Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Química

Análisis de desempeño para la inspección y control de la calidad en un proceso de fabricación de cloro burbuja.

Práctica dirigida de graduación sometida a la consideración de la Escuela de Ingeniería Química como requisito final para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Química

Yendry E. Corrales Quirós

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

2013

TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto de graduación ha sido aceptado en su forma presente por la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica, como requisito para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Química.

M.Sc. Ing. Alexander Vásquez
Presidente del Tribunal
Director de la Escuela de Ingeniería Química, UCR

M.Sc. Ing. Adolfo Ulate Brenes
Director del Proyecto
Escuela de Ingeniería Química, UCR

M.Sc. Ing. Gerardo Chacón Valle
Asesor del Proyecto
Escuela de Ingeniería Química, UCR

Laura Ugalde Zamora.
Ing. Laura Ugalde Zamora
Asesor del Proyecto
Irex de Costa Rica, S.A.

Ing. Paula Solano Sánchez
Miembro Invitado
Escuela de Ingeniería Química, UCR

DEDICATORIA

De manera muy especial dedico este proyecto a mi amiga Maite con quien siempre soñé llegar a ver este momento, y a pesar de que nunca lo imaginamos así, no ha pasado un día en que no piense en lo importante que es para mi poder escribir estas palabras. Esto es para ti y para tu familia. Te extraño Mai…nos vemos pronto…

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque sin Él nada sería posible, gracias Padre por el regalo de la Salvación y este amor inexplicable y hermoso que tienes para todos los hombres.

A mis padres, que siempre han apoyado y confiado en mis esfuerzos, no alcanzan las palabras para darles las gracias.

A mis hermanos que han sido inspiración y fuerza de motivación en cada etapa de mi vida.

A Ran, quien sin duda es el hombre que más admiro y amo en este mundo, gracias por elegirme para compartir tu vida.

A mis amigos, quienes han sido un pilar de apoyo en mi caminar y en los cuales Dios me ha regalado hermanos para siempre.

A Adolfo por su paciencia y cariño, quien nunca se dio por vencido hasta verme en este punto.

A la empresa Irex de Costa Rica S.A. quienes me dieron todo su apoyo y a pesar de sus ocupaciones siempre estuvieron dispuestos a brindarme su ayuda.

RESUMEN

El objetivo general de esta práctica dirigida es realizar un análisis de desempeño del proceso de elaboración y llenado de cloro burbuja para las tres variables críticas de los productos principales. Y con ello obtener un aprendizaje con el uso de series de tiempo, gráficos de control e índices de capacidad, para analizar el desempeño del proceso en su situación actual.

Se analizan las variables: densidad, concentración y contenido neto para los graneles 50051, 50128 y 50483; y los productos terminados 24501, 24511, 24801 y 24803. Para esto se utilizan los índices de capacidad y las series de tiempo de los datos históricos recopilados en la línea de producción y el Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad.

Se concluye que el proceso no es adecuado para el trabajo esperado, sino que se requieren modificaciones importantes en las diversas etapas para lograr calidad satisfactoria en el equipo, así como esfuerzos posteriores en el centrado de los procesos y la revisión de las especificaciones. Además se descarta la hipótesis de que el instrumento empleado para la determinación de la densidad del producto sea una fuente de variación no aleatoria.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN iv

ÍNDICE DE CUADROS viii

ÍNDICE DE FIGURAS xii

Capítulo I. Fundamentos Teóricos y Prácticos 1

1.1. Aspectos Generales 1

1.2. Proceso de producción y llenado de disoluciones de hipoclorito de sodio 2

1.2.1. Inspección de materiales y arranque 2

1.2.2. Dilución 4

1.2.3. Preparación y almacenamiento del granel (tanda) 4

1.2.4. Llenado 5

1.3. Control de Calidad 5

1.4. Estadística para el monitoreo y la mejora de la calidad y de los procesos 7

1.5. Nivel de desempeño de los procesos 9

1.6. Variación en los productos 11

1.6.1. Medidas de tendencia central 12

1.6.2. Medidas de dispersión o variabilidad 13

1.6.3. Límites reales o naturales 14

1.7. Causas de la variación 14

1.8. Cartas de Control 15

1.9. Gráfico de Control para mediciones o lecturas individuales 18

1.10. Capacidad de Proceso 18

1.10.1. Índices de capacidad. 19

1.10.2. Índice de Centrado del Proceso 22

1.10.3. Índice de inestabilidad 23

1.11. Minitab® Statistical Software 23
1.12. Análisis de incertidumbre 24
1.12.1. Estimación de la incertidumbre 25
1.12.2. Densimetría 29
Capítulo II. Metodología 31
2.1. Recopilación y análisis de datos 31
2.2. Cálculo de límites naturales y elaboración de series de tiempo 32
2.3. Cálculo de índices de capacidad 32
2.4. Análisis de desempeño 32
2.5. Análisis de Incertidumbre 32
Capítulo III. Densidad 34
3.1. Cloro Burbuja tipo 50051 34
3.2. Cloro Burbuja tipo 50128 38
3.3. Cloro Burbuja tipo 50483 43
3.4. Estimación de la incertidumbre en la determinación de la densidad 48
Conclusiones y recomendaciones 51
Capítulo IV. Concentración 53
4.1. Cloro Burbuja tipo 50051 53
4.2. Cloro Burbuja tipo 50128 59
4.3. Cloro Burbuja tipo 50483 64
Conclusiones y recomendaciones 70
Capítulo V. Contenido Neto 72
5.1. Cloro Burbuja tipo 24501 72
5.2. Cloro Burbuja 24801 77
5.3. Cloro Burbuja 24511 83

5.4. Cloro Burbuja 24803 88

Conclusiones y recomendaciones 94

Capítulo VI. Ventajas y limitaciones del uso del Software Estadístico Minitab® 97

Bibliografía 99

Nomenclatura 102

Apéndices 103

Apéndice A: Datos utilizados para el cálculo de los límites naturales, series de tiempo y análisis de capacidad 103

Apéndice B. Resultados Intermedios 136

Apéndice C. Muestra de Cálculo 179

C.1 Cálculos para estadísticos en el análisis de capacidad 179

C.2 Cálculo de índice de capacidad Cp 181

C.3 Cálculo de límites naturales 181

C.4 Cálculo de probabilidad acumulada 181

C.5 Cálculo de la función Z 182

C.6 Cálculo de la incertidumbre en la estimación de la densidad 182

C.7 Análisis de desempeño mediante el uso de Minitab® 184

ANEXOS 186

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Interpretación de valores de índice de capacidad (C_p) 21

Cuadro 2. Estadísticos para la densidad del producto 50051 34

Cuadro 3. Límites naturales para el gráfico de seguimiento y monitoreo de la densidad del producto 50051. 35

Cuadro 4. Índices de capacidad y centrado del proceso para la densidad del producto 50051 ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Cuadro 5. Estadísticos para la densidad del producto 50128 38

Cuadro 6. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la densidad del producto 50128. 39

Cuadro 7. Índices de capacidad y centrado del proceso para la densidad del producto 50128 42

Cuadro 8. Estadísticos para la densidad del producto 50483 43

Cuadro 9. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la densidad del producto 50483. 44

Cuadro 10. Índices de capacidad y centrado del proceso para la densidad del producto 50483 48

Cuadro 11. Parámetros para el cálculo de los coeficientes de sensibilidad al estimar la incertidumbre asociada a la medición de la densidad..... 49

Cuadro 12. Incertidumbre estándar para cada componente en la determinación de la densidad. 49

Cuadro 13. Resumen de resultados para estimación de la incertidumbre en la determinación de la densidad. 50

Cuadro 14. Resumen de resultados para análisis de desempeño del proceso para densidad. 50

Cuadro 15. Estadísticos para la concentración del producto 50051 53

Cuadro 16. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la concentración del producto 50051. 54

Cuadro 17. Índices de capacidad y centrado del proceso para la concentración del producto 50051 58

Cuadro 18. Estadísticos para la concentración del producto 50128 59

Cuadro 19. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la concentración del producto 50128. 60

Cuadro 20. Índices de capacidad y centrado del proceso para la concentración del producto 50128 63

Cuadro 21. Estadísticos para la concentración del producto 50483 64

Cuadro 22. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la concentración del producto 50128. 66

Cuadro 23. Índices de capacidad y centrado del proceso para la concentración del producto 50483 68

Cuadro 24. Resumen de resultados para análisis de desempeño del proceso para concentración. 69

Cuadro 25. Estadísticos para el contenido neto del producto 24501 72

Cuadro 26. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento del contenido neto del producto 24501. 73

Cuadro 27. Índices de capacidad y centrado del proceso para el producto 24501 77

Cuadro 28. Estadísticos para el contenido neto del producto 24801 78

Cuadro 29. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento del contenido neto del producto 24801. 79

Cuadro 30. Índices de capacidad y centrado del proceso para el producto 24801 82

Cuadro 31. Estadísticos para el contenido neto del producto 24511 83

Cuadro 32. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento del contenido neto del producto 24511. 83

Cuadro 33. Índices de capacidad y centrado del proceso para el producto 24511 86

Cuadro 34. Estadísticos para el contenido neto del producto 24803 88

Cuadro 35. Límites naturales para el gráfico de control del producto 24803. 89

Cuadro 36. Índices de capacidad y centrado del proceso para el producto 24803 91

Cuadro 37. Resumen de resultados para análisis de desempeño del proceso para contenido neto. 94

Cuadro A.1 Concentración de ingrediente activo para el producto 50051..... 103

Cuadro A.2 Datos de densidad para el producto 50051 106

Cuadro A.3 Concentración de ingrediente activo para el producto 50128..... 108

Cuadro A.4 Datos de densidad para el producto 50128 109

Cuadro A.5 Concentración del ingrediente activo para el producto 50483..... 110

Cuadro A.6 Datos de densidad para el producto 50483 112

Cuadro A.7 Contenido neto para el producto 24501 114

Cuadro A.8 Contenido neto para el producto 24511 121

Cuadro A.9 Contenido neto para el producto 24801 125

Cuadro A.10 Contenido neto para el producto 24803 130

Cuadro A.11 Especificaciones para la variable Densidad 135

Cuadro A.12 Especificaciones para la Concentración del ingrediente activo 135

Cuadro A.13 Especificaciones para el Contenido Neto 135

Cuadro B.1 Valores individuales y rango móvil para la concentración del producto 50051 136

Cuadro B.2 Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50051 138

Cuadro B.3 Valores individuales y rango móvil para la concentración del producto 50128 141

Cuadro B.4 Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50128 142

Cuadro B.5 Valores individuales y rango móvil para la concentración del producto 50483 ... 143

Cuadro B.6 Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50483 145

Cuadro B.7 Promedio y rango para el contenido neto del producto 24501..... 147

Cuadro B.8 Promedio y rango para el contenido neto del producto 24511..... 150

Cuadro B.9 Promedio y rango para el contenido neto del producto 24801..... 152

Cuadro B.10 Promedio y rango para el contenido neto del producto 24803..... 155

Cuadro B.11 Datos para análisis de normalidad para la concentración de ingrediente activo del producto 50051 157

Cuadro B.12 Datos para análisis de normalidad para densidad del producto 50051 163

Cuadro B.13 Datos para análisis de normalidad la concentración del producto 50128 168

Cuadro B.14 Datos para análisis de normalidad para la densidad del producto 50128 169

Cuadro B.15 Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50483 ... 170

Cuadro B.16 Datos para análisis de normalidad para la densidad del producto 50483 174

Cuadro B.17 Datos para análisis de incertidumbre en la determinación de la densidad 178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del proceso de producción y llenado de hipoclorito de sodio o cloro común 3

Figura 2. Análisis de normalidad para datos de densidad del cloro burbuja 50051. 35

Figura 3. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de densidad del cloro burbuja 50051. 36

Figura 4. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la densidad del producto 50051, Minitab®. 37

Figura 5. Serie de tiempo para la variable densidad del cloro burbuja 50051. 37

Figura 6. Análisis de normalidad para datos de densidad del cloro burbuja 50128. 39

Figura 7. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de densidad del cloro burbuja 50128. 40

Figura 8. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la densidad del producto 50128, Minitab®. 42

Figura 9. Serie de tiempo para la variable densidad del cloro burbuja 50128. 43

Figura 10. Análisis de normalidad para datos de densidad del cloro burbuja 50483. 44

Figura 11. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de densidad del cloro burbuja 50483. 46

Figura 12. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la densidad del producto 50483. 47

Figura 13. Serie de tiempo para la variable densidad del cloro burbuja 50483. 48

Figura 16. Resumen de las posibles causas de variación para la variable densidad..... 50

Figura 17. Análisis de normalidad para datos de concentración del cloro burbuja 50051… 54

Figura 18. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de concentración del cloro burbuja 50051. 56

Figura 19. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la concentración del producto 50051. 57

Figura 20. Serie de tiempo para la variable concentración del cloro burbuja 50051. 58

Figura 21. Análisis de normalidad para datos de concentración del cloro burbuja 50128... 60

Figura 22. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de concentración del cloro burbuja 50128. 62

Figura 23. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la concentración del producto 50128. 63

Figura 24. Serie de tiempo para la variable concentración del cloro burbuja 50128. 64

Figura 25. Análisis de normalidad para datos de concentración del cloro burbuja 50483... 65

Figura 26. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de concentración del cloro burbuja 50483. 67

Figura 27. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la concentración del producto 50483. 68

Figura 28. Serie de tiempo para la variable concentración del cloro burbuja 50483. 69

Figura 29. Resumen de posibles causas de variación para la variable concentración. 70

Figura 30. Análisis de normalidad para datos de contenido neto del cloro burbuja 24501.. 73

Figura 31. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de contenido neto del cloro burbuja 24501. 74

Figura 32. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para el contenido neto del producto 24501. 76

Figura 33. Serie de tiempo para la variable contenido neto del cloro burbuja 24501. 77

Figura 34. Análisis de normalidad para datos de contenido neto del cloro burbuja 24801.. 78

Figura 35. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de contenido neto del cloro burbuja 24801. 80

Figura 36. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para el producto 24801. 81

Figura 37. Serie de tiempo para la variable contenido neto del cloro burbuja 24801. 82

Figura 38. Análisis de normalidad para datos de contenido neto del cloro burbuja 24511.. 84

Figura 39. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de contenido neto del cloro burbuja 24511. 85

Figura 40. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para el producto 24511. 87

Figura 41. Serie de tiempo para la variable contenido neto del cloro burbuja 24511. 88

Figura 42. Análisis de normalidad para datos de contenido neto del cloro burbuja 24803.. 89

Figura 43. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de contenido neto del cloro burbuja 24803. 90

Figura 44. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para el producto 24803. 92

Figura 45. Serie de tiempo para la variable contenido neto del cloro burbuja 24803. 93

Figura 46. Resumen de posibles causas de variación para la variable contenido neto..... 94

Figura 47. Análisis de capacidad para contenido neto del producto 24501 con Minitab®. 185

Capítulo I. Fundamentos Teóricos y Prácticos

1.1. Aspectos Generales

El cloro de uso común, es un blanqueador desinfectante de amplio espectro, formulado a partir de disoluciones de hipoclorito de sodio obtenidas de la reacción de gas cloro, agua y soda caustica, que da como resultado un producto limpio, estable y de alta pureza.

El hipoclorito de sodio es una solución clara, de ligero color amarillento y un olor característico. Este es un producto corrosivo y oxidante, por lo que debe manejarse con cuidado y utilizando siempre el equipo de seguridad adecuado.

La estabilidad de este producto depende de la luz, la temperatura, la concentración, la presencia de catalíticos y la alcalinidad. Es por este motivo que la concentración de hipoclorito sólo puede ser asegurada al momento de envasar. Este producto debe ser almacenado en un lugar fresco y alejado de la luz y otras sustancias con las que pueda reaccionar, especialmente los ácidos y metales (cobre, níquel, hierro).

El hipoclorito de sodio se usa a gran escala para la purificación de superficies, blanqueamiento, eliminación de olores y desinfección del agua; en áreas tan diversas como la agricultura, industrias químicas, pinturas, industrias de alimentación, industrias del cristal, papeleras y farmacéuticas, industrias sintéticas e industrias de disposición de residuos.

En la industria textil se utiliza el hipoclorito de sodio como blanqueador. También se puede añadir a las aguas residuales industriales. Esto se hace para la eliminación de olores. El hipoclorito neutraliza el gas de sulfuro de hidrogeno (SH) y amonio (NH_3). También se puede utilizar para la de-toxificación de baños de cianido en industrias del metal. El hipoclorito se puede utilizar para la prevención de la formación de las algas crecimiento biológico en torres de enfriamiento. En las aguas de tratamiento, el hipoclorito es utilizado

como desinfectante del agua. En el hogar, el hipoclorito se usa frecuentemente para la purificación y desinfección.

Debido a sus propiedades fisicoquímicas, la exposición al hipoclorito de sodio tiene varios efectos adversos, debido a la inhalación de los vapores generados que produce tos y dolor de garganta; la ingesta de la solución provoca dolor de estomago, sensación de quemazón, tos, diarrea, dolor de garganta y vómitos. Al entrar en contacto con los ojos y en la piel causa enrojecimiento y quemaduras, de igual forma una exposición prolongada puede ocasionar que la piel se vuelva sensible. Además es un fuerte contaminante de las aguas debido a su toxicidad.

Entre las ventajas de utilizar el hipoclorito de sodio como un agente desinfectante están su fácil transporte y almacenamiento, es un producto tan efectivo como el gas cloro para la desinfección pero más seguro y además produce desinfección residual. Por otra parte, dentro de las desventajas se puede encontrar su capacidad corrosiva y su peligrosidad para la salud y el medio ambiente, por lo que deben tomarse medidas de seguridad que garanticen la protección de los colaboradores y el entorno (Rutala & Weber, 1997).

1.2. Proceso de producción y llenado de disoluciones de hipoclorito de sodio

El proceso de preparación y empaque de hipoclorito de sodio o cloro común conlleva una serie de etapas que se describirán con detalle a continuación. Algunas de ellas se desarrollan de manera paralela, es decir, no son estrictamente secuenciales.

1.2.1. Inspección de materiales y arranque

En esta etapa se evalúa el estado y las cantidades de los materiales requeridos para la elaboración de producto solicitado según la programación de la producción. Para ello se realiza una inspección visual de cada una de las materias primas y del material de empaque recibido, para verificar que se encuentran conformes.

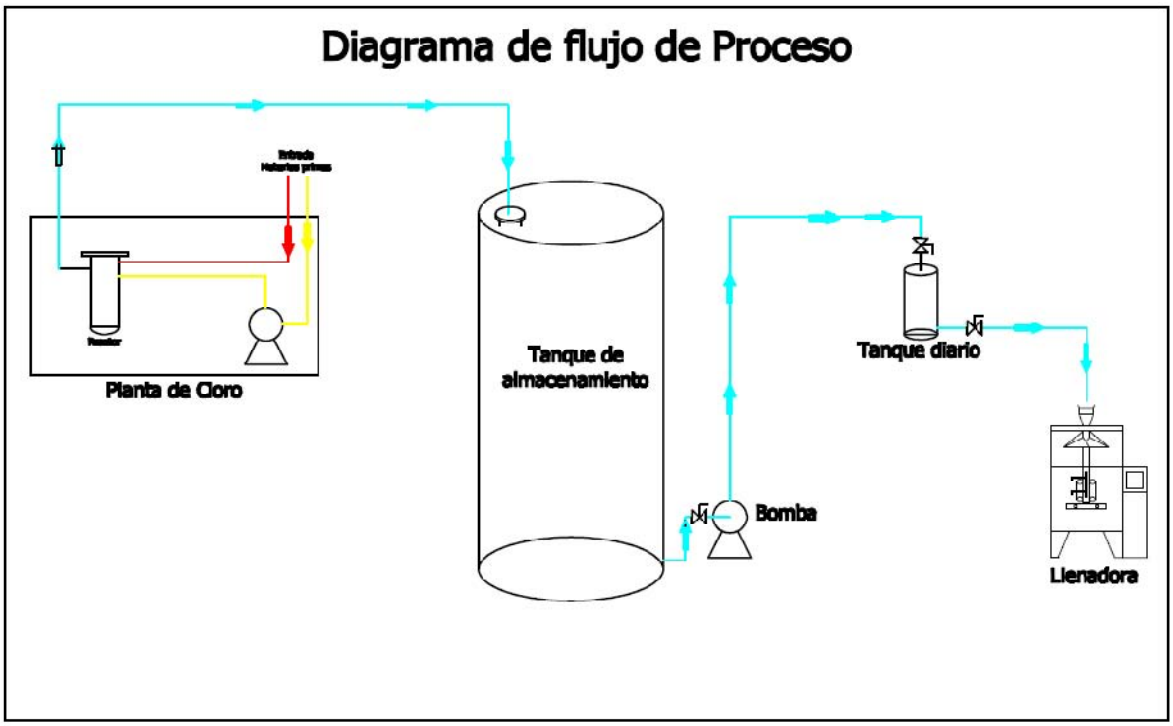


Figura 1. Esquema del proceso de producción y llenado de hipoclorito de sodio o cloro común (Fuente: La autora).

Esta es una de las actividades más importantes para evitar el desperdicio por problemas de calidad en el material de empaque o fallas en el equipo.

Dentro de los aspectos a verificar se destaca la revisión del espesor y la sellabilidad del material de empaque, tal que sea posible realizar un sello a baja temperatura y resistente a la presión. El registro de lectura de la fotocelda, el embobinado de los rollos, las dimensiones del tubo central y la linearidad durante la colocación de las bobinas, para asegurar el suministro correcto del material de empaque durante el llenado del producto.

Además se prepara el área de trabajo y se ajustan las máquinas según la presentación a fabricar, si fuera necesario se realizan cambios de filtros, siempre debe corroborarse el estado de la resistencia y del sello vertical y horizontal. Una vez realizado todo esto, se inicia la producción.

1.2.2. Dilución

En el proceso de dilución no sólo se lleva a cabo la disminución de la concentración de hipoclorito de sodio, sino que además se lleva a cabo el perfumado del producto, si este así lo requiere. De esta manera es posible obtener a partir de una sola base concentrada una serie de productos de menor concentración y aromas, según las necesidades o las exigencias del cliente.

Para alcanzar este objetivo, el trabajador de la línea, trasiega el cloro de la planta de producción hacia los depósitos de dilución, éste lleva una muestra al Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad para determinar el porcentaje de soda caústica, el porcentaje de hipoclorito de sodio y la densidad. Una vez conocidas las condiciones iniciales del producto, se procede con la dilución hasta la concentración requerida por el proceso. En este punto se agrega el perfume, en las cantidades definidas para cada uno de los productos que lo requieren. La mezcla se lleva a cabo mediante el burbujeo de aire durante un período de tiempo definido como el necesario para alcanzar la homogeneidad del producto.

Finalmente se extrae una segunda muestra para verificar las características de calidad de la disolución antes de que se permita el reposo y el posterior envío hacia el área de llenado.

1.2.3. Preparación y almacenamiento del granel (tanda)

A cada una de las tandas se le verifica el aroma y la turbidez de manera cualitativa, la concentración del ingrediente activo se controla a través de análisis de laboratorio para garantizar el cumplimiento de la especificación del producto.

Una vez que la tanda ha sido preparada se trasiega al tanque de almacenamiento del área de llenado, que se encarga de suministrar el cloro necesario a los tanques de abastecimiento de las máquinas de empaque.

Cada vez que se cambie de tanda se debe verificar que los tanques de almacenamiento y sus tuberías no presenten impurezas o residuos ajenos al producto. En los tanques de abastecimiento se controla de manera automática el nivel del contenido, para garantizar el buen funcionamiento de las llenadoras.

1.2.4. Llenado

Previo al arranque de las máquinas de llenado, se abren las válvulas de alimentación que abastecen el líquido a empacar. Dos de las variables más importantes a controlar en este punto son la velocidad de llenado y la presión de la bomba, dado que estos varían según la presentación a preparar y pueden modificar el contenido neto final de cada unidad.

La velocidad de producción depende a su vez del ajuste de la velocidad en los tableros de control, el tipo y la calidad del material de empaque, las dimensiones del producto, la temperatura del producto a empacar, la presión de inyección del producto, la viscosidad del material y la velocidad de transporte del material de empaque.

Para el llenado en burbujas, el trabajador de la línea abre la llave principal del tanque de abastecimiento para proceder a alimentar las máquinas llenadoras. Antes y durante el llenado, debe verificarse que la presión del aire comprimido de la válvula de dosificación y la presión de aire de la resistencia, se mantengan dentro de los parámetros definidos para asegurar la conformidad del producto. De acuerdo con la presentación a llenar el trabajador controla el tiempo de llenado y la velocidad de la máquina en función del control de pesos que se lleva de las unidades producidas. Por ende, el trabajador debe verificar constantemente el peso de las burbujas y otros criterios de calidad establecidos para el producto en cuestión. (Elaboración de Graneles (03-LM-IND02-00-01), 2009)

1.3. Control de Calidad

El control de calidad en las organizaciones, se entiende como aquel conjunto de técnicas y procedimientos que permiten orientar, supervisar y controlar todas las etapas involucradas

en la fabricación de un producto o servicio, con un nivel de calidad determinado (Hansen & Ghare, 1990).

La gran preocupación de las organizaciones por el tema de la calidad es producto de la importancia que este factor tiene en las decisiones de los consumidores, independientemente de si se trata de individuos, instituciones o corporaciones. El contexto mundial le da la misma importancia a la calidad que al costo o el tiempo de entrega de un producto o servicio.

En el esquema más sencillo, Calidad se resume como la idoneidad para el uso, que a su vez está ligada con los niveles de desempeño, la confiabilidad, el servicio y lo funcional, así como de la reducción de variabilidad y la eliminación de defectos sistemáticos. Sin que necesariamente esto represente mayores costos relacionados con el producto o el proceso (Hines et al, 2009).

Los esfuerzos enfocados hacia el control y mejoramiento de la calidad, son considerados exitosos si logra recortar los desperdicios, disminuir el costo, aumentar la productividad, mejora el nivel de satisfacción del cliente, brindar más participación en el mercado, mejora la reputación comercial y al largo plazo da un mayor rendimiento para la compañía (Hines et al, 2009).

El alcanzar la calidad buscada depende de un conocimiento real de lo que el cliente espera y lo que se le proporciona. Por esta razón las empresas realizan grandes esfuerzos en el área del control de la calidad para conseguir el mejoramiento de la calidad y la productividad, como por ejemplo:

a. conocer de manera precisa los requerimientos del cliente, es decir, el nivel de calidad esperado,
b. disminuir las devoluciones y quejas por productos defectuosos,
c. disminuir el producto no conforme y el reproceso,
d. reducir los gastos por inspección,

e. establecer la calidad de las materias primas y de los proveedores,
f. investigar continuamente los problemas de calidad detectados (Verdoy et al, 2006).

El conseguir un determinado nivel de calidad no es una responsabilidad exclusiva del departamento encargado de la verificación de la misma, sino más bien un trabajo interdisciplinario que demanda la participación, la adquisición de un conocimiento profundo de las herramientas disponibles, y el compromiso de todos los estratos de la organización con el fin de garantizar la calidad deseada del producto.

1.4. Estadística para el monitoreo y la mejora de la calidad y de los procesos

En los años sesentas el mundo se encontrada en medio de una nueva revolución internacional; el mejoramiento de la calidad, impulsado por Deming en Japón, quién aseguraba que la sobrevivencia de las industrias dependía de su capacidad de comprometerse con el mejoramiento continuo desde la etapa de diseño de los productos y los procesos. Deming afirmaba que eran las habilidades y los conocimientos estadísticos de ingenieros y científicos quienes podían permitirían alcanzar dicha tarea (Miller & Freund, 2004).

Si bien es cierto, los métodos estadísticos constituyen un medio efectivo para controlar la calidad en el proceso de producción; debe tenerse claro que no es la estadística, por sí misma, quién resuelve los problemas de producción; los métodos estadísticos son herramientas que ayudan a mejorar el proceso, dando objetividad a las observaciones y funcionan únicamente si son utilizados de manera apropiada.

La probabilidad y la inferencia estadística tienen un campo muy amplio de aplicación en la industria, especialmente en el control de la calidad y en el análisis de procesos, debido a que los procesos de producción generan gran cantidad de información cuantitativa y cualitativa a través de las cuales se pueden controlar los costos, la producción y la calidad. Por tanto, el análisis de esta información permite a las organizaciones establecer controles

en los proceso y comparar los resultados obtenidos con respecto a los deseados, lo que faculta el establecimiento de acciones correctivas cuando se observen discrepancias significativas entre ellos.

Entre los métodos estadísticos de mayor uso se tienen (Kume, 2002):

a. gráficas de control,
b. distribución de frecuencia, histogramas y diagramas de pareto,
c. distribuciones estadísticas,
d. ensayo de significación,
e. inspección por muestreo,
f. diseño de experimento y análisis de la varianza,

Con el uso de los métodos estadísticos es posible evaluar los operarios, materiales, materias primas, equipos o procesos. Las apreciaciones obtenidas permiten mantener los resultados deseados, mediante el uso de los datos históricos para predecir las tendencias o la capacidad, implementando los niveles de supervisión requeridos para una ejecución apropiada (Charbonneau, 1984).

El análisis de procesos consiste en la aplicación de métodos científicos para el reconocimiento y el desarrollo de procedimientos para resolver problemas. El análisis estadístico desempeña un papel importante en el estudio de los procesos, principalmente la inferencia estadística busca obtener conclusiones generales a partir de los datos de muestras, que se aplican a problemas de estimaciones de consumo medio, uso eficiente de materiales y mano de obra, capacidad de los procesos, entre otros.

Cualquier proceso productivo se caracteriza por presentar un cierto grado de variabilidad, aún los mejores proceso lo tienen, y que no es posible eliminarlo completamente; sin embargo, cuando la variabilidad de un proceso está limitada a la variación aleatoria se considera que el proceso está bajo control estadístico. Es decir, se han eliminado las fuentes de variación atribuibles, generalmente asociadas a falta de capacitación, baja calidad de las materias primas, ajustes inadecuados de los equipos, desgaste, entre otros. Difícilmente

existen procesos libres de éstos problemas sin embargo es posible implementar métodos sistemáticos que permitan detectar las variaciones significativas (Miller & Freund, 2004).

Otros de los beneficios asociados al control y análisis estadístico son la uniformidad de la calidad, menor desperdicio y reproceso, mejor rendimiento de la producción, mejores relaciones interdepartamentales como producto de los esfuerzos coordinados en las funciones de especificación, producción e inspección (Grant & Leavenworth, 1984).

1.5. Nivel de desempeño de los procesos

Detrás del seguimiento, como estrategia competitiva, de la calidad y el precio de los servicios o productos de una organización, está el interés por definir el estado o el nivel de desempeño de la misma. Lo que las empresas miden y analizan busca comunicar valor, encausar el pensamiento de los colaboradores y fijar las prioridades para convertir las ideas en acciones de mejora. El sistema de medición del desempeño debe proporcionar una orientación clara de forma que la organización sepa si su desempeño es satisfactorio y qué aspectos es necesario mejorar (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).

Un proceso puede estar formado por varias etapas o subprocesos, es decir, es un conjunto de actividades interrelacionadas que reciben insumos *(entradas)* para convertirlos en resultados o productos *(salidas),* que cumplan con ciertos *requerimientos*. Estos requerimientos están ligados a los objetivos del proceso y son definidos de manera previa a éste por clientes externos o internos. De tal manera que los planes y medidas adoptadas por cada uno de los procesos de una organización deben vincularse para apoyar las metas y objetivos de la empresa, quedando expuesto que una organización solo puede ser tan eficaz como lo son sus procesos. Por lo que cada área de la organización debe diseñar, medir, analizar y operar sus procesos de tal manera que al tomar decisiones sobre éstos, las jefaturas se centren en controlar las prioridades competitivas: calidad, flexibilidad, tiempo y costo (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).

Existen diversas maneras de medir y analizar el desempeño de los procesos, así como técnicas para comprobar si el proceso cumple con las especificaciones (capacidad de proceso), con el objetivo de entender, examinar y detallar cada aspecto del proceso. Sin embargo las mediciones específicas elegidas para analizar dependen de las prioridades competitivas de la organización y se enfocan en determinar las brechas de los procesos, estas brechas reflejan posibles clientes insatisfechos y costos adicionales para la empresa. Un desempeño deficiente y los problemas de calidad asociados pueden desembocar en pérdidas de hasta un 30 % del monto de las ventas brutas.

Para evaluar el desempeño de los procesos se requiere la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con lo que el cliente desea y decidir si es necesario emprender acciones adicionales.

El desempeño de los procesos puede evaluarse a través de las variables continuas o de las variables discretas o de atributos. Al usar variables continuas de desempeño, se eligen características medibles como peso, longitud, volumen, tiempo y se tiene la ventaja de que si un proceso o producto no satisface sus especificaciones de desempeño, el investigador conoce la magnitud de la discrepancia, por otro lado, para este tipo de evaluación se requiere generalmente de equipos y destrezas especiales, procedimientos rigurosos, tiempo y esfuerzo. Mientras que al medir los atributos de los productos o servicios es posible tomar una simple decisión de sí o no, acerca de si el producto cumple con las especificaciones asignadas, por lo que se requiere menos esfuerzo y recursos. No obstante, aunque un simple recuento de los atributos es suficiente para revelar cambios en el desempeño del proceso, éste no indica la magnitud del cambio. En ambos casos suelen utilizarse planes de muestreo que especifican el tamaño de la muestra, el tiempo que debe transcurrir entre muestras sucesivas y las reglas de decisión que determinan cuándo será necesario adoptar medidas (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).

En cada proceso existen variables de entrada y salida. Las *variables de entrada* también son conocidas como variables independientes y usualmente corresponden a variables de control de proceso, algunos ejemplos comunes son la temperatura y la presión, también se

contemplan dentro de esta categoría aquellas variables que pese a no controlarse, influyen en el proceso como la humedad relativa y el método de trabajo (Sánchez González, 2012). Por su parte *las variables de salida*, también conocidas como: características de calidad, *variables dependientes* o *de respuesta*; son aquellas que reflejan los resultados obtenidos por el proceso de transformación y a través de los valores de éstas, se evalúa la eficacia del proceso en cuestión (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).

1.6. Variación en los productos

En los procesos interactúan materiales, máquinas, personas, métodos, el medio ambiente y mediciones, también conocidas como las 6M's, donde cada uno de ellos aporta cierta variabilidad (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004). Por esta razón ningún producto o servicio es exactamente igual debido a que los procesos que los originan poseen muchas fuentes de variación aún cuando éstos funcionen según lo previsto, inclusive los procesos de clase mundial presentan variación, y no es posible suprimir por completo la variación en la producción, sin embargo siempre se deben investigar las causas de ésta a fin de minimizarla (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).

Cada una de las 6M's aporta su propia variación al proceso, sin embargo existe la posibilidad de que ocurran cambio o desajustes en cualquiera de ellas que pueden influir de en los resultados del proceso, aunque de los cambios en las 6M's pueden verse como inherentes al proceso debido a que no afectan significativamente el desempeño del proceso, existen situaciones particulares que perturban considerablemente al proceso, por lo que un monitoreo objetivo y eficaz de la variación del proceso permite determinar cuál es la acción o reacción adecuada según el cambio observado, y la necesidad de implementar proyectos para disminuir la variabilidad de los procesos.

El monitoreo de la variación en los procesos, a través de técnicas estadísticas, permite:

- identificar la regularidad estadística, es decir, cuándo, dónde, cómo y con qué frecuencia se presentan los problemas,

- identificar las fuentes de variabilidad, analizar su estabilidad y pronosticar el desempeño,
- implementar un monitoreo eficaz, que permita identificar rápida y oportunamente las anormalidades en el proceso,
- aumentar la objetividad en la toma de decisiones,
- evaluar objetivamente el impacto de las acciones de mejora,
- enfocarse en las prioridades competitivas,
- analizar de manera lógica, ordenada y sistemática las oportunidades de mejora (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).

La mejora de procesos y los sistemas de calidad requieren que las decisiones se tomen fundamentadas en un correcto análisis de los datos e información.

Este es el objetivo de la estadística, controlar y monitorear procesos, promover la mejore e innovación mediante un conjunto de técnicas y conceptos orientados a la recopilación y análisis de datos considerando la variación de los mismos.

Una tarea primordial del control de calidad es conocer en qué medida los valores de una variable de salida son satisfactorios y discernir si el proceso es capaz de cumplir con la especificación para dicha variable.

Para llevar a cabo un análisis estadísticos de datos se necesitan dos parámetros o estadísticos, uno para medir la tendencia central y otro para medir la dispersión de los datos.

1.6.1. Medidas de tendencia central

Para conocer la tendencia central de los datos y saber si la tendencia de la variable de salida es igual o muy próximo al valor nominal especificado, se utilizan comúnmente la mediana, la media aritmética o promedio y la moda; siendo la más común promedio o media

aritmética que se obtiene al sumar los valores de un conjunto de datos y dividir el resultado entre el número de datos (*n*)

$$\mu = \frac{x_1 + x_{1+} \cdots + x_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_j \tag{1.1}$$

Donde μ representa la media o promedio, $x_1 + x_{1+} \cdots + x_n$ son los valores de los datos y *n* es la cantidad de datos que conforman el conjunto o muestra (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).

1.6.2. Medidas de dispersión o variabilidad

Se utilizan para conocer que tan diferentes son entre sí los componentes de un conjunto de datos. Conocer la variabilidad o dispersión de un conjunto de datos es vital en el análisis estadístico, particularmente cuando se pretende estudiar la capacidad de un proceso. Las medidas de dispersión más utilizadas son, el recorrido (*R*), la varianza muestral (S^2) y la desviación estándar muestral (*S*).

La desviación estándar muestral es la medida de variabilidad más usual e indica cuan esparcidos están los datos con respecto a la media, es decir mide la distancia promedio que hay entre los datos y la media; entre más dato sea el valor de S mayor variabilidad hay en los datos. Se expresa en las mismas unidades de medición que los datos y refleja únicamente que tan retirados están los datos de la media, sin reflejar la magnitud de los mismos; sin embargo se ve afectado por los datos atípicos.

La desviación estándar, *S*, se calcula según la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}} \tag{1.2}$$

donde $x_1, x_2, \cdots, x_n$, representan los valores específicos de los datos, $\overline{x}$ es la media muestral y *n* es el número de datos o tamaño de la muestra (Montgomery, 2010).

Para representar la desviación estándar también suele emplearse la letra griega σ.

1.6.3. Límites reales o naturales

Indican en dónde varía la salida de un proceso, es decir, señalan los límites dentro de los cuales se ubicaran los valores de una variable de salida determinada y están dados por:

$$\text{Límite real inferior (LRI)} = \mu - 3\sigma \quad (1.3)$$

$$\text{Límite real superior (LRS)} = \mu + 3\sigma \quad (1.4)$$

donde σ representa la desviación y μ la media del proceso.

Debido a que representan la amplitud real de la variación de un proceso, en un estudio de capacidad los límites reales se comparan contra las especificaciones para una característica de calidad para concluir si el proceso es capaz de cumplir o no tales especificaciones (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).

1.7. Causas de la variación

Todo proceso, independientemente de lo adecuado de su diseño o del mantenimiento que se brinde, presentará cierta cantidad de variabilidad inherente o natural que corresponde al efecto acumulado y en esencia inevitable de muchas causas pequeñas.

Se considera que un proceso está bajo control estadístico cuando opera únicamente con causas fortuitas de variación, sin embargo, es posible que exista otra clase de variabilidad en la salida de un proceso procedente de máquinas ajustadas o controladas incorrectamente, errores del operador, o materia prima defectuosa. Sin embargo, esta variabilidad suele ser

mayor comparada con la inherente al proceso, y generalmente representa un nivel inaceptable de desempeño del proceso. Las fuentes de dicha variabilidad se denominan causas asignables; por tanto un proceso que opera en presencia de este tipo de causas, se considera que está fuera de control estadístico.

Usualmente, los procesos operan bajo control durante periodos prolongados. No obstante, surgirán causas asignables, aparentemente azarosas, que ocasionaran que el proceso se traslade a un estado fuera de control donde se aumenta la proporción de elementos de salida que no cumplen con los requerimientos. Por esta razón, uno de los principales objetivos del monitoreo estadístico de los procesos es detectar con rapidez la ocurrencia de causas asignables en el proceso, para así investigar y emprender las acciones correctivas antes de que se fabriquen muchas unidades disconformes (Montgomery, 2010).

1.8. Cartas de Control

Una gráfica o carta de control es la representación gráfica de una característica de calidad medida o calculada contra el número de muestra o el tiempo.

Como lo muestra la figura 3, se compone de una línea central que representa el promedio correspondiente al estado bajo control, es decir, únicamente están presentes las causas fortuitas de la variación. Las otras dos líneas se conocen como límite de control superior y límite de control inferior. Dichos límites de control se eligen tal que si el proceso se encuentra bajo control, casi todos los puntos muestrales se encuentren entre ellos. De esta manera, cuando todos los puntos graficados se encuentran dentro de los límites, se supone que el proceso se encuentra bajo control y no es necesaria ninguna acción sobre él. El caso contrario se interpreta como evidencia de que el proceso está fuera de control, y se requiere investigación y acción correctiva para identificar y eliminar las causas asignables responsables de este comportamiento (Montgomery, 2010)..

No obstante, aún cuando todos los puntos se hallaren dentro de los límites de control, si se comportan de manera sistemática o no aleatoria, esto puede ser indicio de que el proceso está fuera de control. Un proceso bajo control arrojará gráficos donde los puntos muestran un patrón aleatorio. Afortunadamente existen métodos para detectar secuencias o patrones no aleatorios en las cartas de control, como ayuda para detectar situaciones fuera de control, y tomar las medidas necesarias que permitan eliminar las causas asignables y mejorar el desempeño del proceso.

Un modelo general para la carta de control, donde w es el estadístico muestral que mide alguna característica de calidad de interés, la media es μ_w y la desviación estándar es σ_w; es aquel donde la línea central y los límites de control son:

$$\begin{array}{c} LSC = \ \mu_w + L\sigma_w \\ línea\ central = \ \mu_w \\ LIC = \ \mu_w - L\sigma_w \end{array} \tag{1.5}$$

donde L es la distancia de los límites de control a la línea central, expresada en desviaciones estándar.

Las cartas de control se utilizan para el monitoreo en línea de los procesos. Pero el uso más importante de éstas, es la búsqueda de la mejora del proceso. Es importante tener en cuenta que:

1. la mayoría de los procesos no operan en un estado de control estadístico,
2. el uso atento y rutinario de las cartas de control revelará las causas asignables. Si estas causas pueden eliminarse, la variabilidad se reducirá y el proceso será mejorado,
3. las cartas de control sólo revelará las causas asignables. Por lo general será necesaria la acción de la administración, el operador y de ingeniería para eliminarlas del proceso,
4. para identificar y eliminar las causas asignables, se requiere encontrar la causa de origen del problema y atacarla,
5. las soluciones cosméticas no generaran mejoras reales de largo plazo en el proceso.

También pueden usarse cómo recurso de estimación, es decir, a partir de un gráfico de control es posible estimar ciertos parámetros del proceso, como la media, la desviación estándar, la fracción disconforme o porción caída, entre otros. Estimaciones que posteriormente serán utilizadas para determinar la capacidad del proceso.

Las cartas de control se clasifican en dos tipos generales. Si la característica de calidad es medible y es posible expresarla como un número, es decir, se trata de una variable. A las cartas de control para la tendencia central y la variabilidad se les denomina conjunto de *Cartas de Control de Variables*. Para aquellas características de calidad que no es posible medirlas en una escala continuo o ni siquiera en una escala cuantitativa, sino que cada producto o servicio se juzga como conforme o disconforme según sus atributos, o bien pueden contarse el numero de defectos; las cartas de control utilizadas se llaman *Cartas de Control de Atributos* (Montgomery, 2010).

Existen tres etapas relacionas con el uso de gráficos de control. La primera de ellas es la construcción misma del gráfico a través de la recolección de datos o muestras, el diseño experimental y la representación de los puntos. Así como el cálculo de los límites de control y los estadísticos correspondientes.

La segunda etapa, corresponde al análisis gráfico. Realizado mediante la comparación del proceso actual con el comportamiento tradicional del mismo o con respecto a las especificaciones, es en esta etapa que se analiza el comportamiento y las tendencias de los puntos muestrales para identificar si el proceso se encuentra o no bajo control.

La última etapa consiste en la toma de acciones preventivas, una vez conocido el comportamiento normal del proceso; se le conoce como etapa de seguimiento ya que trata de graficar muestras sobre el machote del gráfico generado y obtener de manera continua conclusiones acerca del comportamiento mostrado. (Acuña, 1986)

1.9. Gráfico de Control para mediciones o lecturas individuales

Es un diagrama para variables de tipo continuo que se aplica a procesos lentos en los cuales para obtener una medición de la variable bajo análisis se requieren periodos relativamente largos, por ejemplo los procesos químicos que trabajan por lotes, proceso con velocidad de producción o medición lenta, control de materiales muy homogéneos, entre otros.

Para calcular la variabilidad del proceso se utiliza como medida estadística, la amplitud (rango) móvil, MR_i, esta se interpreta con muestras con $n = 2$ El rango móvil se define como $MR_i = |X_i - X_{i-1}|$; siendo X_i y X_{i-1} dos valores sucesivos.

El cálculo de los límites de control mediante la estimación de la media y la desviación estándar del estadístico *w* que se grafica en la carta, que corresponde con la medición individual de la variable X. De esta forma los límites se obtienen según la expresión $\mu_X \pm 3\sigma_X$; donde μ_X y σ_X son la media y la desviación estándar del proceso.

Para la estimación de la desviación del proceso se utiliza la ecuación 1.6:

$$\sigma_X = \frac{\overline{MR}}{d_2} \tag{1.6}$$

donde: $\overline{MR}$ es el promedio de la amplitud móvil y d_2 es una constante, corresponde a un parámetro estadístico para muestras $n = 2$, para rangos móviles de orden 2, según el número de observaciones sucesivas cuyo valor es 1,128 conforme a las tablas de factores para construcción de las cartas de control. (Sánchez, 2012).

1.10. Capacidad de Proceso

Se refiere a la aptitud de un proceso para ajustarse a las especificaciones de diseño de un producto o servicio. Generalmente las especificaciones de diseño se expresan como el

valor nominal u objetivo más la *tolerancia* o margen aceptable por encima y por debajo del valor nominal (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).

Las evaluaciones de capacidad permiten comparar procesos y detectar la necesidad de mejora, mediante el conocimiento de la amplitud de la variación natural del proceso para una determinada característica de calidad, permitiendo saber en qué medida ésta es satisfactoria al confrontar la variabilidad inherente del proceso con las especificaciones o requerimientos solicitados. De esta manera se verifica que las máquinas o procesos sean capaces de operar con la tolerancia requerida y de generar productos con la calidad esperada.

Al estimar la capacidad de un proceso se evidencia la condición de distribución de probabilidad, centro y dispersión especificada. Este análisis mide los parámetros funcionales del producto y no el proceso en sí; y los resultados obtenidos son aprovechados para predecir la manera en que el proceso se apegará a la tolerancia requerida; dar soporte en el diseño y desarrollo de productos, selección o cambios de procesos; establecer intervalos de muestreo para el monitoreo del proceso, reducir la variabilidad en un proceso, establecer especificaciones y requerimientos de desempeño para procesos nuevos, seleccionar entre proveedores (Montgomery, 2010).

Para la evaluación de la capacidad se utilizan mediciones especializadas denominadas:

1.10.1. Índices de capacidad.

El índice de capacidad potencial del proceso C_p compara el ancho de las especificaciones o variación tolerada con la amplitud de la variación real del proceso. En otras palabras, el C_p se obtiene de la diferencia entre el límite superior e inferior de la especificación dividido por seis veces la desviación estándar.

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} \tag{1.7}$$

dónde σ es la desviación estándar, *ES* corresponde al límite de especificación superior y *EI* al límite inferior especificado, para una característica de calidad definida.

Si un proceso opera con una especificación unilateral, es decir, con un solo límite de especificación el C_p se expresa según las ecuaciones 1.8 y 1.9.

Para los procesos dónde únicamente existe una especificación superior, *ES*:

$$C_p = \frac{ES - \mu}{6\sigma} \tag{1.8}$$

Para los procesos dónde únicamente existe una especificación inferior, *EI*:

$$C_p = \frac{\mu - EI}{6\sigma} \tag{1.9}$$

En ambos casos μ corresponde a la media y σ es la desviación estándar.

Para que el proceso se considere potencialmente capaz de cumplir las especificaciones, la variación real debe ser menor que la variación tolerada, o lo que es igual, que el C_p sea mayor que 1. De no ser así, se está frente a la evidencia de que un proceso no opera según la tolerancia esperada por lo que no es capaz de cumplir las especificaciones requeridas.

En el cuadro 1, se muestra como Gutiérrez Pulido (2010) brinda una manera sencilla de interpretar los valores de $C_{p.}$

Sin embargo, estas comparaciones son válidas solo si el proceso está centrado. Para corregir esta situación, se recurre a un índice denominado C_{pk} que se obtiene luego de calcular los índices de capacidad para la especificación superior y la inferior. Estos índices de capacidad individuales se calculan utilizando las siguientes ecuaciones:

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \tag{1.10}$$

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} \tag{1.11}$$

Los cuales contemplan la media del proceso y calculan la distancia de ésta hacia una de las especificaciones, representando la variación tolerada para el proceso de un solo lado de la media; por esta razón el denominador considera únicamente la mitad de la variación natural del proceso.

Cuadro 1. Interpretación de valores de índice de capacidad (C_p)

Valor del C_p	Categoría de proceso	Condición del Proceso
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Calidad Seis Sigma
$1.33 < C_p < 2$	1	Adecuado
$1 < C_p \leq 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere control estricto
$0.67 < C_p \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo, requiere análisis del proceso y modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
$C_p \leq 0.67$	4	No adecuada para el trabajo, requiere modificaciones muy serias.

Finalmente, el C_{pk}, también denominado índice de la capacidad real del proceso, se calcula según la Ecuación 1.12.

$$C_{pk} = min\left[\frac{ES - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - EI}{3\sigma}\right] \tag{1.12}$$

De esta forma se observa que el C_{pk} corresponde al menor de los índices unilaterales. Por lo que debe tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- el índice C_{pk} siempre será menor o igual al índice C_p. Cuando tengan valores muy próximos, indica que la media del proceso está muy cerca del valor central de las

especificaciones por lo que la capacidad real y la potencial del proceso son muy similares,

- si el valor de C_{pk} es menor que el de C_p se concluye que la media del proceso se encuentra alejada del centro de las especificaciones. Y es el C_{pk} quien indica la capacidad real del proceso, mas si se corrige el problema de descentrado es posible alcanzar la capacidad indicada por el C_p,
- cuando C_{pk} es mayor a 1.25 en un proceso ya existente; o a 1.45 para procesos nuevos, se considera que el proceso tiene capacidad satisfactoria,
- es posible obtener valores de C_{pk} iguales a cero o negativos, estos indican que la media del proceso está por fuera de los límites de especificación.

1.10.2. Índice de Centrado del Proceso

Un aspecto importante al realizar un análisis de capacidad de procesos es evaluar si la distribución de la característica de calidad se encuentra centrada respecto a las especificaciones. Para este fin se calcula el *índice de centrado del proceso (K)* mediante la expresión:

$$K = \frac{\mu - N}{1/2\,(ES - EI)} x100 \qquad (1.13)$$

El Índice *K* mide la diferencia entre la media del proceso, μ, y el valor objetivo nominal, N, para una característica de calidad determinada y la compara con la mitad de la amplitud de las especificaciones, expresando el resultado final, como un porcentaje.

Durante la interpretación de este índice debe considerarse:

- si el signo de K es positivo, significa que la media del proceso es mayor que el valor nominal, un signo negativo sugiere lo opuesto,
- valores de $|K|$ menores a 20% se consideran aceptables, pero a medida que $|K|$ sea más grande que 20%, indica que el proceso está muy descentrado y que esto

contribuye de manera significativa a que la capacidad del proceso para cumplir las especificaciones sea baja,

- el valor nominal, N, es la calidad objetivo y óptima, cualquier desviación con respecto a este lleva un detrimento en la calidad, por lo que deben tomarse acciones para centrar el proceso (Gutiérrez Pulido, Calidad Total y Productividad, 2010).

1.10.3. Índice de inestabilidad

Éste proporciona una medida de qué tan inestable está el proceso en estudio, permitiendo diferencia si se trata de un proceso que esporádicamente tiene puntos o señales especiales de variación; o un proceso muy inestable, es decir, que con mucha frecuencia opera en presencia de causas especiales de variación.

El *índice de inestabilidad (S_t)* se define como

$$S_t = \frac{Número\ de\ puntos\ especiales}{Número\ total\ de\ puntos} x100 \qquad (1.14)$$

Para la interpretación de S_t, se indica:

- si el índice es mayor a un 10 % se dice que el proceso presenta alta inestabilidad,
- para un valor de S_t mayor al 3 % pero menor al 10 % se considera que el proceso tiene una estabilidad moderada,
- valores de S_t entre en 1 % y el 3 % denotan que el proceso tiene una estabilidad aceptable.

1.11. Minitab® Statistical Software

Minitab es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Combina un completo conjunto de herramientas estadísticas, que incluye estadísticas descriptivas, pruebas de hipótesis, intervalos de confianza y pruebas de

normalidad con un diseño intuitivo para concentrarse en analizar sus datos y no en aprender a utilizar el software.

Minitab es frecuentemente usado dentro de las metodologías de mejora de la calidad y de procesos (Blackberry&Cross®, 2010).

