

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**CICLO OPTATIVO DE PROFESIONALIZACIÓN EN
GESTIÓN
DE CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD**



**TRABAJO DE TITULACION:
“APLICACIÓN DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS
EN LA LÍNEA DE EMBOLSADO DE LECHE PASTEURIZADA”**

EJECUTOR:

Br. HANS FERREL ESPINOZA

ASESOR:

Dr. FERNANDO VARGAS DELGADO

Lima – Perú

2016

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a Freddy y Fely, que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado. Gracias por motivarme y darme la mano en todo momento, a ustedes por siempre mi corazón y respeto.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi patrocinador Fernando Vargas Delgado por su apoyo incondicional, al Profesor Carlos Nuñez Saavedra por incentivar mi perseverancia en la superación de obstáculos en la realización de esta tesis. Finalmente quiero agradecer a mi familia y amigos como Helguita quien me brindo su apoyo en el desarrollo de este trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.2. CALIDAD	4
2.3 PROCESO	4
2.3.1. PROCESO DE PASTEURIZACIÓN	5
2.4. DEFINICIÓN DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	6
2.4.1. OBJETIVOS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	7
2.5 HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS	7
2.5.1 HISTOGRAMA.....	7
2.5.2 LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN	8
2.5.3 CAPACIDAD DE PROCESOS.....	8
2.5.4 GRÁFICO DE CONTROL.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	16
3.2. MATERIALES	16
3.2.1. DOCUMENTACIÓN DE LA EMPRESA	16
3.2.2. HERRAMIENTAS DE CALIDAD.....	16
3.2.3. INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA RECOPIRAR INFORMACIÓN Y APLICAR EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	16
3.2.4. MATERIALES DE ESCRITORIO	17
3.2.5. INDUMENTARIA	17
3.3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	17
3.3.1. ENTREVISTA CON LA DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	17

3.3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA INFORMACIÓN	18
3.3.3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	19
3.3.4 APLICACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS EN LA LÍNEA DE LECHE EMBOLSADA	19
3.3.5 ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	25
4.1. ENTREVISTA CON EL REPRESENTANTE DE LA EMPRESA	25
4.1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	25
4.1.2. ORGANIGRAMA	26
4.1.3 ÁREA DE EMBOLSADO	26
4.1.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE LECHE PASTEURIZADA	30
4.2. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	31
4.2.1. VISITA DE RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA.....	31
4.3 DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA	31
4.4. PLANTEAMIENTO DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE PESO EN LA LÍNEA DE LECHE EMBOLSADA.....	32
4.5 PROPUESTA DE MEJORA	44
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. RECOMENDACIONES	47
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48
VIII. ANEXOS	51

INDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Calificación del coeficiente de variabilidad	21
Cuadro 2: Interpretación del índice de la capacidad potencial de proceso.....	24
Cuadro 3: Interpretación del índice de la capacidad real de proceso	24
Cuadro 4: Estadística descriptiva del peso de la muestra preliminar	31
Cuadro 5: Datos preliminares para calcular el tamaño de muestra	33
Cuadro 6: Tamaño de la muestra a partir de la muestra preliminar	34
Cuadro 7: Potencias obtenidas a partir del tamaño de muestra preliminar para diferentes curvas de operación característica.....	34
Cuadro 8: Análisis descriptivo del peso de la leche embolsada	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación gráfica de un proceso.....	5
Figura 2: Patrón de un solo Punto fuera de los límites de control.....	12
Figura 3: Patrón de cambio en el promedio del proceso	12
Figura 4: Ejemplos de indicadores fuera de control	13
Figura 5: Patrón de ciclos de la variación de una variable	13
Figura 6: Patrón de Tendencia gradual de la variación de una variable ..	14
Figura 7: Variación de una variable abrazando la línea central	14
Figura 8: Variación de una variable abrazando los límites de control	15
Figura 9: Patrón de inestabilidad de la variación de una variable	15
Figura 10: Secuencia de actividades para el desarrollo del trabajo de investigación no experimental	17
Figura 11: Secuencia de actividades para la aplicación del control estadístico de procesos de la leche embolsada.....	19
Figura 12: Organigrama de la Planta Piloto de Leche.....	26
Figura 13: Máquina de embolsado de leche pasteurizada.	27
Figura 14: Control de flotación.	28
Figura 15: Dosificador de máquina embolsadora.....	28
Figura 16: Diagrama de flujo del proceso de embolsado de leche pasteurizada.....	30
Figura 17: Curva característica de operación para una prueba t, para varios tamaños de muestra	35
Figura 18: Histograma de Frecuencias para la variable Peso de la leche embolsada.....	37
Figura 19: Grafico de probabilidad normal para datos de Peso de la Leche Embolsada	38
Figura 20: Gráfico de control X -R barra para la variable Peso de la leche embolsada.....	39
Figura 21: Capacidad de Proceso Six Pack de la variable Peso de la leche embolsada.....	42
Figura 22: Capacidad de proceso en la variable Peso de la leche embolsada	43

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal la aplicación de un control estadístico de procesos en la etapa de embolsado de Leche Pasteurizada de la Planta Piloto de Leche de La Universidad Agraria La Molina con el propósito de monitorizar y controlar el proceso de producción. Para la aplicación del control estadístico de procesos se emplearon técnicas estadísticas y un software estadístico (Minitab V.16.) facilitando así el proceso de análisis y almacenamiento de los datos. Se realizó un diagnóstico del proceso de producción, teniendo en cuenta la descripción, características, variables involucradas y equipos utilizados en la Planta Piloto de Leche de la UNALM. La Aplicación del control estadístico de procesos se obtuvo como promedio de los pesos de leche Embolsada un valor de 982,11 gr con una desviación estándar 4,84 y un coeficiente de variabilidad de 0,49, lo que muestra que sí existe variabilidad y es homogénea. El valor de $C_p = 0.34$, muestra que el proceso. No es adecuado para el trabajo y requiere de algunas modificaciones como la compra de una máquina embolsadora. Asimismo el valor de $C_{pk} = 0.20$ indica que la media está dentro de los límites de especificación propuestos por la planta piloto de leche (Peso = 980gr \pm 5gr). Al encontrarse que la variabilidad del proceso es debido a causas aleatorias, se recomendó eliminarla haciendo cambios básicos en el proceso, con la adquisición de una Máquina Embolsadora nueva.

Palabras Clave: Control estadístico de procesos, leche embolsada, coeficiente de variabilidad

SUMMARY

This work has as main objective the implementation of a statistical process control at the stage of bagging Pasteurized Milk Milk Pilot University Agraria La Molina plant in order to monitor and control the production process. For the application of statistical process control statistical techniques and statistical software (Minitab V.16.) Thus facilitating the process of analysis and data storage were used. a diagnosis of the production process was conducted, taking into account the description, characteristics, variables involved and equipment used in the Pilot Plant UNALM milk. Implementation of statistical process control was obtained as average weights of milk Embolsada a value of 982.11 g with a standard deviation of 4.84 and a coefficient of variation of 0.49, which shows that there exists variability and is homogeneous. The value of $C_p = 0.34$, shows that the process. Not suitable for work and requires some modifications as buying a bagging machine. Also $C_{pk} = 0.20$ indicates that the average is within specification limits proposed by the pilot of milk (Weight = 980gr \pm 5g) plant. When meeting that process variability is due to random causes, it was recommended to remove it by basic changes in the process, with the acquisition of a new bagging machine.

Keywords: Statistical process control, pocketed milk, coefficient of variability

I. INTRODUCCION

En un mundo globalizado, donde las barreras fronterizas tienden a desaparecer y la apertura de los mercados mundiales es una realidad, las empresas están obligadas a ser más competitivas para permanecer activas; ya que ahora, no sólo se compite con empresas locales, sino también con empresas internacionales que ofrecen los mismos productos y/o servicios a un costo menor y con una mayor calidad (Mason, 2004).

Según la NTP-ISO 11462-1:2007, el control estadístico de procesos (CEP, por sus siglas en español) ayuda a minimizar los esfuerzos requeridos para asegurar la conformidad de producto final.

Las primeras soluciones propuestas por las empresas, implican cambios de tecnología, diseño, etc., lo que significa una fuerte inversión; sin embargo, este no es necesariamente el primer paso que deben realizar las empresas. Lo primero es asegurar que sus procesos actuales sean óptimos, para esto se debe hacer uso del control estadístico de procesos, el cual es un conjunto de herramientas estadísticas que permite recopilar, estudiar y analizar la información de procesos repetitivos para poder tomar decisiones respecto a los mismos (Montgomery, 2011).

En la presente investigación se busca establecer una alternativa de mejora para la línea de embolsado de la Planta Piloto de Leche UNALM, con la finalidad de mejorar la calidad y determinar el grado de cumplimiento de las especificaciones de calidad, a través del cálculo de la capacidad del proceso, ya que este aspecto remarca siempre la diferencia entre empresas que buscan la mejora continua y la satisfacción de sus clientes. Al encontrarse reclamos en el producto de leche embolsado por productos defectuosos en peso de más del 34 por ciento de cada lote producido.

En razón a lo señalado, el objetivo principal del presente trabajo de titulación fue: Aplicar un control Estadístico de procesos en la Planta Piloto de Leche (UNALM) con el propósito de monitorizar y controlar el proceso en la línea de embolsado de leche.

Asimismo los objetivos secundarios fueron:

- Realizar un diagnóstico del proceso de producción de leche embolsada, teniendo en cuenta la descripción, características, variable involucrada y equipos utilizados en la Planta Piloto de Leche de la UNALM.
- Determinar las causas de variabilidad del proceso de producción de la leche embolsada.
- Proponer un plan de mejora para el proceso de producción de la leche embolsada

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó un trabajo aplicando el control estadístico en la empresa Centroamericana de tapas S.A. (CATASA), que es una empresa que se dedica a la producción de tapas plásticas para diferentes tipos de envases, y se aplicó con el fin de evaluar la calidad de las tapas. El objetivo principal del trabajo fue proponer un sistema de control estadístico para la empresa, y como uno de los objetivos específicos están la evaluación del sistema actual de control de calidad; posteriormente se obtuvieron los siguientes resultados: en el proceso de producción este tipo de tapas las cuales estaban fuera de control tomando como base las características de calidad de interés, al analizar los datos se determinó que la principal fuente de variabilidad del proceso de producción eran los operarios por ello hacia esa dirección deben ir las medidas correctivas. Se recomendó a la empresa implementar el control estadístico en corto plazo (Ureña y Castillo, 1998)

Otra experiencia en la aplicación del CEP (Control estadístico de procesos) es la de la empresa CONFIPERU S.A que pertenece al GRUPO CONFITECA C. A, una empresa líder en la industria de la confitería. La aplicación del sistema se realizó a nivel de monitoreo y control del proceso en la línea de chicle de pastilla, en los meses de noviembre del año 2011 hasta enero del año 2012.

El diseño del sistema para el control estadístico de procesos en la empresa CONFIPERU S.A. ayudó a verificar y controlar las causas de variabilidad del proceso de producción del chicle pastilla en la etapa intermedia y la etapa final, además permitió el análisis de las características críticas del problema a través del proceso de producción del chicle pastilla (Quispe, 2013).

La Empresa LACTEUS S.A.C., en su compromiso con el giro de negocio en el que participa derivados Lácteos, decidió realizar una investigación en el 2014 a fin de implementar un control estadístico de procesos en la línea de queso Mozzarella para lo cual

dicho trabajo de investigación tuvo como objetivo principal aplicar un control estadístico de procesos para la característica Ph de la cuajada en la etapa de segundo reposo del proceso de obtención de queso mozzarella. Se obtuvo la capacidad potencial de proceso $C_p=0.80$ para un nivel de 3 correspondiente a una capacidad del proceso inadecuado en la que es necesario un análisis del mismo, a pesar de que la capacidad real del proceso $C_{pk}=0.76$ mostró que la medida de la variable pH se encuentra dentro de los límites de especificación. En el análisis del proceso se identificó como causas de la variabilidad: Falta de capacitación y entrenamiento a los operarios nuevos, así como la falta de mantenimiento y calibración del potenciómetro, sobre las que se plantearon propuestas de mejora relacionadas al cumplimiento de los programas de capacitación (Rosales y Llacsahuanga, 2014).

Este tipo de Herramientas, como es el control estadístico de procesos, ya no es tan sólo una necesidad, sino una exigencia como parte del crecimiento de los productos y/o servicios cada vez más competitivos que las empresas ofrecen. Y como se evidencia en los trabajos mencionados, este permite controlar la variabilidad del proceso y generar un ahorro de costos y materiales y/o insumos.

2.2. CALIDAD

Calidad es la totalidad de las características o resultados que pueden usarse para determinar si un producto cumple o no la aplicación pretendida (Oseki y Asaka, 1992).

Una observación que acompaña esta definición, establece que al determinar si un producto o servicio satisface su aplicación, debe considerarse también el efecto de tal producto o servicio en la sociedad. Una segunda observación define las características de calidad que son los elementos que componen la calidad (Oseki y Asaka, 1992).

2.3 PROCESO

Según Montgomery (1991), el proceso o sistema se puede visualizar como una combinación de máquinas, métodos, personas y otros recursos que transforman alguna entrada (a menudo un material) en una salida que tiene una o más respuestas observables. Algunas de las variables del proceso $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ son controlables, mientras que otras $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_p$ son incontrolables.

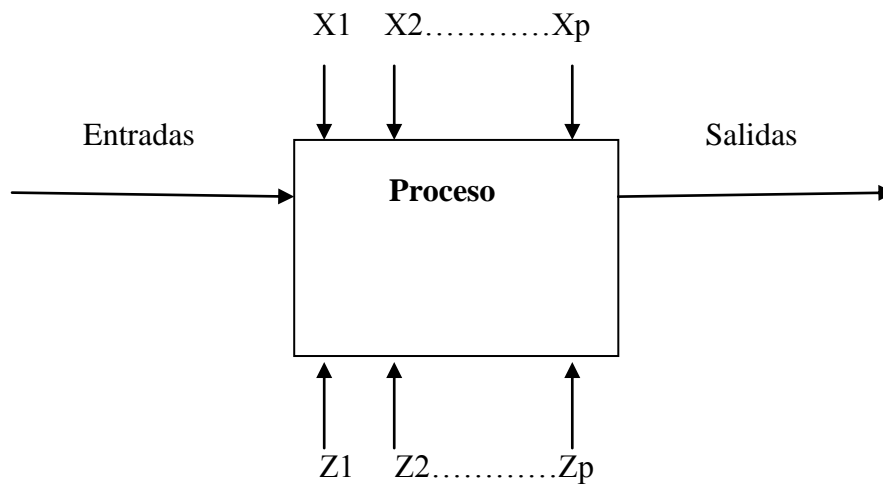


Figura 1: Representación gráfica de un proceso

FUENTE: Montgomery (2001)

2.3.1. PROCESO DE PASTEURIZACIÓN

En la pasteurización se eliminan además la mayor parte de los microorganismos banales, 95 por ciento a 99 por ciento, con lo que se consigue prolongar la vida del producto unos días. El nivel térmico se maneja de modo de evitar afectar en lo posible las características fisicoquímicas y organolépticas de la leche.

Para el caso de la leche se ha determinado la temperatura de pasteurización, en base al punto leal térmico del *Micobacterium* de la Tuberculosis que es un germen que puede estar en la leche desde la ubre de la vaca (Lora de Saint Paulet, 2003).

a. Pasteurización Lenta

También se denomina pasteurización discontinua y consiste en calentar la leche a 63°C y mantener esa temperatura durante 30 minutos. Con este método se calienta la leche en tanques de capacidad variable (200 a 1500 litros) provistos de doble pared y de acero inoxidable (Lora de Saint Paulet, 2003).

b. Pasteurización Rápida

También se denomina pasteurización continua y consiste en calentar la leche a 72.7°C durante 15 segundos. Este es el método más comúnmente usado debido a que tienen una alta transferencia de calor, son fáciles de limpiar y son compactos. Las placas del pasteurizador están separadas entre sí y están aisladas mediante una junta de goma que forma una cámara o sección. Cada sección aislada se ordena de tal forma, que los líquidos

fluyen por una o más placas paralelamente (Lora de Saint Paulet, 2003).

c. Leche pasteurizada

El Codex Alimentarius (2003) define a la leche pasteurizada como aquella leche que ha sido sometida a un tratamiento térmico específico y por un tiempo determinado, para lograr la destrucción de los organismos patógenos que pueda contener, sin alterar en forma considerable su composición, sabor ni valor alimenticio.

- Cambios en las vitaminas

Tratamientos térmicos severos causan pérdidas de vitaminas como: tiamina, vitamina B6, ácido ascórbico, folato, y vitamina B12. Sin embargo, la destrucción de las últimas tres vitaminas se pueden evitar removiendo el oxígeno disuelto en la leche. Algunos investigadores creen que la desnaturalización de la vitamina C se debe a la oxidación más que al efecto del calor (Santos, 1996).

- Cambios en las proteínas

Las proteínas más termolábiles son las del lactosuero, sin embargo a temperaturas mínimas de pasteurización no ocurren cambios en éstas sino que suceden a temperaturas superiores a 80°C. A medida que se incrementa la temperatura, aumenta la desnaturalización de las proteínas del lactosuero.

Las proteínas del suero constituyen cerca del 5 por ciento de los sólidos de la leche, sin embargo son responsables del 50 por ciento de las incrustaciones producidas por las proteínas en los pasteurizadores. La β -lactoglobulina y la α -lactoalbumina son las principales proteínas causantes de las incrustaciones en los pasteurizadores. La β -lactoglobulina es altamente sensible al calor, mientras que las caseínas son termoestables pero precipitan en medio ácido. Las caseínas que son más termoestables coagulan a 100°C en 12 horas, o a 130°C en 3 minutos. Por otro lado, si se calienta la leche a 62.8°C y se mantiene así durante algunas horas, la acción del cuajo disminuye en un 25 por ciento (Santos, 1996).

2.4. DEFINICIÓN DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

El Control Estadístico de Procesos, es un conjunto poderoso de herramientas para resolver problemas, muy útil para conseguir la estabilidad y mejorar la capacidad del mismo proceso mediante la reducción de la variabilidad (Montgomery, 2011).

Según Gutiérrez de la Vara (2004), el Control Estadístico de Procesos es una técnica estadística para asegurar que los procesos cumplen con los estándares. Todos los procesos están sujetos a ciertos grados de variabilidad por tal motivo es necesario distinguir entre las variaciones por causas naturales y por causas imputables o especiales.

2.4.1. OBJETIVOS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

Según Prat (2000), el Control Estadístico de Procesos, tiene al menos tres objetivos básicos:

- a. Minimizar la producción defectuosa, este objetivo corresponde al control y vigilancia del proceso con una buena planificación y la aplicación de los gráficos de control para así evitar producir defectos, mejorando la calidad y disminuyendo los costos por reproceso.
- b. Mantener la mejora continua del proceso, mediante la disminución de la variabilidad del proceso.
- c. Comparar la producción respecto de las especificaciones, se basa en establecer gráficos que funcionan como sistemas de observación. Estos gráficos monitorizan una o varias características del producto, proceso o servicio que se consideran relevantes, los cuales deben responder a las especificaciones requeridas, para aceptar que todo el sistema está bajo control, funcionando como se espera. De esta forma, comparamos la producción realmente obtenida con las especificaciones de calidad.

