



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA
GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA SECCIÓN DE EMPAQUE DE UNA EMPRESA
PROCESADORA DE ARROZ, UBICADA EN VILLA NUEVA, GUATEMALA, PARA EL
AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD**

Susana Lorena Lizama González

Asesorado por el Msc. Ing. Luis Arturo Orellana López

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA
GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA SECCIÓN DE EMPAQUE DE UNA EMPRESA
PROCESADORA DE ARROZ, UBICADA EN VILLA NUEVA, GUATEMALA, PARA EL
AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SUSANA LORENA LIZAMA GONZÁLEZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. LUIS ARTURO ORELLANA LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Otto Raúl de León Paz
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
EXAMINADORA	Inga. Dina Lissette Estrada Moreira
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA SECCIÓN DE EMPAQUE DE UNA EMPRESA PROCESADORA DE ARROZ, UBICADA EN VILLA NUEVA, GUATEMALA, PARA EL AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 2 de abril de 2013.


Susana Lorena Lizama González

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142

AGS-MGIPP-0061-2013

Guatemala, 02 de abril de 2013.

Director
Víctor Manuel Monzón Valdez
Escuela de Ingeniería Química
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Susana Lorena Lizama González** carné número **2006-11240**, quien optó la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

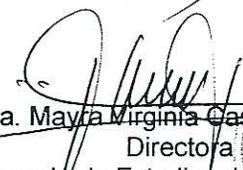
"Id y enseñad a todos"

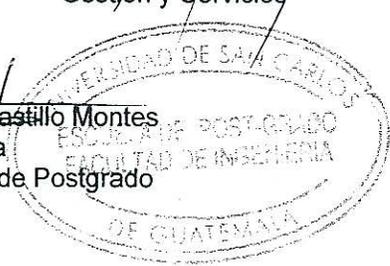

Ing. Luis Arturo Orellana López
Colegiado Activo No. 8142

Msc. Ing. Luis Arturo Orellana López
Asesor (a)


César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Msc. Ing. César Augusto Akú Castillo
Coordinador de Área
Gestión y Servicios


Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Ref.EIQ.TG.176.2013

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el informe de la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la estudiante, **SUSANA LORENA LIZAMA GONZÁLEZ**, ha optado por la modalidad de estudios de postgrado para el proceso de graduación de pregrado, que para ello el estudiante ha llenado los requisitos establecidos en el normativo respectivo y luego de conocer el dictamen de los miembros del tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el **Informe del Diseño de Investigación del Programa de Maestría en GESTIÓN INDUSTRIAL** titulado **"DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA SECCIÓN DE EMPAQUE DE UNA EMPRESA PROCESADORA DE ARROZ, UBICADA EN VILLA NUEVA, GUATEMALA, PARA EL AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD"**. Procede a **VALIDAR** el referido informe, ya que reúne la coherencia metodológica requerida por la Escuela.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, junio 2013

Cc: Archivo
Copia: Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala
VMMV/ale

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 457 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA SECCIÓN DE EMPAQUE DE UNA EMPRESA PROCESADORA DE ARROZ, UBICADA EN VILLA NUEVA, GUATEMALA, PARA EL AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD**, presentado por la estudiante universitaria **Susana Lorena Lizama González**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en Funciones

Guatemala, 28 de junio de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme alcanzar esta meta.
Mis padres	Rolando Lizama y Silvia de Lizama, por su ejemplo, apoyo y amor.
Mi hermana	Gabriela Lizama, por ser mi compañera y amiga.
Mi esposo	Marco Tulio Sazo, por su amor y apoyo incondicional, por complementar mi vida.
Mis amigas	Elena Pineda, Geraldina García y Adriana Valle, por su amistad y compañía en esta etapa.
Mi familia	Por su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por la excelente formación académica.
Escuela de Ingeniería Química	Por formarme como profesional.
Escuela de Estudios de Posgrado	Por complementar mi educación.
Mi asesor	Por su apoyo y tiempo.
Mi esposo	Marco Tulio Sazo, por su ayuda y comprensión.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
INTRODUCCIÓN.....	V
1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	9
6. HIPÓTESIS	35
7. CONTENIDO QUE CONFORMARÁ EL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN	37
8. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	41
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	47
10. RECURSOS NECESARIOS.....	49

11. BIBLIOGRAFÍA.....	51
-----------------------	----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Morfología del grano de arroz	18
2.	Proceso productivo de arroz	20
3.	Recepción de granza nacional	21
4.	Proceso de precocción de arroz.....	24
5.	Empacadora Selgron Futurapack.....	31

TABLAS

6.	Composición química del arroz	17
----	-------------------------------------	----

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de aumentar la productividad de la sección de empaque de una empresa procesadora de arroz, se realizará el presente trabajo de investigación que consiste en la implementación del sistema de eficiencia global de equipo (OEE), este sistema aumenta la productividad sistematizando los procesos para reducir los desperdicios y aumentar la eficiencia de los equipos.

La empresa procesadora de arroz se ha enfocado en la estandarización de sus procesos, certificándose con estándares internacionales de calidad, pero es necesario que se inicien proyectos para la continua optimización de sus procesos. El sistema de eficiencia global de equipo se ha utilizado durante varios años en distintas industrias, obteniendo resultados que mejoran la productividad de los procesos en los que se implementa.

El objetivo de la investigación es la implementación del sistema de eficiencia global de equipo (OEE) en la sección de empaque de una empresa procesadora de arroz para aumentar la productividad. Se determinará la metodología del sistema OEE mediante una investigación de tipo cuantitativa descriptiva de tipo cuasiexperimental.

La implementación consistirá en determinar las causas más comunes de paros no programados y de producto no conforme, para luego definir metodología del sistema y lograr el aumento en la disponibilidad de equipo y el nivel de calidad.

La hipótesis que se desea comprobar es que al aumentar el índice de eficiencia global de equipo, la productividad aumenta en el mismo porcentaje. Esto se comprobará mediante el comportamiento de indicadores de productividad y de índice OEE durante el tiempo que dura la investigación.