1.12. Análisis de incertidumbre

La palabra *incertidumbre* significa duda. De esta forma, el concepto de *incertidumbre de medida* significa la existencia de duda sobre la validez del resultado de una medición. Sin embargo, el Vocabulario Internacional de Metrología (VIM) define la incertidumbre de medida como un parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente podrían ser atribuidos al mensurando (Centro Español de Metrología, 2008).

La determinación de la incertidumbre de las mediciones de las variables en estudio puede llevarse a cabo cuando se desee verificar como la incertidumbre en los resultados de las mediciones, influyen el comportamiento y desempeño de los datos; así como y la evaluación del cumplimiento de las especificaciones, cuando así se requiera.

Existen una serie de directrices y documentos acordados internacionalmente para establecer la magnitud de la incertidumbre en las mediciones con el fin de ser utilizados para la evaluación detallada de la incertidumbre y determinación del cumplimiento de la especificación en el caso general, así como en situaciones más complejas. En el presente proyecto se utilizara la el procedimiento descrito en las "*Directrices sobre la Presentación de Informes de Cumplimiento de las Especificaciones,* ILAC G8: 03/2009". Este documento proporciona directrices en relación con la decisión y la notificación de cumplimiento o incumplimiento de los requisitos especificados.

Cuando una especificación describe un intervalo con un límite superior e inferior, una declaración de cumplimiento sólo deberá hacerse si la relación entre el intervalo de incertidumbre expandida al intervalo especificado es razonablemente pequeño y adecuado para sus fines (lo que significa que el instrumento debe ser capaz de satisfacer las necesidades del cliente). Dicha declaración se realiza con una probabilidad de cobertura para la incertidumbre expandida utilizada del 95 %. Esto significa que la probabilidad de que la medición está por debajo del límite de especificación superior es mayor que 95 %, es decir, aproximadamente el 97,5 % para las distribuciones simétricas. El límite inferior se trata de forma similar. Valores para la probabilidad de cobertura para la incertidumbre expandida mayor al 95% podrían ser elegidos en acuerdo entre las partes, mientras que los valores más bajos se deben evitar.

Una declaración de cumplimiento no debe ser confundido con la inspección o certificación del producto. Los resultados de la medición y el estado de cumplimiento de las especificaciones se refieren exclusivamente al instrumento calibrado. En este caso, se tiene la suposición implícita de que la incertidumbre del método de medición no varía durante el ensayo ni por repetibilidad (International Laboratory Acreditation Cooperation, 2009).

1.12.1. Estimación de la incertidumbre

Al expresar el resultado de una medición de una magnitud física, es necesario proporcionar alguna indicación cuantitativa de la calidad del resultado, de manera que quienes utilizan dicho resultado puedan evaluar su idoneidad. Esto a su vez permite la comparación de las mediciones entre sí o con otros valores de referencia como lo son las especificaciones. Por ello es preciso caracterizar la calidad del resultado de una medición; es decir: evaluar y expresar su *incertidumbre*, la cual refleja la imposibilidad de conocer exactamente el valor del mensurando (Centro Español de Metrología, 2008).

Para la estimación de la incertidumbre ligada a la determinación de una magnitud, se requiere identificar las fuentes de incertidumbre. Algunas de éstas son:

- conocimiento inadecuado del efecto de las condiciones ambientales en la medición o medición imperfecta de dichas condiciones,

- sesgo individual en la lectura de los instrumentos con indicación analógica,
- resolución finita o umbral de discriminación del instrumento,
- valores inexactos de los patrones o materiales de referencia,
- valores inexactos de las constantes o parámetros obtenidos de fuentes externas, y usados en el modelo matemático,
- aproximaciones o suposiciones incorporadas al modelo,
- variaciones en observaciones repetidas del mensurando en condiciones aparentemente idénticas.

El siguiente paso consiste en cuantificar la variabilidad de cada fuente y asociarle una distribución.

- ***Tipo A:*** la incertidumbre estándar se obtiene de una función de densidad de probabilidad derivada de una distribución de frecuencias observadas experimentalmente bajo condiciones de repetibilidad. Generalmente se utiliza en laboratorios de ensayo y calibración.
- ***Tipo B:*** la incertidumbre estándar se obtiene de una función de densidad de probabilidad asumida, basada en un conjunto de información confiable de que el evento ocurrirá (probabilidad subjetiva). Se utiliza información como: datos de mediciones previas, experiencia y conocimiento general del comportamiento y propiedades del instrumento, especificaciones del fabricante, datos provenientes de la calibración u otras certificaciones, incertidumbres asignadas a los datos de referencia (Instituto de Investigaciones en Ingeniería, 2012).

El propósito de la clasificación en Tipo A y Tipo B es indicar las dos formas diferentes de evaluar las componentes de incertidumbre, a efectos únicamente de su análisis; la clasificación no trata de indicar que exista alguna diferencia de naturaleza entre las componentes resultantes de ambos tipos de evaluación, sino en la estimación de la varianza (Centro Español de Metrología, 2008).

Si una magnitud Y no se mide directamente, sino que se determina a partir de otras magnitudes X_1, X_2, ..., X_N, por medio de una relación funcional f:

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_N) \quad (1.15)$$

la función f debe interpretarse como la función que contiene cada magnitud susceptible de contribuir a una componente significativa de la incertidumbre del resultado de medida. Y que el conjunto de magnitudes de entrada $X_1, X_2, \ldots, X_N$ puede clasificarse en:

- magnitudes cuyos valores e incertidumbres se determinan directamente en el curso de la medición, por ejemplo: a partir de una única observación, o a partir de observaciones repetidas, o por una decisión basada en la experiencia. Pueden implicar la determinación de correcciones para las lecturas de los instrumentos y correcciones debidas a las magnitudes de influencia, tales como la temperatura ambiente, la presión atmosférica o la humedad;
- magnitudes cuyos valores e incertidumbres procedentes de fuentes externas, como: magnitudes asociadas a patrones, a materiales de referencia certificados y a valores de referencia tomados de publicaciones (Centro Español de Metrología, 2008).

Para una estimación de una magnitud de entrada X_i no obtenida a partir de observaciones repetidas, la varianza estimada asociada $u^2(x_i)$ o la incertidumbre típica $u(x_i)$ se establecen mediante decisión científica basada en toda la información disponible acerca de la variabilidad posible de X_i. El conjunto de la información puede comprender:

- resultados de mediciones anteriores;
- experiencia o conocimientos generales sobre el comportamiento y las propiedades de los materiales e instrumentos utilizados;
- especificaciones del fabricante;
- datos suministrados por certificados de calibración u otros tipos de certificados;
- incertidumbres asignadas a valores de referencia procedentes de libros y manuales (Centro Español de Metrología, 2008).

Para un resultado de una medición *y*, la incertidumbre total, denominada *incertidumbre estándar combinada* y denotada por $u_c(y)$, es una desviación estándar estimada igual a la raíz cuadrada positiva de la varianza total obtenida por la combinación de todas las componentes de la incertidumbre (Instituto de Investigaciones en Ingeniería, 2012).

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left[\frac{\delta f}{\delta x_i}\right]^2 u^2(x_i)} \tag{1.16}$$

donde *f* es la función dada en la ecuación (1.15). Cada $u(x_i)$ es una incertidumbre típica evaluada y las derivadas parciales $\frac{\delta f}{\delta x_i}$ conocidas como coeficientes de sensibilidad, describen cómo varía la estimación de salida *y*, en función de las variaciones en los valores de las estimaciones de entrada $x_1, x_2, ..., x_N$ (Centro Español de Metrología, 2008).

Para la mayoría de los propósitos en las mediciones, puede ser utilizada la *incertidumbre expandida* $U(y)$. La incertidumbre expandida suministra un intervalo dentro del cual el valor del mensurando se cree caer con un alto nivel de confianza. $U(y)$ se obtiene según la ecuación 1.17

$$U(y) = u_c(y) \cdot k \tag{1.17}$$

donde *k* es un factor de cobertura basado en el nivel de confianza deseado. Para un nivel de confianza de 95 %, *k* es 2.

Cuando se trabaja con instrumentos de resolución digital o la información técnica sobre errores máximos permisibles de un instrumento, donde la distribución de la incertidumbre es rectangular; la incertidumbre estándar se determina:

$$u(x) = \frac{a}{\sqrt{3}} \tag{1.18}$$

donde $\boldsymbol{a}$ es conocida y es solo una parte del ámbito de incertidumbre.

Para los casos en que se conoce todo el ámbito de la incertidumbre la ecuación a utilizar sería:

$$u(x) = \frac{d}{\sqrt{12}} \tag{1.19}$$

donde $\boldsymbol{d}$ es conocida y corresponde al ámbito de incertidumbre (Instituto de Investigaciones en Ingeniería, 2012).

1.12.2. Densimetría

La densidad es una magnitud cuya medición es ampliamente aplicada en diferentes sectores de la industria y el comercio. Para medir la densidad de un líquido se emplean diversos tipos de instrumentos, entre los cuales se encuentran la balanza hidrostática y el hidrómetro de vidrio que trabajan bajo el principio de Arquímedes; y el picnómetro que consiste en la determinación de la masa de un volumen fijo conocido.

La determinación de la densidad para cada muestra estudiada a lo largo de éste documento se realiza a través de una única medición de las dos magnitudes involucradas a saber, masa y volumen de la muestra. Cada magnitud es independiente y se determinan de manera separada, para luego definir la densidad de la muestra en estudio. De esta forma cada magnitud se convierte en una fuente de incertidumbre para la incertidumbre estándar combinada, u_c.

La masa de la muestra se determina a través de una balanza, mientras que la medición de volumen se lleva a cabo con un balón aforado. Para finalmente aplicar la ecuación 1.20 y obtener el estimado de la densidad.

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1.20}$$

Sin embargo, existen diversos factores que afectan la exactitud de la medición del volumen para instrumentos de vidrio, entre ellos la temperatura. La medida da valores correctos del volumen de líquido medido para la temperatura de referencia a la cual se determina su capacidad durante la calibración inicial.

De acuerdo con ASTM (2009b), citado por Blanco Rojas & Silva Trejos (2009, p.93), esto quiere decir que un instrumento volumétrico cuyo coeficiente de expansión térmico sea de

$25 \cdot 10^{-6}$ ºC^{-1} y cuya capacidad está referida a 20 °C pero es usado a 27 °C, tendría un error adicional a la temperatura de uso del 0,02 %, el cual es pequeño en comparación con el límite de error volumétrico para la mayoría de los tipos de medidas. Sin embargo, el error que se introduce por la diferencia entre la temperatura de medición y la temperatura de referencia del instrumento de vidrio, depende del valor de esta diferencia y su incidencia en el resultado de la medición, de la exactitud que se pretenda alcanzar en la misma.

La corrección que se debe aplicar a la medición del volumen de un líquido a una temperatura *T*, con un instrumento volumétrico de vidrio calibrado a una temperatura T_{ref} (por lo general 20 °C), se calcula a partir de ecuación

$$V = V_{ref}\left[1 + \beta\left(T - T_{ref}\right)\right] \tag{1.21}$$

donde: V_{ref}es el volumen nominal del instrumento a la temperatura T_{ref}, en mL; T es la temperatura del líquido de trabajo, en °C; T_{ref} es la temperatura de calibración, en °C y β es el coeficiente cúbico de dilatación térmica del líquido con la temperatura. Para el agua, este coeficiente tiene un valor de 2,1 • 10^{-4} °C^{-1} (Blanco Rojas & Silva Trejos, 2009) y de acuerdo con Treybal (1990) aplicable para soluciones acuosas con concentraciones por debajo de un 5%, cuyo comportamiento se aproxima al de una solución ideal.

De esta forma se definen las derivadas parciales indicadas en el punto *1.12.1*, para la ecuación 1.20, que equivale a la función *f* descrita en la ecuación 1.15 y posteriormente se sustituye V por la ecuación 1.21 definiéndose las expresiones equivalentes de los coeficientes de sensibilidad para la masa y el volumen mostrados a continuación:

$$\frac{\delta\rho}{\delta m} = \frac{1}{V_{ref}\left[1 + \beta\left(T - T_{ref}\right)\right]} \tag{1.22}$$

$$\frac{\delta\rho}{\delta V} = \frac{-m}{{V_{ref}}^2\left[1 + \beta\left(T - T_{ref}\right)\right]^2} \tag{1.23}$$

Capítulo II. Metodología

En el presente capítulo se muestra la metodología para obtener y analizar los datos requeridos para el análisis de desempeño de las variables críticas del proceso de elaboración de cloro burbuja. Así como los criterios para definir si el proceso es estable, centrado y capaz de cumplir las especificaciones.

Empleando los índices de capacidad, índice de inestabilidad y el índice de centrado, se analizan las variables: contenido neto para los productos 24501, 24511, 24801 y 24803; densidad y concentración para los productos 50051, 50128 y 50483.

2.1. Recopilación y análisis de datos

Los datos históricos para las variables en estudio se obtienen de los registros y las mediciones de laboratorio de los departamentos de Producción y Aseguramiento de la Calidad.

A partir de los datos históricos se calcula la media de las variables, el rango móvil y la desviación estándar estimada; utilizando la metodología para mediciones o lecturas individuales, debido a que las muestras con las que se trabajan no tienen repetición, por lo que la muestra es igual a n=1 y el análisis se constituye de una unidad muestral.

Para estimar la distribución normal de los datos, se aplica un análisis aproximado de la normalidad de distribución de datos ordenados. Es decir, se ordenan los datos de menor a mayor y se calcula la probabilidad acumulada para datos centrados. Se calcula el valor del estadístico Z, función distribución normal estándar inversa, que representa el valor que tiene una variable de una muestra idealizada de distribución normal. (Chacón Valle, 2011)

Además se utiliza el software estadístico Minitab®, con el cual se realizan pruebas de verificación para el comportamiento y distribución de los datos, y análisis de capacidad de

cada variable. En el Apéndice C.7 se muestra el uso del programa para el análisis de desempeño de una variable; éste es aplicable a todas las variables en cuestión.

2.2. Cálculo de límites naturales y elaboración de series de tiempo

Una vez determinados la media y la desviación estándar estimada del proceso para cada variable, se calculan los límites naturales conforme a la metodología expuesta en la teoría para las mediciones o lecturas individuales; se elaboran las series de tiempo para cada producto a partir de los datos históricos y las especificaciones establecidas por la empresa.

2.3. Cálculo de índices de capacidad

A partir de las especificaciones, la media y la desviación estándar estimada para cada variable se calculan los índices de capacidad del proceso de acuerdo con las ecuaciones 1.7, 1.8 y 1.9; según corresponda.

2.4. Análisis de desempeño

Para estimar el desempeño del proceso se analiza el comportamiento de los datos en la serie del tiempo y se compara con el índice de capacidad obtenido para cada caso, además, se calculan el índice centrado y el índice de inestabilidad conforme con las ecuaciones 1.13 y 1.14 correspondientemente. A partir de dichos resultados y la información otorgada por el asesor técnico de la empresa se lleva a cabo una retroinformación y se interpretan los resultados.

2.5. Análisis de Incertidumbre

Para estimar la incertidumbre las mediciones de la variable densidad, se identifican las fuentes de incertidumbres asociadas y se determina la incertidumbre estándar de cada una de ellas con las ecuaciones 1.18 y 1.19, según corresponda. A partir de dichos resultados se calcula la incertidumbre estándar combinada según la ecuación 1.16, para finalmente

determinar la incertidumbre expandida para la medición con la ecuación 1.17. Con esta información se determina la influencia de la incertidumbre de medición en el comportamiento y desempeño de los datos; así como y la evaluación del cumplimiento de las especificaciones.

Capítulo III. Densidad

La densidad del líquido puede tener un efecto sobre el peso de las unidades, debido a que esta no permanece constante sino que se ve influenciada por el entorno, específicamente, la temperatura. Entonces, dos unidades de producto con el mismo volumen de líquido podrían registrar pesos diferentes por efecto de la densidad, que tiene posibilidad de variar entre diferentes momentos de muestreo como a lo largo de ellos.

Durante la dilución del granel la densidad es monitoreada para asegurar el cumplimiento con las especificaciones del producto, sin embargo, durante el llenado ésta no es controlable debido a que no es posible manipular el proceso de producción del cloro para obtener un valor deseado de densidad.

3.1. Cloro Burbuja tipo 50051

El primer producto estudiado corresponde al cloro burbuja 50051. Para esta variable el muestreo se lleva a cabo para valores individuales, que corresponden a muestras tomadas durante la etapa de dilución para asegurar la conformidad del producto. A partir de ésta información se obtienen los estadísticos clave para el análisis de proceso.

Cuadro 2. Estadísticos para la densidad del producto 50051

Estadístico	Rango móvil medio	Desviación estándar del proceso	Promedio
Valor	0,007 g/mL	0,006 g/mL	1,41 g/mL

El primer paso es determinar la normalidad de la distribución, para ello se aplica un análisis estimado de la normalidad de la distribución de los datos ordenados. En la figura 2, se presenta la distribución de los datos ordenados contra la función de distribución normal estándar inversa (Z).

Se observa que los datos presentan una distribución normal ya que los datos se ajustan a una línea recta.

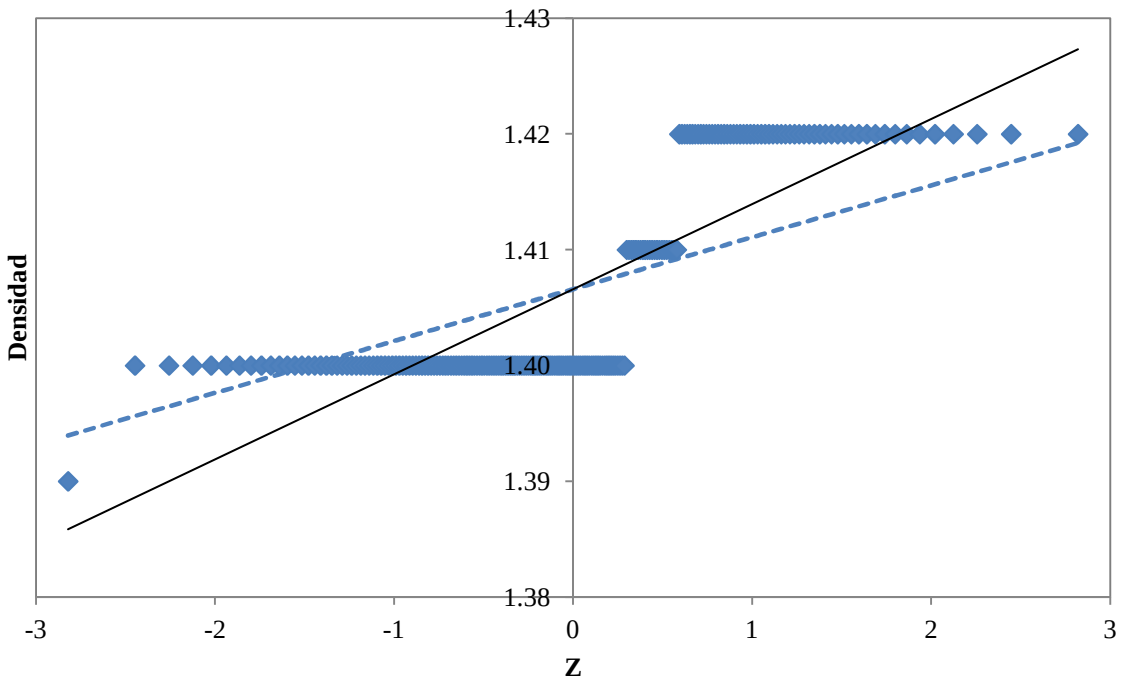


Figura 2. Análisis de normalidad para datos de densidad del cloro burbuja 50051.

La regresión lineal de los datos, arroja el modelo matemático $Densidad = 0{,}007Z + 1{,}41$ con un coeficiente de correlación $r = 0{,}82$, se observa que la pendiente y el intercepto son aproximadamente iguales a la desviación estándar y el promedio, correspondientemente. Con lo que se concluye que los datos muestran un comportamiento aproximadamente normal.

Seguido se determinan los límites naturales del proceso, véase el cuadro 3; para establecer gráficos de seguimiento y monitoreo e iniciar con el análisis de desempeño del proceso.

Cuadro 3. Límites naturales para el gráfico de seguimiento y monitoreo de la densidad del producto 50051.

	LSNP	LCNP	LINP
Densidad	1,42 g/mL	1,41 g/mL	1,39 g/mL
Rango	0,02 g/mL	0,01 g/mL	0,00 g/mL

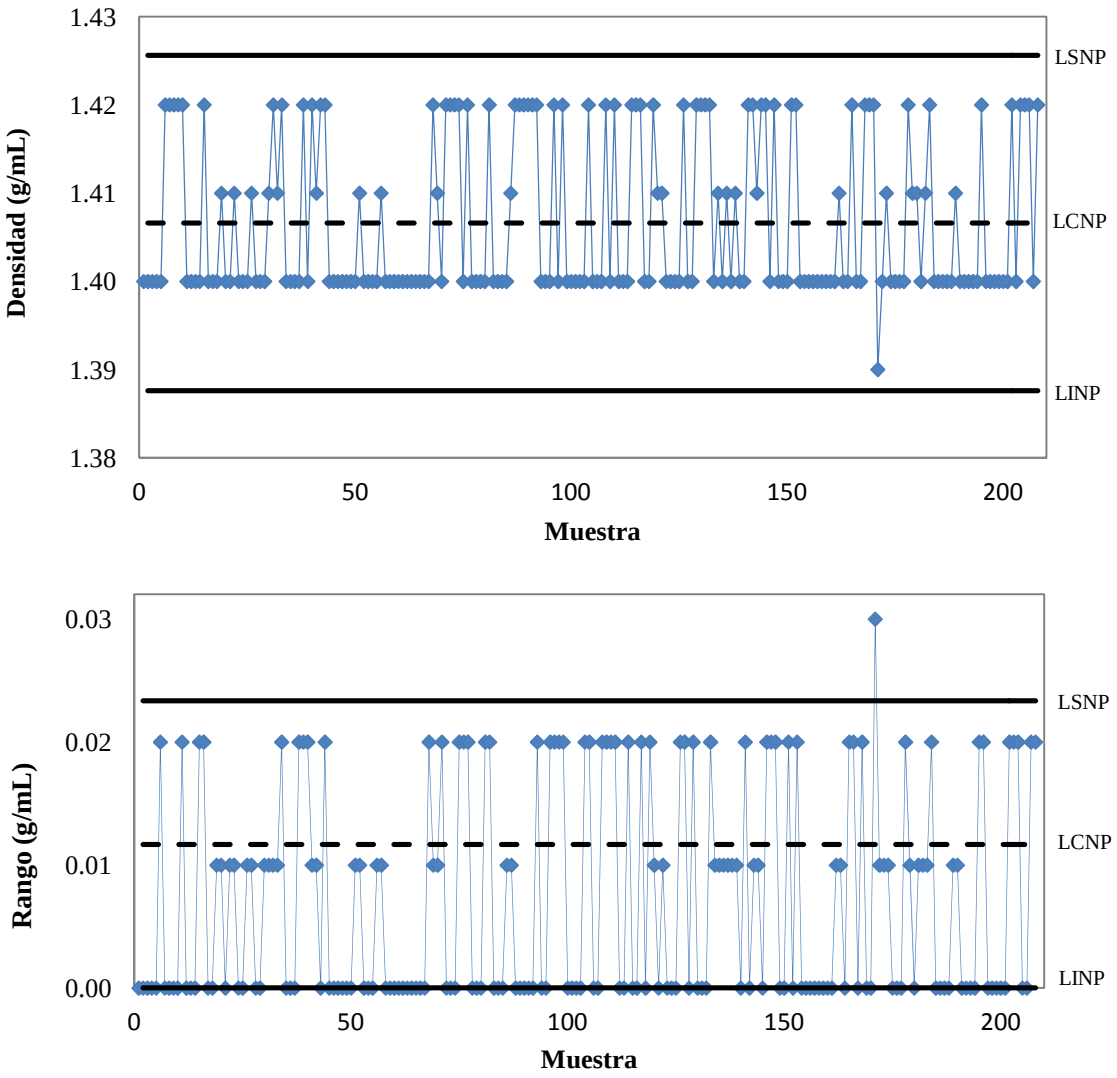


Figura 3. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de densidad del cloro burbuja 50051.

Al analizar la existencia de patrones en los datos mostrados en la figura 3, para determinar si el proceso se encuentra fuera de control o si es estadísticamente estable:

a. ***En el gráfico del Rango se identifican los siguientes casos:***

- 1 punto fuera de los límites de control,
- 36 aparecen bajo el patrón de dos de tres puntos consecutivos en la zona de control, $\pm 1\sigma$,
- 64 puntos cumplen con que 4 de 5 puntos consecutivos se localizan en la zona de aviso o más allá, es decir, por encima de 2σ,

· además se observa la presencia de ciclos.

b. ***Para el gráfico de los valores individuales de la Densidad, se identifican:***

· 4 bajo el patrón de dos de tres puntos consecutivos en la zona de control, $\pm 1\sigma$,

· 20 puntos, en series de nueve y once puntos consecutivos por debajo de la media,

· 131 puntos en 8 series de al menos ocho puntos por encima y por debajo de la zona de control,

· 19 puntos en series de al menos cuatro de cinco puntos consecutivos en la zona de aviso o más allá,

· se presentan además ciclos en el comportamiento de los datos.

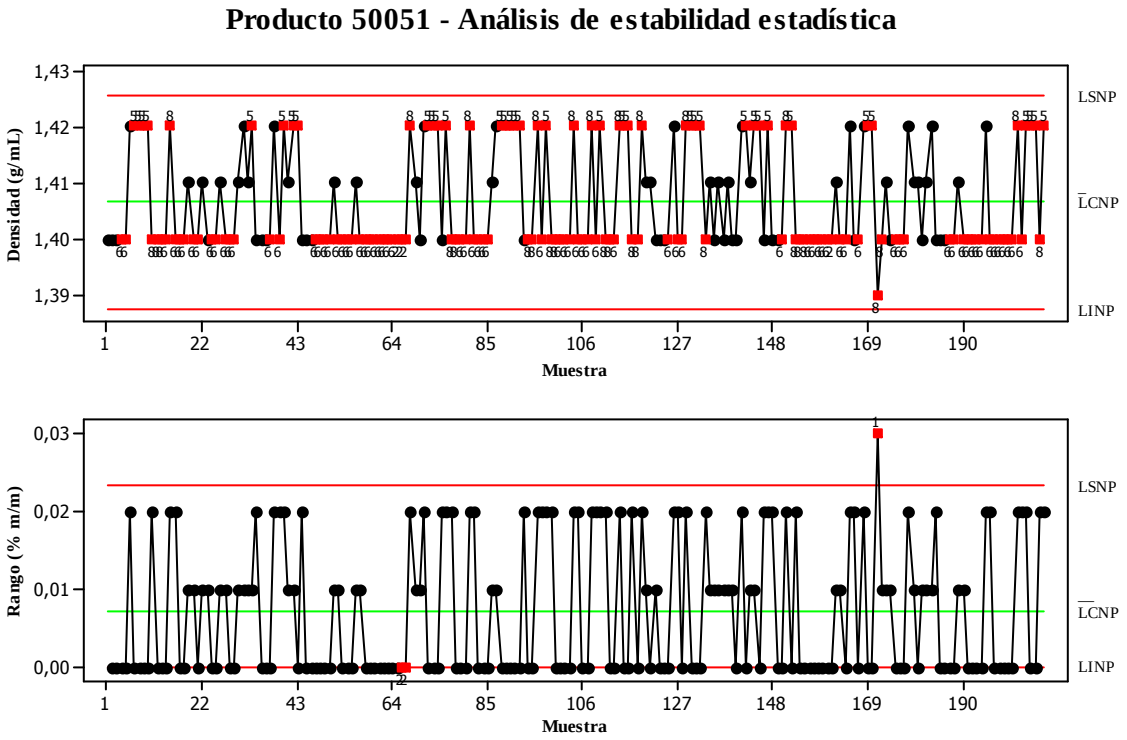


Figura 4. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la densidad del producto 50051, Minitab®.

Con la información anterior se determina el índice de inestabilidad $S_T = 83{,}6\ \%$, lo que se indica que el proceso ||

Figura 5. Serie de tiempo para la variable densidad del cloro burbuja 50051.

Por tanto, se recomienda enfocarse en las actividades de mejora de la calidad a la detección y eliminación de las causas asignables de variabilidad del proceso y posteriormente procurar el centrado del proceso, para asegurar la capacidad de cumplir con las especificaciones.

3.2. Cloro Burbuja tipo 50128

Para el producto cloro burbuja 50128, el muestreo de la densidad al igual que en el caso anterior se desarrolla para valores individuales, correspondientes a las muestras extraídas durante la dilución del producto para asegurar la conformidad de dicha característica.

Con base en esta información se determinan los estadísticos requeridos para el análisis de desempeño del proceso, los cuales se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 4. Estadísticos para la densidad del producto 50128

Estadístico	Rango móvil medio	Desviación estándar del proceso	Promedio
Valor	0,005 g/mL	0,005 g/mL	1,41 g/mL

Para determinar la normalidad de la distribución se aplica un análisis estimado de la normalidad de la distribución de los datos ordenados. En la figura 6, se presenta la distribución de los datos ordenados contra la función de distribución normal estándar inversa (Z).

Se observa que los datos tienden a una línea recta, además la regresión lineal de los datos arroja el modelo matemático $Densidad = 0{,}008Z + 1{,}41$ con un coeficiente de correlación $r = 0{,}84$, con lo que se verifica que la pendiente y el intercepto son aproximadamente iguales a la desviación estándar y el promedio, correspondientemente y con esto se concluye que los datos muestran un comportamiento aproximadamente normal.

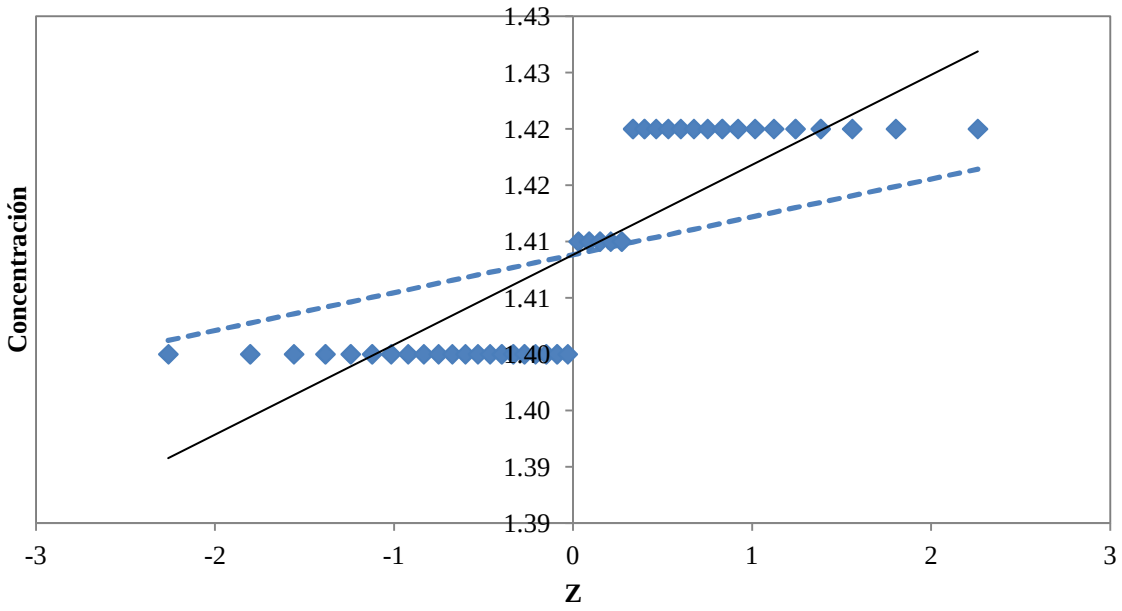


Figura 6. Análisis de normalidad para datos de densidad del cloro burbuja 50128.

Los límites naturales determinados para el proceso se exponen en el cuadro 6, estos se utilizan para crear gráficos de seguimiento y monitoreo, y realizar el análisis de desempeño del proceso.

Cuadro 5. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la densidad del producto 50128.

	LSNP	LCNP	LINP
Densidad	1,423 g/mL	1,409 g/mL	1,395 g/mL
Rango	0,02 g/mL	0,01 g/mL	0,00 g/mL

En la figura 7 se observa como todos los datos graficados se encuentran dentro de los límites naturales establecidos, lo cual sugiere que el proceso es estable. Sin embargo es necesario analizar si los datos presentan tendencias consideradas como no aleatorias.

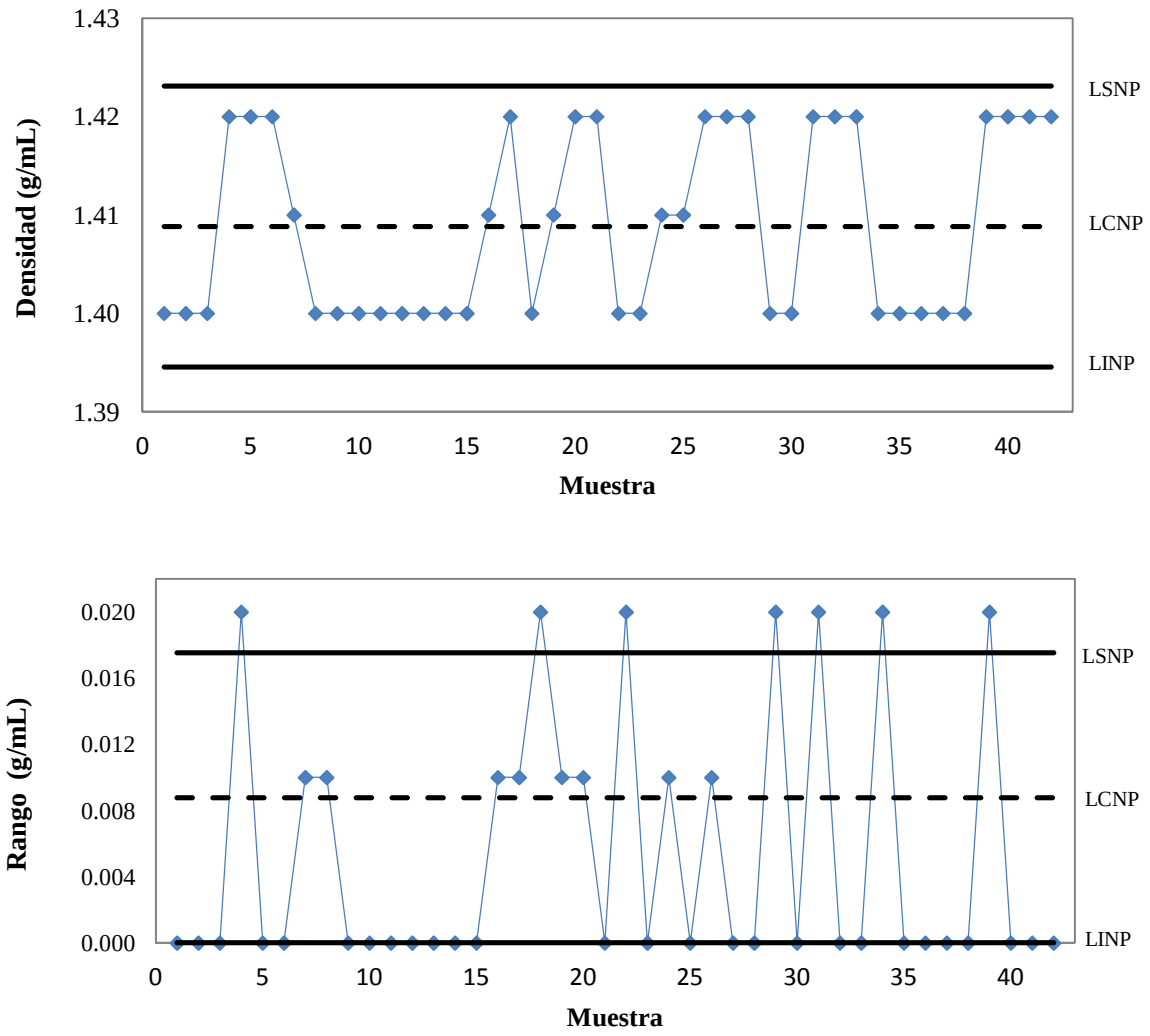


Figura 7. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de densidad del cloro burbuja 50128.

Al analizar la existencia de patrones en los datos mostrados en la figura 7, para establecer si el proceso se encuentra fuera de control o si es estadísticamente estable, se tiene:.

a. ***En el gráfico del Rango se evidencia :***

- 7 puntos más allá de la zona de control: se estima que la probabilidad de que un sólo punto cumpla dicha condición es suficientemente baja (de hecho es inferior al 0,3%) como para sospechar que el sistema está fuera de control.
- 11 puntos cumplen con el patrón no aleatorio de al menos cuatro de cinco puntos consecutivos en la zona de aviso o más allá.

- Se presenta un comportamiento cíclico en ciertas zonas del gráfico.
- Además se observan 16 puntos consecutivos por encima y por debajo de la zona de control: esto sugiere la presencia de dos poblaciones diferentes.

b. ***Para el gráfico de los valores individuales de la Densidad se identifican:***

- 4 de 5 puntos consecutivos en la zona de aviso, $\pm 2\sigma$, o más allá.
- Se presentan además ciclos en el comportamiento de los datos

Con la información anterior se determina el índice de inestabilidad $S_T = 83{,}3\ \%$, lo que se indica que el proceso tiene alta inestabilidad.

Dentro de las posibles causas que contribuyen a la variabilidad e inestabilidad del proceso están la presencia de programas de mantenimiento o calibración de los equipos, desgaste de las herramientas, rotación de los formuladores del producto, así como posibles variaciones en las condiciones ambientales principalmente de la temperatura o diferencias de rigurosidad entre los trabajadores que ejecutan los análisis y la idoneidad del equipo utilizado en el análisis.

En el análisis de la capacidad del proceso, se utiliza la serie de tiempo de los datos y los índices de capacidad mostrados en el cuadro 7.

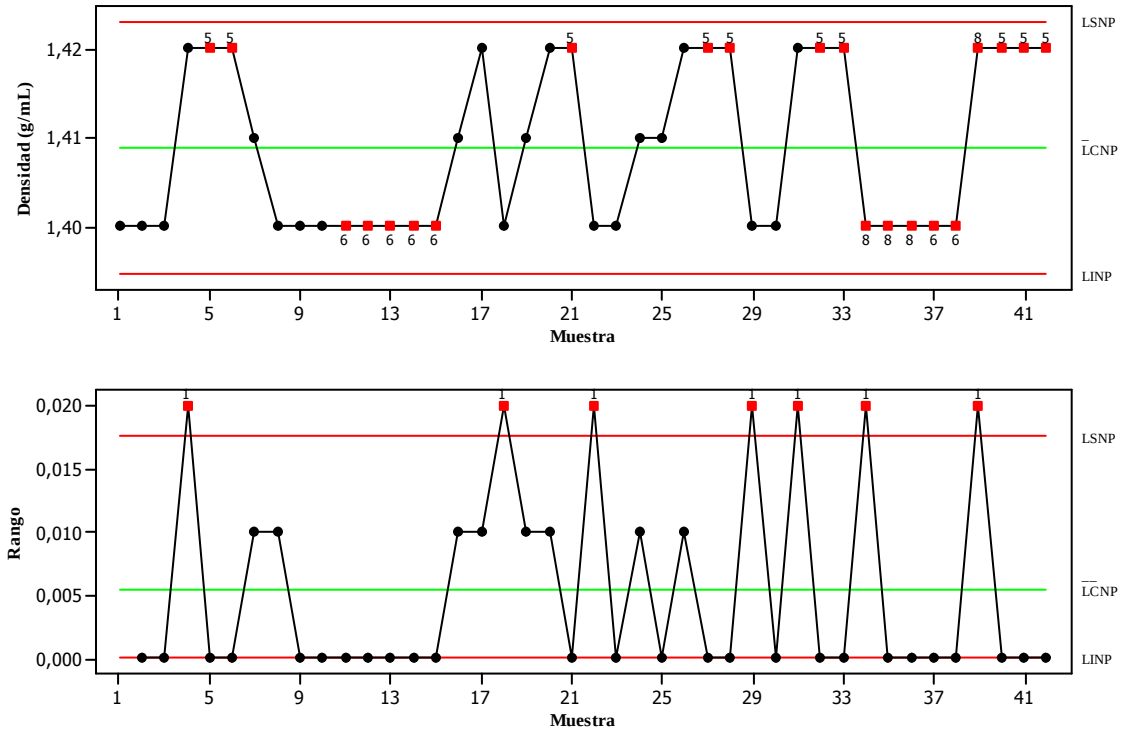


Figura 8. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la densidad del producto 50128, Minitab®.

El valor obtenido para el C_p indica que éste no es adecuado para el trabajo y que es necesario realizar un análisis del proceso para determinar qué modificaciones deben realizarse para alcanzar calidad satisfactoria.

Cuadro 6. Índices de capacidad y centrado del proceso para la densidad del producto 50128

Índice	C_p	C_{pk}	K
Valor	0,70	0,62	12%

Además la diferencia entre el C_p y el C_{pk}, advierte que el proceso presenta descentramiento. Esto es confirmado por el índice K que indica que el proceso está descentrado, sin embargo el valor obtenido para este índice es $K \leq 20\,\%$ lo cual se considera aceptable. Por lo cual la incapacidad del proceso para cumplir las

especificaciones se debe principalmente a la presencia de causas asignables de variabilidad en el sistema.

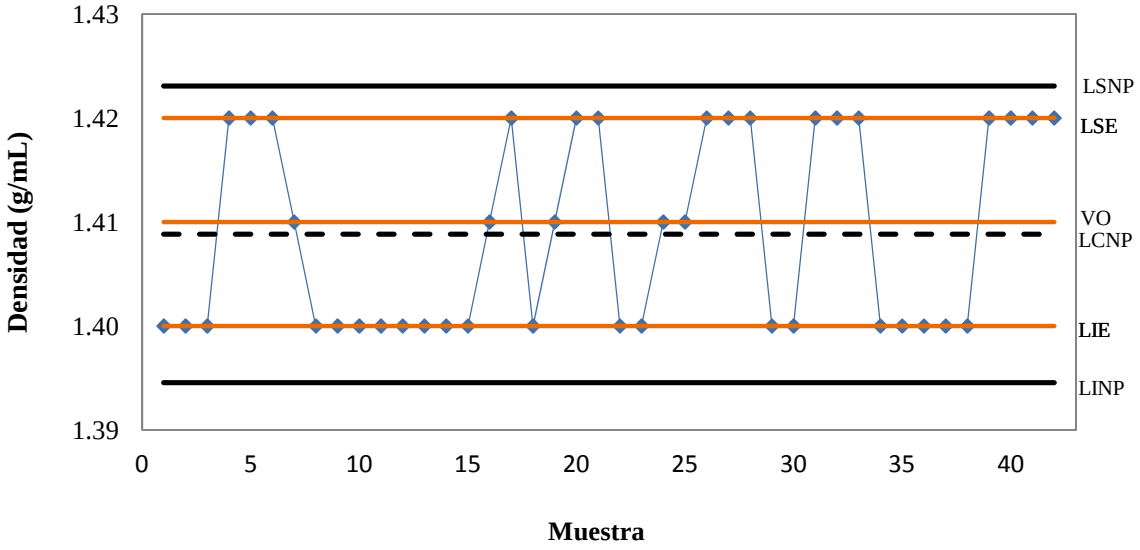


Figura 9. Serie de tiempo para la variable densidad del cloro burbuja 50128.

3.3. Cloro Burbuja tipo 50483

Con base en la información proveniente del muestreo para valores individuales de la densidad del producto 50483, obtenido durante la dilución del mismo, se determinan los estadísticos necesarios para el análisis de desempeño del proceso y se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 7. Estadísticos para la densidad del producto 50483

Estadístico	Rango móvil medio	Desviación estándar del proceso	Promedio
Valor	0,006 g/mL	0,006 g/mL	1,41 g/mL

Al aplicar el análisis estimado de la normalidad de la distribución de los datos ordenados, mostrado en la figura 10, donde se presenta la distribución de los datos ordenados contra la

función de distribución normal estándar inversa (Z), se determina que la distribución es aproximadamente normal, esto porque lo datos tienden a una línea recta y el modelo mate-

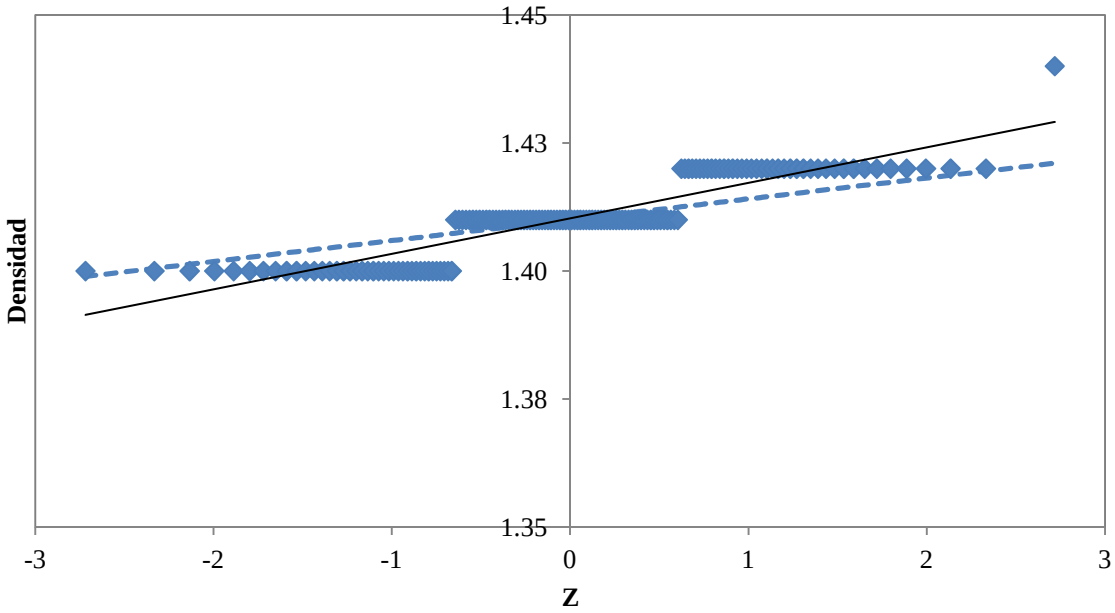


Figura 10. Análisis de normalidad para datos de densidad del cloro burbuja 50483.

mático; $Densidad = 0{,}006Z + 1{,}41$ con un coeficiente de correlación $r = 0{,}91$, obtenido a partir de la regresión lineal de los dados, muestra que la pendiente y el intercepto son aproximadamente iguales a la desviación estándar y el promedio, correspondientemente, esto es lo que permite concluir que los datos muestran un comportamiento aproximadamente normal.

Una vez estimada la normalidad de los datos, se procede con el cálculo de los límites naturales del proceso, véase cuadro 9, y a partir de éstos construir los gráficos de seguimiento y monitoreo empleados en el análisis de desempeño del proceso.

Cuadro 8. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la densidad del producto 50483.

	LSNP	LCNP	LINP
Densidad	1,423 g/mL	1,409 g/mL	1,395 g/mL
Rango	0,02 g/mL	0,01 g/mL	0,00 g/mL

En la figura 11 se presentan los gráficos de seguimiento y monitoreo del proceso para la variable densidad del producto 50483, con el fin de determinar si existen tendencias o patrones considerados como no aleatorios y establecer si el proceso se encuentra fuera de control o si es estadísticamente estable.

a. ***En el gráfico del Rango se detecta que :***

- 40 puntos se ajustan al criterio de que 2 de 3 puntos consecutivos se encuentren en la zona de control: esto es señal de que el proceso se encuentra fuera de control, ya que la probabilidad de que esto suceda es inferior al 0,0625 %,
- 12 puntos cumplen con que 4 de 5 puntos consecutivos se localizan en la zona de aviso o más allá, es decir, por encima de 2σ,
- además se observa la presencia 58 puntos acorde con la regla de que al menos 9 puntos consecutivos a un lado de la línea central (ya sea por encima de ella o por debajo): este caso suele constituir un desplazamiento del promedio o del valor central, generalmente debido a un cambio significativo en el sistema.

b. ***Para el gráfico de los valores individuales de la Densidad se identifican:***

- 1 punto más allá de la zona de control: se estima que la probabilidad de que pase esto es suficientemente baja (inferior al 0,3 %) como para sospechar que el sistema está fuera de control,
- 54 puntos se ajustan a la premisa de que 2 de 3 puntos consecutivos en la zona de control: la razón para considerar esta situación como alerta de que el sistema se encuentra fuera de control es similar al caso anterior, ya que la probabilidad de que esto suceda una vez es inferior al 0,0625 %,
- 9 puntos consecutivos a un lado de la línea central: este caso suele constituir un desplazamiento del promedio o del valor central como respuesta a un cambio significativo en el sistema,
- también se detectan ciclos en algunas áreas del gráfico.

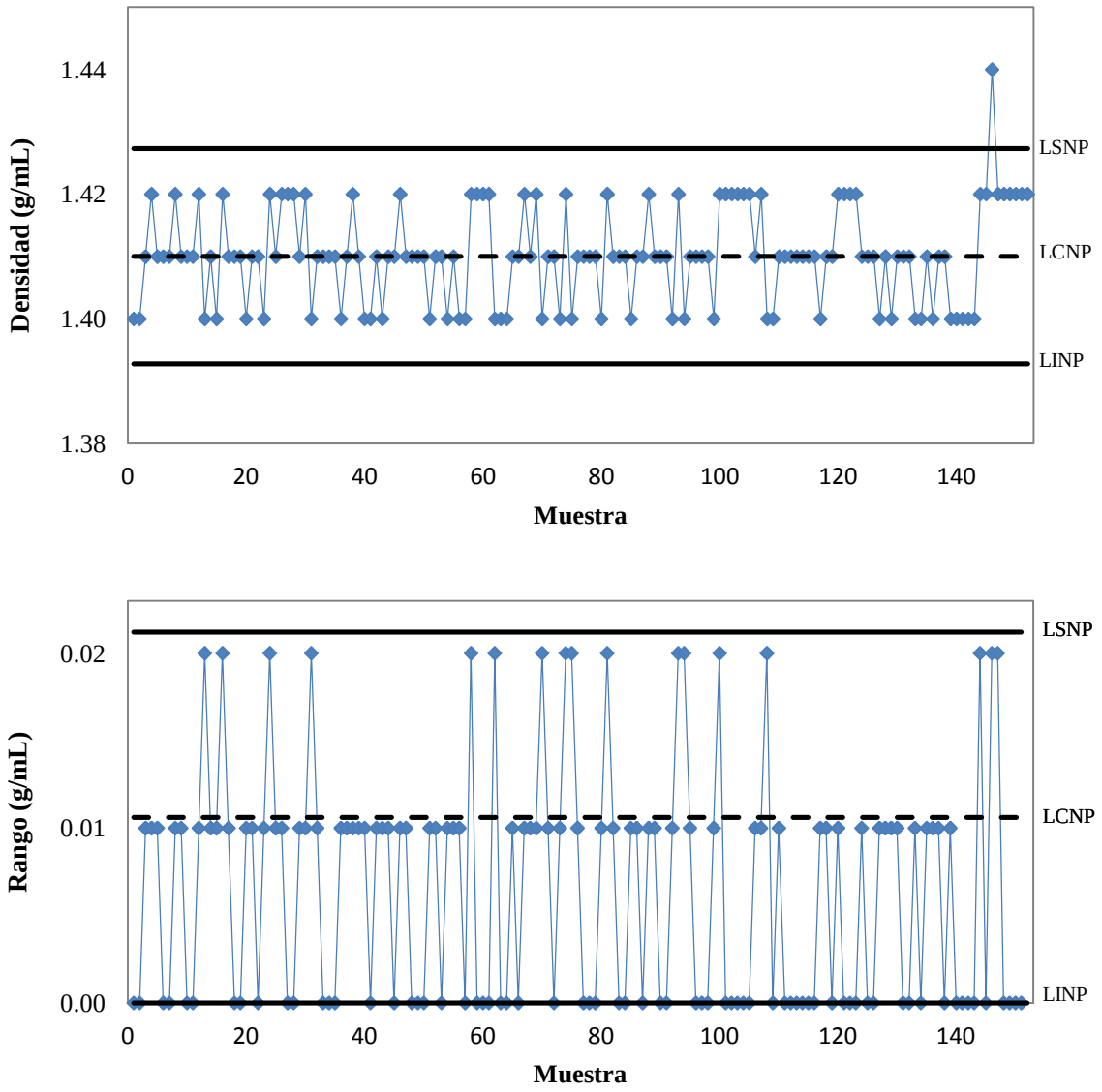


Figura 11. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de densidad del cloro burbuja 50483.

Complementario al gráfico de seguimiento y monitoreo se determina el índice de inestabilidad, $S_T = 42{,}1$ %, cuyo valor confirma que el proceso tiene alta inestabilidad.