2.5 HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS

2.5.1 HISTOGRAMA

El histograma o distribución de frecuencias es una herramienta estadística para presentar muchos datos, de forma que quede clara la tendencia central y la dispersión a lo largo de la escala de medición, así como la relativa frecuencia de ocurrencia de los diversos valores (Juran et al., 1993).

El histograma es una representación visual de los datos, en el cual puede observarse más fácilmente tres propiedades (Montgomery, 1991):

- Forma
- Acumulación o tendencia central
- Dispersión o variabilidad

2.5.2 LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN

Los límites de especificación son determinados externamente, pueden ser impuestos por la administración, los ingenieros de manufactura, el cliente, o los desarrolladores/diseñadores del producto. Es necesario conocer la variabilidad inherente del proceso al fijar las especificaciones, pero debe recordarse que no existe relación matemática o estadística entre los límites de control y los límites de especificación (Montgomery, 1991).

2.5.3 CAPACIDAD DE PROCESOS

Las técnicas estadísticas pueden ser útiles en todo el ciclo de un producto, incluyendo las actividades de desarrollo previas a la fabricación, para cuantificar la variabilidad del proceso, analizar esta variabilidad en relación con los requisitos o especificaciones del producto, y para ayudar en el desarrollo y la manufactura, eliminando o reduciendo en gran medida esta variabilidad (Montgomery, 1991).

Según D'Alessio (2002), el estudio de la capacidad del proceso es la comparación entre la variación natural del proceso y las especificaciones del producto o servicio que se produce. La capacidad o aptitud de un proceso se refiere a su uniformidad. Obviamente la variabilidad de un proceso es una medida de la uniformidad del rendimiento. Puede considerarse tal variabilidad de la siguiente manera (Montgomery, 1991):

- La variabilidad natural o inherente en un instante especificado; es decir, la variabilidad “instantánea”.
- La variabilidad en el transcurso del tiempo.

La capacidad del proceso es la medida de la reproducibilidad del producto obtenida en ese proceso (Juran y Blanton, 1993).

Asimismo, Carot (2001) señala que la capacidad potencial de proceso sirve para producir productos dentro de los límites de las especificaciones de calidad.

a) Índice de Capacidad del Proceso (C_p)

Se expresa por un ratio respecto al valor especificado. Se utiliza para evaluar cuantitativamente la adecuación de la capacidad del proceso; es decir, si la variación del proceso se produce dentro de los límites de las especificaciones (Oseki y Asaka, 1992).

b) Índice de Performance del Proceso (Cpk)

Refleja la proximidad de la medida actual del proceso al límite de especificación superior (LSE) o bien, al límite de especificación inferior (LIE). Entre más alto sea el valor de Cpk, más baja será la cantidad de producto que esté fuera de los límites de especificación (Jurán y Gryna, 1995).

2.5.4 GRÁFICO DE CONTROL

Se usa para verificar cuanto de la variabilidad de un proceso es debido a causas comunes (variaciones normales) y cuanto a causas ajenas al proceso o sea a causas especiales. Es un gráfico de seguimiento con una línea superior (límite superior de control) y una línea inferior (límite inferior de control en cada lado de la línea media del proceso, todos estadísticamente determinados (Calle, 1995).

El uso de las cartas de control permite reducir los costos de manufactura, mejorar la calidad del producto, reducir el número de piezas defectuosas, reducir los desperdicios, revisar los límites de especificación, mejorar el programa de entrega de pedidos, etc. Como herramienta estadística se usa principalmente para realizar el control y diagnóstico de procesos repetitivos (Calle, 1995).

Los límites de control sirven como guías para controlar el estado del proceso, distinguiendo las causas aleatorias de variación de las causas específicas que debe investigarse. Si los puntos dibujados expresan que la condición de un proceso cae dentro de los límites de control y no es anormal la distribución de los puntos, entonces se considera que la variación procede de causas aleatorias y el proceso es estable. Los puntos dibujados que caen dentro de los límites de control o que tienen una pauta de distribución anormal significan que el proceso es inestable y está fuera de control. Puede hacerse más estable el proceso identificando y eliminando la causa de la anomalía tomando acción para evitar sus recurrencia. Los gráficos de control se emplean también para analizar procesos, evaluar el estado de los mismos y los factores implicados en la dispersión de los puntos de datos (Oseki y Asaka, 1992).

Los límites de control deberán establecerse desde el punto de vista más económicos y, para ello, se ha considerado que los límites 3σ (sigma) son los que cumplen este rol de manera más acertada (Calle, 1995).

La gráfica tiene una línea central que representa el valor medio de la característica de la calidad, correspondiente al estado bajo control (es decir solamente hay causas fortuitas). En la gráfica se muestran también otras dos líneas horizontales, llamadas límite superior de control (LSC) y límite inferior de control (LIC) se recogen estos límites de manera que si el proceso está bajo control, casi la totalidad de los puntos muestrales se halle entre ellos. Mientras los puntos se encuentren entre los límites, se considera que el proceso está bajo control y no es necesario tomar ninguna acción correctiva. Sin embargo, si hay un punto que se encuentre fuera de los límites de control son necesarias realizar una investigación, a fin de encontrar y eliminar la o las causas atribuibles a este comportamiento (Montgomery, 1991).

A. Gráfico de control por atributos

Según Calle (1995) cuando las características de calidad son clasificadas como buenas o malas, defectuosas o no defectuosas, conformes o no conformes a este tipo de inspección se le denomina inspección por atributos. Para ello solamente se utiliza: el criterio, el sentido común, los sentidos corporales o alguna herramienta o medidor pasa/no-pasa. En este sentido, la inspección de las características de calidad por atributos es mucho más barata que la inspección por variables.

En la práctica existen varios tipos de cartas de control por atributos que pueden ser usadas en cualquiera de los casos siguientes (Calle, 1995)

- La carta ***p*** o gráfico de control de la fracción defectuosa no conforme con las especificaciones.
- La carta ***np*** o gráfico de control para el número de artículo defectuosos.
- La carta ***c*** o gráfico de control para el número de defectos.
- La carta ***u*** o carta de control para el número de defecto por unidad.

B. Gráfico de control para datos variables

Según Evans y Lindsay (2008) las gráficas de control muestran el desempeño y la variación de un proceso o algún indicador de calidad o productividad a través del tiempo en forma gráfica fácil de entender e interpretar, asimismo identifican los cambios y tendencias en los procesos a través del tiempo y muestran los defectos de las acciones correctivas.

Las gráficas que se utilizan con mayor frecuencia para los datos variables son la gráfica X (gráfica de “x testada”) y la gráfica R (gráfica de rangos). Los datos variables son aquellos que se miden con base en una escala continua. Ejemplos de datos de variables son longitud, peso, tiempo y distancia. La gráfica X se usa para el seguimiento del centrado del proceso, y la gráfica R se utiliza para el seguimiento de la variación en el proceso. El rango se emplea como una medida de la variación cuando el tamaño de muestra es $n < 22$, sobre todo cuando los trabajadores en el área del trabajo realizan a mano los cálculos de la gráfica de control. Para muestras grandes y cuando los datos se analizan mediante un programa de computadora, la desviación estándar es una mejor medida de la variabilidad (Evans y Lindsay, 2008). El control del promedio del proceso o nivel de calidad media, suele hacerse con la gráfica de control para media o gráfica X. La variabilidad del proceso se puede monitorear con una gráfica de control para el rango (R). Generalmente, se llevan gráficas X-R separadas por cada característica de calidad. Estas se encuentran entre las técnicas estadísticas de monitoreo y control de proceso en líneas más importantes y útiles (Montgomery, 2010).

a.- Interpretación de Patrones en las Gráficas de Control

Según Evans y Lindsay (2008), en las gráficas de control surgen diversos tipos de patrones pocos comunes que se listan a continuación:

a.1. Un Punto fuera de los límites de control

Un punto único fuera de los límites de control (Figura 2) casi siempre se produce por una causa especial. A menudo, la gráfica R ofrece una indicación semejante. Sin embargo muy de vez en cuando, estos puntos constituyen una parte normal del proceso y ocurren solo por casualidad.

Una razón común por la que un punto cae fuera de un límite de control es un error en el cálculo de X o R para la muestra. Cada vez que esto ocurra, se deberán revisar los cálculos. Otras causas posibles son una interrupción de energía repentina, una herramienta descompuesta, un error en la medición o una operación incompleta u omitida en el proceso.

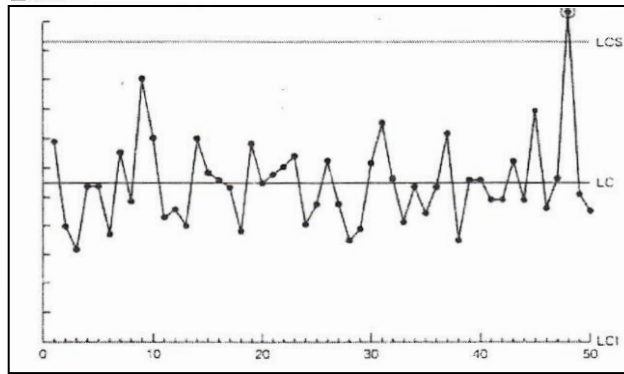


Figura 2: Patrón de un solo Punto fuera de los límites de control

FUENTE: Evans y Lindsay (2008)

a.2. Cambio repentino en el promedio del proceso

Un número inusual de puntos consecutivos que caen a un lado de la línea central (Figura 3) casi siempre es una indicación de que el promedio del proceso se desplazó en forma repentina. Por lo regular, esto sucede como resultado de una influencia externa que afecta el proceso, que se podría considerar como causa especial. Se emplean tres reglas empíricas para detectar a tiempo los cambios en los procesos. Una regla sencilla es que si ocho puntos consecutivos caen en un lado de la línea central, se podría llegar a la conclusión de que la medida cambió. En segundo lugar, se divide la región entre la línea central y cada límite de control en tres partes iguales. Luego, si (1) dos de tres puntos consecutivos caen en el tercio exterior entre la línea central y uno de los límites de control o (2) cuatro de cinco puntos consecutivos caen dentro de la región exterior de dos tercios, también se puede llegar a la conclusión de que el proceso está fuera de control. Los ejemplos de ilustran en figura 4.

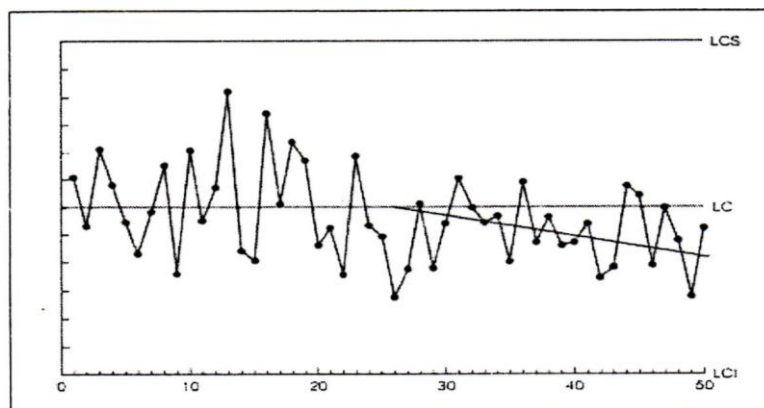


Figura 3: Patrón de cambio en el promedio del proceso

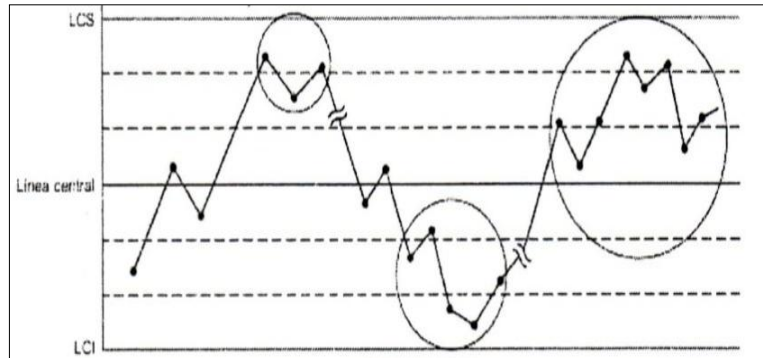


Figura 4: Ejemplos de indicadores fuera de control

FUENTE: Evans y Lindsay (2008)

a.3. Ciclos

Los ciclos son patrones cortos repetidos en el cuadro, que alternan crestas elevadas y valles bajos (Figura 5). Los patrones cíclicos pueden ser el resultado de cambios ambientales cíclicos, como temperatura, fatiga o cansancio del operario, rotación regular de operarios o máquinas (o ambos), fluctuación de voltaje o presión, o de alguna otra variable en el equipo de producción, como por ejemplo programas de mantenimiento.

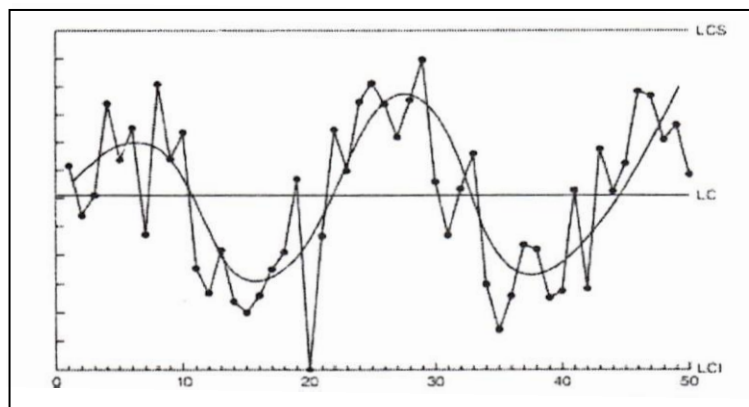


Figura 5: Patrón de ciclos de la variación de una variable

FUENTE: Evans y Lindsay (2008)

a.4. Tendencias

Una tendencia es el resultado de alguna causa que afecta en forma gradual las características de calidad del producto y ocasiona que los puntos en una gráfica de control se muevan gradualmente hacia arriba o hacia abajo a partir de la línea central (Figura 6).

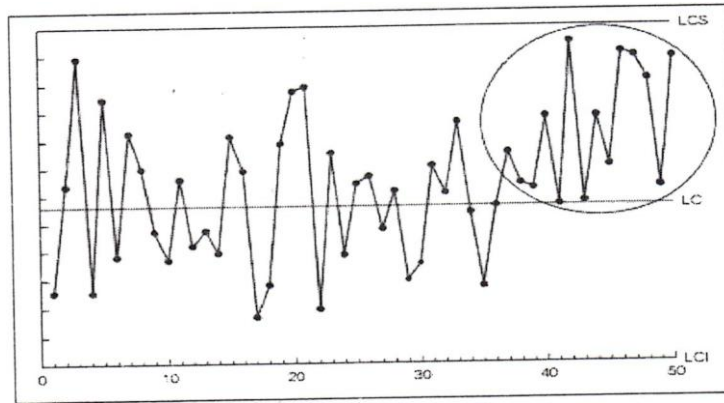


Figura 6: Patrón de Tendencia gradual de la variación de una variación de una variable

FUENTE: Evans y Lindsay (2008)

a.5. Abrazando la línea central

El abrazo a la línea central ocurre cuando casi todos los puntos caen cerca de la línea del centro (Figura 7). En la gráfica de control parece que los límites de control son demasiados anchos. Una causa común del abrazo a la línea central es que la muestra incluya un elemento tomado sistemáticamente de cada una de varias máquinas, agujas, operadores, etc.

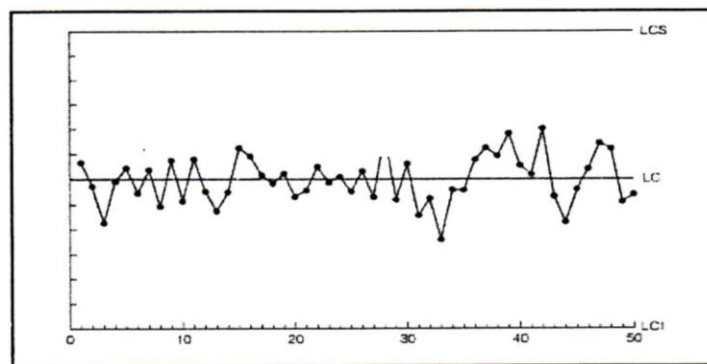


Figura 7: Variación de una variable abrazando la línea central

FUENTE: Evans y Lindsay (2008)

a.6. Abrazando los límites de control

Este patrón aparece cuando muchos puntos se encuentran cerca de los límites de control con muy pocos entre dichos números. (Figura 8). A menudo se conoce como mezcla y en realidad es una combinación de dos patrones diferentes en la misma tabla. Una mezcla se puede dividir en dos patrones por separado.

a.7. Inestabilidad

La inestabilidad se caracteriza por fluctuaciones erráticas y poco naturales en ambos lados del cuadro durante un tiempo (Figura 9). A menudo los puntos caen fuera de los límites de control superior e inferior sin un patrón consistente. Las causas imputables quizás son más difíciles de identificar en este caso que con patrones específicos. Una causa frecuente de inestabilidad es el ajuste excesivo de una máquina o las mismas razones que provocan el roce en el límite de control.

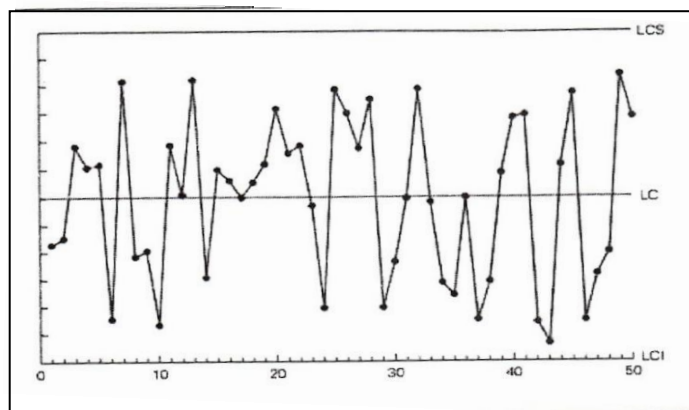


Figura 8: Variación de una variable abrazando los límites de control

FUENTE: Evans y Lindsay (2008)

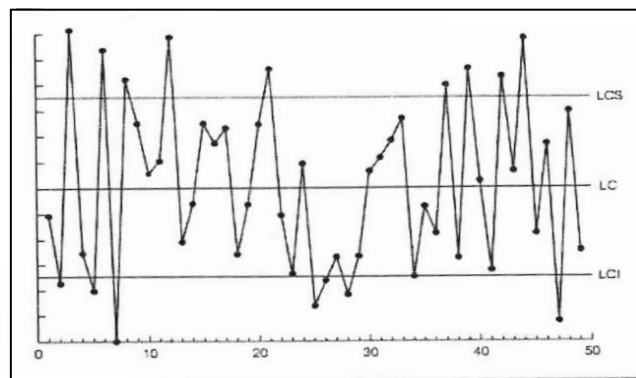


Figura 9: Patrón de inestabilidad de la variación de una variable

FUENTE: Evans y Lindsay (2008)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Esta investigación se realizó en los meses de setiembre y octubre del 2015. En La Planta Piloto de Leche-La Molina tiene sus instalaciones en el campus universitario de la Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM.

3.2. MATERIALES

3.2.1. DOCUMENTACIÓN DE LA EMPRESA

- Organigrama de la Empresa
- Registros de producción y control de Calidad (Ver ANEXO V).

