte diario de control de peso neto.

2.4.6.5. Procedimiento de liberación de producto terminado

Para la liberación del producto terminado y autorizar su salida al mercado se realizan diferentes evaluaciones como análisis en panel sensorial, trazabilidad de línea, etc. En el procedimiento se toma en cuenta el valor de peso promedio del lote producido, registros de control de equipo de pesaje y tara para asegurar que el dato de peso promedio obtenido es real y confiable.

La decisión de liberación, en lo que al punto de peso neto se refiere se describe de la siguiente manera:

Figura 50. Diagrama de liberación en base a manejo de peso neto



Fuente: instrucción técnica GI 90-554.

Este análisis se sumará al grupo de evaluaciones que se llevan a cabo para la toma de decisión final y servirá como apoyo para reforzar el aseguramiento de la calidad.

- Paso 1: chequeo de dispositivo de pesaje

Se debe chequear que la exactitud del equipo de pesaje sea correcta revisando los registros de verificación de calibración de la balanza. Si en los registros se ve que el equipo no cumple, debe hacerse un muestreo adicional de las unidades del lote para corroborar el peso obtenido en una balanza que se asegure este calibrada.

- Paso 2: manejo de tara

Se debe chequear que los controles de modificación de tara se hayan realizado con regularidad, en base a los cambios de rollo registrados en el sistema de paros programados. Los registros de tara deben ser revisados y si no cumplen, se deben hacer chequeos de tara adicionales para corregir el valor de tara y consecuentemente el promedio del lote (M_0).

- Paso 3: criterio de liberación de rutina

Como los requerimientos pueden variar de ley en ley, un criterio común para todas las leyes debe ser designado para liberación de rutina así:

- El promedio del lote (M_0) debe ser igual o mayor al peso objetivo (M):

$$M_0 \geq M$$

- La desviación estándar del lote (S_p) debe ser igual o menor que la desviación estándar usada para calcular M (S_{nc}):

$$S_p \leq S_{nc}$$

El cumplir con los criterios anteriores automáticamente implica cumplir con todos los requerimientos legales, por consiguiente no es necesario aplicar los requerimientos de ley estipulados.

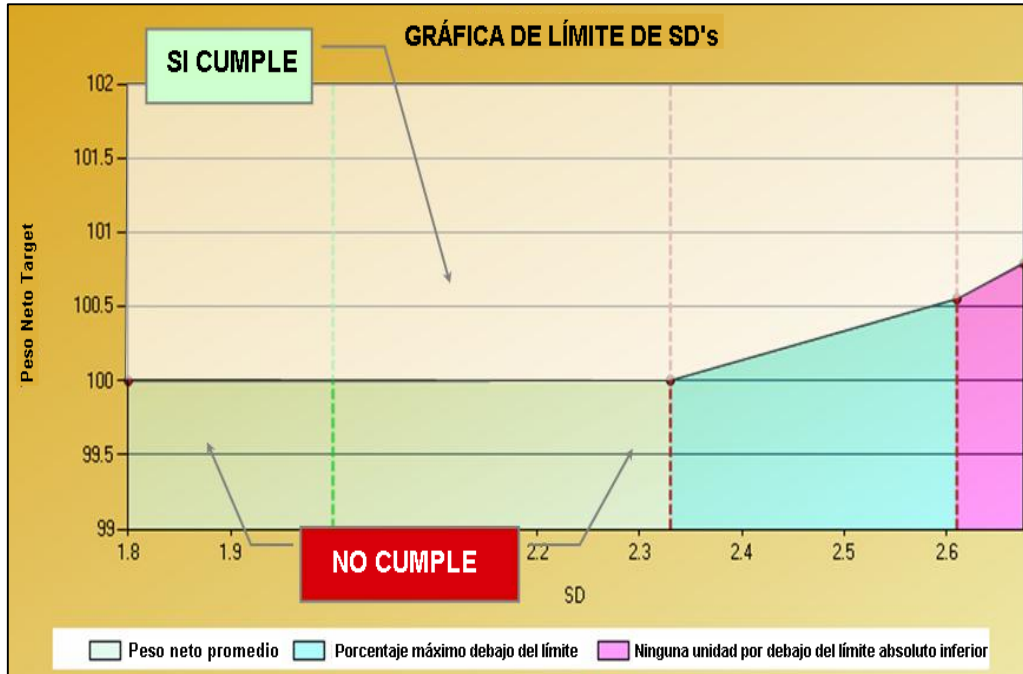
- Paso 4: cálculos avanzados

Si los criterios no se cumplen, pueden hacerse cálculos avanzados para decidir si de cualquier modo el lote es liberado. La decisión final, basada en esos cálculos, será tomada por el jefe del departamento de producción en

conjunto con aseguramiento de la calidad. Para realizar los cálculos avanzados se debe usar el programa Q-Stat.Net, de la siguiente manera:

- Se deben obtener los datos estadísticos del lote a evaluar (M_0 , S_p) e ingresarlos en el gráfico de la herramienta S_{limit} . La gráfica S_{limit} da el peso objetivo (M) como una función de la desviación estándar. Todos los puntos (M_0 , S_p) sobre la curva representan lotes que cumplen con todos los requerimientos, con una probabilidad para satisfacer los requerimientos mayores a 99%. Cualquier lote cuyas características caigan en esta región cumple con el requisito legal y por consiguiente puede ser liberado.

Figura 51. **Gráfico de límites de desviación estándar**



Fuente: imagen del programa Q-Stat.Net.

Si el lote cae dentro de la zona de cumplimiento, este se libera. En caso un punto (M_0 , S_p) caiga fuera de la zona de cumplimiento, la probabilidad de cumplir todos los requerimientos o el porcentaje para un requerimiento dado debe ser calculada según los pasos b) y c).

- Caso A. – Si el plan de muestreo es dado por la ley, calcular a partir de las estadísticas del lote la probabilidad para satisfacer cada requerimiento individual y, globalmente, la ley.

Caso B. – Si no dan plan de muestreo o un porcentaje es estipulado por una política general, calcular el porcentaje de cada requerimiento y compararlos con la referencia.

- Tomar la decisión final basada en los cálculos previos.

2.4.6.6. Monitoreo del proceso después de la implementación

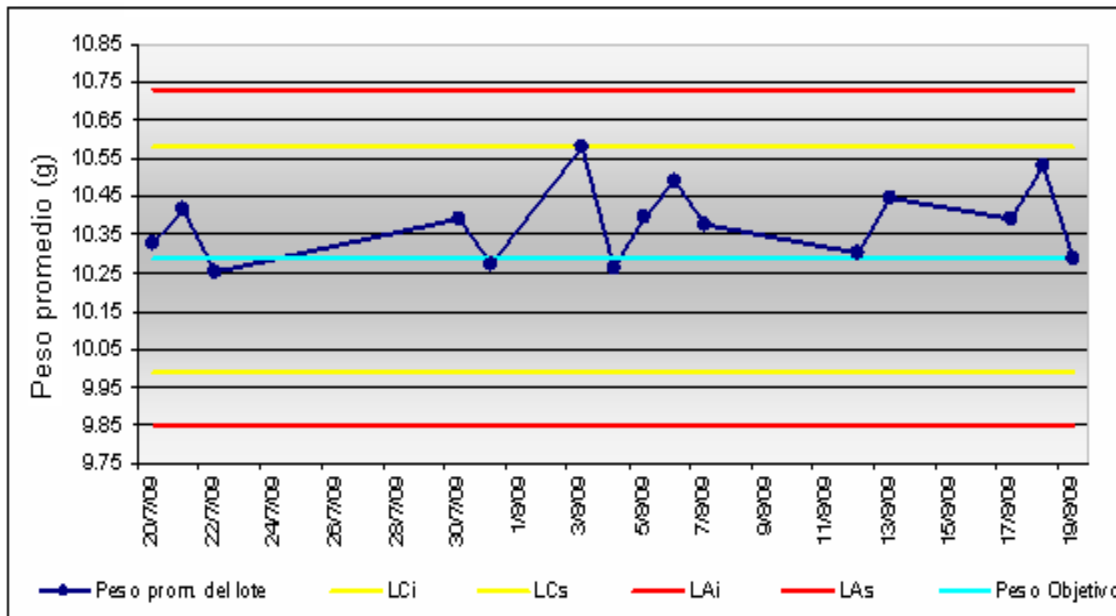
Después de definir los límites de control y la capacidad del proceso para cumplirlos, se realizó un monitoreo del comportamiento de los datos durante los siguientes 15 días de producción de consomé de pollo, para ver si este cumplía con los parámetros establecidos. Los datos se obtuvieron de los registros del sistema *Free Weigh* y pueden verse reflejados en la siguiente gráfica:

Tabla XXIII. Datos de peso promedio de consomé de pollo

| No. | Fecha de producción | No. lote | Total muestras/ lote | Peso promedio del lote | SD promedio del lote |
|-----------------|---------------------|----------|----------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 20/07/2009 | 92020226 | 63 | 10,328 | 0,515 |
| 2 | 21/07/2009 | 92030226 | 45 | 10,418 | 0,572 |
| 3 | 22/07/2009 | 92040226 | 22 | 10,253 | 0,561 |
| 4 | 30/07/2009 | 92120226 | 31 | 10,390 | 0,533 |
| 5 | 31/07/2009 | 92130226 | 56 | 10,271 | 0,590 |
| 6 | 03/08/2009 | 92160226 | 32 | 10,583 | 0,581 |
| 7 | 04/08/2009 | 92170226 | 37 | 10,262 | 0,511 |
| 8 | 05/08/2009 | 92180226 | 33 | 10,395 | 0,559 |
| 9 | 06/08/2009 | 92190226 | 54 | 10,491 | 0,542 |
| 10 | 07/08/2009 | 92200226 | 41 | 10,377 | 0,527 |
| 11 | 12/08/2009 | 92250226 | 433 | 10,302 | 0,588 |
| 12 | 13/08/2009 | 92260226 | 40 | 10,448 | 0,509 |
| 13 | 17/08/2009 | 92300226 | 37 | 10,391 | 0,526 |
| 14 | 18/08/2009 | 92310226 | 26 | 10,531 | 0,599 |
| 15 | 19/08/2009 | 92320226 | 36 | 10,287 | 0,549 |
| PROMEDIO | | | 986 | 10,382 | 0,551 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Evaluación de comportamiento del peso promedio de diferentes lotes



Fuente: elaboración propia.

Puede verse que hay un punto justo sobre el límite de control superior, mientras que todos los demás puntos están dentro de los límites definidos y por encima tanto como por debajo del peso objetivo. Por lo tanto puede corroborarse que el proceso está bajo control y es capaz de cumplir con los criterios de control.

El punto sobre el límite superior no puede eliminarse del gráfico ya que es una producción que ya fue liberada para su exportación. Además porque los valores altos que se registraron durante el monitoreo de dicho proceso pudieron deberse a distintos factores como problemas mecánicos de la línea, desajustes, habilidad del operador de línea, condiciones de semielaborado, etc.

2.5. Costos

Durante el proyecto se hicieron algunos ensayos así como cambios en los equipos que incurrieron en costos para su elaboración. Además, como se menciono con anterioridad, el peso neto tiene una estrecha relación con el costo de los artículos, por lo cual se describe cómo el controlar el proceso en base a la instrucción contribuyó a mejorar los costos de producción del consomé de pollo.

2.5.1. Involucrados durante evaluación

Las evaluaciones hechas se tomaron como parte del muestreo normal del proceso de cada producción, por lo que no resultaron en un costo adicional. Todas las unidades involucradas en los diferentes muestreos fueron destinadas al área de reproceso para su reutilización en los siguientes semielaborados a producir, y esto ya está contemplado dentro de los costos de producción.

2.5.2. Involucrados durante implementación

Los costos incurridos durante el proceso de implementación incluyen:

- Elaboración de tornillos dosificadores

Se mandaron a hacer a una empresa exterior.

Orden de compra # 18276990

Cantidad: 8 unidades

Material: acero inoxidable

Dimensiones: 25 mm diámetro

37 mm paso

Rosca izquierda M12, M5

Total (IVA incluido): Q 15 250,00

- Elaboración de regleta de paso

Se mandaron a hacer a una empresa exterior.

Orden de compra # 18271392

Cantidad: 4 unidades

Material: derlin

Dimensiones: definidas en cotización

Total (IVA incluido): Q 7 500,00

- Elaboración de agitadores de masa

Se hicieron en el taller mecánico del departamento técnico de la fábrica.

Orden de trabajo #: 226044-369

Cantidad: 8 unidades

Material: acero inoxidable de 0,5 cm de diámetro

Costo: Q 846,00

- Elaboración de tamiz de 15 mm de apertura

Se realizó en el taller mecánico del departamento técnico de la fábrica.

Orden de trabajo #: 226044-428

Material: acero inoxidable de 0,1 cm de diámetro

Costo: Q 235,00

- Horas/hombre para capacitación

La capacitación a los operadores se realizó dividiéndolos en grupos según el horario de trabajo. Se realizó durante 4 días para cubrir a todos los maquinistas que realizan el monitoreo, con una duración de 1 hora, extra al horario de trabajo. Cada grupo incluye 30 maquinistas más los auxiliares de turno. No se entregó material didáctico a los participantes. El total de participantes fue de 126 personas, y el costo por hora extra promedio por persona es Q 10,25.

Costo total de capacitación: Q 1 291,50

- Capacitación de staff de producción

El costo de hora / hombre del grupo de *staff* de producción promedio es de Q 23,95. El total de participantes fue de 14 personas.

Costo total de capacitación: Q 335,30

- Total de costos

| | |
|-------------------------|-----------------|
| Tornillos dosificadores | Q 15 250,00 |
| Regleta de paso | Q 7 500,00 |
| Agitadores de masa | Q 846,00 |
| Tamiz | Q 235,00 |
| Capacitación operadores | Q 1 291,50 |
| Capacitación staff | <u>Q 335,30</u> |
| Total | Q 25 457,80 |

El costo de conversión en dólares, calculado según el tipo de cambio en octubre de 2009¹ es:

$$Q 25 457,80 \times \frac{\$ 1,00}{Q 8,341} = \$ 3 052,09$$

2.5.3. Análisis de costos por sobrellenado planeado y sobrellenado no planeado

La sobredosis se divide en sobredosis planeada y sobredosis no planeada, donde la primera es la diferencia entre el peso neto objetivo y el peso neto declarado.

Sobredosis planeada está considerada en los costos de producción como el uso esperado de material, y depende de:

- Legislaciones
- Variabilidad de llenado

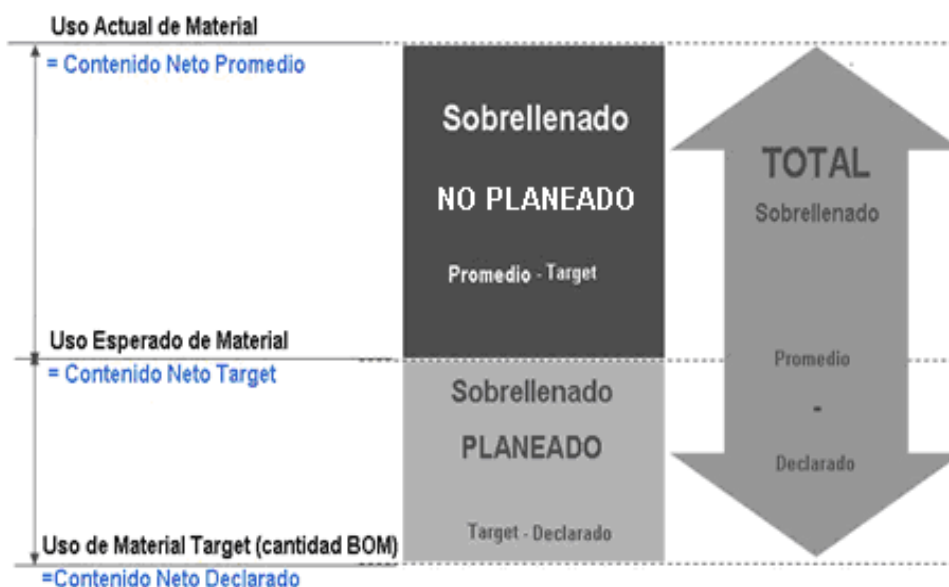
¹ Dato obtenido en www.banguat.gob.gt

- Otros aspectos (visual, sensorial, etc.)

Minimizar y controlar la variabilidad de llenado son las primeras acciones correctivas a tomar para reducir la sobredosis planeada. Esto puede lograrse evaluando sistemáticamente las diferentes fuentes de variabilidad usando herramientas como: test instantáneo, calibración de dispositivo de ajuste, test general, entre otras, y aplicando un proceso de control estadístico.

Sobredosis no planeada se refiere al exceso de producto que se agrega al envasar un producto por encima del peso objetivo. Cuando se tiene un sistema de dosificación suficientemente “preciso”, los operadores de llenado son responsables de producir lotes con peso promedio lo más cercano posibles al peso objetivo, y con una desviación estándar más baja que S_{nc} . Así, la sobredosis no planeada al final de un periodo de tiempo debe ser cero o tan baja como sea posible. De otro modo, las fuentes de variación deben ser investigadas.

Figura 53. Descripción de sobredosificación



Fuente: instrucción técnica GI-90.552.

El uso objetivo de material corresponde a la cantidad hipotética de semielaborado requerida a ingresar al proceso para producir una cantidad dada como si no existieran pérdidas de ningún tipo. En otras palabras es el peso neto declarado en el embalaje primario del producto.

El uso esperado de material corresponde a la cantidad anticipada y realista de masa requerida en el proceso para producir una cantidad dada. En este proceso, se refiere al peso neto objetivo.

El uso efectivo de material corresponde a la cantidad real de material usado en el proceso para producir una cantidad dada. Corresponde entonces al peso promedio del lote evaluado.

Aunque estas pérdidas son parte del proceso y hasta cierto punto inevitables, sería un error no controlarlas. Es por esto que se define un peso objetivo para dosificación, pues ayuda a establecer la pérdida de semielaborado que se acepta y permite durante todo el proceso. Toda dosificación que sea mayor a este valor corresponde a la pérdida extra que conlleva y que altera las condiciones de costos planeadas con anterioridad.

Para la evaluación de los costos de producción se realizará comparando los valores resultantes entre producción en base cero (dosificación de 10 gramos exactos), producción en base a peso objetivo (dosificación de 10,29 gramos) y producción con sobredosis no planeada (dosificación de 10,38 gramos, promedio de los pesos resultantes del monitoreo después de la implementación).

- **Formato 40X12X10g.**

El costo de producción de una caja es de Q 9,50 y la producción anual planeada para el año 2009 es de 39 209 cajas.

El costo de producción anual en base cero es de:

$$40 \text{ tiras} \times 12 \text{ unid.} \times 10 \text{ g} = 4\,800 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 4,8 \text{ kg}$$

$$\frac{Q \ 9,50}{1 \text{ Cj}} \times \frac{39\,209 \text{ Cj}}{1 \text{ año}} = \frac{Q \ 372\,485,50}{1 \text{ Año}}$$

El costo de producción en base al peso objetivo es:

$$40 \text{ tiras} \times 12 \text{ unid.} \times 10,29 \text{ g} = 4\,939,2 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 4,9392 \text{ kg}$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{aligned} 4,8 \text{ kg.} &= Q9,50 \\ 4,9392 \text{ kg.} &= Q9,78 \end{aligned}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{Q \ 9,78}{1 \text{ Cj}} \times \frac{39\,209 \text{ Cj}}{1 \text{ año}} = \frac{Q \ 383\,464,02}{1 \text{ año}}$$

El costo de pérdida por sobredosis permitido es de:

$$Q \ 383\,464,02 - Q \ 372\,485,50 = Q \ 10\,978,52$$

Lo que equivale al 2.86% de la producción en base cero.

El costo de pérdida por sobredosis no planeada equivale a:

$$40 \text{ tiras} \times 12 \text{ unid.} \times 10,38 \text{ g} = 4\,982,4 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 4,9824 \text{ kg}$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{array}{l} 4,8 \text{ kg} \quad = \text{Q}9,50 \\ 4,9824 \text{ kg} \quad = \text{Q}9,86 \end{array}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{\text{Q } 9,86}{1 \text{ Cj}} \times \frac{39\,209}{1} \frac{\text{Cj}}{\text{año}} = \frac{\text{Q } 386\,600,74}{1 \text{ Año}}$$

El costo real de pérdida por sobredosis es de:

$$\text{Q } 386\,600,74 - \text{Q } 372\,485,50 = \text{Q } 141\,15,24$$

Lo que equivale al 3.789% de la producción en base cero, 1% de sobredosis no planeada sobre el peso objetivo.