Dentro de las posibles causas que contribuyen a la variabilidad e inestabilidad del proceso están la presencia de programas de mantenimiento o calibración de los equipos, desgaste de

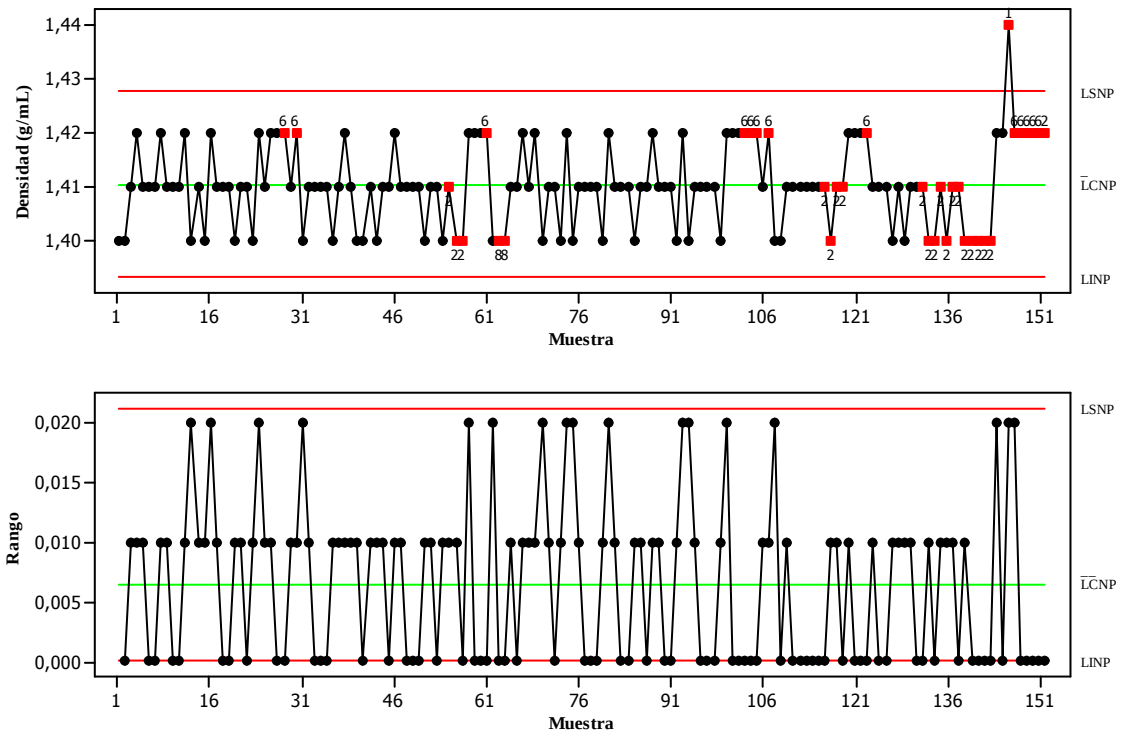


Figura 12. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la densidad del producto 50483.

las herramientas, cambios ambientales de la temperatura ambiente, rotación de los trabajadores que determinan dicha cualidad o bien de los que llevan a cabo la dilución del producto, diferencias de rigurosidad entre los trabajadores que ejecutan los análisis e incertidumbre del equipo utilizado en el análisis.

Para analizar la capacidad del proceso, se recurre a la serie de tiempo de los datos y los índices de capacidad. Para este producto el C_p y el C_{pk} son iguales, esto quiere decir que la capacidad real del proceso equivale a la capacidad potencial del mismo; y a su vez sugiere que el proceso se encuentra centrado, hipótesis que se confirma con el índice de centrado *K*. No obstante un $C_p < 0{,}67$ señala que el proceso no es adecuado para el trabajo y que para alcanzar calidad satisfactoria es necesario realizar un análisis del proceso y modificaciones importantes en el mismo.

Cuadro 9. Índices de capacidad y centrado del proceso para la densidad del producto 50483

Índice	C_p	C_{pk}	K
Valor	0,58	0,58	0 %

Como se menciono anteriormente el índice *K* que indica que el proceso está centrado. Por lo que la incapacidad del proceso para cumplir las especificaciones, mostrada a través de los índices de capacidad y respaldada por la figura 13, donde se evidencia la presencia de puntos fuera de especificación, se debe primordialmente a la presencia de causas asignables de variabilidad en el sistema.

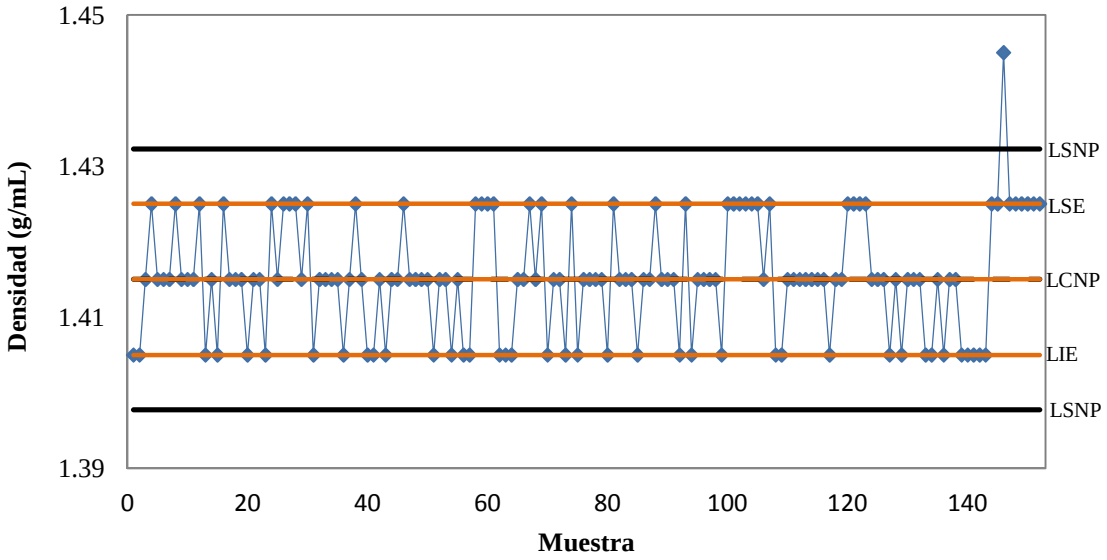


Figura 13. Serie de tiempo para la variable densidad del cloro burbuja 50483.

3.4. Estimación de la incertidumbre en la determinación de la densidad

Debido al comportamiento estratificado mostrado por los datos en las figuras 2, 6 y 10 se procede a estimar la incertidumbre asociada a la medición de la variable densidad, para

conocer si la exactitud de la medición influye de manera significativa en la distribución de los resultados para dicha cualidad.

Debido a que la densidad se obtiene de manera indirecta a partir de la determinación de la masa y el volumen de una muestra individual, se consideran estas mediciones independientes como fuentes de incertidumbre que a su vez implican la determinación de coeficientes de estabilidad para cada componente en el establecimiento de la incertidumbre estándar asociada a la medición. En el cuadro 11 se presentan los parámetros requeridos para el cálculo de dichos coeficientes.

Cuadro 10. Parámetros para el cálculo de los coeficientes de sensibilidad al estimar la incertidumbre asociada a la medición de la densidad

Parámetro	T_{ref} **(°C)**	T **(°C)**	V_{ref} **(mL)**	m **(g)**
Valor	20	23,8	10	140,05

De seguido se presenta en el cuadro 12, la contribución de cada medición de acuerdo con las características metrológicas de cada instrumento.

Cuadro 11. Incertidumbre estándar para cada componente en la determinación de la densidad.

Fuente de Incertidumbre	**Tipo de distribución**	**Ámbito de incertidumbre**	**Coeficiente de sensibilidad**	u
Balanza	Rectangular	±0,01 g	$0{,}01\ mL^{-1}$	0,006 g
Balón Aforado	Rectangular	±0,1 mL	$-0{,}014\ {}^{g}/_{mL^2}$	0,058 mL

Conocida la incertidumbre estándar de cada componente en la medición de la densidad, se determina la incertidumbre estándar combinada, u_c y posteriormente la incertidumbre expandida, U, para un nivel de confianza de 95 %. Los resultados se muestran en el cuadro 13.

Cuadro 12. Resumen de resultados para estimación de la incertidumbre en la determinación de la densidad.

Parámetro	U_C **(g/mL)**	**Factor de cobertura** k	U **(g/mL)**
Valor	± 0,001	2	± 0,002

La incertidumbre expandida (±0,002 g/mL) muestra que la incertidumbre asociada a la medición de la densidad, es mucho menor que la tolerancia de las especificaciones (±0,1 g/mL). Es decir, la incertidumbre en la determinación no corresponde a una posible causa asignable de variación.

De manera general en el cuadro 14 se presentan los resultados obtenidos del análisis de desempeño de la variable densidad, mientras que la figura 16 muestra el resumen de las posibles causas asignables de variación relacionadas con la determinación de la variable densidad.

Cuadro 13. Resumen de resultados para análisis de desempeño del proceso para densidad.

Producto	VO (g/mL)	Media (g/mL)	$\sigma_{proceso}$ (g/mL)	C_{pk}	K (%)	S_t (%)
50051	1,41	1,41	0,006	0,35	34	83,6
50128	1,41	1,41	0,005	0,62	12	83,3
50483	1,41	1,41	0,006	0,58	0	42,1

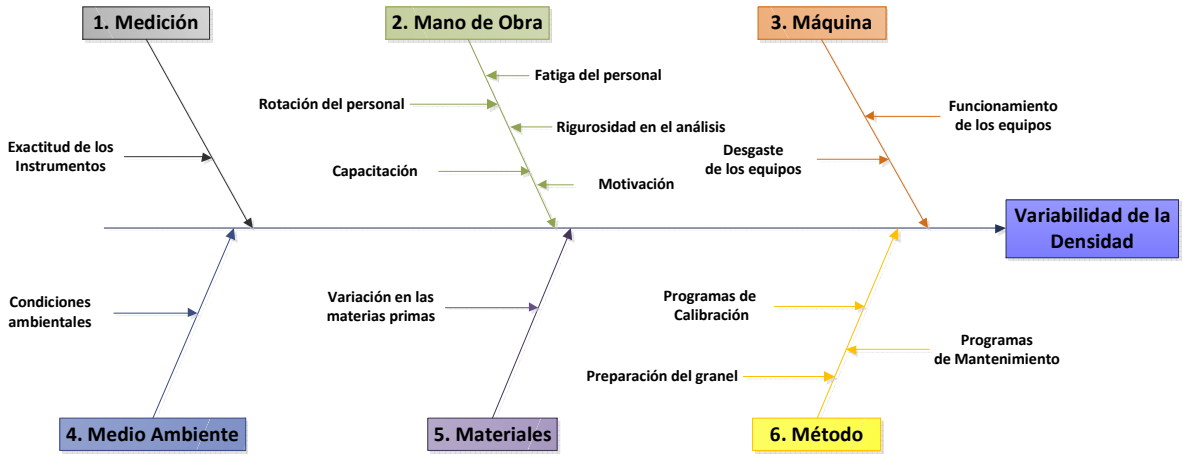


Figura 16. Resumen de las posibles causas de variación para la variable densidad**.**

Conclusiones y recomendaciones

Cloro burbuja tipo 50051

- El índice de capacidad del proceso es 0,53.
- El proceso es incapaz de operar bajo las especificaciones del producto.
- Se requiere realizar un análisis del proceso y modificaciones serias en el mismo para alcanzar calidad satisfactoria.
- El proceso es altamente inestable, se obtiene un $S_t = 83{,}6\ \%$.
- Se recomienda investigar las causas de la baja capacidad del proceso, con base en el análisis de desempeño del proceso y el diagrama de Ishikawa presentado para establecer la significancia de cada una y tomar acciones correctivas.
- Se recomienda implementar herramientas de monitoreo y seguimiento del proceso de inspección, se sugiere el uso de series de tiempo y evitar las cartas cuyos límites sean las especificaciones del producto, con el fin de detectar oportuna y certeramente la aparición de causas asignables.
- La incertidumbre asociada al uso de balones aforados para la determinación de la densidad no corresponde a una causa asignable.
- Se recomienda incluir en las observaciones de los registros de línea las condiciones de operación, operario, materia prima y cualquier otra información que se considere necesaria, cuando se obtiene una muestra cuyo comportamiento parece ser diferente a los anteriores o bien ajustarse a algún patrón no aleatorio.

Cloro burbuja tipo 50128

- El índice de capacidad del proceso es 0,70.
- El proceso no es capaz de operar según las especificaciones del producto
- El proceso muestra alta inestabilidad, $S_t = 83{,}3\ \%$.
- Se recomienda realizar un análisis exhaustivo del proceso para identificar el impacto de cada una de las posibles causas de variabilidad identificadas durante el análisis de desempeño del proceso.

- Se sugiere el uso de herramientas de seguimiento y monitoreo del proceso por parte del área de formulación de manera que sea posible la identificación de causas especiales de inestabilidad y su correspondiente registro.

Cloro burbuja tipo 50483

- El índice de capacidad del proceso es 0,58.
- El proceso tiene capacidad de operar bajo las especificaciones establecidas.
- El proceso se encuentra centrado, se obtiene $K = 0$ %.
- El proceso es inestable, $S_t = 42{,}1$ %.
- Se recomienda mejorar el seguimiento y monitoreo del proceso mediante el uso de series de tiempo, de manera que se permita identificar y registrar la presencia de causas especiales de inestabilidad y con ellos generar sabiduría organizacional.
- Se sugiere analizar la distribución de los datos de manera estratificada con el fin de comparar los resultados con las causas supuestas e identificar el impacto en el proceso y las acciones requeridas para alcanzar calidad satisfactoria.

Capítulo IV. Concentración

El ingrediente activo es la sustancia a la cual se debe el efecto de un producto determinado. Para el caso del cloro burbuja, la comprobación de la concentración del producto se refiere a determinar la cantidad de cloro activo (libre) en una solución comercial de hipoclorito de sodio, por medio de una valoración; para verificar que dicha cualidad se encuentra dentro de los valores especificados que aseguran las propiedades desinfectantes y blanqueadoras del producto.

La determinación de la concentración se lleva a cabo mediante volumetría redox, es decir a través de una reacción química de oxidación-reducción que tiene lugar entre el reactivo valorante y la sustancia a analizar, por lo cual se lleva a cabo en el Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad y únicamente por parte de los Analistas de Calidad B. No obstante, es responsabilidad del Formulador realizar la toma de la muestra y los ajustes requeridos para que el producto alcance la concentración deseada.

4.1. Cloro Burbuja tipo 50051

Al igual que en el caso visto en el capítulo anterior, para la variable concentración el muestreo se lleva a cabo para valores individuales, que corresponden a muestras tomadas durante la etapa de dilución para asegurar la conformidad del producto.

A partir de ésta información se obtienen los estadísticos clave, para el análisis de desempeño del proceso, expuestos en el cuadro 15.

Cuadro 14. Estadísticos para la concentración del producto 50051

Estadístico	Rango móvil medio	Desviación estándar del proceso	Promedio
Valor	0,05 % m/m	0,05 % m/m	3,98 % m/m

Al estimar la normalidad de la distribución de los datos ordenados, mediante el método gráfico donde se presenta la distribución de los datos ordenados contra la función de distribución normal estándar inversa (Z), mostrado en la figura 17, se observa que los datos

tienden a una línea recta según el modelo matemático; $Concentración = 0{,}05Z + 3{,}98$ con un coeficiente de correlación $r = 0{,}96$, obtenido a partir de la regresión lineal de los dados. Estos resultados muestran que la pendiente y el intercepto son aproximadamente iguales a la desviación estándar y el promedio, correspondientemente, lo que permite concluir que los datos muestran un comportamiento aproximadamente normal.

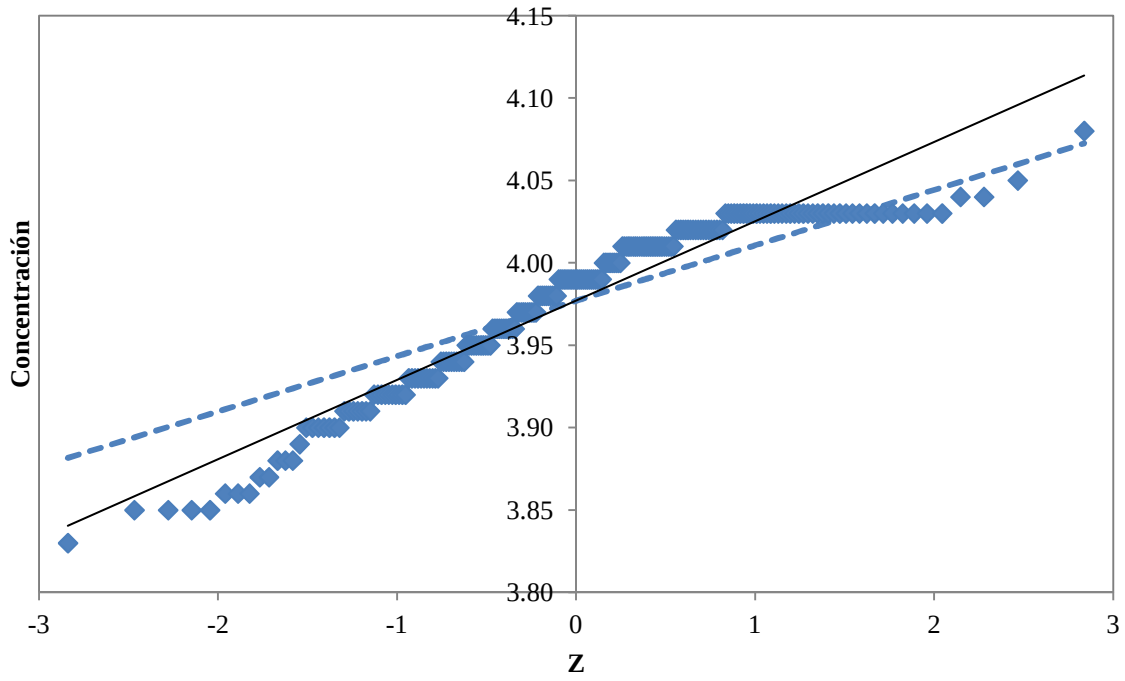


Figura 17. Análisis de normalidad para datos de concentración del cloro burbuja 50051.

Realizado el análisis estimado de la normalidad de los datos, se calculan los límites naturales del proceso y a partir de estos se construyen los gráficos de seguimiento y monitoreo empleados en el análisis de desempeño del proceso.

Cuadro 15. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la concentración del producto 50051.

	LSNP	LCNP	LINP
Concentración	4,12 % m/m	3,98 % m/m	3,83 % m/m
Rango	0,18 % m/m	0,09 % m/m	0,00 % m/m

La figura 18 presenta los gráficos de seguimiento y monitoreo del proceso para la variable concentración del producto 50051, estos gráficos se utilizan en el análisis de tendencias o patrones en los datos, considerados como no aleatorios, para establecer si el proceso se encuentra fuera de control o si es estadísticamente estable, así como para identificar las posibles causas de dichos comportamientos.

a. ***En el gráfico del Rango se observan:***

- 22 puntos que se ajustan al criterio de 2 de 3 puntos consecutivos se encuentran en la zona de control: se considera que es indicativo de que el proceso se encuentra fuera de control porque la probabilidad de que esto suceda es inferior al 0,0625 %,
- 79 que cumplen el criterio de que al menos 9 puntos consecutivos están a un lado de la línea central (por encima de ella o por debajo): esto suele asociarse con un desplazamiento del promedio o del valor central, usualmente producido por un cambio significativo en el sistema,
- 20 puntos cumplen con que 4 de 5 puntos consecutivos se localizan en la zona de aviso o más allá, es decir, por encima de 2σ,
- 3 puntos aparecen más allá de los límites de control: la probabilidad de que esto ocurra, es bastante baja (menor al 0,3 %) como para sospechar que el sistema está fuera de control.

b. ***Para el gráfico de Concentración se hallan:***

- 1 punto más allá de la zona de control: como se menciona en el punto anterior la probabilidad de que pase esto es suficientemente baja como para reconocer que el sistema está fuera de control,
- 96 puntos se ajustan a la condición de que 2 de 3 puntos consecutivos se encuentran en la zona de control: esta situación indica que el sistema se encuentra fuera de control porque la probabilidad de que esto suceda una vez es inferior al 0,0625 %, por lo que una alta recurrencia evidencia la falta de control en el sistema,
- 14 se distribuyen en dos series de siete puntos consecutivos en línea ascendente, lo que indica que el sistema sigue una tendencia no aleatoria.

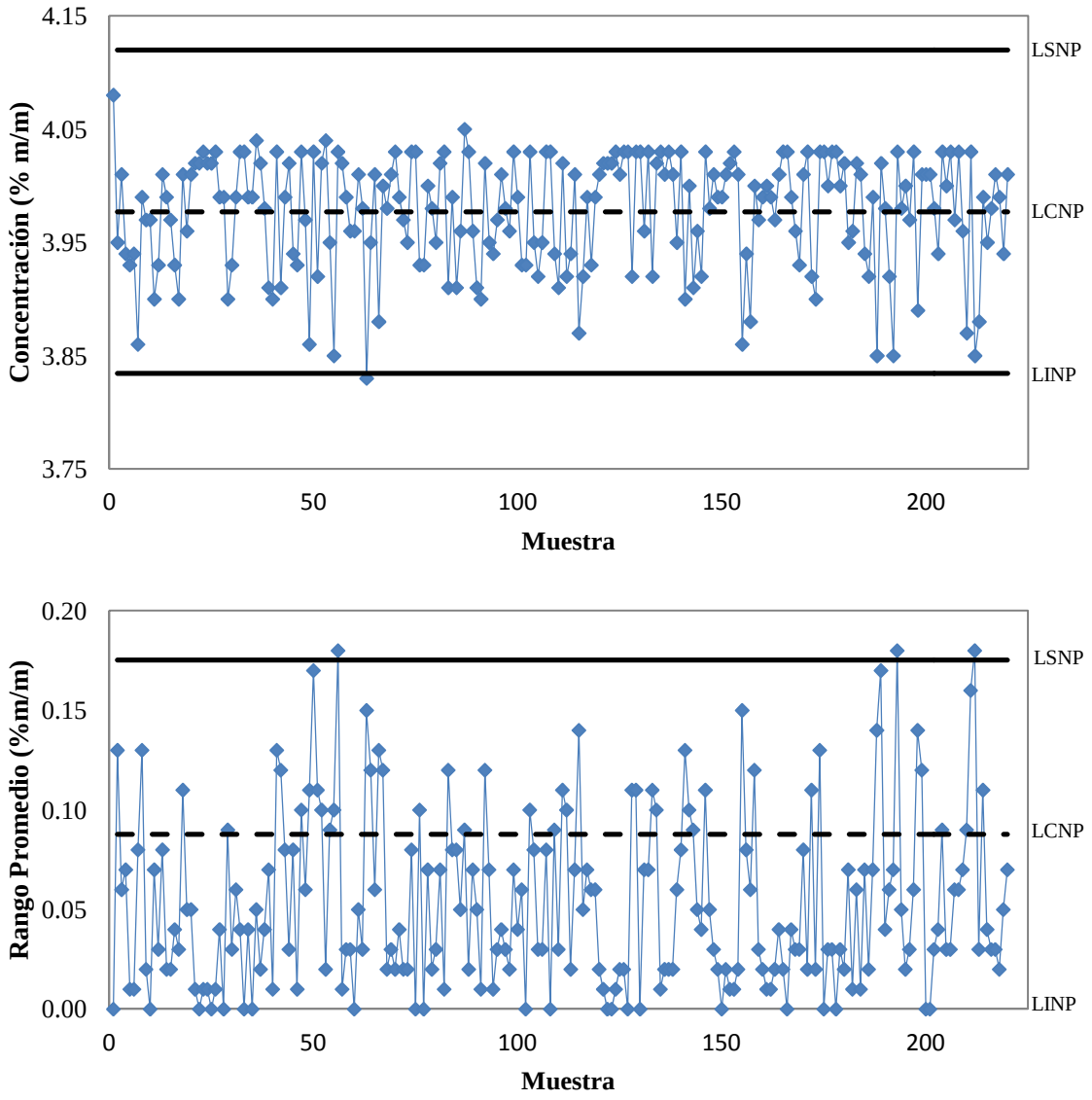


Figura 18. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de concentración del cloro burbuja 50051.

Complementario al gráfico de seguimiento y monitoreo se determina el índice de inestabilidad, $S_T = 50{,}4\ \%$, este valor corrobora que el proceso tiene una muy alta inestabilidad.

Se considera que las posibles causas de la variabilidad e inestabilidad del proceso son la rotación y fatiga de los trabajadores que determinan dicha cualidad o bien de los que llevan

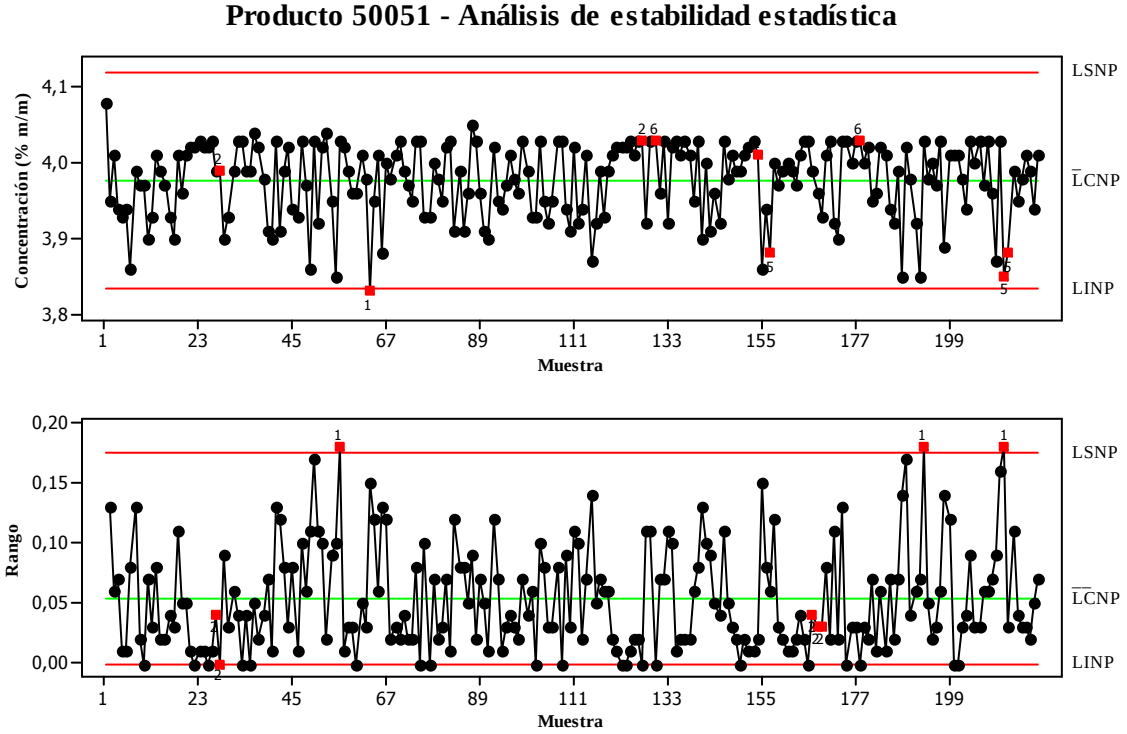


Figura 19. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la concentración del producto 50051.

a cabo la dilución del producto situación que conlleva diferencias de rigurosidad entre los trabajadores que aseguran la calidad del producto, situaciones que introducen la presencia de tendencias o el aumento de la variabilidad en el proceso, el producto es propenso a degradarse por lo que variaciones en las condiciones de preparación o análisis pueden provocar que un lote de gran tamaño muestre una tendencia a disminuir la concentración de ingrediente activo en el tiempo, o bien al ser un proceso manual está expuesto a la posibilidad de que exista sobre control de parte de los formuladores lo que genera una concentración de los resultados a conveniencia, es decir, tendencias ascendentes.

Para analizar la capacidad del proceso, se recurre a la serie de tiempo de los datos y los índices de capacidad. Para este producto el C_p es mayor al C_{pk}, es decir, que la capacidad real del proceso es menor a la capacidad potencial del mismo; y a su vez apunta a que el proceso se encuentra descentrado, esto último se confirma con el índice de centrado *K*. Además la condición: $0{,}67 < C_p < 1$ señala que el proceso tiene categoría 3, o lo que es lo

mismo, que no es adecuado para el trabajo y que es necesario realizar un análisis y modificaciones en el proceso para alcanzar calidad satisfactoria.

Cuadro 16. Índices de capacidad y centrado del proceso para la concentración del producto 50051

Índice	C_p	C_{pk}	K
Valor	0,70	0,37	47 %

Como se menciono anteriormente el índice *K* que indica que el proceso está descentrado, de manera complementaria al comparar, en la figura 20, el comportamiento de los datos con las especificaciones se detectan 4 datos que las incumplen, de esta forma se confirma que la inestabilidad del proceso y el descentramiento asegurado por el índice $K = 47\ \%$ tienen significativa influencia en la capacidad del proceso para satisfacer los requerimientos de especificados para la concentración del producto.

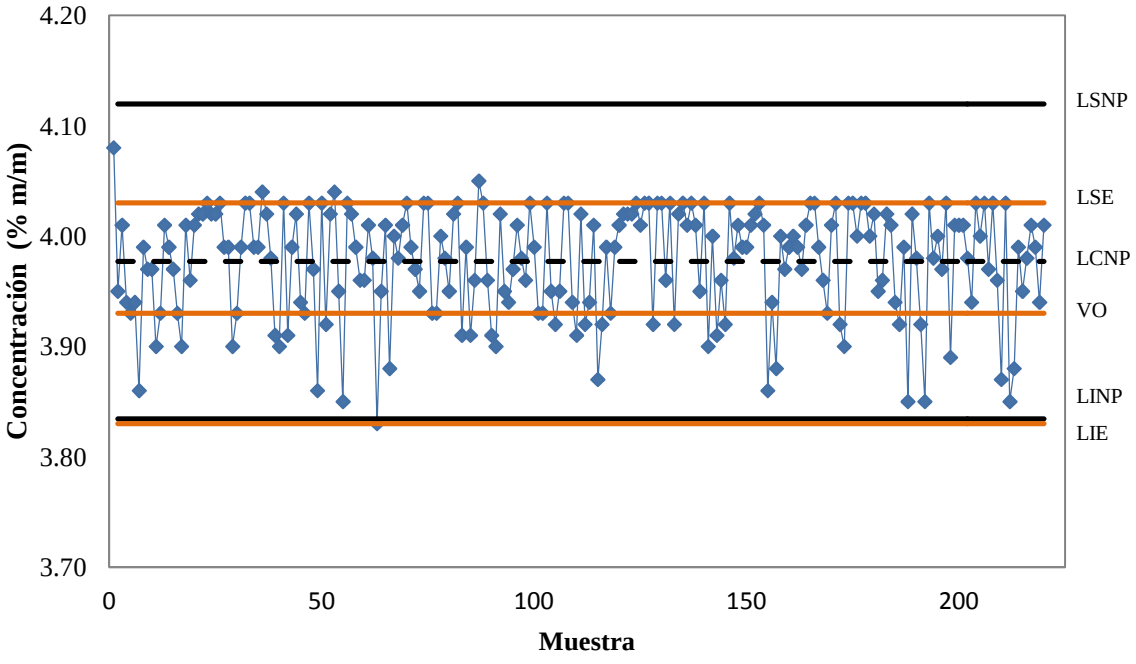


Figura 20. Serie de tiempo para la variable concentración del cloro burbuja 50051.

4.2. Cloro Burbuja tipo 50128

Para la variable concentración del producto 50128 el análisis se lleva a cabo para valores individuales, provenientes de las muestras tomadas durante la dilución del producto para asegurar la conformidad de dicha cualidad del cloro burbuja.

A partir de estos datos se obtienen los estadísticos necesarios para el análisis de desempeño del proceso, presentados en adelante iniciando con el cuadro 18.

Cuadro 17. Estadísticos para la concentración del producto 50128

Estadístico	Rango móvil medio	Desviación estándar del proceso	Promedio
Valor	0,09 % m/m	0,08 % m/m	4,01 % m/m

Al estimar la normalidad de la distribución de los datos ordenados, mediante el método gráfico donde se presenta la distribución de los datos ordenados contra la función de distribución normal estándar inversa (Z), mostrado en la figura 20, se observa que los datos tienden a una línea recta según el modelo matemático; $Concentración = 0{,}13Z + 4{,}01$ con un coeficiente de correlación $r = 0{,}93$, obtenido a partir de la regresión lineal de los dados. Estos resultados muestran que el intercepto es aproximadamente igual al promedio, comportamiento esperado en datos que se aproximan a una distribución normal. La diferencia encontrada entre la pendiente y la desviación estándar sugiere que existen datos fuera de lo común dentro de la población de estudio, probablemente corresponden a los mostrados en el sector superior derecho de la figura 20, por lo cual es de esperarse que los mismos correspondan a causas asignables en los gráficos de seguimiento y monitoreo del proceso .

Posterior al análisis estimado de la normalidad de los datos, se continúa de manera habitual con el cálculo de los límites naturales del proceso y la construcción de los gráficos de seguimiento y monitoreo requeridos para el análisis de desempeño del proceso. El cuadro 19 presenta los resultados obtenidos.

Cuadro 18. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la concentración del producto 50128.

	LSNP	LCNP	LINP
Concentración	4,26 % m/m	4,01 % m/m	3,76 % m/m
Rango	0,31 % m/m	0,15 % m/m	0,00 % m/m

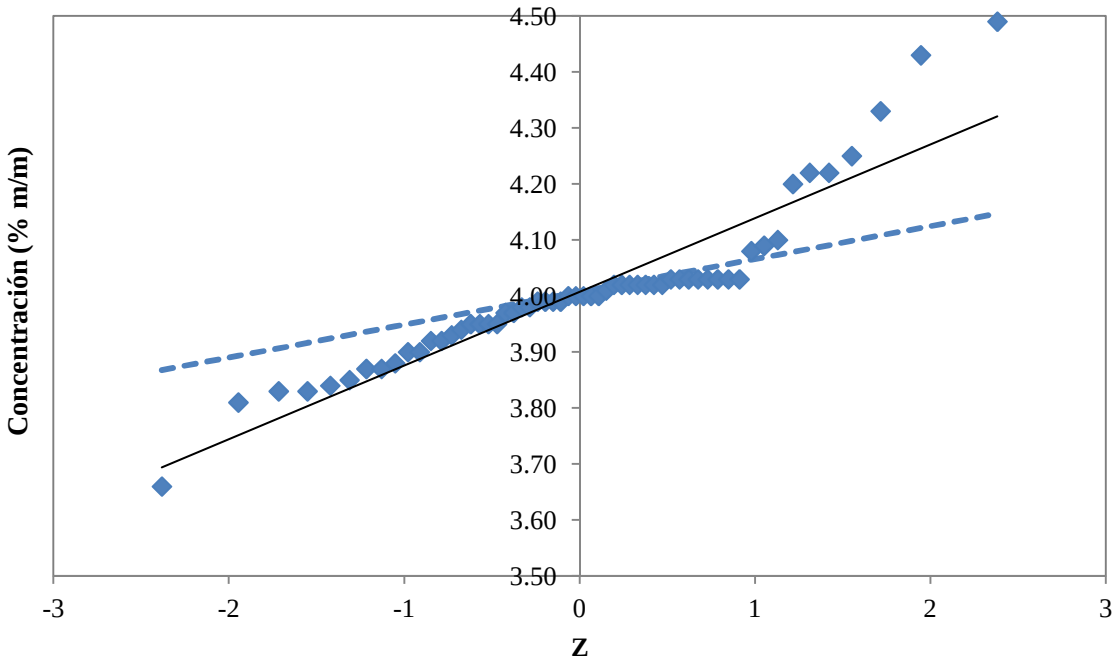


Figura 21. Análisis de normalidad para datos de concentración del cloro burbuja 50128.

Y la figura 22 expone los gráficos de seguimiento y monitoreo del proceso para la variable concentración del producto 50128, a los cuales se aplica el análisis de comportamiento de los datos con el fin de identificar si existen tendencias o patrones no aleatorios en ellos, para establecer si el proceso se encuentra fuera de control o si es estadísticamente estable, así como para identificar las posibles causas de dichos comportamientos.

a. ***En el gráfico del Rango se encuentran:***

· 5 puntos sobrepasan los límites de control: situación que debido a su baja probabilidad de ocurrencia indica que el sistema está fuera de control,

- 12 puntos que se ajustan al criterio de 4 de 5 puntos consecutivos en la zona de aviso $\pm 2\sigma$ o más allá,
- 27 correspondientes a tres series de 9 puntos consecutivos están por debajo de la línea central, esto sugiere que el sistema experimentó algún cambio significativo,

b. ***Para el gráfico de Concentración se detectan:***

- 4 puntos más allá de los límites de control indicativo suficiente de que el proceso se encuentra fuera de control estadístico,
- 4 de 5 puntos consecutivos en la zona de aviso $\pm 2\sigma$ o más allá,
- 8 puntos en línea ascendente, lo que corresponde a una tendencia no aleatoria,
- 26 puntos conformes al criterio de que 2 de 3 puntos consecutivos en la zona de control, $\pm 1\sigma$; debido a la baja probabilidad de que esto ocurra y la alta recurrencia observada se alerta que el sistema no se encuentra bajo control estadístico,
- 15 puntos consecutivos en la zona de control: esto suele indicar que hubo una mejora de la precisión y una menor desviación estándar asociada, durante ese período, quizás debido a un aumento en la rigurosidad de la persona encargada del área o bien a rotación del personal.

Como resultado de los puntos especiales identificados en el gráfico de seguimiento y monitoreo se determina el índice de inestabilidad, y se obtiene un $S_T = 98{,}3\,\%$, valor confirma que el proceso tiene una muy alta inestabilidad.

Dentro de las posibles causas que contribuyen a la variabilidad e inestabilidad del proceso están la presencia de programas de mantenimiento o calibración de los equipos, desgaste de las herramientas, cambios estacionales principalmente al final del período estudiado donde se evidencia que hubo un cambio significativo en el sistema generando un aumento en la variabilidad de los datos y un corrimiento del valor central del proceso, situación que coincide con cambios en la calidad de las materias primas requeridas para la elaboración del producto.

Para analizar la capacidad del proceso, se recurre a la serie de tiempo de los datos y los índices de capacidad. Para este producto el C_p es mayor al C_{pk}, es decir, que la capacidad real del proceso es mucho menor a la capacidad potencial del mismo; y a su vez apunta a que el proceso se encuentra muy descentrado, supuesto que se confirma con el índice de centrado K.

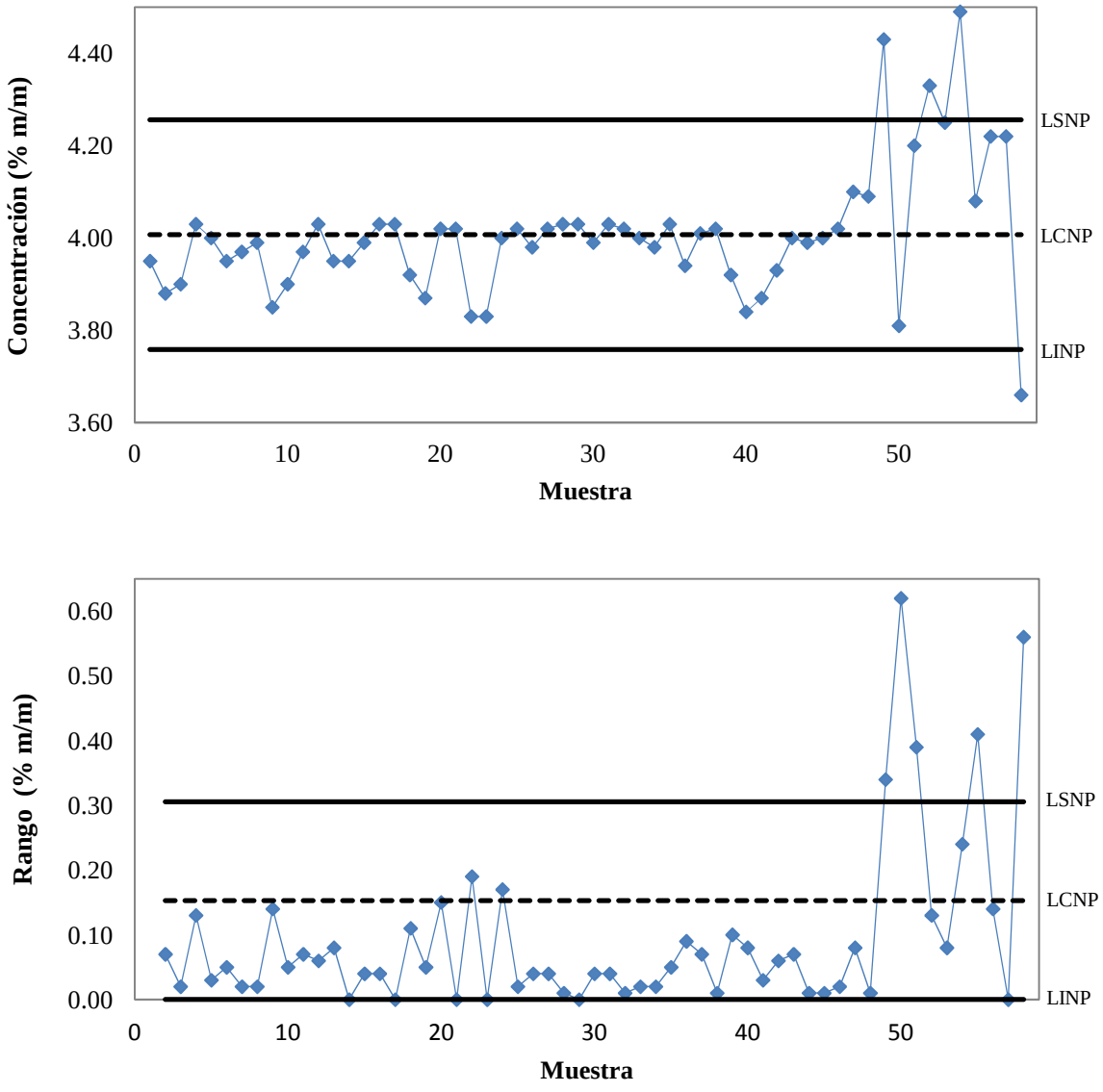


Figura 22. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de concentración del cloro burbuja 50128.

Cuadro 19. Índices de capacidad y centrado del proceso para la concentración del producto 50128

Índice	C_p	C_{pk}	K
Valor	0,40	0,09	77%

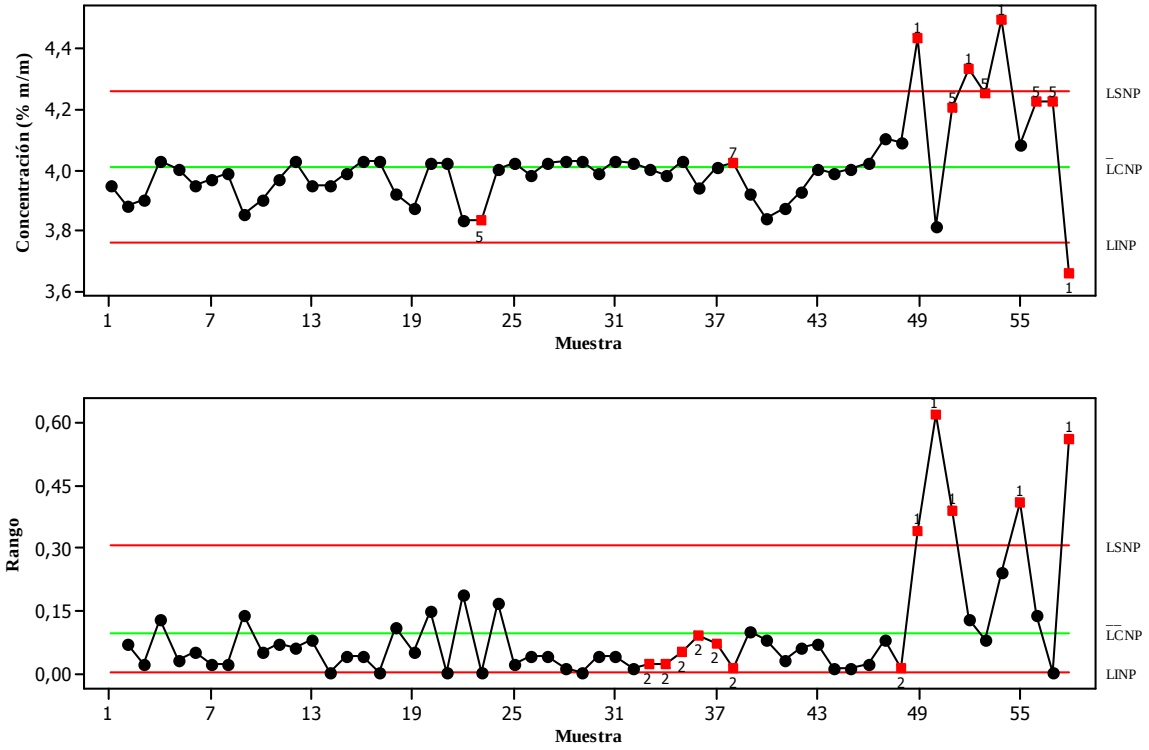


Figura 23. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la concentración del producto 50128.

Por otro lado el $C_p < 0{,}67$ ubicando al proceso dentro en la categoría 3, es decir, lo cataloga como un proceso inadecuado para el trabajo y que requiere de un análisis y modificaciones profundas para alcanzar calidad satisfactoria.

El índice *K* evidencia que el proceso está muy descentrado, en la figura 24, el comportamiento de los datos se divide en dos sectores, las primeras muestras se segregan por debajo del promedio y los últimos 12 se ubican principalmente por encima del valor promedio, sin embargo con respecto a las especificaciones el grueso de los datos se

encuentra por encima del valor objetivo y la diferencia principal entre los sectores mencionados anteriormente corresponde al evidente aumento en la variabilidad mostrado por los últimos doce valores, situación que contribuye significativamente a la incapacidad del proceso para satisfacer los requerimientos para la concentración establecidos a través de las especificaciones del producto.

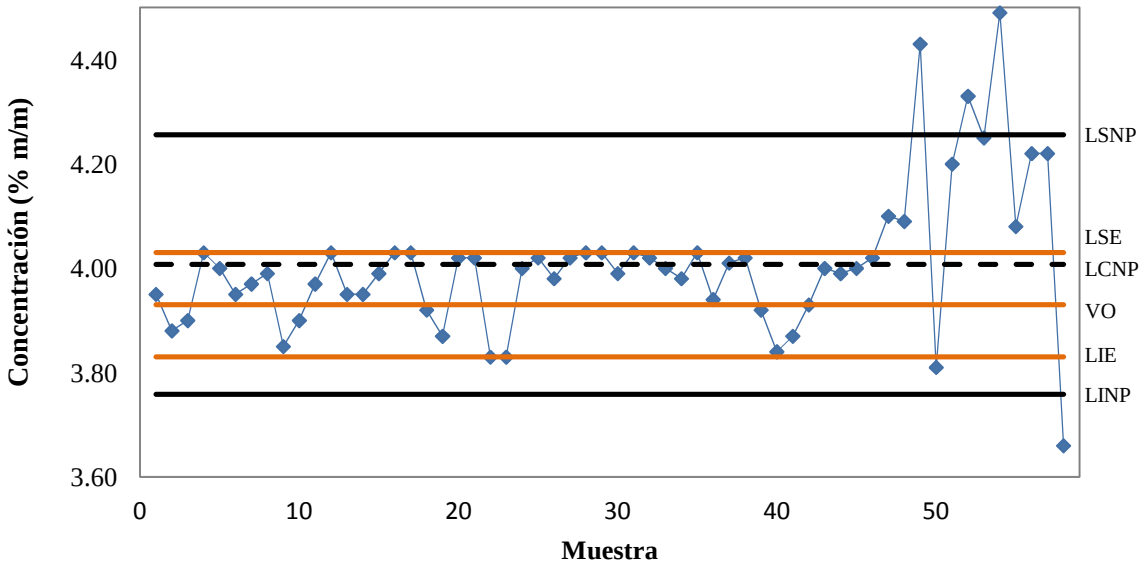


Figura 24. Serie de tiempo para la variable concentración del cloro burbuja 50128.

4.3. Cloro Burbuja tipo 50483

Para el producto 50483 el análisis se lleva a cabo de la misma manera que para sus antecesores, es decir, para valores individuales obtenidos del muestreo de la dilución del producto, a su vez esos valores son utilizados para el cálculo de los estadísticos clave para el análisis de desempeño del proceso, para mayor detalle véase el cuadro 21.

Cuadro 20. Estadísticos para la concentración del producto 50483

Estadístico	Rango móvil medio	Desviación estándar del proceso	Promedio
Valor	0,07 % m/m	0,06 % m/m	4,45 % m/m

En cuanto a la normalidad de los datos, la figura 25 presenta la distribución de los datos ordenados contra la función de distribución normal estándar inversa (Z), y el modelo matemático obtenido a partir de la regresión lineal de los dados es $Concentración = 0{,}06Z + 4{,}45$, con un coeficiente de correlación $r = 0{,}97$. Resultados que muestran como el intercepto y la pendiente son aproximadamente iguales al promedio y la desviación estándar del proceso, indicando que los datos tienden a ajustarse a una línea recta y que cumplen el comportamiento esperado: se aproximan a una distribución normal.

Una vez comprobado que los datos tienen un comportamiento aproximadamente normal, se determinan los límites naturales del proceso, se construyen los gráficos de seguimiento y monitoreo para la variable concentración del cloro burbuja tipo 50483 y se calculan los índices de capacidad y centrado del proceso. Todos estos puntos serán desarrollados con mayor detalle a lo largo del presente capítulo.

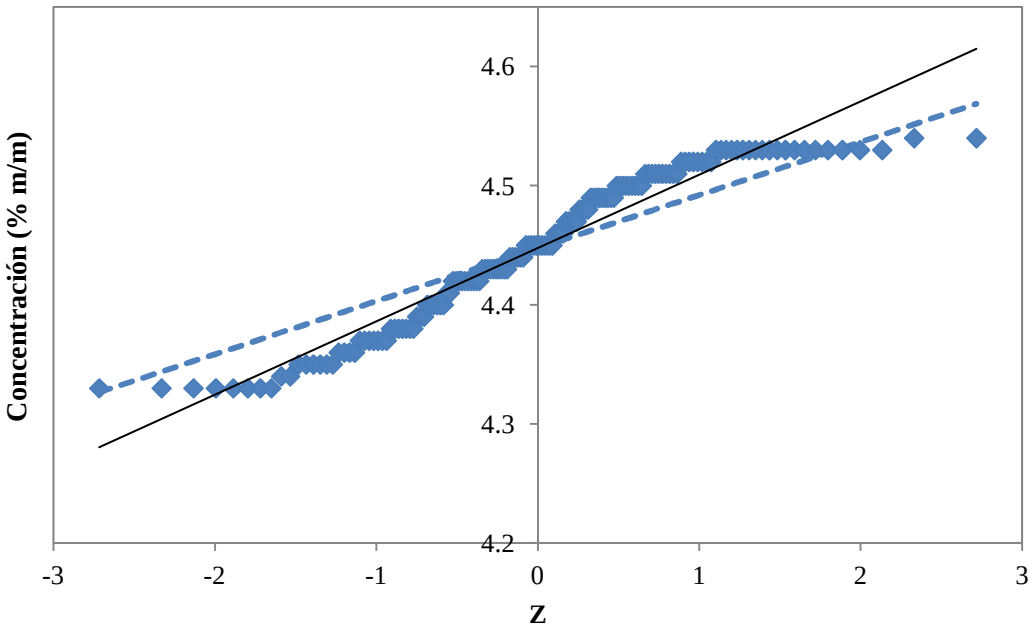


Figura 25. Análisis de normalidad para datos de concentración del cloro burbuja 50483.

El cuadro 22 presenta los resultados del cálculo de los límites naturales del proceso, que a su vez dan origen a los gráficos de seguimiento y monitoreo requeridos para el análisis de desempeño del proceso.

Cuadro 21. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento de la concentración del producto 50128.

	LSNP	LCNP	LINP
Concentración	4,64 % m/m	4,45 % m/m	4,26 % m/m
Rango	0,23 % m/m	0,12 % m/m	0,00 % m/m

El análisis de comportamiento de los datos de concentración del producto 50483, mostrados en la figura 26, expone la existencia de las siguientes tendencias y patrones no aleatorios:

a. ***En el gráfico del Rango:***

- 24 puntos acordes al criterio de que 2 de 3 puntos consecutivos en la zona de control, $\pm 1\sigma$; cuya baja probabilidad de ocurrencia alerta que el sistema no se encuentra bajo control estadístico,
- 10 puntos consecutivos en línea descendente: se considera que el sistema sigue una tendencia no aleatoria.

b. ***En el gráfico de Concentración:***

- 52 puntos conformes al criterio de que 2 de 3 puntos consecutivos en la zona de control, $\pm 1\sigma$; debido a la baja probabilidad de que esto ocurra y la alta recurrencia observada se alerta que el sistema no se encuentra bajo control estadístico,
- 9 puntos consecutivos por encima de la línea central: situación considerada como un desplazamiento del promedio debido generalmente a un cambio significativo en el sistema.

A partir de los puntos especiales identificados en el gráfico de seguimiento y monitoreo se obtiene el índice de inestabilidad, con un valor de $S_T = 33{,}6\ \%$, resultado que señala una alta inestabilidad en el proceso.

Como posibles causas de la variabilidad e inestabilidad del proceso están la rotación del personal y las diferencias en la precisión y exactitud de los formuladores para alcanzar la concentración de la dilución del producto, las diferencias en las condiciones de producción

o análisis del granel que puede generar degradación del producto, el sobre control de parte del personal de aseguramiento de la calidad y de la línea genera la concentración de los datos alrededor del LCNP y la presencia de tendencias en el proceso.