1. ANTECEDENTES

Parte de la visión de la empresa procesadora de arroz es ser una empresa certificada con estándares de calidad internacionales y lograr la optimización de sus procesos productivos y administrativos, siguiendo esta línea, durante varios años se ha dedicado a la estandarización de procesos y la implementación de su Sistema de Gestión de la Calidad, logrando así la certificación ISO 9001:2008. El siguiente reto es la optimización de sus procesos.

Se han establecido distintos indicadores de desempeño para la medición, control y mejora de los procesos, tanto productivos como administrativos, pero aún, no se han desarrollado proyectos para aumentar la productividad de las áreas productivas.

El concepto de productividad aparece por primera vez en un artículo de Quensay en 1776 en Inglaterra, tiempos en los que nacía la economía como ciencia (con el libro de Adam Smith “La riqueza de las naciones”). Tiempo después, como segunda ocasión aparece el concepto en 1883, LITTKKE definió productividad como “la facultad de producir es igual al deseo de producción”, refiriéndose en facultad de producir a la capacidad instalada o tamaño de la planta.

Desde entonces se han desarrollado diversas metodologías para la mejora de la productividad, como la metodología LEAN, el mapa de flujo de valor, mantenimiento productivo total, la técnica de 5´s entre otros.

Estas metodologías, incluyendo eficiencia global de equipo se basan en reducir los desperdicios no sólo de materiales sino de tiempo para aumentar la eficiencia productiva y por lo tanto la productividad.

OEE fue utilizado por primera vez por Seiichi Nakajima, el fundador del TPM (Total Productive Maintenance), en 1972, como la herramienta de medición fundamental para conocer el rendimiento productivo de la maquinaria industrial. Su reto fue aún mayor al crear un sentimiento de responsabilidad conjunta entre los operarios de las máquinas y los responsables de mantenimiento para trabajar en la mejora continua y optimizar la Eficacia Global de los Equipos (OEE). (Sistemas OEE de Productividad Industrial 2010).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Implementar el sistema de eficiencia global de equipo, en la sección de empaque para aumentar la productividad.

2.2. Objetivos específicos

1. Identificar las causas más comunes de paros de máquina no programados, en la sección de empaque.
2. Determinar las causas que generan una mayor cantidad de producto no conforme en la sección de empaque.
3. Describir metodología para la aplicación del sistema de eficiencia global de equipo en la sección de empaque.
4. Establecer la relación entre la variación de productividad y la variación del índice de eficiencia global de equipo.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de la investigación es la implementación del sistema de eficiencia global de equipo, que logrará aumentar la productividad de la sección de empaque de la empresa procesadora de arroz, se aprovecharán mejor los recursos y se generará menor desperdicio, finalmente se genera reducción de costos.

La necesidad de implementar un sistema de eficiencia global de equipo nace de que durante los últimos años, la empresa se ha enfocado, en la implementación de su Sistema de Gestión de Calidad para alcanzar la certificación ISO 9001:2008, que ha vuelto eficaz a la empresa, pero necesita también ser eficiente y optimizar sus procesos.

El interés hacia la implementación del sistema de eficiencia global de equipo es porque este índice engloba la disponibilidad de maquinaria, la calidad y el rendimiento de la línea. Por lo tanto, se puede medir la productividad y generar acciones para aumentarla. El propósito es reducir los paros de máquina, disminuir el producto final que no es de calidad y aumentar el rendimiento del sistema.

4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La sección de empaque de la empresa procesadora de arroz, no cuenta con un sistema o plan de mejora continua para aumentar su productividad y optimizar el proceso.

Parte de la visión de la empresa es ser una empresa certificada con estándares de calidad internacionales y lograr la optimización de sus procesos productivos y administrativos. Siguiendo la línea dictada por su visión, durante varios años se han dedicado a la estandarización de procesos y la implementación de su Sistema de Gestión de la Calidad, es necesario ahora optimizarlo.

Con la finalidad de optimizar el proceso de empaque se implementará el sistema de eficiencia global de equipos. Este sistema ayuda a analizar las causas mayores de desperdicio de materiales y de paros en máquinas; el aumento en el índice OEE debería reflejar un aumento de la productividad.

Con la presente investigación se pretenden responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las causas más comunes de paros de máquina no programados, en la sección de empaque?
- ¿Qué causa el producto no conforme en la sección de empaque?
- ¿Cuál es la eficiencia global de equipo de la sección de empaque?
- ¿Cuál es la relación entre la variación de índice OEE y la productividad?

La investigación se llevará a cabo en una empresa procesadora de arroz ubicada en la zona 4 de Villa Nueva, Guatemala, Guatemala. El sistema OEE se implementará en la sección de empaque de la empresa antes mencionada. Se realizará durante año y medio.

El trabajo de investigación abarcará desde el análisis preliminar para la identificación de causas de paros y producto no conforme, el desarrollo de la metodología del sistema OEE, implementación, hasta el seguimiento y medición.

5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Eficiencia global de equipo

OEE es el acrónimo para Eficiencia Global del Equipo (en inglés Overall Equipment Effectiveness) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad (*Adum Consulting*).

Sus inicios son inciertos aunque parece ser que fue creado por Toyota. En la actualidad se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo (*Vorne Industries 2002*).

El OEE permite identificar las pérdidas diferenciadas en los siguientes factores:

- Disponibilidad: cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se quería que estuviera funcionando (restando el tiempo de paros no programados).
- Rendimiento: durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (de primera y desecho) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal (sólo producto de primera).
- Calidad: cuánto ha fabricado bueno (producto de primera) a la primera respecto del total de la producción realizada (de primera + desecho).

Con estos tres factores el cálculo del OEE muestra claramente la situación de la efectividad total de la máquina (porcentaje de disponibilidad: ¿está funcionando la máquina?, porcentaje de rendimiento: ¿está la máquina funcionando a su velocidad máxima? y porcentaje de calidad: ¿está fabricando la máquina productos buenos?). OEE muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente (OEE = 100%). La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad. (Ucelo 2008).

- Cálculo del OEE

El producto de estos tres factores es lo que constituye el OEE:

OEE = ratio de disponibilidad* ratio de rendimiento* ratio de calidad.

Disponibilidad

El ratio de disponibilidad refleja el tiempo durante el cual la máquina está fabricando productos, comparado con el tiempo que podría haber estado fabricando productos. Un ratio de disponibilidad menos de un 100% indica que se tienen pérdidas de tiempo: averías, esperas y restricciones de línea.