Puede decirse entonces que el costo total de sobredosis de un lote de consomé de pollo equivale al 3.79%, y de esta el 75% es sobredosis planeada y 25% representa la sobredosis no planeada. Es ahí donde está el área de oportunidad para reducir dicho valor al mínimo y así, reducir los costos de producción.

- **Formato 40X14X10g. (promoción especial)**

El costo de producción de una caja es de Q11,08 y la producción anual planeada para el año 2009 es de 4 520 cajas.

El costo de producción anual en base cero es de:

$$40 \text{ tiras} \times 14 \text{ unid.} \times 10 \text{ g.} = 5\,600 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 5,6 \text{ kg}$$

$$\frac{\text{Q } 11,08}{1 \text{ Cj}} \times \frac{4\,520}{1} \frac{\text{Cj}}{\text{año}} = \frac{\text{Q } 50\,081,60}{1 \text{ año}}$$

El costo de producción en base al peso objetivo es:

$$40 \text{ tiras} \times 14 \text{ unid.} \times 10,29 \text{ g} = 5\,762,40 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 5,7624 \text{ kg}$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{aligned} 5,6 \text{ kg} &= \text{Q}11,08 \\ 5,7624 \text{ kg} &= \text{Q}11,40 \end{aligned}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{\text{Q } 11,40}{1 \text{ Cj}} \times \frac{4\,520}{1} \frac{\text{Cj}}{\text{año}} = \frac{\text{Q } 51\,528,00}{1 \text{ año}}$$

El costo de pérdida por sobredosis permitido es de:

$$\text{Q } 51\,528,00 - \text{Q } 50\,081,60 = \text{Q } 1\,446,40$$

Lo que equivale al 2.80% de la producción en Base Cero.

El costo de pérdida por sobredosis no planeada equivale a:

$$40 \text{ tiras} \times 14 \text{ unid.} \times 10,38 \text{ g} = 5\,812,8 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 5,8128 \text{ kg}$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{aligned} 5,6 \text{ Kg.} &= \text{Q}11,08 \\ 5,8128 \text{ Kg.} &= \text{Q}11,50 \end{aligned}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{\text{Q } 11,50}{1 \text{ Cj}} \times \frac{4\,520}{1} \frac{\text{Cj}}{\text{año}} = \frac{\text{Q } 51\,980,00}{1 \text{ año}}$$

El costo real de pérdida por sobredosis es de:

$$\text{Q } 51\,980,00 - \text{Q } 50\,081,60 = \text{Q } 1\,898.40$$

Lo que equivale al 3.65% de la producción en base cero, 0.85% de sobredosis no planeada sobre el peso objetivo.

Puede decirse entonces que el costo total de sobredosis de un lote de consomé de pollo equivale al 3.65% del peso declarado, y de esta el 77% es sobredosis planeada y 23% representa la sobredosis no planeada.

- **Formato 150X4X10g.**

El costo de producción de una caja es de Q 12,75 y la producción anual planeada para el año 2009 es de 10 130 cajas.

El costo de producción anual en base cero es de:

$$150 \text{ tiras} \times 4 \text{ unid.} \times 10 \text{ g} = 6\,000 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 6 \text{ kg}$$

$$\frac{Q \ 12,75}{1 \text{ Cj}} \times \frac{10\,130 \text{ Cj}}{1 \text{ año}} = \frac{Q \ 129\,157,50}{1 \text{ Año}}$$

El costo de producción en base al peso objetivo es:

$$150 \text{ tiras} \times 4 \text{ unid.} \times 10,29 \text{ g} = 6\,174 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 6,174 \text{ kg}$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{aligned} 6 \text{ kg} &= Q12,75 \\ 6,174 \text{ kg} &= Q13,12 \end{aligned}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{Q \ 13,12}{1 \text{ Cj}} \times \frac{10\,130 \text{ Cj}}{1 \text{ año}} = \frac{Q \ 132\,905,60}{1 \text{ Año}}$$

El costo de pérdida por sobredosis permitido es de:

$$Q \ 132\,905,60 - Q \ 129\,157,50 = Q \ 3\,748,10$$

Lo que equivale al 2.82% de la producción en base cero.

El costo de pérdida por sobredosis no planeada equivale a:

$$150 \text{ tiras} \times 4 \text{ unid.} \times 10,38 \text{ g} = 6\,228 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 6,228 \text{ kg}$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{aligned} 6 \text{ kg} &= \text{Q}12,75 \\ 6,228 \text{ kg} &= \text{Q}13,23 \end{aligned}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{\text{Q } 13,23}{1 \text{ Cj}} \times \frac{10\,130}{1} \frac{\text{Cj}}{\text{Año}} = \frac{\text{Q } 134\,019,90}{1 \text{ Año}}$$

El costo real de pérdida por sobredosis es de:

$$\text{Q } 134\,019,90 - \text{Q } 129\,157,50 = \text{Q } 4\,862,40$$

Lo que equivale al 3.63% de la producción en base cero, 0.81% de sobredosis no planeada sobre el peso objetivo.

Puede decirse entonces que el costo total de sobredosis de un lote de consomé de pollo equivale al 3.63% del peso declarado, y de esta el 78% es sobredosis planeada y 22% representa la sobredosis no planeada.

- **Formato 150 X 5 X 10g.**

El costo de producción de una caja es de Q15.94 y la producción anual planeada para el año 2009 es de 11 315 cajas.

El costo de producción anual en base cero es de:

$$150 \text{ tiras} \times 5 \text{ unid.} \times 10 \text{ g} = 7\,500 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 7,5 \text{ kg}$$

$$\frac{Q\ 15,94}{1\ Cj} \times \frac{11\ 315}{1} \frac{Cj}{año} = \frac{Q\ 180\ 361,10}{1\ Año}$$

El costo de producción en base al peso objetivo es:

$$150\ tiras \times 5\ unid. \times 10,29\ g = 7\ 717,5g \times \frac{1\ kg}{1\ 000\ g} = 7,717\ kg$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{aligned} 7,5\ Kg. &= Q15,94 \\ 7,717\ Kg. &= Q16,40 \end{aligned}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{Q\ 16,40}{1\ Cj} \times \frac{11\ 315}{1} \frac{Cj}{año} = \frac{Q\ 185\ 566,00}{1\ Año}$$

El costo de pérdida por sobredosis permitido es de:

$$Q\ 185\ 566,00 - Q\ 180\ 361,10 = Q\ 5\ 204,90$$

Lo que equivale al 2.80% de la producción en base cero.

El costo de pérdida por sobredosis no planeada equivale a:

$$150\ tiras \times 5\ unid. \times 10,38\ g = 7\ 785\ g \times \frac{1\ kg}{1\ 000\ g} = 7,785\ kg$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{aligned} 7,5\ kg &= Q15,94 \\ 7,785\ kg &= Q16,54 \end{aligned}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{Q\ 16,54}{1\ Cj} \times \frac{11\ 315}{1} \frac{Cj}{Año} = \frac{Q\ 187\ 150,10}{1\ Año}$$

El costo real de pérdida por sobredosis es de:

$$Q 187 150,10 - Q 180 361,10 = Q 6 789,00$$

Lo que equivale al 3.63% de la producción en base cero, 0.83% de sobredosis no planeada sobre el peso objetivo.

El costo total de la sobredosis del lote de consomé de pollo tendría un 77% de sobredosis planeada y un 23% de sobredosis no planeada.

- **Formato 150 X 6 X 10 g (promoción especial)**

El costo de producción de una caja es de Q19,12 y la producción anual planeada para el año 2009 es de 2 080 cajas.

El costo de producción anual en base cero es de:

$$150 \text{ tiras} \times 6 \text{ unid.} \times 10 \text{ g} = 9 000 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1 000 \text{ g}} = 9 \text{ kg}$$

$$\frac{Q 19,12}{1 \text{ Cj}} \times \frac{2 080 \text{ Cj}}{1 \text{ año}} = \frac{Q 39 769,60}{1 \text{ Año}}$$

El costo de producción en base al peso objetivo es:

$$150 \text{ tiras} \times 6 \text{ unid.} \times 10,29 \text{ g.} = 9 261 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1 000 \text{ g}} = 9,261 \text{ kg}$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{aligned} 9 \text{ kg} &= Q19,12 \\ 9,261 \text{ kg} &= Q19,67 \end{aligned}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{Q 19,67}{1 \text{ Cj}} \times \frac{2 080 \text{ Cj}}{1 \text{ año}} = \frac{Q 40 913,60}{1 \text{ año}}$$

El costo de pérdida por sobredosis permitido es de:

$$Q\ 40\ 913,60 - Q\ 39\ 769,60 = Q\ 1\ 144,00$$

Lo que equivale al 2.79% de la producción en base cero.

El costo de pérdida por sobredosis no planeada equivale a:

$$150\ \text{tiras} \times 6\ \text{unid.} \times 10,38\ \text{g} = 7\ 785\ \text{g} \times \frac{1\ \text{kg}}{1\ 000\ \text{g}} = 9,342\ \text{kg}$$

Utilizando la regla de tres:

$$\begin{array}{rcl} 9\ \text{kg} & = & Q19,12 \\ 9,342\ \text{kg} & = & Q19,85 \end{array}$$

El costo de producción anual es:

$$\frac{Q\ 19,85}{1\ \text{Cj}} \times \frac{2\ 080}{1} \frac{\text{Cj}}{\text{Año}} = \frac{Q\ 41\ 288,00}{1\ \text{Año}}$$

El costo real de pérdida por sobredosis es de:

$$Q\ 41\ 288,00 - Q\ 39\ 769,60 = Q\ 1\ 518,40$$

Lo que equivale al 3.68% de la producción en Base Cero, 0.89% de sobredosis no planeada sobre el peso objetivo. Puede decirse entonces que el costo total de sobredosis de un lote de consomé de pollo tiene 74% de sobredosis planeada y 26% de sobredosis no planeada.

Para evaluar el resultado de la implementación de la instrucción, se muestra el comparativo del costo de producción de consomé de pollo 40 X 12 X 10g entre marzo y octubre de 2009 por ser los meses de inicio y fin del proyecto:

| | | Marzo | Octubre |
|-------------------------------------|-------|-----------------------|---------------------|
| Cantidad de cajas producidas | | 3 146 | 3 267 |
| Peso promedio unidad (g) | | 10,47 | 10,24 |
| Kg producidos (relación prod/cajas) | | 15 810 537,60 | 16 057 958,40 |
| | | | |
| Costo por Kg | | Q1,97 | Q1,97 |
| Costo real total mensual | | Q 31 146 759,07 | Q 31 634 178,05 |
| Diferencia | | | Q 487 418,98 |
| VARIACIONES | | | |
| Costo por reproceso | 0.50% | Q 155 733,80 | Q 148 170,89 |
| Pérdida en línea | 0.32% | Q 99 669,63 | Q 78 229,37 |
| Sobredosis | 2.18% | Q 809 815,74 | Q 695 951,92 |
| Total | | Q 1 065 219,16 | Q 922 352,18 |

Puede notarse que el costo mensual de producción es mayor en octubre debido a que hubo una mayor producción de cajas. El resultado del proyecto puede observarse al reducir el costo total de variación de material en un 13%, y en el punto específico de costo por sobredosis mensual, fue reducido en 14% según datos comparativos.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1. Historial de sismos en la región central de Guatemala

Guatemala está localizada geográficamente en el área punto de encuentro de 3 placas tectónicas, así como dentro de la cadena volcánica que atraviesa América. Por esto es afectada continuamente por movimientos telúricos. La región central es reconocida por varios sismos relevantes en la historia del país, como en el año de 1773, cuando ocurrió el devastador terremoto de Santa Marta, que obligó al traslado de la ciudad hacia lo que ahora es la ciudad de Guatemala. A continuación se presenta un resumen de los principales eventos ocurridos en a partir de 1900 en esta región, indicando los parámetros más importantes y algunos comentarios de carácter macrosísmico.

- Terremotos de 1917 y 1918: en realidad no fueros dos sismos, sino una serie, posiblemente un enjambre, en el cual las condiciones se prestaron para reconocer estos dos eventos como los más importantes. Después de una amplia investigación, se pudo definir la actividad de la siguiente forma:

El 27 de noviembre de 1917, en las proximidades de la capital, los más fuertes efectos se sintieron en Villa Nueva, equivocadamente se consideró parte de la actividad del volcán de Pacaya. La actividad de continuó percibiendo, hasta que el 26 de diciembre a las 05:21 horas, una fuerte actividad que destruyó en gran parte el centro de la capital y las proximidades. A esta le sucedió otra, un posible post-evento, a las 06:18. Se reportaron más de 250 personas muertas.

El 4 de enero de 1918, a las 04:30 y 04:32 horas, dos nuevos eventos sacudieron la ciudad. El final de la fuerte actividad lo marcó el 24 de enero aproximadamente a las 07:30 hrs. Este último reportó bastantes daños. No se tiene la localización exacta del hipocentro.

- Terremoto de 1942: ocurrió el 6 de agosto a las 23:36 horas. Se registró con magnitud de $M_s = 8,3$. Tuvo localización en 13,9 grados latitud Norte y 90,8 grados longitud Oeste, con profundidad de 60 km. Causó los siguientes efectos:

En el departamento de Guatemala daños considerables en Amatitlán, daños leves en el resto de municipios. En Sacatepéquez hubo varios edificios, templos y casas con desperfectos de poca consideración y derrumbes en la carretera entre la capital y Antigua Guatemala.

En Chimaltenango hubo daños leves, aunque en municipios como Comalapa, Tecpán y Patzicía, varios edificios y casas fueron destruidos y se reportaron algunos muertos. Acatenango prácticamente fue destruido y hubo bastantes muertos. En el resto de los municipios ligeros daños materiales fueron reportados.

En varios departamentos del Occidente del país, así como en Escuintla y algunos del Oriente que sufrieron los efectos solo se reportaron daños ligeros en casas, fue sentido en todos los municipios.

Las mediciones matemáticas indican que este evento ha sido el de mayor cantidad de liberación de energía, sin embargo no ha sido el más destructor posiblemente por la ubicación del evento y la menor población existente en la época.

- Terremoto de 1976: ha sido el evento que más estragos ha causado en el presente siglo. Fue registrado el 4 de febrero a las 03:03 horas. Se localizó en 15,32 grados latitud Norte y 89,10 grados longitud Oeste, de características superficiales, alrededor de 5 km. de profundidad y magnitud Ms= 7,5 grados.

Los efectos de la ruptura fueron desastrosos, se registraron mediciones de desplazamiento horizontal de más de 3 metros. En algunas partes a lo largo de la falla se crearon aceleraciones muy altas que ocasionaron la destrucción de miles de viviendas en las zonas adyacentes, incluyendo el valle de la ciudad capital. Se registraron cerca de 25 000 muertos y 75 000 heridos y aunque no se fijaron cifras exactas, se calcula que las pérdidas excedieron los doscientos cincuenta mil millones de dólares estadounidenses (Espinoza, 1976). Activación del sistema de fallas de Mixco.

- Terremoto de Pochuta en 1991: el 18 de septiembre a las 03:48 se produjo un evento sísmico superficial de 5,3 grados de magnitud, en la región Sur-Oeste de Chimaltenango, lo cual causó destrozos de por lo menos el 80% de la población de San Miguel Pochuta, registrándose una intensidad máxima de VII en escala Mercalli Modificada en la zona de mayor desastre. Posterior al evento principal se desarrolló un enjambre sísmico que en las primeras 24 horas registró por lo menos 436 réplicas que oscilaron entre 0,6 y 4,0 grados de magnitud (MC) detectados por la Red Sismográfica Nacional. El saldo final fue de 25 personas muertas, 185 con heridas de consideración y 2 300 viviendas destruidas aproximadamente (Dato obtenido del informe de datos del Comité Nacional de Emergencia -CONE-).

Los parámetros básicos del evento principal obtenidos con la red son los siguientes:

- Epicentro: 14° 24,12'N, 91° 03,06'W
 - Profundidad focal: 32 km.
-
- Sismos relevantes de 1998: el primer evento significativo ocurrió el 10 de enero, a las 02:20 horas, y se produjo con magnitud 5,8 MC en la escala de Richter. Este evento inició una serie de réplicas que se extendió hasta el 20 de enero. El evento principal fue seguido de otro, de menor magnitud, a las 02:37:31 hrs. la magnitud de este evento fue de 4,4 MC en la escala de Richter. Todos los eventos sísmicos tuvieron sus epicentros en la zona de subducción, frente a las costas de Retalhuleu y Suchitepéquez. Esta actividad produjo aproximadamente 600 sismos entre el 10 y el 12 de enero, de los cuales 24 fueron reportados como sensibles. Hasta el 20 de enero se reportaron 35 sismos sensibles, con magnitudes entre los 3,3 MC y 5,8 MC grados en la escala de Richter.

Este enjambre sísmico produjo daños en Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, San Marcos, Sololá, Totonicapán, Escuintla y la Ciudad Capital. También fue sensible en Huehuetenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Santa Rosa; Tapachula, México; y en El Salvador. El reporte de daños de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres — CONRED— indica que hubo 4 personas heridas, 520 personas afectadas por la destrucción de viviendas, 5 casas afectadas severamente, 1 moderadamente dañada y 20 con daños menores; hubo 8 derrumbes, 1 incendio y algunos postes cayeron.

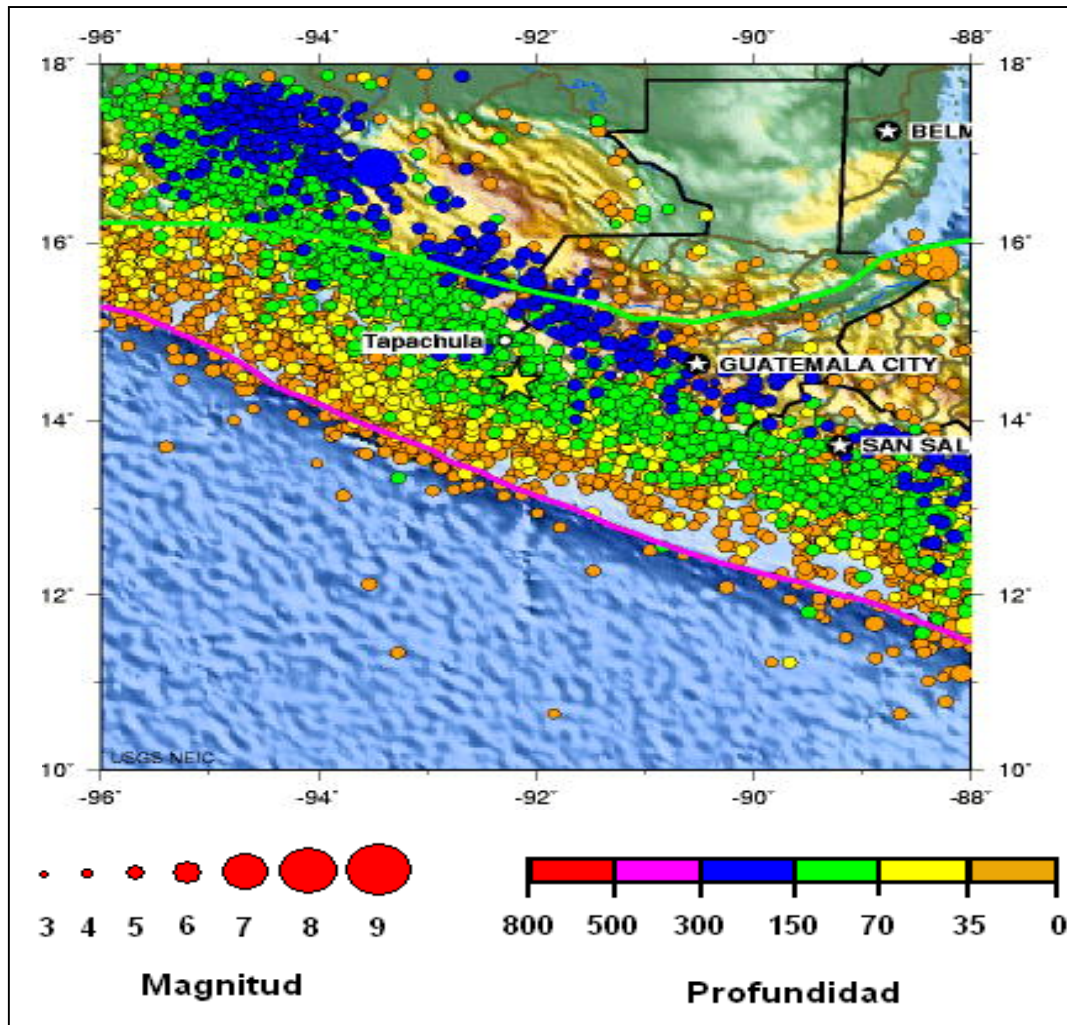
Los parámetros básicos de los eventos principales son los siguientes:

- Evento 1
 - Tiempo origen: 02:20:10.7
 - Epicentro: 14° 00,13'n, 91° 45,60'w
 - Profundidad focal: 33 km.
 - Magnitud: 5,8 MC (INSIVUMEH)
 - Máxima intensidad: VII m. M.