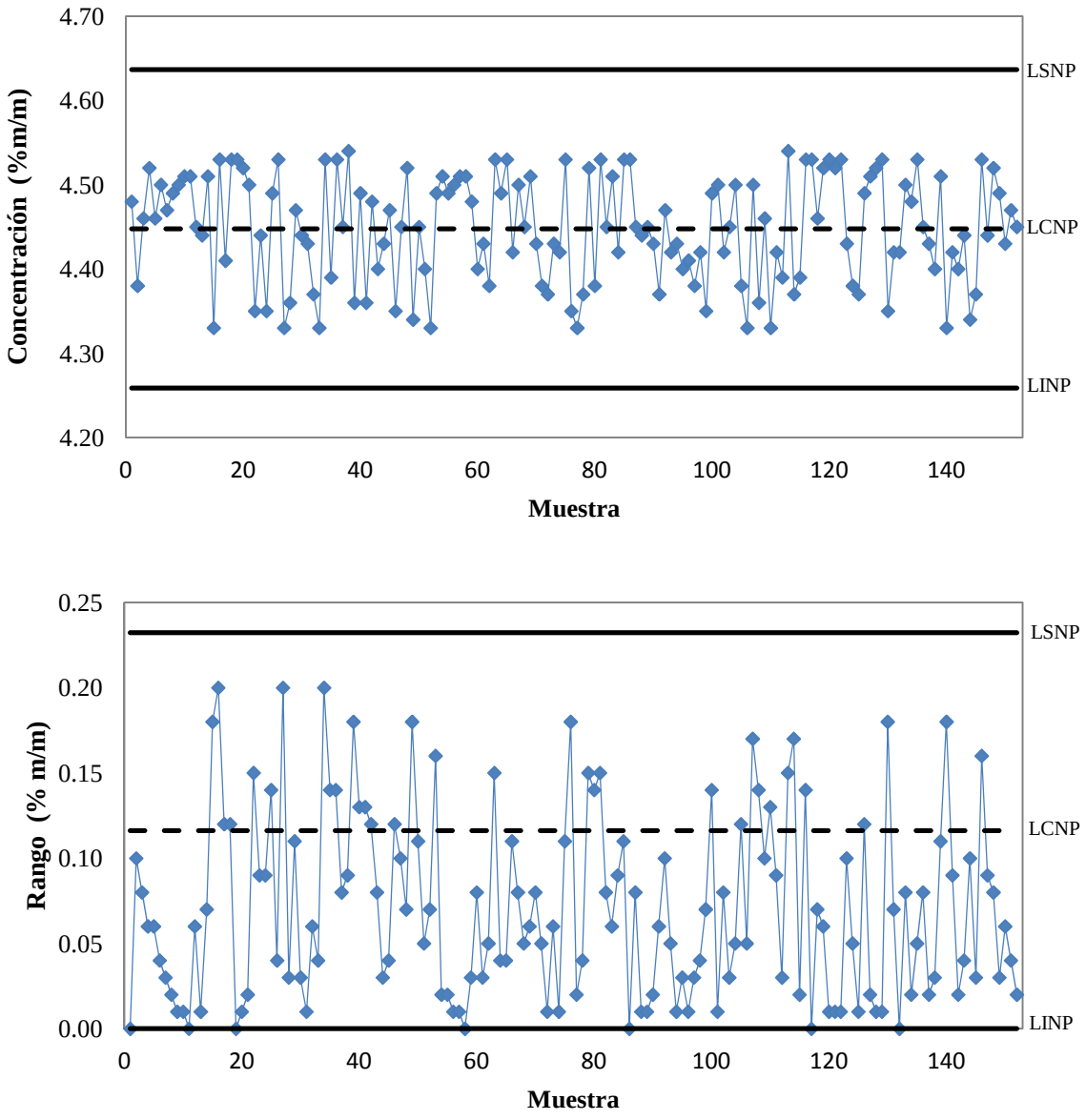


Figura 26. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de concentración del cloro burbuja 50483.

Al analizar la capacidad del proceso se observa que existe una diferencia entre el C_p y el C_{pk}, esto indica que la capacidad real del proceso es menor a la capacidad potencial del

mismo, debido al descentramiento del proceso, sin embargo, el valor obtenido para el índice de centrado del proceso es $K \leq 20$ %, esta condición se considera aceptable.

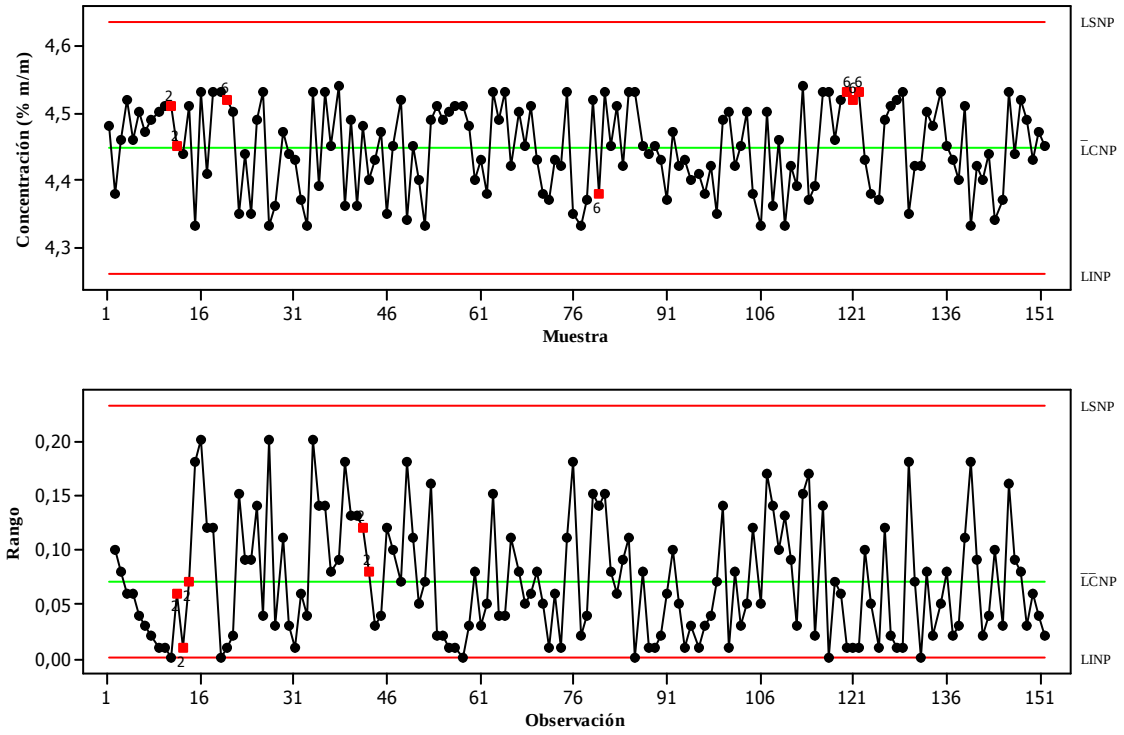


Figura 27. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para la concentración del producto 50483.

Por lo cual la incapacidad del proceso para cumplir las especificaciones, señalada por $C_p < 0{,}67$ se debe principalmente a la presencia de causas asignables de variabilidad en el sistema, que lo hacen un proceso inadecuado para el trabajo y que requiere de un análisis y modificaciones profundas para alcanzar calidad satisfactoria.

Cuadro 22. Índices de capacidad y centrado del proceso para la concentración del producto 50483

Índice	C_p	C_{pk}	K
Valor	0,53	0,44	17 %

En la figura 28, el comportamiento de los datos confirma que la variabilidad de los datos contribuye significativamente a la incapacidad del proceso para satisfacer los

requerimientos para la concentración establecidos a través de las especificaciones del producto, debido a que se utiliza todo el ancho de la banda de especificación, si bien no se observan puntos por fuera de los límites cualquier desplazamiento del sistema o bien un aumento en la variación de este, generaría producto fuera de especificación, sobretodo dado que el ancho de variación establecido por los límites naturales es mayor que el provisto por las especificaciones, por lo que se recomienda que parte del análisis requerido para el proceso se desarrolle en torno a la revisión de las especificaciones y definir si se requiere modificarlas.

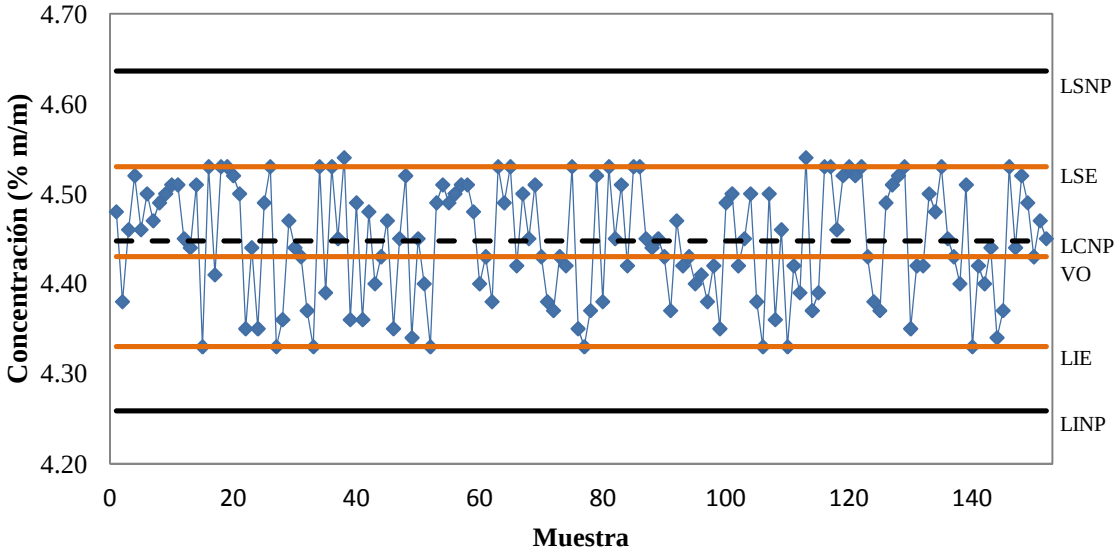


Figura 28. Serie de tiempo para la variable concentración del cloro burbuja 50483.

De manera general se presentan en el cuadro 24 y la figura 29 el resumen de resultados para el análisis de desempeño del proceso para la variable y de las posibles causas asignables de variación identificadas para la variable concentración.

Cuadro 23. Resumen de resultados para análisis de desempeño del proceso para concentración.

Producto	VO (% m/m)	Media (% m/m)	$\sigma_{proceso}$ (% m/m)	C_{pk}	K (%)	S_t (%)
50051	3,93	3,98	0,05	0,37	47	50,4
50128	3,93	4,01	0,08	0,09	77	98,3
50483	4,43	4,45	0,06	0,44	17	33,6

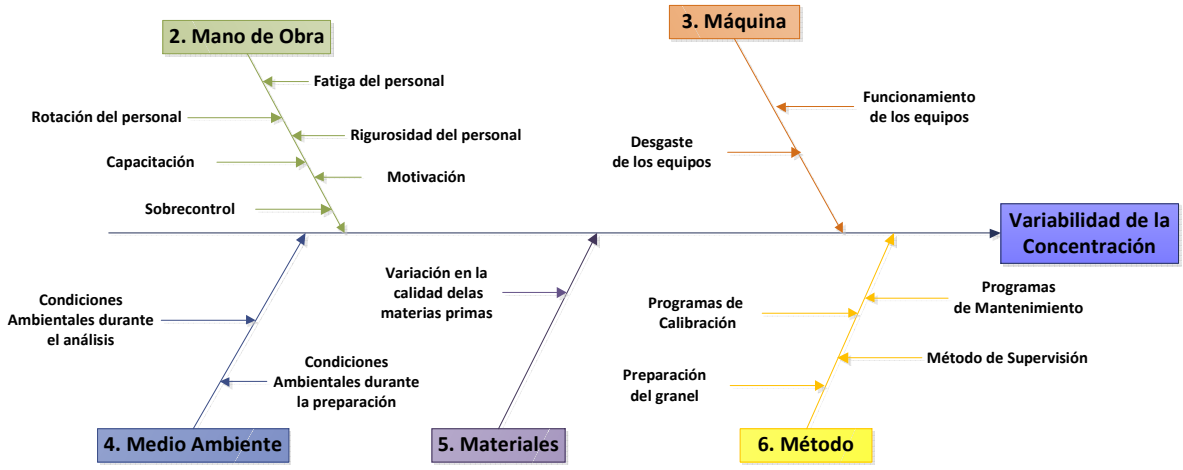


Figura 29. Resumen de posibles causas de variación para la variable concentración.

Conclusiones y recomendaciones

Cloro burbuja tipo 50051

- El índice de capacidad del proceso es 0,70
- El proceso no es adecuado para el trabajo sino que es necesario realizar un análisis del proceso y modificaciones para lograr calidad satisfactoria
- El proceso es altamente inestable, se obtiene un $S_t = 50{,}4\ \%$.
- Se recomienda investigar a profundidad las causas de la baja capacidad del proceso, mostradas en el análisis de desempeño del proceso y el diagrama de Ishikawa para definir la significancia de cada una y tomar acciones correctivas.
- Se recomienda el uso de herramientas estadísticas para el monitoreo y seguimiento del proceso de dilución, que posibiliten detectar y registrar la aparición de causas asignables, así como las condiciones en que éstas ocurren.

Cloro burbuja tipo 50128

- El índice de capacidad del proceso es 0,40.
- El proceso no tiene capacidad de operar bajo las especificaciones del producto
- El proceso muestra inestabilidad extrema, $S_t = 98{,}3\ \%$.

- Se requieren modificaciones serias en el sistema para alcanzar calidad satisfactoria.
- Se recomienda realizar un análisis profundo y exhaustivo del proceso para identificar el impacto de cada una de las causas de variabilidad sospechadas durante el análisis de desempeño del proceso.
- Se insta al uso de herramientas de seguimiento y monitoreo del proceso por parte del área de formulación de manera que sea posible la identificación de causas especiales de inestabilidad y su correspondiente registro.
- Se aconseja realizar esfuerzos para centrar el proceso únicamente después de identificar y atacar las causas asignables de variación.

Cloro burbuja tipo 50483

- El índice de capacidad del proceso es 0,53.
- El proceso es incapaz de operar bajo las especificaciones establecidas.
- El proceso está aceptablemente centrado, se obtiene $K = 17\ \%$.
- El proceso es inestable, $S_t = 33{,}6\ \%$.
- Se recomienda implementar el seguimiento y monitoreo del proceso en la etapa de dilución, mediante el uso de series de tiempo u otra herramienta estadística conveniente para identificar y registrar la presencia de causas especiales de inestabilidad y puedan tomarse acciones oportunamente.
- Se sugiere analizar la distribución de los datos de manera estratificada para comparar los resultados con las posibles causas señaladas en el análisis de desempeño e identificar el impacto en la variable de salida, de cada una de ellas y cuáles son las acciones requeridas para alcanzar calidad satisfactoria.

Capítulo V. Contenido Neto

El seguimiento del contenido neto en productos preempacados, es decir en aquellos que son empacados y cerrados antes de ponerse a disposición de los compradores y que la cantidad de producto contenido no puede variar sin que el mismo sea abierto o alterado de manera perceptible; busca garantizar al comprador que la cantidad especificada en la etiqueta es efectivamente el que está recibiendo, dentro de ciertos límites preestablecidos de acuerdo al producto y al tipo de embalaje. Así mismo, ésta cualidad es regulada en Costa Rica por el Ministerio de Economía, Industria y Comercio, y amparada en la legislación internacional. (LACOMET, 2012)

5.1. Cloro Burbuja tipo 24501

El primer caso estudiado corresponde al cloro burbuja 24501, que es el de mayor producción dentro del alcance del proyecto. El muestreo se lleva a cabo con subgrupos racionales de cinco unidades y a través de ésta información se obtienen los estadísticos clave para el análisis de proceso.

Cuadro 24. Estadísticos para el contenido neto del producto 24501

Estadístico	Rango Medio	Desviación estándar del proceso	Gran Promedio
Valor	5,1 g	2,2 g	362,8 g

Se aplica un análisis estimado de la normalidad de distribución de los datos ordenados. En la figura 30, se presenta la distribución de los datos ordenados contra la función de distribución normal estándar inversa (Z).

Se observa que los datos presentan una distribución normal ya que los datos se ajustan a una línea recta. La regresión lineal de los datos arroja el modelo matemático $Contenido\ Neto = 1{,}709Z + 362{,}7$ con un coeficiente de correlación $r = 0{,}97$, a su vez la pendiente y el intercepto son aproximadamente iguales a la desviación estándar y el

promedio, correspondientemente. Con lo que se concluye que los datos muestran un comportamiento aproximadamente normal.

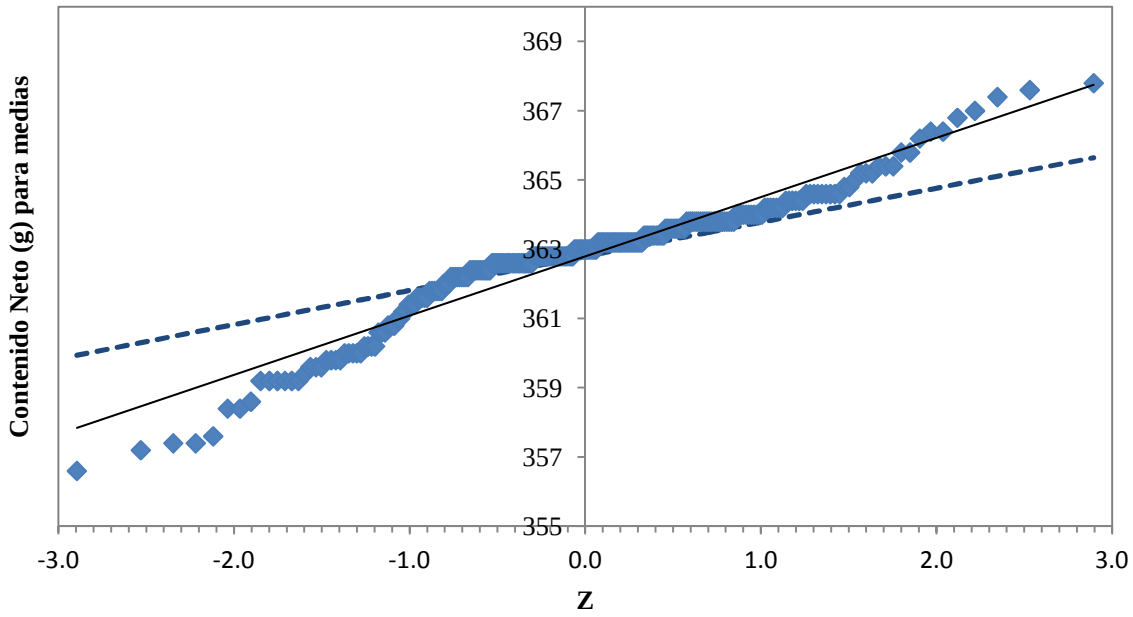


Figura 30. Análisis de normalidad para datos de contenido neto del cloro burbuja 24501.

Se determinan los límites naturales del proceso mostrados en el cuadro 26. Para posteriormente establecer gráficos de control e iniciar con el análisis de desempeño del proceso.

Cuadro 25. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento del contenido neto del producto 24501.

	LSNP	LCNP	LINP
Contenido Neto Promedio	369,4 g	362,8 g	356,2 g
Rango Medio	10,83 g	5,42 g	0,0 g

Al analizar la existencia de patrones en los datos mostrados en la figura 31, con el fin de determinar si el proceso se encuentra fuera de control o si es estadísticamente estable. Se detectan las siguientes condiciones:

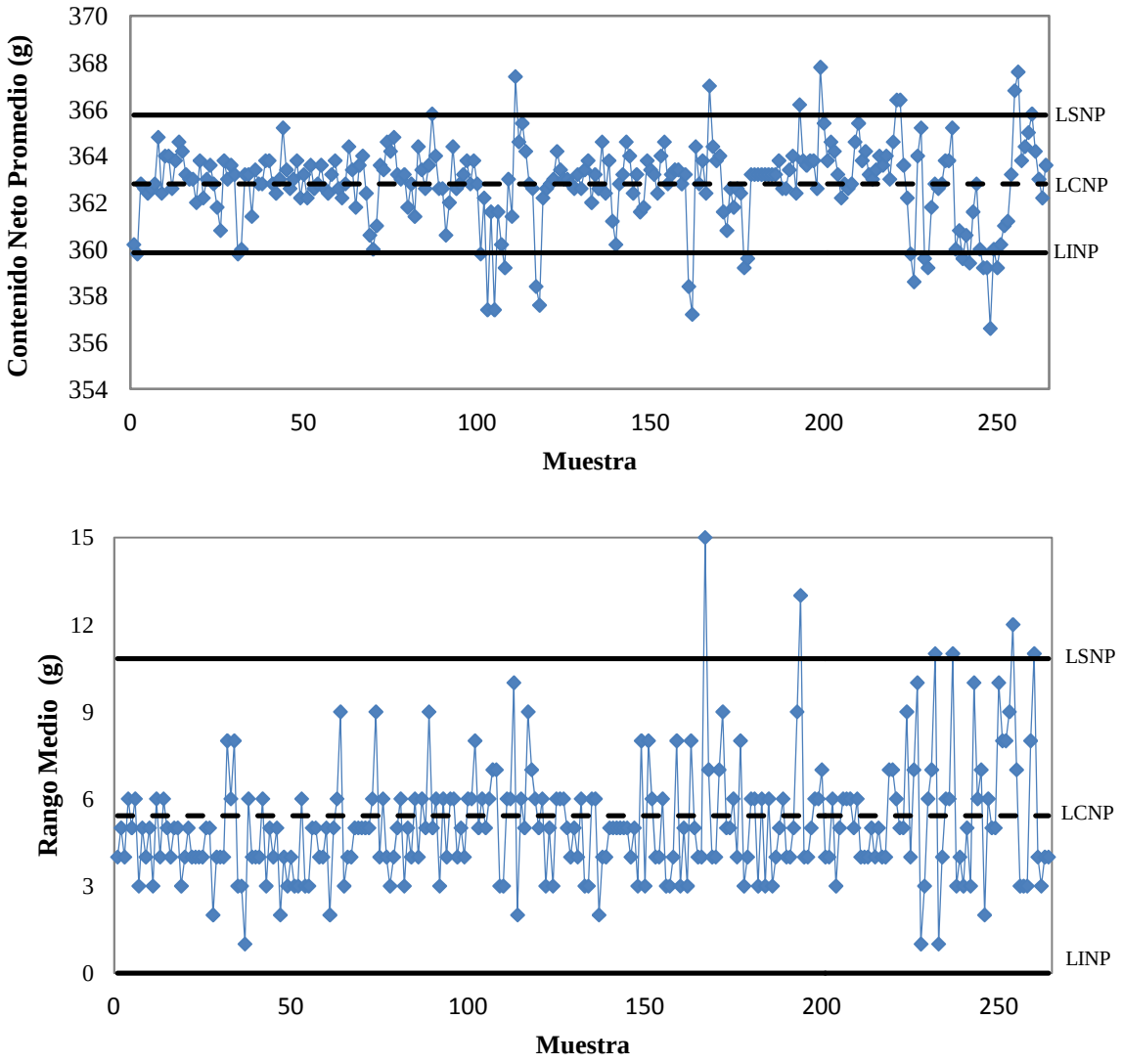


Figura 31. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de contenido neto del cloro burbuja 24501.

a. En el gráfico del Rango Promedio se detectan:

- 6 puntos fuera de los límites de control, que debido a la baja probabilidad de ocurrencia son indicativos de que el sistema fuera de control estadístico,
- 124 puntos acorde a que 2 de 3 puntos consecutivos aparecen en la zona de control $\pm 2\sigma$: como en el caso anterior, la probabilidad de que esto suceda es muy baja por lo que son indicadores de que el proceso no es estadísticamente estable,

- 28 puntos en dos series de 14 puntos consecutivos alternando arriba o abajo; esto se considera un fenómeno cíclico o series temporales, que a su vez son patrones no aleatorios,
- 10 datos consecutivos a un lado de la línea central, revela que durante este período el sistema tuvo un cambio significativo.

b. Para el gráfico del Contenido Neto Promedio se identifican:

- 26 puntos más allá de la zona de control: la probabilidad de que pase esto es suficientemente baja como para concluir que el sistema está fuera de control,
- 70 puntos acorde a que 2 de 3 puntos consecutivos aparecen en la zona de control $\pm 2\sigma$: nuevamente la baja probabilidad de que esta situación se dé es la evidencia de la inestabilidad del proceso,
- 28 puntos provenientes de tres series de al menos 9 puntos consecutivos a un lado de la línea central (ya sea por encima de ella por debajo); esto evidencia desplazamientos del promedio o del valor central, en general producidos por cambios significativos en el sistema,
- 18 puntos en la zona entre una y dos desviaciones estándar del proceso, once de ellos por encima y siete en la zona debajo de la media.

Con la información anterior se determina el índice de inestabilidad $S_T = 53{,}8\ \%$, por lo que se concluye que el proceso tiene alta inestabilidad.

Algunas de las posibles causas que contribuyen a la variabilidad e inestabilidad del proceso son: la variabilidad de las condiciones ambientales principalmente de la temperatura que a su vez genera variaciones en la densidad del líquido y puede provocar variación en el peso de la unidad final. La rotación de personal en el área de trabajo introduce diferentes niveles de rigurosidad en la toma de decisiones frente a variaciones en el sistema o bien en la habilidad de control del proceso, generando zonas de estratificación y zonas de mayor variabilidad, la presencia de programas de mantenimiento autónomo y preventivo durante el periodo de estudio lo que genera la presencia de ciclos a nivel macro, también es posible

mencionar las variaciones en el tiempo de dosificación y la presión de la válvula dosificadora.

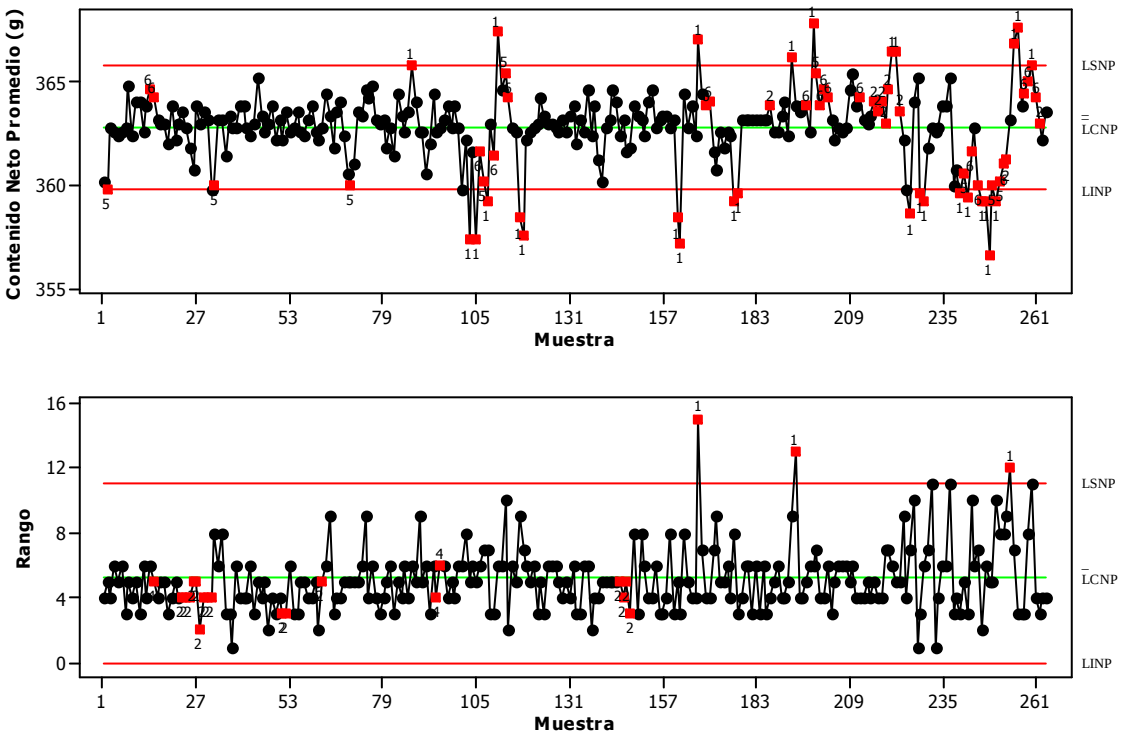


Figura 32. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para el contenido neto del producto 24501.

Para analizar la capacidad del proceso, se utiliza la serie de tiempo de los datos y el índice de capacidad de éstos. Es necesario recordar que el C_p se refiere a la capacidad potencial del proceso mientras que el C_{pk} representa la capacidad real del mismo. Como se observa en el cuadro 27 la capacidad real del proceso evidencia que éste no es adecuado para el trabajo, sino que se requiere analizar el proceso para determinar cuáles son las modificaciones requeridas como parte de la acción correctiva para alcanzar una calidad satisfactoria. Pese que ninguno de los datos estudiados se encuentra fuera de especificación, (ver figura 33) la inestabilidad del proceso, como producto de las frecuentes causas asignables de variabilidad, influye en la capacidad que tiene este para satisfacer los requerimientos del producto.

Cuadro 26. Índices de capacidad y centrado del proceso para el producto 24501

Índice	C_p	C_{pk}	K
Valor	0,98	0,79	86%

El índice *K* señala además que el proceso se encuentra muy descentrado, con tendencia a mantenerse por encima del valor nominal. Situación que puede ser provocada por un temor al incumplimiento del contenido neto del producto, al ser este de carácter legal, por lo que el personal operativo procure mantener el producto alejado del límite inferior. Sin embargo, este escenario contribuye fuertemente a que la capacidad del proceso para cumplir con las especificaciones establecidas sea baja. En consecuencia se recomienda enfocarse en las actividades de mejora de la calidad a la detección y eliminación de las causas asignables de variabilidad del proceso y sólo posterior a que el proceso sea estable, concentrar esfuerzos en el centrado del proceso, para asegurara la capacidad de cumplir con las especificaciones.

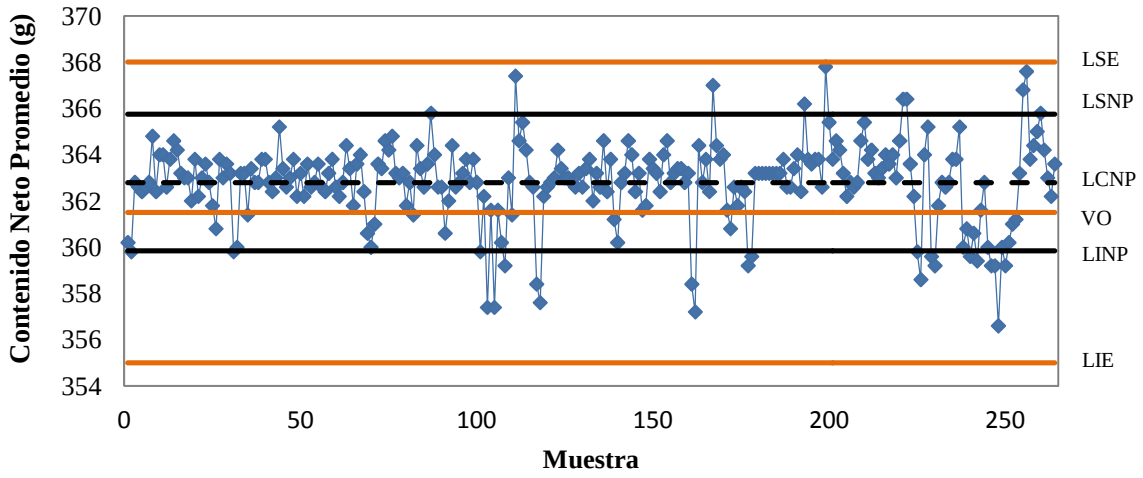


Figura 33. Serie de tiempo para la variable contenido neto del cloro burbuja 24501.

5.2. Cloro Burbuja 24801

Para el Cloro Burbuja 24801, y los productos siguientes, se mantienen las condiciones de muestreo y determinación de los estadísticos clave para el análisis de proceso expuestas para el 24501.

La figura 34 presenta la distribución de los datos ordenados contra la función de distribución normal estándar inversa (Z) para el análisis estimado de la normalidad de los datos para el producto 24801

Cuadro 27. Estadísticos para el contenido neto del producto 24801

Estadístico	Rango Medio	Desviación estándar del proceso	Gran Promedio
Valor	5,3 g	2,3 g	364,0 g

Se observa en los datos presentan un comportamiento aproximadamente normal, debido a que el modelo matemático obtenido a partir de la regresión lineal de los datos con un coeficiente de correlación $r = 0{,}94$, $Contenido\ Neto = 1{,}196Z + 363{,}9$; muestra que la pendiente y el intercepto son aproximadamente iguales a la desviación estándar y el promedio. Además se observan dos puntos particulares que se alejan significativamente de la tendencia lineal. No es de extrañarse si estos representan picos en los gráficos de seguimiento y monitoreo del proceso.

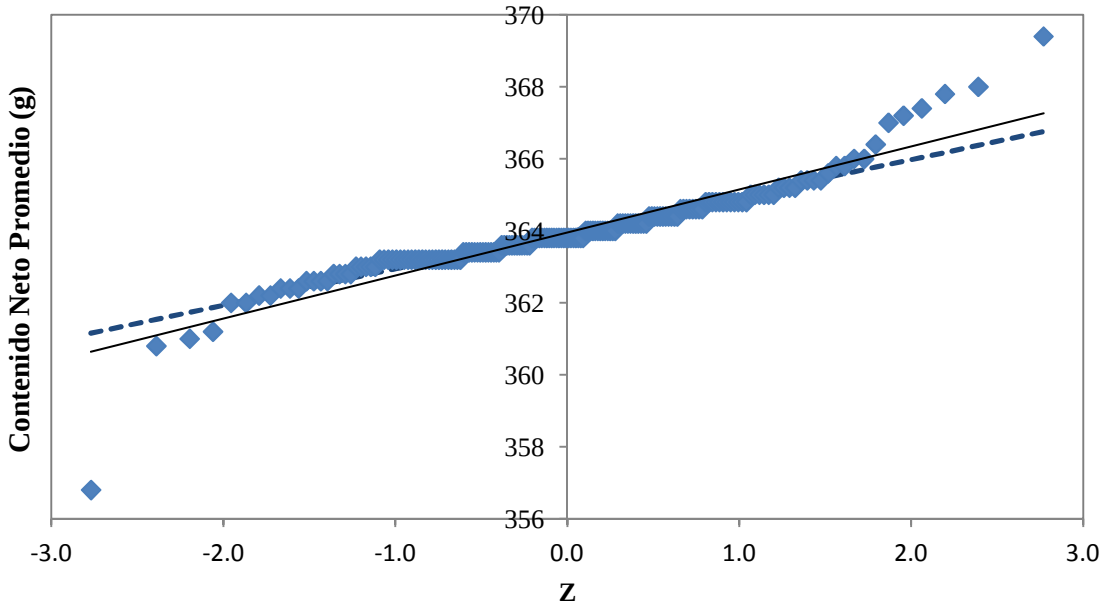


Figura 34. Análisis de normalidad para datos de contenido neto del cloro burbuja 24801.

Para evaluar la estabilidad del proceso se determinan los límites naturales del proceso mostrados en el cuadro 29. Y posteriormente se establecen los gráficos de seguimiento y monitoreo como preámbulo para el análisis de desempeño del proceso.

Cuadro 28. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento del contenido neto del producto 24801.

	LSNP	LCNP	LINP
Contenido Neto Promedio	370,7 g	364,0 g	357,2 g
Rango Promedio	11,1 g	5,6 g	0,0 g

Al examinar la existencia de patrones en los datos mostrados en la figura anterior, para determinar si el proceso se encuentra estadísticamente estable o no.

a. En el gráfico del Rango Promedio se identifica que:

- 2 puntos fuera de los límites de control, evidencia suficiente de que el sistema se encuentra fuera de control estadístico debido a la baja probabilidad de que esto suceda,
- 134 según la regla: 2 de 3 puntos consecutivos en la zona de control, al igual que en el punto anterior la probabilidad de que esto suceda muy baja (inferior al 0.0625%).

.

b. Para el gráfico del Contenido Neto Promedio se observan:

- 7 puntos fuera de los límites de control, esto evidencia que el sistema se encuentra fuera de control estadístico, puesto que la probabilidad de que esto suceda es sumamente baja,
- 112 cumplen la premisa: 2 de 3 puntos consecutivos en la zona de control, donde la probabilidad de que esto suceda es muy baja, por lo que indican inestabilidad en el sistema,
- 11 puntos consecutivos por debajo de la línea: sugiere un desplazamiento del promedio causado por un cambio significativo en el sistema,
- 16 puntos consecutivos alternando arriba o abajo: se considera un fenómeno cíclico o series temporales.

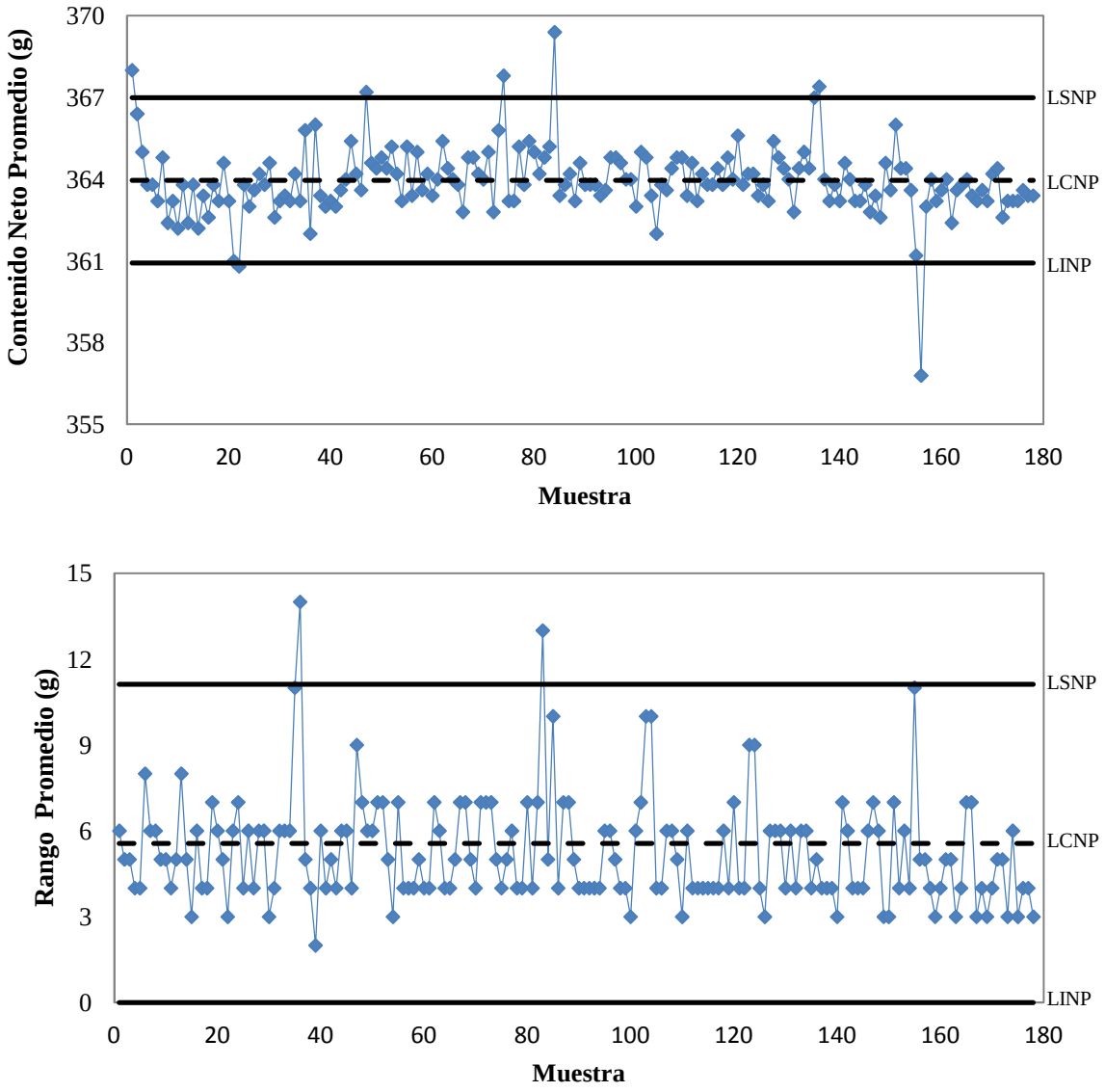


Figura 35. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de contenido neto del cloro burbuja 24801.

El índice de inestabilidad resultante de la información obtenida del análisis de estabilidad es $S_T = 82{,}0$ %, así se concluye que el proceso tiene alta inestabilidad.

Entre las posibles causas que contribuyen a la inestabilidad del proceso se destacan la posible incorrecta colocación de los límites de especificación del producto y el sobreajuste realizado por los operarios de la línea que producen la estratificación de los datos, además

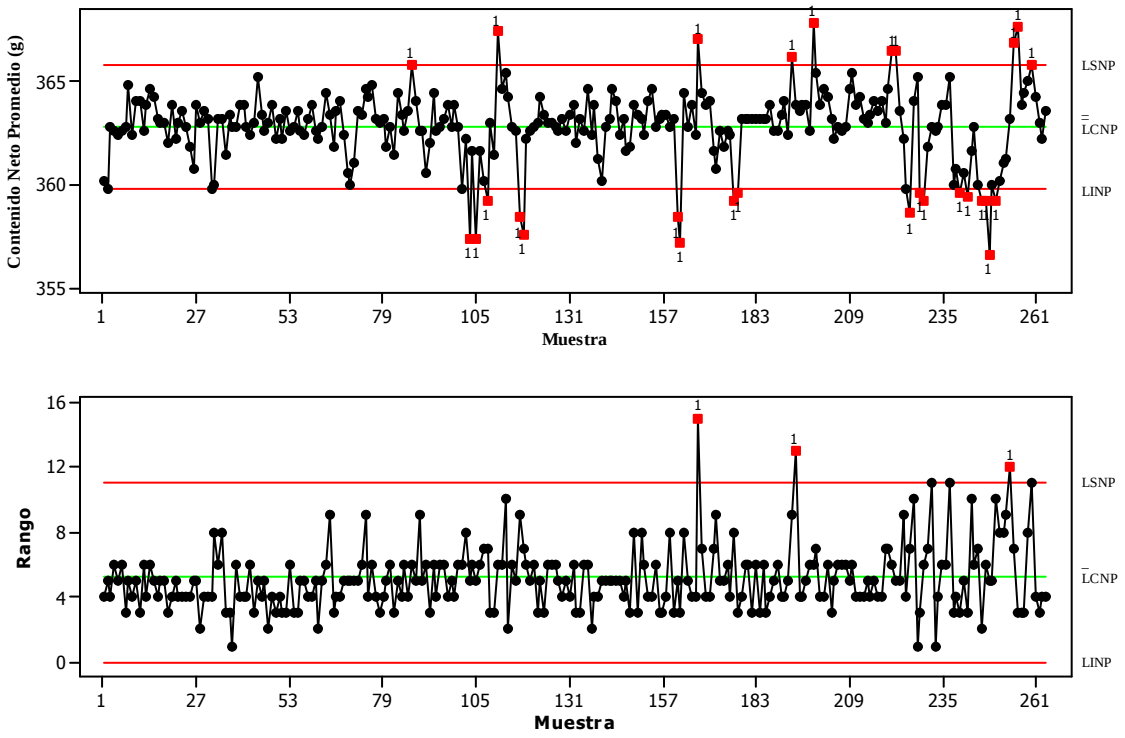


Figura 36. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para el producto 24801.

puede ser causada por cambios en el método de inspección y supervisión implementado por el Supervisor de la línea como respuesta a los resultados obtenidos en el indicador de desempeño del proceso para este producto, previo al periodo de estudio. Por otro lado se evidencia un desgaste en el proceso previo al mantenimiento autónomo lo que genera una serie de datos en línea descendente aunque no suficientes como para considerarse una tendencia, sin embargo, genera una muestra por fuera del límite de control, otras fuentes son la apertura de la válvula de la tubería de llenado, la presión de aire en la válvula de dosificación, el tiempo de respuesta del frenado de la bobina de material de empaque.

Como se observa en el cuadro 30, la capacidad real del proceso evidencia que se está frente a un proceso inadecuado para el trabajo que requiere de serias modificaciones, haciendo necesario un análisis exhaustivo para determinar las acciones correctivas precisas para alcanzar una calidad satisfactoria del producto en cuestión. Si bien la figura 37 muestra que al comparar el comportamiento de los datos con las especificaciones existe únicamente un punto por fuera de de éstas, la inestabilidad del proceso y su tendencia a sesgarse cerca del

límite inferior de especificación interviene en la capacidad de éste para satisfacer los requerimientos del producto.

Cuadro 29. Índices de capacidad y centrado del proceso para el producto 24801

Índice	C_p	C_{pk}	K
Valor	0,88	0,58	33 %

Asimismo el índice *K* confirma que el proceso se encuentra descentrado, situación que contribuye fuertemente a que la capacidad del proceso para cumplir con las especificaciones del producto sea baja.

La tendencia a mantenerse por debajo del valor objetivo mostrada en la figuras 36 y 37, debe corregirse una vez que las causas de variabilidad hayan sido detectadas y eliminadas, con el fin de mejorar la calidad, el cumplimiento de las especificaciones y evitar apelaciones legales. Por esta razón se remienda enfocarse en la revisión de las especificaciones con el fin de determinar si se requiere alguna modificación o estudio adicional, así como en la detección y eliminación de las causas asignables de variabilidad del proceso, para asegurar la capacidad de cumplir con las especificaciones y posteriormente centrar el proceso, si fuera necesario.

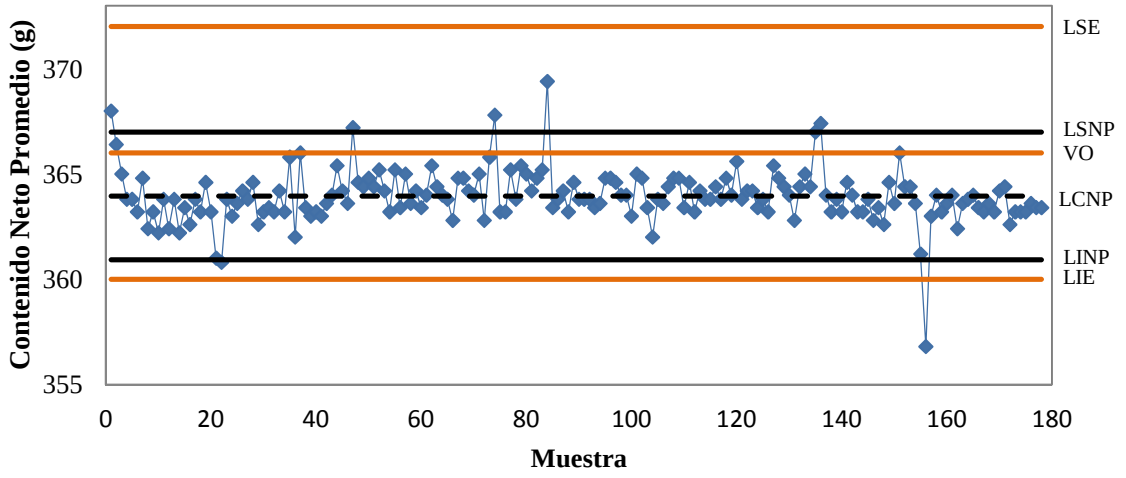


Figura 37. Serie de tiempo para la variable contenido neto del cloro burbuja 24801.

5.3. Cloro Burbuja 24511

El Cloro Burbuja 24511 y el 24803, están especificados con el doble del contenido neto del 24501 y 24801, correspondientemente, por lo que se desea conocer si el comportamiento y desempeño del proceso varía también en función de la presentación que se realice.

La representación gráfica de la distribución de los datos ordenados contra la función de distribución normal estándar inversa (Z) para el análisis estimado de la normalidad de los datos para el producto 24511 mostrada en la figura 38, apunta a que los datos presentan un comportamiento aproximadamente normal. En el modelo matemático obtenido a partir de la regresión lineal de los datos con un coeficiente de correlación $r = 0{,}94$, $Contenido\ Neto = 1{,}826Z + 840{,}9$; muestra que la pendiente y el intercepto son aproximadamente iguales a la desviación estándar y el promedio. Además se observan que los datos ubicados a la izquierda del gráfico se alejan significativamente de las líneas marcadas para representar la variabilidad natural del proceso entre muestras *"a"* y la variabilidad del proceso más la variabilidad operacional *"b"*, por lo que se vislumbra que para estos existen fuentes de variación fuera de las inherentes al proceso y su operación, y que a su vez representan picos en los gráficos de seguimiento y monitoreo del proceso.

Cuadro 30. Estadísticos para el contenido neto del producto 24511

Estadístico	Rango Medio	Desviación estándar del proceso	Gran Promedio
Valor	5,8 g	2,5 g	840,9 g

Para evaluar la estabilidad del proceso se determinan los límites naturales del proceso mostrados en el cuadro 32. Y posteriormente se establecen los gráficos de seguimiento y monitoreo como preámbulo para el análisis de desempeño del proceso.

Cuadro 31. Límites naturales para el gráfico de monitoreo y seguimiento del contenido neto del producto 24511.

	LSNP	LCNP	LINP
Contenido Neto Promedio	844,3 g	840,9 g	837,6 g
Rango Promedio	12,4 g	6,2 g	0,0 g

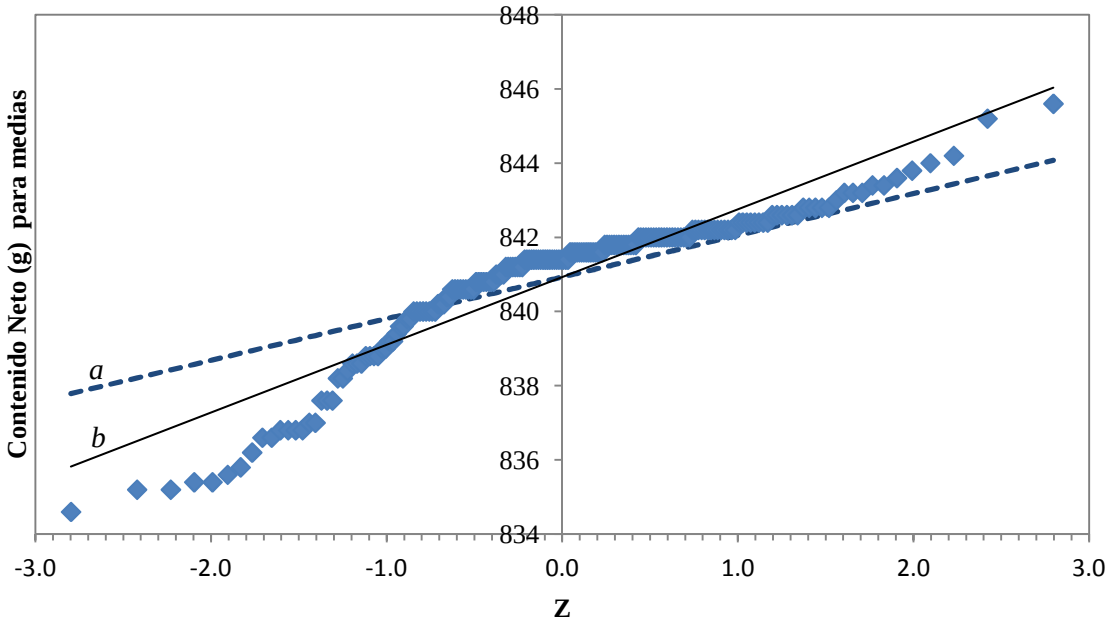


Figura 38. Análisis de normalidad para datos de contenido neto del cloro burbuja 24511.

Para determinar la existencia de patrones en los datos, y por ende la estabilidad estadística del proceso, se evalúa la secuencia cronológica de los datos mostrados en la figura 39, y se identifican los puntos especiales expuestos a continuación:

a. En el gráfico del Rango Promedio

- se hallan 9 puntos fuera de los límites naturales del proceso, esta es la indicación más simple de que el sistema se encuentra fuera de control estadístico,
- se observa que 58 puntos obedecen al patrón de que 2 de 3 puntos consecutivos aparecen en la zona de control, $\pm 1\sigma$,
- 42 puntos aparecen en tres grupos de al menos 9 puntos consecutivos a un lado de la línea central (ya sea por encima de ella por debajo),
- 16 puntos aparecen en grupos de 4 de 5 puntos consecutivos en la zona de aviso $\pm 2\sigma$ o más allá.