3.2.2. HERRAMIENTAS DE CALIDAD

- Gráficos de control (Montgomery, 2010)
 - i. Gráfica x-barra
 - ii. Gráfica de Rango
- Capacidad de proceso (Montgomery, 2010)
- Entrevistas realizadas al personal (Ver ANEXO III).

3.2.3. INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA RECOPIRAR INFORMACIÓN Y APLICAR EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

- Cronómetro marca CASIO
- Hardware: computadora Pentium IV
- Impresora marca EPSON Color Stylus 640
- Calculadora científica marca CASIO modelo (FX 82 MS)
- Software: Windows Vista, Office 2010, Internet Explorer, Minitab V.16.
- Balanza Marca Ohaus Modelo OHA FD1 debidamente calibrada

3.2.4. MATERIALES DE ESCRITORIO

- a. cuadernos
- b. lapiceros

3.2.5. INDUMENTARIA

- a. Mandil

3.3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología utilizada para el desarrollo del presente trabajo de investigación se observa en la figura 10.

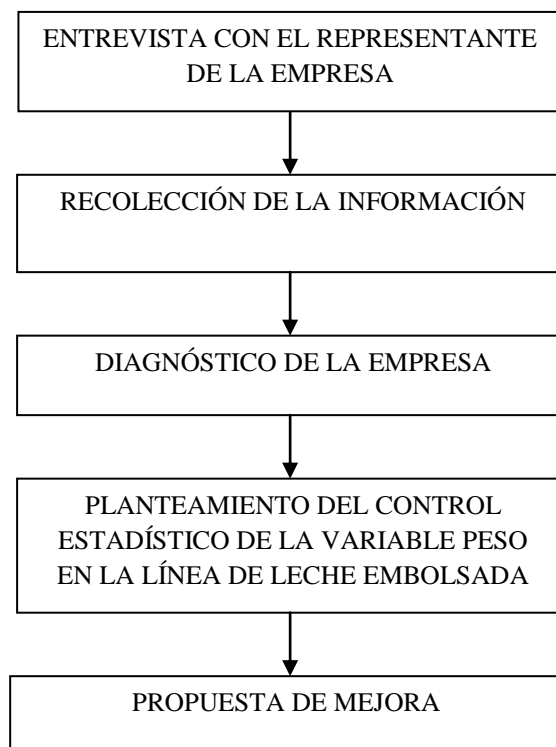


Figura 10: Secuencia de actividades para el desarrollo del trabajo de investigación no experimental

3.3.1. ENTREVISTA CON LA DIRECCIÓN DE LA EMPRESA

En la reunión con la dirección de la empresa se determinaron los productos que forman parte del trabajo de investigación después que la Planta Piloto de Leche informara al ejecutor del trabajo de investigación que encontraron variación significativa de los pesos de la leche embolsada. Así mismo, se designó al jefe de producción de la empresa como responsable de realizar las coordinaciones respecto a la recolección de datos en planta y al suministro de los implementos necesarios.

Se estableció la información que debe brindar la empresa para la realización satisfactoria del trabajo y se fijó un cronograma de visitas a las instalaciones detallando el tiempo estimado de la realización del proyecto.

3.3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA INFORMACIÓN

En esta primera etapa, la reunión con el jefe de producción, permitió conocer la empresa y obtener un diagnóstico preliminar, con la finalidad de determinar su situación actual y los problemas que afronta la línea de producción de leche embolsada.

a. Revisión de documentación interna

Se revisó la información proporcionada por la empresa como el organigrama de la empresa y los registros de producción.

b. Observación in situ

Se visitó la empresa con la finalidad de:

- Obtener la mayor información posible con respecto a las actividades que se realizan.
- Sensibilizar a la alta dirección y al personal involucrado con respecto al trabajo a realizar.
- Se conoció la infraestructura de la empresa y se familiarizó con el proceso productivo.
- Se realizó un recorrido por el área de embolsado de leche para observar las condiciones de trabajo de los operarios, los ambientes de trabajo y el desarrollo productivo, y se
- recogió información y se observó el cumplimiento de lo establecido en la documentación presentada como manuales de función de practicante en el área de embolsado.

c. Entrevista con el personal

En la reunión con los operarios que laboran en el área de embolsado de leche, se obtuvo información preguntándole las actividades que realizan por cada día de producción.

3.3.3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

En esta etapa, en base a las visitas, entrevistas y revisión de la documentación, se pudo definir la situación actual de la empresa. Mediante la aplicación de herramientas de estadística descriptiva por medio del software de MinitabV16 se determinó características del proceso en la etapa de embolsado: como la media de los pesos de leche embolsada así también como la desviación estándar, pesos máximos y mínimos.

3.3.4 APLICACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS EN LA LÍNEA DE LECHE EMBOLSADA

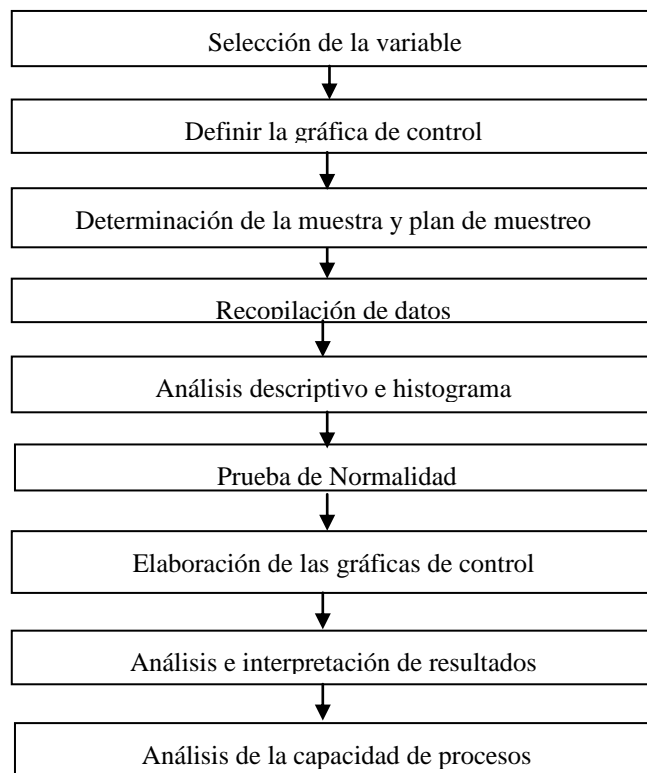


Figura 11: Secuencia de actividades para la aplicación del control estadístico de procesos de la leche embolsada

La metodología para la aplicación del Control Estadístico de Procesos en la línea de leche embolsada, mediante gráficas de control de Shewart, se basó en la propuesta de Evans y Lindsay (2008), cuya secuencia de actividades se explica a continuación:

a. Elección de la variable

Se determinó las variables que intervienen en el proceso de elaboración de leche embolsada y se seleccionó la característica con mayor importancia durante el proceso, para este trabajo de investigación se determinó la variable peso.

b. Definir la gráfica de control

Las gráficas de control a utilizar fueron determinadas considerando el tipo de característica de calidad a controlar. Según lo recomendado por Carot (2001).

c. Determinación de la muestra y plan de muestreo

Un primer punto a resolver en un estudio inicial de la capacidad es decidir cómo y cuántas unidades se van a muestrear. En cuanto a muestrear es usual utilizar un muestreo sistemático, en donde cada determinado tiempo o cada determinada cantidad de unidades producidas se toman sub-grupos de unidades (Gutiérrez y De La Vara, 2004). Para determinar el tamaño de muestra adecuada se utilizó la curva de operación característica con la ayuda de Software Minitab V. 16.1, teniendo en cuenta varios aspectos de la empresa: el costo explícito del muestreo, el tiempo empleado, el lote y los días de producción.

d. Recopilación de datos

La información se obtuvo mediante mediciones directas de cada peso de leche embolsada realizadas por el ejecutor del trabajo de investigación durante el proceso de producción.

e. Análisis descriptivo e histograma

Para el análisis descriptivo se utilizó el Software Minitab V.16.1, para lo cual fue necesario interpretar los datos correspondientes, siendo uno de ellos el coeficiente de variabilidad.

Cuadro 1: Calificación del coeficiente de variabilidad

Coefficiente de variabilidad	Calificación
0	Completamente homogéneo
$0 < CV < 10$	Muy homogéneo
$10 < CV < 15$	Regularmente homogéneo
$15 < CV < 20$	Regularmente variable
$20 < CV < 25$	Variable
$CV > 25$	Muy variable

FUENTE: Carot (2001)

Se elaboró un histograma con los límites de especificación, luego se construyó un histograma de frecuencias que representó en forma gráfica la frecuencia de los datos según los límites de especificación. Los histogramas se utilizaron empleando la siguiente secuencia:

- Se ordenaron los datos de menor a mayor
- Se calculó el rango (R): $R = X_{\max} - X_{\min}$
- Se calculó el número de clase (K) aplicando la regla de Stuges.
$$K = 1 + 3.33 \log(\text{número de datos totales})$$
- Se calculó el tamaño del intervalo de clases (TIC): $TIC = R/K$
- Usando el TIC se estableció los intervalos de clase y se procesaron los datos en el software estadístico para su representación gráfica.

f. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para la variable Peso

Se analizó la normalidad de los datos cuantitativamente aplicando el test de Anderson-Darling del software estadístico (Minitab V16.1) con el fin de observar que no se vean afectados significativamente por factores externos que alteran el comportamiento usual de éstos.

g. Elaboración de las gráficas de control

Para obtener los límites de control de la gráfica \bar{X} , se utilizó las siguientes fórmulas:

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2R$$

$$LCC = \bar{\bar{X}}$$

$$LCI = \bar{\bar{X}} - A_2R$$

Donde:

LCS: Límite superior de control

LCC: Límite central de control

LCI: Límite inferior de control

R : Rango de los sub grupos

$\bar{\bar{X}}$: Promedio de los sub grupos

A₂: Factor que se presenta en el Anexo 1

Para los límites de control de la gráfica R, se utilizaron las siguientes formulas:

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

$$LCC = \bar{R}$$

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

Donde:

LCS: Límite superior de control

LCC: Límite central de control

LCI: Límite inferior de control

D₃ y D₄: Factor que se presenta en el Anexo 1

h. Análisis e interpretación de resultados

Teniendo en cuenta las recomendaciones de Evans y Lindsay (2008). Se realizó el estudio de las gráficas de control con la finalidad de identificar causas especiales o aleatorias de variación que estuvieran llevando el proceso a un estado fuera de control.

i. Análisis de la capacidad de procesos

El análisis de capacidad de un proceso se realizó con la finalidad de determinar si el proceso tiene la capacidad para ofrecer productos conformes a una especificación dada.

Para realizar este análisis fue necesario que se cumplan dos requisitos importantes:

- La característica a evaluar tenía que ser una variable continua y presentar distribución normal.

- El proceso a controlar debía encontrarse bajo control estadístico.

Según Montgomery (2010), el proceso debe estar estable para que se obtenga una estimación confiable de la capacidad del proceso; por ello se estimó el índice de capacidad de procesos para la variable que afecta la calidad de la leche embolsada, con la finalidad de evaluar si la variación del proceso está dentro de los límites de especificación.

La capacidad potencial del proceso se utilizó para los procesos centrados de acuerdo a lo recomendado por Carot (2001), de acuerdo a la expresión:

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

Donde:

C_p: Índice de la Capacidad potencial del proceso

LSE: Límite superior de especificación

LIE: Límite inferior de especificación

S: Desviación estándar

Además se calculó la capacidad real de proceso (C_{pk}), el cual evalúa el centro del proceso de la especificación al mismo tiempo que la variación:

$$C_{pk} = \min (C_{pki}, C_{pks})$$

$$C_{pki} = \frac{\bar{X} - LIE}{3S}$$

$$C_{pks} = \frac{LSE - \bar{X}}{3S}$$

Donde:

C_{pk}: Índice de la capacidad real del proceso

LSE: Límite superior de especificación

LIE: Límite inferior de especificación

S: Desviación estándar

En los Cuadros 2 y 3 se presentan la interpretación del índice de capacidad potencial de proceso (C_p) y la interpretación del índice de capacidad real de proceso (C_{pk}) respectivamente.

Cuadro 2: Interpretación del índice de la capacidad potencial de proceso

Valor de clases	Cp de proceso	Pronóstico
$Cp \geq 1.33$	1	Más que adecuado. La capacidad del proceso satisface completamente las especificaciones.
$1.33 \geq Cp \geq 1.0$	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme se acerca el Cp a 1. La capacidad del proceso no satisface completamente las especificaciones; debe continuar el control del proceso.
$1.0 \geq Cp \geq 0.67$	3	La capacidad del proceso es inadecuada. Es necesario un análisis del proceso.
$Cp < 0.67$	4	No es adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones.

FUENTE: Ozeki y Asaka (1992)

Cuadro 3: Interpretación del índice de la capacidad real de proceso

Valor de clases	Pronóstico
$Cpk > 0$	La media está dentro de los límites de especificación.
$Cpk = 0$	La media está sobre los límites de especificación.
$Cpk < 0$	La media está fuera de los límites de especificación.

FUENTE: Ozeki y Asaka (1992)

3.3.5 ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

En base de los resultados obtenidos, en la aplicación del control estadístico de procesos se elaboró un procedimiento para realizar el control estadístico de procesos en la etapa de embolsado elaborado por el ejecutor del trabajo de investigación así como la verificación del funcionamiento de este procedimiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. ENTREVISTA CON EL REPRESENTANTE DE LA EMPRESA

El Ejecutor se reunió con el Jefe de planta de la Planta Piloto de Leche de la UNALM, quien demostró gran interés en la realización del presente trabajo de investigación. En dicha reunión porque encontró variación significativa en los pesos de la leche embolsada, el representante de la empresa se comprometió a brindar su apoyo y facilidades mediante la asignación de un ambiente y herramientas de trabajo, acceso sin ninguna restricción a las instalaciones de la Planta y documentación de la empresa.

El ejecutor presentó la metodología a seguir para realizar el diagnóstico de la empresa y se entregó un cronograma de las actividades. El ejecutor y gerencia acordaron realizar:

- 2 visitas a la empresa con la finalidad de recopilar información.
- 3 sesiones para el análisis de la información e identificación de los aspectos deficitarios de la empresa.
- 2 visitas a la empresa con el objetivo de realizar el diseño y elaboración de las propuestas de mejora.

Asimismo, se designó al Jefe de Producción como representante nexo entre el ejecutor de la investigación y la empresa, siendo el encargado de realizar las coordinaciones de las actividades. Como resultado de la entrevista con el Jefe de Planta se obtuvo los antecedentes de la empresa.

4.1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La Planta Piloto de Leche – La Molina, tiene sus instalaciones en el campus universitario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y su principal producto es la leche fresca pasteurizada, también elaboran yogurt: frutado y natural; yogurt BIO, BIO real y BIO frutado; Mantequilla; Leche chocolatada; Queso fresco, ricotta y mozzarella, los que

se comercializan en los centros comerciales y puntos de venta de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

La Planta cuenta con más de 40 años de funcionamiento continuo y una marca posicionada en el mercado de los Centros comerciales. Los profesionales que laboran en la Planta han iniciado el desarrollo de una documentación que les va a permitir el aseguramiento de la calidad de sus productos.

4.1.2. ORGANIGRAMA

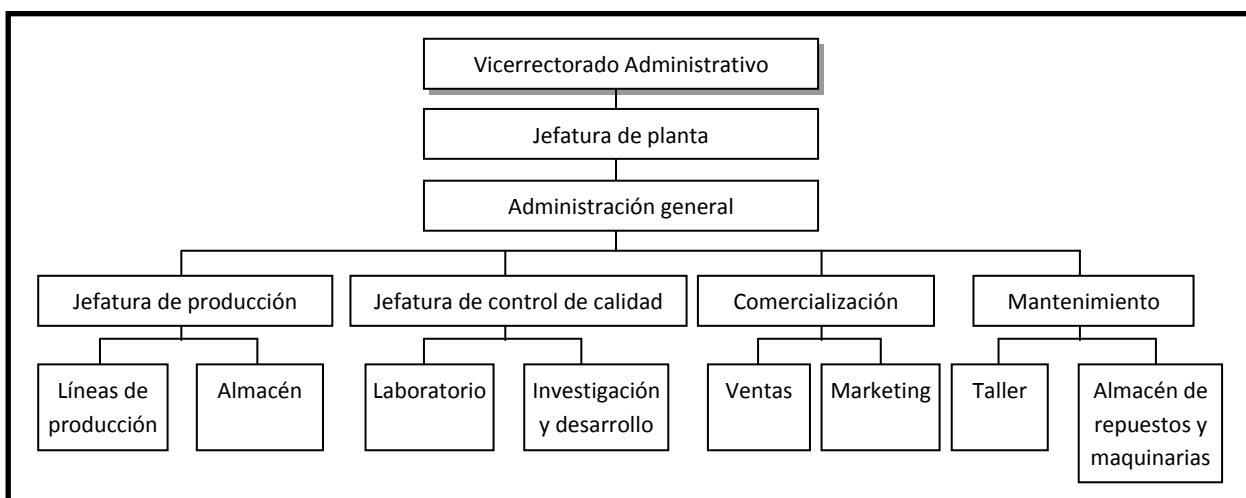


Figura 12: Organigrama de la Planta Piloto de Leche.

FUENTE: Manual de Calidad de la Planta Piloto de Leche

4.1.3 ÁREA DE EMBOLSADO

En la Planta Piloto de Leche, opera regularmente un sistema de envasado en bolsas. Se cuenta también con equipos para envasado en botellas, los cuales están fuera de servicio. La embolsadora de leche opera sobre la base de tres sistemas, el primero referido a la formación del envase, el segundo a la dosificación de líquido en la bolsa y el 3º sello/corte.

La bolsa se forma a partir de la bobina de polietileno cuyo film se desplaza por un sistema de rodillos pasando frente a una lámpara de rayos ultravioletas para efectuar la desinfección. Luego, al pasar por una pieza parecida a un colgador de ropa, se consigue doblar el film, que al ser sellado en sus bordes por la mandíbula vertical forma un tubo o manga de polietileno.

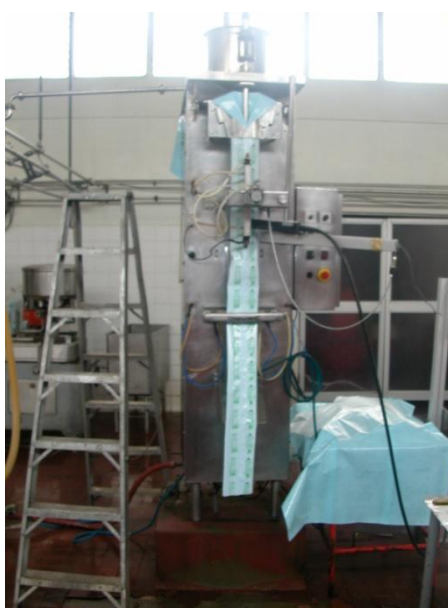


Figura 13: Máquina de embolsado de leche pasteurizada.

El polietileno es arrastrado, cada vez que la mandíbula horizontal baja, produciendo al mismo tiempo un sellado transversal al tubo con lo que queda constituido el fondo de la bolsa, paralelamente el dosificador deja caer la leche; alcanza su altura máxima de recorrido, momento en que se cierra sus mandíbulas y produce el tiraje del film al iniciar un descenso, además de sellar y cortar el polietileno para separar la bolsa llena. El embolsado de leche se realiza a una temperatura entre 4-6°C los días de producción (lunes, miércoles y viernes) tiene un operario a cargo durante 3 meses. No obstante puede ser reemplazado por otro operario en algunos de estos días de producción. El operario inicia sus actividades calibrando el dosificador al inicio de cada día de producción.

