

**UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA  
“JOSÉ SIMEÓN CAÑAS”**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO**



**“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO BASADO EN 5S EN UNA  
EMPRESA PANIFICADORA SALVADOREÑA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREPARADO PARA EL  
DECANATO DE POSTGRADO UCA Y CENTRO DE ESTUDIO  
DE POSTGRADO UDB**

**PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAESTRO EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**POR:  
LUIS ERNESTO DAHBURA RAMOS  
LUIS ALONSO FIGUEROA HERNÁNDEZ  
ROBERTO GERARDO SOLÓRZANO LANDAVERDE**

**OCTUBRE 2017  
ANTIGUO CUSCATLÁN, EL SALVADOR, C.A.**

**RECTORES**

**ANDREU OLIVA DE LA ESPERANZA, S.J.  
MARIO RAFAEL OLMOS ARGUETA, S.D.B**

**SECRETARIAS GENERALES**

**SILVIA ELINOR AZUCENA DE FERNÁNDEZ  
YESENIA XIOMARA MARTINEZ OVIEDO**

**DECANA DE POSTGRADO UCA**

**NELLY ARELY CHÉVEZ REYNOSA**

**DECANO DE POSTGRADO UDB**

**HERBERT HUMBERTO BELLOSO FUNES**

**DIRECTORES DE LA MAESTRÍA EN GERENCIA DE  
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**NELSON ANTONIO QUINTANILLA JUÁREZ  
LAURA BEATRIZ ORELLANA DE ROSALES**

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

**OMAR ALBERTO ARGUETA ARGUELLO**

## AGRADECIMIENTOS

*Agradecemos a la panadería Rosvill por su aporte al desarrollo de este trabajo. A los catedráticos y asesores, así como a las personas que amablemente aportaron ideas e instrumentos de apoyo para el desarrollo de este trabajo.*

*A nuestra familia quien con su tiempo y comprensión nos ayudan a desarrollarnos como profesionales de beneficio a nuestra nación.*

## DEDICATORIA

*Dedicamos el presente trabajo a Dios todo poderoso, a la Virgen Santísima Auxiliadora de los Cristianos, San Juan Bosco y San Marcelino Champagnat.*

*A nuestras familias, en especial a nuestros padres quien con dedicación y apoyo continuo nos han guiado por el camino de ser buenos cristianos y honrados ciudadanos.*

## INDICE.

INDICE.....	4
CAPITULOS.....	9
CAPITULO I.....	9
1.1 Antecedentes .....	9
1.2 Descripción del problema .....	10
1.3 Objetivo General .....	10
1.4 Objetivos Específicos.....	10
1.5 Hipótesis general.....	11
1.6 Hipótesis específicas .....	11
1.7 Justificación .....	11
1.8 Delimitación.....	12
1.9 Delimitación de mercado .....	12
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Historia de la metodología 5S's.....</b>	<b>13</b>
FASE 1S: Clasificación o Selección (Seiri) .....	17
FASE 2S: Orden (Seiton).....	18
FASE 3S: Limpieza (Seiso) .....	20
FASE 4S: Estandarización (Seiketsu) .....	21
FASE 5S: Disciplina (Shitsuke).....	22
2.4 Casos de éxito en la implementación de la metodología 5S .....	23
2.5 Ejercicio de 5's en almacén de repuestos de industria salvadoreña.....	25

CAPITULO III.....	26
3.1 Historia del mantenimiento industrial.....	26
3.2 Tipos de mantenimiento, beneficios y ventajas .....	29
3.3 Importancia del mantenimiento en la industria.....	31
3.4 ASME.....	32
3.5 Organización de un departamento de mantenimiento industrial.....	33
3.6 Criterios de evaluación de criticidad en equipos .....	34
3.7 Administración y evaluación de un plan de mantenimiento .....	41
CAPITULO IV.....	42
4.1 Higienización .....	42
4.3 Aceros grado alimenticios.....	52
4.4 Polímeros para la industria alimenticia .....	53
CAPITULO V .....	56
5.1 La industria panificadora ROSVILL.....	56
5.4 Proceso productivo de la galleta .....	60
5.4.1 Galleta muestra: margarita .....	60
CAPITULO VI.....	63
6.1 Descripción de equipos industriales de panificación. ....	63
6.1.1 Descripción de Basculas. ....	64
6.3 Descripción de horno industrial.....	67
6.3.2 Modos de operación del horno túnel.....	69

6.3.3 Higienización de horno .....	72
6.3.5.1 Banda de enfriamiento.....	73
6.3.5.2 Empaquetador individual .....	73
6.3.5.3 Empaquetador múltiple.....	74
CAPITULO VII .....	75
7.1 Modelo de Aplicación de 5 S.....	75
7.2 Sensibilidad a la alta Gerencia.....	76
7.3 Estructura del comité de aplicación .....	76
7.4 Entrenamiento de facilitadores.....	76
7.5 Controles visuales, herramientas a utilizar en la aplicación de la técnica 5S .....	77
7.6 Aplicación del Seiketsu-Mantener .....	79
CAPITULO VIII .....	80
8.1 Beneficio de 5S en el taller .....	80
8.2 Las 5S en el taller.....	81
Organización y limpieza.....	81
Estandarización .....	83
Disciplina .....	84
CAPITULO IX.....	85
9.1 Departamento de Mantenimiento.....	85
9.2 Descripción de puestos clave en el área de mantenimiento en Panadería	
ROSVILL.....	88