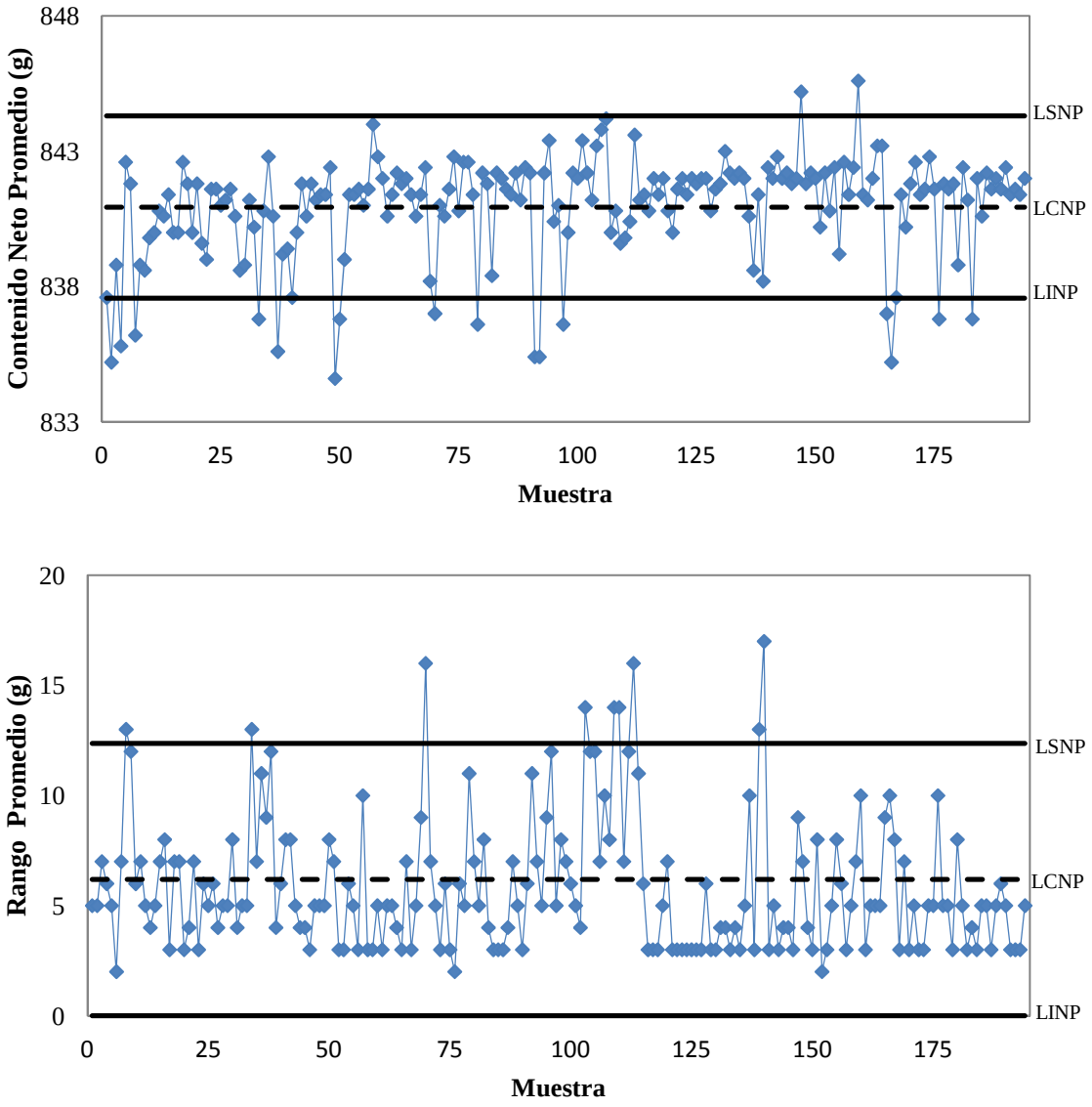


Figura 39. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de contenido neto del cloro burbuja 24511.

b. En el gráfico del Contenido Neto Promedio se aprecia que

- existen 18 puntos fuera de los límites naturales del proceso, dos que sobrepasan el límite superior y dieciséis se encuentran por debajo del límite inferior,
- se detectan 29 puntos, distribuidos en tres series: una de once datos y dos de nueve datos consecutivos por encima de la media,

- 74 puntos en grupos de 2 de 3 puntos consecutivos se ubican en la zona de control, esto se considera un patrón no aleatorio debido a la baja probabilidad de que se presente al menos una vez,
- hay 12 puntos comprendidos en dos series de 6 puntos consecutivos en línea ascendente, es decir que siguen una tendencia no aleatoria,
- Aparecen 18 puntos consecutivos en la zona de control: esto sugiere que en dicho período hubo una mejora de la precisión y una menor desviación estándar asociada.

El índice de inestabilidad resultante de la información obtenida anteriormente es $S_T = 64{,}4$ %, así se concluye que el proceso tiene alta inestabilidad.

Se consideran como posibles causas de la variabilidad e inestabilidad mostradas en los gráficos de seguimiento y monitoreo del contenido neto del producto la presencia de influencias estacionales como por ejemplo la presencia del Supervisor o del Analista de Calidad en procesos de auditoría de la línea, el desgaste de la válvula de dosificación, variaciones en el nivel del tanque de almacenamiento. Por otra parte se sospecha que los datos por debajo del límite mínimo coinciden con ciclos de reabastecimiento del tanque de almacenamiento o arranques del proceso, otras causas son el tiempo de dosificación la presión neumática de la válvula dosificadora y la apertura de la válvula de paso de la tubería de abastecimiento de la línea de llenado.

Cuadro 32. Índices de capacidad y centrado del proceso para el producto 24511

Índice	C_p	C_{pk}	K
Valor	0,93	0,54	109 %

Conforme con la capacidad real del proceso $C_{pk} = 0{,}54$ mostrada en el cuadro 33. El proceso actual no sólo es inadecuado para el trabajo sino que requiere de serias modificaciones para alcanzar una calidad satisfactoria del producto 24511.

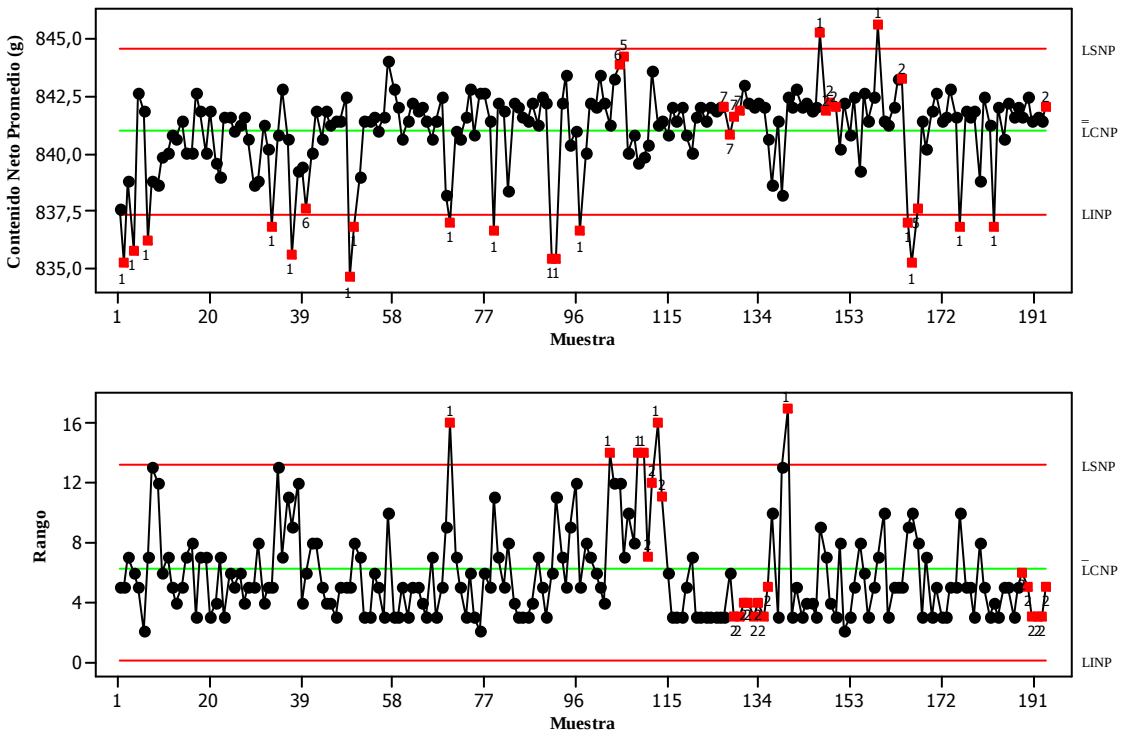


Figura 40. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para el producto 24511.

Por lo que se sugiere realizar un análisis para establecer las acciones correctivas requeridas para el mejoramiento de la calidad. Si bien la figura 41 muestra que al comparar el comportamiento de los datos con las especificaciones existe tan sólo dos datos que las incumplen, la inestabilidad del proceso y el descentramiento asegurado por el índice $K = 109\ \%$ tienen injerencia en la capacidad de éste para satisfacer los requerimientos de especificación establecidos para el contenido neto del producto.

La figura 41 además expone la tendencia del proceso a mantenerse por encima del valor nominal, situación similar a la presentada por el producto 24501, y que probablemente provenga también del exceso de control por parte de los operarios de línea por un temor al incumplimiento del contenido neto del producto, al ser este de carácter legal.

Por ende se recomienda enfocarse en las actividades para la detección y eliminación de las causas asignables de variabilidad del proceso, y una vez hecho esto analizar nuevamente los

datos para determinar si el proceso es estable, dirigir esfuerzos en el centrado del proceso, para asegurara la capacidad de cumplir con las especificaciones.

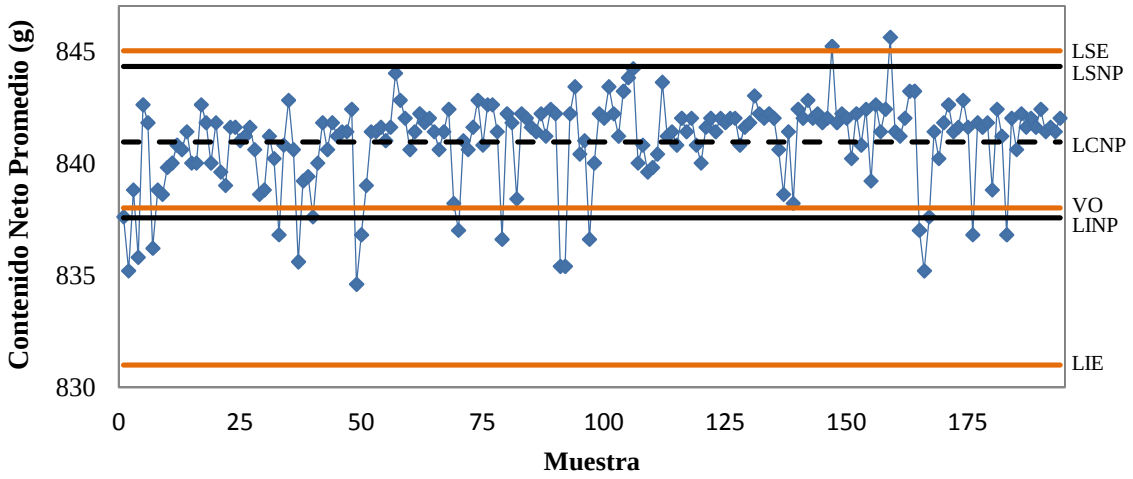


Figura 41. Serie de tiempo para la variable contenido neto del cloro burbuja 24511.

5.4. Cloro Burbuja 24803

Finalmente, para el cloro burbuja 24803, como primer paso se determinan los parámetros estadísticos requeridos para el análisis de desempeño del proceso:

Cuadro 33. Estadísticos para el contenido neto del producto 24803

Estadístico	Rango Medio	Desviación estándar del proceso	Gran Promedio
Valor	6,2 g	2,65 g	842,8 g

Al graficar la distribución de los datos ordenados contra la función de distribución normal estándar inversa (Z) y comparar los valores expuestos en el cuadro 34 con los obtenidos del modelo matemático alcanzado a partir de la regresión lineal de los datos con un coeficiente de correlación $r = 0{,}97$, $Contenido\ Neto = 1{,}98Z + 842{,}8$; muestra que la pendiente y el intercepto son aproximadamente iguales a la desviación estándar y el promedio de los datos, por lo tanto se puede concluir que el comportamiento de los datos es a su vez aproximadamente normal y que no hay mayores desviaciones con respecto al área dibujada por la variabilidad natural del proceso entre muestras y la variabilidad del proceso más la variabilidad operacional.

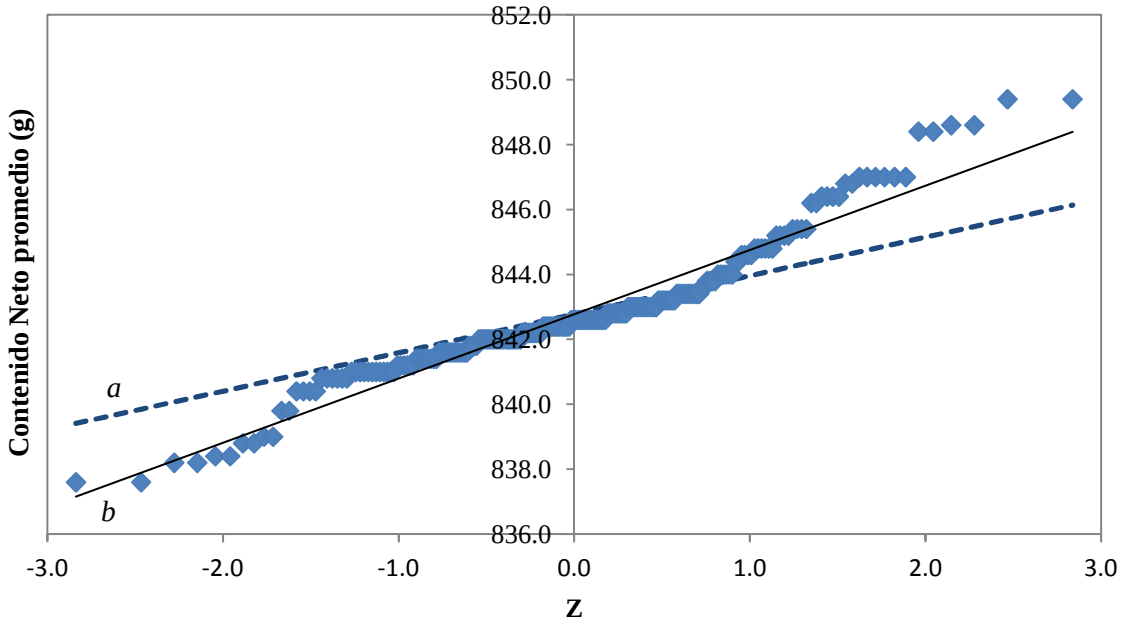


Figura 42. Análisis de normalidad para datos de contenido neto del cloro burbuja 24803.

Luego de determinar los límites naturales del proceso mostrados en el cuadro 35, se establecen los gráficos de seguimiento y monitoreo para confirmar si el proceso se encuentra en estado estadístico estable o no.

Cuadro 34. Límites naturales para el gráfico de control del producto 24803.

	LSNP	LCNP	LINP
Contenido Neto Promedio	850,7 g	842,8 g	834,8 g
Rango Promedio	13,0 g	6,5 g	0,0 g

Una vez elaborados los gráficos de seguimiento y monitoreo del proceso se observa si existen patrones en los datos mostrados, de ser así se identifican y contabilizan los puntos especiales. A continuación se resumen los hallazgos encontrados:

a. En el gráfico del Rango Promedio

- se hallan 6 puntos fuera de los límites naturales del proceso, evidencia suficiente para afirmar que el proceso no es estadísticamente estable,

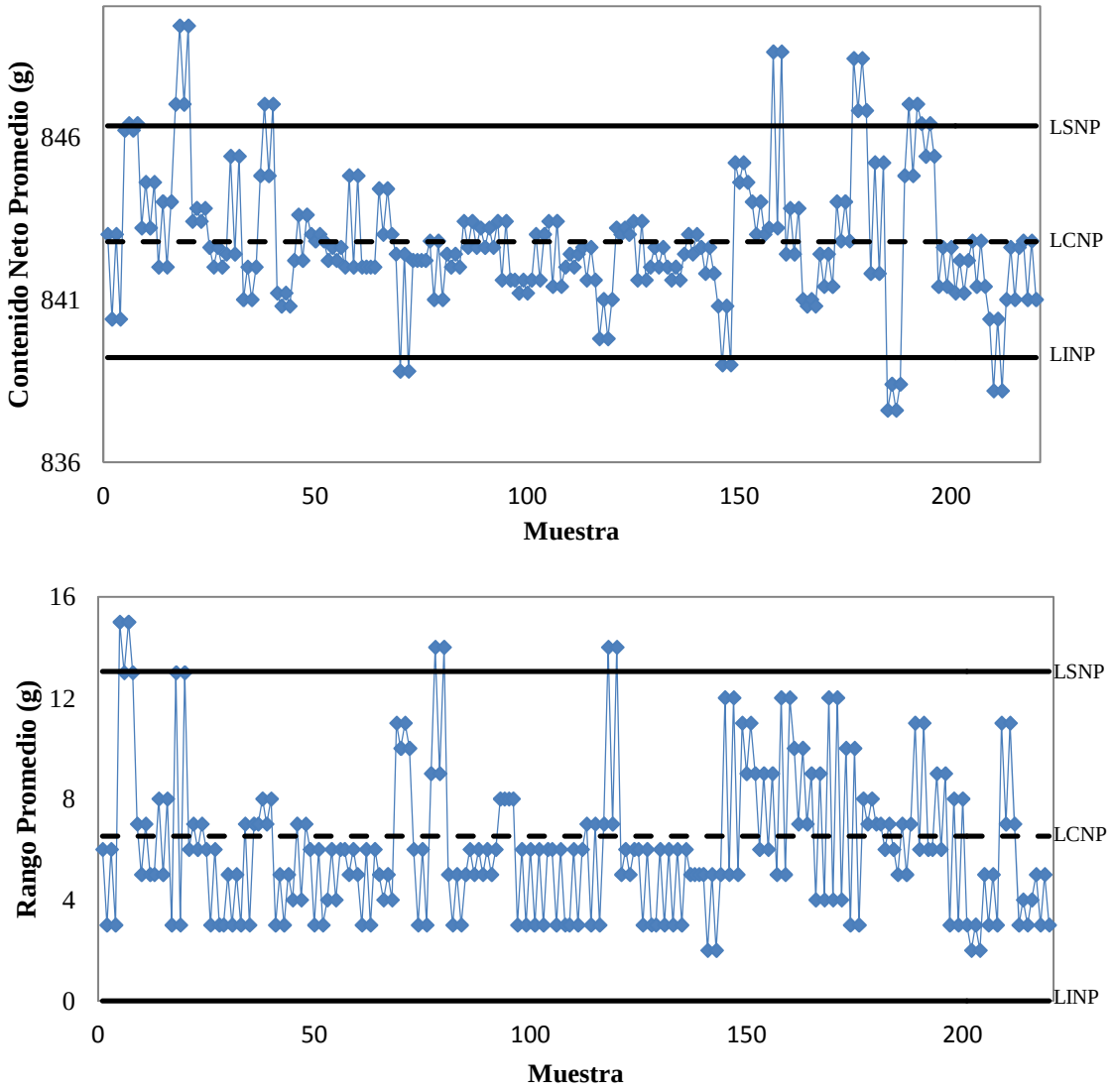


Figura 43. Gráficos de monitoreo y seguimiento para datos de contenido neto del cloro burbuja 24803.

- 56 puntos se ajustan a la premisa: 2 de 3 puntos consecutivos ubicados en la zona de control $\pm 1\sigma$: la probabilidad de que esto suceda una vez es inferior al 0.0625%, la alta recurrencia confirma la inestabilidad del proceso,
- 80 puntos distribuidos en cinco series de al menos 9 puntos consecutivos por debajo de la línea central,
- 4 de 5 puntos consecutivos en la zona de aviso $\pm 2\sigma$ o más allá.

b. Para el gráfico del Contenido Neto Promedio se tienen:

- 26 puntos fuera de los límites naturales del proceso, dieciséis que sobrepasan el límite superior y diez se encuentran por debajo del límite inferior,
- 62 puntos se concuerdan con el criterio: 2 de 3 puntos consecutivos ubicados en la zona de control $\pm 1\sigma$,
- dos grupos de 4 de 5 puntos consecutivos en la zona de aviso o más allá.

El índice de inestabilidad obtenido a partir de los puntos especiales detectados mediante el análisis de estabilidad es $S_T = 34{,}5\ \%$, así se concluye que el proceso tiene una alta inestabilidad.

Como posibles causas de la variabilidad mostrada en los datos del cloro burbuja 24803 están la introducción de nuevos trabajadores y cambios en el método y estándar de inspección, debidos a la capacitación del personal operativo de la línea como parte de los programas de sensibilización acerca del control de los procesos realizados periódicamente, lo cual a su vez influye en la motivación del personal y puede resultar en una menor variación en el proceso, sin embargo también puede ser la causa del exceso de ajustes por parte de estos con el fin de "controlar" el proceso. De igual forma si dicha motivación no es sostenible en el tiempo, o bien se da la rotación del personal, se pierde la mejora alcanzada y se da el aumento en la variabilidad o el corrimiento del proceso, esta situación puede ser influenciada también por el tiempo de dosificación y el funcionamiento de la válvula dosificadora.

Cuadro 35. Índices de capacidad y centrado del proceso para el producto 24803

Índice	C_p	C_{pk}	K
Valor	0,88	0,28	68 %

De los datos expuestos en el cuadro 36 se observa que la capacidad real del proceso es $C_{pk} = 0{,}28$. Esto indica que el proceso en las condiciones estudiadas es inadecuado para el trabajo y requiere de serias modificaciones para alcanzar una calidad satisfactoria para el

producto 24803. Por otra parte el índice de inestabilidad revela que el proceso se encuentra muy descentrado, es posible comprobar dicho comportamiento en la figura 45.

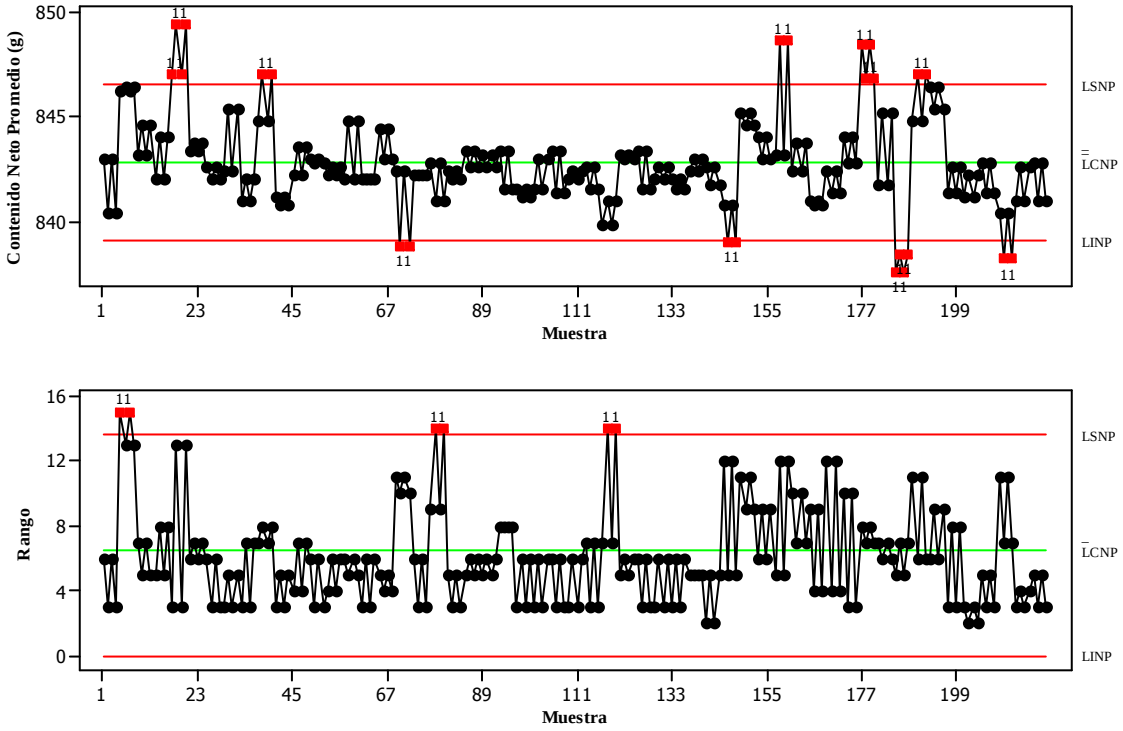


Figura 44. Análisis estabilidad estadística en la carta de seguimiento y monitoreo para el producto 24803.

Considerando que, la inestabilidad del proceso y el descentramiento influyen negativamente en la capacidad de éste para satisfacer los requerimientos de especificación definidos la variable de contenido neto del producto, se recomienda enfocarse en las actividades para la detección y eliminación de las causas asignables de variabilidad del proceso, y una vez hecho esto analizar nuevamente los datos para determinar si el proceso es estable, dirigir esfuerzos en el centrado del proceso, para asegurar la capacidad de cumplir con las especificaciones

La figura 45 además expone la tendencia del proceso a mantenerse por encima del valor nominal, situación similar a la presentada por el producto 24501, y que probablemente

provenga también del exceso de control por parte de los operarios de línea por un temor al incumplimiento del contenido neto del producto, al ser este de carácter legal.

Por ende se recomienda enfocarse en las actividades para la detección y eliminación de las causas asignables de variabilidad del proceso, y una vez hecho esto analizar nuevamente los datos para determinar si el proceso es estable, dirigir esfuerzos en el centrado del proceso, para asegurara la capacidad de cumplir con las especificaciones.

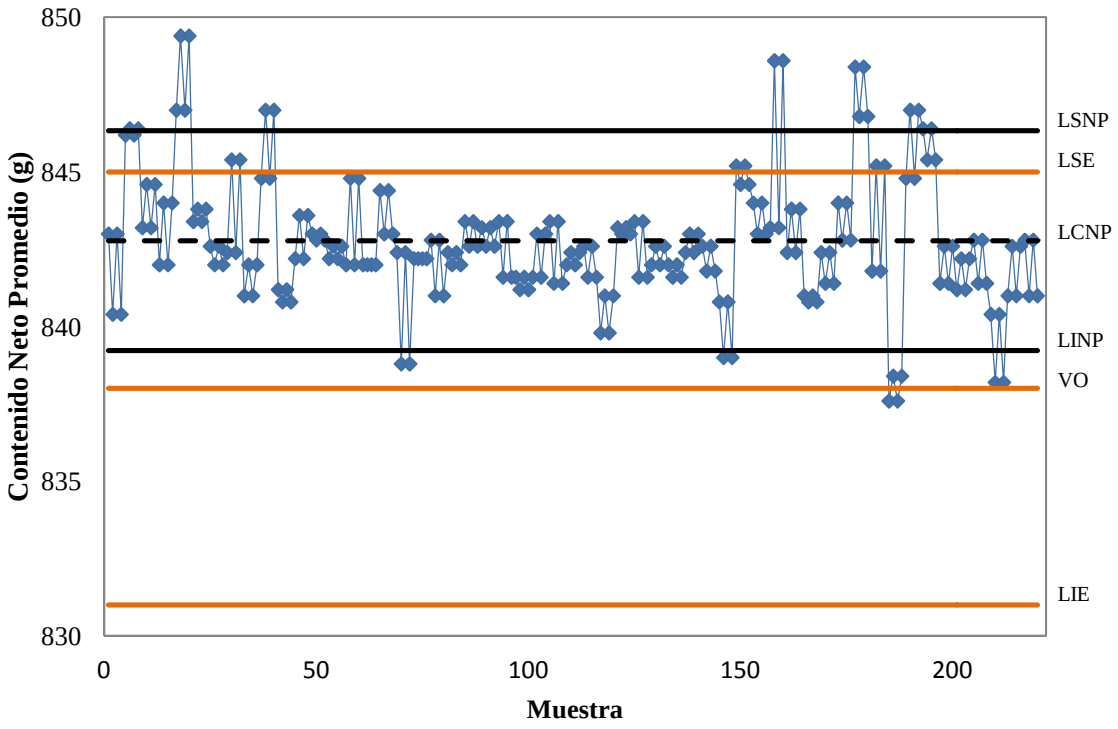


Figura 45. Serie de tiempo para la variable contenido neto del cloro burbuja 24803.

Finalmente en el cuadro 37 y la figura 46 se presentan los resultados generales del análisis de desempeño del proceso y el compendio de las posibles causas de variación identificadas para la variable contenido neto.

Cuadro 36. Resumen de resultados para análisis de desempeño del proceso para contenido neto.

Producto	VO (g)	Media (g)	$\sigma_{proceso}$ (g)	C_{pk}	K (%)	S_t (%)
24501	361,5	362,8	2,2	0,79	86	53,8
24511	838,0	840,9	2,5	0,54	109	64,4
24801	366,0	364,0	2,3	0,58	33	82,0
24803	838,0	842,8	2,65	0,28	68	34,5

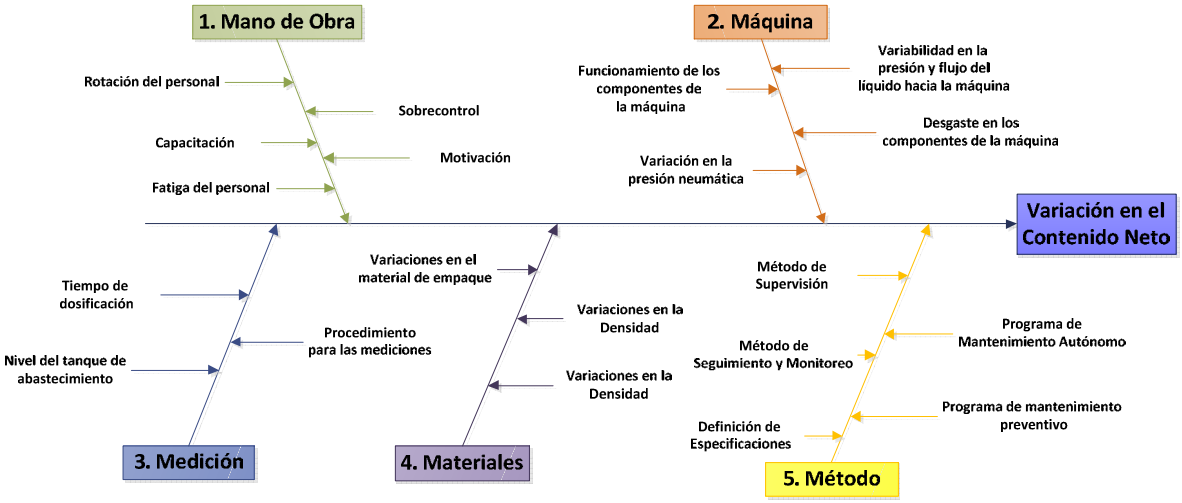


Figura 46. Resumen de posibles causas de variación para la variable contenido neto.

Conclusiones y recomendaciones

Cloro burbuja tipo 24501

- El índice de capacidad del proceso es 0,98.
- El proceso no es adecuado para el trabajo sino que es necesario realizar un análisis del proceso y modificaciones para lograr calidad satisfactoria.
- El proceso es altamente inestable, se obtiene un $S_t = 53{,}8\%$.
- Se recomienda realizar un análisis completo de las causas de la baja capacidad del proceso, identificadas en el análisis de desempeño del proceso y el diagrama de Ishikawa para definir el impacto de cada una en la variable de salida y determinar cuáles son las acciones correctivas requeridas.

- Se recomienda revisar el sistema de monitoreo y seguimiento del proceso y determinar si es el adecuado para detectar y registrar la aparición de causas asignables de variación.

Cloro burbuja tipo 24801

- El índice de capacidad del proceso es 0,88.
- La capacidad del proceso es insuficiente para trabajar bajo las especificaciones del producto.
- El proceso muestra gran inestabilidad, $S_t = 82{,}0\%$.
- Se requieren modificaciones en el sistema para alcanzar calidad satisfactoria, por lo que se recomienda realizar un análisis profundo y exhaustivo del proceso para identificar la criticidad de cada una de las causas de variabilidad sospechadas durante el análisis de desempeño del proceso y cuáles acciones de mejora se requieren.
- Se recomienda revisar la herramienta de seguimiento y monitoreo del proceso, y de las especificaciones del producto, con el fin de asegurar que se implementen en ambos casos las adecuadas para asegurar la calidad del producto.

Cloro burbuja tipo 24511

- El índice de capacidad del proceso es 0,93.
- El proceso es incapaz de operar bajo las especificaciones establecidas y requiere modificaciones.
- El proceso completamente descentrado, se obtiene $K = 109\ \%$.
- El proceso es altamente inestable, $S_t = 64{,}4\ \%$.
- Se recomienda identificar las modificaciones requeridos por el sistema para alcanzar calidad satisfactoria, mediante un análisis integral del proceso para identificar el nivel de impacto de las causas de variabilidad identificadas durante el análisis de desempeño del proceso.
- Se debe revisar la herramienta de seguimiento y monitoreo del proceso, y de las especificaciones del producto, con el fin de asegurar que son las adecuadas.

- Se recomienda implementar esfuerzos para centrar el proceso solo después de atacar las causas asignables de variación y realizar de nuevo el análisis de desempeño del proceso.

Cloro burbuja tipo 24803

- El índice de capacidad del proceso es 0,88.
- El proceso no es adecuado para el trabajo bajo las especificaciones establecidas, para ello requiere modificaciones.
- El proceso se encuentra muy descentrado, se obtiene $K = 68\ \%$.
- El proceso es inestable, $S_t = 34{,}5\ \%$.
- Se sugiere determinar la magnitud del problema de las causas de variabilidad identificadas durante el análisis de desempeño del proceso y las modificaciones requeridas para lograr calidad satisfactoria, mediante un análisis del estado actual del proceso.
- Mejorar la herramienta de seguimiento y monitoreo del proceso y el registro de las condiciones bajo las que el proceso presenta comportamiento inusual.
- Capacitar al personal en la detección oportuna de causas asignables de variación y la toma de decisión para el control del proceso.
- Trabajar con los proveedores de materiales de empaque para conocer el proceso e identificar las posibles fuentes de variación en éste, con el fin de mitigar su impacto en el producto final.

Capítulo VI. Ventajas y limitaciones del uso del Software Estadístico Minitab®

Un paquete estadístico es un conjunto de programas informáticos específicamente diseñados para el análisis estadístico de datos con el objetivo primordial de resolver problemas de estadística descriptiva, inferencial o ambos, según el alcance deseado. Este tipo de software permite aplicar a un mismo archivo de datos un conjunto de procedimientos estadísticos de manera sincronizada, sin salir del programa.

Antes de profundizar acerca del paquete estadístico Minitab®, es necesario aclarar que la mayoría de cálculos estadísticos se pueden solucionar mediante un software de mayor difusión como es la hoja de cálculo Excel.

Entre las limitaciones que deben considerarse con respecto a Minitab® son esencialmente, los aspectos que se mencionan a continuación:

1. *Costo:* Este es uno de los puntos más importantes a considerar, lamentablemente, el costo de la licencia puede sobrepasar el alcance de la mayor parte de los usuarios, limitando su distribución en centros de trabajo y universidades, en este último caso debido a que existen tarifas especiales para centros universitarios por la compra de una cantidad mínima de licencias.

2. *Nivel de preparación del usuario*: Idealmente, éste debe tener preparación en estadística para evitar la dependencia de aquellos paquetes con un interfaz más informativo, como por ejemplo el Asistente de Minitab® 16. Esto a su vez le permite discernir la idoneidad del uso de ciertas herramientas o bien de concluir únicamente con la información desplegada por el software.

3. *Tamaño del conjunto de datos:* Minitab® no es adecuado, por razones de diseño, para conjuntos de datos pequeños, es decir de 30 datos o menos.

4. *Robustez del Software:* No es posible aplicar ciertas técnicas estadísticas no tradicionales, como lo son las técnicas de remuestreo o de validación cruzada y gran parte de las técnicas bayesianas, puesto que Minitab® fue diseñado únicamente para implementar técnicas tradicionales y carece de un verdadero lenguaje de programación asociado.

Sin embargo Minitab® presenta varias virtudes. Por ejemplo la facilidad con la que se pueden realizar los gráficos y cálculos estadísticos debido a que se trata de un software especialmente diseñado para los cálculos estadísticos y a que su utilización es sencilla y fácilmente asimilable por tratarse de un programa de entorno Windows, es decir, funciona con base en cuadro de diálogos.

Dentro de las aplicaciones más comunes se encuentran las áreas de Control de Calidad, Enseñanza de la Estadística e Investigación. Por tanto se requiere de un estudio cuidadoso de las ventajas y limitaciones del paquete estadístico, así como del alcance y el propósito previsto para cada caso específico, con el fin de identificar la aptitud del uso o compra del software para la aplicación deseada.

Bibliografía

- "_____". (2009). *Elaboración de Graneles (03-LM-IND02-00-01)*. Costa Rica: Irex de Costa Rica S.A., Departamento de Investigación y Desarrollo.

- "_____". (2000). *Manual de Instrucciones para Sistema de Empaque: Máquinas llenadoras de cloro y desinfectante burbuja (10LL1-10LL6 AGP A-2597)*. Costa Rica: Irex de Costa Rica S.A., Departamento de Mantenimiento.

- Blanco Rojas, M. L., & Silva Trejos, P. (2009). Estimación de la incertidumbre en la calibración de un matraz. *Ingeniería , 19* (2), 91-114.

- Blackberry&Cross®. (2010). *Blackberry & Cross the power to do more.* Recuperado el 11 de Mayo de 2012, de http://www.bbcrosslc.org/weeqi/PDF/caracteristicas_minitab.pdf

- Centro Español de Metrología, (2008). *Evaluación de datos de medición. Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida* (Edición Digital 1 ed.). España: JCGM 100: 2008.

- Charbonneau, H. C. (1984). *Control de Calidad*. México D.F.: Nueva Editorial Interamericana.

- Chang, R. Y., & Niedzwiecki, M. E. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad: guía práctica para lograr resultados positivos* (Vol. I). Buenos Aires, Argentina: Granica-TEC Consultores.

- Chang, R. Y., & Niedzwiecki, M. E. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad: guía práctica para lograr resultados positivos* (Vol. II). Buenos Aires, Agnentina: Granica-TEC Consultores.

- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México: McGraw Hill.

- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2004). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma.* México: McGraw Hill.

- Grant, E. L., & Leavenworth, R. S. (1984). *Control Estadístico de la Calidad*. México: Cía. Editorial Continental S.A.

- Hansen, B. L., & Ghare, P. M. (1990). *Control de calidad: teoría y aplicaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

- Hines, W. W., Montgomery, D. C., Goldsman, D. M., & Borror, C. M. (2009). *Probabilidad y Estadística para Ingenieía.* México: Grupo Editorial Patria.

- Instituto de Investigaciones en Ingeniería. (2012). *Estimación de la incertidumbre de la medida LABCAL-TM-03.* San Pedro: LABCAL - Universidad de Costa Rica.

- International Laboratory Acreditation Cooperation. (03 de 2009). *Guidelines on the Reporting of Compliance with Specificaction.* Recuperado el 12 de 10 de 2012, de ILAC: http://www.ilac.org/documents/ILAC_G8_03_2009.pdf

- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones: Procesos y cadenas de valor* (8 ed.). México: Pearson Educación.

- Kume, H. (2002). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Bogotá: Editorial Norma.

- Miller, I., & Freund, J. E. (2004). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. Barcelona: Reverté.

- Montgomery, D. C. (2010). *Control Estadistico de la Calidad*. México: Editorial Limusa S.A.

- Rutala, W. A., & Weber, D. J. (1997). Uses of Inorganic Hypochlorite (Bleach) in Health-Care Facilities. (A. S. Microbiology, Ed.) *Clinical Microbiological Reviews, 10* (4), 597-610.

- Sánchez González, A. (2012). *Análisis de capacidad de proceso de siete variables críticas para el proceso de vulcanización.* San José , Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

- Verdoy, P. J., & al, e. (2006). *Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones*. Castelló de la Plana: Publicaciones de la Universidat Jaume I.

Nomenclatura

Símbolos

LSE:	Límite superior de especificación, unidades de la variable analizada
LIE:	Límite inferior de especificación, unidades de la variable analizada
VO:	Valor objetivo de especificación, unidades de la variable analizada
LSNP:	Límite superior natural del proceso, unidades de la variable analizada
LCNP:	Límite central natural del proceso, unidades de la variable analizada
LINP:	Límite inferior natural del proceso, unidades de la variable analizada
C_p:	Índice de capacidad del proceso, adimensional
K:	Índice de centrado del proceso, %
S_t:	Índice de inestabilidad, %
μ:	Media, unidades de la variable analizada
MR:	Rango móvil, adimensional
$\overline{MR}$:	Media del Rango móvil, adimensional
σ:	Estimado de la desviación estándar, unidades de la variable analizada
N:	Valor meta o especificación, unidades de la variable analizada
k:	Factor de confianza típico en análisis de incertidumbre, adimensional
Z:	Función distribución normal estándar inversa, adimensional
i, j:	Orden nominal de una muestra, adimensional
P:	Probabilidad acumulada, adimensional
S:	Desviación estándar de la población, unidades de la variable analizada
T:	Temperatura, °C
U:	Incertidumbre total estándar de la medición, unidades de la variable analizada
u:	Incertidumbre estándar del instrumento, adimensional
V:	Volumen, mL
X:	Magnitud de una variable, unidades de la variable analizada
x:	Estimación de una magnitud, unidades de la variable analizada

Subíndices

i:	Inferior	k:	Capacidad real de un proceso o producto
s:	Superior	c:	Combinada
v:	Volumen	ref:	Referencia
m:	Masa	w:	Estadístico muestral

Apéndices

Apéndice A: Datos utilizados para el cálculo de los límites naturales, series de tiempo y análisis de capacidad

Cuadro A.1 Concentración de ingrediente activo para el producto 50051

Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)	Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)
1	01/02/2012	3,95	37	06/03/2012	3,98
2	01/02/2012	4,01	38	06/03/2012	3,91
3	01/02/2012	3,94	39	07/03/2012	3,90
4	02/02/2012	3,93	40	07/03/2012	4,03
5	02/02/2012	3,94	41	08/03/2012	3,91
6	03/02/2012	3,86	42	09/03/2012	3,99
7	06/02/2012	3,99	43	12/03/2012	4,02
8	06/02/2012	3,97	44	12/03/2012	3,94
9	07/02/2012	3,97	45	13/03/2012	3,93
10	08/02/2012	3,90	46	13/03/2012	4,03
11	09/02/2012	3,93	47	13/03/2012	3,97
12	09/02/2012	4,01	48	14/03/2012	3,86
13	09/02/2012	3,99	49	15/03/2012	4,03
14	13/02/2012	3,97	50	15/03/2012	3,92
15	13/02/2012	3,93	51	19/03/2012	4,02
16	14/02/2012	3,90	52	19/03/2012	4,04
17	15/02/2012	4,01	53	20/03/2012	3,95
18	16/02/2012	3,96	54	21/03/2012	3,85
19	16/02/2012	4,01	55	21/03/2012	4,03
20	17/02/2012	4,02	56	22/03/2012	4,02
21	20/02/2012	4,02	57	22/03/2012	3,99
22	20/02/2012	4,03	58	23/03/2012	3,96
23	21/02/2012	4,02	59	26/03/2012	3,96
24	21/02/2012	4,02	60	26/03/2012	4,01
25	21/02/2012	4,03	61	27/03/2012	3,98
26	22/02/2012	3,99	62	28/03/2012	3,83
27	22/02/2012	3,99	63	28/03/2012	3,95
28	23/02/2012	3,90	64	29/03/2012	4,01
29	24/02/2012	3,93	65	30/03/2012	3,88
30	24/02/2012	3,99	66	02/04/2012	4,00
31	27/02/2012	4,03	67	09/04/2012	3,98
32	28/02/2012	4,03	68	10/04/2012	4,01
33	29/02/2012	3,99	69	10/04/2012	4,03
34	29/02/2012	3,99	70	10/04/2012	3,99
35	01/03/2012	4,04	71	11/04/2012	3,97
36	02/03/2012	4,02	72	12/04/2012	3,95

Cuadro A.1 (Continuación) Concentración de ingrediente activo para el producto 50051

Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)	Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)
73	12/04/2012	4,03	116	24/05/2012	3,99
74	13/04/2012	4,03	117	25/05/2012	3,93
75	13/04/2012	3,93	118	25/05/2012	3,99
76	16/04/2012	3,93	119	28/05/2012	4,01
77	16/04/2012	4,00	120	28/05/2012	4,02
78	16/04/2012	3,98	121	29/05/2012	4,02
79	17/04/2012	3,95	122	29/05/2012	4,02
80	18/04/2012	4,02	123	30/05/2012	4,03
81	19/04/2012	4,03	124	31/05/2012	4,01
82	19/04/2012	3,91	125	01/06/2012	4,03
83	19/04/2012	3,99	126	01/06/2012	4,03
84	20/04/2012	3,91	127	04/06/2012	3,92
85	23/04/2012	3,96	128	07/06/2012	4,03
86	23/04/2012	4,05	129	11/06/2012	4,03
87	23/04/2012	4,03	130	11/06/2012	3,96
88	24/04/2012	3,96	131	12/06/2012	4,03
89	24/04/2012	3,91	132	13/06/2012	3,92
90	24/04/2012	3,90	133	14/06/2012	4,02
91	25/04/2012	4,02	134	14/06/2012	4,03
92	25/04/2012	3,95	135	14/06/2012	4,01
93	26/04/2012	3,94	136	15/06/2012	4,03
94	27/04/2012	3,97	137	16/06/2012	4,01
95	02/05/2012	4,01	138	21/06/2012	3,95
96	02/05/2012	3,98	139	21/06/2012	4,03
97	02/05/2012	3,96	140	22/06/2012	3,90
98	04/05/2012	4,03	141	25/06/2012	4,00
99	05/05/2012	3,99	142	26/06/2012	3,91
100	07/05/2012	3,93	143	26/06/2012	3,96
101	07/05/2012	3,93	144	28/06/2012	3,92
102	08/05/2012	4,03	145	28/06/2012	4,03
103	09/05/2012	3,95	146	28/06/2012	3,98
104	09/05/2012	3,92	147	30/06/2012	4,01
105	10/05/2012	3,95	148	02/07/2012	3,99
106	11/05/2012	4,03	149	02/07/2012	3,99
107	14/05/2012	4,03	150	03/07/2012	4,01
108	15/05/2012	3,94	151	04/07/2012	4,02
109	15/05/2012	3,91	152	04/07/2012	4,03
110	17/05/2012	4,02	153	06/07/2012	4,01
111	18/05/2012	3,92	154	09/07/2012	3,86
112	21/05/2012	3,94	155	11/07/2012	3,94
113	21/05/2012	4,01	156	12/07/2012	3,88
114	22/05/2012	3,87	157	16/07/2012	4,00
115	23/05/2012	3,92	158	16/07/2012	3,97

Cuadro A.1 (Continuación) Concentración de ingrediente activo para el producto 50051

Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)	Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)
159	18/07/2012	3,99	202	19/06/2012	3,98
160	18/07/2012	4,00	203	20/06/2012	3,94
161	19/07/2012	3,99	204	29/06/2012	4,03
162	20/07/2012	3,97	205	09/07/2012	4,00
163	20/07/2012	4,01	206	10/07/2012	4,03
164	25/07/2012	4,03	207	10/07/2012	3,97
165	30/07/2012	4,03	208	10/07/2012	4,03
166	31/07/2012	3,99	209	11/07/2012	3,96
167	01/08/2012	3,96	210	12/07/2012	3,87
168	01/08/2012	3,93	211	13/07/2012	4,03
169	01/08/2012	4,01	212	17/07/2012	3,85
170	06/08/2012	4,03	213	24/07/2012	3,88
171	07/08/2012	3,92	214	27/07/2012	3,99
172	08/08/2012	3,90	215	14/08/2012	3,95
173	09/08/2012	4,03	216	14/08/2012	3,98
174	10/08/2012	4,03	217	16/08/2012	4,01
175	10/08/2012	4,00	218	17/08/2012	3,99
176	13/08/2012	4,03	219	22/08/2012	3,94
177	13/08/2012	4,03	220	28/08/2012	4,01
178	14/08/2012	4,00	221	06/02/2012	3,79
179	16/08/2012	4,02	222	13/03/2012	5,56
180	18/08/2012	3,95	223	26/03/2012	4,21
181	20/08/2012	3,96	224	28/03/2012	4,47
182	20/08/2012	4,02	225	28/03/2012	4,10
183	21/08/2012	4,01	226	29/03/2012	4,42
184	21/08/2012	3,94	227	10/04/2012	4,33
185	22/08/2012	3,92	228	11/04/2012	4,13
186	23/08/2012	3,99	229	13/04/2012	4,1
187	24/08/2012	3,85	230	19/04/2012	3,81
188	24/08/2012	4,02	231	10/05/2012	3,82
189	27/08/2012	3,98	232	15/05/2012	4,11
190	29/08/2012	3,92	233	15/05/2012	4,22
191	07/02/2012	3,85	234	18/05/2012	4,10
192	23/02/2012	4,03	235	21/05/2012	3,76
193	08/03/2012	3,98	236	22/05/2012	4,34
194	16/05/2012	4,00	237	22/05/2012	3,69
195	23/05/2012	3,97	238	29/05/2012	3,72
196	05/06/2012	4,03	239	30/05/2012	9,01
197	06/06/2012	4,08	240	04/06/2012	3,52
198	06/06/2012	3,89	241	12/06/2012	4,08
199	08/06/2012	4,01	242	28/06/2012	3,80
200	15/06/2012	4,01	243	06/07/2012	4,16
201	18/06/2012	4,01	244	12/07/2012	4,42

Cuadro A.1 (Continuación) Concentración de ingrediente activo para el producto 50051

Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)	Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)
245	13/07/2012	2,86	248	07/08/2012	3,74
246	19/07/2012	4,72	249	08/08/2012	3,79
247	01/08/2012	4,40	250	14/08/2012	4,24

Cuadro A.2 Datos de densidad para el producto 50051

Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)	Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)
1	01/02/2012	1,40	37	07/03/2012	1,40
2	01/02/2012	1,40	38	08/03/2012	1,42
3	01/02/2012	1,40	39	09/03/2012	1,40
4	02/02/2012	1,40	40	12/03/2012	1,42
5	06/02/2012	1,40	41	12/03/2012	1,41
6	06/02/2012	1,42	42	13/03/2012	1,42
7	07/02/2012	1,42	43	13/03/2012	1,42
8	08/02/2012	1,42	44	13/03/2012	1,40
9	09/02/2012	1,42	45	14/03/2012	1,40
10	09/02/2012	1,42	46	15/03/2012	1,40
11	09/02/2012	1,40	47	19/03/2012	1,40
12	13/02/2012	1,40	48	20/03/2012	1,40
13	13/02/2012	1,40	49	21/03/2012	1,40
14	14/02/2012	1,40	50	22/03/2012	1,40
15	15/02/2012	1,42	51	22/03/2012	1,41
16	16/02/2012	1,40	52	26/03/2012	1,40
17	16/02/2012	1,40	53	26/03/2012	1,40
18	17/02/2012	1,40	54	27/03/2012	1,40
19	20/02/2012	1,41	55	28/03/2012	1,40
20	20/02/2012	1,40	56	29/03/2012	1,41
21	21/02/2012	1,40	57	30/03/2012	1,40
22	21/02/2012	1,41	58	02/04/2012	1,40
23	21/02/2012	1,40	59	09/04/2012	1,40
24	22/02/2012	1,40	60	10/04/2012	1,40
25	22/02/2012	1,40	61	10/04/2012	1,40
26	23/02/2012	1,41	62	10/04/2012	1,40
27	24/02/2012	1,40	63	11/04/2012	1,40
28	27/02/2012	1,40	64	12/04/2012	1,40
29	28/02/2012	1,40	65	12/04/2012	1,40
30	29/02/2012	1,41	66	13/04/2012	1,40
31	29/02/2012	1,42	67	13/04/2012	1,40
32	01/03/2012	1,41	68	16/04/2012	1,42
33	02/03/2012	1,42	69	16/04/2012	1,41
34	06/03/2012	1,40	70	16/04/2012	1,40
35	06/03/2012	1,40	71	17/04/2012	1,42
36	07/03/2012	1,40	72	18/04/2012	1,42

Cuadro A.2 (Continuación) Datos de densidad para el producto 50051

Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)	Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)
73	19/04/2012	1,42	116	12/06/2012	1,42
74	19/04/2012	1,42	117	13/06/2012	1,40
75	19/04/2012	1,40	118	14/06/2012	1,40
76	20/04/2012	1,42	119	14/06/2012	1,42
77	23/04/2012	1,40	120	14/06/2012	1,41
78	23/04/2012	1,40	121	15/06/2012	1,41
79	24/04/2012	1,40	122	16/06/2012	1,40
80	24/04/2012	1,40	123	21/06/2012	1,40
81	25/04/2012	1,42	124	21/06/2012	1,40
82	27/04/2012	1,40	125	22/06/2012	1,40
83	02/05/2012	1,40	126	25/06/2012	1,42
84	04/05/2012	1,40	127	26/06/2012	1,40
85	05/05/2012	1,40	128	26/06/2012	1,40
86	07/05/2012	1,41	129	28/06/2012	1,42
87	07/05/2012	1,42	130	28/06/2012	1,42
88	08/05/2012	1,42	131	28/06/2012	1,42
89	09/05/2012	1,42	132	30/06/2012	1,42
90	09/05/2012	1,42	133	02/07/2012	1,40
91	10/05/2012	1,42	134	03/07/2012	1,41
92	11/05/2012	1,42	135	04/07/2012	1,40
93	14/05/2012	1,40	136	04/07/2012	1,41
94	15/05/2012	1,40	137	06/07/2012	1,40
95	15/05/2012	1,40	138	09/07/2012	1,41
96	17/05/2012	1,42	139	11/07/2012	1,40
97	18/05/2012	1,40	140	12/07/2012	1,40
98	21/05/2012	1,42	141	16/07/2012	1,42
99	21/05/2012	1,40	142	16/07/2012	1,42
100	22/05/2012	1,40	143	18/07/2012	1,41
101	23/05/2012	1,40	144	18/07/2012	1,42
102	24/05/2012	1,40	145	19/07/2012	1,42
103	25/05/2012	1,40	146	20/07/2012	1,40
104	25/05/2012	1,42	147	20/07/2012	1,42
105	28/05/2012	1,40	148	25/07/2012	1,40
106	28/05/2012	1,40	149	30/07/2012	1,40
107	29/05/2012	1,40	150	31/07/2012	1,40
108	29/05/2012	1,42	151	01/08/2012	1,42
109	30/05/2012	1,40	152	01/08/2012	1,42
110	31/05/2012	1,42	153	01/08/2012	1,40
111	01/06/2012	1,40	154	06/08/2012	1,40
112	04/06/2012	1,40	155	07/08/2012	1,40
113	07/06/2012	1,40	156	08/08/2012	1,40
114	11/06/2012	1,42	157	09/08/2012	1,40
115	11/06/2012	1,42	158	10/08/2012	1,40