- Evento 2
 - Tiempo origen: 02:37:31.7
 - Epicentro: 14° 14,94'N, 90° 57,12'W
 - Profundidad focal: 33 km.
 - Magnitud: 4,4 MC (INSIVUMEH)
 - Máxima intensidad: VI M. M.

- Sismos registrados de 1990 a 2006 en Guatemala:

Figura 54. Gráfica de sismos registrados de 1990 a 2006 en Guatemala



Fuente: USGS, EEUU.

3.2. Definición de riesgo en área de ubicación de la fábrica

El riesgo es una medida o estimación de los daños resultantes de un evento. Para fines prácticos, el riesgo se define como:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

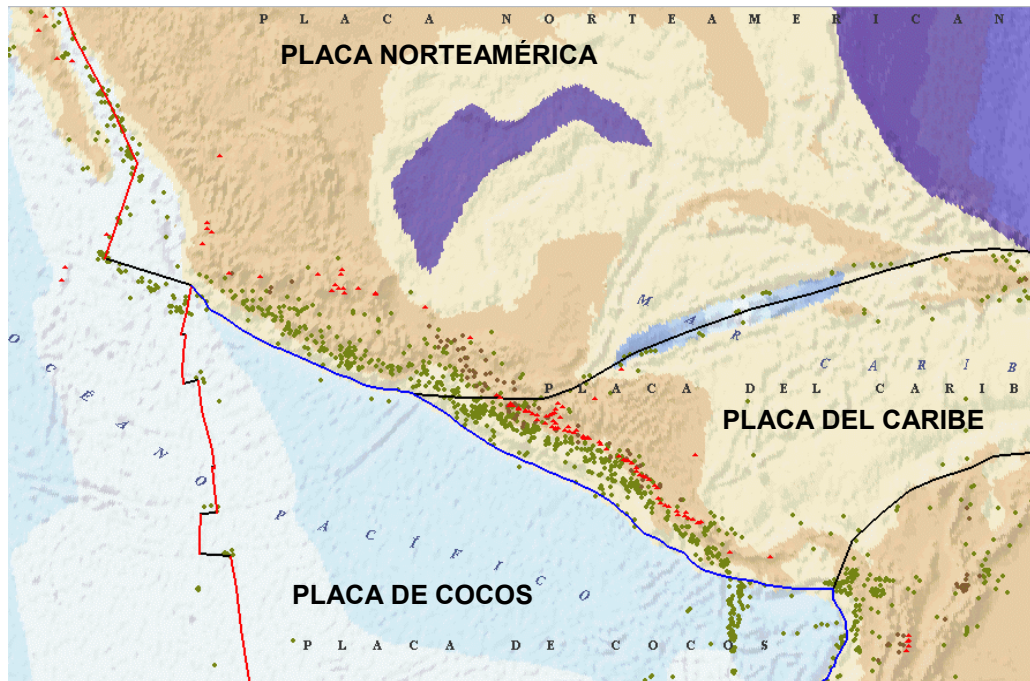
La amenaza mide el peligro al cual se está expuesto y la vulnerabilidad la capacidad de soportarlo o no. De esto se deduce que la prevención de desastres por terremotos es dependiente de la reducción de la vulnerabilidad; pues la amenaza sísmica es un factor cuantificable pero no controlable ya que depende de propiedades físicas de la tierra que están fuera del control humano.

Los terremotos, las erupciones y las fuerzas que forman las montañas son producto de un mismo fenómeno natural, conocido como la dinámica de la corteza terrestre. El modelo más aceptado para explicar el comportamiento de la corteza es la teoría de las placas tectónicas, la cual define la corteza terrestre como un cascarón fragmentado. Fuerzas generadas por el calor interno de la tierra hacen que las placas se desplacen causando sismicidad, especialmente entre los bordes de las placas. De aquí que la explicación en general del porqué de los terremotos y volcanes en Guatemala es: su posición en el rompecabezas tectónico; de hecho, Guatemala está situada en una triple intersección de placas tectónicas.

El marco tectónico regional (Molnar y Sykes, 1996; Dewey y Suárez, 1991) muestra que el territorio nacional está repartido en tres placas: Norteamérica (NA), Caribe (CA) y Cocos (CO). El movimiento relativo entre ellas, su composición (oceánica y continental) y su edad geológica producen dos tipos de límites o zonas de contacto: el primero, tipo transcurrente entre las placas de NA-CA, cuya expresión en superficie son las grandes fallas de Chixoy - Polochic, Motagua – San Agustín y Jocotán – Chamelecón. El segundo, de tipo convergente entre las placas de CO-CA, en este proceso la placa de CO se incrusta por debajo de la placa de CA, fenómeno conocido como subducción.

Los rasgos topográficos asociados a este proceso son la fosa y el arco volcánico mesoamericano.

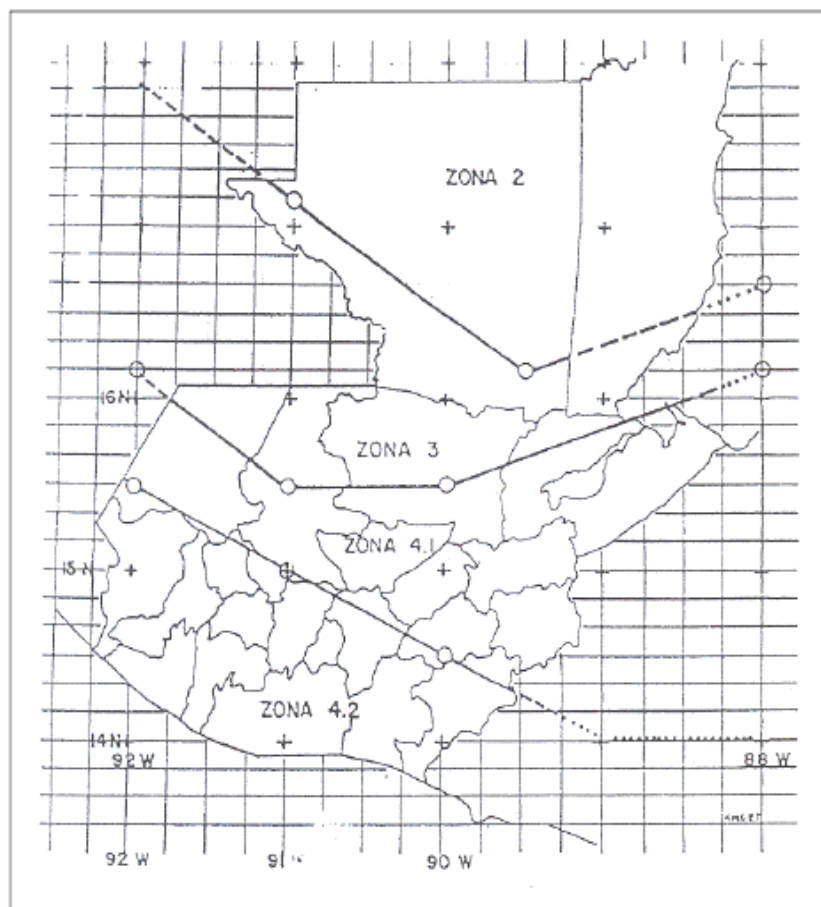
Figura 55. **Placas tectónicas que afectan a Guatemala**



Fuente: <http://www.disasterinfo.net/PEDSudamerica>.

El país está dividido en cuatro zonas sísmicas. El nivel más bajo se asigna a la mitad nororiental del país. Esta área, mostrada en el mapa que sigue, cubre 30% del país así como Belice, las otras dos terceras partes del país se dividen en las tres zonas adicionales las cuales aumentan en intensidad a medida que se acercan al Océano Pacífico. El mapa refleja las dos zonas sismológicas más importantes en Guatemala, la falla del Motagua - Polochic y la zona de Subducción.

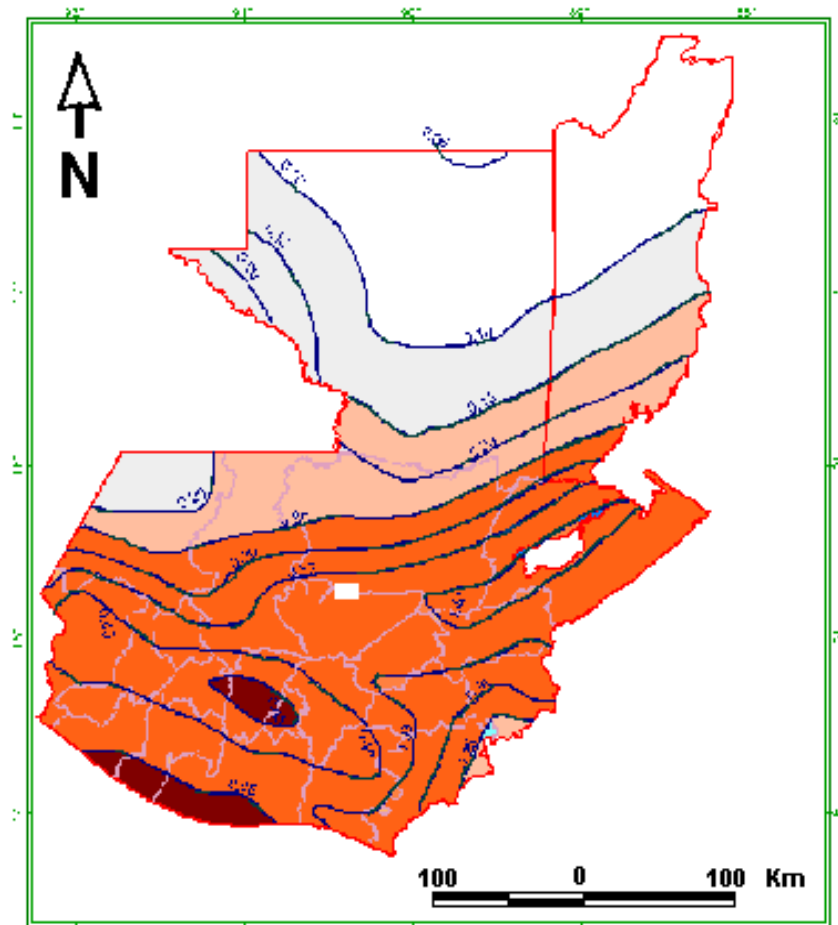
Figura 56. Zonas sísmicas de Guatemala



Fuente: <http://www.disasterinfo.net/PEDSudamerica>.

Al evaluar la posición del departamento de Sacatepéquez con respecto a estas fallas, puede verse que se encuentra en un punto intermedio entre ellas, lo que le representa una alta amenaza de actividad sísmica indirecta, consecuencia de movimientos en sus alrededores y no bajo su propio territorio (ver gráfica).

Figura 57. **Mapa de amenaza sísmica elaborado por Kiremidjian, Shah y Lubetin en 1977**



**Curvas de iso-aceleración pico del suelo,
10% de probabilidad de excedencia en 50 años**

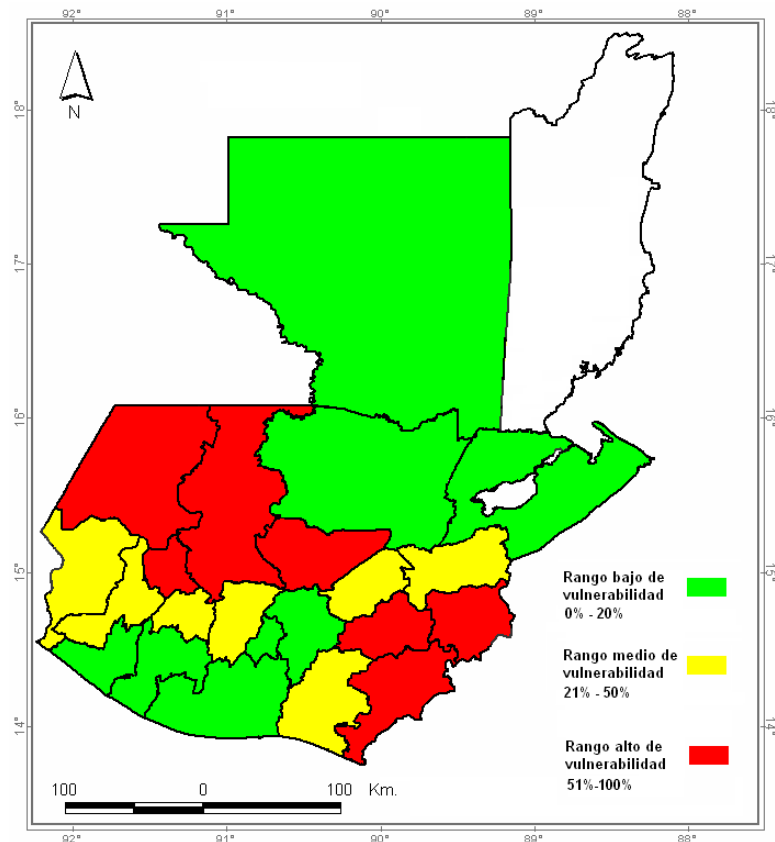
Fuente: <http://www.disasterinfo.net/PEDSudamerica>.

La amenaza sísmica se describe como la probabilidad (10%) de que como resultado de un sismo se exceda un cierto valor de magnitud de la aceleración pico del suelo en un intervalo de tiempo (50 años) en un sitio específico.

En cuanto a la vulnerabilidad del sector, puede verse que el departamento está clasificado con un nivel bajo de vulnerabilidad, evaluando solo la

resistencia y condiciones de las estructuras y construcciones del departamento (sector vivienda).

Figura 58. **Clasificación de los departamentos según el rango de vulnerabilidad del sector vivienda**



Fuente: <http://www.disasterinfo.net/PEDSudamerica>.

El riesgo se debe calcular combinando la amenaza y la vulnerabilidad, por lo que puede considerarse que el departamento de Sacatepéquez tiene un factor de riesgo sísmico moderado, por su baja vulnerabilidad y su alta amenaza indirecta.

3.3. Análisis de riesgos en fábrica

- **Recursos del centro de trabajo**

Fábrica Antigua tiene un total de cuatrocientos cuarenta y nueve personas, las cuales están organizadas en 4 diferentes turnos, los primeros 3 turnos (B, C, y D) son los del área de producción y duran 9, 8 y 7 horas respectivamente; mientras el turno A corresponde al área administrativa que tiene una duración de 9 horas. El personal de turno es responsable de las reparaciones preventivas menores y de la limpieza de los equipos e instalaciones. El mantenimiento y las reparaciones mayores es proporcionado por los colaboradores del departamento técnico.

En varios puntos del centro de trabajo se cuenta con un botiquín de primeros auxilios, camilla para el traslado de personas accidentadas, además de la clínica médica que está abierta las 24 horas y cuenta con el servicio de un médico dos horas diarias de lunes a viernes.

También se tiene un grupo especial de brigadistas industriales preparados para atender emergencias de tipo incendiarias y con capacitación de técnicas de primeros auxilios básicos. En las instalaciones internas se cuenta con equipo contra incendio como extintores tipo BC, ABC y mangueras de agua, alarmas contra incendios y emergencias, y un sistema de hidrantes conectados a un tanque de agua exclusivo.

En la planta se tienen 2 calderas para uso de vapor y calor, su funcionamiento es a base de diesel, además de 3 depósitos para bunker y combustibles que están controlados a través de un panel de arranque-parada automático del grupo y supervisión del sistema.

Las naves de la fábrica cuentan con salidas peatonales y salidas de montacargas, que al momento de una emergencia se convierten en salidas de emergencia para el personal. Además de 5 salidas de emergencia ubicadas en los alrededores de las naves y direccionadas a uno de los 8 puntos de reunión.

- **Ubicación de servicios de centros de salud y emergencia cercanos**

Ante una emergencia, los primeros en actuar son los brigadistas, quienes son encargados de sacar a todo el personal hacia los puntos de reunión, tomar la acción respectiva según el tipo de emergencia y aplicar primeros auxilios a quien los requiera. De ser necesaria la asistencia de bomberos externos, el encargado de la planta telefónica es el único autorizado para llamarlos y solicitar su apoyo. Se puede contar con la asistencia de las dependencias siguientes:

| Dependencia | Teléfono |
|------------------------|------------|
| Bomberos voluntarios | 7832- 0234 |
| Bomberos municipales | 4144- 2323 |
| Policía nacional civil | 7934- 6522 |
| IGSS | 7832- 8111 |

- **Medios de comunicación con el centro de trabajo**

Se tienen diferentes medios para comunicación interna y externa. Para comunicación interna se tienen radios portátiles con señal en las diferentes áreas de trabajo, y las extensiones telefónicas de la planta.

Para comunicación externa se cuenta con servicio de telefonía fija, así como de internet (correo electrónico). Algunos colaboradores cuentan además

con servicio de telefonía celular. En el interior de la planta no es permitido contestar llamadas al celular personal, ya que conlleva un riesgo de ingreso de objetos extraños dentro del área de trabajo, por eso no es efectivo para comunicación interna.

3.3.1. Evaluación del riesgo por área

El análisis de riesgos por área fue preparado con la idea de proveer un panorama general de los peligros potenciales al momento de suscitarse un movimiento sísmico en cada departamento de la fábrica.

- **Área administrativa**

Dentro de esta área se incluyen los departamentos de gerencia, finanzas, cadena de abastecimiento, recursos humanos, aseguramiento de calidad y grupo de aplicación regional, ya que se encuentran dentro de la misma edificación localizada frente al patio principal de la instalación. También se incluyen en esta área la clínica médica, la oficina de seguridad y medio ambiente, el comedor y los vestidores del personal.

Los riesgos detectados son:

- Daños estructurales
- Caída de mobiliario
- Caída de objetos colocados en puntos altos
- Caída de personal
- Daños en sistemas eléctrico, acondicionado, telefónico, gases y vapor.
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos rotos o quebrados

- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos que obstruyen el paso
 - Quemaduras (para área de cocina industrial)
- **Departamento técnico**

Está localizado en su propio edificio, donde el primer nivel incluye toda la parte de talleres, máquinas herramientas y bodega, mientras el segundo nivel comprende las oficinas y biblioteca técnica.

Los riesgos detectados son:

- Daños estructurales
- Caída de mobiliario
- Caída de objetos colocados en puntos altos
- Uso de escaleras
- Daños en sistemas eléctrico, acondicionado, telefónico, gases y vapor
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos rotos o quebrados
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos que obstruyen el paso
- Heridas, golpes, fracturas y quemaduras consecuencia del uso de máquinas herramientas y soldaduras
- Derrames y explosiones en los tanques de bunker y combustibles
- Explosiones de tanques de gases
- Quemaduras e incendios en el área de calderas
- Derrames de aceites y grasas

- **Departamento de producción**

Este incluye las áreas de fabricación y de llenaje, que se tomarán por separado por los diferentes componentes que tiene cada una.

- **Fabricación**

Este sector está localizado dentro de la nave 6 de la planta. Tiene uno, dos y tres niveles, dependiendo del área de trabajo. Incluye además 2 cámaras frías, un área de limpieza y lavado, 4 elevadores, 2 hornos de secado, un molino, un área de almacenaje de materias primas y los silos mayoritarios para almacenamiento de materia prima de alto volumen. También dentro de ella se utilizan montacargas manuales eléctricos y montacargas de gas.

Los riesgos detectados son:

- Daños estructurales
- Caída de mobiliario
- Caída de objetos colocados en puntos altos
- Uso de escaleras y elevadores
- Daños en sistemas eléctrico, acondicionado, telefónico, agua, gases y vapor
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos rotos o quebrados
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos que obstruyen el paso
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia del uso de las máquinas de mezclado, transporte y molienda

- Derrame de materia prima por daños en los sistemas de trasiego a silos

- Llenaje

Este sector está localizado dentro de la nave 7 de la planta. Tiene dos niveles, el primero es donde están todas las líneas de empaque, el área de almacenaje de material de embalaje y la oficina de gestión; en el segundo nivel se encuentra el área de silos de abastecimiento de masas y la oficina de reuniones. También dentro de ella se utilizan montacargas manuales eléctricos y montacargas de gas.

