

**CAPACIDAD REAL DE PROCESO DE LA CARACTERÍSTICA PESO EN EL  
PRODUCTO 500 GRAMOS EN UN MOLINO DE ARROZ**

**NELSON CORREDOR SANCHEZ**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES**

**FACULTAD DE ESTADÍSTICA APLICADA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS**

**BOGOTA D.C.**

**2015**

**CAPACIDAD REAL DE PROCESO DE LA CARACTERÍSTICA PESO EN EL  
PRODUCTO 500 GRAMOS EN UN MOLINO DE ARROZ**

**NELSON CORREDOR SANCHEZ**

**Director**

**CECY ALEXANDRA PENAGOS ESPINOSA**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES**

**FACULTAD DE ESTADÍSTICA APLICADA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS**

**BOGOTA D.C.**

**2015**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bogotá D.C, Agosto de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy gracias a Dios por darme la sabiduría y fortaleza necesaria para alcanzar este gran objetivo, a mi familia por el apoyo y comprensión, al programa de la especialización en estadística aplicada de la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente y a la doctora CECY ALEXANDRA PENAGOS ESPINOSA; asesora de este proyecto por su valiosa orientación.

Especial agradecimiento al doctor Héctor Rene Álvarez Laverde BB- PhD por los aportes a este proyecto.

## CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1. MARCO TEÓRICO.....	17
1.1. ÍNDICE DE CAPACIDAD PARA PROCESO CON DOBLE ESPECIFICACIÓN.....	17
1.2. ÍNDICES CPI, CPS Y CPK .....	17
1.3. CÁLCULO DE PROBABILIDADES.....	18
1.4. VERIFICACIÓN DE NORMALIDAD.....	19
2. METODOLOGÍA .....	20
3. RESULTADOS.....	22
3.1. PROCESO DE EMPAQUE .....	22
3.2. ESTRATIFICACION .....	28
3.3. TÉRMINOS ECONÓMICOS .....	32
4. CONCLUSIONES .....	33
5. RECOMENDACIONES .....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS .....	36

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Máquina Tecnopack .....	22
Figura 2. Caracterización.....	23

## LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Prueba de normalidad Ryan - Joiner .....	24
Gráfica 2. Prueba de normalidad Anderson- Darling.....	25
Gráfica 3. Prueba de normalidad Kolmogorov - Smirnov .....	26
Gráfica 4. Análisis de capacidad de proceso .....	27
Gráfica 5 Capacidad de proceso maquina 5 .....	28

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Impacto económico.....	32



## LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Capacidad de proceso potencial .....	17
Ecuación 2. Capacidad de proceso superior e inferior .....	17
Ecuación 3. Capacidad de proceso real.....	18
Ecuación 4. Estandarización de una variable.....	18
Ecuación 5. Variable estandarizada Z.....	18
Ecuación 6. Tamaño de la muestra .....	20

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A Muestra piloto .....	36
ANEXO B Muestreo aleatorio simple .....	37

## GLOSARIO

**Capacidad:** aptitud de una organización, sistema o proceso para realizar un producto que cumple los requisitos para ese producto.

**Característica:** rasgo diferenciador.

**Característica de calidad:** característica inherente de un producto, proceso o sistema relacionada con un requisito.

**Contenido nominal:** la cantidad de producto en un preempacado declarado en el rotulado por el emparador.

**Proceso:** es el conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

**Producto:** es el resultado de un proceso.

**Producto no conforme:** producto que no cumple con un requisito especificado o que no cumple con el valor esperado.

**Reempaque:** bolsa de polietileno de baja densidad que se utiliza de empaque secundario, su función es resguardar las unidades primarias.

**Requisitos:** expresión en el contenido de un documento formulando los criterios a cumplir a fin de declarar la conformidad con el documento, y para los que no se permite ninguna desviación.

## **RESUMEN**

En el presente estudio se realiza la medición de la capacidad real de proceso de la característica peso en el producto 500 gramos en un molino de arroz. Los datos se obtuvieron aplicando un plan de muestreo de acuerdo a la producción de las cuatro máquinas de empaque. Se determinó la habilidad que tiene este proceso de cumplir con las especificaciones, mediante el análisis de los índices de capacidad real de (CP), capacidad de proceso superior (CPS), capacidad de proceso inferior (CPI), capacidad de proceso real (CPK) y porcentaje (%) de producto no conforme (PNC). El estudio muestra en términos económicos el impacto que genera el escenario actual y por último se muestra información estadística de cada máquina para evidenciar tendencias que pueden estar generando ruido y variaciones en el proceso de empaque.

## INTRODUCCIÓN

El contenido de los productos empacados debe cumplir con unos requisitos mínimos exigidos por la normatividad legal colombiana. El incumplimiento acarrea grandes sanciones económicas que pueden amenazar la estabilidad de cualquier empresa.

El peso es una de las características de calidad más importantes en un producto de consumo masivo. El empaacar cantidades por debajo o por encima del valor nominal trae grandes inconvenientes, además del mencionado, puede afectar también la imagen de la marca y en ocasiones crear escenarios en donde las operaciones son ineficientes en términos de costos.

Por tal motivo es importante conocer la situación real del contenido de un producto; para ello se debe medir y evaluar de manera técnica esta variable.

Existen métodos estadísticos que permiten cumplir con este propósito, son herramientas que nacieron a mediados del siglo XIX, en esencia identifican las variaciones que se dan en un proceso, debido a su naturaleza, es decir por la utilización de materias primas de diferentes proveedores, las habilidades de los operarios, por las condiciones de funcionamiento de los equipos y demás factores que intervienen.

Para que las variaciones sean aceptables, deben estar dentro de un rango establecido por una especificación. Esta se define por una norma técnica, por decisión del cliente o por necesidad del propio proceso.

Para conocer el grado de cumplimiento de una característica de calidad respecto a su especificación, se debe calcular su índice de capacidad de proceso potencial (CP), este indicador compara el ancho de las especificaciones o la variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real de éste, representada por su desviación estándar; de igual forma se deben calcular los índices de capacidad inferior (CPI), Capacidad de proceso superior (CPS), Capacidad de Proceso real (CPK). Estos últimos índices tienen en cuenta el concepto de centrado del proceso, como complemento a estos índices se debe determinar el porcentaje probable de producto que no cumple con las especificaciones. (%PNC)

El presente estudio busca medir la capacidad que tiene el proceso de empaque de un molino de arroz, de cumplir con las especificaciones establecida para la característica peso del producto de 500 gramos, aplicando el concepto estadístico de capacidad de proceso y producto no conforme, con ellos se pretende proporcionar información técnica para que la empresa dimensione la situación actual y emprenda actividades de mejora.

Para cumplir con el objetivo del presente trabajo, se planificó la recolección de los datos aplicando técnicas de muestreo y garantizando la aleatorización de los mismos.

Posteriormente se calculó los índices de capacidad de proceso potencial (CP), capacidad de proceso superior (CPS), capacidad de proceso inferior (CPI),

capacidad de proceso real (CPK) y el porcentaje de producto no conforme (% PNC).

Se definió el grado en que la producción real del proceso de empaque del molino de arroz es capaz de cumplir con la característica de calidad peso. También se determinó el porcentaje probable de producto que presentan pesos por fuera de los parámetros establecidos. Finalmente se cuantificó en términos económicos el impacto que genera la actual situación en cuanto al incumplimiento de la característica peso del producto analizado.

Los cálculos y análisis se desarrollaron en el software estadístico Minitab 16.

## JUSTIFICACIÓN

La variación en los procesos es una condición permanente en las operaciones de manufactura, su exceso genera impacto negativo en términos de costos, reproceso, desperdicios y en ocasiones afecta directamente la percepción del cliente.

Mantener las variaciones naturales del proceso dentro de los límites establecidos en las especificaciones, es una labor que se debe realizar continuamente si se quiere lograr niveles de eficiencia que genere capacidad competitiva.

Los sistemas de llenado de producto terminado en la industria del arroz han demostrado tener variaciones significativas lo que ocasiona sobre costos y mala calidad del producto. (Nelson, 2015).

Para el caso del peso, la empresa estableció que la especificación para la presentación de libra fuera de  $502 \pm 2$  gramos. Se tuvo en cuenta el impacto negativo que se genera en el consumidor si encuentra unidades por debajo de lo referenciado en el rótulo del empaque. También se ponderó el aumento de los costos unitario del producto si se empaqa mayor cantidad. La norma que regula este aspecto en Colombia, define tolerancia de mayor rango, para este caso la especificaciones es de 485 gramos - 500 gramos. (Superintendencia de Industria y Comercio, 2013).

Sin embargo, producir unidades que excedan su contenido nominal hace que se incremente el costo de la materia prima, sin que tenga un impacto favorable en el consumidor, quien no percibe esta cantidad adicional.

De igual forma se puede empaacar producto con cantidades que no alcanzan el peso registrado como contenido real, afectando notoriamente la satisfacción del cliente. Aunque éste en la mayoría de los casos no se percata de tal situación, no obstante esta desviación va en contra de toda política de la empresa que se ha caracterizado por el cumplimiento de la normatividad. Además, esto puede generar espacios para potenciales demandas que afectaría financieramente y crea una imagen negativa y distorsionada de la empresa.

Para iniciar proyectos de mejora se debe tener como punto de partida mediciones confiables y diagnósticos acertados. Las técnicas estadísticas utilizadas para determinar capacidad de proceso de la característica peso del producto de 500 gramos, permiten tener información real de la situación actual y sirve de referente para desarrollar este tipo de proyectos.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Con el propósito de suministrar información técnica sobre el cumplimiento de especificaciones en el proceso de empaque, se genera la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la capacidad real de proceso de la característica peso en el producto tradicional 500 gramos en un molino de arroz?



## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. ÍNDICE DE CAPACIDAD PARA PROCESO CON DOBLE ESPECIFICACIÓN

Los procesos tienen variables de salida o de respuestas, las cuales deben cumplir con ciertas especificaciones a fin de considerar que el proceso está funcionando de manera satisfactoria. Evaluar la habilidad o capacidad de un proceso consiste en conocer la amplitud de la variación natural de éste para una característica de calidad dada, lo cual permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria. (Cumple especificaciones) (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009)

Existen métodos estadísticos que permiten medir el grado de cumplimiento de una especificación. El índice de capacidad potencial del proceso  $C_p$  compara el ancho de las especificaciones o la variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real de éste, representada por su desviación estándar.

Se dice que 6 desviaciones estándar es la variación real, debido a las propiedades de la distribución normal, en donde se afirma que entre  $\mu \pm 3\sigma$  se encuentra el 99.73% de los valores de una variable con distribución normal. Incluso si no hay normalidad.

Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con especificaciones, se requiere que la variación real siempre sea menor que la variación tolerada. De aquí que lo deseable es que el indicador  $C_p$  sea mayor que 1.

**Ecuación 1.** Capacidad de proceso potencial

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

**Fuente:** Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009.

### 1.2. ÍNDICES CPI, CPS Y CPK

Para considerar el centrado del proceso respecto a las especificaciones se debe obtener indicadores de capacidad como son los CPI, CPS y CPK.

**Ecuación 2.** Capacidad de proceso superior e inferior

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} \quad Y \quad C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$$

**Fuente:** Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009.

Estos índices (CPI, CPS) toman en cuenta la media del proceso, al calcular la distancia de la media del proceso a una de las especificaciones, ésta distancia representa la variación tolerada para el proceso de un solo lado de la media.

**Ecuación 3.** Capacidad de proceso real

$$Cpk = \text{Minimo} \frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma}$$

**Fuente:** Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009.

Por su parte el índice Cpk que se conoce como índice de capacidad real del proceso, es considerado una versión corregida del Cp, que si toma en cuenta el centrado del proceso.

La variable en estudio (peso) es de tipo cuantitativa continua, se asume que los datos están distribuidos normalmente para efectos del cálculo del porcentaje de producto no conforme (cálculo de probabilidades).

### 1.3. CÁLCULO DE PROBABILIDADES

Si una variable X se distribuye normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ , y se quiere encontrar la probabilidad de que esta variable tome valores entre dos números cualesquiera, a y b por ejemplo, entonces lo que se tiene que hacer es calcular el área bajo la curva entre a y b y esto se realiza mediante métodos numéricos, ya que la integral de la función de distribución no tiene solución analítica. Cuando es una distribución normal con parámetros  $\mu=0$  y  $\sigma^2=1$ , entonces a la distribución se le conoce como distribución normal estándar (N (0,1)).

Estandarizar una variable es fácil, puesto que si X tiene una distribución normal con  $E(X) = \mu$  y  $V(X) = \sigma^2$ , entonces la variable (estandarizada) Se distribuye de manera normal estándar

**Ecuación 4.** Estandarización de una variable

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

**Fuente:** Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009.

Las ventajas de estandarizar es que cualquier probabilidad de interés por ejemplo  $P(X \leq x)$ , se puede escribir en términos de la variable estandarizada Z como:

**Ecuación 5.** Variable estandarizada Z

$$P(X \leq x) = P\left(\frac{X - \mu}{\sigma} \leq \frac{x - \mu}{\sigma}\right) = P(Z \leq z)$$

**Fuente:** Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009.

Para lo cual basta tener una tabla para la distribución normal estándar y con base en ella es posible calcular cualquier probabilidad usando la distribución normal. También se puede utilizar la hoja de cálculo de Excel para calcular las probabilidades con la distribución normal.

## 1.4. VERIFICACIÓN DE NORMALIDAD

Un supuesto en muchos procedimientos es que ciertos datos proceden de una distribución normal. Existen muchas pruebas para verificar la normalidad, entre las que se encuentra las siguientes: Ji cuadrada para bondad de ajuste, Kolmogorov, Shapiro-Wilks y Anderson - Darling. Casi cualquier sistema computacional estadístico incluye una o varias de estas pruebas. En el minitab 16 se aplica las pruebas de Anderson – Darling, Ryan – Joiner y Kolmogorov – Smirnov.

**1.4.1. Prueba de normalidad de Anderson – Darling:** Esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica de los datos de su muestra con la distribución esperada si los datos son normales. Si esta diferencia observada es suficientemente grande, la prueba rechazará la hipótesis nula de normalidad en la población.

**1.4.2. Prueba de normalidad de Ryan – Joiner:** Esta prueba evalúa la normalidad calculando la correlación entre sus datos y las puntuaciones normales de sus datos. Si el coeficiente de correlación se encuentra cerca de 1, es probable que la población sea normal. La estadística de Ryan-Joiner evalúa la solidez de esta correlación; si se encuentra por debajo del valor crítico apropiado, usted rechazará la hipótesis nula de normalidad en la población. Esta prueba es similar a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

**1.4.3. Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov:** Esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica de los datos de su muestra con la distribución esperada si los datos son normales. Si esta diferencia observada es suficientemente grande, la prueba rechazará la hipótesis nula de normalidad en la población.

Si el valor p de esta prueba es menor que su nivel  $\alpha$  elegido, usted puede rechazar su hipótesis nula y concluir que la población es no normal.

## 2. METODOLOGÍA

Se inició el proyecto con la caracterización del proceso de empaque, se seleccionó una muestra de 586 libras de arroz. Las mediciones se realizaron en una balanza electrónica marca OHAUS, Modelo CT600L, Serie CK 05857, Identificación FC.CA-1003 Intervalos de medición 2 g a 600 g, división de escala 0.1 g, fecha de calibración 2014-09-17. Número de certificado 14279 ZC.

El plan de muestreo se elaboró teniendo como premisa el supuesto de homogeneidad de los datos. Son cuatro (4) máquinas de empaque marca Tecnopack que trabajan en condiciones similares. El tipo de muestreo es el aleatorio simple. "un diseño de muestreo se dice aleatorio simple si todas las posibles muestras de tamaño  $n$  tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas" (Gutierrez, 2009).

Para hallar el tamaño de la muestra se consideró la producción diaria de las maquinas. Su nomenclatura inicia desde el número cinco (5) hasta el número ocho (8), la capacidad de producción de cada máquina es de 60 unidades por minuto. Se trabajan dos turnos, cada uno de 8 horas; la producción diaria estimada por las cuatro maquina es de 230400 unidades.

La desviación estándar se calculó mediante una muestra piloto de 200 unidades extraídas aleatoriamente de la producción en condiciones normales durante un día. (Véase el anexo A) Se estimó un error máximo de 0.2 gramos con una confiabilidad del 95%.

$N = 230400$  unidades

$\sigma = 2.47$  gramos

$B = 0.2$  gramos

$K = 1.96$

**Ecuación 6.** Tamaño de la muestra

$$n = \frac{Ns^2}{(N-1)\left(\frac{B^2}{k^2}\right) + s^2}$$

**Fuente:** Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009.

$n = 584$  unidades

Las unidades se recolectaron en un día de trabajo. Cada hora se seleccionaron aleatoriamente 36 libras, nueve unidades por cada máquina, iniciando a las 06:00 am y finalizando a las 10:00 pm. En la última recolección se tomaron ocho muestras, dos por cada máquina para completar las 584 unidades. (Véase el anexo B).

Una vez obtenida esta información se procedió a calcular los índices de capacidad y de producto no conforme aplicando las propiedades de la distribución normal. Se estratificó el estudio mediante el análisis de cada máquina, para determinar el comportamiento individual.

Se estableció el grado en que la producción real del proceso es capaz de cumplir con la característica de calidad en estudio.

Finalmente se analizó la situación actual del producto respecto al peso y su impacto en la organización en términos económicos. Para cumplir con este propósito fue necesario proyectar una condición de producción en la que la probabilidad de encontrar producto por debajo de 500 gramos fuera cercana a cero, con ello se garantizaría cumplir con el peso mínimo registrado en el contenido nominal. Para lograr este nuevo escenario se aumentó teóricamente la media del proceso actual, manteniendo la misma dispersión, esto se logra en la práctica, modificando mecánicamente el sistema de dosificado de las maquinas; se calcularon los valores que la variable podría tomar al incrementar el peso de las libras y los sobrecostos que incurriría la empresa teniendo en cuenta la cantidad de arroz que se empacaría por encima de lo establecido.

La estimación puntual anterior se hizo aplicando las propiedades de la distribución normal y con base en las producciones diarias y los precios del arroz a Enero de 2015.

La empresa en la que se desarrolló el trabajo de investigación, cuenta con la licencia de Minitab 16, por tal razón y por sus bondades en temas de control de calidad, los cálculos y análisis estadístico se hicieron en este software.

El programa estadístico Minitab 16 no cuenta con la prueba shapiro- willk, para la prueba de normalidad, pero cuenta con una similar, la de Ryan-Joiner; para contrarrestar esta condición, también se realizará las pruebas de Anderson-Darling, y kolmogorov - smirnov.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. PROCESO DE EMPAQUE

El molino de arroz referenciado en el presente estudio, empaqa sus productos en distintas presentaciones, 250 gramos, 1000 gramos, 3000 gramos, 5000 gramos y 10000 gramos. La más representativa es la de 500 gramos, constituye el 90 % de la producción. Para obtener la presentación de 500 gramos se debe realizar múltiples operaciones.