Ratio de disponibilidad (%)= (Tiempo de funcionamiento)/(Tiempo programado de producción).

Rendimiento

El ratio de rendimiento refleja qué ha producido la máquina, comparado con lo que teóricamente podría haber producido (es decir, la producción que se debería obtener si la máquina funcionase a la velocidad máxima teórica durante el tiempo de funcionamiento actual).

Un ratio de rendimiento menor de una 100% indica que se tienen pérdidas de velocidad: microparadas y velocidad reducida.

Ratio de rendimiento (%)= $(\text{Unidades producidas})/(\text{Unidades que teóricamente se debieron producir})$.

Calidad

El ratio de calidad refleja los productos buenos obtenidos, comparado con el total de productos fabricados. Un ratio de calidad menor de un 100% indica que se tienen pérdidas de calidad: desecho y retrabajos, así como, pérdidas en el arranque de la máquina.

Ratio de calidad (%)= $(\text{Unidades buenas})/(\text{Unidades producidas})$

El objetivo final del cálculo del OEE es mostrar cómo las pérdidas en disponibilidad, rendimiento y calidad se relacionan entre sí y reducen la efectividad de las máquinas. Mide las pérdidas para permitir, tras su análisis posterior, incrementar la productividad y la efectividad de las mismas. Permite focalizarse cuando se intenta mejorar la efectividad del equipo, ya que permite conocer donde se están produciendo las pérdidas (Ucelo, 2008).

Tener un OEE de, por ejemplo, el 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

El OEE no es sólo un indicador con que medir el rendimiento de un sistema productivo, sino que es un instrumento importante para realizar mejoras específicas una vez que se hayan priorizado las pérdidas.

- Clasificación del OEE

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas o toda una planta con respecto a las mejores de su clase y que han entrado en la excelencia.

OEE < 65 % inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.

65 % < OEE < 75 % regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas y baja competitividad.

75 % < OEE < 85 % aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la clase mundial. Ligeras pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja.

85 % < OEE < 95 % buena. Entra en valores de clase mundial. Buena competitividad.

OEE > 95 % excelencia. Valores de clase mundial. Excelente competitividad.

- Ventajas del OEE

Las ventajas que aporta el cálculo del OEE son:

Focalizarse en las pérdidas: al referenciar la efectividad de la máquina con el máximo absoluto de disponibilidad, velocidad y calidad, permite conocer donde se están produciendo las pérdidas. (Ucelo, 2008)

Es fácil de entender para el personal de planta: El OEE utiliza el lenguaje y las definiciones que se utilizan en planta, el trabajo diario de los equipos de planta se refleja en el OEE, facilita a las personas ver los efectos de las acciones emprendidas para la mejora y justificar dichas acciones de forma evidente.

Los equipos de trabajo pueden influir sobre el OEE: la información referida a las pérdidas permite a los equipos de planta iniciar mejoras específicas y enfocadas al problema detectado. Por tanto, dichos equipos pueden influir sobre cada uno de los parámetros que componen el OEE de un modo directo y por tanto guiar el OEE en la dirección correcta. Los resultados de todas estas mejoras quedan reflejados en la evolución del OEE.

Ofrece calidad en la información: una vez que se ha dejado claro que el OEE no puede ser corrompido, la calidad de la información disponible mejorará cada vez. Esto unido al hecho de implementar mejoras específicas en lugar de buscar al culpable, proporciona un entorno idóneo para crear un ambiente de mejora continua.

Al ir midiendo el rendimiento diariamente el operario: se familiariza con los aspectos técnicos de la máquina y la forma en la que procesa los materiales, focaliza su atención en las pérdidas, empieza a desarrollar un sentimiento cada vez más fuerte de propiedad con su máquina.

Al ir trabajando con los datos del OEE el supervisor: aprende la forma en que sus máquinas procesan los materiales, es capaz de dirigir indagaciones sobre donde ocurren las pérdidas y cuáles son sus consecuencias, es capaz de dar información a sus operarios y a otros empleados implicados en el proceso de mejora continua de las máquinas, es capaz de informar a sus superiores sobre el estado en que se encuentran sus máquinas y los resultados de las mejoras realizadas en ellas.

El OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación. La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etcétera de la planificación anual (Ucelo, 2008).

El arroz

El arroz (del árabe أرز, Ar-ruzz) es la semilla de la planta *Oryza sativa*. Se trata de un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina. El arroz es el segundo cereal más producido en el mundo, tras el maíz.

- Categorías por forma

La categorización habitual de los arroces de cocina es:

Arroz de grano largo, que puede tener entre cuatro y cinco veces la longitud de su grosor. Posee una cantidad elevada de amilosa y por ello requiere una proporción relativamente alta de agua para cocinarse. Es muy empleado en la cocina china e india y es el más vendido en Estados Unidos.

Arroz de grano medio, que posee una longitud entre dos y tres veces su grosor. Contiene menos amilosa que los arroces de grano largo. Es el más empleado en la cocina española (es el «arroz bomba» empleado en la paella. Es ámpliamente utilizado en América Latina en donde los mayores productores y consumidores en su orden son Brasil, Colombia, Perú y Argentina; Además se utiliza en la cocina de Cuba, Puerto Rico y República Dominicana, donde es un alimento de consumo diario. También se emplea en la cocina valenciana y en la cocina italiana (risotto).

Arroz de grano corto, de apariencia casi esférica, que se suele encontrar en Japón, en el Norte de China y en Corea. Es ideal para la elaboración del sushi debido a que los granos permanecen unidos incluso a temperatura ambiente.

Arroz silvestre, proveniente del género *Zizania*, que se emplea en alimentación y procede tanto de recolección silvestre como de cultivo. Posee un grano largo que puede llegar a casi 2 cm de longitud.

- Características nutricionales

El arroz pulido es el cereal más rico en almidón, en torno al 70%. Su endospermo se caracteriza por ser a la vez duro y vítreo, por lo que la temperatura de gelatinización del almidón es elevada (70°C). Su contenido en proteína es bajo (7,5%) pero tiene un nivel aceptable en lisina (3,8%). Su contenido en cenizas es muy escaso y su aporte en macrominerales prácticamente despreciable. Asimismo, su contenido en vitaminas es muy bajo.