Los riesgos detectados son:

- Daños estructurales
- Caída de mobiliario
- Caída de objetos colocados en puntos altos
- Caída de los sistemas de carga de big bags
- Uso de escaleras
- Daños en sistemas eléctrico, acondicionado, telefónico, agua, gases y vapor
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos rotos o quebrados
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos que obstruyen el paso
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de máquinas en movimiento
- Derrame de sustancias peligrosas almacenadas en el sector

- **Áreas de bodegas y almacenaje**

Hay 3 diferentes bodegas distribuidas a lo largo de las naves de la planta, estas son la bodega de materia prima, material de embalaje y la de producto terminado. Todas utilizan tanto el almacenaje en apilamiento como el de almacenaje en racks (estantes) de hasta 4 niveles, dependiendo del material que acomoden. Se utilizan montacargas de gas para transporte y acomode de los distintos productos y materiales.

Los riesgos detectados son:

- Daños estructurales
- Caída de mobiliario
- Caída de materiales y productos acomodados en puntos altos
- Caída de los estantes de almacenaje
- Daños en sistemas eléctrico, acondicionado y telefónico
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos rotos o quebrados
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de objetos que obstruyen el paso
- Heridas, golpes y fracturas consecuencia de máquinas de transporte en movimiento
- Derrame de materiales y productos almacenados en el sector
- Incendio de material inflamable

3.4. Elaboración del plan de contingencia

A continuación se describe el plan para accionar en caso se presente un sismos mientras se está en las instalaciones de fábrica.

3.4.1. Objetivo

Contar con un plan de acción para un estado de emergencia causado por un sismo que pudieran presentarse dentro de las instalaciones de la empresa, que permita una respuesta inmediata y efectiva para minimizar las consecuencias dañinas en el personal o algún daño estructural que atente contra la inocuidad de nuestros productos.

3.4.2. Alcance

Este procedimiento incluye todos los departamentos de la fábrica, tomando en cuenta el Sistema Integrado de Gestión, además de las empresas subcontratadas, proveedores y visitantes que estén dentro de las instalaciones.

3.4.3. Responsabilidades

- **Gerencia:** debe asegurar en primer lugar el bienestar de los colaboradores. Es responsable de la toma de decisiones en lo que concierne a las instalaciones y el plan de acción.

- **Departamentos de seguridad, salud y medio ambiente**
 - El departamento de SHE (*safety, health and environment*) debe crear los procedimientos de seguridad y acción en casos de emergencias.
 - Responsable de la capacitación de los bomberos industriales.
 - Es responsable de la implementación de las señales y anuncios de equipos de seguridad, evacuación y salidas de emergencias de las instalaciones.
 - Asegurar el buen funcionamiento de todo el sistema de seguridad.

- Comunicar, capacitar y asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente a todo el personal de fábrica, visitas y trabajadores subcontratados.
- **Jefes de departamentos**
 - Son responsables del cumplimiento de los procedimientos de seguridad dentro de cada departamento.
 - Son responsables por el personal perteneciente a sus departamentos.
 - Hacer observaciones de condiciones inseguras en sus departamentos.
- **Aseguramiento de calidad:** inspección, análisis y aseguramiento del cumplimiento de requisitos para liberación de áreas de trabajo después de una emergencia, para temas de inocuidad alimentaria.
- **Departamento técnico**
 - Son responsables por el personal de empresas subcontratadas que se involucrarán en actividades dentro de las instalaciones de fábrica bajo su jurisdicción.
 - Activar los silbatos de alarma en caso los sistemas fallaran.
- **Personal de fábrica**
 - Cumplir con las políticas, normas y procedimientos de seguridad definidas para casos de emergencias.
 - Informar de manera inmediata todas las condiciones y actos inseguros en su área de trabajo.
 - Informar de manera inmediata los accidentes e incidentes ocurridos en el área de trabajo.

- **Personal de empresas subcontratadas y visitantes:** están en la obligación de cumplir con las políticas, normas y procedimientos de seguridad definidos en fábrica para situaciones de emergencias.

3.4.4. Definiciones

- **Catástrofe:** suceso desafortunado que alerta gravemente el orden regular de la sociedad y su entorno; por su magnitud genera un alto número de víctimas y daños severos.
- **CONRED:** Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres naturales o provocados.
- **Desastre:** se define como el estado en que la población de una o más entidades federativas, sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia.
- **Emergencia:** situación anormal que puede causar daño al personal o instalaciones del centro de trabajo y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de las poblaciones aledañas a este.
- **Evacuación parcial:** es una medida de prevención que consiste en el alejamiento temporal de una zona de riesgo con el fin de ubicarse durante una emergencia en un lugar adecuado y protegido ante los efectos colaterales de un desastre, se realizará cuando sea necesario evacuar

una ó más áreas que estén comprometidas en una situación de emergencia.

- Evacuación total: es una medida de prevención que consiste en el alejamiento temporal de una zona de riesgo con el fin de ubicarse durante una emergencia en un lugar adecuado y protegido ante los efectos colaterales de un desastre, se realizará cuando sea necesario evacuar a un mismo tiempo, todas las áreas de la empresa. .
- Fenómeno geológico: calamidad que tiene como causa las acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos o terremotos, las erupciones volcánicas, los tsunamis o maremotos y la inestabilidad de suelos, también conocida como movimientos de tierra, los que pueden adoptar diferentes formas: arrastre lento o reptación, deslizamiento, flujo o corriente, avalancha o alud, derrumbe y hundimiento.

3.4.5. Política de la empresa

Política Nestlé Fábrica Antigua³ (Sistema Integrado de Gestión)

En Nestlé Fábrica Antigua elaboramos productos culinarios deshidratados utilizando procesos regidos por los sistemas de calidad, inocuidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional.

³ Referencia: Depto. RRHH Nestlé Fábrica Antigua

Estamos comprometidos con el cumplimiento de los requisitos de nuestros clientes, estándares internos y regulaciones legales locales e internacionales aplicables.

Incentivamos el desarrollo de nuestro personal como pieza clave en la mejora continua de nuestro sistema integrado de gestión con la finalidad de garantizar el bienestar y salud de los consumidores.

Trabajamos para:

- Reducir accidentes
- Ahorrar energía
- Ahorrar agua
- Reducir desechos sólidos
- Mejorar el desempeño del SIG

3.4.6. Respuesta ante emergencias de tipo natural

Ante cualquier situación de emergencia que se presente en Fábrica Antigua, los primeros que deben reaccionar son los integrantes del grupo de brigadistas industriales. Su principal responsabilidad es la de evacuar a todo el personal de la planta, de empresas tercerizadas, proveedores, transportistas y visitantes que se encuentre dentro de las instalaciones de la fábrica.

- Pasos a seguir ante una situación de emergencia
 - Activar alarmas: se cuenta con un sistema de alarmas contra incendios, de luz y sonido, que se activan automáticamente gracias a los detectores de humo ubicados en diferentes puntos de las

instalaciones. En caso de cualquier otro tipo de catástrofe se deben activar las estaciones manuales ubicadas en los alrededores de la planta, halando la parte baja de las mismas. En caso de sismos, no es necesaria su activación.

- Actuación de brigadistas: cuando se active cualquier alarma de emergencia, los brigadistas deben acudir de forma inmediata a la estación interna de bomberos, colocarse su equipo de protección personal y coordinar las acciones a tomar según la eventualidad que se suscite.
- Procedimiento de evacuación: todo el personal debe evacuar hacia las áreas designadas de forma tranquila y calmada (ver punto 3.4.7).
- Acciones consiguientes: ya que todo el personal haya evacuado las instalaciones, los brigadistas deben evaluar el nivel de la emergencia y decidir el plan de acción requerido. El comandante es quien toma el mando y dirige las actividades. Deben prestar los primeros auxilios al personal que lo necesite. Durante la emergencia son los encargados de la búsqueda y rescate de personal que se haya quedado atrapado en las instalaciones.

En caso se necesitara asistencia externa, el personal de garita 2 es el responsable de comunicarse con la entidad necesaria y mantener contacto con la misma durante el transcurso de la emergencia.

Después de la emergencia, los brigadistas son quienes deben realizar el procedimiento de restauración y limpieza de las áreas afectadas y deben asegurar las condiciones adecuadas y autorizar el reinicio de operaciones.

3.4.7. Procedimiento de evacuación

Al escuchar la activación de alguna de las dos alarmas, ya sea la red de alarmas contra incendios o el silbato del departamento técnico, se debe suspender de forma inmediata la actividad que se esté realizando y se debe evacuar el área donde se encuentre de la siguiente manera:

- Se debe conservar la calma.
- Evacuar ordenadamente evitando empujones, correr o alteración de la seguridad.
- Seguir las instrucciones de los líderes de área y brigadistas.
- Seguir las señalizaciones que indiquen las rutas de evacuación y salidas de emergencia más cercana.
- Las capillas de paso de los montacargas se utilizan como salidas de emergencia de las naves automáticamente al momento de una emergencia.
- No se deben utilizar ascensores al momento de evacuar.
- Para casos que requieran evacuación total, los colaboradores de Fábrica deben esperar la notificación del oficial de seguridad para proceder a abandonar las instalaciones y ser coordinados por los bomberos industriales.
- Como parte del procedimiento de evacuación total se estableció que todos los vehículos dentro de fábrica deben parquearse de retroceso para facilitar la salida y evacuar en forma ordenada.

3.4.7.1. Funciones específicas del personal

- Emergencia a causa de fenómenos geológicos

Todo el personal dentro de fábrica, al ocurrir un terremoto de mediana o gran magnitud durante la operación, que resulte en lesiones personales y daño a la propiedad, realizará las siguientes actividades de emergencia:

- Durante el evento:
 - En interiores, mantener la calma, evitar correr/aglomeraciones en puertas/ escaleras y mantenerse fuera de las ventanas/objetos inestables.
 - El maquinista encargado de la línea así como el mecánico de máquinas herramientas deben apagar el equipo a su cargo oprimiendo el botón de apagado de emergencia y luego desconectar la máquina de la corriente eléctrica.
 - Se debe evacuar hacia los puntos de reunión designados, si no es posible, ponerse al lado de una mesa grande y pesada o escritorio, y esperar. Cuando termine el suceso, evacuar de inmediato.
 - En intemperie, tratar de encontrar un lugar despejado alejado de edificios, cables eléctricos y árboles.
- Inmediatamente después del evento:
 - Todos los colaboradores que se encuentren en el punto de reunión deben reportarse con su superior inmediato para hacer el conteo de personal respectivo.
 - Los brigadistas industriales tomarán las acciones adecuadas (ver punto siguiente).

- Se debe esperar y atender la siguiente indicación de seguridad.
- Bomberos industriales
 - Deberán evaluar con prontitud los daños, definir áreas inestables o de riesgo en el caso de eventos posteriores. Esto incluye los caminos de acceso.
 - El líder debe notificar a gerencia de la situación y decidir la necesidad de apoyo externo. Y en conjunto, decidir si se requiere de evacuación total o parcial de los colaboradores.
 - Si alguien del grupo está herido, se deberá atender a estos heridos primero.
 - Buscar si hay compañeros del personal atrapados o heridos y atenderlos.
 - Movilizar a los heridos hacia áreas seguras para brindarles los primeros auxilios.
 - En caso de estar los caminos accesibles, las personas lesionadas serán trasladadas a centros asistenciales cercanos a la planta por los bomberos externos.
 - Si surgieran conatos de incendio, se procederá a apagarlos de inmediato. Si se salieran de control, solicitar la ayuda del grupo de 2da intervención.
- Gerencia
 - Si la emergencia es controlada en el lugar de trabajo, permitir que los trabajadores revisen los daños en sus propios hogares y los heridos en su familia.

- Comunicarse con las autoridades locales y obtener información del estado de la emergencia en las áreas aledañas.
- Coordinar con las autoridades locales los procedimientos relacionados con su respuesta de emergencia en la comunidad y proporcionarles toda la ayuda posible, de acuerdo a los recursos, grupo y personal disponibles.
- Procedimientos de restauración y limpieza: enviar equipos y técnicos expertos para inspeccionar daños estructurales, ruptura de tuberías, fallas eléctricas, etc., y decidir si se permite la reanudación de las operaciones.

3.4.7.2. Puntos de reunión

Son los espacios definidos como seguros en el área de fábrica para congregación del personal en casos de emergencia. Es a ellos hacia donde se debe evacuar y donde se debe permanecer durante y después del suceso. Aunque los puntos de reunión están definidos para las áreas circundantes a ellos, se debe buscar el punto más cercano al momento del evento.

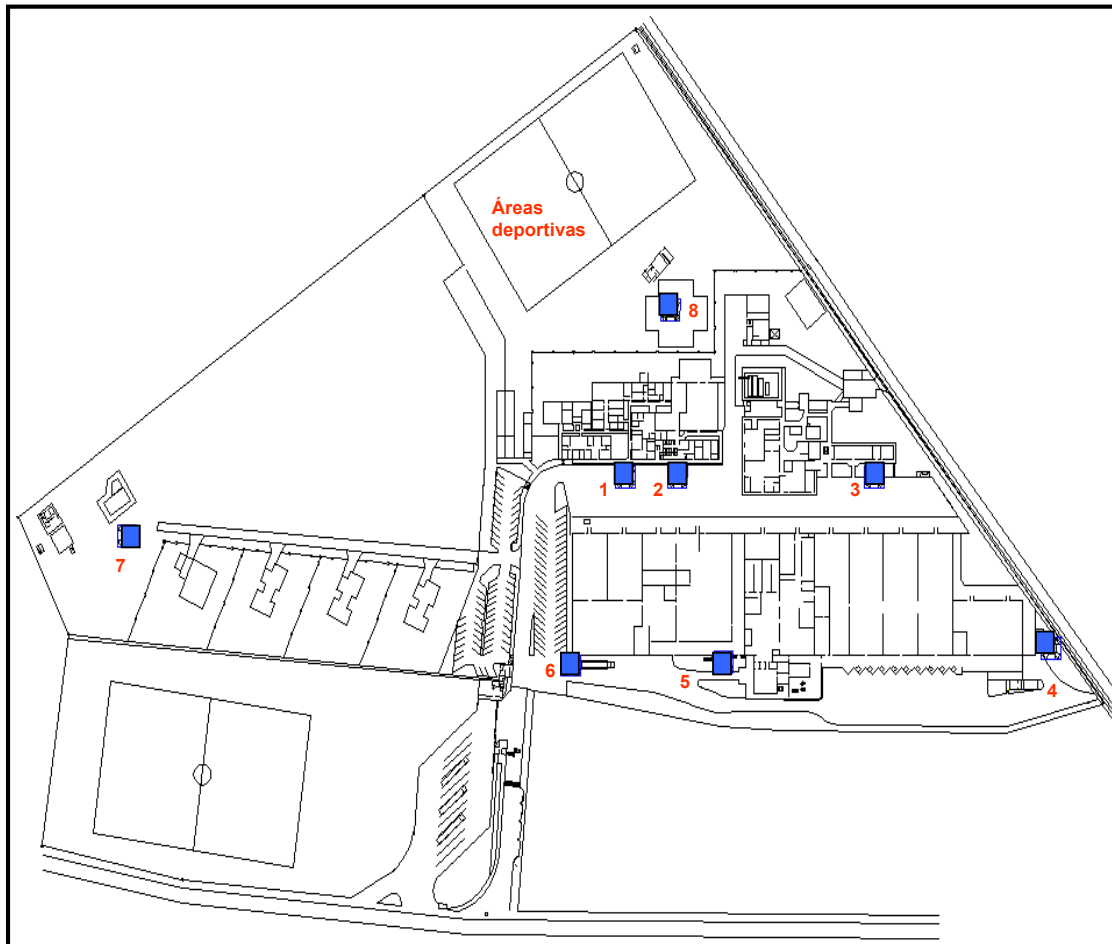
En Fábrica Antigua se tiene 8 puntos de reunión alrededor de todas las instalaciones:

- Punto No. 1: para áreas de bodega de material de embalaje, oficinas administrativas, departamentos de cadena de abastecimiento, sistemas, grupo de aplicación, laboratorio, aseguramiento de calidad, gerencia y recursos humanos.

- Punto No. 2: para área de llenaje y departamento técnico.
- Punto No. 3: para área de llenaje de frascos, parte frontal del sector de fabricación (dosimetría, reproceso, trasiegos, grasas, hornos, lavado), bodegas y departamento técnico.
- Punto No. 4: para área de bodega de materia prima, bodega de producto terminado, bodega de material de embalaje.
- Punto No. 5: para área trasera del sector de fabricación (centro de mezclas, mezcladoras, trasiegos mayoritarios, bodegas)
- Punto No. 6: para el área de portería y control de báscula de contenedores.
- Punto No. 7: para área de la colonia, piscina, y casa de huéspedes.
- Punto No. 8: para el área de equipo fuera de uso y centro de acopio.

En caso la emergencia lo amerite, puede tomarse como punto de reunión también el área de canchas deportivas.

Figura 59. Plano de puntos de reunión en las instalaciones de fábrica



Fuente: departamento técnico Fábrica Antigua.

3.4.7.3. Equipo de seguridad

Entre el equipo de seguridad necesario se debe contar con:

- Traje anti-incendios especial para el personal brigadista
- Mascarillas y tanques de oxígeno
- Casco de protección

- Botas especiales
- Extintores de diferentes variedades
- Mangueras para incendios dentro y fuera de las naves
- Escaleras
- Guantes desechables de látex o neopreno
- Lentes de protección
- Mascarillas desechables

Como equipo de atención y primeros auxilios se debe tener como mínimo:

- Camilla de movilización
- Inmovilizador de cuello
- Tablillas e inmovilizadores específicos
- Gasa esterilizada para heridas y para presión
- Paletas bajalenguas
- Tijeras para cortar las vendas
- Pinzas
- Solución para lavar los ojos
- Termómetro
- Mariposas o seguros para vendas
- Curitas
- Esparadrapo
- Vendas
- Algodón
- Alcohol isopropílico
- Guantes estériles desechables
- Gel desinfectante para las manos

3.4.8. *Layout* de fábrica con identificación de rutas de evacuación

Para un mejor entendimiento del procedimiento de evacuación al presentarse una catástrofe y como guía para el personal que se encuentra en las instalaciones, se graficaron las rutas de evacuación para las diferentes áreas de trabajo.