Cuadro A.2 (Continuación) Datos de densidad para el producto 50051

Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)	Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)
159	13/08/2012	1,40	184	18/06/2012	1,40
160	13/08/2012	1,40	185	19/06/2012	1,40
161	14/08/2012	1,40	186	20/06/2012	1,40
162	16/08/2012	1,41	187	29/06/2012	1,40
163	18/08/2012	1,40	188	09/07/2012	1,40
164	20/08/2012	1,40	189	10/07/2012	1,41
165	20/08/2012	1,42	190	10/07/2012	1,40
166	21/08/2012	1,40	191	10/07/2012	1,40
167	21/08/2012	1,40	192	11/07/2012	1,40
168	22/08/2012	1,42	193	12/07/2012	1,40
169	23/08/2012	1,42	194	13/07/2012	1,40
170	24/08/2012	1,42	195	17/07/2012	1,42
171	24/08/2012	1,39	196	24/07/2012	1,40
172	27/08/2012	1,40	197	27/07/2012	1,40
173	29/08/2012	1,41	198	14/08/2012	1,40
174	07/02/2012	1,40	199	14/08/2012	1,40
175	23/02/2012	1,40	200	16/08/2012	1,40
176	08/03/2012	1,40	201	17/08/2012	1,40
177	16/05/2012	1,40	202	22/08/2012	1,42
178	23/05/2012	1,42	203	28/08/2012	1,40
179	05/06/2012	1,41	204	06/02/2012	1,42
180	06/06/2012	1,41	205	10/05/2012	1,42
181	06/06/2012	1,40	206	29/05/2012	1,42
182	08/06/2012	1,41	207	04/06/2012	1,40
183	15/06/2012	1,42	208	12/06/2012	1,42

Cuadro A.3 Concentración de ingrediente activo para el producto 50128

Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)	Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)
1	20/02/2012	3,95	15	17/04/2012	3,99
2	05/03/2012	3,88	16	18/04/2012	4,03
3	05/03/2012	3,90	17	19/04/2012	4,03
4	09/03/2012	4,03	18	30/04/2012	3,92
5	09/03/2012	4,00	19	02/05/2012	3,87
6	12/03/2012	3,95	20	05/05/2012	4,02
7	23/03/2012	3,97	21	07/05/2012	4,02
8	23/03/2012	3,99	22	16/05/2012	3,83
9	28/03/2012	3,85	23	16/05/2012	3,83
10	28/03/2012	3,90	24	18/05/2012	4,00
11	03/04/2012	3,97	25	24/05/2012	4,02
12	03/04/2012	4,03	26	09/06/2012	3,98
13	13/04/2012	3,95	27	11/06/2012	4,02
14	13/04/2012	3,95	28	12/06/2012	4,03

Cuadro A.3 (Continuación) Concentración de ingrediente activo para el producto 50128

Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)	Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)
29	30/06/2012	4,03	44	30/07/2012	3,99
30	02/07/2012	3,99	45	31/07/2012	4,00
31	02/07/2012	4,03	46	13/08/2012	4,02
32	03/07/2012	4,02	47	20/02/2012	4,10
33	09/07/2012	4,00	48	02/03/2012	4,09
34	20/07/2012	3,98	49	05/03/2012	4,43
35	20/07/2012	4,03	50	05/05/2012	3,81
36	01/08/2012	3,94	51	15/05/2012	4,20
37	01/08/2012	4,01	52	11/06/2012	4,33
38	06/08/2012	4,02	53	30/06/2012	4,25
39	15/08/2012	3,92	54	02/07/2012	4,49
40	20/08/2012	3,84	55	09/07/2012	4,08
41	21/08/2012	3,87	56	09/07/2012	4,22
42	15/05/2012	3,93	57	15/08/2012	4,22
43	09/07/2012	4,00	58	20/08/2012	3,66

Cuadro A.4 Datos de densidad para el producto 50128

Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)	Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)
1	20/02/2012	1,04	22	02/07/2012	1,04
2	05/03/2012	1,04	23	02/07/2012	1,04
3	05/03/2012	1,04	24	03/07/2012	1,05
4	12/03/2012	1,06	25	09/07/2012	1,05
5	23/03/2012	1,06	26	20/07/2012	1,06
6	23/03/2012	1,06	27	20/07/2012	1,06
7	03/04/2012	1,05	28	01/08/2012	1,06
8	03/04/2012	1,04	29	01/08/2012	1,04
9	13/04/2012	1,04	30	06/08/2012	1,04
10	13/04/2012	1,04	31	15/08/2012	1,06
11	17/04/2012	1,04	32	20/08/2012	1,06
12	18/04/2012	1,04	33	21/08/2012	1,06
13	19/04/2012	1,04	34	15/05/2012	1,04
14	30/04/2012	1,04	35	09/07/2012	1,04
15	05/05/2012	1,04	36	30/07/2012	1,04
16	07/05/2012	1,05	37	31/07/2012	1,04
17	24/05/2012	1,06	38	13/08/2012	1,04
18	09/06/2012	1,04	39	02/03/2012	1,06
19	11/06/2012	1,05	40	30/06/2012	1,06
20	12/06/2012	1,06	41	15/08/2012	1,06
21	30/06/2012	1,06	42	20/08/2012	1,06

Cuadro A.5 Concentración del ingrediente activo para el producto 50483

Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)	Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)
1	01/02/2012	4,48	44	23/03/2012	4,48
2	02/02/2012	4,48	45	23/03/2012	4,40
3	03/02/2012	4,38	46	27/03/2012	4,43
4	03/02/2012	4,46	47	27/03/2012	4,47
5	06/02/2012	4,52	48	28/03/2012	4,35
6	07/02/2012	4,46	49	02/04/2012	4,53
7	07/02/2012	4,50	50	09/04/2012	4,45
8	07/02/2012	4,47	51	11/04/2012	4,52
9	08/02/2012	4,49	52	16/04/2012	4,34
10	08/02/2012	4,50	53	17/04/2012	4,45
11	08/02/2012	4,51	54	18/04/2012	4,4
12	09/02/2012	4,51	55	18/04/2012	4,33
13	15/02/2012	4,45	56	19/04/2012	4,49
14	15/02/2012	4,44	57	23/04/2012	4,51
15	16/02/2012	4,51	58	24/04/2012	4,49
16	20/02/2012	4,33	59	26/04/2012	4,50
17	21/02/2012	4,53	60	30/04/2012	4,51
18	22/02/2012	4,41	61	02/05/2012	4,51
19	24/02/2012	4,53	62	02/05/2012	4,48
20	27/02/2012	4,22	63	03/05/2012	4,40
21	28/02/2012	4,53	64	03/05/2012	4,43
22	28/02/2012	4,52	65	04/05/2012	4,38
23	28/02/2012	4,50	66	07/05/2012	4,53
24	05/03/2012	4,35	67	09/05/2012	4,49
25	05/03/2012	4,44	68	10/05/2012	4,53
26	05/03/2012	4,35	69	11/05/2012	4,42
27	06/03/2012	4,49	70	15/05/2012	4,5
28	07/03/2012	4,53	71	16/05/2012	4,45
29	08/03/2012	4,33	72	18/05/2012	4,51
30	08/03/2012	4,36	73	21/05/2012	4,43
31	08/03/2012	4,47	74	21/05/2012	4,45
32	12/03/2012	4,44	75	22/05/2012	4,38
33	12/03/2012	4,43	76	23/05/2012	4,37
34	14/03/2012	4,37	77	25/05/2012	4,43
35	15/03/2012	4,33	78	28/05/2012	4,42
36	15/03/2012	4,53	79	29/05/2012	4,53
37	16/03/2012	4,39	80	29/05/2012	4,43
38	19/03/2012	4,53	81	30/05/2012	4,35
39	21/03/2012	4,45	82	30/05/2012	4,33
40	21/03/2012	4,54	83	30/05/2012	4,37
41	21/03/2012	4,36	84	31/05/2012	4,52
42	22/03/2012	4,49	85	01/06/2012	4,38
43	22/03/2012	4,36	86	01/06/2012	4,53

Cuadro A.5 (Continuación) Concentración del ingrediente activo para el producto 50483

Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)	Muestra	Fecha	Concentración (%m/m)
87	04/06/2012	4,45	120	30/07/2012	4,37
88	04/06/2012	4,51	121	31/07/2012	4,36
89	05/06/2012	4,42	122	31/07/2012	4,46
90	13/06/2012	4,53	123	01/08/2012	4,33
91	16/06/2012	4,53	124	06/08/2012	4,42
92	18/06/2012	4,45	125	07/08/2012	4,39
93	19/06/2012	4,44	126	07/08/2012	4,54
94	20/06/2012	4,40	127	08/08/2012	4,37
95	21/06/2012	4,45	128	09/08/2012	4,39
96	22/06/2012	4,43	129	15/08/2012	4,53
97	25/06/2012	4,51	130	20/08/2012	4,44
98	25/06/2012	4,33	131	20/08/2012	4,52
99	27/06/2012	4,42	132	23/08/2012	4,49
100	27/06/2012	4,37	133	24/08/2012	4,53
101	02/07/2012	4,47	134	29/08/2012	4,53
102	03/07/2012	4,40	135	01/02/2012	4,43
103	04/07/2012	4,42	136	28/03/2012	4,46
104	05/07/2012	4,43	137	16/05/2012	4,47
105	05/07/2012	4,40	138	24/05/2012	4,52
106	06/07/2012	4,41	139	05/06/2012	4,53
107	09/07/2012	4,38	140	16/06/2012	4,52
108	11/07/2012	4,42	141	18/06/2012	4,53
109	16/07/2012	4,35	142	18/06/2012	4,43
110	17/07/2012	4,49	143	19/06/2012	4,38
111	19/07/2012	4,50	144	10/07/2012	4,37
112	19/07/2012	4,42	145	11/07/2012	4,49
113	20/07/2012	4,45	146	12/07/2012	4,51
114	20/07/2012	4,5	147	23/07/2012	4,52
115	20/07/2012	4,38	148	24/07/2012	4,53
116	23/07/2012	4,33	149	25/07/2012	4,35
117	26/07/2012	4,44	150	26/07/2012	4,42
118	27/07/2012	4,50	151	27/07/2012	4,42
119	27/07/2012	4,34	152	27/07/2012	4,45

Cuadro A.6 Datos de densidad para el producto 50483

Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)	Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)
1	01/02/2012	1,40	44	11/04/2012	1,41
2	02/02/2012	1,40	45	16/04/2012	1,41
3	03/02/2012	1,41	46	17/04/2012	1,42
4	06/02/2012	1,42	47	18/04/2012	1,41
5	07/02/2012	1,41	48	18/04/2012	1,41
6	07/02/2012	1,41	49	19/04/2012	1,41
7	08/02/2012	1,41	50	23/04/2012	1,41
8	08/02/2012	1,42	51	24/04/2012	1,40
9	09/02/2012	1,41	52	26/04/2012	1,41
10	15/02/2012	1,41	53	30/04/2012	1,41
11	15/02/2012	1,41	54	02/05/2012	1,40
12	16/02/2012	1,42	55	03/05/2012	1,41
13	20/02/2012	1,40	56	03/05/2012	1,40
14	21/02/2012	1,41	57	04/05/2012	1,40
15	22/02/2012	1,40	58	07/05/2012	1,42
16	27/02/2012	1,42	59	09/05/2012	1,42
17	28/02/2012	1,41	60	10/05/2012	1,42
18	28/02/2012	1,41	61	11/05/2012	1,42
19	28/02/2012	1,41	62	15/05/2012	1,40
20	05/03/2012	1,40	63	16/05/2012	1,40
21	05/03/2012	1,41	64	18/05/2012	1,40
22	05/03/2012	1,41	65	21/05/2012	1,41
23	07/03/2012	1,40	66	21/05/2012	1,41
24	08/03/2012	1,42	67	22/05/2012	1,42
25	08/03/2012	1,41	68	23/05/2012	1,41
26	12/03/2012	1,42	69	25/05/2012	1,42
27	12/03/2012	1,42	70	28/05/2012	1,40
28	14/03/2012	1,42	71	29/05/2012	1,41
29	15/03/2012	1,41	72	29/05/2012	1,41
30	15/03/2012	1,42	73	30/05/2012	1,40
31	16/03/2012	1,40	74	30/05/2012	1,42
32	19/03/2012	1,41	75	30/05/2012	1,40
33	21/03/2012	1,41	76	31/05/2012	1,41
34	21/03/2012	1,41	77	01/06/2012	1,41
35	21/03/2012	1,41	78	04/06/2012	1,41
36	22/03/2012	1,40	79	04/06/2012	1,41
37	22/03/2012	1,41	80	05/06/2012	1,40
38	23/03/2012	1,42	81	13/06/2012	1,42
39	27/03/2012	1,41	82	16/06/2012	1,41
40	27/03/2012	1,40	83	18/06/2012	1,41
41	28/03/2012	1,40	84	19/06/2012	1,41
42	02/04/2012	1,41	85	20/06/2012	1,40
43	09/04/2012	1,40	86	21/06/2012	1,41

Cuadro A.6 (Continuación) Datos de densidad para el producto 50483

Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)	Muestra	Fecha	Densidad (g/mL)
87	22/06/2012	1,41	120	15/08/2012	1,42
88	25/06/2012	1,42	121	20/08/2012	1,42
89	25/06/2012	1,41	122	20/08/2012	1,42
90	27/06/2012	1,41	123	23/08/2012	1,42
91	27/06/2012	1,41	124	24/08/2012	1,41
92	02/07/2012	1,40	125	29/08/2012	1,41
93	03/07/2012	1,42	126	01/02/2012	1,41
94	04/07/2012	1,40	127	28/03/2012	1,40
95	05/07/2012	1,41	128	16/05/2012	1,41
96	05/07/2012	1,41	129	24/05/2012	1,40
97	06/07/2012	1,41	130	05/06/2012	1,41
98	09/07/2012	1,41	131	16/06/2012	1,41
99	11/07/2012	1,40	132	18/06/2012	1,41
100	16/07/2012	1,42	133	18/06/2012	1,40
101	17/07/2012	1,42	134	19/06/2012	1,40
102	19/07/2012	1,42	135	10/07/2012	1,41
103	19/07/2012	1,42	136	12/07/2012	1,40
104	20/07/2012	1,42	137	23/07/2012	1,41
105	20/07/2012	1,42	138	24/07/2012	1,41
106	20/07/2012	1,41	139	25/07/2012	1,40
107	23/07/2012	1,42	140	26/07/2012	1,40
108	26/07/2012	1,40	141	27/07/2012	1,40
109	27/07/2012	1,40	142	27/07/2012	1,40
110	27/07/2012	1,41	143	27/08/2012	1,40
111	30/07/2012	1,41	144	07/02/2012	1,42
112	31/07/2012	1,41	145	21/03/2012	1,42
113	31/07/2012	1,41	146	09/05/2012	1,42
114	01/08/2012	1,41	147	10/05/2012	1,42
115	06/08/2012	1,41	148	21/05/2012	1,42
116	07/08/2012	1,41	149	15/06/2012	1,42
117	07/08/2012	1,40	150	15/06/2012	1,42
118	08/08/2012	1,41	151	16/07/2012	1,42
119	09/08/2012	1,41	152	29/08/2012	1,42

Cuadro A.7 Contenido neto para el producto 24501

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
1	29/02/2012	361	358	361	362	359
2	29/02/2012	360	359	361	357	362
3	29/02/2012	363	365	362	363	361
4	29/02/2012	362	362	363	366	360
5	29/02/2012	360	365	363	362	362
6	29/02/2012	362	366	363	362	360
7	29/02/2012	365	363	362	362	362
8	29/02/2012	363	368	363	365	365
9	29/02/2012	361	363	362	365	361
10	29/02/2012	363	364	362	364	367
11	29/02/2012	365	363	362	365	365
12	29/02/2012	363	362	360	362	366
13	29/02/2012	366	365	362	363	363
14	29/02/2012	364	362	366	368	363
15	29/02/2012	362	363	363	366	367
16	29/02/2012	363	362	363	366	362
17	29/02/2012	360	362	363	365	365
18	29/02/2012	363	362	361	363	366
19	29/02/2012	363	363	362	360	362
20	29/02/2012	366	363	365	363	362
21	29/02/2012	365	363	361	360	362
22	29/02/2012	362	366	363	362	362
23	29/02/2012	363	362	366	365	362
24	29/02/2012	361	362	365	363	363
25	01/03/2012	360	364	360	362	363
26	01/03/2012	358	361	362	363	360
27	01/03/2012	362	362	363	365	367
28	01/03/2012	364	362	363	363	363
29	01/03/2012	366	363	362	365	362
30	01/03/2012	362	362	366	363	363
31	19/03/2012	358	359	360	362	360
32	19/03/2012	357	361	364	356	362
33	19/03/2012	362	360	363	366	365
34	19/03/2012	360	362	368	363	363
35	19/03/2012	360	363	362	361	361
36	19/03/2012	364	362	365	364	362
37	19/03/2012	363	363	362	363	363
38	19/03/2012	360	362	366	363	363
39	19/03/2012	363	362	366	365	363
40	19/03/2012	365	366	363	362	363
41	19/03/2012	362	361	363	365	363
42	19/03/2012	360	366	363	363	360
43	19/03/2012	362	365	363	362	363

Cuadro A.7 (Continuación) Contenido neto para el producto 24501

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
44	19/03/2012	363	368	366	363	366
45	19/03/2012	363	363	362	366	363
46	19/03/2012	363	360	362	365	363
47	19/03/2012	363	362	364	363	363
48	19/03/2012	366	363	365	363	362
49	19/03/2012	363	362	360	363	363
50	19/03/2012	365	363	362	361	365
51	19/03/2012	363	360	362	363	363
52	19/03/2012	363	365	363	362	365
53	20/03/2012	359	365	364	362	363
54	20/03/2012	362	363	364	361	364
55	20/03/2012	363	362	365	363	365
56	20/03/2012	363	362	360	363	365
57	20/03/2012	363	360	362	365	362
58	20/03/2012	361	362	365	365	363
59	20/03/2012	363	362	366	365	363
60	20/03/2012	360	362	365	363	363
61	20/03/2012	361	363	362	362	363
62	20/03/2012	363	365	363	363	360
63	20/03/2012	363	366	368	363	362
64	20/03/2012	360	369	363	363	362
65	20/03/2012	363	360	362	362	362
66	20/03/2012	363	362	364	363	366
67	20/03/2012	363	362	366	363	366
68	20/03/2012	363	365	360	362	362
69	20/03/2012	360	360	363	362	358
70	20/03/2012	359	358	360	363	360
71	20/03/2012	363	362	360	362	358
72	20/03/2012	361	363	365	363	366
73	21/03/2012	364	359	365	365	364
74	21/03/2012	366	369	368	360	360
75	21/03/2012	363	365	362	365	366
76	21/03/2012	362	365	368	363	366
77	21/03/2012	363	362	366	363	362
78	21/03/2012	363	362	365	363	362
79	21/03/2012	361	365	363	364	363
80	21/03/2012	362	361	365	361	360
81	21/03/2012	363	360	362	366	363
82	21/03/2012	362	360	360	362	363
83	21/03/2012	363	365	368	363	363
84	21/03/2012	362	362	362	365	366
85	21/03/2012	361	363	366	363	360
86	21/03/2012	365	366	363	362	362

Cuadro A.7 (Continuación) Contenido neto para el producto 24501

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
87	28/03/2012	363	364	369	364	369
88	28/03/2012	366	366	361	363	364
89	28/03/2012	361	363	359	368	362
90	28/03/2012	365	363	360	362	363
91	29/03/2012	361	357	363	362	360
92	29/03/2012	363	360	363	362	362
93	09/05/2012	366	364	366	366	360
94	09/05/2012	362	365	361	361	364
95	09/05/2012	360	366	363	362	363
96	09/05/2012	363	360	362	365	366
97	09/05/2012	363	362	366	363	365
98	09/05/2012	362	365	362	365	360
99	09/05/2012	363	362	366	363	365
100	09/05/2012	360	362	366	363	363
101	10/05/2012	358	360	363	361	357
102	10/05/2012	359	363	365	366	358
103	10/05/2012	360	355	359	356	357
104	10/05/2012	362	362	359	365	360
105	10/05/2012	360	355	359	356	357
106	10/05/2012	362	362	359	365	360
107	10/05/2012	357	360	363	357	364
108	10/05/2012	363	360	361	356	356
109	10/05/2012	363	365	363	362	362
110	10/05/2012	360	362	361	361	363
111	10/05/2012	365	365	369	371	367
112	10/05/2012	364	363	369	364	363
113	10/05/2012	362	371	361	368	365
114	10/05/2012	363	365	365	363	365
115	14/05/2012	360	363	362	363	366
116	14/05/2012	362	363	365	363	360
117	14/05/2012	363	360	355	360	354
118	14/05/2012	356	362	356	359	355
119	14/05/2012	363	366	362	360	360
120	14/05/2012	365	363	362	360	363
121	14/05/2012	363	362	366	363	360
122	14/05/2012	362	365	363	363	362
123	14/05/2012	367	366	363	362	363
124	14/05/2012	365	363	362	363	364
125	14/05/2012	360	363	362	366	364
126	14/05/2012	363	360	362	364	366
127	14/05/2012	363	360	362	366	363
128	14/05/2012	363	365	362	360	363
129	14/05/2012	363	362	366	363	362

Cuadro A.7 (Continuación) Contenido neto para el producto 24501

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
130	14/05/2012	362	365	363	360	363
131	14/05/2012	363	362	366	363	363
132	14/05/2012	367	363	361	366	362
133	14/05/2012	363	361	360	363	363
134	14/05/2012	365	362	362	365	362
135	14/05/2012	360	362	366	363	362
136	14/05/2012	364	363	368	366	362
137	15/05/2012	363	362	361	363	363
138	15/05/2012	366	362	365	363	363
139	15/05/2012	363	359	360	361	363
140	15/05/2012	361	361	360	357	362
141	15/05/2012	365	363	362	364	360
142	15/05/2012	361	366	363	363	363
143	15/05/2012	362	366	363	365	367
144	15/05/2012	362	366	363	362	367
145	15/05/2012	362	360	362	363	365
146	15/05/2012	362	366	363	363	362
147	15/05/2012	363	362	360	359	364
148	15/05/2012	363	360	363	361	362
149	15/05/2012	363	368	366	362	360
150	15/05/2012	363	364	363	362	365
151	15/05/2012	368	363	362	360	363
152	15/05/2012	365	363	362	363	359
153	15/05/2012	365	363	362	366	364
154	15/05/2012	366	362	366	366	363
155	15/05/2012	363	362	360	366	363
156	15/05/2012	363	362	365	363	363
157	15/05/2012	363	362	365	364	363
158	15/05/2012	366	363	364	362	362
159	15/05/2012	363	362	358	365	366
160	15/05/2012	362	365	363	363	363
161	16/05/2012	360	360	355	360	357
162	16/05/2012	357	358	358	355	358
163	16/05/2012	363	362	362	365	370
164	16/05/2012	365	364	362	360	363
165	16/05/2012	366	363	362	366	362
166	16/05/2012	360	362	364	363	363
167	24/05/2012	361	361	376	369	368
168	24/05/2012	361	362	366	368	365
169	24/05/2012	363	362	366	363	365
170	24/05/2012	364	363	362	366	365
171	25/05/2012	363	364	363	361	357
172	25/05/2012	364	360	365	356	359

Cuadro A.7 (Continuación) Contenido neto para el producto 24501

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
173	25/05/2012	362	365	363	360	363
174	25/05/2012	360	360	362	365	362
175	25/05/2012	363	362	360	366	362
176	25/05/2012	362	364	363	360	363
177	25/05/2012	357	356	360	359	364
178	25/05/2012	359	358	361	359	361
179	25/05/2012	363	362	366	363	362
180	25/05/2012	362	366	365	363	360
181	25/05/2012	365	363	362	366	360
182	25/05/2012	363	362	363	363	365
183	25/05/2012	365	363	362	366	360
184	25/05/2012	363	362	363	363	365
185	25/05/2012	365	363	362	366	360
186	25/05/2012	363	362	363	363	365
187	25/05/2012	363	366	362	366	362
188	25/05/2012	360	362	365	363	363
189	25/05/2012	362	366	363	360	362
190	25/05/2012	366	363	362	363	363
191	25/05/2012	363	362	366	363	366
192	25/05/2012	362	365	363	362	360
193	01/06/2012	371	368	367	363	362
194	01/06/2012	368	364	355	367	365
195	01/06/2012	363	362	366	362	365
196	01/06/2012	363	362	365	363	366
197	01/06/2012	363	362	364	363	367
198	01/06/2012	366	363	360	362	362
199	04/06/2012	366	368	367	372	366
200	04/06/2012	367	369	364	365	362
201	04/06/2012	366	365	363	362	363
202	04/06/2012	363	362	366	366	366
203	04/06/2012	363	362	366	368	362
204	04/06/2012	362	365	363	363	363
205	04/06/2012	363	362	360	361	365
206	04/06/2012	366	363	360	362	363
207	04/06/2012	362	366	363	360	362
208	04/06/2012	366	363	363	360	362
209	04/06/2012	365	363	364	368	363
210	04/06/2012	362	365	366	368	366
211	04/06/2012	363	362	365	363	366
212	04/06/2012	366	365	362	366	362
213	04/06/2012	363	362	366	363	362
214	04/06/2012	365	365	363	360	362
215	04/06/2012	364	363	366	362	362

Cuadro A.7 (Continuación) Contenido neto para el producto 24501

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
216	04/06/2012	365	361	366	363	365
217	04/06/2012	365	363	366	362	362
218	04/06/2012	363	362	365	364	366
219	15/06/2012	360	367	362	362	364
220	15/06/2012	364	367	367	365	360
221	25/06/2012	362	368	368	366	368
222	25/06/2012	368	369	364	365	366
223	25/06/2012	361	366	363	364	364
224	25/06/2012	359	362	359	363	368
225	25/06/2012	360	358	358	361	362
226	25/06/2012	359	362	355	358	359
227	25/06/2012	360	368	358	368	366
228	25/06/2012	366	365	365	365	365
229	25/06/2012	360	359	360	361	358
230	25/06/2012	362	358	359	356	361
231	25/06/2012	360	364	366	360	359
232	25/06/2012	356	363	363	365	367
233	26/06/2012	363	362	362	363	363
234	26/06/2012	363	365	363	361	362
235	26/06/2012	363	367	363	361	365
236	26/06/2012	361	366	367	362	363
237	26/06/2012	370	367	367	363	359
238	26/06/2012	361	361	358	360	360
239	26/06/2012	361	360	363	361	359
240	26/06/2012	359	358	360	360	361
241	26/06/2012	357	362	361	362	361
242	26/06/2012	361	360	359	358	359
243	26/06/2012	361	361	360	358	368
244	26/06/2012	360	364	364	366	360
245	26/06/2012	360	363	362	359	356
246	26/06/2012	358	360	360	360	358
247	26/06/2012	358	359	357	359	363
248	26/06/2012	356	355	357	355	360
216	04/06/2012	365	361	366	363	365
217	04/06/2012	365	363	366	362	362
218	04/06/2012	363	362	365	364	366
219	15/06/2012	360	367	362	362	364
220	15/06/2012	364	367	367	365	360
221	25/06/2012	362	368	368	366	368
222	25/06/2012	368	369	364	365	366
223	25/06/2012	361	366	363	364	364
224	25/06/2012	359	362	359	363	368
225	25/06/2012	360	358	358	361	362

Cuadro A.7 (Continuación) Contenido neto para el producto 24501

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
249	26/06/2012	359	359	361	363	358
250	26/06/2012	357	357	356	366	360
251	27/06/2012	364	359	362	360	356
252	27/06/2012	365	359	357	365	359
253	27/06/2012	357	357	366	365	361
254	27/06/2012	368	369	365	357	357
255	27/06/2012	370	363	366	367	368
256	27/06/2012	366	368	369	368	367
257	27/06/2012	365	363	364	365	362
258	27/06/2012	365	363	363	366	365
259	16/07/2012	366	362	370	364	363
260	16/07/2012	369	368	360	361	371
261	16/07/2012	363	362	366	365	365
262	16/07/2012	362	365	363	362	363
263	16/07/2012	363	362	360	362	364
264	16/07/2012	363	362	362	366	365
249	26/06/2012	359	359	361	363	358
250	26/06/2012	357	357	356	366	360
251	27/06/2012	364	359	362	360	356
252	27/06/2012	365	359	357	365	359
253	27/06/2012	357	357	366	365	361
254	27/06/2012	368	369	365	357	357
255	27/06/2012	370	363	366	367	368
256	27/06/2012	366	368	369	368	367
257	27/06/2012	365	363	364	365	362
258	27/06/2012	365	363	363	366	365
259	16/07/2012	366	362	370	364	363
260	16/07/2012	369	368	360	361	371
261	16/07/2012	363	362	366	365	365
262	16/07/2012	362	365	363	362	363
263	16/07/2012	363	362	360	362	364
264	16/07/2012	363	362	362	366	365

Cuadro A.8 Contenido neto para el producto 24511

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
1	13/02/2012	840	839	835	838	836
2	13/02/2012	837	834	832	837	836
3	14/02/2012	841	840	838	841	834
4	14/02/2012	833	836	836	839	835
5	14/02/2012	841	846	841	844	841
6	14/02/2012	841	842	841	843	842
7	15/02/2012	840	840	834	833	834
8	15/02/2012	841	831	839	844	839
9	15/02/2012	836	840	833	839	845
10	15/02/2012	840	839	843	837	840
11	16/02/2012	843	836	839	839	843
12	16/02/2012	843	841	838	843	839
13	16/02/2012	839	843	840	841	840
14	16/02/2012	840	843	838	843	843
15	17/02/2012	836	843	838	840	843
16	17/02/2012	843	835	838	841	843
17	17/02/2012	842	843	844	841	843
18	17/02/2012	840	843	845	843	838
19	17/02/2012	836	843	840	838	843
20	17/02/2012	843	841	843	840	842
21	17/02/2012	841	840	840	837	840
22	17/02/2012	843	838	836	838	840
23	17/02/2012	841	843	840	841	843
24	17/02/2012	844	843	838	840	843
25	17/02/2012	841	843	843	840	838
26	17/02/2012	841	843	844	840	838
27	17/02/2012	841	843	844	840	840
28	17/02/2012	838	840	843	841	841
29	17/02/2012	840	836	841	838	838
30	17/02/2012	840	842	838	834	840
31	17/02/2012	839	843	840	841	843
32	17/02/2012	841	840	838	839	843
33	20/02/2012	834	838	839	836	837
34	20/02/2012	841	837	843	835	848
35	20/02/2012	845	843	839	841	846
36	20/02/2012	836	845	841	835	846
37	21/02/2012	833	830	839	837	839
38	21/02/2012	843	838	834	846	835
39	21/02/2012	837	839	840	841	840
40	21/02/2012	836	841	840	836	835
41	13/03/2012	844	836	843	837	840
42	13/03/2012	840	837	845	845	842
43	13/03/2012	841	843	840	838	841

Cuadro A.8 (Continuación) Contenido neto para el producto 24511

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
44	13/03/2012	843	844	840	841	841
45	13/03/2012	839	843	840	841	843
46	13/03/2012	843	840	841	840	843
47	13/03/2012	838	843	840	843	843
48	13/03/2012	840	841	843	845	843
49	14/03/2012	834	832	836	837	834
50	14/03/2012	837	833	837	836	841
51	14/03/2012	840	840	835	838	842
52	14/03/2012	843	843	841	840	840
53	14/03/2012	843	840	843	840	841
54	14/03/2012	838	843	844	842	841
55	14/03/2012	841	843	840	838	843
56	14/03/2012	841	843	841	840	843
57	14/03/2012	846	850	840	841	843
58	14/03/2012	843	842	842	845	842
59	14/03/2012	843	841	843	843	840
60	14/03/2012	842	843	840	838	840
61	14/03/2012	843	840	843	841	840
62	14/03/2012	842	845	843	841	840
63	14/03/2012	845	843	841	840	840
64	14/03/2012	844	840	840	843	843
65	14/03/2012	841	842	843	840	841
66	14/03/2012	838	843	844	837	841
67	14/03/2012	840	843	841	840	843
68	14/03/2012	845	843	840	841	843
69	02/05/2012	839	836	837	835	844
70	02/05/2012	847	831	837	834	836
71	02/05/2012	836	840	843	843	843
72	02/05/2012	840	841	838	843	841
73	02/05/2012	843	840	841	843	841
74	02/05/2012	840	842	846	843	843
75	02/05/2012	840	843	841	840	840
76	02/05/2012	843	841	843	843	843
77	04/05/2012	843	840	843	846	841
78	04/05/2012	838	840	843	843	843
79	04/05/2012	831	838	834	838	842
80	04/05/2012	839	840	846	845	841
81	04/05/2012	843	841	840	845	840
82	04/05/2012	838	840	835	843	836
83	04/05/2012	843	841	840	843	844
84	04/05/2012	840	843	841	843	843
85	04/05/2012	840	843	843	841	841
86	04/05/2012	840	843	843	841	840

Cuadro A.8 (Continuación) Contenido neto para el producto 24511

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
87	04/05/2012	843	841	840	843	844
88	04/05/2012	843	841	843	843	836
89	04/05/2012	843	841	840	843	845
90	04/05/2012	843	843	840	843	842
91	07/05/2012	836	835	838	836	832
92	07/05/2012	834	835	843	832	833
93	07/05/2012	838	841	845	843	844
94	07/05/2012	842	846	844	844	841
95	07/05/2012	835	840	844	839	844
96	07/05/2012	844	833	843	845	840
97	07/05/2012	836	836	840	835	836
98	07/05/2012	839	844	841	836	840
99	07/05/2012	839	843	843	846	840
100	07/05/2012	840	846	840	844	840
101	07/05/2012	846	843	841	844	843
102	07/05/2012	844	840	841	843	843
103	07/05/2012	842	843	843	846	832
104	07/05/2012	846	837	839	845	849
105	07/05/2012	845	841	845	838	850
106	07/05/2012	846	841	841	848	845
107	07/05/2012	841	835	841	838	845
108	07/05/2012	846	838	839	839	842
109	07/05/2012	831	839	842	841	845
110	07/05/2012	831	841	842	845	840
111	08/05/2012	842	839	843	842	836
112	08/05/2012	847	849	843	842	837
113	01/06/2012	834	850	844	839	839
114	01/06/2012	837	839	848	841	842
115	01/06/2012	840	843	841	837	843
116	01/06/2012	841	843	840	843	843
117	01/06/2012	841	840	843	840	843
118	01/06/2012	843	841	840	843	843
119	01/06/2012	843	840	838	840	843
120	01/06/2012	836	837	841	843	843
121	01/06/2012	841	843	840	843	841
122	01/06/2012	841	840	843	843	843
123	01/06/2012	841	843	840	843	840
124	01/06/2012	841	840	843	843	843
125	01/06/2012	841	843	840	843	842
126	01/06/2012	841	840	843	843	843
127	14/06/2012	841	843	840	843	843
128	14/06/2012	840	841	838	841	844
129	14/06/2012	841	843	840	843	841

Cuadro A.8 (Continuación) Contenido neto para el producto 24511

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
130	14/06/2012	840	843	843	840	843
131	14/06/2012	843	841	843	843	845
132	14/06/2012	840	841	843	843	844
133	14/06/2012	841	843	840	843	843
134	14/06/2012	843	843	844	840	841
135	14/06/2012	841	843	840	843	843
136	14/06/2012	840	843	841	838	841
137	14/06/2012	833	841	840	836	843
138	14/06/2012	843	843	841	840	840
139	14/06/2012	836	837	832	841	845
140	14/06/2012	846	832	844	849	841
141	14/06/2012	843	841	840	843	843
142	14/06/2012	843	845	840	843	843
143	14/06/2012	843	840	843	841	843
144	14/06/2012	844	840	841	843	843
145	15/06/2012	842	843	844	840	840
146	15/06/2012	840	841	843	843	843
147	15/06/2012	848	844	843	841	850
148	15/06/2012	841	839	842	841	846
149	15/06/2012	841	843	844	840	843
150	15/06/2012	843	841	840	843	843
151	15/06/2012	835	843	840	843	840
152	15/06/2012	843	841	843	843	841
153	15/06/2012	840	843	841	840	840
154	15/06/2012	843	841	840	845	843
155	15/06/2012	843	840	835	838	840
156	15/06/2012	846	840	843	841	843
157	15/06/2012	843	841	840	843	840
158	15/06/2012	840	841	843	843	845
159	06/07/2012	841	845	847	848	847
160	06/07/2012	846	836	843	836	846
161	06/08/2012	843	840	843	840	840
162	06/08/2012	845	843	841	840	841
163	06/08/2012	846	843	841	843	843
164	06/08/2012	843	843	845	840	845
165	07/08/2012	834	836	837	835	843
166	07/08/2012	836	831	833	841	835
167	07/08/2012	841	838	836	840	833
168	07/08/2012	843	841	840	843	840
169	07/08/2012	840	843	841	836	841
170	07/08/2012	843	840	843	843	840
171	07/08/2012	843	841	840	845	844
172	07/08/2012	841	840	840	843	843

Cuadro A.8 (Continuación) Contenido neto para el producto 24511

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
173	16/08/2012	843	841	840	843	841
174	16/08/2012	841	840	845	843	845
175	23/08/2012	844	842	840	839	843
176	23/08/2012	832	842	839	835	836
177	23/08/2012	841	843	840	845	840
178	23/08/2012	843	838	843	843	841
179	23/08/2012	843	840	841	843	842
180	23/08/2012	835	838	840	838	843
181	23/08/2012	843	841	840	845	843
182	23/08/2012	843	840	840	841	842
183	24/08/2012	839	835	836	836	838
184	24/08/2012	841	842	844	841	842
185	24/08/2012	843	840	838	841	841
186	24/08/2012	840	843	845	840	843
187	24/08/2012	841	843	840	843	841
188	24/08/2012	840	845	843	841	841
189	24/08/2012	839	843	841	840	845
190	24/08/2012	843	843	841	840	845
191	24/08/2012	843	841	840	843	840
192	24/08/2012	841	840	843	841	843
193	24/08/2012	843	841	840	843	840
194	24/08/2012	840	841	843	841	845

Cuadro A.9 Contenido neto para el producto 24801

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
1	27/02/2012	368	372	366	366	368
2	27/02/2012	368	367	363	368	366
3	27/02/2012	364	363	365	368	365
4	27/02/2012	365	363	362	366	363
5	27/02/2012	362	366	363	365	363
6	27/02/2012	363	362	360	368	363
7	27/02/2012	363	366	362	365	368
8	27/02/2012	361	360	362	366	363
9	27/02/2012	361	363	366	363	363
10	27/02/2012	362	360	361	365	363
11	27/02/2012	363	362	366	363	365
12	27/02/2012	363	362	360	362	365
13	27/02/2012	368	363	362	366	360
14	27/02/2012	362	361	365	363	360
15	27/02/2012	363	362	365	363	364

Cuadro A.9 (Continuación) Contenido neto para el producto 24801

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
16	27/02/2012	362	360	362	366	363
17	27/02/2012	362	363	365	363	366
18	27/02/2012	363	366	363	362	362
19	27/02/2012	363	362	366	363	369
20	27/02/2012	365	366	363	360	362
21	28/02/2012	364	361	359	362	359
22	28/02/2012	362	359	362	361	360
23	28/02/2012	363	363	362	363	368
24	28/02/2012	363	364	360	367	361
25	28/02/2012	363	362	366	365	362
26	28/02/2012	365	362	368	363	363
27	28/02/2012	365	363	362	366	363
28	28/02/2012	364	362	368	366	363
29	28/02/2012	362	366	363	360	362
30	28/02/2012	363	363	365	363	362
31	28/02/2012	361	363	365	363	365
32	28/02/2012	362	366	363	365	360
33	28/02/2012	362	363	365	368	363
34	28/02/2012	362	360	366	365	363
35	21/05/2012	370	365	369	366	359
36	21/05/2012	369	363	359	355	364
37	21/05/2012	368	363	366	365	368
38	21/05/2012	362	366	363	363	363
39	21/05/2012	364	363	363	362	363
40	21/05/2012	362	366	363	365	360
41	21/05/2012	363	362	366	362	362
42	21/05/2012	363	361	366	363	365
43	21/05/2012	363	362	366	363	366
44	21/05/2012	362	366	368	366	365
45	21/05/2012	366	363	362	368	362
46	21/05/2012	362	366	363	364	363
47	21/05/2012	366	369	371	368	362
48	21/05/2012	362	366	369	363	363
49	21/05/2012	368	363	362	366	363
50	21/05/2012	363	362	366	368	365
51	22/05/2012	361	367	363	368	363
52	22/05/2012	368	367	367	361	363
53	22/05/2012	367	363	362	366	363
54	22/05/2012	363	362	365	363	363
55	22/05/2012	369	367	362	366	362
56	22/05/2012	363	362	366	363	363
57	22/05/2012	363	367	366	363	366
58	22/05/2012	366	363	364	363	362

Cuadro A.9 (Continuación) Contenido neto para el producto 24801

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
59	22/05/2012	366	362	367	363	363
60	22/05/2012	366	363	364	362	362
61	22/05/2012	366	363	362	366	363
62	22/05/2012	363	362	367	366	369
63	22/05/2012	368	366	363	362	363
64	22/05/2012	365	363	362	364	366
65	22/05/2012	363	362	366	362	366
66	22/05/2012	365	363	364	362	360
67	22/05/2012	361	368	364	368	363
68	22/05/2012	368	366	364	361	365
69	22/05/2012	362	366	367	363	363
70	22/05/2012	363	366	363	366	362
71	23/05/2012	367	361	368	363	366
72	23/05/2012	365	364	358	364	363
73	23/05/2012	370	368	365	363	363
74	23/05/2012	370	369	369	365	366
75	23/05/2012	362	366	363	362	363
76	23/05/2012	363	360	363	365	365
77	23/05/2012	367	363	362	366	368
78	23/05/2012	362	366	362	366	363
79	23/05/2012	367	366	363	366	365
80	23/05/2012	363	362	369	365	366
81	23/05/2012	365	363	362	365	366
82	23/05/2012	369	364	362	366	363
83	28/05/2012	366	361	368	372	359
84	28/05/2012	367	370	367	372	371
85	28/05/2012	363	358	366	368	362
86	28/05/2012	363	362	366	363	365
87	28/05/2012	369	363	362	365	362
88	28/05/2012	367	360	363	363	363
89	28/05/2012	365	363	362	367	366
90	28/05/2012	362	366	362	363	366
91	28/05/2012	363	366	362	363	365
92	28/05/2012	366	362	366	363	362
93	28/05/2012	363	362	366	363	363
94	28/05/2012	366	363	362	365	362
95	28/05/2012	363	362	366	365	368
96	28/05/2012	365	362	366	368	363
97	28/05/2012	366	363	362	367	365
98	28/05/2012	363	365	362	366	364
99	28/05/2012	363	362	366	363	366
100	28/05/2012	365	363	362	363	362
101	28/05/2012	368	363	362	366	366

Cuadro A.9 (Continuación) Contenido neto para el producto 24801

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
102	28/05/2012	363	362	369	362	368
103	28/06/2012	360	361	359	368	369
104	28/06/2012	359	358	368	358	367
105	28/06/2012	363	362	365	363	366
106	28/06/2012	366	365	363	362	362
107	28/06/2012	363	368	362	366	363
108	28/06/2012	363	362	366	368	365
109	28/06/2012	367	362	367	366	362
110	28/06/2012	363	362	364	363	365
111	28/06/2012	363	362	368	365	365
112	28/06/2012	362	366	363	362	363
113	28/06/2012	366	363	362	365	365
114	28/06/2012	365	366	363	362	363
115	28/06/2012	365	363	362	366	363
116	28/06/2012	362	366	366	365	363
117	28/06/2012	365	363	362	366	363
118	28/06/2012	363	362	366	365	368
119	28/06/2012	363	362	366	366	363
120	28/06/2012	362	366	363	369	368
121	28/06/2012	363	362	366	365	363
122	28/06/2012	362	366	365	365	363
123	29/06/2012	364	366	362	369	360
124	29/06/2012	359	364	363	363	368
125	29/06/2012	365	363	362	366	363
126	29/06/2012	362	363	363	365	363
127	29/06/2012	368	363	362	366	368
128	29/06/2012	368	363	362	366	365
129	29/06/2012	368	362	366	363	363
130	29/06/2012	365	363	364	366	362
131	29/06/2012	362	366	363	360	363
132	29/06/2012	363	362	366	366	365
133	29/06/2012	368	362	366	363	366
134	29/06/2012	364	366	368	362	362
135	04/07/2012	365	365	367	369	369
136	04/07/2012	366	368	366	371	366
137	04/07/2012	363	362	366	363	366
138	04/07/2012	366	363	363	362	362
139	04/07/2012	363	362	366	366	362
140	04/07/2012	362	365	363	363	363
141	04/07/2012	366	363	362	369	363
142	04/07/2012	362	365	368	362	363
143	04/07/2012	363	362	366	363	362
144	04/07/2012	366	363	362	363	362

Cuadro A.9 (Continuación) Contenido neto para el producto 24801

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
145	05/07/2012	365	363	362	366	363
146	05/07/2012	363	362	360	366	363
147	05/07/2012	363	359	366	363	366
148	05/07/2012	366	363	360	362	362
149	05/07/2012	365	363	363	366	366
150	05/07/2012	365	365	363	362	363
151	05/07/2012	366	363	368	363	370
152	05/07/2012	366	362	365	363	366
153	05/07/2012	363	362	366	368	363
154	05/07/2012	365	363	362	366	362
155	20/07/2012	359	363	365	354	365
156	20/07/2012	357	355	357	355	360
157	20/07/2012	360	363	365	362	365
158	20/07/2012	366	363	363	362	366
159	20/07/2012	363	362	365	363	363
160	20/07/2012	365	363	362	366	362
161	20/07/2012	367	363	362	362	366
162	20/07/2012	363	362	360	362	365
163	20/07/2012	365	363	362	363	365
164	20/07/2012	363	366	363	362	365
165	10/08/2012	368	363	361	366	362
166	10/08/2012	366	361	367	363	360
167	10/08/2012	363	362	365	363	363
168	10/08/2012	366	363	362	365	362
169	10/08/2012	363	365	363	362	363
170	10/08/2012	365	363	362	365	366
171	10/08/2012	367	363	362	365	365
172	10/08/2012	360	363	362	365	363
173	10/08/2012	363	362	365	363	363
174	10/08/2012	363	360	362	366	365
175	10/08/2012	363	362	365	363	363
176	10/08/2012	366	363	362	365	362
177	10/08/2012	363	362	366	363	363
178	10/08/2012	365	363	362	365	362

Cuadro A.10 Contenido neto para el producto 24803

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
1	09/02/2012	845	843	845	843	839
2	09/02/2012	842	840	842	839	839
3	09/02/2012	845	843	845	843	839
4	09/02/2012	842	840	842	839	839
5	23/02/2012	851	851	848	836	845
6	23/02/2012	840	852	839	852	849
7	23/02/2012	851	851	848	836	845
8	23/02/2012	840	852	839	852	849
9	23/02/2012	848	843	843	841	841
10	23/02/2012	848	843	844	843	845
11	23/02/2012	848	843	843	841	841
12	23/02/2012	848	843	844	843	845
13	24/02/2012	843	845	840	841	841
14	24/02/2012	843	846	848	840	843
15	24/02/2012	843	845	840	841	841
16	24/02/2012	843	846	848	840	843
17	24/02/2012	845	846	848	848	848
18	24/02/2012	856	849	847	843	852
19	24/02/2012	845	846	848	848	848
20	24/02/2012	856	849	847	843	852
21	24/02/2012	847	843	841	843	843
22	24/02/2012	843	848	841	842	845
23	24/02/2012	847	843	841	843	843
24	24/02/2012	843	848	841	842	845
25	24/02/2012	846	843	841	840	843
26	24/02/2012	843	841	840	843	843
27	24/02/2012	846	843	841	840	843
28	24/02/2012	843	841	840	843	843
29	24/02/2012	841	843	844	843	841
30	24/02/2012	845	848	844	843	847
31	24/02/2012	841	843	844	843	841
32	24/02/2012	845	848	844	843	847
33	24/02/2012	841	843	840	841	840
34	24/02/2012	845	843	841	838	843
35	24/02/2012	841	843	840	841	840
36	24/02/2012	845	843	841	838	843
37	24/02/2012	841	843	846	848	846
38	24/02/2012	846	851	848	843	847
39	24/02/2012	841	843	846	848	846
40	24/02/2012	846	851	848	843	847
41	23/04/2012	841	843	840	841	841
42	23/04/2012	841	842	843	840	838
43	23/04/2012	841	843	840	841	841

A.10 (Continuación) Contenido neto para el producto 24803

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
44	23/04/2012	841	842	843	840	838
45	23/04/2012	843	840	843	844	841
46	23/04/2012	845	846	839	843	845
47	23/04/2012	843	840	843	844	841
48	23/04/2012	845	846	839	843	845
49	23/04/2012	843	840	843	846	843
50	23/04/2012	844	843	841	843	843
51	23/04/2012	843	840	843	846	843
52	23/04/2012	844	843	841	843	843
53	23/04/2012	843	840	841	844	843
54	23/04/2012	843	844	840	846	840
55	23/04/2012	843	840	841	844	843
56	23/04/2012	843	844	840	846	840
57	23/04/2012	846	843	840	840	841
58	23/04/2012	843	848	847	843	843
59	23/04/2012	846	843	840	840	841
60	23/04/2012	843	848	847	843	843
61	23/04/2012	843	841	840	843	843
62	23/04/2012	843	840	840	841	846
63	23/04/2012	843	841	840	843	843
64	23/04/2012	843	840	840	841	846
65	23/04/2012	843	845	848	843	843
66	23/04/2012	841	843	845	843	843
67	23/04/2012	843	845	848	843	843
68	23/04/2012	841	843	845	843	843
69	23/04/2012	840	836	843	847	846
70	23/04/2012	840	838	844	834	838
71	23/04/2012	840	836	843	847	846
72	23/04/2012	840	838	844	834	838
73	30/04/2012	843	841	840	841	846
74	30/04/2012	840	843	843	842	843
75	30/04/2012	843	841	840	841	846
76	30/04/2012	840	843	843	842	843
77	30/04/2012	839	840	840	848	847
78	30/04/2012	838	849	839	844	835
79	30/04/2012	839	840	840	848	847
80	30/04/2012	838	849	839	844	835
81	30/04/2012	843	845	841	840	843
82	30/04/2012	843	843	840	841	843
83	30/04/2012	843	845	841	840	843
84	30/04/2012	843	843	840	841	843
85	30/04/2012	843	841	846	844	843
86	30/04/2012	843	846	843	840	841

Cuadro A.10 (Continuación) Contenido neto para el producto 24803

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
87	30/04/2012	843	841	846	844	843
88	30/04/2012	843	846	843	840	841
89	30/04/2012	845	840	843	843	845
90	30/04/2012	840	841	843	846	843
91	30/04/2012	845	840	843	843	845
92	30/04/2012	840	841	843	846	843
93	30/04/2012	848	840	843	843	843
94	30/04/2012	843	840	841	838	846
95	30/04/2012	848	840	843	843	843
96	30/04/2012	843	840	841	838	846
97	30/04/2012	843	840	842	843	840
98	30/04/2012	840	841	838	843	844
99	30/04/2012	843	840	842	843	840
100	30/04/2012	840	841	838	843	844
101	30/04/2012	840	843	843	841	841
102	30/04/2012	843	840	843	843	846
103	30/04/2012	840	843	843	841	841
104	30/04/2012	843	840	843	843	846
105	30/04/2012	843	840	845	846	843
106	30/04/2012	840	843	843	840	841
107	30/04/2012	843	840	845	846	843
108	30/04/2012	840	843	843	840	841
109	30/04/2012	841	843	840	843	843
110	30/04/2012	846	840	841	843	842
111	30/04/2012	841	843	840	843	843
112	30/04/2012	846	840	841	843	842
113	30/04/2012	839	843	845	840	846
114	30/04/2012	843	843	841	840	841
115	30/04/2012	839	843	845	840	846
116	30/04/2012	843	843	841	840	841
117	02/05/2012	837	839	838	841	844
118	02/05/2012	844	836	837	850	838
119	02/05/2012	837	839	838	841	844
120	02/05/2012	844	836	837	850	838
121	02/05/2012	843	846	843	841	843
122	02/05/2012	843	843	843	846	840
123	02/05/2012	843	846	843	841	843
124	02/05/2012	843	843	843	846	840
125	02/05/2012	843	845	846	843	840
126	02/05/2012	840	843	843	841	841
127	02/05/2012	843	845	846	843	840
128	02/05/2012	840	843	843	841	841
129	02/05/2012	843	841	840	843	843