Se inicia llenando las tolvas con arroz blanco, proveniente del proceso de trilla. Posteriormente el arroz pasa directamente al sistema de dosificado de la máquina por gravedad a través de un ducto, este sistema está compuesto por 8 moldes (vasos) dispuestos sobre un disco giratorio. El arroz va cayendo en los moldes conforme el disco gira y a la vez desplaza la carga hasta el orificio del tubo formador de la máquina. Este está cubierto por una lámina de polietileno que se desplazada mientras cae el arroz. Las mordazas verticales y horizontales sellan las bolsas con el contenido. Las bolsas con arroz caen a una pequeña banda transportadora para ser llevadas rápidamente donde una operaria quien ubica 25 unidades en una bolsa de reempaque. El paquete es puesto sobre otra banda transportadora, los paquetes se desplazan hasta una máquina para ser sellados. Una operaria recibe la bolsa y la transporta en una carretilla hasta la zona de producto terminado. (Nelson, 2015)

El proceso de empaque cuenta con cuatro máquinas (maquinas 5, 6, 7 y 8) con capacidad cada una de empaacar 3600 unidades por hora.

Figura 1. Máquina Tecnopack

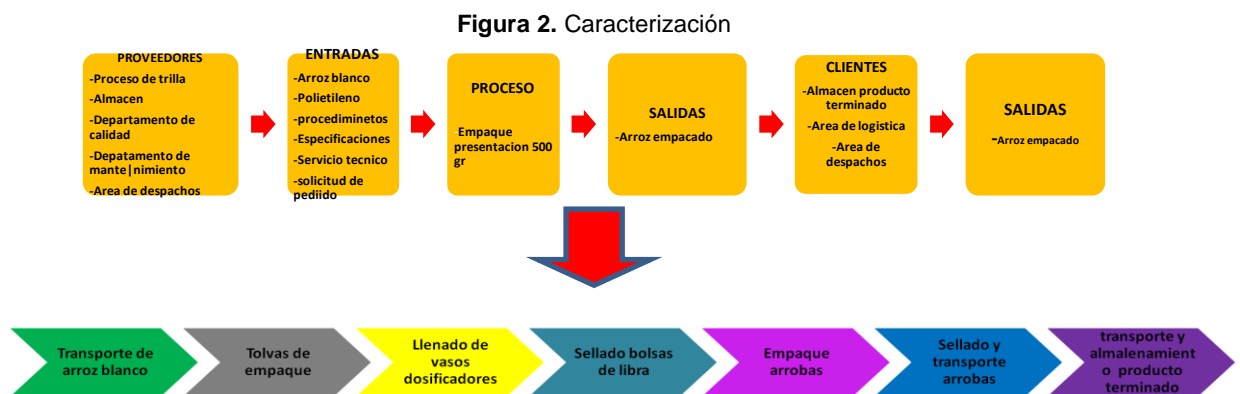


Fuente: MOLINO DE ARROZ ,2015. Máquina de empaque

La planta de producción regularmente labora durante todo el año en dos turnos de 8 horas cada uno durante 6 días a la semana. (Lunes a Sábado). (Nelson, 2015). La calidad del arroz se sustenta en varias características, una de ellas es el peso, representa el contenido real del producto.

Para la presentación de 500 gramos, la empresa ha definido una especificación de 502 gramos  $\pm$  2 gramos, lo que significa que cada unidad empacada debe tener un peso dentro de este rango, de lo contrario es considerado producto no conforme.

Para contextualizar el presente estudio y para identificar las potenciales fuentes generadoras de ruido, que pudieran incidir en un eventual incumplimiento de la variable peso, se caracterizó el proceso de empaque, identificando claramente sus principales componentes.



Fuente: MOLINO DE ARROZ ,2015. Proceso de empaque

Como lo muestra la figura 2, en proceso de empaque intervienen muchos factores que pueden generar variación y que amenazan permanentemente la calidad del producto.

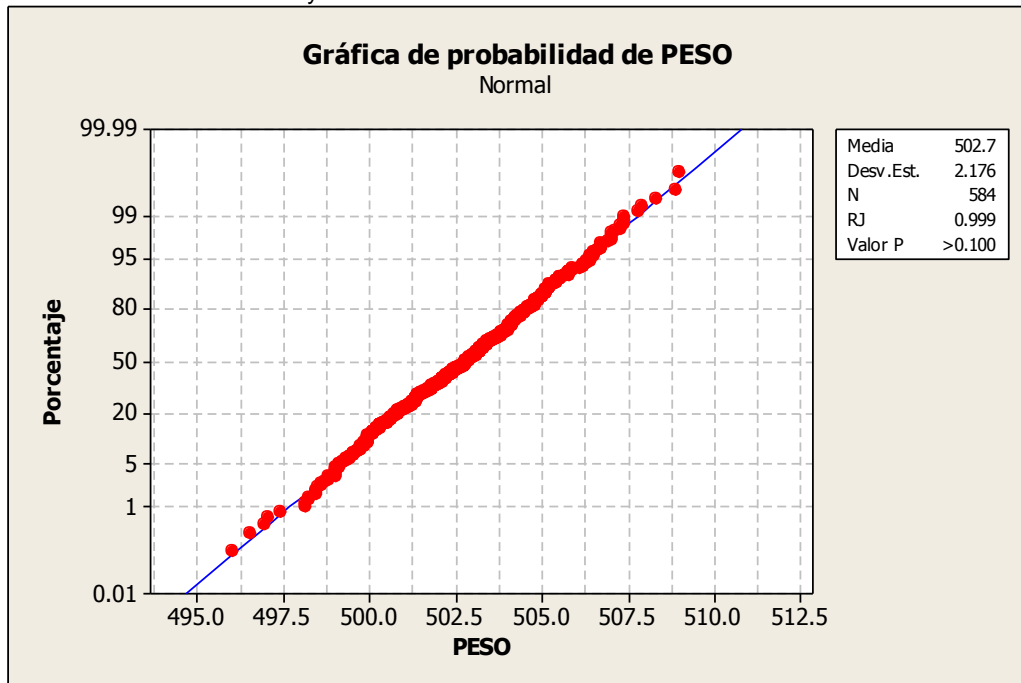
Se identifica a los proveedores, quienes suministran productos y servicios para ser transformados. El principal elemento de entrada es el arroz que proviene del proceso de trilla. Este debe cumplir con unas características específicas para garantizar un buen desempeño en cuanto a la variable peso. También aparecen las actividades que generan valor y que convierten las entradas en producto terminado. Allí es sumamente importante el soporte técnico, factor relevante en el buen funcionamiento de las máquinas, equipos y en la disminución de la variación ocasionada por el sistema dosificador. Por último están los clientes, son los que reciben la producción del proceso de empaque.

## PRUEBA DE NORMALIDAD

La característica peso en las libras de arroz, es una variable aleatoria continua, sigue una distribución de tipo normal. Para aceptar este supuesto, se realizaron tres pruebas de normalidad a los datos de la muestra. El programa estadístico Minitab 16 cuenta con la prueba de Ryan-Joiner, la de Anderson-Darling, y la de Kolmogorov – Smirnov.

Los resultados de esta evaluación se muestran en las gráficas 1, 2 y 3.

Gráfica 1. Prueba de normalidad Ryan - Joiner



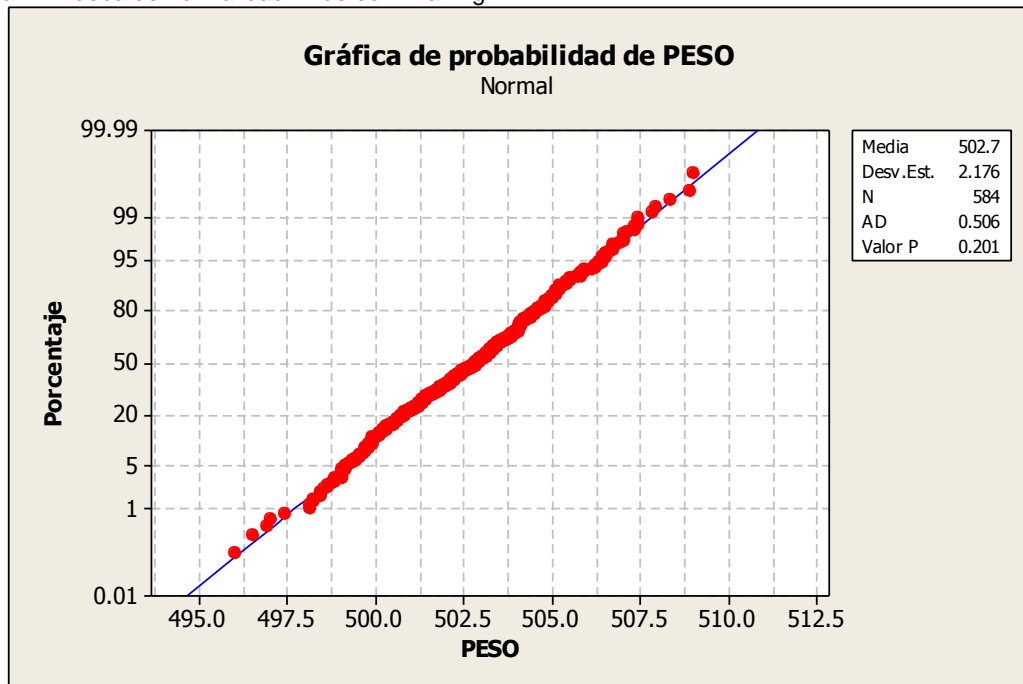
Fuente: MOLINO DE ARROZ, 2015. Pesos de 584 libras

Con un intervalo de confianza del 95%, la prueba Ryan-Joiner arroja que con un p valor igual a 0.100 se acepta la hipótesis nula. Los pesos de las libras en el proceso de empaque se distribuyen normalmente.