Simbología:






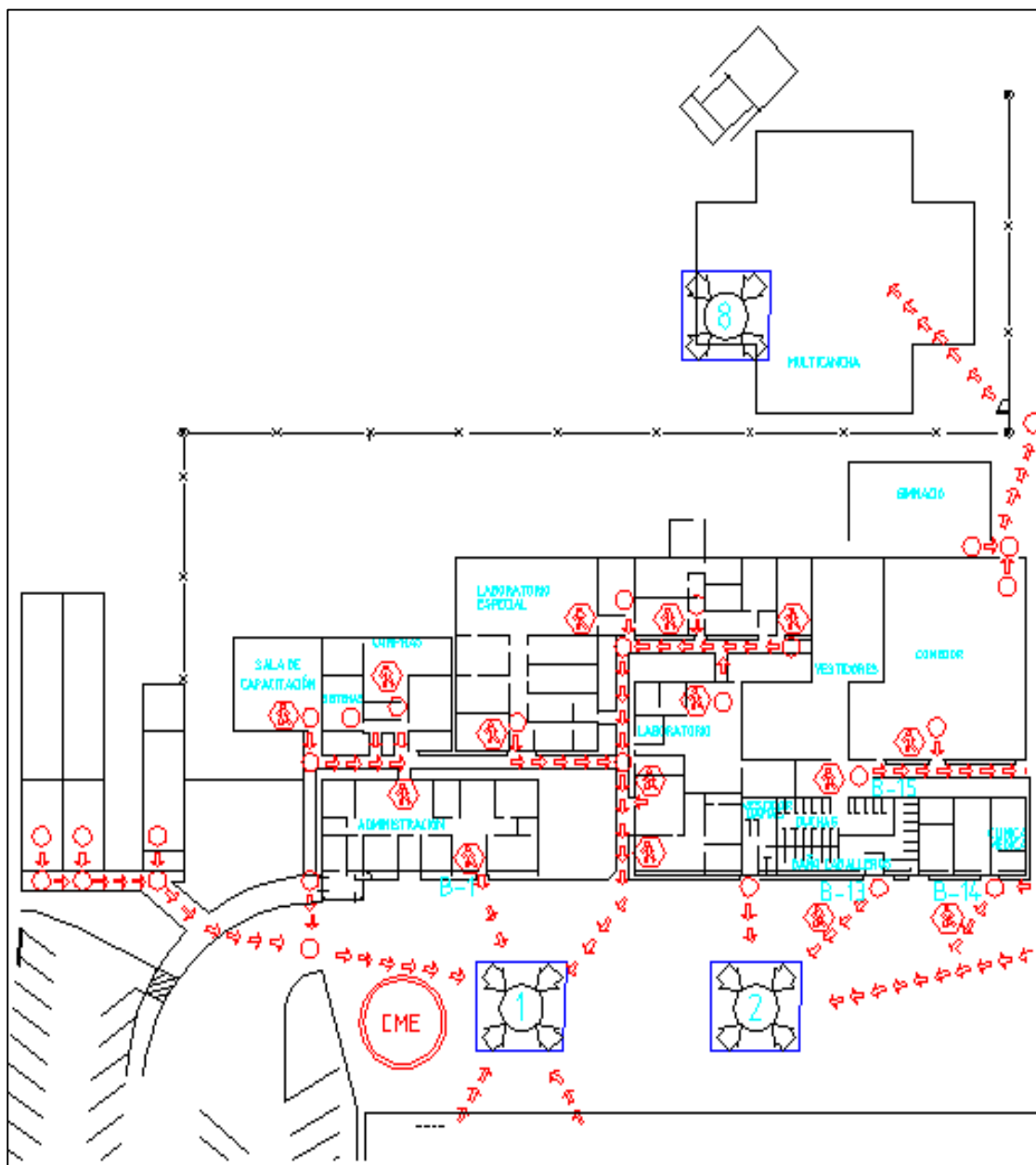
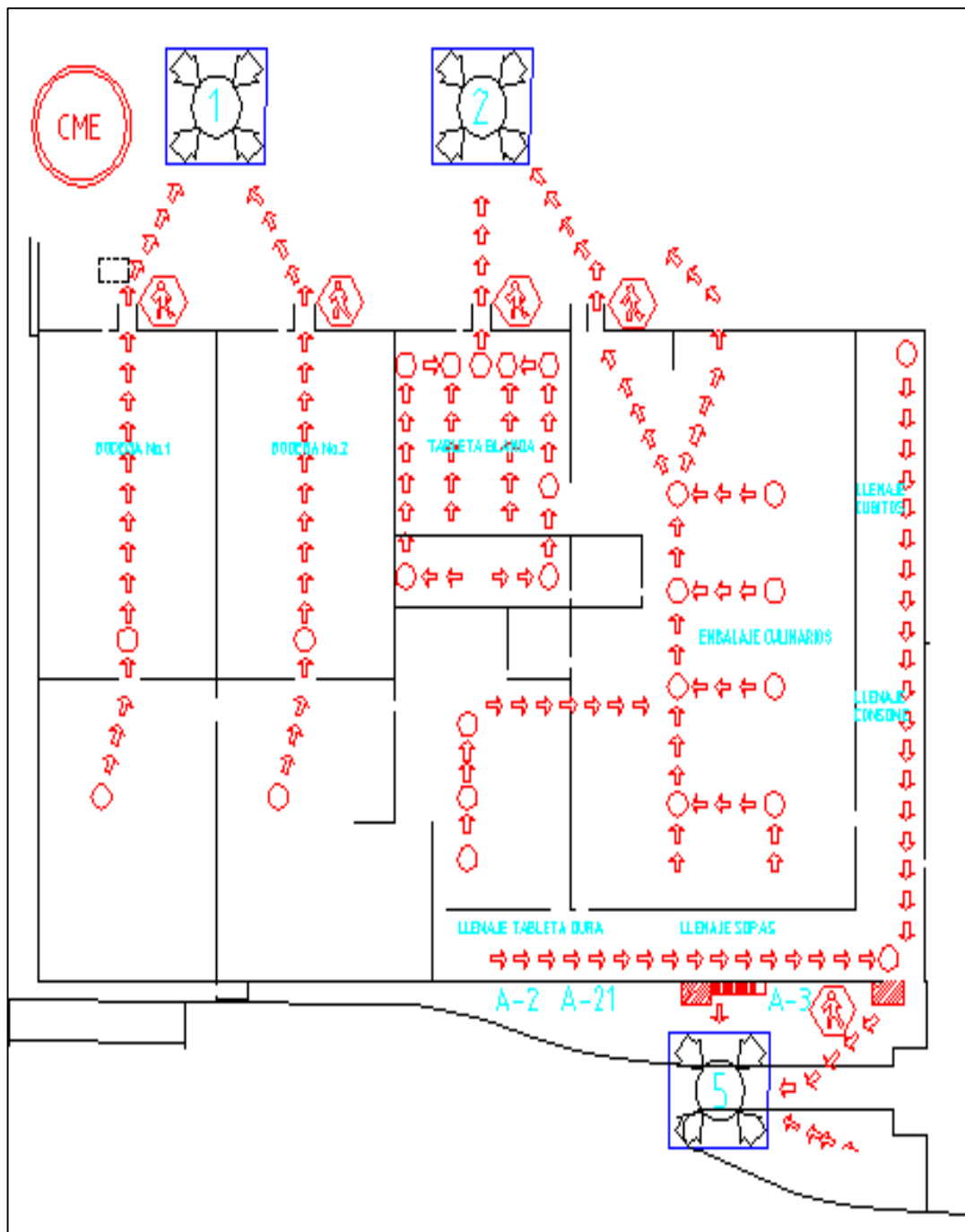
| | |
|---|-------------------------------------|
|  | SALIDA DE EMERGENCIA |
|  | RUTA DE EVACUACION |
|  | INICIO O CONVERGENCIA DE RUTAS |
|  | PUNTO DE REUNION |
|  | CENTRO DE MANDO DE EMERGENCIA (CME) |

Figura 60. Rutas de evacuación para áreas administrativas, vestidores y comedor



Fuente: departamento técnico Fábrica Antigua.

Figura 61. Rutas de evacuación para áreas de bodega y llenaje



Fuente: departamento técnico Fábrica Antigua.

3.4.9. Divulgación de plan de evacuación para fenómenos geológicos

Para dar a conocer al personal de Fábrica Antigua y a todos los visitantes y trabajadores externos el procedimiento de acción en caso de fenómenos geológicos se hará uso de todos los medios informativos utilizados dentro de las instalaciones, estos son:

- **Carteleras:** están colocadas dentro de las naves del departamento de producción, así como en el corredor principal de entrada.
- **Maggi – noticias:** hojas de información que se colocan en cada una de las mesas del comedor de la fábrica.
- **Afiches informativos:** colocados en diferentes partes en el interior y en áreas externas de las naves de producción.
- **Capacitación inicial:** curso básico sobre aspectos de comportamiento y seguridad laboral que se le da a los trabajadores de nuevo ingreso a la planta.
- **Capacitación para ingreso a instalaciones:** curso básico sobre aspectos de comportamiento, seguridad industrial y condiciones laborales dentro de la planta que se le da a las visitas y trabajadores externos que ingresarán a la fábrica.

3.4.9.1. Material para divulgación

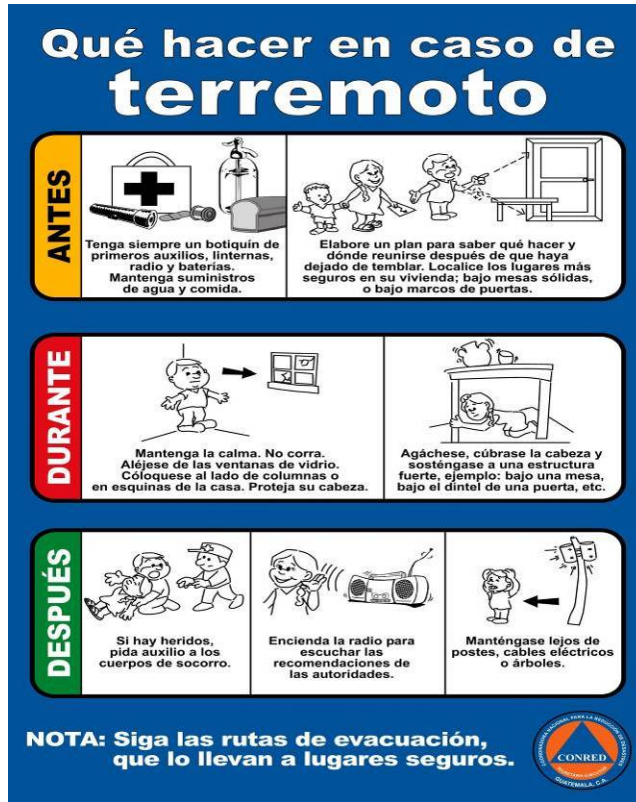
Se usarán afiches e impresiones que expliquen los pasos básicos a seguir antes, durante y después de un sismo.

Figura 64. Afiche No. 1



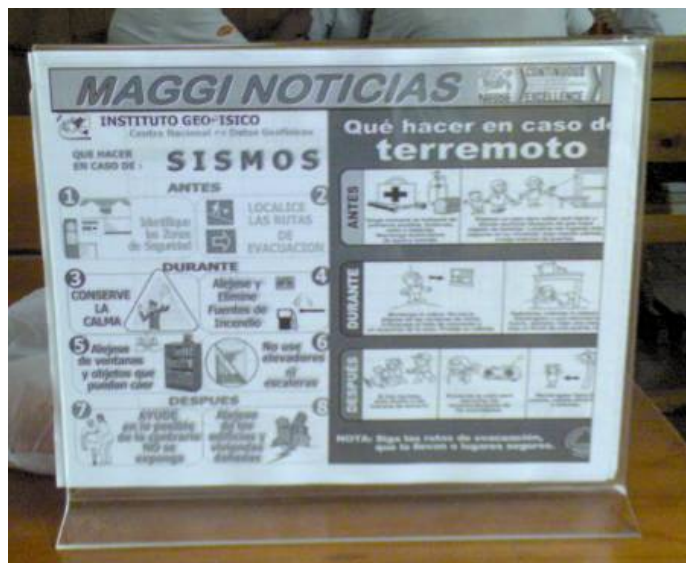
Fuente: departamento SHE Fábrica Antigua.

Figura 65. Afiche No. 2



Fuente: departamento SHE Fábrica Antigua.

Figura 66. Impresiones en Maggi-noticias



Fuente: fotografía de procedimiento real.

También se colocarán las rutas de evacuación para cada área en las carteleras de información del sector respectivo.

Figura 67. **Rutas de evacuación en las carteleras de información**



Fuente: fotografía de procedimiento real.

4. FASE DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

4.1. Capacitación sobre sistema de control de peso neto

Fue dividida en dos grupos diferentes debido al enfoque con el que se le debe explicar a cada uno de los grupos. Para personal de *staff* de producción se presenta con una visión más estratégica y de conocimientos, mientras que para los colaboradores de línea, se les presenta con un enfoque a nivel operacional.

4.1.1. Inducción al equipo de staff de producción

- Tema: manejo del peso neto
- Facilitador: Laura Cervantes
- Audiencia: mandos medios, auxiliares y coordinadores de producción.
- Lugar: sala NCE
- Fecha: martes 18 de agosto de 2009
- Horario: 8:00 a 10:00 am
- Objetivo de la capacitación: instruir a los mandos medios del departamento de producción en los conceptos y generalidades del manejo

del peso neto de los productos, como un parámetro de liberación y control de calidad.

- Método: clase magistral

- Contenido: (presentación ver apéndice 9)
 - GI 90-551 Política sobre manejo del peso neto (NCM)
 - RCP❶ Peso objetivo
 - RCP❷ Equipo de pesaje.
 - RCP❸ Tara
 - RCP❹ *Data*
 - RCP❺ Liberación
 - GI 90-552 Peso objetivo y legislaciones
 - GI 90-553 Monitoreo
 - GI 90-554 Liberación
 - GI 90-555 Características técnicas

- Recursos a utilizar:
 - Sala
 - Computadora
 - Proyector
 - Hojas
 - Lapiceros

4.1.2. Inducción a operarios

A los operadores de máquinas llenadoras se les dio una capacitación que incluyo los tres temas siguientes, ya que todos están amarrados.

4.1.2.1. Importancia del control del peso de los productos y el rol de los operarios

- Tema: rol del operador en el manejo del peso neto
- Facilitador: Laura Cervantes
- Audiencia: operadores de máquinas llenadoras
- Lugar: sala NCE
- Fechas: Grupo 1 – martes 25 de agosto de 2009
Grupo 2 – miércoles 26 de agosto de 2009
Grupo 3 – jueves 27 de agosto de 2009
- Horario: 8:00 a 10:00 am (los 3 días)
- Objetivo de la capacitación: instruir a los operadores de máquinas llenadoras la influencia que tiene su trabajo respecto del peso neto y la importancia de su control al ser un parámetro de liberación y de calidad.
- Método: clase magistral
- Contenido: (presentación ver apéndice 10 primera parte)
 - Instrucciones internas GI's
 - Importancia del control de peso neto
 - Aspecto legal
 - Aspecto de costos
 - Rol de los operadores

- Recursos a utilizar:
 - Sala
 - Computadora
 - Proyector
 - Hojas
 - Lapiceros

4.1.2.2. Aplicación del procedimiento de control de peso neto

- Tema: procedimiento de control de peso neto en línea
- Facilitador: Laura Cervantes
- Audiencia: operadores de máquinas llenadoras
- Lugar: sala NCE
- Fechas: Grupo 1 - martes 25 de agosto de 2009
Grupo 2 – miércoles 26 de agosto de 2009
Grupo 3 – jueves 27 de agosto de 2009
- Horario: 8:00 a 10:00 am (los 3 días)
- Objetivo de la capacitación: instruir a los operadores de máquinas llenadoras en como realizar la verificación y control del peso neto de los diferentes productos.
- Método: clase magistral

- Contenido: (presentación ver apéndice 10 segunda parte)
 - Verificación del estado de la balanza
 - Monitoreo
 - Muestreo de pesos
 - Muestreo de tara
 - Acciones correctivas

- Recursos a utilizar:
 - Sala
 - Computadora
 - Proyector
 - Hojas
 - Lapiceros

4.1.2.3. Instrucción sobre utilidad y aplicación de la hoja de control de peso en línea

Debido a la cancelación del uso de la hoja de control, no se llevó a cabo la capacitación planteada. Se realizó únicamente una reunión informativa en la que se le explico al personal el motivo de la cancelación.

4.1.2.4. Instrucción sobre uso del sistema de pesaje en red *Free Weigh 9001*

- Tema: registro de datos en sistema *Free Weigh 9001*

- Facilitador: Laura Cervantes

- Audiencia: operadores de máquinas llenadoras

- Lugar: en el puesto de trabajo
- Fechas: semana 35 de 2009
- Horario: a lo largo del día
- Objetivo de la capacitación: instruir a los operadores de máquinas llenadoras en como realizar el registro de los datos del peso en el sistema de almacenamiento de datos que se utiliza en fábrica.
- Método: vivencial
- Contenido: (presentación ver apéndice 10 segunda parte)
 - Registro de peso
 - Registro de tara
 - Instructivo para control estadístico
- Recursos a utilizar: ninguno

CONCLUSIONES

1. El peso objetivo del consomé de pollo se evaluó de dos formas: con base en registros históricos y con base en un test – máquina. En el primer caso se calculó con datos de lotes producidos durante los meses de febrero y marzo del 2009, resultando un valor de 10,85 gramos. Durante el test – máquina se realizaron acciones para reducir la desviación estándar que presentaba (0,59), logrando obtener un nuevo peso objetivo de 10,29 gramos, el cual se estableció como el valor a utilizar para el monitoreo del peso y la generación de los estándares de control. Para ambos casos, la línea de empaque fue la IMAR 1 y la legislación aplicada fue el Reglamento Técnico Centroamericano N° RTCA 01.01.11:06 cantidad de producto en preempacados.
2. Dado que el peso neto es una variable tipo continua, se utilizó un gráfico de control tipo X-R, con el que se obtuvieron los siguientes valores de tolerancias:
 - Límite de control superior: 10,585 gramos
 - Límite de control inferior: 9,995 gramos
 - Límite absoluto superior: 10,732 gramos
 - Límite absoluto inferior: 9,847 gramos

La legislación centroamericana define el error máximo tolerable (que aplica para límites inferiores únicamente) como el 9% del peso declarado para productos de 10 gramos, lo que equivale a 9,10 gramos como el valor tope para rechazo del producto. Los límites inferiores calculados

están muy por encima de este valor, por tanto si se asegura que se está cumpliendo con la legislación.

3. Al hacer el análisis de la variación que presenta la tara del consomé de pollo, se detectó que este valor no es relevante para el proceso de control de peso, por lo que sólo requiere de monitoreo constante para identificar cambios significativos que pudieran presentarse.
4. El plan de muestreo que se definió para líneas multiboquilla establece la frecuencia para toma de muestras cada 15 minutos, debiendo tomar 2 unidades por cada boquilla de dosificación y registrar el dato promedio de cada par identificando la boquilla a la cual pertenece. Este procedimiento quedó definido en el procedimiento de control de peso neto interno de la fábrica.
5. Para mostrar el resultado de la implementación, se presenta el comparativo del costo de producción de consomé de pollo 40 X 12 X 10g. entre marzo y octubre de 2009 por ser los meses de inicio y fin del proyecto:

| | | Marzo | Octubre |
|-------------------------------------|-------|-----------------------|---------------------|
| Cantidad de cajas producidas | | 3 146 | 3 267 |
| Peso promedio unidad (g) | | 10,47 | 10,24 |
| kg producidos (relación prod/cajas) | | 15 810 537,60 | 16 057 958,40 |
| Costo por kg | | Q1,97 | Q1,97 |
| Costo real total mensual | | Q 31 146 759,07 | Q 31 634 178,05 |
| Diferencia | | | Q 487 418,98 |
| VARIACIONES | | | |
| Costo por reproceso | 0.50% | Q 155 733,80 | Q 148 170,89 |
| Pérdida en línea | 0.32% | Q 99 669,63 | Q 78 229,37 |
| Sobredosis | 2.18% | Q 809 815,74 | Q 695 951,92 |
| Total | | Q 1 065 219,16 | Q 922 352,18 |

Puede notarse que el costo mensual de producción es mayor en octubre debido a una mayor producción de cajas. El beneficio del proyecto puede notarse en la reducción del costo de variación de la masa, que incluye los tres aspectos principales de pérdida de semielaborado, y muestra que el costo de pérdida de consomé se redujo en 13%.

6. Como parte de la seguridad industrial en la fábrica se planteó un plan de acción en caso de un sismo que permita una respuesta inmediata y efectiva para minimizar las consecuencias dañinas que conlleve. Este cubre a toda persona que se encuentre dentro de las instalaciones e identifica las responsabilidades de los principales actores en situaciones de emergencia.
7. Se dio una capacitación al personal operativo, ya que es el principal responsable del cumplimiento de los instructivos y controles definidos para el peso neto, pues ellos deben realizarlos durante su turno de trabajo, y deben supervisar que el comportamiento del peso sea estable dentro de los límites establecidos.

RECOMENDACIONES

1. Para conseguir un mayor control y ahorro en el proceso de dosificación, es necesario que se implemente la instrucción en la totalidad de artículos que se producen en Fábrica Antigua. Debido a la gran cantidad de variedades (más de 300) y de líneas de embase (27 máquinas), sería apropiado que se continúe con el proceso de implementación iniciando con los cálculos de pesos objetivos con base en los datos históricos de sistema y tomar acción en los que presenten mayor variación.
2. Para la implementación del control de peso neto en el resto de productos que se elaboran en fábrica, es aconsejable para el departamento de aseguramiento de la calidad el definir a una persona responsable quien llevaría el nombre de oficial de contenido neto, responsable de implantar los puntos reglamentarios de control de peso, cálculo de pesos objetivo, límites de control e instructivos necesarios como lo piden las instrucciones generales de la corporación.
3. Para afianzar el monitoreo y asegurar que éste sea lo más apegado a la realidad del proceso, los coordinadores de producción deben dar el seguimiento adecuado y el análisis correspondiente a todos y cada uno de los controles propuestos para las diferentes variables relacionadas con el peso neto. Esto ayudará a que los operadores de línea adopten el procedimiento de mejor manera y lo incluyan en sus rutinas diarias de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. DUNCAN, Achesson. *Control de la calidad y estadística industrial*. México: Alfa y Omega, 2000. 540 p. ISBN 9789701501719.
2. EVANS, James; LINDSAY, William. *Administración y control de la calidad*. México: Thomson, 2004. 470 p. ISBN 9706868364.
3. NESTEC LTD. *GI - 90.551 política y manejo de contenido neto*. Suiza, CO-Quality Management / Ph. Girard, 2007.
4. ——. *GI - 90.552 Legislación de contenido neto y contenido neto target*. Suiza: CO-Quality Management / Ph. Girard, 2007.
5. ——. *GI - 90.553 Monitoreo de contenido neto*. Suiza: CO-Quality Management / Ph. Girard, 2007.
6. ——. *GI - 90.554 Liberación de producto en base a contenido neto*. Suiza: CO-Quality Management / Ph. Girard, 2007.
7. ——. *GI - 90.555 Características técnicas de contenido neto*. Suiza: CO-Quality Management / Ph. Girard, 2007.
8. NESTEC LTD. *Instrucción de sistema Q-Stat para cálculos estadísticos de peso neto*. Suiza: CO-Quality Management / Ph. Girard, 2007.