Cuadro A.10 (Continuación) Contenido neto para el producto 24803

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
130	02/05/2012	843	841	840	843	846
131	02/05/2012	843	841	840	843	843
132	02/05/2012	843	841	840	843	846
133	02/05/2012	843	843	841	840	843
134	02/05/2012	844	841	838	842	843
135	02/05/2012	843	843	841	840	843
136	02/05/2012	844	841	838	842	843
137	02/05/2012	843	841	840	843	845
138	02/05/2012	842	846	843	841	843
139	02/05/2012	843	841	840	843	845
140	02/05/2012	842	846	843	841	843
141	03/05/2012	843	841	843	843	843
142	03/05/2012	840	843	841	840	845
143	03/05/2012	843	841	843	843	843
144	03/05/2012	840	843	841	840	845
145	10/05/2012	837	847	846	839	835
146	10/05/2012	839	840	841	839	836
147	10/05/2012	837	847	846	839	835
148	10/05/2012	839	840	841	839	836
149	10/05/2012	850	848	846	839	843
150	10/05/2012	848	847	845	844	839
151	10/05/2012	850	848	846	839	843
152	10/05/2012	848	847	845	844	839
153	28/05/2012	844	845	847	843	841
154	28/05/2012	844	838	843	843	847
155	28/05/2012	844	845	847	843	841
156	28/05/2012	844	838	843	843	847
157	29/05/2012	841	844	846	841	844
158	29/05/2012	847	849	842	854	851
159	29/05/2012	841	844	846	841	844
160	29/05/2012	847	849	842	854	851
161	29/05/2012	843	838	848	843	840
162	29/05/2012	843	841	842	848	845
163	29/05/2012	843	838	848	843	840
164	29/05/2012	843	841	842	848	845
165	29/05/2012	837	840	846	843	839
166	29/05/2012	843	842	839	840	840
167	29/05/2012	837	840	846	843	839
168	29/05/2012	843	842	839	840	840
169	30/05/2012	846	839	837	841	849
170	30/05/2012	839	843	843	842	840
171	30/05/2012	846	839	837	841	849
172	30/05/2012	839	843	843	842	840

Cuadro A.10 (Continuación) Contenido neto para el producto 24803

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
173	30/05/2012	844	849	845	843	839
174	30/05/2012	842	844	841	844	843
175	30/05/2012	844	849	845	843	839
176	30/05/2012	842	844	841	844	843
177	30/05/2012	849	851	850	843	849
178	30/05/2012	846	843	848	847	850
179	30/05/2012	849	851	850	843	849
180	30/05/2012	846	843	848	847	850
181	30/05/2012	842	840	840	840	847
182	30/05/2012	845	844	849	843	845
183	30/05/2012	842	840	840	840	847
184	30/05/2012	845	844	849	843	845
185	30/05/2012	839	840	835	837	837
186	30/05/2012	836	835	838	841	842
187	30/05/2012	839	840	835	837	837
188	30/05/2012	836	835	838	841	842
189	24/07/2012	848	843	837	848	848
190	24/07/2012	848	846	850	844	847
191	24/07/2012	848	843	837	848	848
192	24/07/2012	848	846	850	844	847
193	24/07/2012	848	843	846	849	846
194	24/07/2012	849	850	841	843	844
195	24/07/2012	848	843	846	849	846
196	24/07/2012	849	850	841	843	844
197	25/07/2012	843	840	840	841	843
198	25/07/2012	839	843	847	843	841
199	25/07/2012	843	840	840	841	843
200	25/07/2012	839	843	847	843	841
201	25/07/2012	840	843	840	843	840
202	25/07/2012	841	843	843	841	843
203	25/07/2012	840	843	840	843	840
204	25/07/2012	841	843	843	841	843
205	26/07/2012	843	840	845	843	843
206	26/07/2012	843	841	840	843	840
207	26/07/2012	843	840	845	843	843
208	26/07/2012	843	841	840	843	840
209	24/08/2012	834	845	841	839	843
210	24/08/2012	838	837	842	835	839
211	24/08/2012	834	845	841	839	843
212	24/08/2012	838	837	842	835	839
213	24/08/2012	841	843	841	840	840
214	24/08/2012	841	845	843	841	843
215	24/08/2012	841	843	841	840	840

Cuadro A.10 (Continuación) Contenido neto para el producto 24803

Muestra	Fecha	C. Neto 1 (g)	C. Neto 2 (g)	C. Neto 3 (g)	C. Neto 4 (g)	C. Neto 5 (g)
216	24/08/2012	841	845	843	841	843
217	24/08/2012	843	840	843	845	843
218	24/08/2012	840	843	840	841	841
219	24/08/2012	843	840	843	845	843
220	24/08/2012	840	843	840	841	841

Cuadro A.11 Especificaciones para la variable Densidad

Producto	Valor Objetivo (g/mL)	Esp. Superior (g/mL)	Esp. Inferior (g/mL)
50051	1,41	1,42	1,40
50128	1,41	1,42	1,40
50483	1,41	1,42	1,40

Cuadro A.12 Especificaciones para la Concentración del ingrediente activo

Producto	Valor Objetivo (%m/m)	Esp. Superior (%m/m)	Esp. Inferior (%m/m)
50051	3,86	4,03	3,83
50128	3,89	4,06	3,89
50483	4,36	4,53	4,33

Cuadro A.13 Especificaciones para el Contenido Neto

Producto	Valor Objetivo (g)	Esp. Superior (g)	Esp. Inferior (g)
24501	357	368	355
24511	833	831	845
24801	362	360	372
24803	838	831	845

Apéndice B. Resultados Intermedios

Cuadro B.1 Valores individuales y rango móvil para la concentración del producto 50051

Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil	Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil
1	4,08	-	41	4,03	0,13
2	3,95	0,13	42	3,91	0,12
3	4,01	0,06	43	3,99	0,08
4	3,94	0,07	44	4,02	0,03
5	3,93	0,01	45	3,94	0,08
6	3,94	0,01	46	3,93	0,01
7	3,86	0,08	47	4,03	0,10
8	3,99	0,13	48	3,97	0,06
9	3,97	0,02	49	3,86	0,11
10	3,97	0,00	50	4,03	0,17
11	3,9	0,07	51	3,92	0,11
12	3,93	0,03	52	4,02	0,10
13	4,01	0,08	53	4,04	0,02
14	3,99	0,02	54	3,95	0,09
15	3,97	0,02	55	3,85	0,10
16	3,93	0,04	56	4,03	0,18
17	3,9	0,03	57	4,02	0,01
18	4,01	0,11	58	3,99	0,03
19	3,96	0,05	59	3,96	0,03
20	4,01	0,05	60	3,96	0,00
21	4,02	0,01	61	4,01	0,05
22	4,02	0,00	62	3,98	0,03
23	4,03	0,01	63	3,83	0,15
24	4,02	0,01	64	3,95	0,12
25	4,02	0,00	65	4,01	0,06
26	4,03	0,01	66	3,88	0,13
27	3,99	0,04	67	4	0,12
28	3,99	0,00	68	3,98	0,02
29	3,9	0,09	69	4,01	0,03
30	3,93	0,03	70	4,03	0,02
31	3,99	0,06	71	3,99	0,04
32	4,03	0,04	72	3,97	0,02
33	4,03	0,00	73	3,95	0,02
34	3,99	0,04	74	4,03	0,08
35	3,99	0,00	75	4,03	0,00
36	4,04	0,05	76	3,93	0,10
37	4,02	0,02	77	3,93	0,00
38	3,98	0,04	78	4	0,07
39	3,91	0,07	79	3,98	0,02
40	3,9	0,01	80	3,95	0,03

Cuadro B.1 (Continuación) Valores individuales y rango móvil para la concentración del producto 50051

Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil	Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil
81	4,02	0,07	123	4,02	0,00
82	4,03	0,01	124	4,03	0,01
83	3,91	0,12	125	4,01	0,02
84	3,99	0,08	126	4,03	0,02
85	3,91	0,08	127	4,03	0,00
86	3,96	0,05	128	3,92	0,11
87	4,05	0,09	129	4,03	0,11
88	4,03	0,02	130	4,03	0,00
89	3,96	0,07	131	3,96	0,07
90	3,91	0,05	132	4,03	0,07
91	3,90	0,01	133	3,92	0,11
92	4,02	0,12	134	4,02	0,10
93	3,95	0,07	135	4,03	0,01
94	3,94	0,01	136	4,01	0,02
95	3,97	0,03	137	4,03	0,02
96	4,01	0,04	138	4,01	0,02
97	3,98	0,03	139	3,95	0,06
98	3,96	0,02	140	4,03	0,08
99	4,03	0,07	141	3,9	0,13
100	3,99	0,04	142	4,00	0,10
101	3,93	0,06	143	3,91	0,09
102	3,93	0,00	144	3,96	0,05
103	4,03	0,10	145	3,92	0,04
104	3,95	0,08	146	4,03	0,11
105	3,92	0,03	147	3,98	0,05
106	3,95	0,03	148	4,01	0,03
107	4,03	0,08	149	3,99	0,02
108	4,03	0,00	150	3,99	0,00
109	3,94	0,09	151	4,01	0,02
110	3,91	0,03	152	4,02	0,01
111	4,02	0,11	153	4,03	0,01
112	3,92	0,10	154	4,01	0,02
113	3,94	0,02	155	3,86	0,15
114	4,01	0,07	156	3,94	0,08
115	3,87	0,14	157	3,88	0,06
116	3,92	0,05	158	4,00	0,12
117	3,99	0,07	159	3,97	0,03
118	3,93	0,06	160	3,99	0,02
119	3,99	0,06	161	4,00	0,01
120	4,01	0,02	162	3,99	0,01
121	4,02	0,01	163	3,97	0,02
122	4,02	0,00	164	4,01	0,04

Cuadro B.1 (Continuación) Valores individuales y rango móvil para la concentración del ingrediente activo del producto 50051

Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil	Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil
165	4,03	0,02	193	4,03	0,18
166	4,03	0,00	194	3,98	0,05
167	3,99	0,04	195	4,00	0,02
168	3,96	0,03	196	3,97	0,03
169	3,93	0,03	197	4,03	0,06
170	4,01	0,08	198	3,89	0,14
171	4,03	0,02	199	4,01	0,12
172	3,92	0,11	200	4,01	0,00
173	3,90	0,02	201	4,01	0,00
174	4,03	0,13	202	3,98	0,03
175	4,03	0,00	203	3,94	0,04
176	4,00	0,03	204	4,03	0,09
177	4,03	0,03	205	4,00	0,03
178	4,03	0,00	206	4,03	0,03
179	4,00	0,03	207	3,97	0,06
180	4,02	0,02	208	4,03	0,06
181	3,95	0,07	209	3,96	0,07
182	3,96	0,01	210	3,87	0,09
183	4,02	0,06	211	4,03	0,16
184	4,01	0,01	212	3,85	0,18
185	3,94	0,07	213	3,88	0,03
186	3,92	0,02	214	3,99	0,11
187	3,99	0,07	215	3,95	0,04
188	3,85	0,14	216	3,98	0,03
189	4,02	0,17	217	4,01	0,03
190	3,98	0,04	218	3,99	0,02
191	3,92	0,06	219	3,94	0,05
192	3,85	0,07	220	4,01	0,07

Cuadro B.2 Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50051

Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil	Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil
1	1,40	-	8	1,42	0,00
2	1,40	0,00	9	1,42	0,00
3	1,40	0,00	10	1,42	0,00
4	1,40	0,00	11	1,40	0,02
5	1,40	0,00	12	1,40	0,00
6	1,42	0,02	13	1,40	0,00
7	1,42	0,00	14	1,40	0,00

Cuadro B.2 (Continuación) Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50051

Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil	Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil
15	1,42	0,02	57	1,40	0,01
16	1,40	0,02	58	1,40	0,00
17	1,40	0,00	59	1,40	0,00
18	1,40	0,00	60	1,40	0,00
19	1,41	0,01	61	1,40	0,00
20	1,40	0,01	62	1,40	0,00
21	1,40	0,00	63	1,40	0,00
22	1,41	0,01	64	1,40	0,00
23	1,40	0,01	65	1,40	0,00
24	1,40	0,00	66	1,40	0,00
25	1,40	0,00	67	1,40	0,00
26	1,41	0,01	68	1,42	0,02
27	1,40	0,01	69	1,41	0,01
28	1,40	0,00	70	1,40	0,01
29	1,40	0,00	71	1,42	0,02
30	1,41	0,01	72	1,42	0,00
31	1,42	0,01	73	1,42	0,00
32	1,41	0,01	74	1,42	0,00
33	1,42	0,01	75	1,40	0,02
34	1,40	0,02	76	1,42	0,02
35	1,40	0,00	77	1,40	0,02
36	1,40	0,00	78	1,40	0,00
37	1,40	0,00	79	1,40	0,00
38	1,42	0,02	80	1,40	0,00
39	1,40	0,02	81	1,42	0,02
40	1,42	0,02	82	1,40	0,02
41	1,41	0,01	83	1,40	0,00
42	1,42	0,01	84	1,40	0,00
43	1,42	0,00	85	1,40	0,00
44	1,40	0,02	86	1,41	0,01
45	1,40	0,00	87	1,42	0,01
46	1,40	0,00	88	1,42	0,00
47	1,40	0,00	89	1,42	0,00
48	1,40	0,00	90	1,42	0,00
49	1,40	0,00	91	1,42	0,00
50	1,40	0,00	92	1,42	0,00
51	1,41	0,01	93	1,40	0,02
52	1,40	0,01	94	1,40	0,00
53	1,40	0,00	95	1,40	0,00
54	1,40	0,00	96	1,42	0,02
55	1,40	0,00	97	1,40	0,02
56	1,41	0,01	98	1,42	0,02

Cuadro B.2 (Continuación) Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50051

Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil	Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil
99	1,40	0,02	141	1,42	0,02
100	1,40	0,00	142	1,42	0,00
101	1,40	0,00	143	1,41	0,01
102	1,40	0,00	144	1,42	0,01
103	1,40	0,00	145	1,42	0,00
104	1,42	0,02	146	1,40	0,02
105	1,40	0,02	147	1,42	0,02
106	1,40	0,00	148	1,40	0,02
107	1,40	0,00	149	1,40	0,00
108	1,42	0,02	150	1,40	0,00
109	1,40	0,02	151	1,42	0,02
110	1,42	0,02	152	1,42	0,00
111	1,40	0,02	153	1,40	0,02
112	1,40	0,00	154	1,40	0,00
113	1,40	0,00	155	1,40	0,00
114	1,42	0,02	156	1,40	0,00
115	1,42	0,00	157	1,40	0,00
116	1,42	0,00	158	1,40	0,00
117	1,40	0,02	159	1,40	0,00
118	1,40	0,00	160	1,40	0,00
119	1,42	0,02	161	1,40	0,00
120	1,41	0,01	162	1,41	0,01
121	1,41	0,00	163	1,40	0,01
122	1,40	0,01	164	1,40	0,00
123	1,40	0,00	165	1,42	0,02
124	1,40	0,00	166	1,40	0,02
125	1,40	0,00	167	1,40	0,00
126	1,42	0,02	168	1,42	0,02
127	1,40	0,02	169	1,42	0,00
128	1,40	0,00	170	1,42	0,00
129	1,42	0,02	171	1,39	0,03
130	1,42	0,00	172	1,40	0,01
131	1,42	0,00	173	1,41	0,01
132	1,42	0,00	174	1,40	0,01
133	1,40	0,02	175	1,40	0,00
134	1,41	0,01	176	1,40	0,00
135	1,40	0,01	177	1,40	0,00
136	1,41	0,01	178	1,42	0,02
137	1,40	0,01	179	1,41	0,01
138	1,41	0,01	180	1,41	0,00
139	1,40	0,01	181	1,40	0,01
140	1,40	0,00	182	1,41	0,01

Cuadro B.2 (Continuación) Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50051

Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil	Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil
183	1,42	0,01	196	1,40	0,02
184	1,40	0,02	197	1,40	0,00
185	1,40	0,00	198	1,40	0,00
186	1,40	0,00	199	1,40	0,00
187	1,40	0,00	200	1,40	0,00
188	1,40	0,00	201	1,40	0,00
189	1,41	0,01	202	1,42	0,02
190	1,40	0,01	203	1,40	0,02
191	1,40	0,00	204	1,42	0,02
192	1,40	0,00	205	1,42	0,00
193	1,40	0,00	206	1,42	0,00
194	1,40	0,00	207	1,40	0,02
195	1,42	0,02	208	1,42	0,02

Cuadro B.3 Valores individuales y rango móvil para la concentración del producto 50128

Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil	Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil
1	3,95	-	23	3,83	23
2	3,88	0,07	24	4,00	24
3	3,9	0,02	25	4,02	0,02
4	4,03	0,13	26	3,98	0,04
5	4,00	0,03	27	4,02	0,04
6	3,95	0,05	28	4,03	0,01
7	3,97	0,02	29	4,03	0,00
8	3,99	0,02	30	3,99	0,04
9	3,85	0,14	31	4,03	0,04
10	3,90	0,05	32	4,02	0,01
11	3,97	0,07	33	4,00	0,02
12	4,03	0,06	34	3,98	0,02
13	3,95	0,08	35	4,03	0,05
14	3,95	0,00	36	3,94	0,09
15	3,99	0,04	37	4,01	0,07
16	4,03	0,04	38	4,02	0,01
17	4,03	0,00	39	3,92	0,10
18	3,92	0,11	40	3,84	0,08
19	3,87	0,05	41	3,87	0,03
20	4,02	0,15	42	3,93	0,06
21	4,02	0,00	43	4,00	0,07
22	3,83	0,19	44	3,99	0,01

Cuadro B.3 (Continuación) Valores individuales y rango móvil para la concentración producto 50128

Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil	Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil
45	4	0,01	52	4,33	0,13
46	4,02	0,02	53	4,25	0,08
47	4,1	0,08	54	4,49	0,24
48	4,09	0,01	55	4,08	0,41
49	4,43	0,34	56	4,22	0,14
50	3,81	0,62	57	4,22	0,00
51	4,2	0,39	58	3,66	0,56

Cuadro B.4 Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50128

Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil	Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil
1	1,40	-	22	1,40	0,02
2	1,40	0,00	23	1,40	0,00
3	1,40	0,00	24	1,41	0,01
4	1,42	0,02	25	1,41	0,00
5	1,42	0,00	26	1,42	0,01
6	1,42	0,00	27	1,42	0,00
7	1,41	0,01	28	1,42	0,00
8	1,40	0,01	29	1,40	0,02
9	1,40	0,00	30	1,40	0,00
10	1,40	0,00	31	1,42	0,02
11	1,40	0,00	32	1,42	0,00
12	1,40	0,00	33	1,42	0,00
13	1,40	0,00	34	1,40	0,02
14	1,40	0,00	35	1,40	0,00
15	1,40	0,00	36	1,40	0,00
16	1,41	0,01	37	1,40	0,00
17	1,42	0,01	38	1,40	0,00
18	1,40	0,02	39	1,42	0,02
19	1,41	0,01	40	1,42	0,00
20	1,42	0,01	41	1,42	0,00
21	1,42	0,00	42	1,42	0,00

Cuadro B.5 Valores individuales y rango móvil para la concentración del producto 50483

Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil	Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil
1	4,48	-	43	4,40	0,08
2	4,38	0,10	44	4,43	0,03
3	4,46	0,08	45	4,47	0,04
4	4,52	0,06	46	4,35	0,12
5	4,46	0,06	47	4,45	0,10
6	4,50	0,04	48	4,52	0,07
7	4,47	0,03	49	4,34	0,18
8	4,49	0,02	50	4,45	0,11
9	4,50	0,01	51	4,40	0,05
10	4,51	0,01	52	4,33	0,07
11	4,51	0,00	53	4,49	0,16
12	4,45	0,06	54	4,51	0,02
13	4,44	0,01	55	4,49	0,02
14	4,51	0,07	56	4,50	0,01
15	4,33	0,18	57	4,51	0,01
16	4,53	0,20	58	4,51	0,00
17	4,41	0,12	59	4,48	0,03
18	4,53	0,12	60	4,40	0,08
19	4,53	0,00	61	4,43	0,03
20	4,52	0,01	62	4,38	0,05
21	4,50	0,02	63	4,53	0,15
22	4,35	0,15	64	4,49	0,04
23	4,44	0,09	65	4,53	0,04
24	4,35	0,09	66	4,42	0,11
25	4,49	0,14	67	4,50	0,08
26	4,53	0,04	68	4,45	0,05
27	4,33	0,20	69	4,51	0,06
28	4,36	0,03	70	4,43	0,08
29	4,47	0,11	71	4,38	0,05
30	4,44	0,03	72	4,37	0,01
31	4,43	0,01	73	4,43	0,06
32	4,37	0,06	74	4,42	0,01
33	4,33	0,04	75	4,53	0,11
34	4,53	0,20	76	4,35	0,18
35	4,39	0,14	77	4,33	0,02
36	4,53	0,14	78	4,37	0,04
37	4,45	0,08	79	4,52	0,15
38	4,54	0,09	80	4,38	0,14
39	4,36	0,18	81	4,53	0,15
40	4,49	0,13	82	4,45	0,08
41	4,36	0,13	83	4,51	0,06
42	4,48	0,12	84	4,42	0,09

Cuadro B.5 (Continuación) Valores individuales y rango móvil para la concentración del producto 50483

Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil	Muestra	Concentración (%m/m)	Rango Móvil
85	4,53	0,11	119	4,52	0,06
86	4,53	0,00	120	4,53	0,01
87	4,45	0,08	121	4,52	0,01
88	4,44	0,01	122	4,53	0,01
89	4,45	0,01	123	4,43	0,10
90	4,43	0,02	124	4,38	0,05
91	4,37	0,06	125	4,37	0,01
92	4,47	0,10	126	4,49	0,12
93	4,42	0,05	127	4,51	0,02
94	4,43	0,01	128	4,52	0,01
95	4,40	0,03	129	4,53	0,01
96	4,41	0,01	130	4,35	0,18
97	4,38	0,03	131	4,42	0,07
98	4,42	0,04	132	4,42	0,00
99	4,35	0,07	133	4,50	0,08
100	4,49	0,14	134	4,48	0,02
101	4,50	0,01	135	4,53	0,05
102	4,42	0,08	136	4,45	0,08
103	4,45	0,03	137	4,43	0,02
104	4,50	0,05	138	4,40	0,03
105	4,38	0,12	139	4,51	0,11
106	4,33	0,05	140	4,33	0,18
107	4,50	0,17	141	4,42	0,09
108	4,36	0,14	142	4,40	0,02
109	4,46	0,10	143	4,44	0,04
110	4,33	0,13	144	4,34	0,10
111	4,42	0,09	145	4,37	0,03
112	4,39	0,03	146	4,53	0,16
113	4,54	0,15	147	4,44	0,09
114	4,37	0,17	148	4,52	0,08
115	4,39	0,02	149	4,49	0,03
116	4,53	0,14	150	4,43	0,06
117	4,53	0,00	151	4,47	0,04
118	4,46	0,07	152	4,45	0,02

Cuadro B.6 Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50483

Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil	Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil
1	1,40	-	43	1,40	0,01
2	1,40	0,00	44	1,41	0,01
3	1,41	0,01	45	1,41	0,00
4	1,42	0,01	46	1,42	0,01
5	1,41	0,01	47	1,41	0,01
6	1,41	0,00	48	1,41	0,00
7	1,41	0,00	49	1,41	0,00
8	1,42	0,01	50	1,41	0,00
9	1,41	0,01	51	1,40	0,01
10	1,41	0,00	52	1,41	0,01
11	1,41	0,00	53	1,41	0,00
12	1,42	0,01	54	1,40	0,01
13	1,40	0,02	55	1,41	0,01
14	1,41	0,01	56	1,40	0,01
15	1,4	0,01	57	1,40	0,00
16	1,42	0,02	58	1,42	0,02
17	1,41	0,01	59	1,42	0,00
18	1,41	0,00	60	1,42	0,00
19	1,41	0,00	61	1,42	0,00
20	1,40	0,01	62	1,40	0,02
21	1,41	0,01	63	1,40	0,00
22	1,41	0,00	64	1,40	0,00
23	1,40	0,01	65	1,41	0,01
24	1,42	0,02	66	1,41	0,00
25	1,41	0,01	67	1,42	0,01
26	1,42	0,01	68	1,41	0,01
27	1,42	0,00	69	1,42	0,01
28	1,42	0,00	70	1,40	0,02
29	1,41	0,01	71	1,41	0,01
30	1,42	0,01	72	1,41	0,00
31	1,40	0,02	73	1,40	0,01
32	1,41	0,01	74	1,42	0,02
33	1,41	0,00	75	1,40	0,02
34	1,41	0,00	76	1,41	0,01
35	1,41	0,00	77	1,41	0,00
36	1,40	0,01	78	1,41	0,00
37	1,41	0,01	79	1,41	0,00
38	1,42	0,01	80	1,40	0,01
39	1,41	0,01	81	1,42	0,02
40	1,40	0,01	82	1,41	0,01
41	1,40	0,00	83	1,41	0,00
42	1,41	0,01	84	1,41	0,00

Cuadro B.6 (Continuación) Valores individuales y rango móvil para la densidad del producto 50483

Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil	Muestra	Densidad (g/mL)	Rango Móvil
85	1,40	0,01	119	1,41	0,00
86	1,41	0,01	120	1,42	0,01
87	1,41	0,00	121	1,42	0,00
88	1,42	0,01	122	1,42	0,00
89	1,41	0,01	123	1,42	0,00
90	1,41	0,00	124	1,41	0,01
91	1,41	0,00	125	1,41	0,00
92	1,40	0,01	126	1,41	0,00
93	1,42	0,02	127	1,40	0,01
94	1,40	0,02	128	1,41	0,01
95	1,41	0,01	129	1,40	0,01
96	1,41	0,00	130	1,41	0,01
97	1,41	0,00	131	1,41	0,00
98	1,41	0,00	132	1,41	0,00
99	1,40	0,01	133	1,40	0,01
100	1,42	0,02	134	1,40	0,00
101	1,42	0,00	135	1,41	0,01
102	1,42	0,00	136	1,40	0,01
103	1,42	0,00	137	1,41	0,01
104	1,42	0,00	138	1,41	0,00
105	1,42	0,00	139	1,40	0,01
106	1,41	0,01	140	1,40	0,00
107	1,42	0,01	141	1,40	0,00
108	1,40	0,02	142	1,40	0,00
109	1,40	0,00	143	1,40	0,00
110	1,41	0,01	144	1,42	0,02
111	1,41	0,00	145	1,42	0,00
112	1,41	0,00	146	1,44	0,02
113	1,41	0,00	147	1,42	0,02
114	1,41	0,00	148	1,42	0,00
115	1,41	0,00	149	1,42	0,00
116	1,41	0,00	150	1,42	0,00
117	1,40	0,01	151	1,42	0,00
118	1,41	0,01	152	1,42	0,00

Cuadro B.7 Promedio y rango para el contenido neto del producto 24501

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango
1	360,2	4,0	43	363,0	3,0
2	359,8	5,0	44	365,2	5,0
3	362,8	4,0	45	363,4	4,0
4	362,6	6,0	46	362,6	5,0
5	362,4	5,0	47	363,0	2,0
6	362,6	6,0	48	363,8	4,0
7	362,8	3,0	49	362,2	3,0
8	364,8	5,0	50	363,2	4,0
9	362,4	4,0	51	362,2	3,0
10	364,0	5,0	52	363,6	3,0
11	364,0	3,0	53	362,6	6,0
12	362,6	6,0	54	362,8	3,0
13	363,8	4,0	55	363,6	3,0
14	364,6	6,0	56	362,6	5,0
15	364,2	5,0	57	362,4	5,0
16	363,2	4,0	58	363,2	4,0
17	363,0	5,0	59	363,8	4,0
18	363,0	5,0	60	362,6	5,0
19	362,0	3,0	61	362,2	2,0
20	363,8	4,0	62	362,8	5,0
21	362,2	5,0	63	364,4	6,0
22	363,0	4,0	64	363,4	9,0
23	363,6	4,0	65	361,8	3,0
24	362,8	4,0	66	363,6	4,0
25	361,8	4,0	67	364,0	4,0
26	360,8	5,0	68	362,4	5,0
27	363,8	5,0	69	360,6	5,0
28	363,0	2,0	70	360,0	5,0
29	363,6	4,0	71	361,0	5,0
30	363,2	4,0	72	363,6	5,0
31	359,8	4,0	73	363,4	6,0
32	360,0	8,0	74	364,6	9,0
33	363,2	6,0	75	364,2	4,0
34	363,2	8,0	76	364,8	6,0
35	361,4	3,0	77	363,2	4,0
36	363,4	3,0	78	363,0	3,0
37	362,8	1,0	79	363,2	4,0
38	362,8	6,0	80	361,8	5,0
39	363,8	4,0	81	362,8	6,0
40	363,8	4,0	82	361,4	3,0
41	362,8	4,0	83	364,4	5,0
42	362,4	6,0	84	363,4	4,0

Cuadro B.7 (Continuación) Promedio y rango para el contenido neto del producto 24501

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango
85	362,6	6,0	127	362,8	6,0
86	363,6	4,0	128	362,6	5,0
87	365,8	6,0	129	363,2	4,0
88	364,0	5,0	130	362,6	5,0
89	362,6	9,0	131	363,4	4,0
90	362,6	5,0	132	363,8	6,0
91	360,6	6,0	133	362,0	3,0
92	362,0	3,0	134	363,2	3,0
93	364,4	6,0	135	362,6	6,0
94	362,6	4,0	136	364,6	6,0
95	362,8	6,0	137	362,4	2,0
96	363,2	6,0	138	363,8	4,0
97	363,8	4,0	139	361,2	4,0
98	362,8	5,0	140	360,2	5,0
99	363,8	4,0	141	362,8	5,0
100	362,8	6,0	142	363,2	5,0
101	359,8	6,0	143	364,6	5,0
102	362,2	8,0	144	364,0	5,0
103	357,4	5,0	145	362,4	5,0
104	361,6	6,0	146	363,2	4,0
105	357,4	5,0	147	361,6	5,0
106	361,6	6,0	148	361,8	3,0
107	360,2	7,0	149	363,8	8,0
108	359,2	7,0	150	363,4	3,0
109	363,0	3,0	151	363,2	8,0
110	361,4	3,0	152	362,4	6,0
111	367,4	6,0	153	364,0	4,0
112	364,6	6,0	154	364,6	4,0
113	365,4	10,0	155	362,8	6,0
114	364,2	2,0	156	363,2	3,0
115	362,8	6,0	157	363,4	3,0
116	362,6	5,0	158	363,4	4,0
117	358,4	9,0	159	362,8	8,0
118	357,6	7,0	160	363,2	3,0
119	362,2	6,0	161	358,4	5,0
120	362,6	5,0	162	357,2	3,0
121	362,8	6,0	163	364,4	8,0
122	363,0	3,0	164	362,8	5,0
123	364,2	5,0	165	363,8	4,0
124	363,4	3,0	166	362,4	4,0
125	363,0	6,0	167	367,0	15,0
126	363,0	6,0	168	364,4	7,0

Cuadro B.7 (Continuación) Promedio y rango para el contenido neto del producto 24501

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango
169	363,8	4,0	211	363,8	4,0
170	364,0	4,0	212	364,2	4,0
171	361,6	7,0	213	363,2	4,0
172	360,8	9,0	214	363,0	5,0
173	362,6	5,0	215	363,4	4,0
174	361,8	5,0	216	364,0	5,0
175	362,6	6,0	217	363,6	4,0
176	362,4	4,0	218	364,0	4,0
177	359,2	8,0	219	363,0	7,0
178	359,6	3,0	220	364,6	7,0
179	363,2	4,0	221	366,4	6,0
180	363,2	6,0	222	366,4	5,0
181	363,2	6,0	223	363,6	5,0
182	363,2	3,0	224	362,2	9,0
183	363,2	6,0	225	359,8	4,0
184	363,2	3,0	226	358,6	7,0
185	363,2	6,0	227	364,0	10,0
186	363,2	3,0	228	365,2	1,0
187	363,8	4,0	229	359,6	3,0
188	362,6	5,0	230	359,2	6,0
189	362,6	6,0	231	361,8	7,0
190	363,4	4,0	232	362,8	11,0
191	364,0	4,0	233	362,6	1,0
192	362,4	5,0	234	362,8	4,0
193	366,2	9,0	235	363,8	6,0
194	363,8	13,0	236	363,8	6,0
195	363,6	4,0	237	365,2	11,0
196	363,8	4,0	238	360,0	3,0
197	363,8	5,0	239	360,8	4,0
198	362,6	6,0	240	359,6	3,0
199	367,8	6,0	241	360,6	5,0
200	365,4	7,0	242	359,4	3,0
201	363,8	4,0	243	361,6	10,0
202	364,6	4,0	244	362,8	6,0
203	364,2	6,0	245	360,0	7,0
204	363,2	3,0	246	359,2	2,0
205	362,2	5,0	247	359,2	6,0
206	362,8	6,0	248	356,6	5,0
207	362,6	6,0	249	360,0	5,0
208	362,8	6,0	250	359,2	10,0
209	364,6	5,0	251	360,2	8,0
210	365,4	6,0	252	361,0	8,0

Cuadro B.7 (Continuación) Promedio y rango para el contenido neto del producto 24501

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango
253	361,2	9,0	259	365,0	8,0
254	363,2	12,0	260	365,8	11,0
255	366,8	7,0	261	364,2	4,0
256	367,6	3,0	262	363,0	3,0
257	363,8	3,0	263	362,2	4,0
258	364,4	3,0	264	363,6	4,0

Cuadro B.8 Promedio y rango para el contenido neto del producto 24511

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango
1	837,6	5,0	31	841,2	4,0
2	835,2	5,0	32	840,2	5,0
3	838,8	7,0	33	836,8	5,0
4	835,8	6,0	34	840,8	13,0
5	842,6	5,0	35	842,8	7,0
6	841,8	2,0	36	840,6	11,0
7	836,2	7,0	37	835,6	9,0
8	838,8	13,0	38	839,2	12,0
9	838,6	12,0	39	839,4	4,0
10	839,8	6,0	40	837,6	6,0
11	840,0	7,0	41	840,0	8,0
12	840,8	5,0	42	841,8	8,0
13	840,6	4,0	43	840,6	5,0
14	841,4	5,0	44	841,8	4,0
15	840,0	7,0	45	841,2	4,0
16	840,0	8,0	46	841,4	3,0
17	842,6	3,0	47	841,4	5,0
18	841,8	7,0	48	842,4	5,0
19	840,0	7,0	49	834,6	5,0
20	841,8	3,0	50	836,8	8,0
21	839,6	4,0	51	839,0	7,0
22	839,0	7,0	52	841,4	3,0
23	841,6	3,0	53	841,4	3,0
24	841,6	6,0	54	841,6	6,0
25	841,0	5,0	55	841,0	5,0
26	841,2	6,0	56	841,6	3,0
27	841,6	4,0	57	844,0	10,0
28	840,6	5,0	58	842,8	3,0
29	838,6	5,0	59	842,0	3,0
30	838,8	8,0	60	840,6	5,0

Cuadro B.8 (Continuación) Promedio y rango para el contenido neto del producto 24511

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)
61	841,4	3,0	104	843,2	12,0
62	842,2	5,0	105	843,8	12,0
63	841,8	5,0	106	844,2	7,0
64	842,0	4,0	107	840,0	10,0
65	841,4	3,0	108	840,8	8,0
66	840,6	7,0	109	839,6	14,0
67	841,4	3,0	110	839,8	14,0
68	842,4	5,0	111	840,4	7,0
69	838,2	9,0	112	843,6	12,0
70	837,0	16,0	113	841,2	16,0
71	841,0	7,0	114	841,4	11,0
72	840,6	5,0	115	840,8	6,0
73	841,6	3,0	116	842,0	3,0
74	842,8	6,0	117	841,4	3,0
75	840,8	3,0	118	842,0	3,0
76	842,6	2,0	119	840,8	5,0
77	842,6	6,0	120	840,0	7,0
78	841,4	5,0	121	841,6	3,0
79	836,6	11,0	122	842,0	3,0
80	842,2	7,0	123	841,4	3,0
81	841,8	5,0	124	842,0	3,0
82	838,4	8,0	125	841,8	3,0
83	842,2	4,0	126	842,0	3,0
84	842,0	3,0	127	842,0	3,0
85	841,6	3,0	128	840,8	6,0
86	841,4	3,0	129	841,6	3,0
87	842,2	4,0	130	841,8	3,0
88	841,2	7,0	131	843,0	4,0
89	842,4	5,0	132	842,2	4,0
90	842,2	3,0	133	842,0	3,0
91	835,4	6,0	134	842,2	4,0
92	835,4	11,0	135	842,0	3,0
93	842,2	7,0	136	840,6	5,0
94	843,4	5,0	137	838,6	10,0
95	840,4	9,0	138	841,4	3,0
96	841,0	12,0	139	838,2	13,0
97	836,6	5,0	140	842,4	17,0
98	840,0	8,0	141	842,0	3,0
99	842,2	7,0	142	842,8	5,0
100	842,0	6,0	143	842,0	3,0
101	843,4	5,0	144	842,2	4,0
102	842,2	4,0	145	841,8	4,0
103	841,2	14,0	146	842,0	3,0

Cuadro B.8 (Continuación) Promedio y rango para el contenido neto del producto 24511

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)
147	845,2	9,0	171	842,6	5,0
148	841,8	7,0	172	841,4	3,0
149	842,2	4,0	173	841,6	3,0
150	842,0	3,0	174	842,8	5,0
151	840,2	8,0	175	841,6	5,0
152	842,2	2,0	176	836,8	10,0
153	840,8	3,0	177	841,8	5,0
154	842,4	5,0	178	841,6	5,0
155	839,2	8,0	179	841,8	3,0
156	842,6	6,0	180	838,8	8,0
157	841,4	3,0	181	842,4	5,0
158	842,4	5,0	182	841,2	3,0
159	845,6	7,0	183	836,8	4,0
160	841,4	10,0	184	842,0	3,0
161	841,2	3,0	185	840,6	5,0
162	842,0	5,0	186	842,2	5,0
163	843,2	5,0	187	841,6	3,0
164	843,2	5,0	188	842,0	5,0
165	837,0	9,0	189	841,6	6,0
166	835,2	10,0	190	842,4	5,0
167	837,6	8,0	191	841,4	3,0
168	841,4	3,0	192	841,6	3,0
169	840,2	7,0	193	841,4	3,0
170	841,8	3,0	194	842,0	5,0

Cuadro B.9 Promedio y rango para el contenido neto del producto 24801

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)
1	368,0	6,0	13	363,8	8,0
2	366,4	5,0	14	362,2	5,0
3	365,0	5,0	15	363,4	3,0
4	363,8	4,0	16	362,6	6,0
5	363,8	4,0	17	363,8	4,0
6	363,2	8,0	18	363,2	4,0
7	364,8	6,0	19	364,6	7,0
8	362,4	6,0	20	363,2	6,0
9	363,2	5,0	21	361,0	5,0
10	362,2	5,0	22	360,8	3,0
11	363,8	4,0	23	363,8	6,0
12	362,4	5,0	24	363,0	7,0

Cuadro B.9 (Continuación) Promedio y rango para el contenido neto del producto 24801

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)
25	363,6	4,0	68	364,8	7,0
26	364,2	6,0	69	364,2	5,0
27	363,8	4,0	70	364,0	4,0
28	364,6	6,0	71	365,0	7,0
29	362,6	6,0	72	362,8	7,0
30	363,2	3,0	73	365,8	7,0
31	363,4	4,0	74	367,8	5,0
32	363,2	6,0	75	363,2	4,0
33	364,2	6,0	76	363,2	5,0
34	363,2	6,0	77	365,2	6,0
35	365,8	11,0	78	363,8	4,0
36	362,0	14,0	79	365,4	4,0
37	366,0	5,0	80	365,0	7,0
38	363,4	4,0	81	364,2	4,0
39	363,0	2,0	82	364,8	7,0
40	363,2	6,0	83	365,2	13,0
41	363,0	4,0	84	369,4	5,0
42	363,6	5,0	85	363,4	10,0
43	364,0	4,0	86	363,8	4,0
44	365,4	6,0	87	364,2	7,0
45	364,2	6,0	88	363,2	7,0
46	363,6	4,0	89	364,6	5,0
47	367,2	9,0	90	363,8	4,0
48	364,6	7,0	91	363,8	4,0
49	364,4	6,0	92	363,8	4,0
50	364,8	6,0	93	363,4	4,0
51	364,4	7,0	94	363,6	4,0
52	365,2	7,0	95	364,8	6,0
53	364,2	5,0	96	364,8	6,0
54	363,2	3,0	97	364,6	5,0
55	365,2	7,0	98	364,0	4,0
56	363,4	4,0	99	364,0	4,0
57	365,0	4,0	100	363,0	3,0
58	363,6	4,0	101	365,0	6,0
59	364,2	5,0	102	364,8	7,0
60	363,4	4,0	103	363,4	10,0
61	364,0	4,0	104	362,0	10,0
62	365,4	7,0	105	363,8	4,0
63	364,4	6,0	106	363,6	4,0
64	364,0	4,0	107	364,4	6,0
65	363,8	4,0	108	364,8	6,0
66	362,8	5,0	109	364,8	5,0
67	364,8	7,0	110	363,4	3,0

Cuadro B.9 (Continuación) Promedio y rango para el contenido neto del producto 24801

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)
111	364,6	6,0	145	363,8	4,0
112	363,2	4,0	146	362,8	6,0
113	364,2	4,0	147	363,4	7,0
114	363,8	4,0	148	362,6	6,0
115	363,8	4,0	149	364,6	3,0
116	364,4	4,0	150	363,6	3,0
117	363,8	4,0	151	366,0	7,0
118	364,8	6,0	152	364,4	4,0
119	364,0	4,0	153	364,4	6,0
120	365,6	7,0	154	363,6	4,0
121	363,8	4,0	155	361,2	11,0
122	364,2	4,0	156	356,8	5,0
123	364,2	9,0	157	363,0	5,0
124	363,4	9,0	158	364,0	4,0
125	363,8	4,0	159	363,2	3,0
126	363,2	3,0	160	363,6	4,0
127	365,4	6,0	161	364,0	5,0
128	364,8	6,0	162	362,4	5,0
129	364,4	6,0	163	363,6	3,0
130	364,0	4,0	164	363,8	4,0
131	362,8	6,0	165	364,0	7,0
132	364,4	4,0	166	363,4	7,0
133	365,0	6,0	167	363,2	3,0
134	364,4	6,0	168	363,6	4,0
135	367,0	4,0	169	363,2	3,0
136	367,4	5,0	170	364,2	4,0
137	364,0	4,0	171	364,4	5,0
138	363,2	4,0	172	362,6	5,0
139	363,8	4,0	173	363,2	3,0
140	363,2	3,0	174	363,2	6,0
141	364,6	7,0	175	363,2	3,0
142	364,0	6,0	176	363,6	4,0
143	363,2	4,0	177	363,4	4,0
144	363,2	4,0	178	363,4	3,0

Cuadro B.10 Promedio y rango para el contenido neto del producto 24803

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)
1	843,0	6,0	44	840,8	5,0
2	840,4	3,0	45	842,2	4,0
3	843,0	6,0	46	843,6	7,0
4	840,4	3,0	47	842,2	4,0
5	846,2	15,0	48	843,6	7,0
6	846,4	13,0	49	843,0	6,0
7	846,2	15,0	50	842,8	3,0
8	846,4	13,0	51	843,0	6,0
9	843,2	7,0	52	842,8	3,0
10	844,6	5,0	53	842,2	4,0
11	843,2	7,0	54	842,6	6,0
12	844,6	5,0	55	842,2	4,0
13	842,0	5,0	56	842,6	6,0
14	844,0	8,0	57	842,0	6,0
15	842,0	5,0	58	844,8	5,0
16	844,0	8,0	59	842,0	6,0
17	847,0	3,0	60	844,8	5,0
18	849,4	13,0	61	842,0	3,0
19	847,0	3,0	62	842,0	6,0
20	849,4	13,0	63	842,0	3,0
21	843,4	6,0	64	842,0	6,0
22	843,8	7,0	65	844,4	5,0
23	843,4	6,0	66	843,0	4,0
24	843,8	7,0	67	844,4	5,0
25	842,6	6,0	68	843,0	4,0
26	842,0	3,0	69	842,4	11,0
27	842,6	6,0	70	838,8	10,0
28	842,0	3,0	71	842,4	11,0
29	842,4	3,0	72	838,8	10,0
30	845,4	5,0	73	842,2	6,0
31	842,4	3,0	74	842,2	3,0
32	845,4	5,0	75	842,2	6,0
33	841,0	3,0	76	842,2	3,0
34	842,0	7,0	77	842,8	9,0
35	841,0	3,0	78	841,0	14,0
36	842,0	7,0	79	842,8	9,0
37	844,8	7,0	80	841,0	14,0
38	847,0	8,0	81	842,4	5,0
39	844,8	7,0	82	842,0	3,0
40	847,0	8,0	83	842,4	5,0
41	841,2	3,0	84	842,0	3,0
42	840,8	5,0	85	843,4	5,0
43	841,2	3,0	86	842,6	6,0

Cuadro B.10 (Continuación) Promedio y rango para el contenido neto del producto 24803

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)
87	843,4	5,0	130	842,6	6,0
88	842,6	6,0	131	842,0	3,0
89	843,2	5,0	132	842,6	6,0
90	842,6	6,0	133	842,0	3,0
91	843,2	5,0	134	841,6	6,0
92	842,6	6,0	135	842,0	3,0
93	843,4	8,0	136	841,6	6,0
94	841,6	8,0	137	842,4	5,0
95	843,4	8,0	138	843,0	5,0
96	841,6	8,0	139	842,4	5,0
97	841,6	3,0	140	843,0	5,0
98	841,2	6,0	141	842,6	2,0
99	841,6	3,0	142	841,8	5,0
100	841,2	6,0	143	842,6	2,0
101	841,6	3,0	144	841,8	5,0
102	843,0	6,0	145	840,8	12,0
103	841,6	3,0	146	839,0	5,0
104	843,0	6,0	147	840,8	12,0
105	843,4	6,0	148	839,0	5,0
106	841,4	3,0	149	845,2	11,0
107	843,4	6,0	150	844,6	9,0
108	841,4	3,0	151	845,2	11,0
109	842,0	3,0	152	844,6	9,0
110	842,4	6,0	153	844,0	6,0
111	842,0	3,0	154	843,0	9,0
112	842,4	6,0	155	844,0	6,0
113	842,6	7,0	156	843,0	9,0
114	841,6	3,0	157	843,2	5,0
115	842,6	7,0	158	848,6	12,0
116	841,6	3,0	159	843,2	5,0
117	839,8	7,0	160	848,6	12,0
118	841,0	14,0	161	842,4	10,0
119	839,8	7,0	162	843,8	7,0
120	841,0	14,0	163	842,4	10,0
121	843,2	5,0	164	843,8	7,0
122	843,0	6,0	165	841,0	9,0
123	843,2	5,0	166	840,8	4,0
124	843,0	6,0	167	841,0	9,0
125	843,4	6,0	168	840,8	4,0
126	841,6	3,0	169	842,4	12,0
127	843,4	6,0	170	841,4	4,0
128	841,6	3,0	171	842,4	12,0
129	842,0	3,0	172	841,4	4,0

Cuadro B.10 (Continuación) Promedio y rango para el contenido neto del producto 24803

Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)	Muestra	C. Neto promedio (g)	Rango (g)
173	844,0	10,0	197	841,4	3,0
174	842,8	3,0	198	842,6	8,0
175	844,0	10,0	199	841,4	3,0
176	842,8	3,0	200	842,6	8,0
177	848,4	8,0	201	841,2	3,0
178	846,8	7,0	202	842,2	2,0
179	848,4	8,0	203	841,2	3,0
180	846,8	7,0	204	842,2	2,0
181	841,8	7,0	205	842,8	5,0
182	845,2	6,0	206	841,4	3,0
183	841,8	7,0	207	842,8	5,0
184	845,2	6,0	208	841,4	3,0
185	837,6	5,0	209	840,4	11,0
186	838,4	7,0	210	838,2	7,0
187	837,6	5,0	211	840,4	11,0
188	838,4	7,0	212	838,2	7,0
189	844,8	11,0	213	841,0	3,0
190	847,0	6,0	214	842,6	4,0
191	844,8	11,0	215	841,0	3,0
192	847,0	6,0	216	842,6	4,0
193	846,4	6,0	217	842,8	5,0
194	845,4	9,0	218	841,0	3,0
195	846,4	6,0	219	842,8	5,0
196	845,4	9,0	220	841,0	3,0

Cuadro B.11 Datos para análisis de normalidad para la concentración de ingrediente activo del producto 50051

Orden nominal	Concentración (%m/m)	Probabilidad acumulada	Z
1	3,83	0,002	-2,838
2	3,85	0,007	-2,467
3	3,85	0,011	-2,278
4	3,85	0,016	-2,147
5	3,85	0,020	-2,044
6	3,86	0,025	-1,960
7	3,86	0,030	-1,888
8	3,86	0,034	-1,824
9	3,87	0,039	-1,767
10	3,87	0,043	-1,715
11	3,88	0,048	-1,667
12	3,88	0,052	-1,623
13	3,88	0,057	-1,582
14	3,89	0,061	-1,543

Cuadro B.11 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50051

Orden nominal	Concentración (%m/m)	Probabilidad acumulada	Z
15	3,90	0,066	-1,507
16	3,90	0,070	-1,472
17	3,90	0,075	-1,440
18	3,90	0,080	-1,408
19	3,90	0,084	-1,378
20	3,90	0,089	-1,349
21	3,90	0,093	-1,321
22	3,91	0,098	-1,295
23	3,91	0,102	-1,269
24	3,91	0,107	-1,244
25	3,91	0,111	-1,219
26	3,91	0,116	-1,196
27	3,91	0,120	-1,173
28	3,91	0,125	-1,150
29	3,92	0,130	-1,129
30	3,92	0,134	-1,107
31	3,92	0,139	-1,086
32	3,92	0,143	-1,066
33	3,92	0,148	-1,046
34	3,92	0,152	-1,027
35	3,92	0,157	-1,008
36	3,92	0,161	-0,989
37	3,92	0,166	-0,970
38	3,92	0,170	-0,952
39	3,93	0,175	-0,935
40	3,93	0,180	-0,917
41	3,93	0,184	-0,900
42	3,93	0,189	-0,883
43	3,93	0,193	-0,866
44	3,93	0,198	-0,850
45	3,93	0,202	-0,834
46	3,93	0,207	-0,818
47	3,93	0,211	-0,802
48	3,93	0,216	-0,786
49	3,93	0,220	-0,771
50	3,94	0,225	-0,755
51	3,94	0,230	-0,740
52	3,94	0,234	-0,725
53	3,94	0,239	-0,711
54	3,94	0,243	-0,696
55	3,94	0,248	-0,682
56	3,94	0,252	-0,667

Cuadro B.11 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50051

Orden nominal	Concentración (%m/m)	Probabilidad acumulada	Z
57	3,94	0,257	-0,653
58	3,94	0,261	-0,639
59	3,94	0,266	-0,625
60	3,95	0,270	-0,611
61	3,95	0,275	-0,598
62	3,95	0,280	-0,584
63	3,95	0,284	-0,571
64	3,95	0,289	-0,557
65	3,95	0,293	-0,544
66	3,95	0,298	-0,531
67	3,95	0,302	-0,518
68	3,95	0,307	-0,505
69	3,95	0,311	-0,492
70	3,95	0,316	-0,479
71	3,96	0,320	-0,466
72	3,96	0,325	-0,454
73	3,96	0,330	-0,441
74	3,96	0,334	-0,429
75	3,96	0,339	-0,416
76	3,96	0,343	-0,404
77	3,96	0,348	-0,391
78	3,96	0,352	-0,379
79	3,96	0,357	-0,367
80	3,96	0,361	-0,355
81	3,96	0,366	-0,343
82	3,97	0,370	-0,331
83	3,97	0,375	-0,319
84	3,97	0,380	-0,307
85	3,97	0,384	-0,295
86	3,97	0,389	-0,283
87	3,97	0,393	-0,271
88	3,97	0,398	-0,259
89	3,97	0,402	-0,247
90	3,97	0,407	-0,236
91	3,97	0,411	-0,224
92	3,98	0,416	-0,212
93	3,98	0,420	-0,201
94	3,98	0,425	-0,189
95	3,98	0,430	-0,178
96	3,98	0,434	-0,166
97	3,98	0,439	-0,154
98	3,98	0,443	-0,143

Cuadro B.11 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50051

Orden nominal	Concentración (%m/m)	Probabilidad acumulada	Z
99	3,98	0,448	-0,131
100	3,98	0,452	-0,120
101	3,98	0,457	-0,108
102	3,99	0,461	-0,097
103	3,99	0,466	-0,086
104	3,99	0,470	-0,074
105	3,99	0,475	-0,063
106	3,99	0,480	-0,051
107	3,99	0,484	-0,040
108	3,99	0,489	-0,028
109	3,99	0,493	-0,017
110	3,99	0,498	-0,006
111	3,99	0,502	0,006
112	3,99	0,507	0,017
113	3,99	0,511	0,028
114	3,99	0,516	0,040
115	3,99	0,520	0,051
116	3,99	0,525	0,063
117	3,99	0,530	0,074
118	3,99	0,534	0,086
119	3,99	0,539	0,097
120	3,99	0,543	0,108
121	3,99	0,548	0,120
122	3,99	0,552	0,131
123	3,99	0,557	0,143
124	4,00	0,561	0,154
125	4,00	0,566	0,166
126	4,00	0,570	0,178
127	4,00	0,575	0,189
128	4,00	0,580	0,201
129	4,00	0,584	0,212
130	4,00	0,589	0,224
131	4,00	0,593	0,236
132	4,00	0,598	0,247
133	4,01	0,602	0,259
134	4,01	0,607	0,271
135	4,01	0,611	0,283
136	4,01	0,616	0,295
137	4,01	0,620	0,307
138	4,01	0,625	0,319
139	4,01	0,630	0,331
140	4,01	0,634	0,343

Cuadro B.11 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50051

Orden nominal	Concentración (%m/m)	Probabilidad acumulada	Z
141	4,01	0,639	0,355
142	4,01	0,643	0,367
143	4,01	0,648	0,379
144	4,01	0,652	0,391
145	4,01	0,657	0,404
146	4,01	0,661	0,416
147	4,01	0,666	0,429
148	4,01	0,670	0,441
149	4,01	0,675	0,454
150	4,01	0,680	0,466
151	4,01	0,684	0,479
152	4,01	0,689	0,492
153	4,01	0,693	0,505
154	4,01	0,698	0,518
155	4,01	0,702	0,531
156	4,01	0,707	0,544
157	4,02	0,711	0,557
158	4,02	0,716	0,571
159	4,02	0,720	0,584
160	4,02	0,725	0,598
161	4,02	0,730	0,611
162	4,02	0,734	0,625
163	4,02	0,739	0,639
164	4,02	0,743	0,653
165	4,02	0,748	0,667
166	4,02	0,752	0,682
167	4,02	0,757	0,696
168	4,02	0,761	0,711
169	4,02	0,766	0,725
170	4,02	0,770	0,740
171	4,02	0,775	0,755
172	4,02	0,780	0,771
173	4,02	0,784	0,786
174	4,02	0,789	0,802
175	4,02	0,793	0,818
176	4,03	0,798	0,834
177	4,03	0,802	0,850
178	4,03	0,807	0,866
179	4,03	0,811	0,883
180	4,03	0,816	0,900
181	4,03	0,820	0,917
182	4,03	0,825	0,935

Cuadro B.11 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50051

Orden nominal	Concentración (%m/m)	Probabilidad acumulada	Z
183	4,03	0,830	0,952
184	4,03	0,834	0,970
185	4,03	0,839	0,989
186	4,03	0,843	1,008
187	4,03	0,848	1,027
188	4,03	0,852	1,046
189	4,03	0,857	1,066
190	4,03	0,861	1,086
191	4,03	0,866	1,107
192	4,03	0,870	1,129
193	4,03	0,875	1,150
194	4,03	0,880	1,173
195	4,03	0,884	1,196
196	4,03	0,889	1,219
197	4,03	0,893	1,244
198	4,03	0,898	1,269
199	4,03	0,902	1,295
200	4,03	0,907	1,321
201	4,03	0,911	1,349
202	4,03	0,916	1,378
203	4,03	0,920	1,408
204	4,03	0,925	1,440
205	4,03	0,930	1,472
206	4,03	0,934	1,507
207	4,03	0,939	1,543
208	4,03	0,943	1,582
209	4,03	0,948	1,623
210	4,03	0,952	1,667
211	4,03	0,957	1,715
212	4,03	0,961	1,767
213	4,03	0,966	1,824
214	4,03	0,970	1,888
215	4,03	0,975	1,960
216	4,03	0,980	2,044
217	4,04	0,984	2,147
218	4,04	0,989	2,278
219	4,05	0,993	2,467
220	4,08	0,998	2,838

Cuadro B.12 Datos para análisis de normalidad para densidad del producto 50051

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
1	1,39	0,002	-2,820
2	1,40	0,007	-2,447
3	1,40	0,012	-2,257
4	1,40	0,017	-2,124
5	1,40	0,022	-2,021
6	1,40	0,026	-1,936
7	1,40	0,031	-1,863
8	1,40	0,036	-1,798
9	1,40	0,041	-1,741
10	1,40	0,046	-1,688
11	1,40	0,050	-1,640
12	1,40	0,055	-1,596
13	1,40	0,060	-1,554
14	1,40	0,065	-1,515
15	1,40	0,070	-1,478
16	1,40	0,075	-1,443
17	1,40	0,079	-1,410
18	1,40	0,084	-1,378
19	1,40	0,089	-1,347
20	1,40	0,094	-1,318
21	1,40	0,099	-1,290
22	1,40	0,103	-1,263
23	1,40	0,108	-1,236
24	1,40	0,113	-1,211
25	1,40	0,118	-1,186
26	1,40	0,123	-1,162
27	1,40	0,127	-1,139
28	1,40	0,132	-1,116
29	1,40	0,137	-1,094
30	1,40	0,142	-1,072
31	1,40	0,147	-1,051
32	1,40	0,151	-1,030
33	1,40	0,156	-1,010
34	1,40	0,161	-0,990
35	1,40	0,166	-0,971
36	1,40	0,171	-0,952
37	1,40	0,175	-0,933
38	1,40	0,180	-0,914
39	1,40	0,185	-0,896
40	1,40	0,190	-0,878
41	1,40	0,195	-0,861
42	1,40	0,200	-0,843
43	1,40	0,204	-0,826

Cuadro B.12 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para densidad del producto 50051

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
44	1,40	0,209	-0,809
45	1,40	0,214	-0,793
46	1,40	0,219	-0,776
47	1,40	0,224	-0,760
48	1,40	0,228	-0,744
49	1,40	0,233	-0,728
50	1,40	0,238	-0,713
51	1,40	0,243	-0,697
52	1,40	0,248	-0,682
53	1,40	0,252	-0,667
54	1,40	0,257	-0,652
55	1,40	0,262	-0,637
56	1,40	0,267	-0,622
57	1,40	0,272	-0,608
58	1,40	0,276	-0,593
59	1,40	0,281	-0,579
60	1,40	0,286	-0,565
61	1,40	0,291	-0,551
62	1,40	0,296	-0,537
63	1,40	0,300	-0,523
64	1,40	0,305	-0,509
65	1,40	0,310	-0,496
66	1,40	0,315	-0,482
67	1,40	0,320	-0,469
68	1,40	0,325	-0,455
69	1,40	0,329	-0,442
70	1,40	0,334	-0,429
71	1,40	0,339	-0,415
72	1,40	0,344	-0,402
73	1,40	0,349	-0,389
74	1,40	0,353	-0,376
75	1,40	0,358	-0,363
76	1,40	0,363	-0,351
77	1,40	0,368	-0,338
78	1,40	0,373	-0,325
79	1,40	0,377	-0,312
80	1,40	0,382	-0,300
81	1,40	0,387	-0,287
82	1,40	0,392	-0,275
83	1,40	0,397	-0,262
84	1,40	0,401	-0,250
85	1,40	0,406	-0,237

Cuadro B.12 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para densidad del producto 50051.