El arroz original es rico en aceite que a su vez es rico en vitamina E. Este aceite tiene un alto contenido en ácido linoleico por lo que se enrancia muy fácilmente. De aquí que la fracción grasa del arroz se elimine y que el grano comercial contenga cantidades mínimas de grasa (<0,6%)

El arroz contiene grandes cantidades de almidón en forma de amilosa (que cohesionan a los granos). El otro contenido de almidón en el arroz, tras la amilosa, es la amilopectina. El almidón se encuentra en las células formando estructuras discretas, los gránulos de almidón. Estos gránulos tienen un tamaño entre 2 y 100 micras, aunque aparecen con una cierta heterogeneidad de tamaño, dependiendo del vegetal. Los gránulos de almidón de arroz están entre los más pequeños

Tabla 1. **Composición química del arroz**

	Arroz en granza	Grano integral	Grano Pulido
Proteína %	6.7 – 8.3	8.3 – 9.6	7.3 – 8.3
Lípidos %	2.1 -2.7	2.1 – 3.3	0.4 -0.6
Fibra Cruda %	8.4 – 12.1	0.7 – 1.2	0.3 – 0.6
Cenizas %	3.4 – 6.0	1.2 – 1.8	0.4 – 0.9
Almidón %	62.1	77.2	90.2
Fibra dietética %	19.1	4.5	2.7

Fuente: Pincioli, 2010

- Proteínas de reserva del grano de arroz

Si bien en las semillas existen tres grupos de proteínas: las estructurales, las biológicamente activas y las de reserva o almacenamiento, estas últimas constituyen más del 80% y son por lo tanto las que más influyen en la calidad nutricional proteica de la semilla.

Las proteínas de almacenamiento son aquellas cuya velocidad de síntesis se incrementa notablemente durante el desarrollo de la semilla y se acumulan en vesículas rodeadas de membrana denominadas cuerpos proteicos. Posteriormente, durante la germinación, estas proteínas son degradadas para proveer, principalmente, nitrógeno reducido y secundariamente carbono, con el fin de sostener el crecimiento del brote y el desarrollo inmediato luego de la germinación.

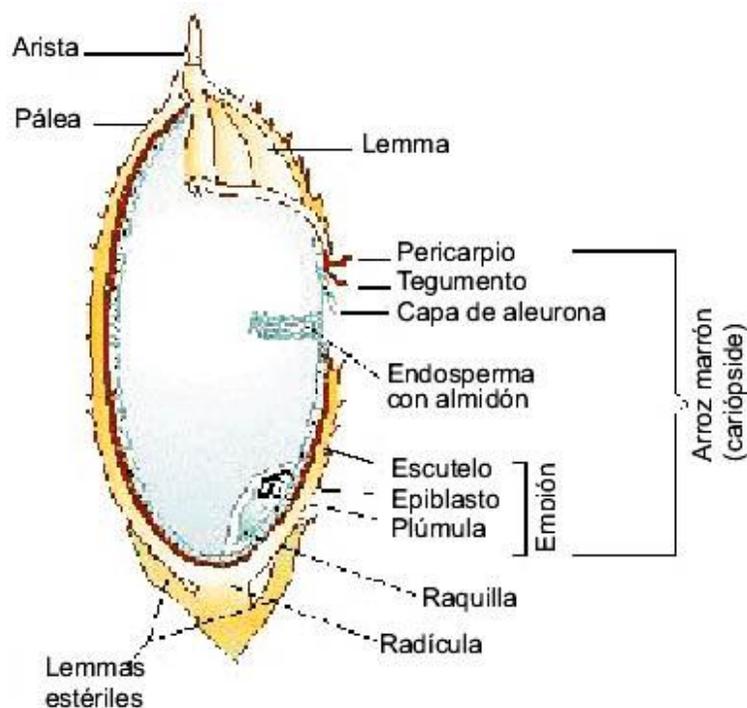
La calidad nutricional de las proteínas de arroz es sólo inferior a la avena y supera a la del trigo y maíz. Son hipoalergénicas y poseen propiedades anticancerígenas. Por lo que el arroz es considerado un alimento funcional.

- Fracciones proteicas

El componente proteico mayoritario del grano de arroz lo constituyen las glutelinas en proporción de 75-90% con respecto a la proteína total. Son las únicas proteínas de cereales ricas en glutelinas y pobres en prolaminas.

- Morfología del grano de arroz

Figura 1. **Morfología del grano de arroz**



Fuente: FAO

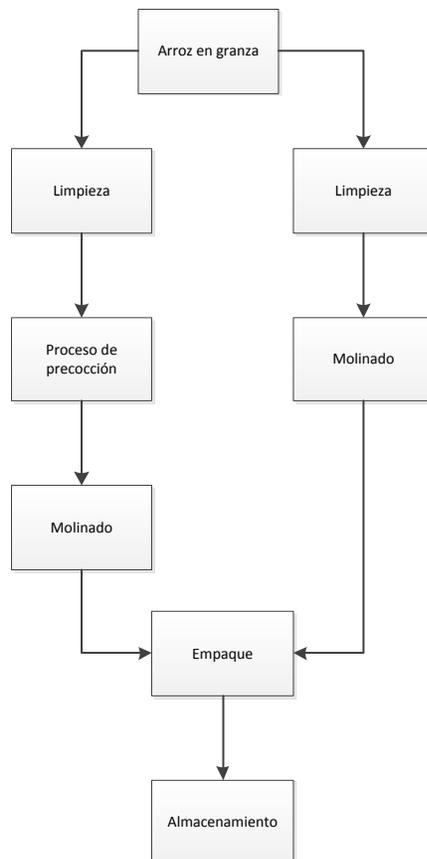
El grano de arroz, comunmente llamado semilla, recién cosechado está formado por el fruto cariopse y por la cáscara, está última compuesta por las glumelas (palea y lema). Industrialmente se considera al arroz cáscara conjunto de cariopse y glumelas.

A su vez el cariopse, está formado por el embrión, el endosperma, capas de aleurona (tejido rico en proteínas), tegmen (cubierta seminal), y el pericarpio (cubierta del fruto).