9. METTLER – TOLEDO. *Manual de operación sistema de pesaje en red Free Weigh 9001*. Suiza: AG Mettler Toledo, 1993.

10. ———. *Tutorial de operación Sistema de pesaje en red Free Weigh 9001*. Suiza: AG Mettler Toledo, 1993.

APÉNDICE No. 1

Datos de boquilla 1 para análisis de dosis y tornillo

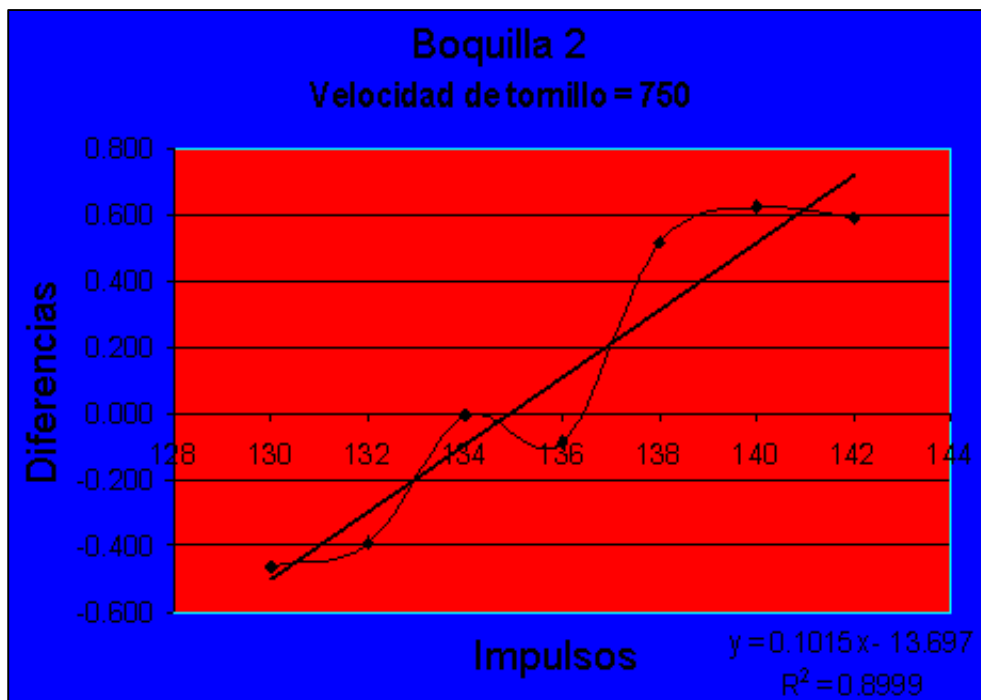
| Boquilla 1 – Parámetro de dosis | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 130 | 750 | 0 | 50 | 11,270 | 11,010 | 10,080 | 11,190 | 10,460 | 10,802 | -0,551 |
| Muestra 2 | 132 | 750 | 0 | 50 | 10,620 | 11,150 | 10,280 | 10,780 | 11,520 | 10,870 | -0,483 |
| Muestra 3 | 134 | 750 | 0 | 50 | 10,660 | 12,150 | 11,250 | 11,140 | 10,970 | 11,234 | -0,119 |
| Muestra 4 | 136 | 750 | 0 | 50 | 11,420 | 11,160 | 11,650 | 11,390 | 10,820 | 11,288 | -0,065 |
| Muestra 5 | 138 | 750 | 0 | 50 | 11,850 | 12,000 | 11,710 | 11,900 | 11,360 | 11,764 | 0,411 |
| Muestra 6 | 140 | 750 | 0 | 50 | 11,530 | 11,570 | 12,340 | 12,150 | 11,810 | 11,880 | 0,527 |
| Muestra 7 | 142 | 750 | 0 | 50 | 11,950 | 11,400 | 11,980 | 12,350 | 11,960 | 11,928 | 0,575 |

| Boquilla 1 – Parámetro de velocidad de tornillo | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 134 | 750 | 0 | 50 | 11,260 | 9,770 | 10,500 | 11,860 | 10,010 | 10,680 | -0,673 |
| Muestra 2 | 134 | 755 | 0 | 50 | 10,700 | 10,360 | 10,380 | 10,680 | 10,050 | 10,434 | -0,919 |
| Muestra 3 | 134 | 760 | 0 | 50 | 11,330 | 10,100 | 10,480 | 10,800 | 10,850 | 10,712 | -0,641 |
| Muestra 4 | 134 | 765 | 0 | 50 | 11,600 | 10,510 | 10,370 | 11,370 | 11,010 | 10,972 | -0,381 |
| Muestra 5 | 134 | 770 | 0 | 50 | 10,770 | 11,500 | 12,070 | 10,840 | 11,430 | 11,322 | -0,031 |
| Muestra 6 | 134 | 775 | 0 | 50 | 11,330 | 12,470 | 10,570 | 11,670 | 10,870 | 11,382 | 0,029 |
| Muestra 7 | 134 | 780 | 0 | 50 | 11,400 | 12,280 | 11,550 | 12,530 | 11,400 | 11,832 | 0,479 |

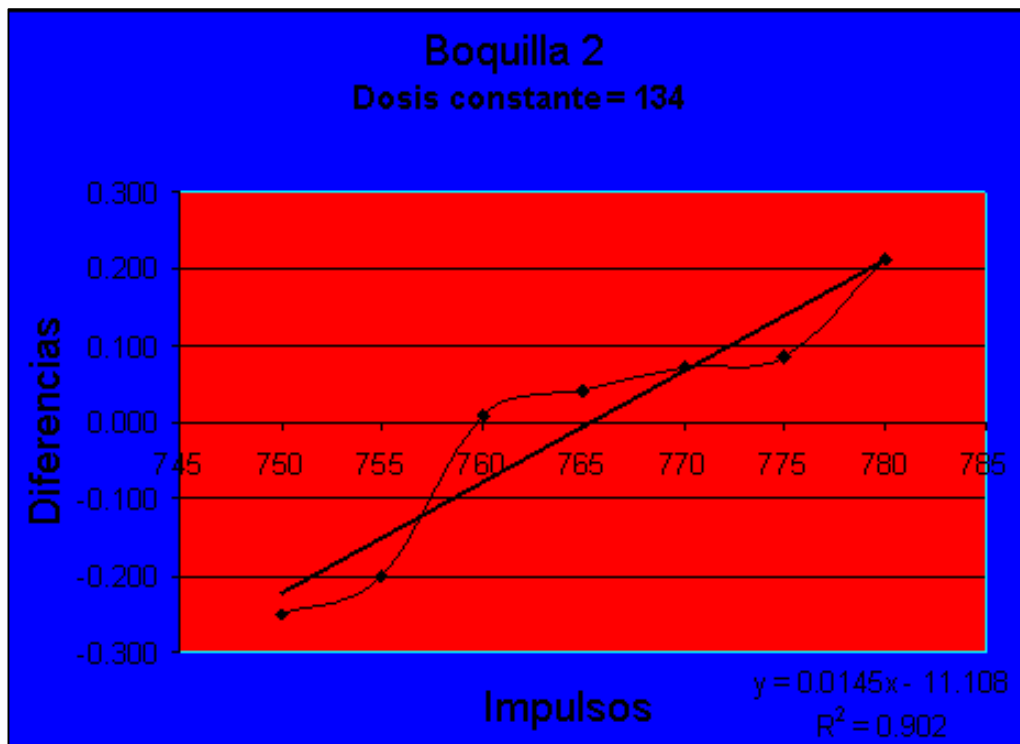
APÉNDICE No. 2

Datos de boquilla 2 para análisis de dosis y tornillo

| Boquilla 2 – Parámetro de dosis | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------|------------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|--|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) | |
| | (X) Dosis | Veloc . de torni- llo | Agitador | | | | | | | | | |
| | | | Senti do | Veloc . | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | | |
| Muestra 1 | 130 | 750 | 0 | 50 | 10,170 | 11,230 | 13,760 | 10,510 | 10,090 | 11,152 | -0,458 | |
| Muestra 2 | 132 | 750 | 0 | 50 | 11,280 | 10,880 | 11,090 | 11,850 | 10,980 | 11,216 | -0,394 | |
| Muestra 3 | 134 | 750 | 0 | 50 | 10,070 | 13,210 | 11,360 | 10,460 | 12,930 | 11,606 | -0,004 | |
| Muestra 4 | 136 | 750 | 0 | 50 | 11,250 | 10,960 | 13,010 | 10,460 | 11,920 | 11,520 | -0,090 | |
| Muestra 5 | 138 | 750 | 0 | 50 | 11,490 | 13,210 | 11,260 | 13,980 | 10,690 | 12,126 | 0,516 | |
| Muestra 6 | 140 | 750 | 0 | 50 | 14,100 | 11,230 | 12,100 | 11,670 | 12,050 | 12,230 | 0,620 | |
| Muestra 7 | 142 | 750 | 0 | 50 | 12,780 | 11,250 | 11,210 | 14,180 | 11,570 | 12,198 | 0,588 | |



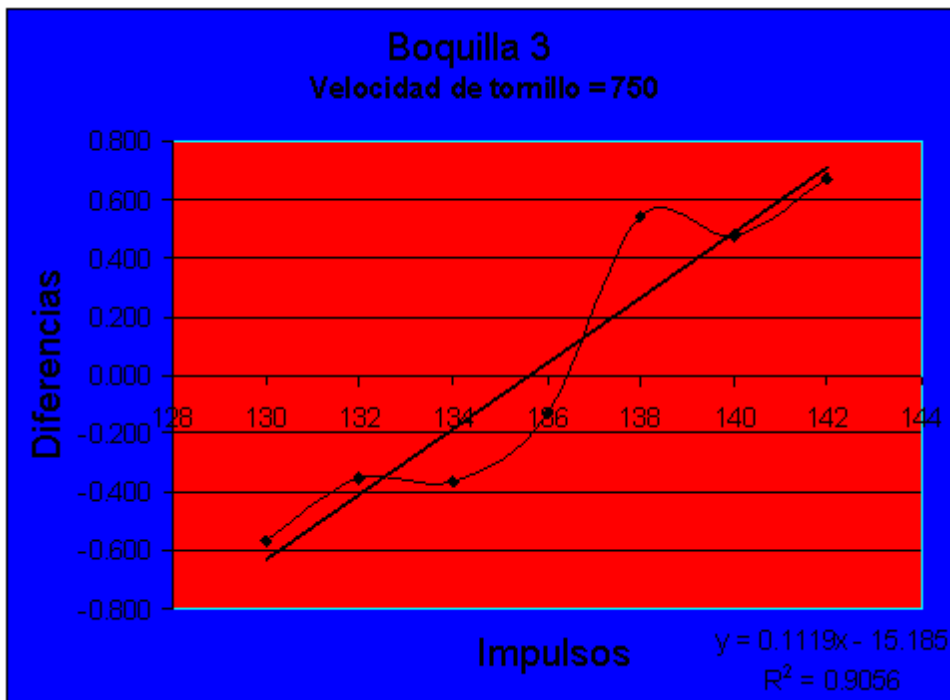
| Boquilla 2 – Parámetro de velocidad de tornillo | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de torni- llo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Senti do | Veloc. . | | | | | | | |
| Muestra 1 | 134 | 750 | 0 | 50 | 12,280 | 11,320 | 11,020 | 10,990 | 11,180 | 11,358 | -0,252 |
| Muestra 2 | 134 | 755 | 0 | 50 | 10,480 | 11,760 | 10,570 | 12,070 | 12,160 | 11,408 | -0,202 |
| Muestra 3 | 134 | 760 | 0 | 50 | 11,070 | 12,650 | 10,430 | 12,110 | 11,830 | 11,618 | 0,008 |
| Muestra 4 | 134 | 765 | 0 | 50 | 12,670 | 12,130 | 11,300 | 11,160 | 11,000 | 11,652 | 0,042 |
| Muestra 5 | 134 | 770 | 0 | 50 | 12,620 | 11,730 | 11,150 | 11,410 | 11,500 | 11,682 | 0,072 |
| Muestra 6 | 134 | 775 | 0 | 50 | 10,890 | 11,530 | 11,500 | 11,200 | 13,360 | 11,696 | 0,086 |
| Muestra 7 | 134 | 780 | 0 | 50 | 11,870 | 10,940 | 12,020 | 13,020 | 11,260 | 11,822 | 0,212 |



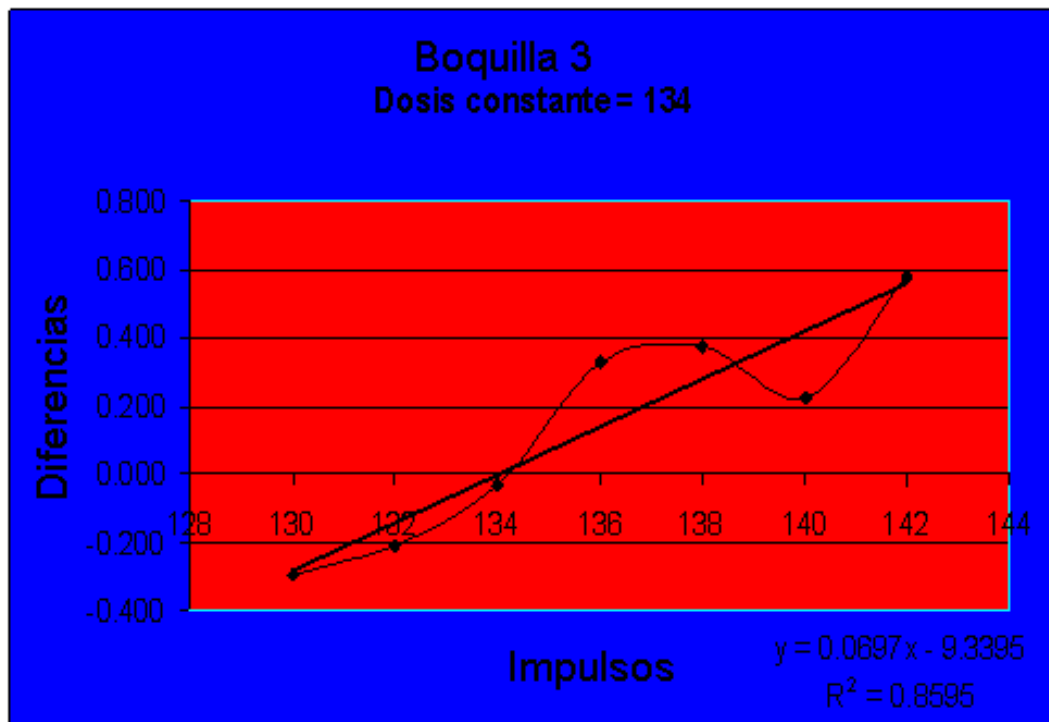
APÉNDICE No. 3

Datos de boquilla 3 para análisis de dosis y tornillo

| Boquilla 3 – Parámetro de dosis | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 130 | 750 | 0 | 50 | 10,940 | 11,530 | 11,470 | 11,200 | 11,570 | 11,342 | -0,566 |
| Muestra 2 | 132 | 750 | 0 | 50 | 11,200 | 12,260 | 11,280 | 10,720 | 12,310 | 11,554 | -0,354 |
| Muestra 3 | 134 | 750 | 0 | 50 | 12,300 | 10,870 | 12,480 | 10,840 | 11,220 | 11,542 | -0,366 |
| Muestra 4 | 136 | 750 | 0 | 50 | 10,720 | 13,680 | 11,900 | 10,130 | 12,460 | 11,778 | -0,130 |
| Muestra 5 | 138 | 750 | 0 | 50 | 11,800 | 12,840 | 11,710 | 12,280 | 13,600 | 12,446 | 0,538 |
| Muestra 6 | 140 | 750 | 0 | 50 | 11,920 | 12,410 | 12,600 | 12,630 | 12,350 | 12,382 | 0,474 |
| Muestra 7 | 142 | 750 | 0 | 50 | 11,910 | 13,810 | 12,740 | 12,510 | 11,920 | 12,578 | 0,670 |



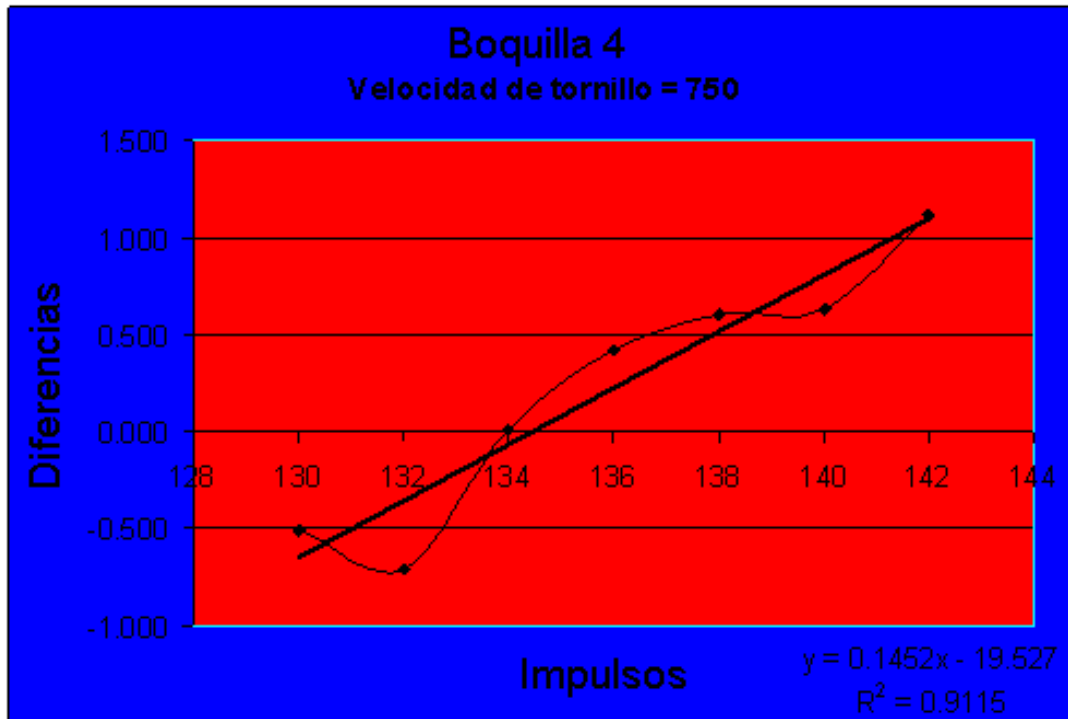
| Boquilla 3 – Parámetro de velocidad de tornillo | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 134 | 750 | 0 | 50 | 12,280 | 11,080 | 11,130 | 11,960 | 11,600 | 11,610 | -0,298 |
| Muestra 2 | 134 | 755 | 0 | 50 | 12,360 | 10,770 | 12,280 | 11,800 | 11,280 | 11,698 | -0,210 |
| Muestra 3 | 134 | 760 | 0 | 50 | 12,750 | 11,830 | 11,200 | 12,240 | 11,350 | 11,874 | -0,034 |
| Muestra 4 | 134 | 765 | 0 | 50 | 11,350 | 12,850 | 12,190 | 12,610 | 12,180 | 12,236 | 0,328 |
| Muestra 5 | 134 | 770 | 0 | 50 | 11,250 | 13,190 | 12,260 | 12,030 | 12,670 | 12,280 | 0,372 |
| Muestra 6 | 134 | 775 | 0 | 50 | 11,040 | 13,140 | 12,000 | 11,910 | 12,570 | 12,132 | 0,224 |
| Muestra 7 | 134 | 780 | 0 | 50 | 12,250 | 12,280 | 12,060 | 13,280 | 12,560 | 12,486 | 0,578 |