Esta afirmación se valida con la gráfica, en ella se observa el comportamiento de cada dato con respecto a la línea azul, que representa la distribución normal.



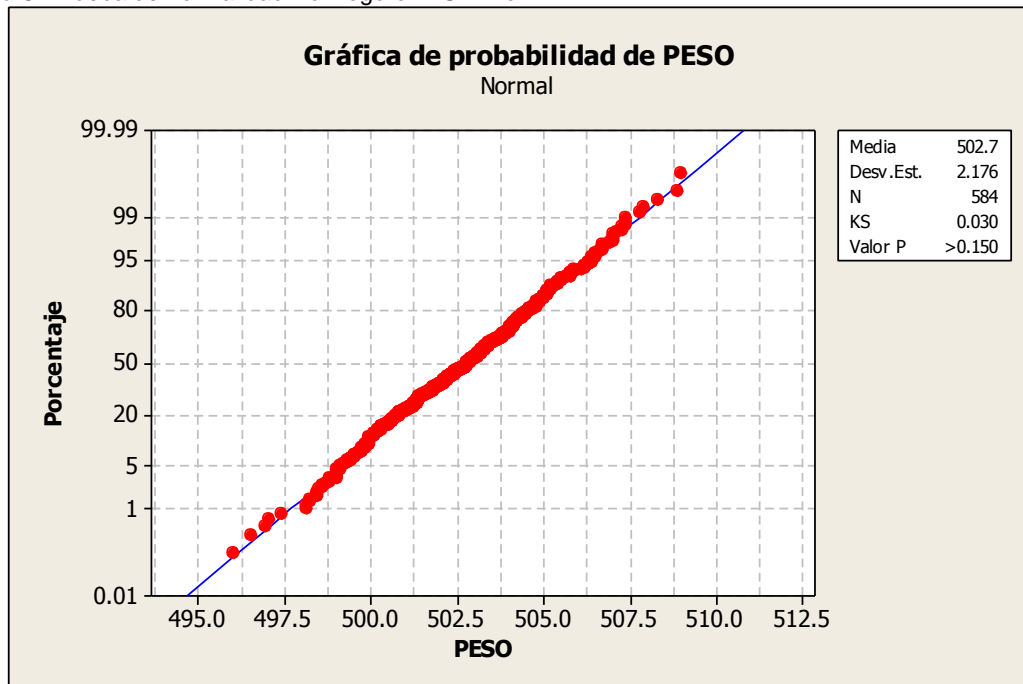
Gráfica 2. Prueba de normalidad Anderson- Darling



Fuente: MOLINO DE ARROZ, 2015. Pesos de 584 libras

Al igual que la prueba anterior, la de Anderson- Darling ratifica que los datos analizados se distribuyen de forma normal, la gráfica de normalidad lo muestra claramente. Con un intervalo de confianza del 95%, el p valor es igual a 0.201, lo que lleva a aceptar la hipótesis nula.

**Gráfica 3.** Prueba de normalidad Kolmogorov - Smirnov



Fuente: MOLINO DE ARROZ, 2015. Pesos de 584 libras

Con la tercera prueba de normalidad, la de Kolmogorov - Smirnov, se puede apreciar, que efectivamente los 584 pesos se ajustan a una distribución normal, la gráfica y el p valor validan este supuesto ( $p$  valor = 0.150), con un intervalo de confianza del 95%.

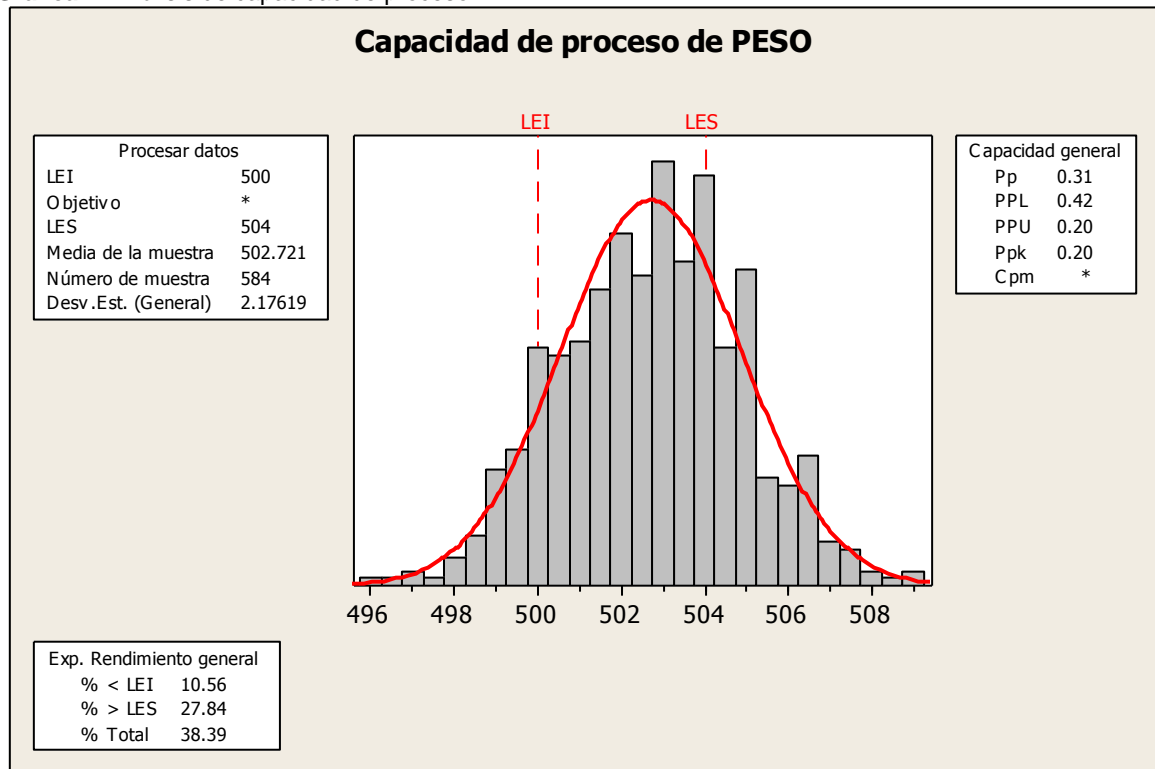
Sin embargo para los estudios de capacidad de proceso no es una condición que los datos sigan una distribución normal. " $6\sigma$  (seis veces la desviación estándar) es la variación real, debido a las propiedades de la distribución normal, en donde se afirma que entre  $\mu \pm 3\sigma$  se encuentra el 99,7% de los valores de una variable con distribución normal, incluso si no hay normalidad, en  $\mu \pm 3\sigma$  se encuentra un gran porcentaje de la distribución debido a la desigualdad de Chebyshev y a la regla empírica" (Gutierrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009).

El molino de arroz define las especificaciones para las variables que representan las características del producto y del proceso, fundamentado en normas técnicas, naturaleza del proceso y por las exigencias del cliente.

Para el caso del peso, se estableció que la especificación para la presentación de libra fuera de  $502 \pm 2$  gramos.

El cálculo de los índices de la capacidad de proceso y del producto no conforme se realizaron con la ayuda del software estadístico Minitab 16, los resultados se muestran en la gráfica 4.

**Gráfica 4.** Análisis de capacidad de proceso



**Fuente:** MOLINO DE ARROZ, 2015. Pesos de 584 libras.

Las unidades analizadas fueron 584 que corresponden al total de la muestra establecida. El resultado muestra que la amplitud del proceso es mayor respecto a la amplitud de las especificaciones, las líneas rojas indican la dispersión teórica permitida por el proceso, el sistema de llenado del molino de arroz presenta poca habilidad para cumplir con los parámetros establecidos. Su capacidad potencial (0.310) refleja el grado de dispersión de sus datos, está muy lejos del 1.33 que se sugiere para este tipo de indicador. La media de la muestra (502.72 gramos) indica que el proceso está descentrado hacia el lado derecho, pues la media teórica del proceso es de 502 gramos. Este hecho lo ratifica el valor arrojado por la capacidad superior y la real (0.20). El porcentaje probable de producto no conforme, es decir aquel que está por fuera de las especificaciones es del 38.39%, el 10,56 % de las libras tendrían peso por debajo de 500 gramos y el 27.84 % presentarían contenido por encima de 504 gramos. Tan solo el 61.61% de la producción cumple con el peso deseado.