El pericarpio es piloso y tiene un espesor de aproximadamente 10 μm . Las capas de aleurona están compuestas por 1 a 7 capas de células de parénquima cuadrangular o rectangular, de 1-3 μm de espesor. El embrión es extremadamente pequeño, localizado en la zona ventral del cariopse. El endosperma consiste en células de parénquima que se elongan en forma radial y está compuesto por gránulos de almidón y algunos cuerpos proteicos.

Proceso productivo de arroz

Figura 2. **Proceso productivo de arroz**



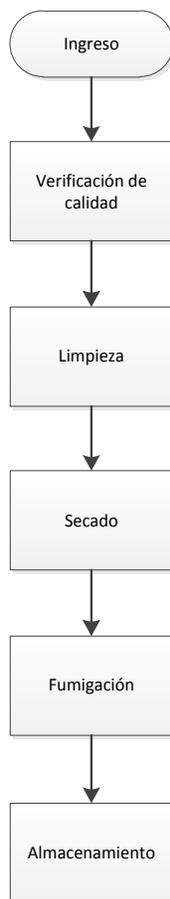
Fuente: elaboración propia.

- Recepción de arroz en granza

El proceso productivo de arroz inicia con la recepción materia prima, arroz en granza, es decir, el grano con cáscara. Este producto pasa por un proceso de verificación para garantizar la calidad del mismo. Se recibe materia prima nacional e importada.

La granza importada ingresa limpia seca y fumigada por lo que únicamente se almacena hasta que pasa al proceso de molinado. La recepción de granza nacional se realiza durante la época de cosecha en el país, de septiembre a noviembre, se realiza de la siguiente manera:

Figura 3. **Recepción de granza nacional**



Fuente: elaboración propia.

- Precocción

Como su nombre lo indica el proceso de precocción de arroz, consiste en cocinar el arroz en granza para disminuir el tiempo de cocimiento final.

El propósito del proceso es producir modificaciones físicas, químicas y organolépticas al cereal, generando ventajas nutricionales y prácticas. Los cambios principales causados por la precocción del arroz en granza son:

- Las sustancias solubles en agua como, sales minerales y vitaminas, son disueltas y difundidas por todo el grano. Alterando la distribución y concentración de estos en las distintas partes del grano.
- Las partículas de almidón que constituyen la masa del endosperma, se expanden e hinchan hasta llenar todos los espacios de aire dentro del grano.
- La estructura heterogénea de las partículas de almidón de arroz, es modificada y se forma una masa de almidón gelatinizado y homogéneo.
- Los glóbulos de aceite contenidos en los elementos del endosperma son disueltos.
- Las enzimas presentes en el grano de arroz son parcialmente o completamente inactivadas.

- Todos los procesos biológicos del grano como, germinación, proliferación de esporas de hongos o crecimiento de larvas, son prevenidos siempre y cuando el proceso de secado sea el adecuado.
- El rendimiento de molienda es mayor al utilizar arroz precocido, se obtiene una menor cantidad de granos quebrados.
- Se extiende el tiempo de vida del grano y facilita las operaciones de almacenamiento porque la germinación no es posible y el endosperma contiene una textura compacta haciéndolo resistente a al ingreso de insectos.

Todas estas ventajas están relacionadas con las técnicas utilizadas en el proceso de pre cocción, la falta de conocimiento o habilidad pueden disminuir las ventajas o eliminarlas. Si el grano no se seca correctamente o no se molina adecuadamente, este puede presentar olor, sabor o aroma objetable.

Las fases del proceso de pre cocción son, maceración, gelatinización, secado y almacenamiento del producto.

- Maceración

El arroz en granza es colocado en tanques maceradores y se agrega agua caliente entre 70°C y 85°C, se deja reposar durante 5 horas. Durante este proceso los minerales y vitaminas que se encuentran en la película y en el germen, penetran en el grano a medida que éste absorbe el agua.

El objetivo de la maceración es aumentar la humedad del grano hasta 30 – 33%, humedad necesaria para la posterior gelatinización del grano.

Figura 4. **Proceso de precocción de arroz**



Fuente: elaboración propia.

- Gelatinización

Se le llama gelatinización a esta etapa del proceso porque se llega a la temperatura a la cual el granulo de almidón comienza a absorber agua y a aumentar de tamaño en forma irreversible, perdiendo su estado cristalino en forma definitiva, tornándose gelatinoso.

El arroz húmedo se ingresa al autoclave en el que se pone en contacto directo con vapor saturado a 140 psi, en esta etapa se aumenta la temperatura del grano alterando la estructura del almidón. El grano se torna más compacto y las vitaminas y minerales son fijados en su interior.

Se realiza con vapor para que la temperatura sea uniforme en todos los granos, evitando granos con áreas blancas.

La humedad ideal del arroz que ingresa para realizar este proceso es entre 30% y 33%. Se ha observado que la gelatinización del almidón es directamente proporcional no solamente al contenido de humedad del grano de arroz antes del tratamiento térmico, sino también a la temperatura y al tiempo de duración de la elaboración.

Según aumenta el contenido de humedad, disminuye en términos de tiempo y temperatura la calidad de energía requerida para conseguir un nivel prescrito de gelatinización.

Cuando mayor es la temperatura de elaboración, tanto mayor es el nivel de gelatinización conseguido para un contenido de humedad y un tiempo de elaboración dados.

Correspondientemente, cuanto más largo es el tiempo de duración de la elaboración, por encima del contenido mínimo de humedad y de la temperatura mínima de elaboración que se requieren, tanto mayor es el grado de gelatinización.

Con un contenido de humedad inferior a aproximadamente 20%, la temperatura necesaria para efectuar la gelatinización rebasa la temperatura que causa la caramelización o quemadura del almidón, anulando de esta manera cualquier efecto deseado de gelatinización. Esto sucede cuando la temperatura de elaboración excede de aproximadamente 140°C.

Este proceso consta de tres operaciones básicas.

- La difusión de agua dentro del gránulo de almidón.
 - Una transición de arrollamiento en la hélice de la molécula de almidón que requiere niveles variables de humedad y energía.
 - Un hinchamiento de los gránulos.
- Secado

Primero el producto pre cocido se somete a un proceso de pre secado, utilizando un secador de lecho fluidizado. Se realiza esta operación para reducir el contenido de humedad del grano a un nivel próximo del adecuado, en el menor tiempo posible.