En la planta se realiza el embolsado interdiario. En junio se embolsó aproximadamente 1500 bolsas por día (100 bolsas / 4 minutos, en bolsas de Polietileno, con un contenido neto de 946 ml) la producción baja por días y meses que se presenta clima templado, tal como se muestra en el programa diario de producción (Ver ANEXO V).

- **Dosificación**

La máquina embolsadora presenta un sistema de dosificación que cuenta con un dosificador volumétrico que fija la cantidad de leche sobre la base del contenido de un cilindro que se llena con cantidades fijas de líquido y es accionado por el control de flotación. La cual opera mediante una regulación muy fina de la apertura de la

válvula de dosificación de modo de conseguir un volumen de leche fijo para cada envase durante el tiempo que se demora la máquina en el formado y sellado de la bolsa.



Figura 14: Control de flotación.



Figura 15: Dosificador de máquina embolsadora.

La leche embolsada al igual que los productos que se producen en la PPL están sujetos a diferentes controles, tales como normas técnicas y normas metrológicas en las cuales se encuentran en la obligación de declarar ciertas características del producto. En el caso de la leche embolsada en particular, según la norma **NTP 209.038:2009 ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado**, 7° Edición, el 20 de febrero de 2010. Este producto deberá

declarar el contenido neto y deberá ser de la siguiente forma: “En volumen para alimentos líquidos “según la **NMP 001:1995** las declaraciones en términos de volumen pueden incluir términos “neto” o contenido neto y de preferencia las unidades deberán ser de litro o mililitro.

La ley N° 28405 estableció de manera obligatoria el rotulado que incluye la declaración del peso o volumen neto para todos los productos industriales manufacturados de uso o consumo final, nacional o importado, que sean comercializados en el territorio nacional.

La comisión de Protección al Consumidor del **INDECOPI**, impondrá **las sanciones** correspondientes, en caso de **incumplimiento** del Artículo 3 de la Ley. Las sanciones a imponer serán las establecidas en el Artículo 41 del Decreto Legislativo N° 716, Ley de protección al Consumidor.

Actualmente **no existe un medidor** que determine el volumen de cada bolsa de leche, siendo este calculado a partir de la densidad que presenta el lote y el peso del contenido de cada bolsa. El cual es calibrado para cada lote, siendo el **peso de cada bolsa una variable importante** para el cumplimiento de este requisito.

Por lo tanto siendo la PPL, un centro de producción y un centro de investigación no podrían estar en riesgo de incumplir dichos requisitos por no presentar un control que demuestre el cumplimiento de lo establecido.

4.1.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE LECHE PASTEURIZADA

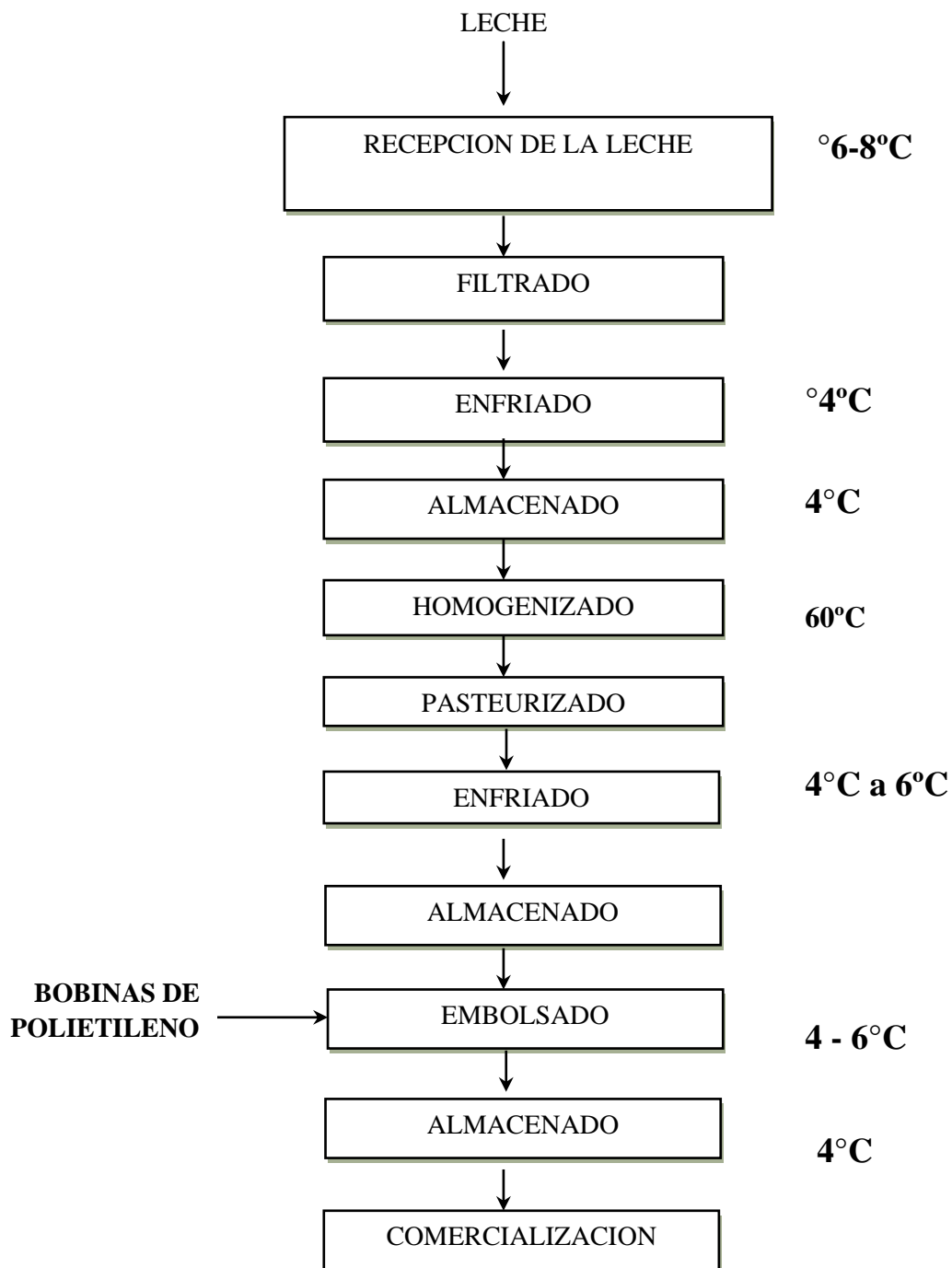


Figura 16: Diagrama de flujo del proceso de embolsado de leche pasteurizada.

4.2. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de la información necesaria se realizó con dos visitas de reconocimiento a las instalaciones de La Planta Piloto de Leche, observándose las diferentes líneas de producción. La información se obtuvo a través de los informes de producción de la línea de embolsado (Ver ANEXO VI).

4.2.1. VISITA DE RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA

Permitieron el reconocimiento de las condiciones y actividades que ejecuta el personal de la empresa, las condiciones de diseño y distribución de planta; y las condiciones de manufactura con las cuales trabaja la empresa, para la elaboración de los diferentes productos (Ver ANEXO IV).

4.3 DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

Teniendo en cuenta la información recolectada en las entrevistas y los registros de producción se realizó un muestreo preliminar con la finalidad de conocer las características del proceso de embolsado de leche embolsada. Esta consistió en realizar una muestra preliminar en un tamaño de muestra de 75 pesos de leche embolsada (Ver Cuadro 5) teniendo en cuenta que la producción de leche embolsada en la Planta Piloto de Leche, durante el periodo de investigación fue de tres veces a la semana: lunes, miércoles y viernes; en un solo turno, cada día se producen 1500 bolsas de leche pasteurizada aproximadamente.

En el Cuadro 4 se observa la estadística descriptiva del peso de la muestra preliminar, a partir del cual se obtuvo un valor promedio y una desviación estándar.

Cuadro 4: Estadística descriptiva del peso de la muestra preliminar

Variable	N	N*	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo	Asimetría
Peso (muestra Preliminar	75	0	982,07	4,67	973,60	992,00	0,04

Con el software Minitab 16.1 se determinó el Peso medio de las bolsas de leche pasteurizada no se encuentran dentro del intervalo de ± 5 gr del valor objetivo que fue de

980 gr, de acuerdo a lo recomendado por la Planta Piloto de Leche. Además se encontró que la empresa en el manual de calidad indica que los encargados del área de embolsado controlen el peso de las bolsas de leche embolsada en un rango de 960 gr a 990 gr siendo el óptimo 975 gr contradiciendo al óptimo señalado por el jefe de planta el cual afirmó en la entrevista que el óptimo es de 980 +/- 5 gr.

4.4. PLANTEAMIENTO DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE PESO EN LA LÍNEA DE LECHE EMBOLSADA

A continuación se describen los resultados obtenidos en el análisis del Control Estadístico de Procesos, organizado según la metodología descrita en el punto 3.3.4.

a. Elección de la variable

La elección de la variable a ser controlada a través del análisis del Control Estadístico de Procesos se llevó a cabo en la etapa del Embolsado de la leche pasteurizada. La variable seleccionada fue el peso de la leche embolsada datos tomados en un día de producción, porque esta variable mostraba variación significativa en la producción de leche embolsada.

b. Definir la gráfica de control

Para el trabajo de investigación, se utilizaron gráficos de control por variables para el promedio y el rango, ya que la característica de calidad, como lo es el peso, es medible y los resultados de su medición pueden generar valores enteros y decimales.

Los gráficos de control por variables reflejaron los valores de las variaciones observadas en la variable peso en intervalos de tiempo (por día de producción). Además sirvieron para que la empresa decida si la variabilidad obtenida en las mediciones de peso en la etapa de embolsado es inherente al mismo (fluctuaciones naturales o aleatorias) o se deben a causas especiales que pudieran indicar el mal funcionamiento de algún componente de la planta o desviación en alguna etapa del proceso.

c. Determinación de la muestra y plan de muestreo

Para el cálculo del tamaño de muestra, se tomaron muestras preliminares de peso (ver Cuadro 5) en un total de 75 medidas. La muestra preliminar fue extraída con una frecuencia de 3 bolsas de leche pasteurizada cada 10 minutos acumulando 15 muestras

durante 1 día. Se realizó la recolección de datos para muestra preliminar los días 1, 3, 5, 7, 9 de octubre.

Cuadro 5: Datos preliminares para calcular el tamaño de muestra

FECHA	HORA	1	2	3
01/10/2015	10:30	983,80	985,90	989,80
01/10/2015	10:40	983,60	977,10	984,30
01/10/2015	10:50	984,40	980,70	980,90
01/10/2015	11:00	981,80	985,50	984,30
01/10/2015	11:10	974,30	985,60	976,80
03/10/2015	10:20	980,80	983,00	981,60
03/10/2015	10:30	980,20	986,60	977,00
03/10/2015	10:40	981,50	980,20	991,60
03/10/2015	10:50	980,70	983,10	986,70
03/10/2015	11:00	985,50	977,90	987,80
05/10/2015	10:10	991,00	980,90	975,60
05/10/2015	10:20	986,70	984,50	978,40
05/10/2015	10:30	975,70	978,30	988,30
05/10/2015	10:40	976,20	977,10	976,20
05/10/2015	10:50	988,10	986,60	979,20
07/10/2015	10:30	978,40	978,70	984,50
07/10/2015	10:40	975,10	982,60	983,50
07/10/2015	10:50	975,10	979,60	980,30
07/10/2015	11:00	988,10	980,40	986,20
07/10/2015	11:10	975,20	982,90	981,60
09/10/2015	10:10	986,30	984,60	986,80
09/10/2015	10:20	975,70	983,30	992,00
09/10/2015	10:30	983,00	981,80	990,50
09/10/2015	10:40	973,90	973,60	981,80
09/10/2015	10:50	986,90	983,30	974,00

Con el Software Minitab 16.1 se determinó el tamaño de muestra utilizando la curva de operación característica, la cual permitió determinar si el peso medio de la leche embolsada se encuentra dentro del intervalo de ± 5 del valor objetivo que fue 980 g de acuerdo a lo recomendado a la PPL. Además se estableció tener una potencia mínima en la medición del 80 por ciento, es decir el 80 por ciento de probabilidad que se detecte la diferencia ± 5 .

En el Cuadro 6 se presenta el tamaño de muestra generado a partir de la muestra preliminar y de la curva de operación característica. Se observa que se necesitó 3 unidades como tamaño de muestra o de subgrupo, para poder obtener una probabilidad real de 0.80 y una desviación de la media superior o igual a 5 (Peso = 980gr \pm 5gr).

Cuadro 6: Tamaño de la muestra a partir de la muestra preliminar

```

Prueba t de 1 muestra

Probando la media = nula (no vs. = nula)
Calculando la potencia para la media = nulo + diferencia
Alfa = 0,05  Desviación estándar asumida = 4,67

      Tamaño
      de la
Diferencia muestra Potencia
      5         3 0,196632
  
```

En forma adicional se generó diversas curvas de operación característica con sus respectivos valores de potencia, a fin de evaluarlas y corroborar el tamaño de muestra obtenido (equivalente a 9). Los resultados se observan en el Cuadro 7 y Figura 15.

Cuadro 7: Potencias obtenidas a partir del tamaño de muestra preliminar para diferentes curvas de operación característica.

```

Prueba t de 1 muestra

Probando la media = nula (no vs. = nula)
Calculando la potencia para la media = nulo + diferencia
Alfa = 0,05  Desviación estándar asumida = 4,67

      Tamaño
      de la
Diferencia muestra Potencia
      5         3 0,196632
      5         8 0,738443
      5         9 0,802661
  
```

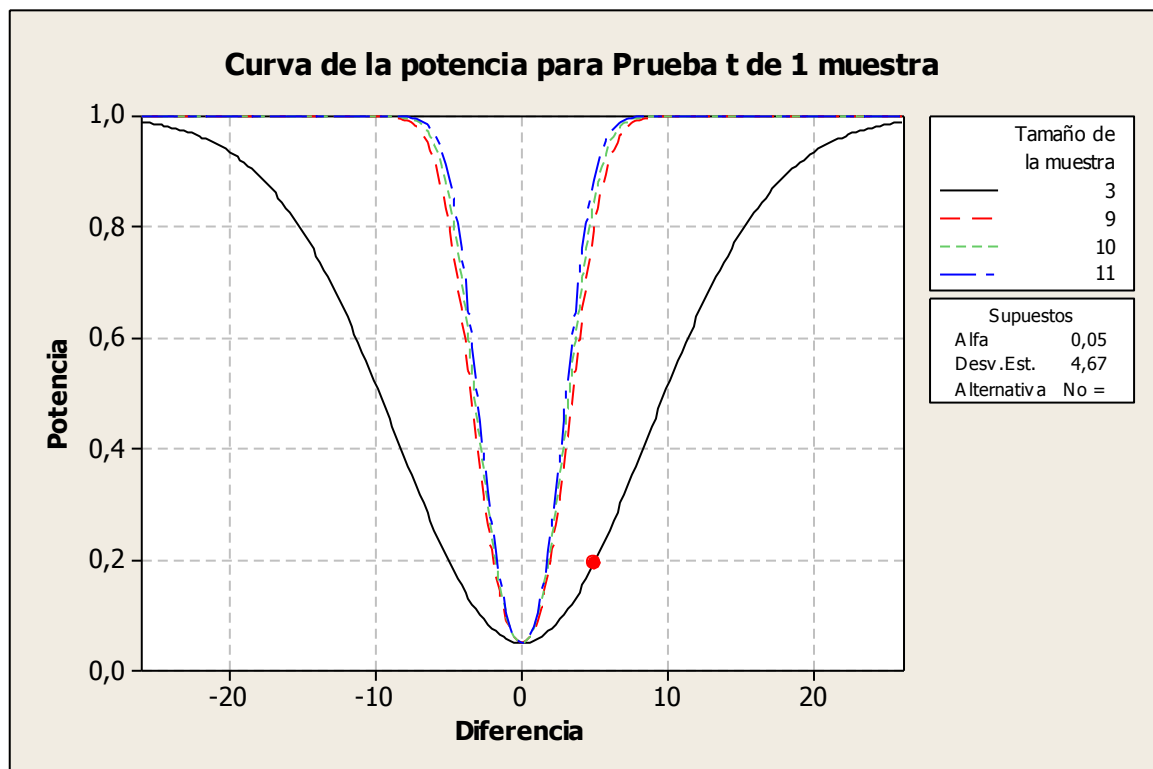


Figura 17: Curva característica de operación para una prueba t, para varios tamaños de muestra

En la Figura 17, la curva característica de operación ($p=0.196632$) muestra que un tamaño de muestra 3 es demasiado pequeño para que la prueba detecte efectos importantes lo que se puede visualizar en una baja potencia o baja probabilidad de detectar la diferencia. Un tamaño de muestra de 10, hace que la prueba sea demasiado sensible, sin embargo en un tamaño de muestra 9 la línea roja muestra que la prueba advierte sobre un cambio.

Entonces, como se buscó tener una probabilidad del 80 por ciento como mínimo para poder detectar una desviación de la media superior 5, el tamaño de muestra seleccionado fue de 9 unidades con probabilidad o potencia mayor (80 por ciento).

d. Recopilación de datos

La recolección de datos se obtuvo en el mes de octubre. Se realizó con la colaboración de los operarios del área de embolsado. Se inició en el Área de embolsado el día 12 de octubre tomando datos preliminares. El señor operario dio inicio al embolsado de la leche pasteurizada después de calibrar el dosificador de la máquina de embolsado lo mismo con la balanza, luego se procedió a tomar la muestra cada 10 minutos 9 bolsas de leche

embolsada y se registraron los pesos de la leche embolsada. Posteriormente al siguiente día de producción se siguió el mismo procedimiento y así sucesivamente hasta completar el muestreo el día 26 de octubre, se recolectó 45 datos por día dando un total de 315 observaciones (Ver ANEXO II).

e. Análisis descriptivo e histograma

Se realizó un análisis descriptivo para el conjunto de mediciones de peso de la leche embolsada.

Cuadro 8: Análisis descriptivo del peso de la leche embolsada

Variable	N	N*	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Peso	315	0	982,11	4,84	0,49	967,40	978,40	982,30	985,70
Variable	Máximo	IQR	Asimetría						
Peso	994,30	7,30	-0,14						

En el Cuadro 8 se muestra los valores de las medidas de tendencia central y de variabilidad de la variable Peso de la leche embolsada, durante los días de medición. Se presenta también la media aritmética que fue de 982.11, el cual representa el valor promedio de las 315 mediciones de peso, y se tiene además una desviación estándar de 4.84. La mediana con un valor de 982.30 ocupa la posición central de las 315 mediciones es decir el 50 por ciento de valores se encuentran por debajo de la mediana 982.30 y el otro 50 por ciento de valores se encuentra por encima de 982.30.

En el Cuadro 8 se puede observar además que se obtuvo un valor mínimo de 967.40, siendo menor al valor objetivo. Asimismo, el valor máximo fue 994.30, el cual es mayor al límite superior del peso de la especificación de la leche embolsada.