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
86	1,40	0,411	-0,225
87	1,40	0,416	-0,212
88	1,40	0,421	-0,200
89	1,40	0,425	-0,188
90	1,40	0,430	-0,176
91	1,40	0,435	-0,163
92	1,40	0,440	-0,151
93	1,40	0,445	-0,139
94	1,40	0,450	-0,127
95	1,40	0,454	-0,115
96	1,40	0,459	-0,103
97	1,40	0,464	-0,091
98	1,40	0,469	-0,078
99	1,40	0,474	-0,066
100	1,40	0,478	-0,054
101	1,40	0,483	-0,042
102	1,40	0,488	-0,030
103	1,40	0,493	-0,018
104	1,40	0,498	-0,006
105	1,40	0,502	0,006
106	1,40	0,507	0,018
107	1,40	0,512	0,030
108	1,40	0,517	0,042
109	1,40	0,522	0,054
110	1,40	0,526	0,066
111	1,40	0,531	0,078
112	1,40	0,536	0,091
113	1,40	0,541	0,103
114	1,40	0,546	0,115
115	1,40	0,550	0,127
116	1,40	0,555	0,139
117	1,40	0,560	0,151
118	1,40	0,565	0,163
119	1,40	0,570	0,176
120	1,40	0,575	0,188
121	1,40	0,579	0,200
122	1,40	0,584	0,212
123	1,40	0,589	0,225
124	1,40	0,594	0,237
125	1,40	0,599	0,250
126	1,40	0,603	0,262
127	1,40	0,608	0,275

Cuadro B.12 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para densidad para el producto 50051

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
128	1,40	0,613	0,287
129	1,41	0,618	0,300
130	1,41	0,623	0,312
131	1,41	0,627	0,325
132	1,41	0,632	0,338
133	1,41	0,637	0,351
134	1,41	0,642	0,363
135	1,41	0,647	0,376
136	1,41	0,651	0,389
137	1,41	0,656	0,402
138	1,41	0,661	0,415
139	1,41	0,666	0,429
140	1,41	0,671	0,442
141	1,41	0,675	0,455
142	1,41	0,680	0,469
143	1,41	0,685	0,482
144	1,41	0,690	0,496
145	1,41	0,695	0,509
146	1,41	0,700	0,523
147	1,41	0,704	0,537
148	1,41	0,709	0,551
149	1,41	0,714	0,565
150	1,41	0,719	0,579
151	1,42	0,724	0,593
152	1,42	0,728	0,608
153	1,42	0,733	0,622
154	1,42	0,738	0,637
155	1,42	0,743	0,652
156	1,42	0,748	0,667
157	1,42	0,752	0,682
158	1,42	0,757	0,697
159	1,42	0,762	0,713
160	1,42	0,767	0,728
161	1,42	0,772	0,744
162	1,42	0,776	0,760
163	1,42	0,781	0,776
164	1,42	0,786	0,793
165	1,42	0,791	0,809
166	1,42	0,796	0,826
167	1,42	0,800	0,843
168	1,42	0,805	0,861
169	1,42	0,810	0,878

Cuadro B.12 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para densidad del producto 50051

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
170	1,42	0,815	0,896
171	1,42	0,820	0,914
172	1,42	0,825	0,933
173	1,42	0,829	0,952
174	1,42	0,834	0,971
175	1,42	0,839	0,990
176	1,42	0,844	1,010
177	1,42	0,849	1,030
178	1,42	0,853	1,051
179	1,42	0,858	1,072
180	1,42	0,863	1,094
181	1,42	0,868	1,116
182	1,42	0,873	1,139
183	1,42	0,877	1,162
184	1,42	0,882	1,186
185	1,42	0,887	1,211
186	1,42	0,892	1,236
187	1,42	0,897	1,263
188	1,42	0,901	1,290
189	1,42	0,906	1,318
190	1,42	0,911	1,347
191	1,42	0,916	1,378
192	1,42	0,921	1,410
193	1,42	0,925	1,443
194	1,42	0,930	1,478
195	1,42	0,935	1,515
196	1,42	0,940	1,554
197	1,42	0,945	1,596
198	1,42	0,950	1,640
199	1,42	0,954	1,688
200	1,42	0,959	1,741
201	1,42	0,964	1,798
202	1,42	0,969	1,863
203	1,42	0,974	1,936
204	1,42	0,978	2,021
205	1,42	0,983	2,124
206	1,42	0,988	2,257
207	1,42	0,993	2,447
208	1,42	0,998	2,820

Cuadro B.13 Datos para análisis de normalidad la concentración del producto 50128

Orden nominal	Concentración (%m/m)	Probabilidad acumulada	Z
1	3,66	0,009	-2,382
2	3,81	0,026	-1,945
3	3,83	0,043	-1,716
4	3,83	0,060	-1,552
5	3,84	0,078	-1,421
6	3,85	0,095	-1,312
7	3,87	0,112	-1,216
8	3,87	0,129	-1,130
9	3,88	0,147	-1,051
10	3,90	0,164	-0,979
11	3,90	0,181	-0,911
12	3,92	0,198	-0,848
13	3,92	0,216	-0,787
14	3,93	0,233	-0,730
15	3,94	0,250	-0,674
16	3,95	0,267	-0,621
17	3,95	0,284	-0,570
18	3,95	0,302	-0,519
19	3,95	0,319	-0,471
20	3,97	0,336	-0,423
21	3,97	0,353	-0,376
22	3,98	0,371	-0,330
23	3,98	0,388	-0,285
24	3,99	0,405	-0,240
25	3,99	0,422	-0,196
26	3,99	0,440	-0,152
27	3,99	0,457	-0,108
28	4,00	0,474	-0,065
29	4,00	0,491	-0,022
30	4,00	0,509	0,022
31	4,00	0,526	0,065
32	4,00	0,543	0,108
33	4,01	0,560	0,152
34	4,02	0,578	0,196
35	4,02	0,595	0,240
36	4,02	0,612	0,285
37	4,02	0,629	0,330
38	4,02	0,647	0,376
39	4,02	0,664	0,423
40	4,02	0,681	0,471
41	4,03	0,698	0,519
42	4,03	0,716	0,570

Cuadro B.13 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50128

Orden nominal	Concentración (%m/m)	Probabilidad acumulada	Z
43	4,03	0,733	0,621
44	4,03	0,750	0,674
45	4,03	0,767	0,730
46	4,03	0,784	0,787
47	4,03	0,802	0,848
48	4,03	0,819	0,911
49	4,08	0,836	0,979
50	4,09	0,853	1,051
51	4,10	0,871	1,130
52	4,20	0,888	1,216
53	4,22	0,905	1,312
54	4,22	0,922	1,421
55	4,25	0,940	1,552
56	4,33	0,957	1,716
57	4,43	0,974	1,945
58	4,49	0,991	2,382

Cuadro B.14 Datos para análisis de normalidad para la densidad del producto 50128

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
1	1,40	0,012	-2,260
2	1,40	0,036	-1,803
3	1,40	0,060	-1,559
4	1,40	0,083	-1,383
5	1,40	0,107	-1,242
6	1,40	0,131	-1,122
7	1,40	0,155	-1,016
8	1,40	0,179	-0,921
9	1,40	0,202	-0,833
10	1,40	0,226	-0,751
11	1,40	0,250	-0,674
12	1,40	0,274	-0,601
13	1,40	0,298	-0,531
14	1,40	0,321	-0,464
15	1,40	0,345	-0,398
16	1,40	0,369	-0,334
17	1,40	0,393	-0,272
18	1,40	0,417	-0,210
19	1,40	0,440	-0,150
20	1,40	0,464	-0,090

Cuadro B.14 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la densidad del producto 50128

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
21	1,40	0,488	-0,030
22	1,41	0,512	0,030
23	1,41	0,536	0,090
24	1,41	0,560	0,150
25	1,41	0,583	0,210
26	1,41	0,607	0,272
27	1,42	0,631	0,334
28	1,42	0,655	0,398
29	1,42	0,679	0,464
30	1,42	0,702	0,531
31	1,42	0,726	0,601
32	1,42	0,750	0,674
33	1,42	0,774	0,751
34	1,42	0,798	0,833
35	1,42	0,821	0,921
36	1,42	0,845	1,016
37	1,42	0,869	1,122
38	1,42	0,893	1,242
39	1,42	0,917	1,383
40	1,42	0,940	1,559
41	1,42	0,964	1,803
42	1,42	0,988	2,260

Cuadro B.15 Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50483

Orden nominal	Concentración (% m/m)	Probabilidad acumulada	Z
1	4,33	0,003	-2,7174
2	4,33	0,010	-2,3313
3	4,33	0,016	-2,1334
4	4,33	0,023	-1,9949
5	4,33	0,030	-1,8866
6	4,33	0,036	-1,7968
7	4,33	0,043	-1,7195
8	4,33	0,049	-1,6513
9	4,34	0,056	-1,5900
10	4,34	0,063	-1,5341
11	4,35	0,069	-1,4827
12	4,35	0,076	-1,4349
13	4,35	0,082	-1,3902
14	4,35	0,089	-1,3481

Cuadro B.15 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50483

Orden nominal	Concentración (% m/m)	Probabilidad acumulada	Z
15	4,35	0,095	-1,3082
16	4,35	0,102	-1,2704
17	4,36	0,109	-1,2343
18	4,36	0,115	-1,1997
19	4,36	0,122	-1,1665
20	4,36	0,128	-1,1345
21	4,37	0,135	-1,1037
22	4,37	0,141	-1,0738
23	4,37	0,148	-1,0449
24	4,37	0,155	-1,0169
25	4,37	0,161	-0,9896
26	4,37	0,168	-0,9630
27	4,37	0,174	-0,9371
28	4,38	0,181	-0,9119
29	4,38	0,188	-0,8871
30	4,38	0,194	-0,8630
31	4,38	0,201	-0,8393
32	4,38	0,207	-0,8160
33	4,38	0,214	-0,7933
34	4,38	0,220	-0,7709
35	4,39	0,227	-0,7489
36	4,39	0,234	-0,7272
37	4,39	0,240	-0,7059
38	4,4	0,247	-0,6849
39	4,4	0,253	-0,6642
40	4,4	0,260	-0,6438
41	4,4	0,266	-0,6236
42	4,4	0,273	-0,6037
43	4,4	0,280	-0,5840
44	4,41	0,286	-0,5646
45	4,41	0,293	-0,5453
46	4,42	0,299	-0,5263
47	4,42	0,306	-0,5074
48	4,42	0,313	-0,4888
49	4,42	0,319	-0,4703
50	4,42	0,326	-0,4519
51	4,42	0,332	-0,4337
52	4,42	0,339	-0,4157
53	4,42	0,345	-0,3978
54	4,42	0,352	-0,3800
55	4,42	0,359	-0,3623
56	4,43	0,365	-0,3448

Cuadro B.15 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50483

Orden nominal	Concentración (% m/m)	Probabilidad acumulada	Z
57	4,43	0,372	-0,3273
58	4,43	0,378	-0,3100
59	4,43	0,385	-0,2927
60	4,43	0,391	-0,2755
61	4,43	0,398	-0,2585
62	4,43	0,405	-0,2414
63	4,43	0,411	-0,2245
64	4,43	0,418	-0,2076
65	4,43	0,424	-0,1908
66	4,44	0,431	-0,1740
67	4,44	0,438	-0,1573
68	4,44	0,444	-0,1406
69	4,44	0,451	-0,1240
70	4,44	0,457	-0,1074
71	4,44	0,464	-0,0908
72	4,45	0,470	-0,0743
73	4,45	0,477	-0,0578
74	4,45	0,484	-0,0412
75	4,45	0,490	-0,0247
76	4,45	0,497	-0,0082
77	4,45	0,503	0,0082
78	4,45	0,510	0,0247
79	4,45	0,516	0,0412
80	4,45	0,523	0,0578
81	4,45	0,530	0,0743
82	4,45	0,536	0,0908
83	4,46	0,543	0,1074
84	4,46	0,549	0,1240
85	4,46	0,556	0,1406
86	4,46	0,563	0,1573
87	4,47	0,569	0,1740
88	4,47	0,576	0,1908
89	4,47	0,582	0,2076
90	4,47	0,589	0,2245
91	4,47	0,595	0,2414
92	4,48	0,602	0,2585
93	4,48	0,609	0,2755
94	4,48	0,615	0,2927
95	4,48	0,622	0,3100
96	4,49	0,628	0,3273
97	4,49	0,635	0,3448
98	4,49	0,641	0,3623

Cuadro B.15 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50483

Orden nominal	Concentración (% m/m)	Probabilidad acumulada	Z
99	4,49	0,648	0,3800
100	4,49	0,655	0,3978
101	4,49	0,661	0,4157
102	4,49	0,668	0,4337
103	4,49	0,674	0,4519
104	4,49	0,681	0,4703
105	4,5	0,688	0,4888
106	4,5	0,694	0,5074
107	4,5	0,701	0,5263
108	4,5	0,707	0,5453
109	4,5	0,714	0,5646
110	4,5	0,720	0,5840
111	4,5	0,727	0,6037
112	4,5	0,734	0,6236
113	4,5	0,740	0,6438
114	4,51	0,747	0,6642
115	4,51	0,753	0,6849
116	4,51	0,760	0,7059
117	4,51	0,766	0,7272
118	4,51	0,773	0,7489
119	4,51	0,780	0,7709
120	4,51	0,786	0,7933
121	4,51	0,793	0,8160
122	4,51	0,799	0,8393
123	4,51	0,806	0,8630
124	4,52	0,813	0,8871
125	4,52	0,819	0,9119
126	4,52	0,826	0,9371
127	4,52	0,832	0,9630
128	4,52	0,839	0,9896
129	4,52	0,845	1,0169
130	4,52	0,852	1,0449
131	4,52	0,859	1,0738
132	4,53	0,865	1,1037
133	4,53	0,872	1,1345
134	4,53	0,878	1,1665
135	4,53	0,885	1,1997
136	4,53	0,891	1,2343
137	4,53	0,898	1,2704
138	4,53	0,905	1,3082
139	4,53	0,911	1,3481
140	4,53	0,918	1,3902

Cuadro B.15 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la concentración del producto 50483

Orden nominal	Concentración (% m/m)	Probabilidad acumulada	Z
141	4,53	0,924	1,4349
142	4,53	0,931	1,4827
143	4,53	0,938	1,5341
144	4,53	0,944	1,5900
145	4,53	0,951	1,6513
146	4,53	0,957	1,7195
147	4,53	0,964	1,7968
148	4,53	0,970	1,8866
149	4,53	0,977	1,9949
150	4,53	0,984	2,1334
151	4,54	0,990	2,3313
152	4,54	0,997	2,7174

Cuadro B.16 Datos para análisis de normalidad para la densidad del producto 50483

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
1	1,4	0,003	-2,717
2	1,4	0,010	-2,331
3	1,4	0,016	-2,133
4	1,4	0,023	-1,995
5	1,4	0,030	-1,887
6	1,4	0,036	-1,797
7	1,4	0,043	-1,719
8	1,4	0,049	-1,651
9	1,4	0,056	-1,590
10	1,4	0,063	-1,534
11	1,4	0,069	-1,483
12	1,4	0,076	-1,435
13	1,4	0,082	-1,390
14	1,4	0,089	-1,348
15	1,4	0,095	-1,308
16	1,4	0,102	-1,270
17	1,4	0,109	-1,234
18	1,4	0,115	-1,200
19	1,4	0,122	-1,166
20	1,4	0,128	-1,135
21	1,4	0,135	-1,104
22	1,4	0,141	-1,074
23	1,4	0,148	-1,045
24	1,4	0,155	-1,017

Cuadro B.16 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la densidad del producto 50483

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
25	1,4	0,161	-0,990
26	1,4	0,168	-0,963
27	1,4	0,174	-0,937
28	1,4	0,181	-0,912
29	1,4	0,188	-0,887
30	1,4	0,194	-0,863
31	1,4	0,201	-0,839
32	1,4	0,207	-0,816
33	1,4	0,214	-0,793
34	1,4	0,220	-0,771
35	1,4	0,227	-0,749
36	1,4	0,234	-0,727
37	1,4	0,240	-0,706
38	1,4	0,247	-0,685
39	1,4	0,253	-0,664
40	1,41	0,260	-0,644
41	1,41	0,266	-0,624
42	1,41	0,273	-0,604
43	1,41	0,280	-0,584
44	1,41	0,286	-0,565
45	1,41	0,293	-0,545
46	1,41	0,299	-0,526
47	1,41	0,306	-0,507
48	1,41	0,313	-0,489
49	1,41	0,319	-0,470
50	1,41	0,326	-0,452
51	1,41	0,332	-0,434
52	1,41	0,339	-0,416
53	1,41	0,345	-0,398
54	1,41	0,352	-0,380
55	1,41	0,359	-0,362
56	1,41	0,365	-0,345
57	1,41	0,372	-0,327
58	1,41	0,378	-0,310
59	1,41	0,385	-0,293
60	1,41	0,391	-0,276
61	1,41	0,398	-0,258
62	1,41	0,405	-0,241
63	1,41	0,411	-0,224
64	1,41	0,418	-0,208
65	1,41	0,424	-0,191
66	1,41	0,431	-0,174

Cuadro B.16 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la densidad del producto 50483

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
67	1,41	0,438	-0,157
68	1,41	0,444	-0,141
69	1,41	0,451	-0,124
70	1,41	0,457	-0,107
71	1,41	0,464	-0,091
72	1,41	0,470	-0,074
73	1,41	0,477	-0,058
74	1,41	0,484	-0,041
75	1,41	0,490	-0,025
76	1,41	0,497	-0,008
77	1,41	0,503	0,008
78	1,41	0,510	0,025
79	1,41	0,516	0,041
80	1,41	0,523	0,058
81	1,41	0,530	0,074
82	1,41	0,536	0,091
83	1,41	0,543	0,107
84	1,41	0,549	0,124
85	1,41	0,556	0,141
86	1,41	0,563	0,157
87	1,41	0,569	0,174
88	1,41	0,576	0,191
89	1,41	0,582	0,208
90	1,41	0,589	0,224
91	1,41	0,595	0,241
92	1,41	0,602	0,258
93	1,41	0,609	0,276
94	1,41	0,615	0,293
95	1,41	0,622	0,310
96	1,41	0,628	0,327
97	1,41	0,635	0,345
98	1,41	0,641	0,362
99	1,41	0,648	0,380
100	1,41	0,655	0,398
101	1,41	0,661	0,416
102	1,41	0,668	0,434
103	1,41	0,674	0,452
104	1,41	0,681	0,470
105	1,41	0,688	0,489
106	1,41	0,694	0,507
107	1,41	0,701	0,526
108	1,41	0,707	0,545

Cuadro B.16 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la densidad del producto 50483

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
109	1,41	0,714	0,565
110	1,41	0,720	0,584
111	1,41	0,727	0,604
112	1,42	0,734	0,624
113	1,42	0,740	0,644
114	1,42	0,747	0,664
115	1,42	0,753	0,685
116	1,42	0,760	0,706
117	1,42	0,766	0,727
118	1,42	0,773	0,749
119	1,42	0,780	0,771
120	1,42	0,786	0,793
121	1,42	0,793	0,816
122	1,42	0,799	0,839
123	1,42	0,806	0,863
124	1,42	0,813	0,887
125	1,42	0,819	0,912
126	1,42	0,826	0,937
127	1,42	0,832	0,963
128	1,42	0,839	0,990
129	1,42	0,845	1,017
130	1,42	0,852	1,045
131	1,42	0,859	1,074
132	1,42	0,865	1,104
133	1,42	0,872	1,135
134	1,42	0,878	1,166
135	1,42	0,885	1,200
136	1,42	0,891	1,234
137	1,42	0,898	1,270
138	1,42	0,905	1,308
139	1,42	0,911	1,348
140	1,42	0,918	1,390
141	1,42	0,924	1,435
142	1,42	0,931	1,483
143	1,42	0,938	1,534
144	1,42	0,944	1,590
145	1,42	0,951	1,651
146	1,42	0,957	1,719
147	1,42	0,964	1,797
148	1,42	0,970	1,887
149	1,42	0,977	1,995
150	1,42	0,984	2,133

Cuadro B.16 (Continuación) Datos para análisis de normalidad para la densidad del producto 50483

Orden nominal	Densidad (g/mL)	Probabilidad acumulada	Z
151	1,42	0,990	2,331
152	1,44	0,997	2,717

Cuadro B.17 Datos para análisis de incertidumbre en la determinación de la densidad

Orden nominal	Temperatura (°C)	Masa (g)
1	22,3	140,39
2	22,4	139,97
3	22,5	139,95
4	22,8	139,99
5	22,9	140,23
6	23,2	140,03
7	23,6	140,00
8	23,7	140,03
9	23,7	140,14
10	23,4	139,88
11	24,0	139,78
12	24,0	140,14
13	23,7	139,59
14	23,4	140,20
15	22,9	140,21
16	23,6	140,07
17	23,4	140,14
18	23,4	140,28
19	24,0	139,78
20	24,1	140,43
21	23,9	139,90
22	24,1	140,03
23	24,2	140,43
24	24,3	139,98
25	24,3	140,12
26	24,5	140,02
27	24,5	139,97
28	24,7	140,15
29	24,9	139,71
30	25,1	140,01
31	23,8	140,03
32	24,5	140,16
33	24,1	139,78
34	24,4	140,01
35	24,4	140,17

Apéndice C. Muestra de Cálculo

C.1 Cálculos para estadísticos en el análisis de capacidad

Tomando como ejemplo en cuadro 22. Resumen de resultados para análisis de desempeño del proceso para de capacidad para concentración. Los datos de la columna 3, fila 2 corresponde a la media de todas las muestras de concentración de ingrediente activo para el producto 50128. Los datos se obtienen de las columnas 1 y 4 del cuadro B.3 utilizando la Ecuación 1.1 donde n es el número de muestras, en este caso 58

$$\mu = \frac{x_1 + x_{1+} \cdots + x_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_j$$

$$\mu = \frac{3{,}95 + 3{,}88 + 3{,}90 + 4{,}03 + \cdots + 4{,}08 + 4{,}22 + 4{,}22 + 3{,}66 x_n}{58} = 4{,}01\ \%\ m/m$$

Los datos de la columna 4, corresponden al estimado de la desviación estándar. Para este cálculo se utiliza el promedio de los datos de las columnas 3 y 6 del cuadro B.1 y la ecuación siguiente con n igual a 57

$$\overline{MR} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} |X_i - X_{i-1}|_j$$

$$\overline{MR} = \frac{0{,}07 + 0{,}02 + 0{,}13 + 0{,}03 + \cdots + 0{,}41 + 0{,}14 + 0{,}00 + 0{,}56}{57} = 0{,}094\ \%\ m/m$$

Posteriormente se utiliza la ecuación 1.6 para determinar el estimado de la desviación estándar, donde la constante estadística utilizada para el caso de mediciones individuales $d_2 = 1{,}1284$. Para la columna 4 y fila 3 del cuadro 21

$$\sigma_{Concentración} = \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$\sigma_{Concentración} = \frac{0{,}094\ \%\ m/m}{1{,}1284} = 0{,}083\ \%m/m$$

En la columna 5 del mismo cuadro se presentan los datos referentes al índice de capacidad real del proceso, C_{pk}. Para determinar dicho valor se calcula previamente los índices de capacidad inferior y superior, con base en la ecuación 1.10 y 1.11, correspondientemente.

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} = \frac{4{,}01\ \% - 3{,}83\ \%}{3(0{,}083\ \%)} = 0{,}71$$

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} = \frac{4{,}03\ \% - 4{,}01\ \%}{3(0{,}083\ \%)} = 0{,}09$$

El menor de éstos resultados corresponde al C_{pk}, para el caso indicado $C_{pk} = 0{,}09$.

La columna 6 muestra el valor del índice de centrado K, el mismo se determina a partir de la ecuación 1.13

$$K = \frac{\mu - N}{{}^{1}/_{2}\,(ES - EI)} x100 = \frac{4{,}01\ \% - 3{,}93\ \%}{{}^{1}/_{2}\,(4{,}03\ \% - 3{,}83\ \%)} x100 = 80\ \%$$

La columna 7, presenta el valor asociado al índice de inestabilidad, S_t, del proceso para la variable en estudio. Éste se obtiene utilizando la Ecuación 1.14, donde los puntos especiales son los puntos que se salen de los límites o muestran patrones no aleatorios en la figura 25.

$$S_t = \frac{Número\ de\ puntos\ especiales}{Número\ total\ de\ puntos} x100$$

$$S_t = \frac{51}{152} x100 = 33{,}6\ \%$$

Para los productos restantes el procedimiento utilizado en el análisis de las variables críticas en el proceso, equivale al ya descrito.

C.2 Cálculo de índice de capacidad $\boldsymbol{C_p}$

Para determinar el índice de capacidad de las variables, se utiliza la ecuación 1.7, dónde σ corresponde al estimado de la desviación estándar. Continuando con el caso de la concentración de ingrediente activo del producto 50128, el índice de capacidad es

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} = \frac{4{,}03\ \% - 3{,}83\ \%}{6(0{,}083\ \%)} = 0{,}40$$

C.3 Cálculo de límites naturales

Para ejemplificar, la determinación de los límites naturales del proceso para la variable concentración de ingrediente activo del producto 50128 se lleva a cabo mediante las ecuaciones 1.3 y 1.4

$$\text{LCI} = \mu - 3\sigma = 4{,}01\ \% - 3(0{,}083\ \%) = 3{,}76\ \%$$

$$\text{LCS} = \mu + 3\sigma = \ 4{,}01\ \% + 3(0{,}083\ \%) = 4{,}26\ \%$$

C.4 Cálculo de probabilidad acumulada

En el cuadro B.13 los datos de la columna 3 corresponden a la probabilidad acumulada para datos centrados. Para determinar dicho valor se utiliza la siguiente ecuación

$$P(w_i) = \frac{(i - 0{,}5)}{n} \qquad \text{(A.1)}$$

donde i corresponde al orden nominal de la muestra, w es el dato estadístico a analizar y n es el total de las muestras. Para el cuadro B.13, columna 3, fila 4:

$$P = \frac{(3 - 0{,}5)}{58} = 0{,}043$$

C.5 Cálculo de la función Z

Nuevamente en el cuadro B.13, los datos de la columna 4 se refieren a la función Z. Para determinar dicho valor se utiliza la siguiente ecuación

$$Z_i = N^{inv}\left(P(w_i) = \frac{(i-0{,}5)}{n}, 0{,}0{,}1\right) \quad \text{(A.2)}$$

donde i corresponde al orden nominal de la muestra, w es el dato estadístico a analizar y n es el total de las muestras, $P(w_i)$ es la probabilidad acumulada y N^{inv} es la función distribución normal estándar inversa.

De esta manera retomando el ejemplo del cuadro B.13, fila 4 y ahora columna 4, se tiene

$$Z_i = N^{inv}\left(P(3{,}83) = \frac{(3-0{,}5)}{58}, 0{,}0{,}1\right) = -1{,}716$$

Para los productos restantes y las variables críticas analizadas en los cálculos de índices de capacidad, límites naturales, probabilidad acumulada y función Z se sigue el mismo procedimiento.

C.6 Cálculo de la incertidumbre en la estimación de la densidad

En el cuadro 11 se presentan los parámetros requeridos para el cálculo de los coeficientes de sensibilidad asociados a cada componente de la incertidumbre en la medición de la densidad. Dado que $T_{ref} = 20°C$ y $V_{ref} = 100mL$ son valores nominales conocidos, sólo es requerido determinar los valores de T y m, utilizando la ecuación 1.1 con n igual a 35.

$$\mu = \frac{x_1 + x_{1+} \cdots + x_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_j$$

De esta forma a partir de las columnas 2 y 3 del cuadro B.17, se obtienen:

$$T = \frac{22{,}3 + 22{,}4 + 22{,}5 + \cdots + 24{,}1 + 24{,}4 + 24{,}4}{35} = 23{,}8\ °C$$

$$m = \frac{140{,}39 + 139{,}97 + 139{,}95 + \cdots + 139{,}78 + 140{,}01 + 140{,}17}{35} = 140{,}05\ g$$

Por su parte, el cuadro 12 en la columna 4, filas 2 y 3 se presentan los resultados para la incertidumbre estándar de la balanza y el balón aforado, correspondientemente, utilizados en la determinación de la densidad de cloro. Conforme con la ecuación 1.23 y 1.24

$$\frac{\delta\rho}{\delta m} = \frac{1}{V_{ref}\left[1 + \beta\left(T - T_{ref}\right)\right]}$$

$$\frac{\delta\rho}{\delta m} = \frac{1}{100mL[1 + 2{,}1 \cdot 10^{-4}\ °\mathrm{C}^{-1}\ (23{,}8\ °C - 20\ °C)]} = 0{,}01\ mL^{-1}$$

$$\frac{\delta\rho}{\delta V} = \frac{-\,m}{{V_{ref}}^2\left[1 + \beta\left(T - T_{ref}\right)\right]^2}$$

$$\frac{\delta\rho}{\delta V} = \frac{-140{,}05\ g}{100mL^2[1 + 2{,}1 \cdot 10^{-4}\ °\mathrm{C}^{-1}\ (23{,}8\ °C - 20\ °C)]^2} = -0{,}014\ {}^{g}/_{mL^2}$$

Así mismo en el cuadro 12 la columna 5, filas 2 y 3 se presentan los resultados para la incertidumbre estándar de la balanza y el balón aforado, correspondientemente, utilizados en la determinación de la densidad de cloro. Conforme con la ecuación 1.18

$$u(x) = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

Para el caso específico de la columna 3 se tiene:

$$u(x) = \frac{0{,}1}{\sqrt{3}} = 0{,}058$$

Para determinar la *incertidumbre estándar combinada* se utiliza la Ecuación 1.16:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\delta f}{\delta x_i}\right]^2 u^2(x_i)}$$

$$u_c(y) = \sqrt{\left(\left[\frac{\delta f}{\delta x_1}\right]^2 u_1^2 + \left[\frac{\delta f}{\delta x_2}\right]^2 u_2^2 + \cdots + \left[\frac{\delta f}{\delta x_n}\right]^2 u_n^2\right)}$$

De forma que el valor mostrado en la columna 2 del cuadro 13 proviene de:

$$u_c(y) = \sqrt{(0{,}01^2 \cdot 0{,}006^2 + 0{,}014^2 \cdot 0{,}058^2)} = 0{,}001 g/mL$$

Y considerando un factor de confianza igual a dos en la ecuación 1.17 se obtiene la incertidumbre expandida de la medición mostrada en la columna 4 del mismo cuadro.

$$U(y) = U_c(y) \cdot k$$

$$U(y) = 0{,}001 \text{g/mL} \cdot 2$$

$$U(y) = 0{,}002 g/mL$$

C.7 Análisis de desempeño mediante el uso de Minitab®

Para el análisis de desempeño del proceso se utiliza como recurso alterno el programa estadístico Minitab® en la empresa. En la figura a continuación se observa cómo además de los estadísticos e índices de capacidad de la variable en estudio el programa facilita un histograma en el que se puede evaluar el centrado del proceso.

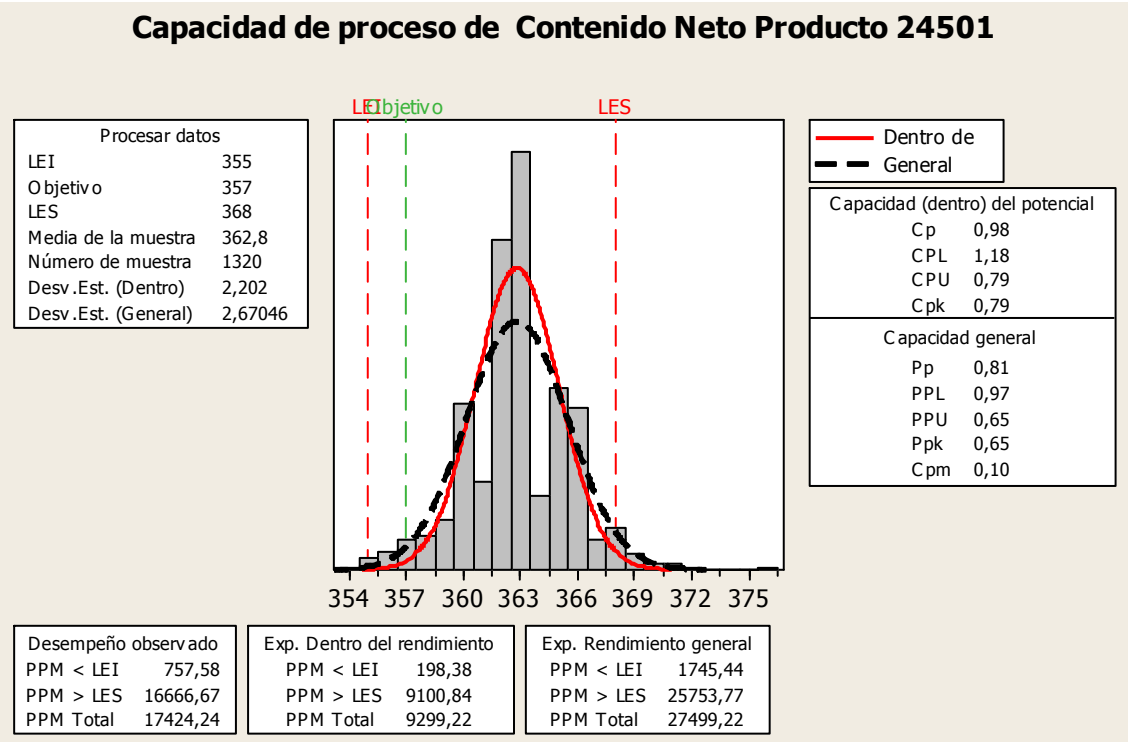


Figura 47. Análisis de capacidad para contenido neto del producto 24501 con Minitab®.

Al analizar el valor del C_{pk} se observa que el proceso no es adecuado para el trabajo debido a que no posee una capacidad satisfactoria, resultado congruente con el análisis que se realiza en el Capítulo V.

Para las demás variables se utiliza el mismo procedimiento.

ANEXOS

Ficha Técnica
Unidad Mantenimiento

Unidad Mto BAL85 ROMANA ELÉCTRICA LABORATORIO CENTRAL

Fabricante		**Año Fabricación**		**Tipo Nivel**	GENERAL
Marca	OHAUS	**Fec. Utilización**		**Nivel**	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Modelo	EDO120	**Tipo Motor**	NO APLICA	**Estado**	Activo
Serie	C195020374	**Dispositivo**			
No. Activo	2407				

Clasificación

Tipo Clasificación	Clase
COP	CENTRO DE COSTOS
PC-COP	UBICACIONES IREX COSTA RICA

Manuales

Código	Descripción

Diagramas

Código	Descripción

Datos Técnicos

Dato Técnico	Valor	Unidad Medida
Capacidad	4100	
Rango de Medición del Equipo er	0 - 4100	
Resolución en centigrado	0.01	
Tensión	120	

Cualidades

Cualidad	Punto	Mínimo	Inferior	Promedio	Superior	Máximo	Unidad Medida

Observaciones

RESPONSABLE: JORGE MATAMOROS
UBICACIÓN: LABORATORIO CENTRAL
UBICACIÓN DE DOCUMENTOS: METROLOGÍA
----------DATOS IMPORTANTES:----------
CALIBRADO POR: MET - CAL ENGINEERING SERVICES
N° DE CERTIFICADO: MC-CC-12-06-052H
TECNICO: FREYZER VARGAS
TELÉFONO: 286 4286
FAX: 286 4286
FECHA DE CALIBRACIÓN: 04/06/2012
PRÓXIMA CALIBRACIÓN: DICIEMBRE 2012

Componentes: Unidades de Mto Asociadas

Código Unidad Mto	Descripción

MET-CAL
ENGINEERING SERVICES

MET-CAL Engineering Services S.A.
25 E y 125 S Bomba Shell, San Francisco de Dos Rios, San José
Telefax (506) 2286-4286
Cédula Jurídica #3-101-373718

ECA
Laboratorio de calibración
Alcance de Acreditación Nº LC-085
Acreditado a partir de: 08.02.2011
Alcance disponible en www.eca.or.cr

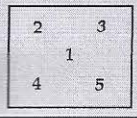
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado #: MC-CC-12-06-052H

Cliente:	**Irex de Costa Rica S.A. - Cartago**	**Dirección del cliente:**	Concepción de Tres Ríos, Cartago
Código del Instrumento:	BAL-85	**Fecha de Calibración:**	Junio 04, 2012
Descripción:	Balanza	**Fecha sugerida de expiración:**	Diciembre, 2012
Marca:	OHAUS	**Lugar de Calibración:**	Plantel del Cliente
Modelo:	Explorer	**Temperatura:**	22.1 °C
Número de Serie:	C195020374	**Humedad Relativa:**	71.5 %
Rango:	(0 a 4100) g	**Presión Barométrica:**	86.3 kPa
Resolución:	0.01 g		
Ubicación:	Laboratorio central	**Referencia a Orden de Trabajo #**	3466

DECLARACIÓN DE LA CONFORMIDAD SEGÚN TOLERANCIAS SUMINISTRADAS POR EL CLIENTE		
ESTADO INICIAL DE CALIBRACION	**AJUSTES REALIZADOS**	ESTADO FINAL DE CALIBRACION
No aplica	**Ajustado**	**No aplica**

TABLA DE RESULTADOS ENCONTRADOS EN UNIDADES CALIBRANDO

Parámetros Calibrados	Prueba Punto #	Lectura Patrón	Lectura Instrumento	Corrección Total	Tolerancia ±	Incertidumbre ±
Prueba de Linealidad Ascendente (g)	1	0.00	0.00	0.00	No aplica	0.006
	2	2.00	2.00	0.00	No aplica	0.006
	3	5.00	5.00	0.00	No aplica	0.006
	4	10.00	10.00	0.00	No aplica	0.006
	5	2000.00	1999.89	0.11	No aplica	0.006
	6	4000.00	3998.83	1.17	No aplica	0.006
Prueba de Linealidad Descendente (g)	1	4000.00	3999.05	0.95	No aplica	0.006
	2	2000.00	1999.96	0.04	No aplica	0.006
	3	10.00	10.00	0.00	No aplica	0.006
	4	5.00	5.00	0.00	No aplica	0.006
	5	2.00	2.00	0.00	No aplica	0.006
	6	0.00	0.00	0.00	No aplica	0.006
Prueba de Repetibilidad (g)	1	2000.00	1999.89	0.11	No aplica	0.015
Prueba de Excentricidad (g) 	1	1000.00	999.99	0.01	No aplica	0.006
	2	1000.00	999.82	0.18	No aplica	0.006
	3	1000.00	999.99	0.01	No aplica	0.006
	4	1000.00	999.99	0.01	No aplica	0.006
	5	1000.00	999.98	0.02	No aplica	0.006

MET-CAL ENGINEERING SERVICES

MET-CAL Engineering Services S.A.
25 E y 125 S Bomba Shell, San Francisco de Dos Rios, San José
Telefax (506) 2286-4286
Cédula Jurídica #3-101-373718

ECA
Laboratorio de calibración
Alcance de Acreditación Nº LC-085
Acreditado a partir de: 08.02.2011
Alcance disponible en www.eca.or.cr

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado #: MC-CC-12-06-052H

Cliente: **Irex de Costa Rica S.A. - Cartago** **Dirección del cliente:** Concepción de Tres Ríos, Cartago
Código del Instrumento: BAL-85 **Fecha de Calibración:** Junio 04, 2012

TABLA DE RESULTADOS DESPUÉS DE AJUSTE EN UNIDADES CALIBRANDO

Parámetros Calibrados	Prueba Punto #	Lectura Patrón	Lectura Instrumento	Corrección Total	Tolerancia ±	Incertidumbre ±
Prueba de Linealidad Ascendente (g)	1	0.00	0.00	0.00	No aplica	0.006
	2	2.00	2.00	0.00	No aplica	0.006
	3	5.00	5.00	0.00	No aplica	0.006
	4	10.00	10.00	0.00	No aplica	0.006
	5	2000.00	1999.94	0.06	No aplica	0.006
	6	4000.00	4000.09	-0.09	No aplica	0.006
Prueba de Linealidad Descendente (g)	1	4000.00	4000.06	-0.06	No aplica	0.006
	2	2000.00	2000.01	-0.01	No aplica	0.006
	3	10.00	10.00	0.00	No aplica	0.006
	4	5.00	5.00	0.00	No aplica	0.006
	5	2.00	2.00	0.00	No aplica	0.006
	6	0.00	0.00	0.00	No aplica	0.006

Procedimiento de calibración: MC-CP-012 Procedimiento de calibración de Equipos de pesaje

Patrones Utilizados en la Calibración:

Activo	Equipo	Serie	Certificado	Trazabilidad	
MCP-0140	Juego de masas	MCP-0140	MC-CC-12-01-098G	MET-CAL Engineering Services	
				Vencimiento:	Enero, 2013
MCP-0087	Masa Patrón	MCP-0087	MC-CC-12-01-010G	MET-CAL Engineering Services	
				Vencimiento:	Enero, 2013
MCP-0088	Masa Patrón	MCP-0088	MC-CC-12-01-012G	MET-CAL Engineering Services	
				Vencimiento:	Enero, 2013

MET-CAL
ENGINEERING SERVICES

MET-CAL Engineering Services S.A.
25 E y 125 S Bomba Shell, San Francisco de Dos Rios, San José
Telefax (506) 2286-4286
Cédula Jurídica #3-101-373718

ECA
Laboratorio de calibración
Alcance de Acreditación Nº LC-085
Acreditado a partir de: 08.02.2011
Alcance disponible en www.eca.or.cr

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado #: MC-CC-12-06-052H

Cliente:	**Irex de Costa Rica S.A. - Cartago**	**Dirección del cliente:**	Concepción de Tres Ríos, Cartago
Código del Instrumento:	BAL-85	**Fecha de Calibración:**	Junio 04, 2012

Comentarios & Notas:

La Declaración de Conformidad del estado inicial y final de calibración se realiza a solicitud del Cliente y conforme a las tolerancias suministradas por éste.
El Cliente debe tener en cuenta la incertidumbre de la medición al analizar la Declaración de Conformidad.
El Laboratorio MET-CAL Engineering Services realizará ajustes de instrumentos únicamente si durante la calibración el Cliente lo solicita y a su vez el instrumento lo permite.
Se denotan con asterisco (*) los puntos de calibración fuera del alcance de acreditación del Laboratorio MET-CAL Engineering Services S.A.
El alcance de acreditación puede ser consultado en la página web del ECA (www.eca.or.cr).
Para facilitar su identificación se denotan con la leyenda "NC" aquellos puntos de prueba cuyos resultados sean fuera de tolerancia.
La fecha sugerida de expiración y su inclusión en este certificado fueron establecidas por el cliente o solicitante.
La incertidumbre reportada es expandida y se obtuvo de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura k=2, para alcanzar nivel de confianza de un 95 %. La incertidumbre estándar de la medición se determinó conforme a la Guía ISO para la expresión de la Incertidumbre de la medición, en la cual se toma en cuenta la incertidumbre de los patrones, del método de calibración, de los instrumentos bajo calibración, la contribución propia del personal que realiza la calibración y de las condiciones ambientales durante la calibración. Los valores de lectura patrón incluyen correcciones debidas al método, al patrón en sí y a las condiciones ambientales.

Los Patrones utilizados en esta calibración son trazables al Instituto Nacional de Standards & Tecnología de los Estados Unidos (NIST) u otros laboratorios reconocidos internacionalmente.

Los resultados reportados en este certificado de calibración están relacionados y competen únicamente al equipo o instrumento sujeto a calibración bajo las condiciones ambientales y de uso en el momento en que se realizó la calibración, y provienen de los promedios de las mediciones realizadas.

Este certificado de calibración no debe ser reproducido excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del Laboratorio MET-CAL Engineering Services S.A.
Este certificado no es válido sin las firmas autorizadas por el Laboratorio MET-CAL Engineering Services S.A.
Este certificado cumple con los requisitos establecidos en la Norma Internacional INTE ISO IEC 17025. Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Calibración y Ensayo.

R. Molina

Freyzer Vargas S.
Técnico de Calibración

Rolando Molina S.
Gerente de Metrología

Fin del Reporte.

MET-CAL
ENGINEERING SERVICES

MET-CAL Engineering Services S.A.
25 E y 125 S Bomba Shell, San Francisco de Dos Rios, San José
Telefax (506) 2286-4286
Cédula Jurídica #3-101-373718

ECA
Laboratorio de calibración
Alcance de Acreditación Nº LC-085
Acreditado a partir de: 08.02.2011
Alcance disponible en www.eca.or.cr

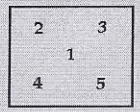
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado #: MC-CC-12-05-027F

Cliente:	**Irex de Costa Rica S.A. - Cartago**	**Dirección del cliente:**	Concepción de Tres Ríos, Cartago
Código del Instrumento:	BAL 154	**Fecha de Calibración:**	Mayo 11, 2012
Descripción:	Balanza	**Fecha sugerida de expiración:**	Noviembre, 2012
Marca:	Mettler Toledo	**Lugar de Calibración:**	Plantel del Cliente
Modelo:	MS 40025 101	**Temperatura:**	24.1 °C
Número de Serie:	B 147471511	**Humedad Relativa:**	63.0 %
Rango:	(0 a 4200) g	**Presión Barométrica:**	85.4 kPa
Resolución:	0.01g		
Ubicación:	Laboratorio Central	**Referencia a Orden de Trabajo #**	3376

DECLARACIÓN DE LA CONFORMIDAD SEGÚN TOLERANCIAS SUMINISTRADAS POR EL CLIENTE		
ESTADO INICIAL DE CALIBRACION	**AJUSTES REALIZADOS**	ESTADO FINAL DE CALIBRACION
Conforme (En tolerancia)	**No requiere ajuste**	**Conforme (En tolerancia)**

TABLA DE RESULTADOS ENCONTRADOS EN UNIDADES CALIBRANDO

Parámetros Calibrados	Prueba Punto #	Lectura Patrón	Lectura Instrumento	Corrección Total	Tolerancia ±	Incertidumbre ±
Prueba de Linealidad Ascendente (g)	1	0	0.00	0.00	No aplica	0.01
	2	100	100.00	0.00	No aplica	0.01
	3	500	500.00	0.00	No aplica	0.01
	4	1000	1000.00	0.00	No aplica	0.01
	5	2100	2100.00	0.00	No aplica	0.01
	6	3000	3000.00	0.00	No aplica	0.01
	7	4200	4200.03	-0.03	No aplica	0.01
Prueba de Linealidad Descendente (g)	1	4200	4200.03	-0.03	No aplica	0.01
	2	3000	3000.01	0.00	No aplica	0.01
	3	2100	2100.01	0.00	No aplica	0.01
	4	1000	1000.00	0.00	No aplica	0.01
	5	500	500.00	0.00	No aplica	0.01
	6	100	100.00	0.00	No aplica	0.01
	7	0	0.00	0.00	No aplica	0.01
Prueba de Repetibilidad (g)	1	2000	2000.00	0.00	No aplica	0.01
Prueba de Excentricidad (g) 	1	1000	1000.00	0.00	No aplica	0.01
	2	1000	1000.01	0.00	No aplica	0.01
	3	1000	999.99	0.00	No aplica	0.01
	4	1000	1000.01	0.00	No aplica	0.01
	5	1000	999.99	0.00	No aplica	0.01