Luego pasa a secadores intermitentes verticales, el producto es recirculado dentro de la cámara de los secadores por medio de elevadores de cangilones. La humedad a la que debe llegar el grano es de 11% a 13%.

- Molinado

El proceso de molinado consiste en que el arroz en granza después de ser secado y almacenado, pasa al molino donde será transformado para el consumo final.

El rendimiento de molienda se determina de la siguiente manera:

- Porcentaje de masa blanca: porcentaje de arroz blanco, entero y quebrado que se obtiene en el proceso.
- Porcentaje de grano entero: porcentaje de granos enteros que se obtienen del proceso.
- Blancura: Grados de blancura al que llega el arroz obtenido del proceso. Se determina utilizando un refractómetro en el que se compara un patrón blanco con la muestra de arroz, se obtienen °Kett debido a la marca del equipo.

Las etapas del proceso de molinado son, limpieza, descascarado, pulido, clasificado por color (únicamente para arroz precocido), clasificado por tamaño, y almacenamiento..

- Limpieza

Como primer paso, el arroz en granza seco pasa a una máquina de limpieza, la cual le dará un último proceso de depuración. Este proceso se realiza por succión.

El arroz en granza pasa por un succionador que desecha por peso todo el material extraño para que la granza limpia siga el proceso de molinado. El porcentaje de material extraño es un parámetro que se verifica al ingresar la materia prima debido a que esto afecta el rendimiento de molienda.

- Descascarado

Este proceso se realiza con una máquina descascaradora de rodillos de caucho, donde el grano es separado de la cáscara en un 95% , luego continúa a una mesa densimétrica que separa los granos con cáscara “machos” y los recircula nuevamente hacia la descascaradora y el grano descascarado sigue el proceso hacia los pulidores de arroz.

- Pulido

Durante el pulido se le remueve al grano la capa superficial o salvado, se realiza en dos etapas.

- Pulido con agua: el producto pasa por una pulidora vertical donde con agua a presión se inicia la eliminación del salvado o pulimento. Este es el primer punto crítico de control del proceso de molinado, PCC1, el agua debe cumplir parámetros microbiológicos y fisicoquímicos para evitar contaminación del producto.
- Pulido secundario: el producto pasa por dos pulidoras continuas, para eliminar completamente el salvado del grano. En este paso se encuentran dos puntos críticos de control, PCC2 y PCC3, en el ingreso de ambas pulidoras se encuentran rejillas de magnetos.

Se verifica el material capturado y el campo magnético es periódicamente analizado para garantizar la inocuidad del producto final.

- Clasificado por color

Únicamente al arroz precocido se le realiza esta clasificación. Debido al proceso térmico por el que pasa el arroz precocido el color de los granos no es parejo, incluso contiene granos quemados de color negro.

La apariencia del producto final puede afectar la calidad y aceptación de los consumidores, es por esto que el arroz precocido es clasificado por color de grano. Se realiza con un equipo que detecta variaciones de color y rechaza granos de color oscuro o distinto al aceptable.

- Clasificado por tamaño

El arroz pulido es transportado hacia los clasificadores donde se separa el grano entero y el grano quebrado. Esto se realiza en una máquina conformada por una serie de cilindros con aberturas, los granos que pasan a través de los agujeros del primer cilindro son recolectados el resto sigue al segundo cilindro donde granos de otro tamaños son recolectados, el resto es arroz entero que pasa al siguiente cilindro.

Los granos son clasificados en tres tamaños, de 0 a 3mm, de 3mm a 5mm y arroz entero.

- Almacenaje

Previo ser empacado el arroz pulido es almacenado en tolvas, en este punto se encuentra el punto crítico de control 4, PCC4, entre el transportador y el elevador que conduce el producto a tolva se encuentra una rejilla magnética garantizando que el producto almacenado no se encuentre contaminado con materiales metálicos.

- Empaque de arroz

El proceso de empaque de arroz consiste en 9 máquinas de empaque vertical volumétricas marca Selgron Futurapack, con una capacidad de producción de 60 paquetes por minuto. Estos paquetes se dirigen hacia 4 máquinas enfardadoras. Estas se encuentran divididas en dos secciones, arroz precocido y arroz blanco.

La materia prima es arroz que ha pasado por el proceso de pulido y tela para empaque de polietileno y polipropileno. El proceso consiste en la formación de bolsas plásticas mediante un juego de mordazas que sellan la tela por acción térmica, las cuales se llenan por gravedad a través de un tubo volumétrico.

Figura 4. **Empacadora Selgron Futurapack**



Fuente: Selgron.

- Puntos de control

El empaque es el último proceso de transformación previo a la venta del producto y este debe garantizar la preservación del mismo durante su tiempo de vida.

Los puntos de control del proceso de empaque son:

- Calidad del empaque: se debe asegurar que los sellos del empaque no se debiliten con el manejo, también que la codificación sea la correcta para el producto empaquetado.
- Peso: variable de gran importancia, sino se controla se pueden generar grandes pérdidas o pueden ingresar reclamos por faltante. Los límites de control son variables según la presentación a empaquetar.
- Calidad del producto: se asegura que el producto empaquetado cumpla con las especificaciones del mismo. Se determina porcentaje de arroz quebrado, blancura, humedad, análisis de Enterobacterias. Los límites de control para arroz quebrado y blancura varían según la marca empaquetada. Los límites de especificación son de 11% a 13%, para análisis de Enterobacterias es <3000 UFC/g.

Los puntos críticos de control del proceso de empaque son:

- PCC1: Regia magnética en transportador que alimenta las empacadoras de arroz blanco. Se verifica el material recolectado y limpia diariamente, se verifica el campo magnético para garantizar la captura de materiales metálicos. El límite de control es captura de partículas de 0.5mm para materiales ferrosos.
- PCC2: Regia magnética en transportador que alimenta las empacadoras de arroz precocido. El límite de control es captura de partículas de 0.5mm para materiales ferrosos.

- PCC3: Detector de metales en la banda que alimenta la bodega de producto terminado. Se verifica con patrones de partículas ferrosas, no ferrosas y acero inoxidable. El límite de control es detección de partículas de 0.5mm para materiales ferrosos, 1mm para no ferrosos y 3mm para acero inoxidable.