En el Cuadro 8 se observa que el grado de dispersión del Peso es bajo, con un coeficiente de variabilidad del 0,49 por ciento que según la clasificación de Coeficiente de variabilidad en porcentaje establecido por Carot (2001), se atribuye que el peso es muy homogéneo debido a que el Coeficiente de variabilidad se encuentra entre 0 a 10 por ciento.

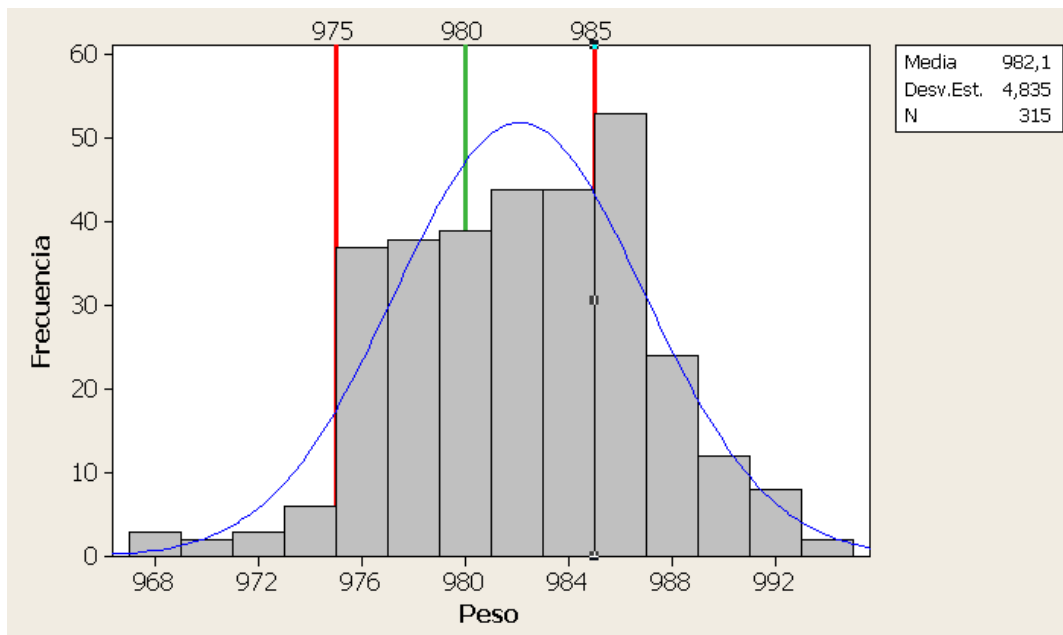


Figura 18: Histograma de Frecuencias para la variable Peso de la leche embolsada

En la Figura 18, se representa el histograma de la variable Peso de la leche embolsada, se puede observar que la forma de distribución del peso es simétrica, esto demuestra que gran parte de los valores se ubican debajo de la curva normal, la mayoría de las mediciones de Peso se mantienen dentro de los límites especificados, lo que podría indicar que se ajusta a una distribución normal; sin embargo, se requiere realizar la prueba de normalidad de Anderson-Darling para confirmar la normalidad de estos valores.

f. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para la variable Peso

En la Figura 19 se muestra la prueba de Normalidad para la variable Peso, para la cual se planteó las siguientes hipótesis para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

Hipótesis:

H₀: peso de la leche embolsada obtenido en la etapa de embolsado, se distribuye normalmente.

H₁: peso de la leche embolsada obtenido en la etapa de embolsado, no se distribuye normalmente.

Se utilizó el siguiente criterio de decisión:

SI: Pvalue > α ; Se Acepta H₀

SI: $Pvalue \leq \alpha$; Se Rechaza H_0

Según la Figura 19 se observa que la distribución de los datos presenta un comportamiento normal, ya que la mayoría de los puntos se encuentran sobre el valor de Pvalue que fue de 0.066 siendo superior al valor de significación de 0.05, con lo cual se acepta la hipótesis (H_0) que los Pesos de la leche embolsada se ajustan a una distribución normal; por lo tanto se puede continuar con el análisis descriptivo.

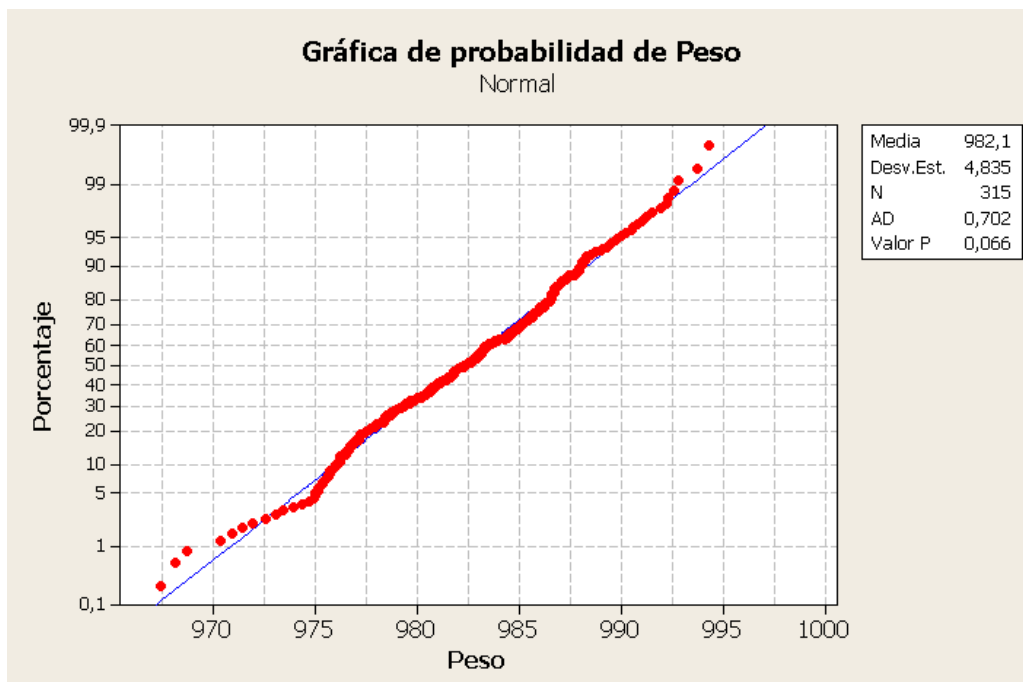


Figura 19: Grafico de probabilidad normal para datos de Peso de la Leche Embolsada

g. Elaboración de las gráficas de control

Según Montgomery (2010), la eficiencia estadística del uso del método del rango para estimar la desviación estándar del proceso se utiliza para muestras menores a 10. El tamaño del subgrupo fue de 9, por lo tanto se utilizó la gráfica X - R (Promedio-Rango) y se obtuvo dos gráficas con los parámetros de R y X (doble barra) y las líneas de los límites superiores e inferiores que se muestra en la Figura 20.

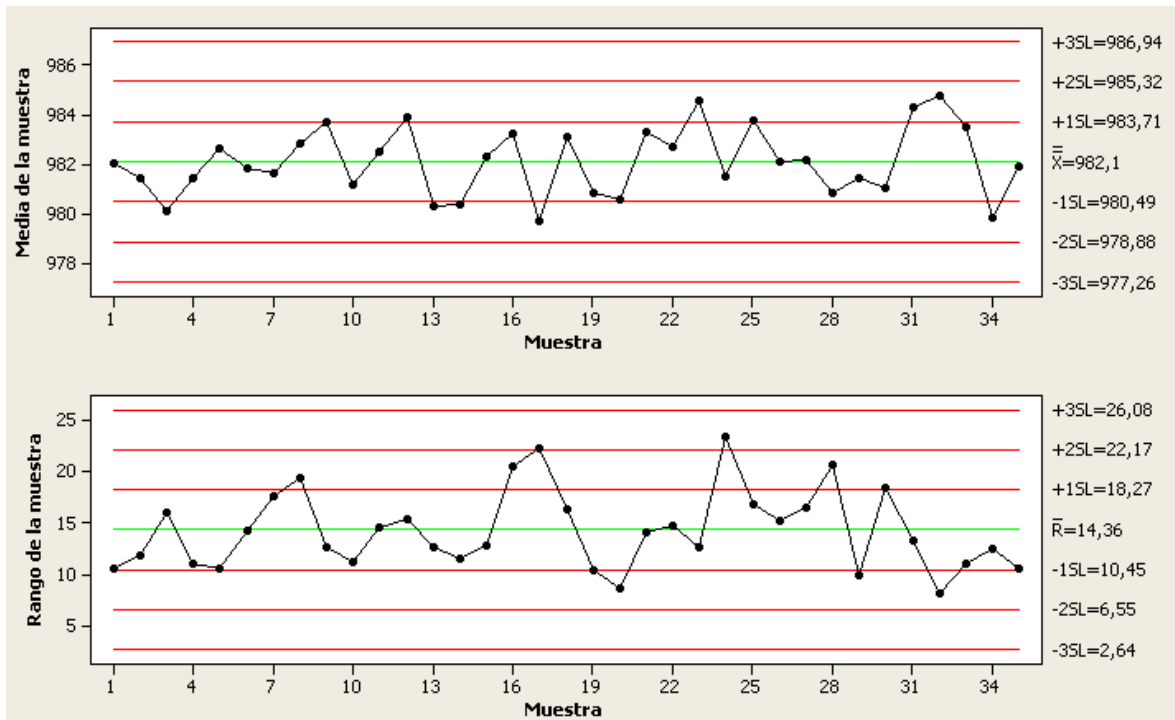


Figura 20: Gráfico de control X -R barra para la variable Peso de la leche embolsada

En la Figura 20, se observa que todos los puntos se encuentran aleatoriamente distribuidos en la zona comprendida por los límites de control y no presentan ningún comportamiento sistemático o no aleatorio. Por lo tanto podemos decir que el proceso se encuentra estadísticamente dentro de control.

En la misma gráfica se puede observar un promedio de $X = 982,1$, con un límite inferior de control de $LCI = 977,26$ y un límite superior de control de $LCS = 986,94$. Estos límites indican cómo está el proceso en base a los datos recolectados, en éste caso los límites de control no están dentro de los límites de especificación (Peso: 975-985). Por lo que dicha condición muestra en promedio no hay el cumplimiento del Peso con la especificación sin embargo todos los subgrupos se encuentran dentro de los límites de control.

Con respecto a la gráfica correspondiente a los rangos, se obtuvo un rango promedio $LCC = 14,36$, con un límite inferior de $LCI = 2,64$ y un límite superior de $LCS = 26,08$. Los puntos se encuentran aleatoriamente distribuidos en la zona comprendida por los límites de control, indicando que la variabilidad del proceso permanece estable.

h. Análisis e interpretación de resultados

En relación a las causas especiales de variación dentro de un gráfico de control, Evans y Lindsay (2008) indican que surgen diversos tipos-de patrones poco comunes:

Un punto fuera de los límites de control: Una razón común por la que un punto cae fuera de un límite de control es un error en el cálculo de \bar{X} o R para la muestra. Cada vez que esto ocurra, se deberán revisar los cálculos, Otras causas posibles son una interrupción de energía repentina, una herramienta descompuesta, un error en la medición o una operación incompleta u omitida en el proceso. Esta causa especial no se identifica en la Figura 18, ya que todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control y el proceso está bajo control.

Cambio repentino en el promedio del proceso: Un número inusual de puntos consecutivos que caen a un lado de la línea central casi siempre es una indicación de que el promedio del proceso se desplazó en forma repentina. Por lo regular, esto sucede como resultado de una influencia externa que afecta el proceso, que se podría considerar como una causa especial. En las gráficas \bar{X} y R , las causas posibles podrían ser un operador nuevo, un inspector nuevo, un nuevo valor en la máquina o un cambio en la instalación o método.

Se emplean tres reglas empíricas para detectar a tiempo los cambios en los procesos. Una regla sencilla es que si ocho puntos consecutivos caen en un lado de la línea central, se podría llegar a la conclusión de que la media cambió. Como se puede observar en la Figura 18 ésta no se presenta.

En segundo lugar, se divide la región entre la línea central y cada límite de control en tres partes iguales. Luego, si (1) dos de tres puntos consecutivos caen en el tercio exterior entre la línea central y uno de los límites de control o (2) cuatro de cinco puntos consecutivos caen dentro de la región exterior de dos tercios, también se puede llegar a la conclusión de que el proceso está fuera de control. En la Figura 21 no se observa este tipo de patrón, ya que solo existen 2 puntos consecutivos en el primer tercio interior mas no en el exterior la cantidad de puntos en una región no es suficiente para evidenciar la causa en mención.

Ciclos: Son patrones cortos repetidos que alternan crestas elevadas y valles bajos. Estos patrones son resultado de causas que vienen y van en forma regular. Los ciclos resultan de la rotación de operadores o la fatiga al final de un turno, distintos medidores utilizados por inspectores diferentes, efectos de la temporada, como la temperatura o la humedad, o diferencias entre los turnos diurno y nocturno. En la gráfica R, los ciclos pueden ocurrir a causa de los horarios de mantenimiento, de la rotación de arreglos o medidores, de las diferencias entre turnos o de la fatiga de los operadores. En la Figura 20 no se observa este tipo de comportamiento.

Tendencia: Este tipo de gráfica puede ser resultado de mejorar las habilidades de los operadores, acumulación de basura o rebabas en las partes, desgaste de las herramientas, cambios en la temperatura o la humedad, o el envejecimiento del equipo. En la gráfica R, una tendencia en aumento quizá se deba a una reducción gradual en la calidad de los materiales, fatiga del operador, el hecho de que una pieza o herramienta se afloje poco a poco o la deficiencia de una herramienta. Una tendencia a la baja a menudo es el resultado de mejores habilidades del operador, mejores métodos de trabajo, mejores materiales o un mantenimiento más frecuente o mejor. Este comportamiento se observa en la Figura 18 este tipo de comportamiento en los puntos del 17 al 20 con una decreciente, no se vio en la necesidad de tomar acciones correctivas con respecto.

i. Análisis de la capacidad de procesos

Para la determinación de la capacidad de proceso se analizaron los datos de Peso de la leche embolsada con el cual se debe tener en cuenta pues al aumentar esta variable generaría pérdidas para la empresa. Se verificó si se cumplen los supuestos del Análisis de capacidad de procesos, es decir si él, proceso se encuentra bajo control y si los datos siguen una distribución normal, para lo cual se empleó el Capability Sixpack.

En la Figura 21 se presenta la gráfica Sixpack del Peso de la leche embolsada, en la cual se analizó los índices de capacidad.

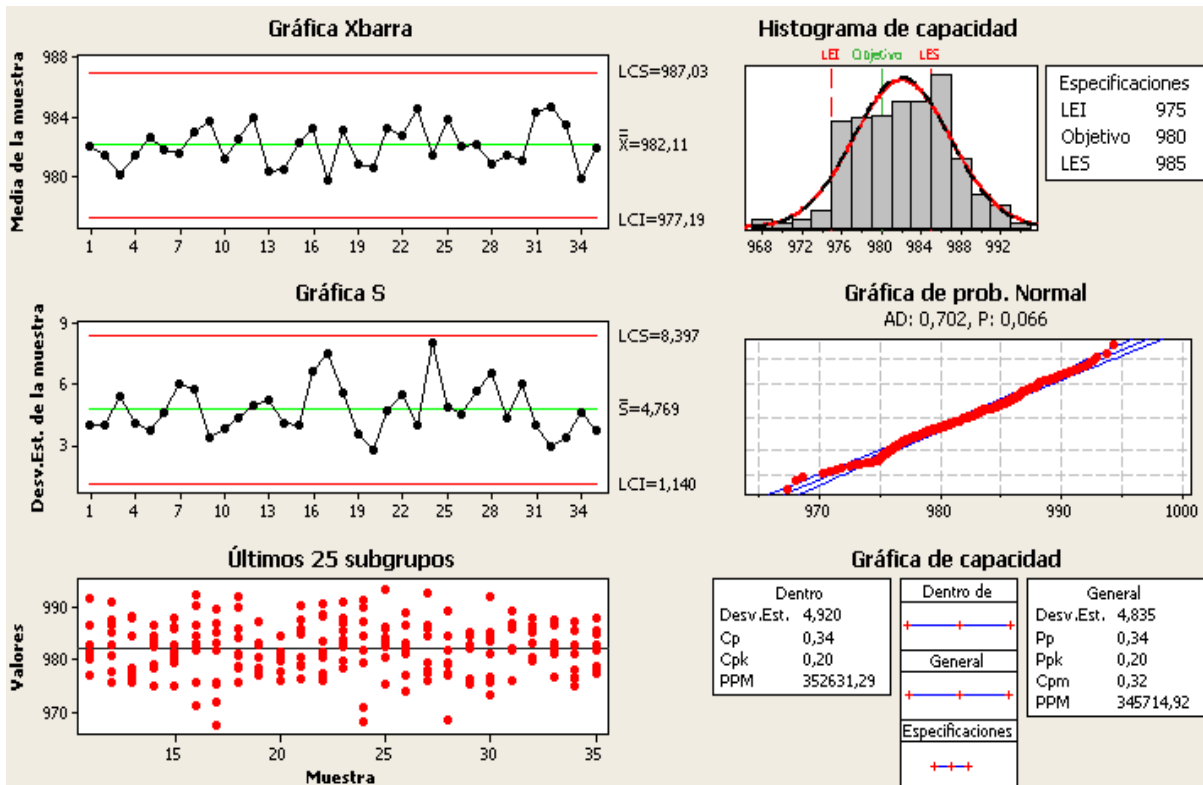


Figura 21: Capacidad de Proceso Six Pack de la variable Peso de la leche embolsada

En los dos gráficos de control (x-Barra/Rango) se observa que los puntos siguen un patrón aleatorio, asimismo se observa que no hay puntos que excedan los límites de control, por lo que podemos considerar que el peso en el proceso está bajo control estadístico.

Para poder interpretar los índices de capacidad obtenidos, es necesario comprobar que se verifique la hipótesis de normalidad. A raíz de lo que se observa tanto en el histograma como en el gráfico de probabilidad, con un P value = 0.066, se puede concluir que los datos siguen una distribución normal.

A continuación se realiza un enfoque más detallado del análisis de capacidad del proceso.