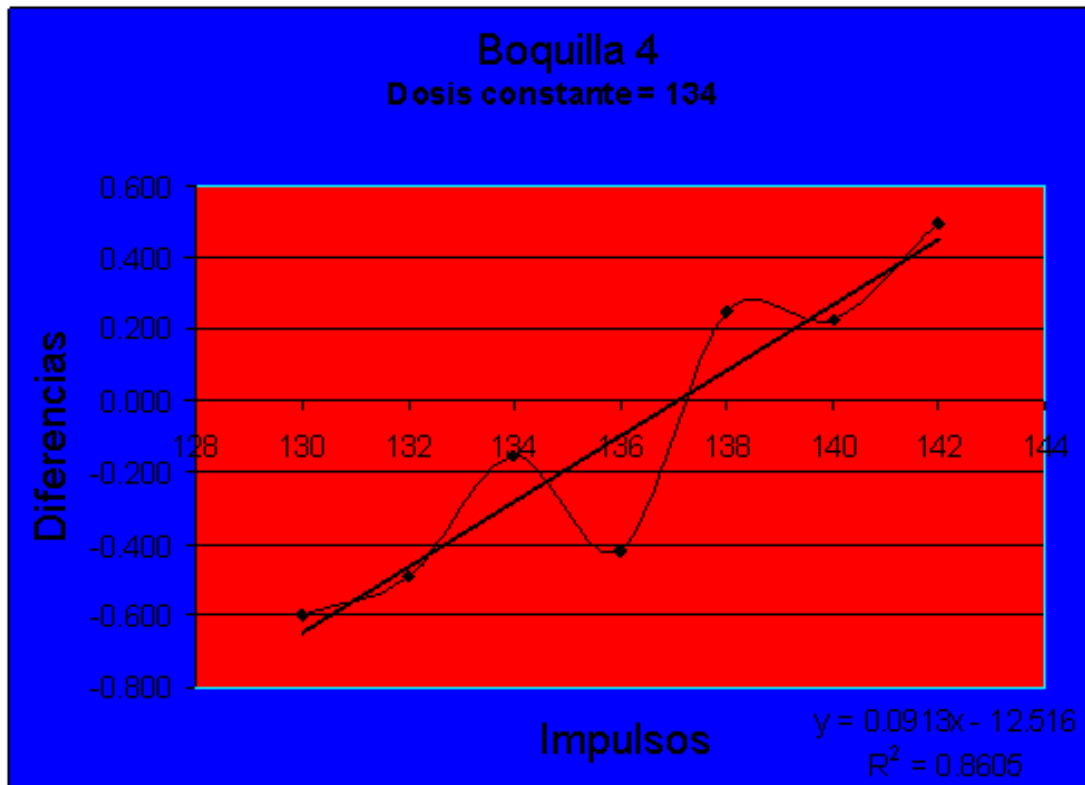
APÉNDICE No. 4

Datos de boquilla 4 para análisis de dosis y tornillo

| Boquilla 4 – Parámetro de dosis | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 130 | 750 | 0 | 50 | 11,480 | 10,100 | 12,580 | 12,540 | 10,100 | 11,360 | -0,502 |
| Muestra 2 | 132 | 750 | 0 | 50 | 11,120 | 9,750 | 10,570 | 13,370 | 10,940 | 11,150 | -0,712 |
| Muestra 3 | 134 | 750 | 0 | 50 | 11,280 | 10,130 | 13,790 | 11,000 | 13,130 | 11,866 | 0,004 |
| Muestra 4 | 136 | 750 | 0 | 50 | 12,470 | 10,740 | 12,600 | 12,760 | 12,830 | 12,280 | 0,418 |
| Muestra 5 | 138 | 750 | 0 | 50 | 11,100 | 14,600 | 13,320 | 8,920 | 14,380 | 12,464 | 0,602 |
| Muestra 6 | 140 | 750 | 0 | 50 | 13,520 | 12,440 | 11,230 | 14,380 | 10,880 | 12,490 | 0,628 |
| Muestra 7 | 142 | 750 | 0 | 50 | 12,040 | 13,450 | 13,130 | 12,870 | 13,400 | 12,978 | 1,116 |



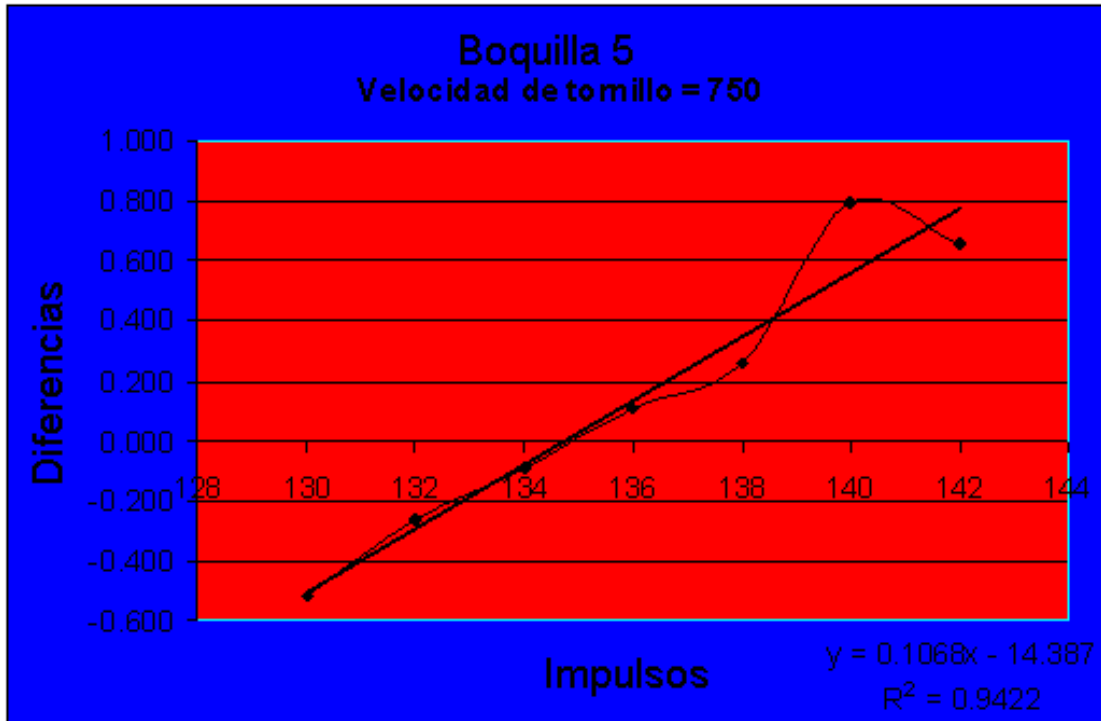
| Boquilla 4 – Parámetro de velocidad de tornillo | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 134 | 750 | 0 | 50 | 11,000 | 11,360 | 11,110 | 11,550 | 11,290 | 11,262 | -0,600 |
| Muestra 2 | 134 | 755 | 0 | 50 | 11,250 | 11,240 | 11,860 | 10,920 | 11,580 | 11,370 | -0,492 |
| Muestra 3 | 134 | 760 | 0 | 50 | 11,740 | 11,720 | 11,880 | 11,220 | 11,960 | 11,704 | -0,158 |
| Muestra 4 | 134 | 765 | 0 | 50 | 11,440 | 11,400 | 10,670 | 12,280 | 11,420 | 11,442 | -0,420 |
| Muestra 5 | 134 | 770 | 0 | 50 | 12,410 | 11,110 | 13,170 | 11,930 | 11,920 | 12,108 | 0,246 |
| Muestra 6 | 134 | 775 | 0 | 50 | 11,870 | 11,110 | 11,940 | 12,860 | 12,650 | 12,086 | 0,224 |
| Muestra 7 | 134 | 780 | 0 | 50 | 13,090 | 11,560 | 12,130 | 13,110 | 11,880 | 12,354 | 0,492 |



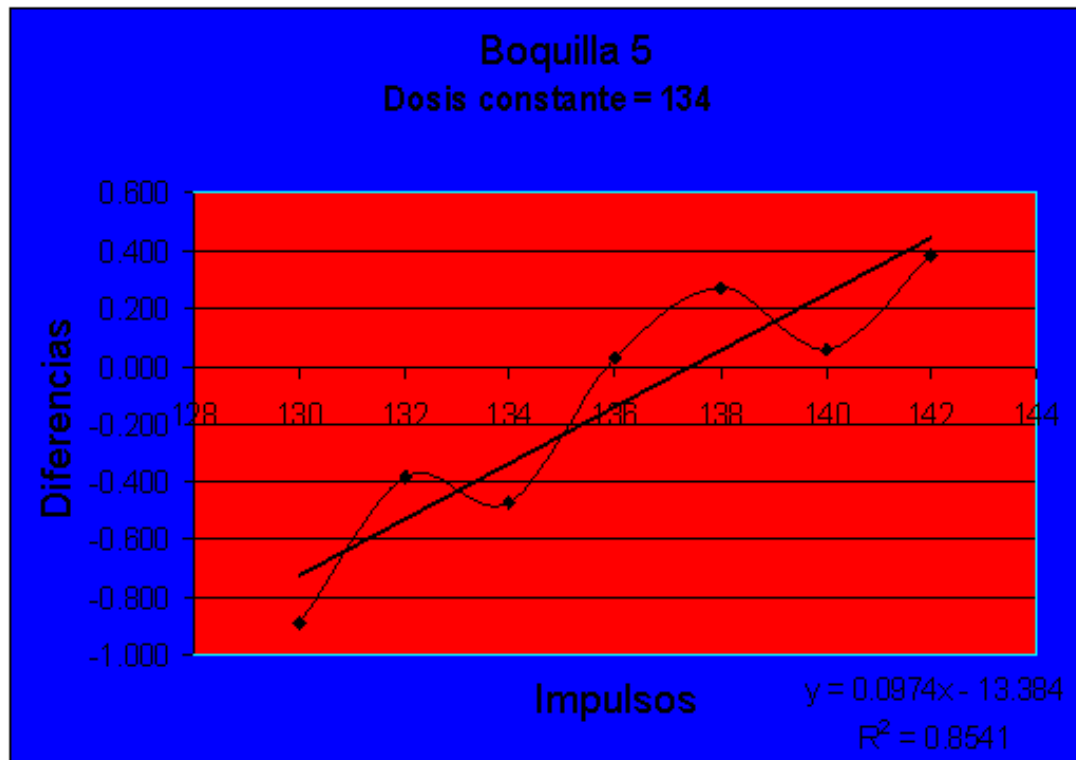
APÉNDICE No. 5

Datos de boquilla 5 para análisis de dosis y tornillo

| Boquilla 5 – Parámetro de dosis | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 130 | 750 | 0 | 50 | 10,560 | 9,140 | 11,060 | 12,390 | 10,510 | 10,732 | -0,515 |
| Muestra 2 | 132 | 750 | 0 | 50 | 9,590 | 12,230 | 10,710 | 10,190 | 12,200 | 10,984 | -0,263 |
| Muestra 3 | 134 | 750 | 0 | 50 | 13,260 | 9,150 | 11,060 | 12,560 | 9,760 | 11,158 | -0,089 |
| Muestra 4 | 136 | 750 | 0 | 50 | 9,900 | 12,410 | 10,220 | 13,000 | 11,230 | 11,352 | 0,105 |
| Muestra 5 | 138 | 750 | 0 | 50 | 12,010 | 10,240 | 11,940 | 11,350 | 11,990 | 11,506 | 0,259 |
| Muestra 6 | 140 | 750 | 0 | 50 | 11,780 | 11,310 | 11,500 | 13,120 | 12,500 | 12,042 | 0,795 |
| Muestra 7 | 142 | 750 | 0 | 50 | 12,780 | 12,100 | 9,920 | 12,850 | 11,870 | 11,904 | 0,657 |



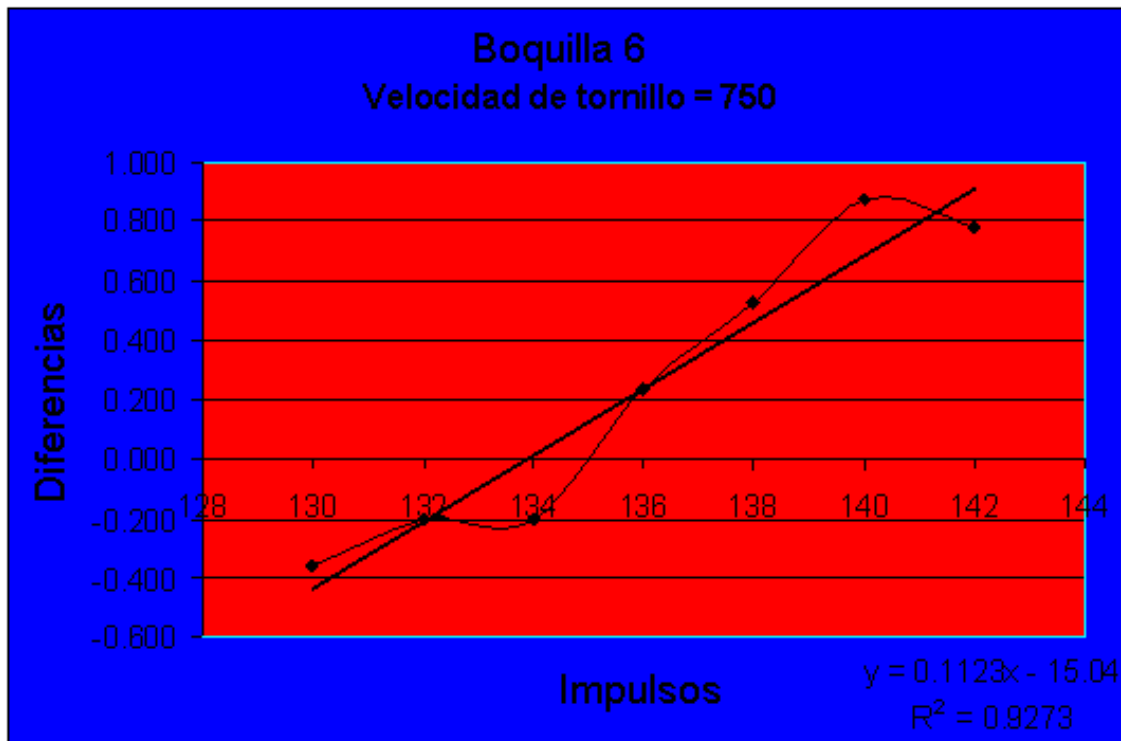
| Boquilla 5 – Parámetro de velocidad de tornillo | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 134 | 750 | 0 | 50 | 10,040 | 9,230 | 12,450 | 10,440 | 9,630 | 10,358 | -0,889 |
| Muestra 2 | 134 | 755 | 0 | 50 | 10,760 | 11,160 | 11,020 | 10,320 | 11,050 | 10,862 | -0,385 |
| Muestra 3 | 134 | 760 | 0 | 50 | 10,930 | 10,220 | 12,820 | 9,770 | 10,140 | 10,776 | -0,471 |
| Muestra 4 | 134 | 765 | 0 | 50 | 10,470 | 11,970 | 10,550 | 9,960 | 13,430 | 11,276 | 0,029 |
| Muestra 5 | 134 | 770 | 0 | 50 | 13,700 | 9,970 | 13,180 | 10,240 | 10,490 | 11,516 | 0,269 |
| Muestra 6 | 134 | 775 | 0 | 50 | 11,380 | 10,100 | 12,470 | 10,090 | 12,480 | 11,304 | 0,057 |
| Muestra 7 | 134 | 780 | 0 | 50 | 10,700 | 11,260 | 12,950 | 9,920 | 13,340 | 11,634 | 0,387 |



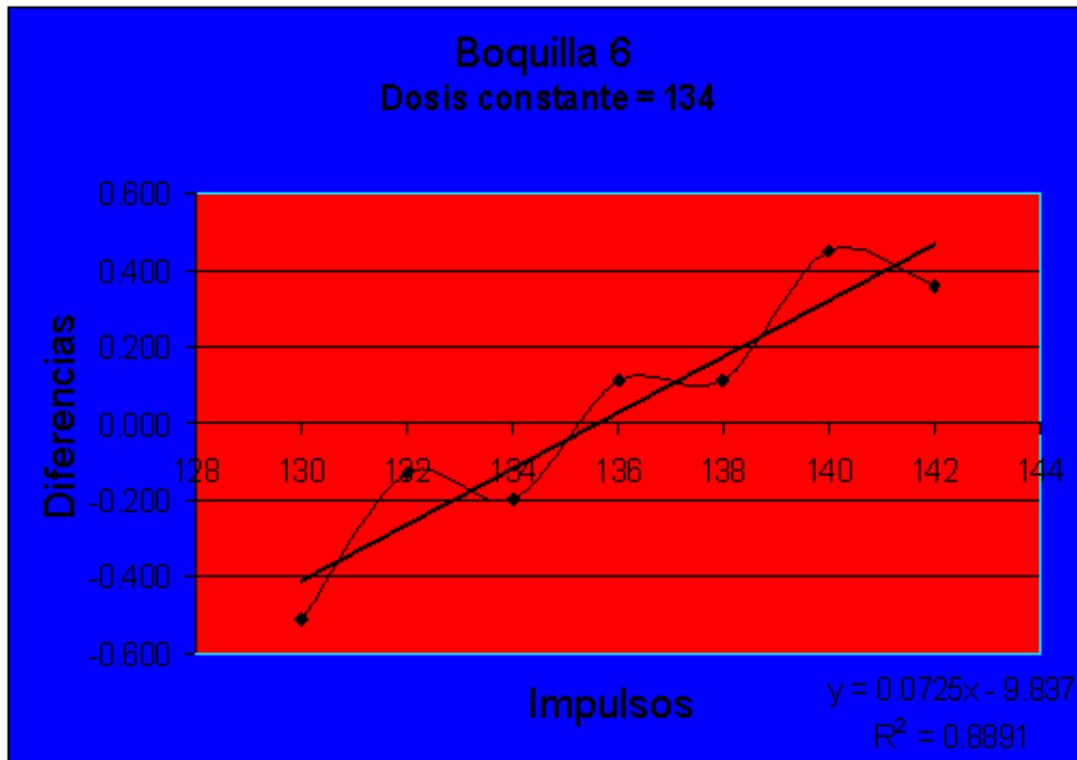
APÉNDICE No. 6

Datos de boquilla 6 para análisis de dosis y tornillo

| Boquilla 6 – Parámetro de dosis | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 130 | 750 | 0 | 50 | 9,600 | 10,100 | 11,830 | 10,500 | 10,950 | 10,596 | -0,358 |
| Muestra 2 | 132 | 750 | 0 | 50 | 10,540 | 9,900 | 11,970 | 11,070 | 10,280 | 10,752 | -0,202 |
| Muestra 3 | 134 | 750 | 0 | 50 | 9,930 | 10,800 | 11,180 | 11,350 | 10,480 | 10,748 | -0,206 |
| Muestra 4 | 136 | 750 | 0 | 50 | 10,340 | 12,590 | 9,960 | 11,110 | 11,950 | 11,190 | 0,236 |
| Muestra 5 | 138 | 750 | 0 | 50 | 10,330 | 14,010 | 10,680 | 10,660 | 11,710 | 11,478 | 0,524 |
| Muestra 6 | 140 | 750 | 0 | 50 | 13,460 | 10,440 | 12,790 | 11,110 | 11,340 | 11,828 | 0,874 |
| Muestra 7 | 142 | 750 | 0 | 50 | 12,350 | 9,170 | 15,070 | 9,770 | 12,300 | 11,732 | 0,778 |