- Mano de obra

La mano de obra de la sección de empaque consta de 10 personas divididas en un supervisor de área, un operador encargado y ocho operadores de máquina; cuatro en empaque de arroz blanco y cuatro en empaque de arroz precocido.

- Indicadores de proceso

Los indicadores mensuales del proceso de empaque son:

- Rendimiento de mano de obra de 95%.
- Rendimiento de tiempo de máquina de 95%.
- Producto no conforme menor de 0.5%.

6. HIPÓTESIS

Hi: al aumentar el índice de eficiencia global de equipo de la sección de empaque, la productividad aumenta en el mismo porcentaje.

Ho: al aumentar el índice de eficiencia global de equipo de la sección de empaque, la productividad no aumenta en el mismo porcentaje.

- Variable independiente: índice de eficiencia global de equipo.

Indicadores:

Tasa de rendimiento

Tasa de calidad

Tasa de disponibilidad

- Variable dependiente: productividad de la sección de empaque

Indicadores:

Rendimiento de mano de obra

Rendimiento de máquina

Variaciones de costo de órdenes de producción

7. CONTENIDO QUE CONFORMARÁ EL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN

- 1.1. Localización
- 1.2. Reseña histórica
- 1.3. Visión
- 1.4. Misión
- 1.5. Valores
 - 1.5.1. Lealtad
 - 1.5.2. Excelencia
 - 1.5.3. Trabajo en equipo
 - 1.5.4. Solidaridad
- 1.6. Estructura organizacional
- 1.7. Descripción de actividades
- 1.8. Sistema de Gestión de la Calidad

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Productividad

2.2. Pérdidas en producción

2.2.1. Pérdida de tiempo

2.2.2. Pérdida de velocidad

2.2.3. Pérdida de calidad

2.3. Eficiencia Global de Equipo

2.3.1. Cálculo de OEE

2.3.2. Clasificación del OEE

2.3.3. Ventajas del OEE

3. PROCESO PRODUCTIVO DE ARROZ

3.1. Diagrama de flujo del proceso productivo de arroz

3.2. Recepción de arroz en granza

3.3. Precocción

3.4. Molinado de Arroz

3.5. Empaque

3.5.1. Puntos de control

3.5.2. Maquinaria

3.5.3. Mano de obra

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPO

4.1. Fase de preparación

4.1.1. Lista de paros

4.1.2. Diseño de metodología para cálculo para el sistema OEE

4.1.3. Diseño de metodología para la determinación del porcentaje de desecho

- 4.2. Fase de realización
- 4.3. Medición y análisis de porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de la línea
- 4.4. Análisis de defectos de calidad de producto
- 4.5. Disminución de tiempo en paros no programados
- 4.6. Problemas y defectos a atacar

5. MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO

- 5.1. Análisis de datos
- 5.2. Acciones correctivas
- 5.3. Mejoras al sistema

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

8. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Diseño experimental

El trabajo de investigación se realizará mediante una investigación cuantitativa descriptiva y correlacional con un diseño cuasiexperimental.

La investigación es de tipo cuasiexperimental, ya que se trabajará con grupos preestablecidos, la sección de empaque está dividida en dos subprocesos, empaque de arroz blanco y empaque de arroz precocido.

Se trabajará con el subproceso de empaque de arroz precocido. Será correlacional ya que se evaluará la relación entre la productividad como variable dependiente del índice OEE como variable independiente.

Variable independiente

- Índice de eficiencia global de equipo

Esta variable se determina con la multiplicación de la tasa de rendimiento, tasa de calidad y tasa de disponibilidad.

Tasa de calidad (%)= $(\text{Unidades buenas})/(\text{Unidades producidas})$

Tasa de rendimiento (%)= $(\text{Unidades producidas})/(\text{Unidades que teóricamente se debieron de producir})$

Tasa de disponibilidad (%)= $(\text{Tiempo de funcionamiento})/(\text{Tiempo programado de producción})$

Variable dependiente

- Productividad de la sección de empaque

Se determina mediante la multiplicación de los índices de rendimiento de mano de obra, rendimiento de máquina y las variaciones de costo de las órdenes de producción.

Rendimiento de mano de obra: relación entre el tiempo utilizado para la producción y el tiempo teórico que se debió utilizar.

Rendimiento de máquina: relación entre la cantidad producida por tiempo de máquina por orden de producción y la cantidad teórica que se debe producir en el mismo tiempo.

Para comprobar la hipótesis se analizarán ambos subprocesos, empaque de arroz precocido trabaja con metodología OEE y empaque de arroz blanco con los procesos actuales.

Se analizará la tasa de OEE del empaque de arroz precocido y de productividad de ambos grupos, previo a la implementación del sistema.

Se describirá y definirán las causas más comunes de paros de máquinas y de producto no conforme, la metodología para implementar el sistema y para obtener el índice OEE y la productividad.

Después de la implementación del sistema OEE en la sección de empaque, se evaluará el aumento de productividad de ambos grupos para comprobar la hipótesis.

La investigación se llevará a cabo en etapas; la primera consiste en la identificación de causas de paros de máquina y causa de producto no conforme. La segunda etapa consiste en el desarrollo e implementación del sistema OEE y la tercera etapa se seguimiento y medición.

Recolección de datos

- Análisis preliminar

La recolección de datos se realizará mediante observación de la operación de empaque durante 1 mes, en este tiempo se determinará la forma de trabajo para desarrollar el sistema OEE.

- Desarrollo e implementación de metodología OEE

Se utilizarán formatos donde se documentarán los datos generales de producción, tiempo de operación, tiempo y razones de paro de máquina, cantidades producidas y otros aspectos. Se recolectarán datos durante tres meses para realizar el análisis correlacional.

Seguimiento y medición

Se utilizarán los formatos ya implementados, para seguir documentando los datos de producción. Se analizarán datos durante tres meses.

Análisis de la información

Los datos recolectados en los formatos se ingresarán al sistema ERP de la empresa, Microsoft Dynamics GP, este sistema genera reportes sobre rendimiento de mano de obra, rendimiento de maquinaria y variaciones de costo.