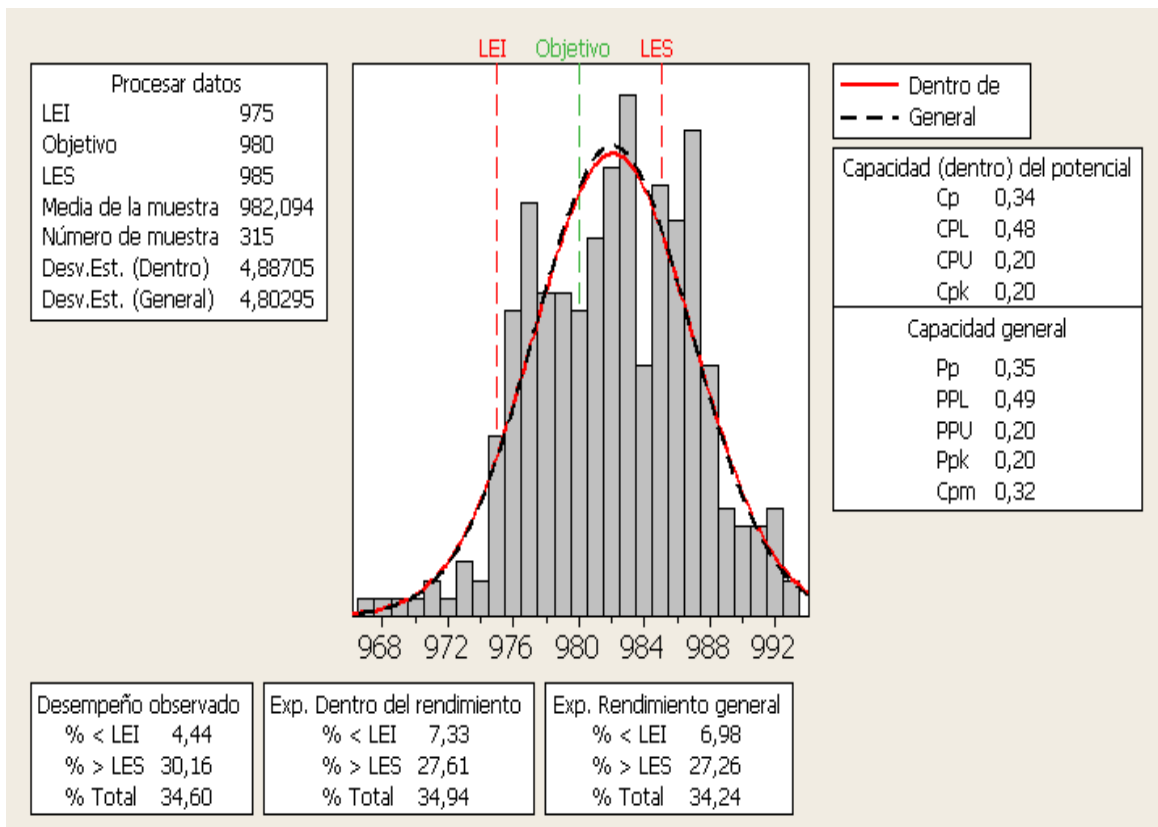


Figura 22: Capacidad de proceso en la variable Peso de la leche embolsada

En la Figura 22, se observa en el histograma que la tolerancia del proceso no cae igual en ambos límites de especificación. Esto significa que el peso no cumple con la especificación. De forma coherente con el gráfico de capacidad, el valor del índice de la capacidad potencial del proceso $C_p = 0,34$ está dentro del valor de clase 4 según Ozeki y Asaka (1992), por lo que se concluye que el patrón que se sigue no es adecuado para el trabajo y requiere de modificaciones. Asimismo, el índice de la capacidad real de proceso $C_{pk} = 0,20$ con un valor mayor a 0 según Ozeki y Asaka (1992) indica que la media está dentro de los límites de especificación.

Un índice $C_p = 0,34$ indica que el proceso no es adecuado para el trabajo y requiere modificaciones. Existe probabilidad de éxito para que el proceso cumpla las especificaciones. Por último, se observa que hay un cierto porcentaje de medidas fuera de las especificaciones. Se tiene un 27,61 por ciento de las mediciones con un peso por encima del límite superior de especificación (LES), dicho porcentaje representa los productos que presentan un mayor peso de lo establecido por la PPL generando pérdidas económicas a la empresa; y un 7,33 por ciento por debajo del límite inferior de

especificación (LEI), dicho porcentaje representa los productos un menor peso de lo establecido por la PPL incumpliendo con la declaración de las características de peso y volumen siendo la Comisión de Protección al Consumidor del INDECOPI la que impondrá las sanciones correspondientes en caso de incumplimiento de la Ley. Las sanciones a imponer serán establecidas en el artículo 41 del Decreto Legislativo N° 716, Ley de Protección al Consumidor, no hubo evidencia de reclamos por parte de los clientes.

4.5 PROPUESTA DE MEJORA

La Planta piloto de Leche en su cadena de producción cuenta con un el sistema HACCP que tiene por objetivo garantizar la inocuidad del alimento producido. Este sistema deja de lado el control de procesos en la línea de embolsado de leche embolsada así como el monitoreo del mismo, lo cual significa que no se realice grandes ahorros en la empresa y la mejora de la eficiencia en el proceso de embolsado.

Por lo que se ha propuesto a la gerencia de la planta piloto de leche

- La implementación de un procedimiento para realizar el control estadístico de procesos en la etapa de embolsado elaborado por el ejecutor del trabajo de investigación.
- Establecimiento de registros de control del peso de la leche embolsada.
- Establecer registros de control del peso cada 10 minutos durante la primera hora de producción con una muestra de 9 observaciones (VER ANEXO VII).
- Implementar de un control estadístico de procesos por cada día de producción utilizando otras herramientas como el uso de aplicaciones para celulares o tablets el cual realizará el análisis del control estadístico en tiempo real de manera eficiente y poder realizar las acciones correctivas en el momento. (VER ANEXO IX).

V. CONCLUSIONES

1. Para monitorizar los datos generados del proceso de producción de la leche embolsada; las herramientas estadísticas utilizadas para analizar y controlar el proceso de producción de leche embolsada fueron: el análisis exploratorio de datos, gráficos de probabilidad normal, los gráficos de control y el análisis de capacidad de procesos, los cuales nos permitieron conocer la forma de distribución de los datos. En la aplicación del control estadístico de procesos en la línea de embolsado de la leche pasteurizada para la variable peso los límites de control para el gráfico del promedio fueron $LCS=985.32$, $LCC=982.1$ y $LCI=977.26$ y para el gráfico de rango fueron: $LCS=26.08$, $LCC=14.36$ y $LCI= 2.64$.
2. Según el análisis de capacidad del proceso, se observó en el proceso de embolsado de leche valores de índice de capacidad, tales como $Cpk = 0.20$ el cual indica que la media está dentro de los límites de especificación. $Cp = 0.34$ el cual nos indica que el proceso de embolsado no es el adecuado y requiere modificaciones.
3. Con la ayuda del personal encargado de vigilar el proceso de producción de leche embolsada se realizó el diagnóstico de la empresa en base a las visitas, entrevistas y revisión de la documentación. Con la ayuda del software Minitab V16.1, se determinó el promedio de los pesos de la leche embolsada obteniendo el valor de 982.11 el cual difiere con el valor objetivo (980 g) propuesto por la PPL.
4. Se determinó que existe variabilidad en los pesos de leche embolsada producida por causas aleatorias (comunes) y éstas son atribuibles al diseño del proceso así como se muestra en el valor $Cp = 0.34$ La gerencia debe enfocarse en el desempeño de la máquina de embolsado. Esta puede mejorar a través de la compra de un nuevo equipo para permitir a la máquina obtener la capacidad potencial máxima.

5. La propuesta de mejora consiste en establecer la aplicación de un procedimiento para realizar el control estadístico de procesos en la etapa de embolsado elaborado por el ejecutor de la tesis así como la verificación del funcionamiento de este procedimiento de esta manera. Así mismo el uso de la aplicación del CEP para tablets permitirá almacenar los datos para poner monitorizar el proceso a tiempo real.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del trabajo, se orientan a la búsqueda de soluciones en el campo de los procesos de producción de alimentos.

1. Para el caso de la Planta Piloto de Leche de la UNALM, se recomienda aplicar el control estadístico de procesos en todas las áreas de producción con la consideración de otras variables que pudieran ser de interés a fin de realizar investigaciones que aporten a la optimización de estos procesos de tal manera que estos se desarrollen con criterios de eficacia y eficiencia que conduzcan a la obtención de un producto que satisfaga las expectativas de los clientes externos e internos de la empresa.
2. Se recomienda a la gerencia realizar la compra de una máquina embolsadora de leche pasteurizadora ya que la antigüedad y el desgaste de la misma genera una gran variabilidad sobre la variable peso.
3. La capacitación del personal debe enfocarse al manejo efectivo de la maquinaria así como a su capacidad de desarrollar actividades con mejor criterio para resolver problemas presentados en el proceso productivo, que sin lugar a dudas permitirá el logro de los objetivos planteados por la organización de la mejor manera posible.
4. En base al valor de C_p para la variable peso se recomienda como única solución la compra de nueva maquinaria (máquina de Embolsado) de tal manera que en el futuro se tenga un buen proceso capaz de cumplir con las especificaciones requeridas por la empresa. Se recomienda revisar las especificaciones técnicas solicitadas a la empresa SolpaK Máquina Embolsadora Modelo EMLI 5000, (Ver ANEXO VIII).
5. El uso de la aplicación del CEP en tablets permitirá monitorizar a tiempo real el proceso, facilitando poder imprimir el registro del día y esta podrá mantener una documentación en física para poder los controles de auditoría interna y externa.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CAROT, V. 2001. Control Estadístico de la Calidad Primera edición. México, DF. Alfa omega. 611 p.
2. CALLE, C. 1995. El control Analítico, la Calidad Total y la Excelencia Humana. Primera edición. Lima, PE. Editorial h&g S.A. 446 p.
3. D´ALESSIO, F. 2002. Administración y dirección de la producción. Enfoque estratégico y de calidad. Bogotá. Editorial Pearson Educación
4. DUNCAN, A. 1996. Control de Calidad y Estadística Industrial. Primera edición. México, D.F. Alfa y Omega. 1084 p.
5. EVANS, J; LINDSAY, W. 2000. Administración y Control de la Calidad. Primera edición. España. Editorial Grupo Iberoamericana. p.
6. EVANS, J; LINDSAY, W. 2008. Administración y Control de la Calidad. Novena edición. España. Editorial Grupo Iberoamericana. 321 p.
7. GUTIÉRREZ, H; DE LA VARA, R. 2004. Control estadístico de la calidad y seis sigma. Primera Edición, editorial Me Graw-Hill interamericana de México.
8. INDECOPI. 1995. NMP 001:1995 Términos Parte 1: volumen y peso. Primera edición. Perú.
9. INDECOPI. 2007. NTP-ISO 11462-1. Directrices para la Implementación del Control Estadístico de Procesos (CEP). Parte 1: Elementos del CEP. Primera edición. Perú.
10. INDECOPI. 2009. NTP 209.038:2009. Alimentos Envasados Etiquetados 7ed. Perú.

11. INDECOPI. 2012. NTP-ISO 11462-2. Directrices para la Implementación del control Estadístico de Procesos (CEP). PARTE 2: Catálogo de herramientas y técnicas. Primera Edición. Perú.
12. INDECOPI. 2013. NTP-ISO 7870-1. 2013. Gráficos de Control. Parte 1: Directrices Generales. Primera edición. Perú.
13. JAMES, P. 1997. La Gestión de la Calidad Total “Un texto introductorio”. Primera Edición. Madrid, ES. Prentice hall Iberia. 323 p.
14. JURAN, J; BLANTON, G. 2001. Manual de Calidad. Primera edición. España. McGraw-Hill Interamericana. 630 p.
15. JURAN, J; GRZYNA, F. 2001. Análisis de y planeación de la calidad. Tercera Edición, editorial McGraw-Hill Interamericana de Mexico. 728p
16. KUME, H. 1994. Herramientas Estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Bogotá, CO. Grupo Norma. 235 p.
17. LORA DE SAINT PAULET, M. 2003. Tecnología de Leche: Guía de Prácticas del Curso. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina.
18. MASÓN, Robert. 2004. Estadística para administración y economía, 11a edición. Editorial Alfaomega. Colombia. 830p.
19. MONTGOMERY, D. 1991. Control Estadístico de la calidad. Grupo Editorial Limusa Wiley.
20. MONTGOMERY, D. 2004. Introducción al Control Estadístico de la calidad. 3ra edición Grupo Editorial Limusa Wiley.
21. MONTGOMERY, D. 2011. Control estadístico de la calidad. 7 edición-México. Editorial Limusa Wiley.
22. MONTGOMERY, D. 2010. Control Estadístico de la Calidad. 5 ed. México, D.F. Editorial Iberoamericana. 797 p.

23. OZEKI, K; ASAKA, T. 1992. Manual de Herramientas de Calidad: El enfoque Japonés. Primera Edición. Madrid, ES. Editorial Producción S.A. 281 p.
24. PRAT, A; TORT-MARTORELL, X; GRIMA, P; POZUETA, L. 2000. Métodos estadísticos. Control y Mejora de la Calidad. Primera edición. México, D.F. Alfaomega. 300 p.
25. QUISPE, G.2013. Aplicación de un control Estadístico de procesos en la Línea de Chicle de pastilla. Tesis (Ing industrias alimentarias).Peru.Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de industrias Alimentarias.155p
26. ROSALES, K; LLACSAHUANGA, C.2014. Propuesta de un plan Haccp y control estadístico de proceso en la elaboración de queso mozzarella para la empresa lacteus S.A.C. Tesis (Ing. industrias alimentarias). Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de industrias Alimentarias.93p
27. SANTOS, A. 1996. Leche y sus Derivados. Edit. Trillas 2da Impresión.
28. UREÑA, C. CASTILLO, M. 1998. Muestreo aplicado al control en las empresas consultado 6 de setiembre del 2014 Disponible en: <http://www.Estadística.ucr.ac.cr/tesis/curena.pdf>

VIII. ANEXOS

Anexo I: Factores para Límites de Control

Observaciones en la muestra, n	Diagrama para medias			Diagrama para desviaciones estándares						Diagrama para amplitudes							
	Factores para límites de control			Factores para línea central		Factores para límites de control				Factores para línea central		Factores para límites de control					
	A	A ₂	A ₃	c ₄	1/c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267	
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574	
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282	
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114	
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004	
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.04230	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924	
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864	
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816	
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777	
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744	
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717	
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2990	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693	
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672	
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653	
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637	
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622	
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608	
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597	
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585	
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575	
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566	
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557	
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548	
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541	

FUENTE: Evans y Lindsay (2008)

Anexo II: Valores de peso de la leche embolsada en función al tamaño de muestra seleccionada

FECHA	MUESTRA	HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12/10/2015	1	10:20	986,50	976,60	987,00	976,50	980,90	986,60	981,00	980,50	982,60
12/10/2015	2	10:30	979,00	981,90	982,30	979,60	977,90	976,00	987,90	987,10	981,50
12/10/2015	3	10:40	980,60	986,20	985,00	979,30	988,50	976,20	972,50	977,20	975,50
12/10/2015	4	10:50	985,70	981,90	986,00	985,30	981,20	976,60	978,00	975,00	983,10
12/10/2015	5	11:00	985,60	985,60	985,00	978,40	988,10	978,70	977,60	983,10	981,80
14/10/2015	6	10:10	978,80	982,80	989,00	984,90	982,30	974,70	976,80	986,50	980,60
14/10/2015	7	10:20	979,40	978,30	976,70	987,90	985,00	987,90	987,30	970,30	981,70
14/10/2015	8	10:30	973,00	982,50	983,30	984,60	980,40	994,30	978,80	983,90	986,50
14/10/2015	9	10:40	983,30	981,10	983,80	985,90	989,80	983,60	977,10	984,30	984,40
14/10/2015	10	10:50	980,70	980,90	981,80	985,50	984,30	974,30	985,60	976,80	980,80
16/10/2015	11	10:30	983,00	981,60	980,20	986,60	977,00	981,50	980,20	991,90	980,70
16/10/2015	12	10:40	983,10	986,70	985,50	977,90	987,80	991,00	980,90	975,60	986,70
16/10/2015	13	10:50	984,50	978,40	975,70	978,30	988,30	976,20	977,10	976,20	988,20
16/10/2015	14	11:00	986,60	979,20	978,40	978,70	984,50	975,10	982,60	983,50	975,10
16/10/2015	15	11:10	979,60	980,30	988,10	980,40	986,20	975,20	982,90	981,60	986,30
19/10/2015	16	10:20	984,60	986,80	975,70	983,30	992,60	983,00	981,80	990,50	971,40
19/10/2015	17	10:30	967,40	981,80	986,90	983,30	971,90	989,70	975,30	975,70	985,50
19/10/2015	18	10:40	990,20	978,40	975,80	986,20	984,40	981,30	980,90	992,20	978,70
19/10/2015	19	10:50	980,70	977,00	983,00	987,40	983,40	978,50	977,90	982,80	977,20
19/10/2015	20	11:00	979,90	977,70	980,00	979,80	976,10	984,70	980,80	984,50	981,70
21/10/2015	21	10:10	980,40	976,50	979,00	985,10	990,60	979,10	987,70	986,00	985,10
21/10/2015	22	10:20	981,70	990,80	983,80	980,70	988,70	976,00	977,10	988,30	977,40
21/10/2015	23	10:30	988,20	985,80	982,70	984,00	983,50	986,90	978,50	991,20	979,90
21/10/2015	24	10:40	982,00	984,70	979,40	968,10	979,40	990,00	970,90	987,30	991,50
21/10/2015	25	10:50	986,30	993,70	984,40	980,40	982,80	983,50	975,40	986,00	982,60
23/10/2015	26	10:30	981,90	983,30	981,40	989,10	977,20	986,70	973,90	982,40	982,80
23/10/2015	27	10:40	979,60	977,70	978,20	976,20	984,50	986,80	985,90	992,80	977,50
23/10/2015	28	10:50	979,60	989,40	989,30	977,10	968,70	979,30	982,00	984,80	977,40
23/10/2015	29	11:00	984,80	982,40	982,90	985,30	975,60	985,20	975,30	985,10	976,50
23/10/2015	30	11:10	984,60	976,30	973,40	992,30	976,70	983,80	981,40	985,40	975,90
26/10/2015	31	10:10	976,20	982,30	989,50	987,10	982,10	986,20	986,70	981,80	986,60
26/10/2015	32	10:20	986,60	983,20	986,60	988,00	985,40	980,40	985,90	986,70	979,80
26/10/2015	33	10:30	987,80	983,20	976,70	981,10	983,00	987,10	983,30	982,30	986,60
26/10/2015	34	10:40	974,90	976,90	987,40	981,20	976,60	978,00	975,00	983,10	985,60
26/10/2015	35	10:50	985,60	985,00	978,40	988,10	978,70	977,60	983,10	981,80	978,80

3.3 Cuestionario a operario de maquinarias:

Objetivo: Conocer con profundidad las actividades que realizan los operarios de maquinas en el proceso de elaboración de leche embolsada, para poder hacer una mejor evaluación del mismo, con miras a futuras propuestas de mejora.

Turno:

OPERARIO:

Fecha:

1. Podría por favor hacer una descripción de sus actividades.

.....
.....
.....

2. ¿Cuántas horas diarias usted se encuentra trabajando?

.....

3. ¿Se realiza algún control de los insumos antes que estos ingresen al lugar donde usted labora?

SI ()

NO ()

Si la respuesta es SI ¿Qué tipo de controles o mediciones se realizan?

.....
.....
.....

4. ¿Se saca algún tipo de muestra en el lugar donde labora?

SI ()

NO ()

.....
.....

5. ¿Qué tipo de acciones realiza usted en caso que haya problemas con las maquinas o con los equipos?

.....
.....
.....

6. ¿Cuáles son los problemas más frecuentes que encuentra usted en su trabajo?

.....
.....
.....

7. ¿Se realizan controles de calidad?

SI ()


NO ()

Si la respuesta es SI entonces: ¿Existe un informe con los resultados de los controles de calidad?

.....
.....
.....