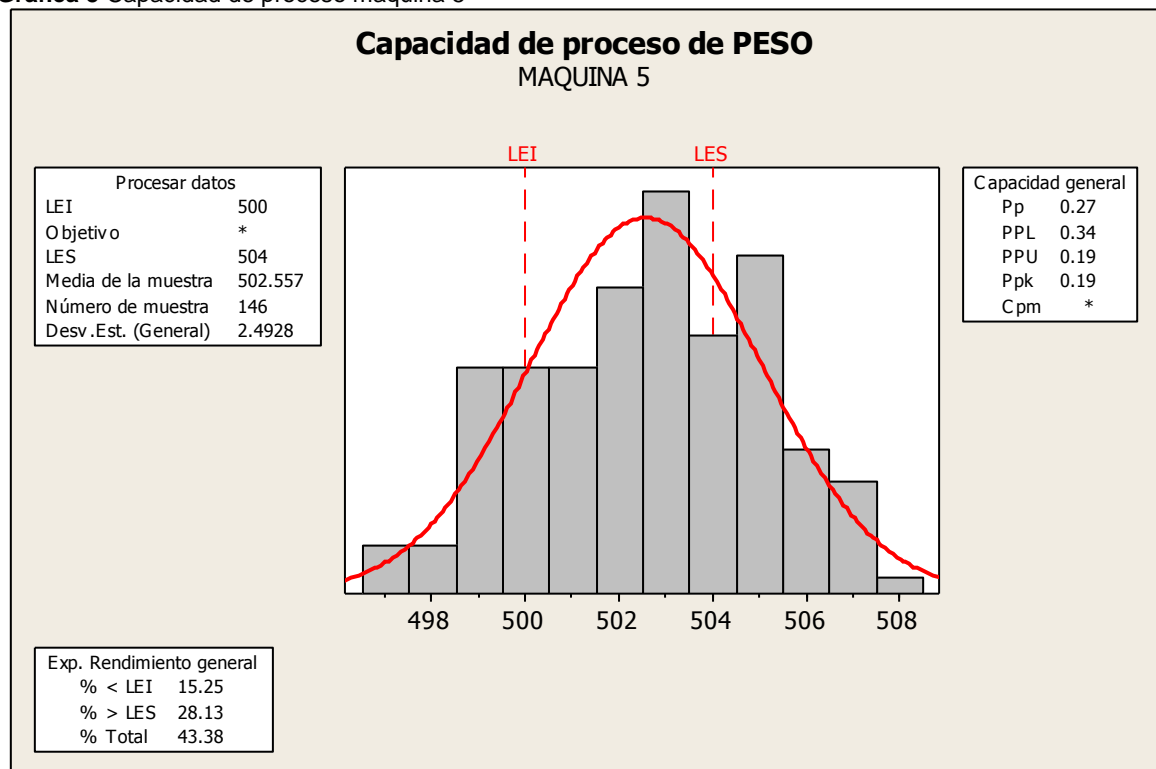
Los resultados evidencian grandes problemas en el cumplimiento de la característica peso, generando una gran cantidad de producto con mayor y menor contenido de arroz al estipulado. La empresa debe adelantar de inmediato proyectos de mejora si desea lograr los objetivos trazados. Para ello es necesario conocer de manera más detallada las posibles fuentes de la variación. La estratificación de la información facilita la interpretación de los hechos, da una

orientación clara sobre las causas reales y suministra herramientas para tomar decisiones acertadas.

### 3.2. ESTRATIFICACION

Se analiza el comportamiento individual de las máquinas, con esto se pretende identificar el grado de incidencia de cada una de ellas en la falta de capacidad de cumplir especificaciones del proceso de empaque respecto a la característica peso. Los resultados se muestran en las gráficas 5, 6, 7 y 8.

**Gráfica 5** Capacidad de proceso maquina 5

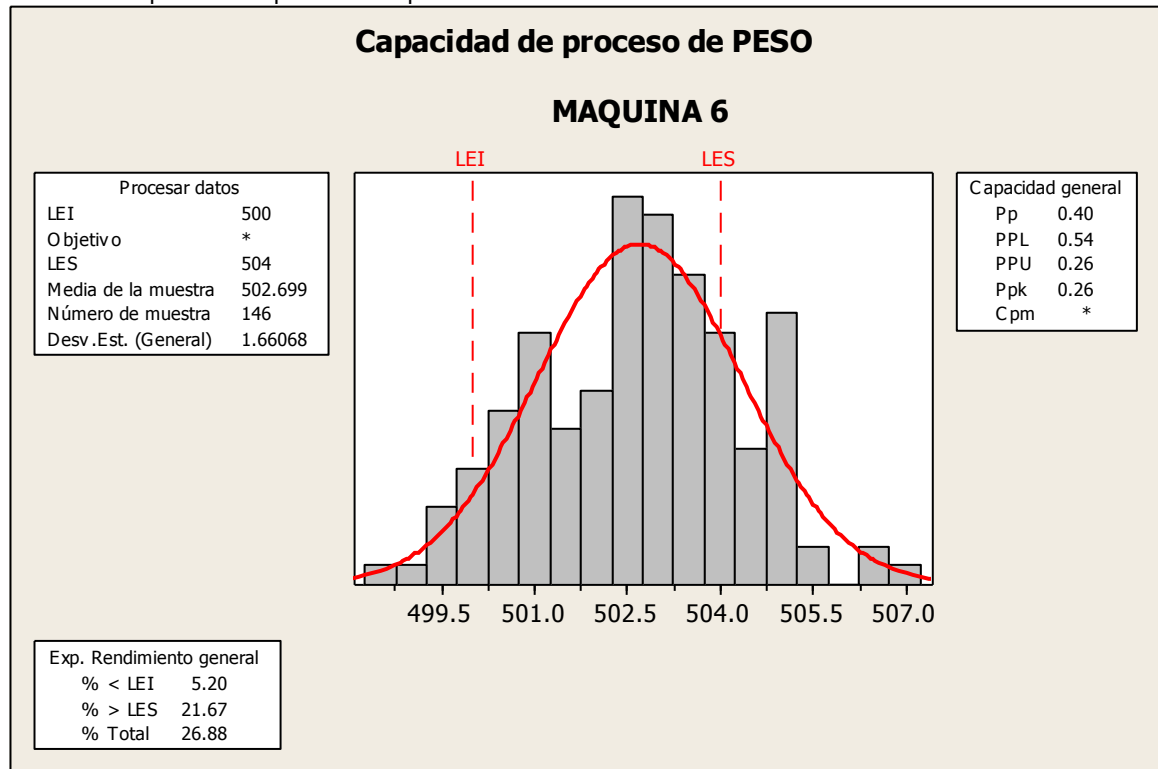


**Fuente:** MOLINO DE ARROZ, 2015. Pesos de 584 libras.

En la gráfica 5 se observa que la amplitud del proceso de la maquina 5 es muy superior a la amplitud de las especificaciones. Las líneas rojas que representan las especificaciones dimensionan la situación. La producción de esta máquina tiene poca capacidad de proceso. Su índice de capacidad potencial (0.27) es muy inferior a lo esperado, también es inferior a la del proceso en general. La media de la muestra (502.557 gramos) indica que el peso de las libras que empaca esta máquina tienen un sesgo hacia el lado derecho de la distribución, este hecho lo ratifica el indice de capacidad superior con un 0.19 y también la cantidad de producto no conforme que excede el peso de 504 gramos (28.38%).

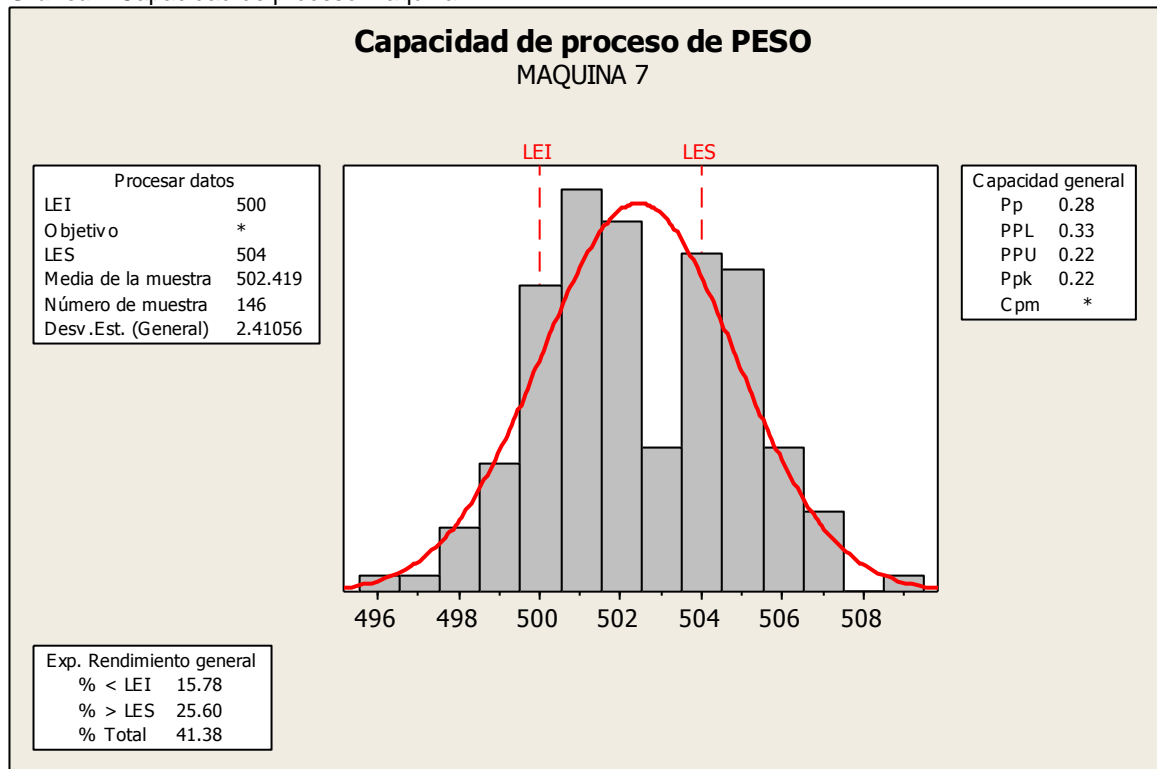
La máquina 5 está generando mayor producto no conforme que el proceso en general.