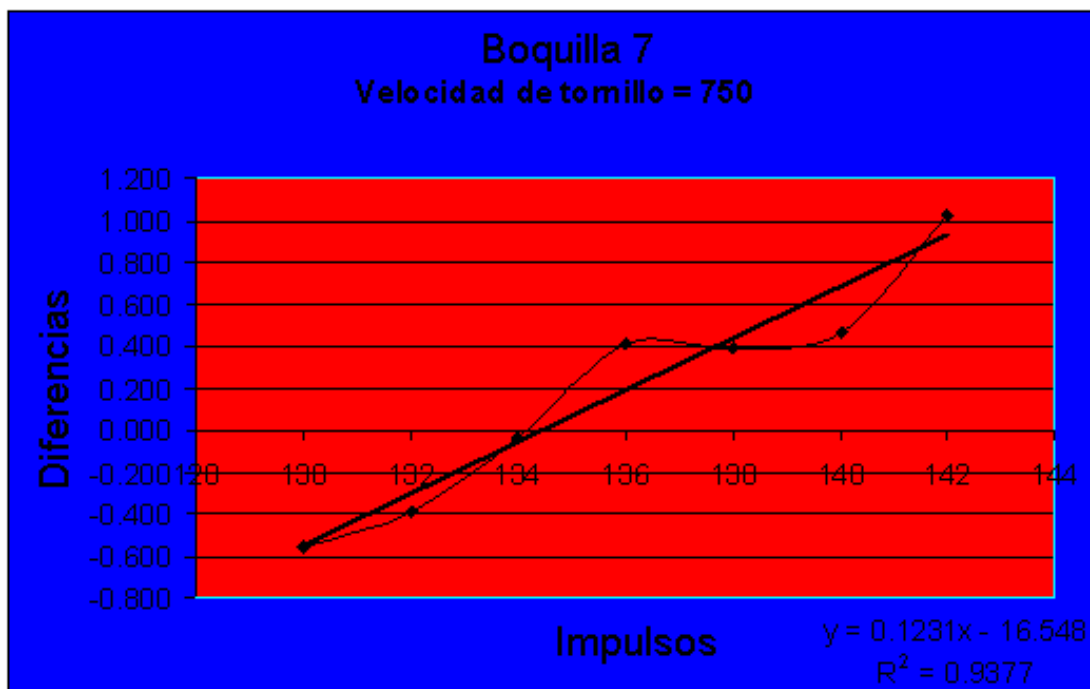
| Boquilla 6 – Parámetro de velocidad de tornillo | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 134 | 750 | 0 | 50 | 9,320 | 9,240 | 10,330 | 11,570 | 11,770 | 10,446 | -0,508 |
| Muestra 2 | 134 | 755 | 0 | 50 | 10,550 | 11,280 | 9,190 | 11,170 | 11,930 | 10,824 | -0,130 |
| Muestra 3 | 134 | 760 | 0 | 50 | 10,870 | 10,480 | 11,220 | 10,460 | 10,750 | 10,756 | -0,198 |
| Muestra 4 | 134 | 765 | 0 | 50 | 12,000 | 10,580 | 10,640 | 11,500 | 10,620 | 11,068 | 0,114 |
| Muestra 5 | 134 | 770 | 0 | 50 | 10,990 | 10,760 | 10,370 | 10,950 | 12,250 | 11,064 | 0,110 |
| Muestra 6 | 134 | 775 | 0 | 50 | 10,580 | 11,390 | 12,260 | 10,920 | 11,860 | 11,402 | 0,448 |
| Muestra 7 | 134 | 780 | 0 | 50 | 10,660 | 12,440 | 10,480 | 10,620 | 12,360 | 11,312 | 0,358 |



APÉNDICE No. 7

Datos de boquilla 7 para análisis de dosis y tornillo

| Boquilla 7 - Parámetro de dosis | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|--|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) | |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | | |
| Muestra 1 | 130 | 750 | 0 | 50 | 9,730 | 10,010 | 13,510 | 10,820 | 9,380 | 10,690 | -0,557 | |
| Muestra 2 | 132 | 750 | 0 | 50 | 11,080 | 9,250 | 12,010 | 11,500 | 10,460 | 10,860 | -0,387 | |
| Muestra 3 | 134 | 750 | 0 | 50 | 10,660 | 10,690 | 12,550 | 11,110 | 11,060 | 11,214 | -0,033 | |
| Muestra 4 | 136 | 750 | 0 | 50 | 10,210 | 13,760 | 10,410 | 11,900 | 12,000 | 11,656 | 0,409 | |
| Muestra 5 | 138 | 750 | 0 | 50 | 9,790 | 14,040 | 10,560 | 13,170 | 10,650 | 11,642 | 0,395 | |
| Muestra 6 | 140 | 750 | 0 | 50 | 12,350 | 10,900 | 13,900 | 10,660 | 10,770 | 11,716 | 0,469 | |
| Muestra 7 | 142 | 750 | 0 | 50 | 14,190 | 10,660 | 12,010 | 12,090 | 12,420 | 12,274 | 1,027 | |



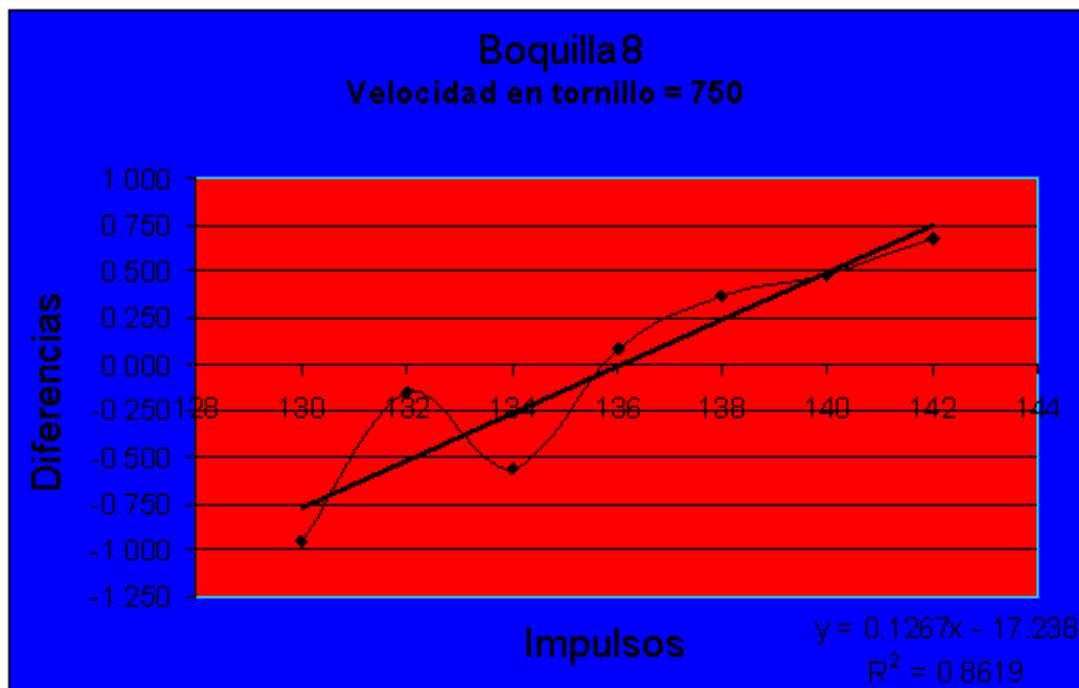
| Boquilla 7 – Parámetro de velocidad de tornillo | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 134 | 750 | 0 | 50 | 9,840 | 10,860 | 9,320 | 9,540 | 9,770 | 9,866 | -0,237 |
| Muestra 2 | 134 | 755 | 0 | 50 | 10,060 | 9,010 | 10,040 | 9,180 | 10,214 | 9,701 | -0,402 |
| Muestra 3 | 134 | 760 | 0 | 50 | 9,310 | 10,630 | 9,060 | 9,850 | 10,660 | 9,902 | -0,201 |
| Muestra 4 | 134 | 765 | 0 | 50 | 9,590 | 10,780 | 10,040 | 10,300 | 9,800 | 10,102 | -0,001 |
| Muestra 5 | 134 | 770 | 0 | 50 | 10,300 | 10,410 | 10,900 | 10,950 | 9,800 | 10,472 | 0,369 |
| Muestra 6 | 134 | 775 | 0 | 50 | 9,180 | 11,280 | 11,300 | 9,270 | 10,950 | 10,396 | 0,293 |
| Muestra 7 | 134 | 780 | 0 | 50 | 10,990 | 11,180 | 10,580 | 10,130 | 10,750 | 10,726 | 0,623 |



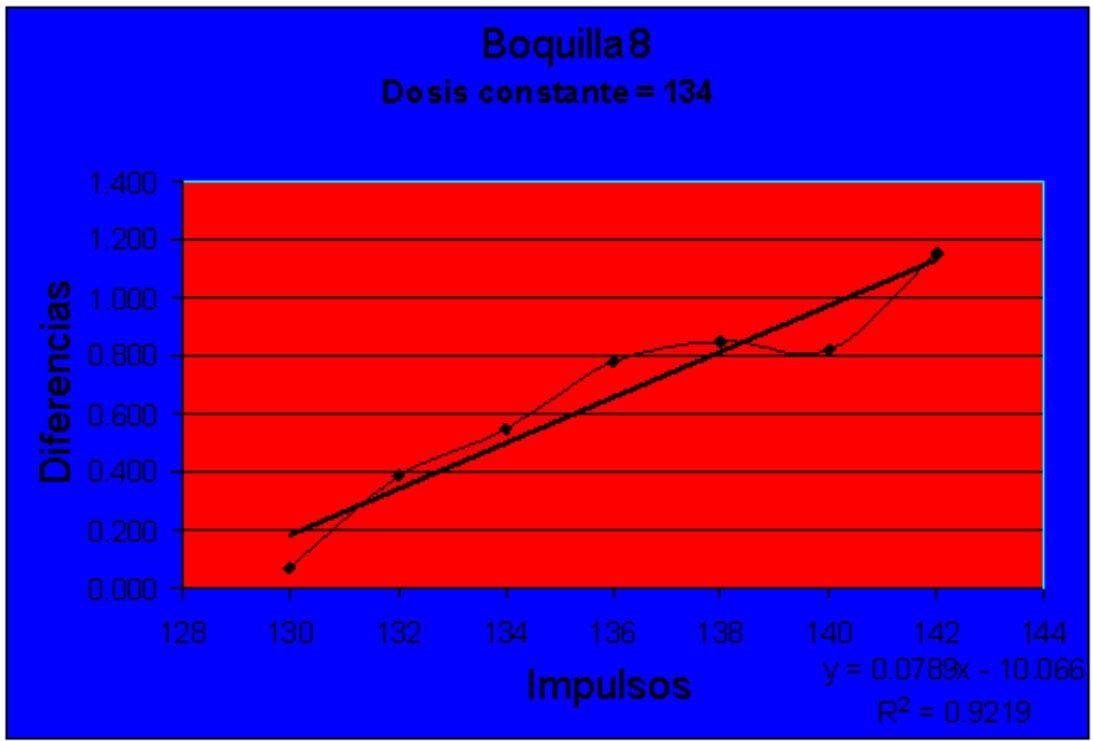
APÉNDICE No. 8

Datos de boquilla 8 para análisis de dosis y tornillo

| Boquilla 8 – Parámetro de dosis | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 130 | 750 | 0 | 50 | 9,280 | 8,700 | 9,520 | 9,730 | 8,760 | 9,198 | -0,958 |
| Muestra 2 | 132 | 750 | 0 | 50 | 9,990 | 9,550 | 9,240 | 11,150 | 10,080 | 10,002 | -0,154 |
| Muestra 3 | 134 | 750 | 0 | 50 | 9,330 | 9,740 | 10,500 | 9,610 | 8,780 | 9,592 | -0,564 |
| Muestra 4 | 136 | 750 | 0 | 50 | 10,010 | 9,190 | 10,270 | 10,730 | 10,990 | 10,238 | 0,082 |
| Muestra 5 | 138 | 750 | 0 | 50 | 11,010 | 10,320 | 9,570 | 10,990 | 10,740 | 10,526 | 0,370 |
| Muestra 6 | 140 | 750 | 0 | 50 | 11,300 | 11,000 | 9,960 | 10,570 | 10,340 | 10,634 | 0,478 |
| Muestra 7 | 142 | 750 | 0 | 50 | 10,590 | 11,360 | 11,200 | 10,680 | 10,320 | 10,830 | 0,674 |



| Boquilla 8 – Parámetro de velocidad de tornillo | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------------------------------|
| | Parámetros de boquillas | | | | Muestras | | | | | Promedio | Promedio fila - promedio global (Y) |
| | (X) Dosis | Veloc. de tornillo | Agitador | | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 | | |
| | | | Sentido | Veloc. | | | | | | | |
| Muestra 1 | 134 | 750 | 0 | 50 | 13,020 | 9,320 | 12,980 | 8,490 | 7,310 | 10,224 | 0,068 |
| Muestra 2 | 134 | 755 | 0 | 50 | 11,200 | 11,210 | 9,480 | 10,170 | 10,670 | 10,546 | 0,390 |
| Muestra 3 | 134 | 760 | 0 | 50 | 10,620 | 11,170 | 9,830 | 10,770 | 11,120 | 10,702 | 0,546 |
| Muestra 4 | 134 | 765 | 0 | 50 | 10,290 | 11,160 | 11,680 | 9,930 | 11,640 | 10,940 | 0,784 |
| Muestra 5 | 134 | 770 | 0 | 50 | 11,050 | 10,980 | 11,800 | 9,680 | 11,520 | 11,006 | 0,850 |
| Muestra 6 | 134 | 775 | 0 | 50 | 11,560 | 10,690 | 10,840 | 11,400 | 10,390 | 10,976 | 0,820 |
| Muestra 7 | 134 | 780 | 0 | 50 | 10,260 | 11,540 | 11,240 | 12,480 | 11,020 | 11,308 | 1,152 |



APÉNDICE No. 9

Presentación utilizada para inducción a *staff* de producción

MANEJO DEL PESO NETO DE LOS PRODUCTOS

PARA: Staff De Producción
IMPARTIDO POR: Laura Cervantes



INSTRUCCIONES INTERNAS

- ▶ GI 90-551 POLÍTICA NCM
- ▶ GI 90-552 PESO TARGET
- ▶ GI 90-553 MONITOREO
- ▶ GI 90-554 LIBERACIÓN



GI-90.551.1 POLÍTICA

- ▶ **Incluye dos aspectos:**
 - ▶ Cumplimiento regulatorio
 - ▶ Costos
- ▶ **Puntos regulatorios de control (RCP)**
 - ▶ RCP❶: Cálculo de Peso Target
 - ▶ RCP❷: Equipo de pesaje
 - ▶ RCP❸: Tara
 - ▶ RCP❹: Recolección de datos
 - ▶ RCP❺: Liberación de producto terminado
- ▶ **Proceso de manejo del contenido neto**



GI-90.552 PESO TARGET

► Requerimientos legales:

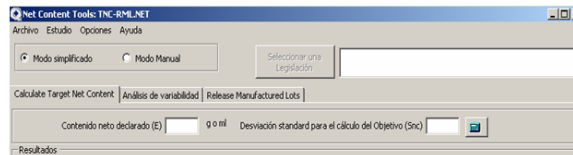
- Contenido Neto Promedio
- Porcentaje máximo bajo el limite inferior
- Ninguna unidad bajo el limite absoluto inferior
- Porcentaje mínimo sobre el limite



GI-90.552 PESO TARGET

► CÓMO FIJAR EL PESO TARGET:

- SKU / Línea de llenado / País de venta
- PASOS:
 - Definir el peso neto Declarado (E)
 - Definir el variabilidad del llenado (Snc)
 - Escoger las leyes de los países de venta
 - Ingresar en Q-Stat.Net

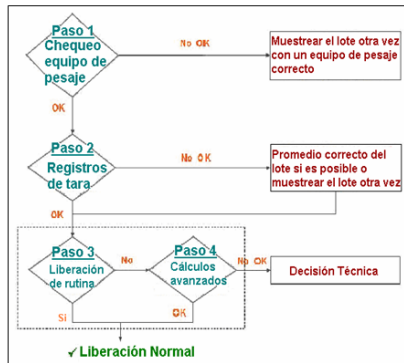


GI-90.553 MONITOREO

- **Tara**
- **Monitoreo con gráfico de control X-R**
 - Cálculo de límites
- **Monitoreo con balanza estática**
 - Uso del Sistema Free Weigh



GI-90.554 LIBERACIÓN



► Criterios de Liberación



¿DUDAS?

¿COMENTARIOS?



MUCHAS GRACIAS!!!



APÉNDICE No. 10

Presentación utilizada para inducción a operarios de producción

CONTROL DEL PESO NETO DE LOS PRODUCTOS

PARA: Operadores de máquina
IMPARTIDO POR: Laura Cervantes




INSTRUCCIONES INTERNAS

- ▶ GI 90-551 POLÍTICA NCM
- ▶ GI 90-552 PESO TARGET
- ▶ GI 90-553 MONITOREO
- ▶ GI 90-554 LIBERACIÓN
- ▶ GI 90-555 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



IMPORTANCIA DEL CONTROL DE DESO NETO

- ▶ PERDER CREDIBILIDAD COMO FÁBRICA A NIVEL NESTLÉ
- ▶ PERDER CREDIBILIDAD COMO MARCA EN EL MERCADO
- ▶ BAJAS EN VENTAS Y PÉRDIDAS DE CLIENTES
- ▶ CIERRE DE LA FÁBRICA



ASPECTO LEGAL

- ▶ El contenido neto y las declaraciones escritas en etiquetas, sobres y estuches deben estar alineadas.
- ▶ Para asegurar que los productos están conforme los requerimientos legales en el país donde se venden.



ASPECTO DE COSTOS

- ▶ Operaciones de llenado mal controladas generan costos que no agregan calidad como:
 - ✓ Pérdidas en producto terminado
 - ✓ Pérdidas de material de empaque
 - ✓ Pérdidas en recursos en caso de re-proceso
- ▶ El control ayuda a minimizar lo más posible el costo por sobredosis y los costos indirectos.



ROL DE LOS OPERADORES

- ▶ Asegurar que se cumpla a cabalidad el procedimiento establecido.
- ▶ Cumplir con la frecuencia de muestreo y con las muestras indicadas.
- ▶ Aplicar las acciones correctivas adecuadas en caso de desviación del peso neto.
- ▶ No usar sobredosis para normalizar el funcionamiento de las máquinas.
- ▶ No obtener eficiencia a costa de sobredosis
- ▶ El muestreo e ingreso de datos debe hacerse siguiendo la secuencia natural del proceso.
- ▶ Nunca utilizar muestras escogidas o datos engañosos que comprometan la credibilidad de la información.



PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE PESO NETO

▶ Verificación del estado de la balanza

- ▶ Cerciorarse que balanza corresponda a la asignada a su línea.
- ▶ Que esta no presente vibración.
- ▶ Que el nivel de burbuja se encuentre centrado.
- ▶ Balanza debe encontrarse limpia y sin polvo.



PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE PESO NETO

▶ MONITOREO

- ▶ El peso promedio debe ser igual ó mayor al peso declarado
- ▶ Un número limitado de unidades puede estar por debajo del límite de control inferior dado.
- ▶ No se permiten unidades por debajo del límite absoluto.
- ▶ El muestreo debe representar, por lo menos, el 80% de Horas Target * 6.



PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE PESO NETO

▶ Muestreo de pesos

- ▶ *Líneas de tiras*
 - ▶ Toman 2 unidades de cada pista, cada 15 minutos.
- ▶ *Todos los sectores*
 - ▶ Cada 10 minutos, tomando las siguientes cantidades de muestras:

| | |
|------------------|------------|
| Cubitos | 6 unidades |
| Sazonadores | 5 unidades |
| Sopas | 3 unidades |
| Tabletas Duras | 3 unidades |
| Tabletas Blandas | 3 unidades |
| Frascos | 3 unidades |



PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE DESO NETO

▶ Muestreo de Tara

- ▶ Cada cambio de bobina de laminado
- ▶ Cada paso de unión en la bobina de laminado
- ▶ Para frascos, en cada cambio de lote de unidades
- ▶ Se toman 9 muestras del material (sobres, laminados, envoltorios, etc.), y en el caso de frascos se toman 3.



PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE DESO NETO

▶ ACCIONES CORRECTIVAS

- ▶ Ajustar el dispositivo de dosificación según criterio del maquinista.
- ▶ Si el problema persiste, detener el proceso productivo y reportar a su superior inmediato.
- ▶ Solicitar revisión de sistema por parte del departamento Técnico, para realizar ajuste mecánico en máquina.
- ▶ Si se violara el límite absoluto inferior, se deberá separar y bloquear la porción de la producción en que se haya detectado dicha situación. Tomar una nueva muestra y re-evaluar para corroborar el problema.
- ▶ La decisión final es del Jefe de Producción y el departamento de Aseguramiento de Calidad.



PROCEDIMIENTO DE REGISTRO DE DESO NETO EN SISTEMA FREE WEIGH

- ▶ Se toma la cantidad de muestras indicadas
- ▶ Ingresar código de producto, de línea y de tira (si aplica)
- ▶ Colocar las unidades de la muestra una por una esperando que la balanza marque que ha medido el peso de cada una.
- ▶ Esperar que la pantalla presente el valor promedio
- ▶ Al terminar los registros, dejar el equipo en modo "Balanza"



PROCEDIMIENTO DE REGISTRO DE TARA EN SISTEMA FREE WEIGH

- ▶ Se toma la cantidad de muestras indicadas
- ▶ Se coloca el equipo en modo "Tara"
- ▶ Ingresar el código de producto y línea de producción.
- ▶ Colocar la muestra de material, uno por uno, uno sobre el otro, esperando que la pantalla indique que se cargo cada registro
- ▶ Al terminar los muestreos, dejar el equipo en modo "Balanza"



¿DUDAS?

¿COMENTARIOS?



MUCHAS GRACIAS!!!