Al mismo tiempo con los datos recolectados se realizará un diagrama de Pareto, utilizando Minitab y Microsoft Excel 2010, para identificar las causas de paro de máquina y de producto no conforme. En el desarrollo de la metodología se definirá el criterio para eliminar las causas.

Realizando tablas dinámicas en Microsoft Excel se determinará el índice OEE y la correlación de este con la productividad.

Se utilizará una correlación de tipo lineal. Para determinar el grado de correlación se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson.

Control de la validez interna y externa

La validez interna de los resultados se asegura utilizando un grupo experimental constante durante toda la investigación.

Las posibles fuentes de invalidación son

Mano de obra

Maquinaria

Materia prima

Material de empaque

Para mitigar las posibles fuentes de invalidación, el personal y la maquinaria no cambiarán en el transcurso de la investigación y se utilizarán todos los datos recolectados, asegurando la observación con las distintas materias primas y material de empaque.

Ambos subgrupos de la sección de empaque, precocido y blanco, trabajan bajo las mismas condiciones: con el mismo método, indicadores internos y el mismo tiempo. Trabajando de esta forma aseguramos que no existan fuentes de invalidación externa.

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

No.	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2013													
				ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct				
1	Elección de tema de investigación	12/03/2012	30/03/2012														
2	Aprobación de anteproyecto	10/04/2012	02/07/2012														
3	Realización de protocolo de investigación	02/07/2012	21/09/2012														
4	Aprobación de protocolo de investigación	18/01/2013	28/02/2013														
5	Realización de pruebas preliminares	20/03/2013	30/04/2013														
6	Definir metodología para la implementación de OEE	01/04/2013	25/04/2013														
7	Implementación de sistema OEE	01/05/2013	31/07/2013														
8	Seguimiento y medición	03/06/2013	30/09/2013														
9	Elaboración de informe final de investigación	03/06/2013	15/10/2013														

Fuente: elaboración propia.

10. RECURSOS NECESARIOS

Recursos humanos

Investigador: Susana Lorena Lizama

Asesor: Ing Luis Arturo Orellana

Personal involucrado en investigación: 10 personas de la sección de empaque.

Recursos materiales

1000 hojas carta 80 gramos

20 folders carta

1 caja de ganchos para folder

Computadora

Impresora

5 tinta para impresora

Recursos financieros

Cantidad	Material	Costo (Q)
1	Computadora Hp Pavilion g4-1087la	Q 9 000,00
1	Impresora Canon ip2700	Q 249,00
5	Tinta para impresora Canon ip2700	Q 1 150,00
1000	Hojas carta 80 gramos	Q 81,80
1	Paquete de 20 folders carta	Q 42,90
1	Caja de ganchos para folder	Q 12,00
1	Asesoría	Q 2 500,00
Total		Q 1 3035,70

Fuente: elaboración propia.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. ALCSA. Misión, visión, historia y valores. Recuperado el 20 de septiembre de <http://www.alcsa.com.gt>
2. Adum Consulting. Seminario o workshop OEE y mejora continua. Recuperado el 21 de marzo de 2012 de <http://www.adumconsulting.com/wp-content/uploads/Seminario-Workshop-OEE-Mejora-Continua.pdf>
3. Belohlavek, Peter. (2006). OEE: Overall Equipment Effectiveness. España: Editorial Díaz de Santos.
4. Business Solutionr (2002). Productividad. . Recuperado el 1 de agosto de 2012 de <http://www.bscgla.com/04.%20Educacion/00010.%20Productividad/Productividad.pdf>
5. BSCG. Productividad. (2010). Recuperado el 1 de marzo de 2012 <http://www.bscgla.com/04.%20Educacion/0010.%20Productividad/Productividad.pdf>
6. Chang, Richard Y. (1996). Mejora Continua de Procesos. Barcelona: Ediciones Granica S.A.
7. De Datta, Surajit K. (1981) Principles and Practices of Rice Production. New York: Wiley-Interscience Publications.

8. Deming, W. Edwards (1989). Calidad, productividad y competitividad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
9. Eumed. Parámetros que influyen en la calidad industrial del arroz cosechado en el municipio la sierpe. (2012). Recuperado el 20 de septiembre de 2012 de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2012/sdmr.html>.
10. Gariboldi, F. (1984). Rice Parboiling. Roma: Organización de comida y droga de la Organización de las Naciones Unidas.
11. Gutiérrez Pulido, H. (2005). Calidad total y productividad. México: Mc Graw Hill.
12. Idhammar Systems (2008). Idhammar OEE – the bread and butter of group-wide continuous improvement. Recuperado el 21 de marzo de 2012 de http://www.idhammarsystems.com/uploaded_images/docs/t4p58c6Idhammar_British%20Bakeries_OEE%20Case%20Study.pdf
13. OEEToolkit. Los resultados del piloto de OEE Toolkit conducen a la implantación en planta. Recuperado el 21 de marzo de 2012 de http://www.oee toolkit.com/images/stories/Demonstration/Klantcase_Motip_Dupli_ES.pdf
14. Rajadell Carreras, Manuel. (2010). Lean Manufacturing la Evidencia de una Necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos.

15. Ríos Giraldo, Ricardo M. (2009). Seguimiento, medición, análisis y mejora en los sistemas de gestión. Enfoque bajo indicadores de gestión y Balanced Scorecard. Colombia: ICONTEC
16. Sistemas OEE de Productividad Industrial (2010). La experiencia de los mejores. Recuperado el 19 de septiembre de 2012 de <http://www.sistemasoe.com/index.php/la-empresa/la-experiencia-de-los-mejores>
17. The Productivity Development Team. (2004). OEE for Operators. New York: Shopfloor Series.
18. Ucelo Lezana, A. R. (2008). Diseño e implementación del sistema de eficiencia global de los equipos (OEE) en una línea de producción de pañales desechables e investigación de propuesta viable para la degradación de estos productos no reciclables en la empresa ALTENVASA. Tesis de licenciatura en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
19. Vorne Industries (2002). Fast Track OEE for People on the Move. . Recuperado el 1 de marzo de 2012 de <http://www.oee.com/fast-track-oee.html>
20. Xitumul Álvarez, A.P. (2009). *Diseño e implementación de un sistema de control de tiempos no productivos para la mejora de la eficiencia en una línea de producción de bebidas carbonatadas*. Tesis de licenciatura en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