**Gráfica 6** Capacidad de proceso maquina 6



En la gráfica 6 se aprecia el incumplimiento de la especificación de la máquina 6, la amplitud del proceso es superior a la tolerancia. Esto hace que el índice de capacidad potencial sea de 0.40. El estudio de capacidad de esta máquina también nos muestra que la mayor cantidad de producto no conforme se encuentra por el lado superior de la especificaciones, la probabilidad de producir producto con peso por encima de 504 gramos es de 21.67%. No obstante del incumplimiento de especificaciones, se resalta que la producción de producto no conforme de esta máquina (26.88%) es menor que la del proceso (38.39%).

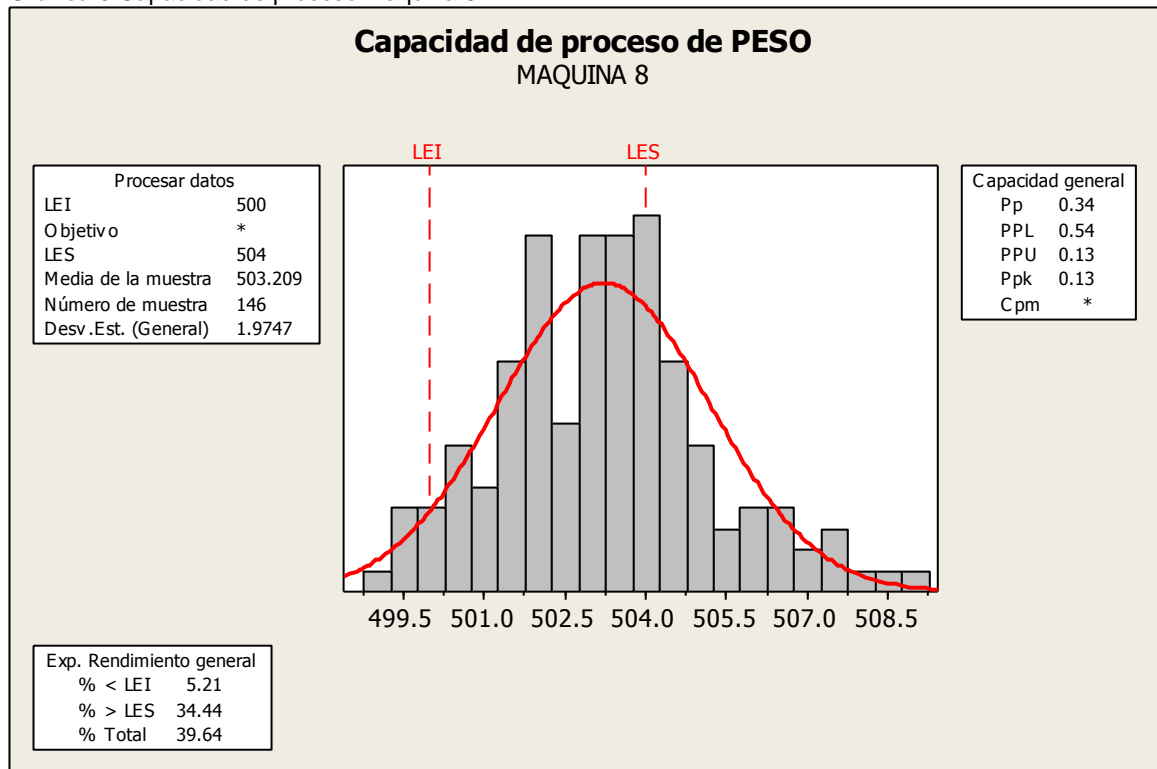
**Gráfica 7** Capacidad de proceso maquina 7



**Fuente:** MOLINO DE ARROZ, 2015. Pesos de 584 libras.

La gráfica 7 muestra claramente que la máquina 7 también es incapaz de cumplir con el peso establecido. Sus índices de capacidad y de producto no conforme son inferiores al del proceso en general. Presenta mayores problemas hacia el lado superior de la especificación.

**Gráfica 8** Capacidad de proceso maquina 8



**Fuente:** MOLINO DE ARROZ, 2015. Pesos de 584 libras.

Se observa en la gráfica 8 que la producción de la máquina 8 presenta un gran sesgo hacia el lado superior de la especificación. De igual forma se aprecia una significativa desviación del valor central con respecto a la media teórica, el 34.44% de las libras empacadas en esta máquina presentan pesos por encima a 504 gramos. El reflejo de esta situación es su índice de capacidad superior, el cual es el de menor valor entre las cuatro maquina estudiadas.

La máquina 8 es la que mayor cantidad de producto no conforme produce por encima de 504 gramos, con un 34.44% frente a un 28.13%, 21.67% y 25.60% de las máquinas 5, 6 y 7 respectivamente.

Otro aspecto que se aprecias en estas gráficas, es que las máquinas 5 y 7 son la de mayor producto con peso por debajo de 500 gramos con un 15.25% y 15.78% frente a un 5.20 % y 5.21% de las máquinas 6 y 8.

### 3.3. TÉRMINOS ECONÓMICOS

El estudio determinó que existen libras con peso por fuera de las especificaciones, generando impactos negativos para la empresa en términos de sobre costo y en la percepción del cliente.

La corrección inmediata implicaría que como mínimo se debe cumplir con el peso registrado en el contenido nominal (500 g). En este caso, si se hiciera esta corrección y teniendo en cuenta las tendencias de centramiento y dispersión actuales del proceso (promedio 502.72g y desviación estándar 2.17), se tendría que incurrir en sobre peso ya que se debe ajustar el sistema de dosificado, aumentando aproximadamente el promedio total a 507 gramos y así garantizaría un mínimo de producto por debajo de 500g (cercano a 0 %).

En este nuevo escenario se cumpliría con el límite inferior, pero la producción estaría en unos niveles de sobrepeso como lo muestra la tabla 1.

**Tabla 1** Impacto económico

	PROBABILIDAD	PROD/MENSUAL	GRAMOS DE MAS	\$ GRAMOS DE MAS
MENORES A 500g	0.06%	3000		
500g-504g	8.33%	416500		
504 g-505g	9.50%	475000	475000	\$ 1,330,000.00
505g-506g	14.39%	719500	1439000	\$ 4,029,200.00
506g-507g	17.70%	885000	2655000	\$ 7,434,000.00
507g-508g	17.71%	885500	3542000	\$ 9,917,600.00
508g-509g	14.39%	719500	3597500	\$ 10,073,000.00
509g-510g	9.50%	475000	2850000	\$ 7,980,000.00
510g-511g	5.10%	255000	1785000	\$ 4,998,000.00
511g-512g	2.22%	111000	888000	\$ 2,486,400.00
512g-513g	0.79%	39500	355500	\$ 995,400.00
513g-514g	0.23%	11500	115000	\$ 322,000.00
514g-515g	0.05%	2500	27500	\$ 77,000.00
515g-516g	0.01%	500	6000	\$ 16,800.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 49,659,400.00</b>

**Fuente:** Propia

Tan solo el 8.33% de la producción cumpliría con lo deseado, el resto de las libras tendrían un exceso de contenido, esto obligaría a la empresa a incurrir en un sobrecosto de \$ 2.8 por gramo adicional empacado, que de acuerdo con la producción proyectada (5000.000.000 libras/mensual) sería de \$49'000.000 /mensuales aproximadamente.

La estimación puntual anterior se hizo aplicando las propiedades de la distribución normal y con base en las producciones diarias y los precios del arroz a Enero de 2015.



#### 4. CONCLUSIONES

- En el presente trabajo se evaluó la capacidad que tiene el proceso de empaque en un molino de arroz, de producir unidades con contenido que estén en un rango de 500 gramos y 504 gramos.
- A través de la caracterización del proceso se pudo visualizar claramente los factores de entrada, salidas y de las actividades principales, resaltando elementos como la calidad del arroz que proviene del proceso de trilla y el soporte técnico al sistema de dosificado de las máquinas. Con ello se identificó los potenciales generadores de variación, concepto clave para determinar la calidad de un producto.
- Se diseñó un muestreo aleatorio simple; en él se definió un tamaño de muestra igual a 584 unidades y una metodología de recolección, procurando que las unidades seleccionadas representaran al total de la producción en condiciones normales en un día de trabajo.
- Se determinó que el proceso de empaque del molino de arroz no tiene la capacidad de cumplir con las especificaciones de la característica peso en la referencia de 500 gramos. El resultado del análisis arrojó un índice de capacidad potencial igual a 0.31, valor que está lejos del deseado (1.33). Por consiguiente la amplitud del proceso es muy superior a la de las especificaciones, además la capacidad real (0.2) evidencia un sesgo de las libras hacia límite superior. Se identificó a la máquina número cinco (5) como la mayor generadora de producto no conforme y a la número seis (6) como la de menor porcentaje. También se estableció que la máquina número ocho (8) es la que mayor cantidad de producto no conforme produce por encima de 504 gramos y la número siete (7) la de mayor por debajo de 500 gramos.
- El no tener capacidad de proceso, le implica al molino de arroz, que del total de su producción, un 38.4% de las libras estén por fuera de los parámetro establecidos por la empresa (500gr-504gr), siendo el exceso de contenido el de mayor problema con un 27.8%.
- El producir librar por debajo de 500 gramos (10.56% de probabilidad) puede generar desconfianza en aquellos clientes que detectan esta situación, y crea además una percepción distorsionada del producto y de la empresa. Para corregir este problema se visualiza una acción inmediata, incrementar en 4.5 gramos el promedio de las libras producidas, modificando el sistema de dosificado, esto implicaría empacar mayor contenido que el referenciado en el rotulo (91.6% de la producción), incurriendo en un sobres costo de 49 millones de peso mensuales aproximadamente.