Gracias por su colaboración

Anexo IV: Manual de funciones del practicante

	<p style="text-align: center;">AREA DE EMBOLSADO</p> <p style="text-align: center;">ACTIVIDADES A REALIZAR UN DIA DE PRODUCCION</p>
---	---

1. Informarse acerca de lo que se va a elaborar ese día.
2. Realizar la limpieza y desinfección de jabas:
 - Enjuagar las jabas para eliminar toda clase de suciedad
 - Preparar una solución de detergente y refregar las jabas con escobilla
 - Enjuagar con agua potable
 - Preparar una solución de agua clorada
 - Enjuagar con agua potable
3. Ayudar al operario del área en la preparación de la máquina embolsadora
4. Trasladar las jabas cerca de la máquina embolsadora
5. Esperar que el operario indique el inicio del embolsado
6. Cuando empieza el embolsado, separar las primeras 20 bolsas y llevarlas al practicante de tratamiento térmico para que las reincorpore a la línea.
7. De las primeras 20 bolsas, controlar el peso, que debe estar en el rango de 960 a 990 gr., siendo el óptimo 975 gr.
8. Separar 1 bolsa de leche número 21, que se debe llevar a control de calidad.
9. Durante el embolsado inspeccionar las bolsas, antes de colocar en las jabas: el peso, la hermeticidad del sellado, la fecha de vencimiento y el número de lote, de no estar correctos avisar al encargado.
10. Colocar las bolsas de leche en las jabas de la siguiente forma: una jaba llenarla con 30 bolsas (3 filas de 10 unidades y estas en formación 4,4,2), colocar encima otra jaba con 30 bolsas y sobre estas otra jaba con 40 bolsas, haciendo un total de 100 bolsas.
11. Separar las bolsas defectuosas por mal sellado, fecha o lote no legible y enviarlos al área de tratamiento térmico.
12. Al finalizar el embolsado, recepcionar en una olla la leche que queda en la línea.
13. Llevar al área de mantequilla a pasteurizar la leche (85°C por 10 minutos) en baño maría, enfriar y pesar. En seguida rotular como leche de reproceso, colocando peso y fecha.
14. Avisar al encargado de cámara para que guarde la leche de reproceso.

ACTIVIDADES A REALIZAR UN DIA DE NO PRODUCCIÓN

-  Lavar las jabas (con el fin de tenerlas disponibles, para usarlas con los productos terminados).
-  Lavar las botellas de yogurt que salen del área de envasado de yogurt.
-  Realizar la lotización de los productos.
-  Apoyar a las áreas que se le designe.
-  Botar la basura del área de embolsado.
-  Botar la basura del tacho del lavamano.


NOTA: Los utensilios (escobas, escobillas, baldes, etc) a utilizar en esta área son de color rojo.

FUENTE: Planta Piloto de Leche

Anexo V: Programa diario de la producción

	<h2 style="margin: 0;">PROGRAMA DIARIO DE LA PRODUCCIÓN PPL</h2>			
<p><u>INSTRUCCIONES GENERALES</u></p>				
<p>ANTES DE PRODUCCION: Efectuar la limpieza y desinfección de utensilios y material que se va a utilizar en el área.</p>				
<p>Llenar los registros de producción.</p>				
<p>AL FINAL DE LA PRODUCCION: Dejar limpio y ordenar el área.</p>				
<p>Otras instrucciones:</p>				
<p><u>AREA DE RECEPCION Y TRATAMIENTO TÉRMICO:</u></p>				
<p><u>AREA DE QUESOS/MANTEQUILLA:</u></p>				
<p>Elaboración/Embolsado</p>				
Tipo de QUESO	Cantidad	N° de Lote	Tipos de moldes	Observaciones:
<p>Otras instrucciones:</p>				
<p><u>AREA DE EMBOLSADO:</u></p>				
Fecha de vencimiento:	1era fecha		<p><u>Otras instrucciones:</u></p>	
N° de lote	2da fecha			
<p>AREA DE YOGURT/CHOCOLATADA</p>			<p>Envasar YOGURT: F.V.:</p>	
<p>Elaborar:</p>			<p>CHOCOLATADA: F.V.:</p>	
Producto	Cantidad	Lote	Sabor	N° de lote
<p>Otras instrucciones:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			Peso aprox.	Tamaño de envase
<p>_____</p>				
<p>Jefe de Producción</p>				

Anexo VI: Formato de llenado de pesos de leche embolsada

	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA PLANTA PILOTO DE LECHE	Fecha: _____ Lote: _____
---	--	-----------------------------

LECHE EMBOLADA

Muestra	Peso (gr)	N° Bolsas	N° Bolsas acumuladas	HORA
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

N° de Bolsas Finales	
----------------------	--


Leche Reproceso (Kg)	
----------------------	--

Observaciones: _____

 OPERARIO

 PRACTICANTE

**PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR CONTROL
ESTADÍSTICO DE PROCESOS EN LA ETAPA DE
EMBOLSADO**

	PROCEDIMIENTO	Código: CEP
	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO EN LA ETAPA DE EMBOLSADO	Versión: 001 Fecha: 05/10/2015 Página 10 de 7

--

INTRODUCCION

- 1. OBJETIVO**
- 2. ALCANCE**
- 3. CONCEPTOS**
- 4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA**
- 5. RESPONSABLES**


Maquina Empacadora de Líquidos EMLI 5000

ESPECIFICACIONES

COPIA N°	ASIGNADA A:	Fecha:

Confidencial: Prohibida su reproducción sin autorización

Elaborado por:	Revisado y aprobado por:

	PROCEDIMIENTO	Código: CEP
	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO EN LA ETAPA DE EMBOLSADO	Versión: 001 Fecha: 05/10/2015 Página 2 de 7

INTRODUCCION


Las organizaciones de industrias de alimentos buscan la mejora continua en su proceso de producción, y para ellos ayuda mucho la buena administración de la calidad. Es por eso que las empresas que invierten en esfuerzos de administración de la calidad experimentan una rentabilidad extraordinaria y mejora en su desempeño, ya que la calidad del producto es un determinante de importancia en el beneficio de los negocios, esto se refleja en aquellos negocios que ofrecen productos y servicios de calidad por encima de la norma que por lo general tienen mayores porcentajes de penetración en el mercado (Evans, 2008).

El control estadístico de procesos (CEP), corresponde al uso de técnicas estadísticas y/o algoritmos de control estadístico o estocástico para lograr uno o más de los siguientes objetivos: incrementar el conocimiento acerca de un proceso; conducir un proceso para que se comporte de la manera deseada; reducir la variación de los parámetros del producto final, o, mejorar el desempeño de un proceso (INDECOPI, 2007).

Por esta razón el objetivo de este procedimiento es implementar un control estadístico de procesos en la línea de envasado en la Planta Piloto de Leche de la UNALM, para que así pueda establecer límites de control más eficientes para evaluar el peso de su producto final y también monitorear el rendimiento y eficiencia de la máquina embolsadora a través del tiempo.

Por lo que se espera obtener el máximo beneficio del Control Estadístico de Proceso (CEP) implementado en el proceso productivo, convirtiéndolo en una actividad de valor agregado al control del proceso.

La información provendrá en la etapa de embolsado, a fin de poder evaluar de una mejor manera el desempeño y de obtener indicadores que ayuden a tener una mayor base objetiva para la toma de decisiones.

	PROCEDIMIENTO	Código: CEP
	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO EN LA ETAPA DE EMBOLSADO	Versión: 001 Fecha: 05/10/2015 Página 3 de 7

1. OBJETIVO

Establecer en forma detallada los pasos a seguir, para la elaboración de un control estadístico de variables para los pesos de la leche embolsada, con la ayuda de las cartas de control. Con la finalidad la vigilancia del proceso y detectar rápidamente la presencia de causas especiales y minimizar la producción defectuosa, así como también realizar un seguimiento a la máquina de embolsado, referente a variabilidad y capacidad de proceso.

2. ALCANCE


Desde la recopilación de información haciendo uso de técnicas estadísticas, hasta la elaboración de cartas de control para la característica a evaluar (peso del producto final) por lote de producción.

3. CONCEPTOS

Control estadístico de procesos (SPC): conjunto poderoso de herramientas para resolver problemas, muy útil para conseguir la estabilidad y mejorar la capacidad del mismo proceso mediante la reducción de la variabilidad.

Carta de control: representación gráfica de una característica de la calidad que se ha medido o calculado a partir de una muestra contra el número de muestra o tiempo. La carta contiene una línea central que representa el valor promedio de la característica de la calidad que corresponde al estado bajo control. También se muestran en la carta otras dos líneas horizontales, llamadas límite superior (LCL) y límite de control inferior (LCI)

Muestra: es una parte representativa de toda la población.

	PROCEDIMIENTO	Código: CEP
	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO EN LA ETAPA DE EMBOLSADO	Versión: 001 Fecha: 05/10/2015 Página 4 de 7

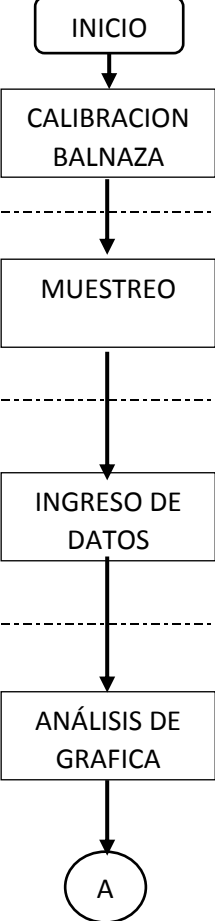
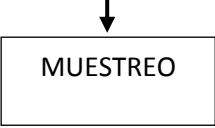

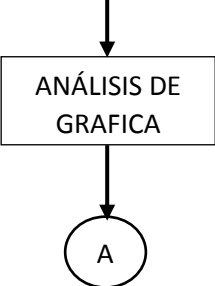
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

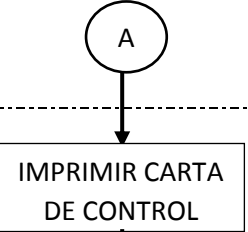
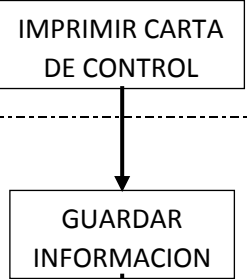
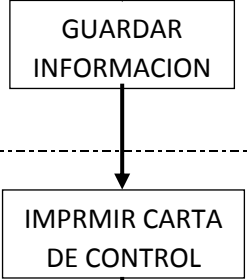
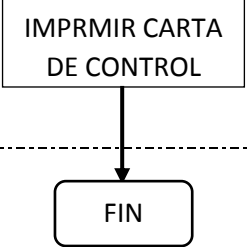

- INDECOPI, (2007). NTP-ISO 11462-1. Directrices para la implementación del control estadístico de procesos. Primera edición.
- NTP-ISO 7870-1. 2008. Gráficos de control, parte 1: directrices generales.
- Lista maestra de documentos internos de la Planta Piloto de Leche.

5. RESPONSABLES

- **Jefe de producción**, es responsable de aprobar el presente procedimiento y velar por su cumplimiento.
- **Jefe de planta**, es responsable de verificar la realización correcta de toma de datos y validar su cumplimiento en forma periódica en la etapa de envasado (in situ). Así mismo realizar evaluaciones con el operario de embolsado sobre los puntos fuera de control observados y tomar acciones preventivas para mantener el proceso bajo control.
- **El operario de embolsado**, es responsable de efectuar la toma de datos según lo establecido en el presente procedimiento, así como tomar acción de manera inmediata en caso de identificar cualquier patrón no aleatorio según bitácora. El seguimiento y anotación de estas observaciones también son registradas en el formato virtual de control estadístico de proceso, según el procedimiento.

6. DESCRIPCION

ETAPAS	DESCRIPCION	RESPONSABLE	REGISTROS
 <pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> CALIBRACION[CALIBRACION BALNAZA] CALIBRACION --> MUESTREO[MUESTREO] MUESTREO --> INGRESO[INGRESO DE DATOS] INGRESO --> ANALISIS[ANÁLISIS DE GRAFICA] ANALISIS --> A((A)) </pre>	<p>Antes de empezar el día de producción, el operario de embolsado, es el responsable de calibrar la balanza, con el fin de asegurar la precisión de la toma de datos de pesos en el día. (de acuerdo instructivo del Anexo 1: "Calibración de balanza electrónica").</p>	Operario de embolsado	
 <pre> graph TD MUESTREO[MUESTREO] --> INGRESO[INGRESO DE DATOS] </pre>	<p>Una vez calibrada balanza, al momento de iniciar la producción en línea, se procede a realizar el muestreo. El operario de embolsado es el encargado de la toma de datos de la siguiente manera: Coge de manera consecutiva 12 bolsas de la faja de la máquina de embolsado, los cuales necesariamente conservan el orden en el que fueron cogido.</p>	Operario de embolsado	
 <pre> graph TD INGRESO[INGRESO DE DATOS] --> ANALISIS[ANÁLISIS DE GRAFICA] </pre>	<p>El operario de embolsado, pesa uno a uno en el orden que fueron cogidos, que paralelamente son ingresados al Formato F-CEP-1 (según Instructivo del Anexo 2: "Ingreso de base de datos para pesos de sobres") Considerar que para cada nueva medición de peso de sobre, la balanza debe registrar un valor de cero.</p>	Operario de embolsado	Formato de registro de pesos (F-CEP-1)
 <pre> graph TD ANALISIS[ANÁLISIS DE GRAFICA] --> A((A)) </pre>	<p>A partir de la tercera muestra del día, el operario de embolsado observa y hace seguimiento a las gráficas "X bar" y "S bar" para determinar.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Si algunos de los puntos salen fuera de los límites de control (UCL, LCL), o 2. si los puntos muestran algún patrón semejante a los descritos en la "Bitácora de ocurrencias". <p>En caso de presentar 1 o 2, entonces el operario, toma acciones inmediatas según causa identificada, en caso de persistir el error, informa al supervisor de planta para determinar las acciones a realizar.</p>	Supervisor de planta/operario de embolsado	

ETAPAS	DESCRIPCION	RESPONSABLE	REGISTROS
			
	<p>Al finalizar el día de producción de lote, el operario de envasado, imprime la hoja “carta de control” para tener evidencia del monitoreo del proceso.</p>	Operario de embolsado	Carta de control de embolsado
	<p>Luego el operario de embolsado, con el fin de asegurar y guardar la información en una base de datos, procede a presionar el botón “guardar data” para generar un histórico de datos en forma automática en la hoja Base de datos” (según instructivo del Anexo 2: “Ingreso de base de datos para pesos de sobres”)</p>	Operario de embolsado	Formato de base de datos (F-CEP-21)
	<p>Cada fin de mes, el supervisor de planta es el encargado de salvaguardar la información mediante back up en su Pc, a la vez analiza dicha información haciendo uso del software Minitab Versión 16, (según instructivo del anexo 3: “Instructivo de uso de Minitab”)</p>	Jefe de Produccion	Formato de análisis de Minitab (F-CEP-3)
			



PROCEDIMIENTO
CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO
EN LA ETAPA DE EMBOLSADO

Código: CEP
Versión: 001
Fecha: 05/10/2015
Página 5 de 7

7. REGISTROS

Formatos

- Formato de registro de pesos (F-CEP-1)
- Carta de control de envasado (F-PR-015/01)
- Formato base de datos (F-CEP-2)
- Formato análisis en MINITAB (F-CEP-3)
- Bitácora de ocurrencias (Patrones no aleatorios)

Anexos

- Anexo N°1: Instructivo: "Calibración de balanza electrónica"
- Anexo N°2: Instructivo: "Ingreso de base de datos para pesos de bolsas"
- Anexo N°3: Instructivo: "Instructivo de uso de Minitab"



FORMATO DE BASE DE DATOS

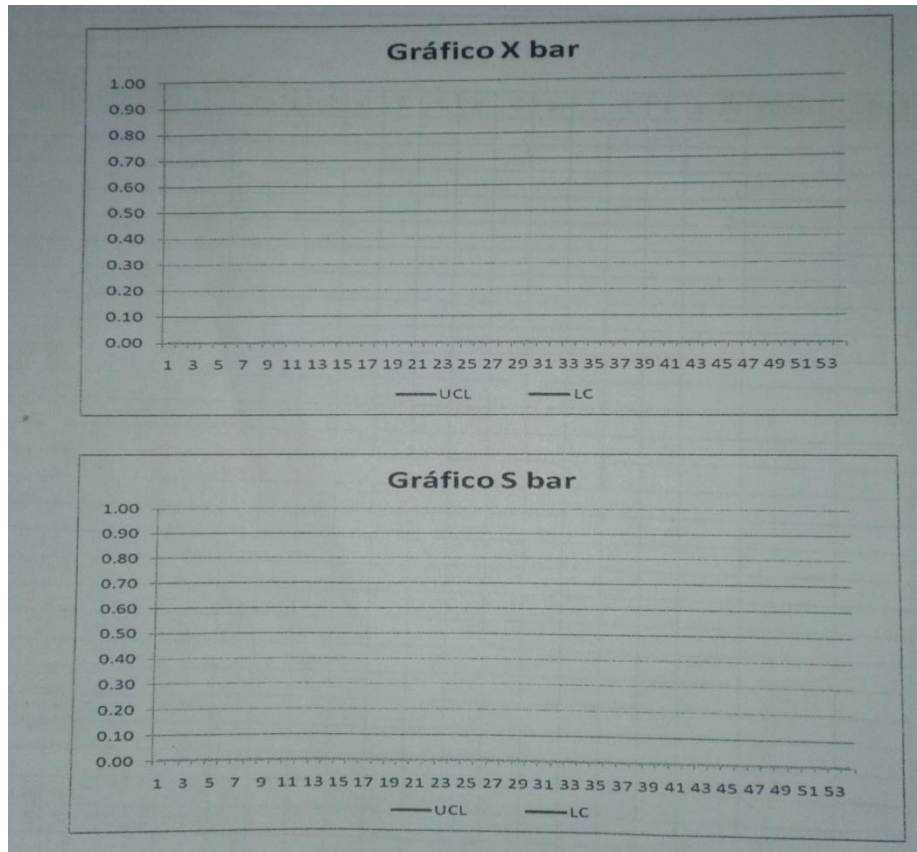
Código: F-CEP-2

CARTA DE CONTROL DE ENVASADO

Versión: 1

Fecha: 05/10/2015

Producto:		Fecha de Producción		Producción	
Presentación		Fecha de embolsado		Lote	



Operario

Supervisor de Producción

BITÁCORA DE OCURRENCIAS
“PATRONES NO ALEATORIOS”

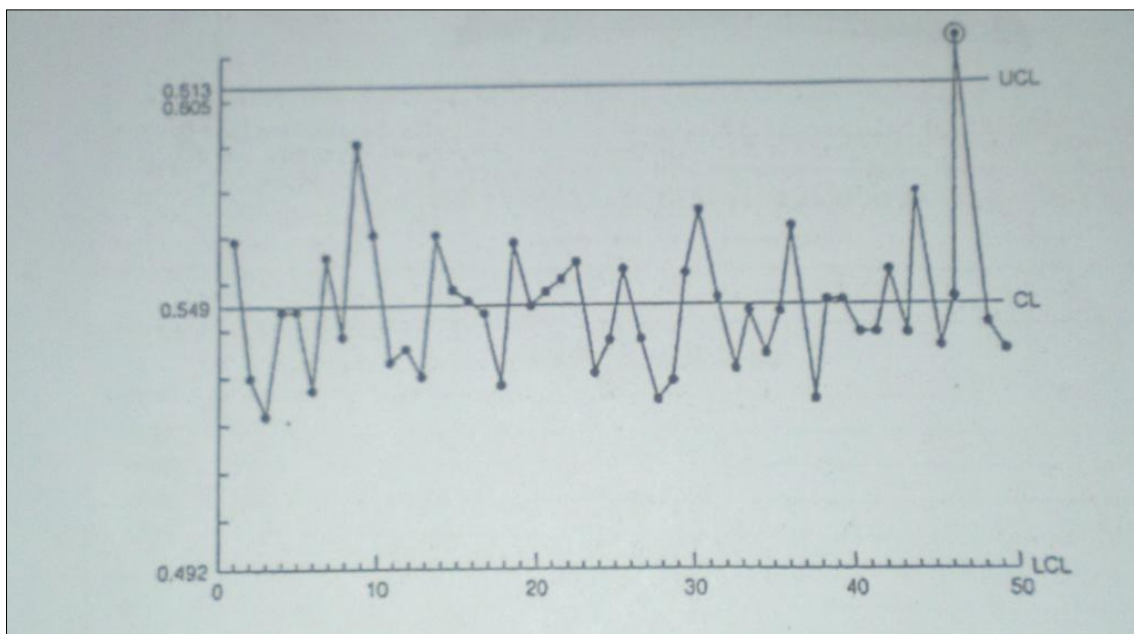


En la implementación del control estadístico de procesos, se les dio a los operarios una guía, una serie de graficas que se pueden presentar al momento de graficar las cartas de control, para que puedan identificar de forma inmediata los patrones no aleatorios que pudieran darse a medida que se van tomando nota de los pesos del producto.

A continuación se mostrara un resumen de algunos patrones que ellos deben de identificar para tomar las acciones correctivas según sea el caso.

- **Variación anormal o excepción**

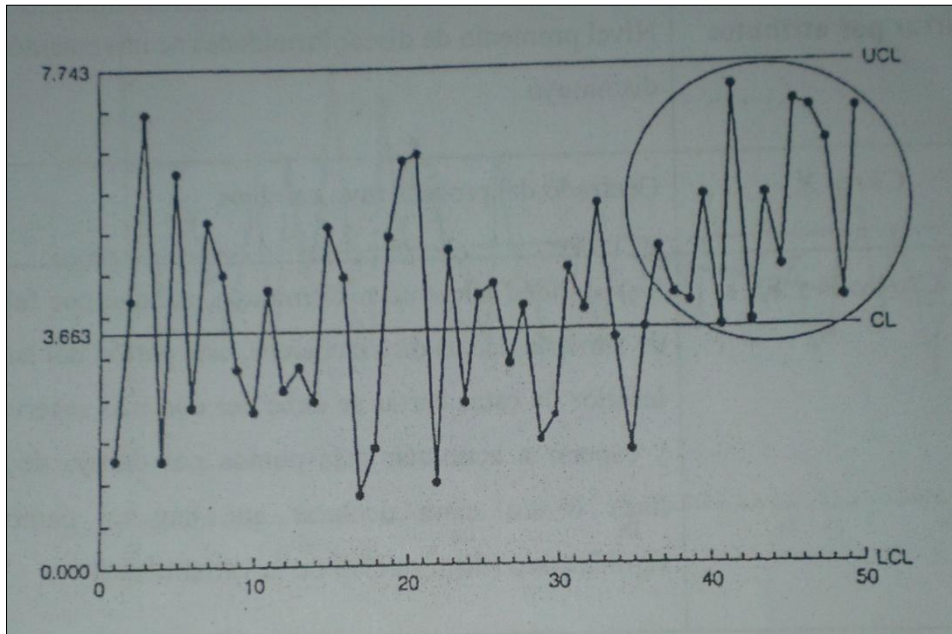
Gráfico, variación anormal o excepción



FUENTE: James, Envas. Y William, L (2000). Administración y control de la calidad. Cuarta edición Pág. 661

- Cambio súbito en la tendencia central

Gráfico, cambio súbito en la tendencia central



FUENTE: James, Evans. Y William, L (2000). Administración y control de la calidad. Cuarta edición Pág. 661

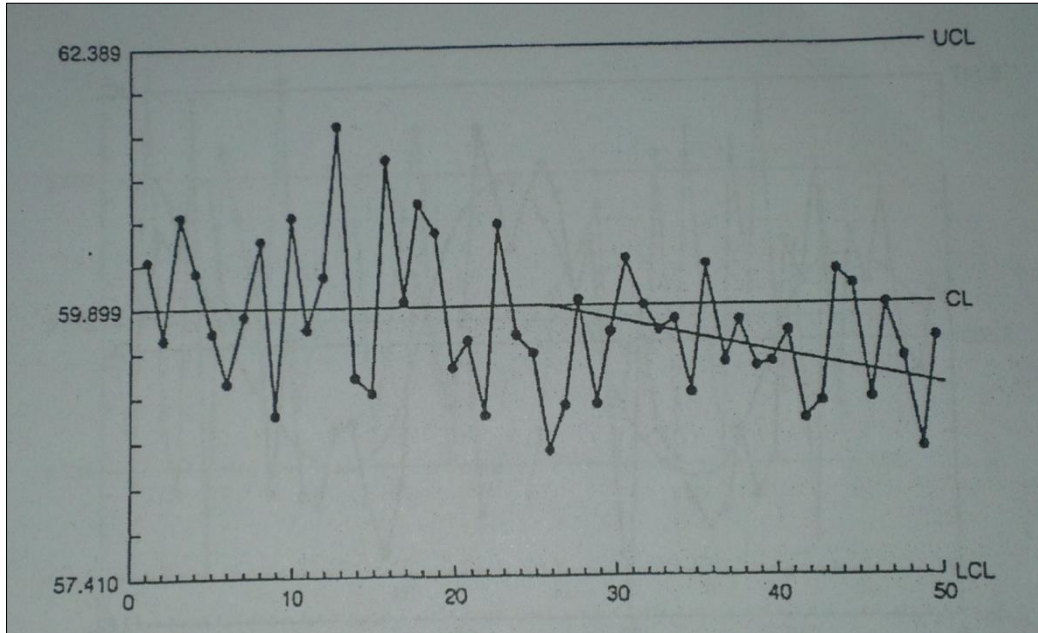
Cuadro 10: Significado del cambio en la tendencia central para diferentes cartas

Tipo de Carta	Significado
Carta por atributos	Nivel promedio de disconformidades se incrementó o disminuyó
Carta X	Centrado del proceso tuvo cambios
Cartas R y S	Variabilidad aumentó o disminuyó, aunque por falta de simetría de sus distribuciones, este patrón del lado inferior de estas cartas se debe ver con más reservas y esperar a acumular más puntos por debajo de la línea central para declarar que hay un cambio significativo (disminución de la variabilidad)

FUENTE: Gutiérrez (2005)

- **Tendencia o pendiente**

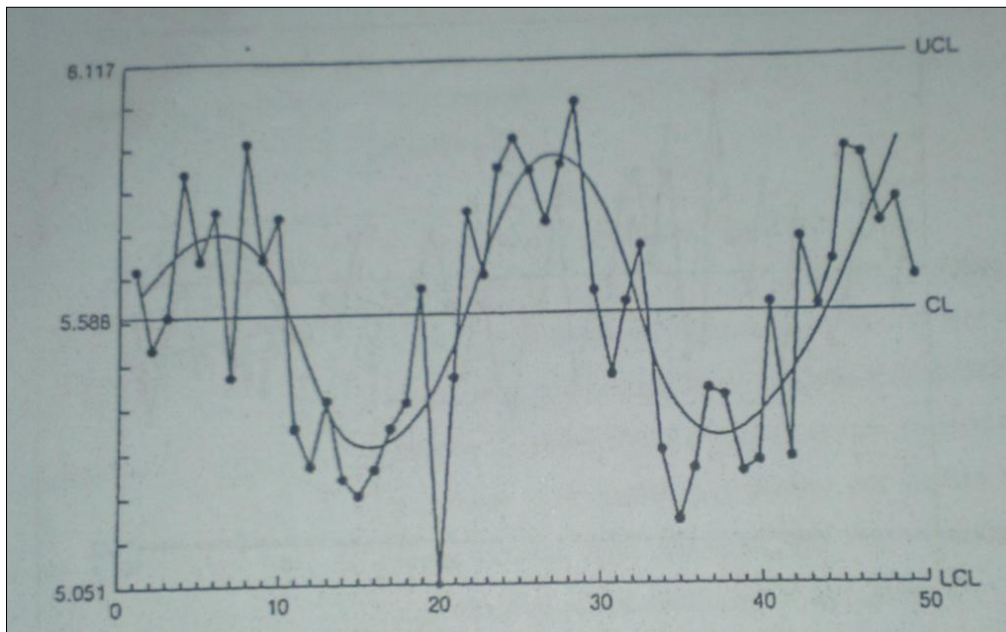
Gráfico, tendencia o pendiente



FUENTE: James, Evans. Y William, L (2000). Administración y control de la calidad. Cuarta edición. Pág. 663

- **Ciclo**

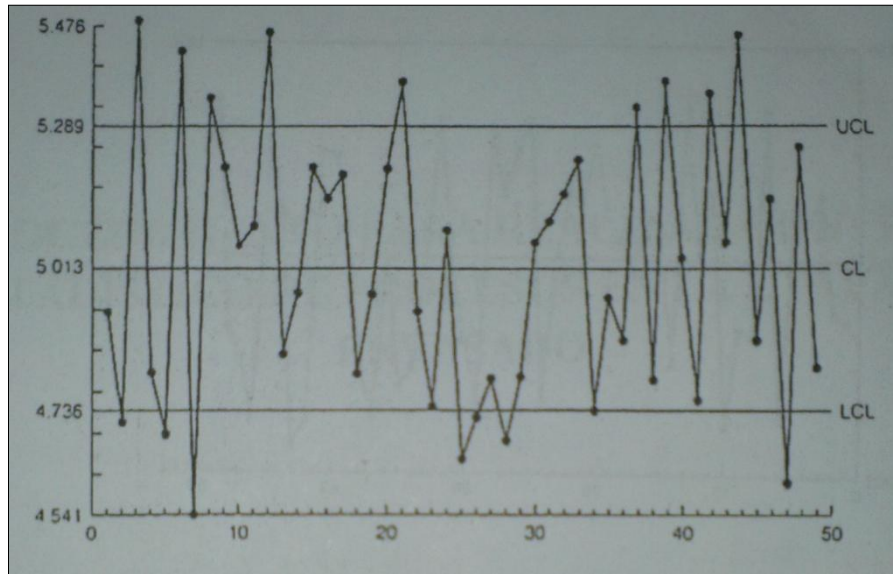
Gráfico, ciclo



FUENTE: James, Evans. Y William, L (2000). Administración y control de la calidad. Cuarta edición. Pág. 663

- **Inestabilidad**

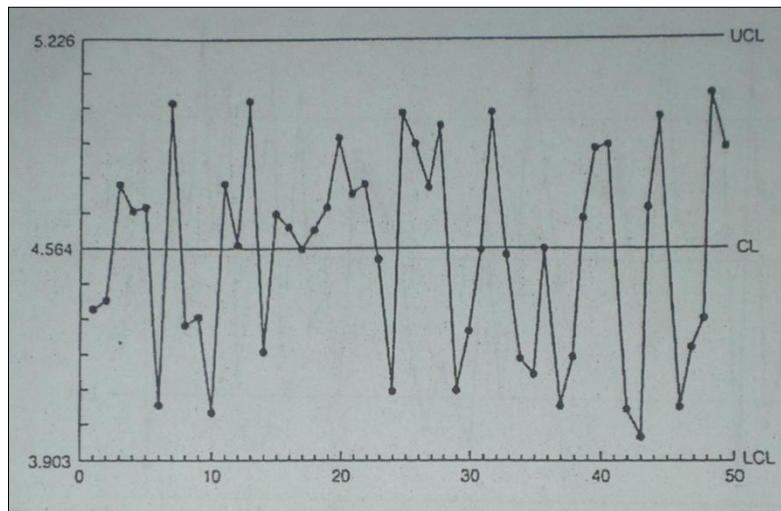
Gráfico, inestabilidad



FUENTE: James, Evans. Y William, L (2000). Administración y control de la calidad. Cuarta edición. Pág. 666

- Mezcla

Gráfico, mezcla



FUENTE: James, Evans. Y William, L (2000). Administración y control de la calidad. Cuarta edición. Pág. 665

Anexo VIII: Ficha técnica de maquinaria embolsadora recomendada

Maquina Empacadora de Líquidos EMLI 5000

Máquina automática de doble cabezal diseñada para empacar en caliente o frío productos líquidos, semilíquidos y pastosos. Máquina desarrollada y fabricada con alta tecnología y de fácil manejo.



ESPECIFICACIONES

Estructura	Acero Inoxidable 304L
Dimensiones	1851(L) X 1319(W)X 3155(H)
Tipo de Bolsa	Sello hermético vertical lateral y horizontal, Bolsa con pestaña y perforaciones para cargar
Capacidad	Desde 500c.c. hasta 5000c.c.
Rendimiento	Hasta 2400 bolsas/hora
Exactitud	± 1%
Energía	3.0 kW. 220 VAC o 440 VAC
Aire	50 Lt/min a 6 bar.
Equipos Opcionales	Bandas Evacuadoras, Sistemas de Limpieza CIP, Codificadores, Sistemas de Gas Inerte, etc.
Tecnología	Siemens, Telemecanique, Allen Bradley, etc.
Productos	Agua, jugos, refrescos, leche, bebidas lácteas, aceite, pulpas, salsas, mermeladas, arequipe, entre otros.

FUENTE: Empresa Colombiana SOLPAK

Anexo IX: Aplicación de Control Estadístico de Procesos para celulares y tablets



Control Estadístico de Procesos es la versión Pro de la aplicación Control de Calidad Estadístico.

El control estadístico de procesos es una herramienta del Control de Calidad Estadístico. Las gráficas de control ayudan al profesional Six Sigma a determinar si un proceso está bajo control.

Todo lo que se necesita es introducir números separados por espacios en blanco y ver los resultados al instante.

Lista de características:

- Gráfico X-Bar
- Rango (R) Gráfico
- P-Chart
- C-Chart
- Capacidad de Procesos, Cp, Cpk
- Teoría y ejemplos.

El Control Estadístico de Procesos se aplica con el fin de supervisar y controlar un proceso. Se puede aplicar a cualquier proceso en el que el "producto conforme" puede medirse o contarse. Se aplica a los procesos de producción, así como servicios de hoteles, restaurantes, bancos.

Puedes estudiar los ejemplos y tratar de diseñar un método para controlar el proceso de producción o servicio.

Los datos de la aplicación son persistentes. Es posible cerrar y volver a abrir la aplicación y continuar añadiendo datos. los datos se eliminarán cuando se inicia un nuevo conjunto de datos.

Se valorarán los comentarios y tengo el compromiso de mejorar la aplicación con más funciones.

Secuencia de aplicativo

<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>Gráfica de Control de Variables. Características que pueden medirse y tienen valores continuos, como son longitud, peso, volumen o temperatura.</p> <p>Gráfica de Control de Atributos. Características que se pueden contar o tienen valores discretos. A menudo pueden ser evaluadas con decisiones simples: si/no, aceptado/rechazado, como el número de galletas rotas en una caja o el número de colonias en una placa Petri.</p> <p>Capacidad del Proceso. La capacidad de un proceso de producción para cumplir o exceder las especificaciones preestablecidas.</p> <p>¿Qué es el Control</p>	<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>Calcula X-Bar Chart Rango (R)</p> <p>Embotelladora 1 E1</p> <p>Número de observaciones: 4</p> <p>Introduce números separados por espacios.</p> <p>Introduce números...</p> <p>Agregar Muestra</p> <p>500.0 502.0 500.0 498.0 498.0 499.0 498.0 502.0 502.0 499.0 502.0 499.0 499.0 498.0 502.0 499.0 499.0 502.0 503.0 500.0 500.0 502.0 501.0 498.0 499.0 498.0 497.0 500.0</p>	<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>Calcula X-Bar Chart Rango (R)</p>	<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>X-Bar Chart Rango (R) Teoría</p>
<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>X-Bar Chart Rango (R) Teoría</p> <p>Mean (x-Bar) Charts</p> <p>Se utilizan para monitorizar los cambios de la media en un proceso. Para construir una gráfica de control de la media tomamos múltiples muestras y calculamos sus medias. Normalmente se hacen 4 o 5 observaciones por muestra. Cada muestra tendrá su propia media. La línea central (CL) de la gráfica se calcula como la media de las Control Estadístico Pr muestras, donde K es el número de muestras.</p> $\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_K}{K}$ <p>Para calcular los límites superior e inferior de las gráficas, utilizamos las siguientes fórmulas:</p> <p>Límite de Control Superior (UCL) = $\bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$ Límite de Control Inferior (LCL) = $\bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$</p> <p>Donde</p>		<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>Teoría</p> <p>Media proceso: 377.2 Desv. estándar: 16.9 Número de observaciones: 3.0 Media de procesos: 16.8 Cp: 0.933333 Cpk: 0.933333</p>	<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>Gráfica de Control de Variables. Características que pueden medirse y tienen valores continuos, como son longitud, peso, volumen o temperatura.</p> <p>Gráfica de Control de Atributos. Características que se pueden contar o tienen valores discretos. A menudo pueden ser evaluadas con decisiones simples: si/no, aceptado/rechazado, como el número de galletas rotas en una caja o el número de colonias en una placa Petri.</p> <p>Capacidad del Proceso. La capacidad de un proceso de producción para cumplir o exceder las especificaciones preestablecidas.</p> <p>¿Qué es el Control Estadístico de Procesos? en un proceso de...</p>
<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>Calcula X-Bar Chart Rango (R) Chart Teoría</p> <p>Muestra 1 E1</p> <p>Número de observaciones: 4</p> <p>Gráfica de Control de Variables.</p> <p>Editar o Borrar Datos</p> <p>2.0 6.0 5.0 3.0</p> <p>Cancelar Borrar Ok</p> <p>Plano 1 2 ABC 3 DEF Español 4 GHI 5 JKL 6 MNO N 7 PQRS 8 TUV 9 WXYZ 0 #</p>	<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>Calcula X-Bar Chart Rango (R) Chart Teoría</p>	<p>Control Estadístico de Procesos</p> <p>Calcula X-Bar Chart Rango (R) Chart Teoría</p> <p>Mean (x-Bar) Charts</p> <p>Se utilizan para monitorizar los cambios de la media en un proceso. Para construir una gráfica de control de la media tomamos múltiples muestras y calculamos sus medias. Normalmente se hacen 4 o 5 observaciones por muestra. Cada muestra tendrá su propia media. La línea central (CL) de la gráfica se calcula como la media de las K medias de las muestras, donde K es el número de muestras.</p> $\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_K}{K}$ <p>Para calcular los límites superior e inferior de las gráficas, utilizamos las siguientes fórmulas:</p> <p>Límite de Control Superior (UCL) = $\bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$ Límite de Control Inferior (LCL) = $\bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$</p> <p>Donde</p> <p>$\bar{\bar{x}}$ = promedio de las medias de las muestras \bar{R} = promedio de los rangos de las muestras A_2 = factor que se obtiene de la Tabla 1.</p> <p>Rango (R) Charts</p> <p>Las gráficas de control del Rango monitorizan la dispersión o la variabilidad de un proceso. La línea central del gráfico de control es el rango medio, para calcular el límite superior y el límite inferior usamos las siguientes fórmulas:</p> <p>CL = \bar{R} UCL = $D_4 \bar{R}$ LCL = $D_3 \bar{R}$</p> <p>Donde D_4 y D_3 se obtienen de la Tabla 1.</p>	<p>Fernando Haro</p> <p>Challenge accepted.</p>