## 5. RECOMENDACIONES

- Se sugiere a la empresa adelantar procesos de mejora aprovechando el valioso marco de referencia, que deja este estudio, ya que además de describir técnicamente la situación actual de la característica peso, también evidencia tendencias de cada una de las máquinas.
- Se recomienda implementar un programa de capacitación en métodos estadístico y de control de calidad en la empresa, especialmente al personal técnico y operativo, para que puedan a través de la correcta medición, detectar oportunamente las desviaciones que se puedan presentar en las operaciones diarias, así mismo esta competencia permitirá visualizar más fácilmente las opciones de mejora.

## **BIBLIOGRAFÍA**

GUTIÉRREZ PULIDO, H., & DE LA VARA SALAZAR, R. Control estadístico de calidad y seis sigma. México, D. F.: Mc GRAW- HILL, 2009.

GUTIERREZ, H. A. Estrategia de muestreo, diseño de encuestas y estimación de parámetros. Bogotá, D.C: Universidad Santo Tomás. 2009.

Nelson, C. (15 de Enero de 2015). Molino de arroz.

COLOMBIASUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Resolución 16379 (18, Junio, 2003). Por la cual se reglamenta el control metrológico y del contenido de producto en pre-empacados. Bogotá.

## ANEXOS

El autor autoriza la utilización de información contenida en los anexo, para fines académicos

### ANEXO A Muestra piloto

Muestra	Peso	Muestra	Peso	Muestra	Peso	Muestra	Peso	Muestra	Peso
1	500.0	41	504.7	81	502.9	121	501.0	161	501.2
2	500	42	502.3	82	503.5	122	503.4	162	502.6
3	500.7	43	503.7	83	494.7	123	504.8	163	504.4
4	505.7	44	502.8	84	506.2	124	501.2	164	500.3
5	500.4	45	501.0	85	499.3	125	500.3	165	501.7
6	501.2	46	500.4	86	501.2	126	501.6	166	495.0
7	502.2	47	503.5	87	502.4	127	501.6	167	495.0
8	500.9	48	500.2	88	498.6	128	499.2	168	501.2
9	501.6	49	501.7	89	501.4	129	502.4	169	499.3
10	502.2	50	500.3	90	502.9	130	498.6	170	497.3
11	502.3	51	502.4	91	501.3	131	499.1	171	495.9
12	501.6	52	500.3	92	503.6	132	499.2	172	498.2
13	494	53	501.4	93	499.4	133	498.8	173	497.8
14	499	54	502.0	94	501.9	134	499.1	174	499.9
15	501.7	55	500.3	95	501.1	135	500.0	175	494.6
16	501.3	56	499.3	96	502.8	136	501.3	176	502.2
17	503.4	57	503.3	97	502.6	137	505.9	177	503.4
18	502.3	58	501.3	98	500.8	138	504.9	178	496.9
19	502.4	59	499.8	99	500.8	139	500.8	179	504.5
20	503.7	60	500.5	100	502.8	140	502.4	180	502.0
21	501.2	61	502.8	101	502.1	141	501.3	181	500.4
22	504.8	62	502.5	102	502.3	142	501.3	182	502.3
23	493.7	63	504	103	503.1	143	503.3	183	501.4
24	505.2	64	506.2	104	502.3	144	506.1	184	502.0
25	501.4	65	498.1	105	500.6	145	502.6	185	501.1
26	500.2	66	500.8	106	500.5	146	499.5	186	497.4
27	501.5	67	502.3	107	505.2	147	502.3	187	497.4
28	501.7	68	499.7	108	499.7	148	501.8	188	502.7
29	503.3	69	501.7	109	500.4	149	501.5	189	501.2
30	500.8	70	501.6	110	499.2	150	501.3	190	495.7
31	501.4	71	502.1	111	499.2	151	500.0	191	498.2
32	505.8	72	502.7	112	498.7	152	500.6	192	498.9
33	497	73	503.6	113	499.1	153	504.0	193	498.0
34	502.2	74	503.9	114	501	154	498.1	194	501
35	503	75	499.5	115	494.5	155	498.5	195	495.2
36	501.1	76	501.6	116	501.5	156	499.2	196	502.3
37	504.4	77	500.7	117	505.7	157	506.4	197	501.7
38	502.4	78	502.0	118	503.6	158	495.8	198	494.4
39	499.8	79	499.8	119	501.1	159	501.3	199	502.3
40	500.3	80	501.2	120	502.2	160	501.3	200	502.4

Fuente: Propia

## ANEXO B Muestreo aleatorio simple

HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO
06:00	5	499.1	07:00	5	505.4	08:00	5	503.5	09:00	5	504.7
06:00	5	503.8	07:00	5	499.8	08:00	5	503.9	09:00	5	506.3
06:00	5	504.8	07:00	5	503.1	08:00	5	500.1	09:00	5	504.3
06:00	5	500.6	07:00	5	500.6	08:00	5	499.4	09:00	5	503.8
06:00	5	502.4	07:00	5	499.8	08:00	5	502.8	09:00	5	503.2
06:00	5	500.5	07:00	5	502.0	08:00	5	499.1	09:00	5	502.0
06:00	5	502.2	07:00	5	505.2	08:00	5	499.1	09:00	5	499.0
06:00	5	507.0	07:00	5	505.5	08:00	5	499.0	09:00	5	503.1
06:00	5	506.5	07:00	5	507.9	08:00	5	504.8	09:00	5	499.1
06:00	6	503.8	07:00	6	501.2	08:00	6	507.0	09:00	6	504.9
06:00	6	502.1	07:00	6	501.1	08:00	6	505.1	09:00	6	504.0
06:00	6	504.1	07:00	6	501.5	08:00	6	503.6	09:00	6	505.2
06:00	6	503.0	07:00	6	501.2	08:00	6	501.2	09:00	6	502.6
06:00	6	503.6	07:00	6	502.2	08:00	6	503.6	09:00	6	502.3
06:00	6	505.2	07:00	6	498.6	08:00	6	505.2	09:00	6	505.7
06:00	6	500.5	07:00	6	499.9	08:00	6	503.6	09:00	6	504.4
06:00	6	500.6	07:00	6	500.1	08:00	6	504.0	09:00	6	505.0
06:00	6	499.7	07:00	6	501.4	08:00	6	504.2	09:00	6	504.6
06:00	7	500.9	07:00	7	501.1	08:00	7	499.5	09:00	7	501.5
06:00	7	503.8	07:00	7	500.8	08:00	7	499.4	09:00	7	499.0
06:00	7	504.7	07:00	7	501.4	08:00	7	499.3	09:00	7	501.8
06:00	7	496.0	07:00	7	498.2	08:00	7	498.8	09:00	7	499.4
06:00	7	500.8	07:00	7	498.2	08:00	7	500.3	09:00	7	502.0
06:00	7	502.3	07:00	7	498.6	08:00	7	500.3	09:00	7	499.0
06:00	7	499.8	07:00	7	500.5	08:00	7	500.1	09:00	7	500.6
06:00	7	504.2	07:00	7	500.1	08:00	7	500.1	09:00	7	500.6
06:00	7	505.8	07:00	7	499.9	08:00	7	499.7	09:00	7	499.9
06:00	8	505.1	07:00	8	507.8	08:00	8	504.6	09:00	8	506.4
06:00	8	504.4	07:00	8	504.5	08:00	8	504.1	09:00	8	505.8
06:00	8	503.7	07:00	8	504.5	08:00	8	506.2	09:00	8	507.4
06:00	8	503.0	07:00	8	508.3	08:00	8	504.9	09:00	8	505.4
06:00	8	503.8	07:00	8	504.9	08:00	8	506.7	09:00	8	504.4
06:00	8	504.9	07:00	8	505.5	08:00	8	507.4	09:00	8	507.1
06:00	8	503.7	07:00	8	506.4	08:00	8	505.9	09:00	8	504.6
06:00	8	503.7	07:00	8	507.4	08:00	8	505.8	09:00	8	507.0
06:00	8	503.2	07:00	8	509.0	08:00	8	506.6	09:00	8	504.4

HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO
10:00	5	498.8	11:00	5	504.8	12:00	5	501.9	13:00	5	506.3
10:00	5	504.0	11:00	5	507.0	12:00	5	503.1	13:00	5	501.8
10:00	5	500.0	11:00	5	499.5	12:00	5	501.0	13:00	5	499.9
10:00	5	501.8	11:00	5	501.8	12:00	5	500.0	13:00	5	500.3
10:00	5	503.0	11:00	5	501.3	12:00	5	499.8	13:00	5	499.9
10:00	5	496.5	11:00	5	504.1	12:00	5	503.2	13:00	5	506.9
10:00	5	499.7	11:00	5	502.5	12:00	5	498.4	13:00	5	502.6
10:00	5	501.7	11:00	5	502.9	12:00	5	503.2	13:00	5	505.0
10:00	5	505.0	11:00	5	503.1	12:00	5	497.4	13:00	5	505.3
10:00	6	501.1	11:00	6	503.0	12:00	6	504.0	13:00	6	504.8
10:00	6	503.7	11:00	6	502.5	12:00	6	503.9	13:00	6	503.0
10:00	6	502.4	11:00	6	501.6	12:00	6	504.8	13:00	6	504.3
10:00	6	502.9	11:00	6	502.1	12:00	6	503.2	13:00	6	504.8
10:00	6	500.7	11:00	6	503.2	12:00	6	504.2	13:00	6	501.3
10:00	6	502.7	11:00	6	503.4	12:00	6	502.8	13:00	6	503.5
10:00	6	502.3	11:00	6	503.0	12:00	6	503.3	13:00	6	502.7
10:00	6	505.1	11:00	6	504.4	12:00	6	506.7	13:00	6	505.0
10:00	6	502.8	11:00	6	504.1	12:00	6	502.8	13:00	6	506.4
10:00	7	504.8	11:00	7	501.1	12:00	7	501.5	13:00	7	503.7
10:00	7	498.1	11:00	7	503.2	12:00	7	499.9	13:00	7	504.0
10:00	7	501.5	11:00	7	506.4	12:00	7	504.1	13:00	7	502.8
10:00	7	506.7	11:00	7	502.1	12:00	7	505.4	13:00	7	505.1
10:00	7	501.3	11:00	7	499.8	12:00	7	504.1	13:00	7	504.5
10:00	7	507.3	11:00	7	506.7	12:00	7	504.1	13:00	7	506.2
10:00	7	499.9	11:00	7	503.6	12:00	7	505.1	13:00	7	502.9
10:00	7	508.9	11:00	7	506.7	12:00	7	501.0	13:00	7	504.8
10:00	7	505.8	11:00	7	505.9	12:00	7	504.2	13:00	7	504.7
10:00	8	500.5	11:00	8	503.4	12:00	8	505.1	13:00	8	502.3
10:00	8	502.9	11:00	8	502.9	12:00	8	502.7	13:00	8	504.1
10:00	8	501.8	11:00	8	501.4	12:00	8	504.1	13:00	8	505.7
10:00	8	503.5	11:00	8	503.4	12:00	8	503.3	13:00	8	504.1
10:00	8	504.6	11:00	8	501.9	12:00	8	501.2	13:00	8	502.2
10:00	8	503.4	11:00	8	504.0	12:00	8	503.9	13:00	8	503.5
10:00	8	502.2	11:00	8	503.8	12:00	8	504.5	13:00	8	504.2
10:00	8	501.4	11:00	8	503.3	12:00	8	502.5	13:00	8	499.5
10:00	8	501.7	11:00	8	504.5	12:00	8	503.0	13:00	8	500.3

HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO
14:00	5	503.0	15:00	5	505.8	16:00	5	498.5	17:00	5	499.2
14:00	5	505.1	15:00	5	499.0	16:00	5	501.3	17:00	5	503.3
14:00	5	497.0	15:00	5	505.4	16:00	5	502.2	17:00	5	500.8
14:00	5	502.8	15:00	5	500.1	16:00	5	503.9	17:00	5	503.5
14:00	5	501.6	15:00	5	501.7	16:00	5	498.1	17:00	5	498.4
14:00	5	505.0	15:00	5	502.3	16:00	5	501.0	17:00	5	505.1
14:00	5	502.4	15:00	5	501.5	16:00	5	499.0	17:00	5	503.2
14:00	5	501.4	15:00	5	504.6	16:00	5	500.7	17:00	5	505.9
14:00	5	504.4	15:00	5	505.8	16:00	5	501.1	17:00	5	499.3
14:00	6	501.0	15:00	6	501.3	16:00	6	500.7	17:00	6	503.3
14:00	6	503.1	15:00	6	500.7	16:00	6	502.4	17:00	6	500.3
14:00	6	504.3	15:00	6	500.9	16:00	6	502.7	17:00	6	501.9
14:00	6	499.6	15:00	6	500.2	16:00	6	502.5	17:00	6	501.8
14:00	6	503.2	15:00	6	500.9	16:00	6	505.0	17:00	6	502.3
14:00	6	502.8	15:00	6	502.4	16:00	6	500.3	17:00	6	500.3
14:00	6	502.6	15:00	6	503.1	16:00	6	502.7	17:00	6	502.7
14:00	6	503.3	15:00	6	500.1	16:00	6	500.2	17:00	6	502.5
14:00	6	502.7	15:00	6	502.1	16:00	6	501.2	17:00	6	502.8
14:00	7	504.1	15:00	7	504.9	16:00	7	502.1	17:00	7	501.3
14:00	7	506.2	15:00	7	500.5	16:00	7	505.4	17:00	7	503.8
14:00	7	503.9	15:00	7	505.4	16:00	7	504.5	17:00	7	504.5
14:00	7	504.8	15:00	7	504.1	16:00	7	501.7	17:00	7	501.2
14:00	7	501.6	15:00	7	504.5	16:00	7	504.7	17:00	7	505.5
14:00	7	502.4	15:00	7	500.2	16:00	7	500.8	17:00	7	500.7
14:00	7	503.2	15:00	7	499.9	16:00	7	504.6	17:00	7	501.8
14:00	7	506.2	15:00	7	503.8	16:00	7	500.4	17:00	7	496.9
14:00	7	506.3	15:00	7	504.1	16:00	7	504.2	17:00	7	503.2
14:00	8	501.6	15:00	8	501.4	16:00	8	501.8	17:00	8	501.3
14:00	8	500.6	15:00	8	501.3	16:00	8	504.0	17:00	8	500.3
14:00	8	501.7	15:00	8	502.0	16:00	8	502.5	17:00	8	500.5
14:00	8	503.3	15:00	8	503.1	16:00	8	502.0	17:00	8	500.4
14:00	8	502.2	15:00	8	504.0	16:00	8	503.0	17:00	8	502.1
14:00	8	502.9	15:00	8	502.2	16:00	8	499.6	17:00	8	502.3
14:00	8	500.2	15:00	8	502.3	16:00	8	498.8	17:00	8	502.8
14:00	8	504.5	15:00	8	503.4	16:00	8	500.8	17:00	8	500.7
14:00	8	503.2	15:00	8	501.3	16:00	8	503.3	17:00	8	502.5

HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO
18:00	5	503.4	19:00	5	506.1	20:00	5	504.2
18:00	5	505.5	19:00	5	499.9	20:00	5	507.3
18:00	5	502.6	19:00	5	504.8	20:00	5	503.9
18:00	5	504.2	19:00	5	502.7	20:00	5	505.2
18:00	5	503.6	19:00	5	505.1	20:00	5	506.4
18:00	5	504.4	19:00	5	503.2	20:00	5	505.1
18:00	5	500.6	19:00	5	500.8	20:00	5	501.3
18:00	5	504.9	19:00	5	502.2	20:00	5	505.3
18:00	5	502.8	19:00	5	499.5	20:00	5	504.8
18:00	6	500.8	19:00	6	504.3	20:00	6	502.9
18:00	6	499.2	19:00	6	503.3	20:00	6	503.4
18:00	6	500.3	19:00	6	503.5	20:00	6	505.2
18:00	6	501.6	19:00	6	501.2	20:00	6	501.7
18:00	6	501.9	19:00	6	501.8	20:00	6	504.0
18:00	6	500.8	19:00	6	501.4	20:00	6	503.4
18:00	6	499.7	19:00	6	503.8	20:00	6	503.2
18:00	6	502.7	19:00	6	502.4	20:00	6	504.0
18:00	6	499.6	19:00	6	502.1	20:00	6	503.0
18:00	7	502.0	19:00	7	500.8	20:00	7	499.0
18:00	7	500.8	19:00	7	501.4	20:00	7	504.6
18:00	7	503.9	19:00	7	503.1	20:00	7	502.4
18:00	7	500.6	19:00	7	499.7	20:00	7	499.9
18:00	7	501.3	19:00	7	505.0	20:00	7	501.3
18:00	7	502.1	19:00	7	504.4	20:00	7	502.4
18:00	7	502.6	19:00	7	506.5	20:00	7	501.1
18:00	7	501.4	19:00	7	501.8	20:00	7	502.0
18:00	7	502.2	19:00	7	498.4	20:00	7	504.0
18:00	8	505.0	19:00	8	504.2	20:00	8	502.3
18:00	8	504.1	19:00	8	499.3	20:00	8	501.3
18:00	8	502.8	19:00	8	503.4	20:00	8	501.8
18:00	8	500.8	19:00	8	503.9	20:00	8	503.1
18:00	8	499.7	19:00	8	505.2	20:00	8	504.1
18:00	8	499.9	19:00	8	503.1	20:00	8	501.2
18:00	8	499.9	19:00	8	502.1	20:00	8	504.0
18:00	8	502.2	19:00	8	502.8	20:00	8	503.4
18:00	8	501.4	19:00	8	501.0	20:00	8	501.8



HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO	HORA	MAQUINA	PESO
21:00	5	501.7	21:00	7	503.2	22:00	5	503.7
21:00	5	506.5	21:00	7	502.4	22:00	5	502.7
21:00	5	506.5	21:00	7	505.2	22:00	6	502.8
21:00	5	503.1	21:00	7	501.9	22:00	6	503.7
21:00	5	502.1	21:00	7	502.4	22:00	7	503.3
21:00	5	501.5	21:00	7	501.9	22:00	7	504.0
21:00	5	503.4	21:00	7	500.6	22:00	8	501.9
21:00	5	503.3	21:00	7	500.2	22:00	8	502.8
21:00	5	498.7	21:00	7	503.7			
21:00	6	500.2	21:00	8	500.0			
21:00	6	504.7	21:00	8	502.9			
21:00	6	503.9	21:00	8	502.0			
21:00	6	505.5	21:00	8	502.1			
21:00	6	502.3	21:00	8	502.8			
21:00	6	504.8	21:00	8	503.4			
21:00	6	501.0	21:00	8	504.1			
21:00	6	502.1	21:00	8	503.7			
21:00	6	503.5	21:00	8	503.8			

**Fuente:** Propia