9.3 Relación del Departamento de Mantenimiento con los demás Departamentos.	90
9.4 Ordenes de trabajo	92
9.6 Identificación de Equipo	98
9.7 Administración de Proyectos en Mantenimiento.	98
CAPITULO X	102
10.1 Implementación de 5S en almacén de repuestos de panadería ROSVILL	102
10.2 Levantamiento de inventario físico y revisión de inventario en sistema	103
10.3 Inventario de repuestos, clasificación y establecimiento de máximos y mínimos	106
10.4 Orden y limpieza	107
CAPITULO XI	109
11.1 Auditoría 5s	109
11.2 Método para realizar auditoría:	109
11.3 Indicadores claves del proceso - KPI	110
CAPITULO XII	113
12.1 PLAN DE MANTENIMIENTO	113
12. 2 Identificación de equipos	114
12.3 Análisis de Criticidad	116
12.4 Inspecciones rutinarias y mantenimiento preventivo	118

Conclusiones .....	120
Bibliografía .....	122
FUENTES DE CONSULTA .....	124
ANEXOS .....	125

# CAPÍTULOS

## CAPÍTULO I

### 1.1 Antecedentes

En El Salvador el consumo de pan dulce, forma parte de la dieta histórica diaria de gran parte de la población, parte de información histórica mencionada por Pedro Escalante historiador notorio, hacen referencia que los poblados precolombinos consumían pan de maíz, y posterior a la conquista hay referencia de elaboración de pan de trigo registrado en desde la época de 1700 ( LERET PONCE). En el país surgieron empresas de larga trayectoria en la fabricación de pan y se han desarrollado hasta la industrialización y producción en gran escala, para el abastecimiento nacional generando la identificación de sus marcas y logos asociados a la fabricación del producto. De igual forma la fabricación de pan artesanal es de notoria presencia en el interior país, muchas empresas pequeñas se han desarrollado en la industria de panificación y se consideran empresas PYMES. De acuerdo al Directorio de Unidades Económicas en el periodo 2011-2012, se reportó la existencia de 162.934 unidades económicas, en las que las PYMES, cuentan con una representación del 99.3% y permite la generación del 68% de empleo en el sector urbano.

La industria de la panificación está marcada históricamente por la existencia de empresas familiares, que han sido beneficiadas por la urbanización y a su vez les ha permitido crecer y desarrollarse como industria en general; la primer empresa panificadora registrada en El Salvador surge como una empresa familiar, la cual se nombró “La Estrella”. Un grupo familiar que vio esta iniciativa formo otra panadería que fue registrada con el nombre “Pan Migueleño”. ( GONZÁLEZ SÁNCHEZ & ESCOBAR GUERRA, 2007).Hasta la actualidad que existen muchísimas panaderías destacadas en el país. La evolución de la panificación han permitido el aprovechamiento de los acuerdos económicos internacionales por parte de las PYMES, este suceso ha permitido estudios referente al tema de la panificación; en años pasados un estudio reflejo por parte de “el Ministerio de Economía, la tasa de crecimiento media anual de pan exportado hacia Estados Unidos, este ha sido del 33% en los últimos cinco años, lo que representa un crecimiento significativo. Es por ello, que el pan dulce salvadoreño se ubica como un producto “ganador” o “estrella naciente” en

la matriz de competitividad; debido a que es un producto en demanda creciente en el mercado meta (Estados Unidos)” (Urquilla & Rodriguez, 2004)

## **1.2 Descripción del problema**

En un mundo globalizado donde la satisfacción del cliente es lo más importante para una empresa y la capacidad por ofrecer un producto de mejor calidad y reducir los costos productivos, ha llevado a los ingenieros a desarrollar metodologías para incrementar la productividad, manteniendo los más alto estándares de calidad en sus productos. En todas las empresas existen diversos tipos de desperdicios, las cuales usualmente usan estas metodologías basadas en sistemas que cambian el entorno laboral para identificarlas y erradicarlas. A nuestro criterio basado en las observaciones realizadas en algunas PYMES estas suelen ser ineficientes, tanto en calidad como en productividad, esto conlleva a ordenes entregas tarde o en los peores de los casos a incumplimiento de los clientes. 5S busca minimizar desperdicios así como estandarizar los procedimientos buscando la excelencia en el producto, por esta razón 5S es la base para la implementación de filosofías robustas de mantenimiento tales como TPM, KAIZEN, JISHU HOZEN, entre otras.

## **1.3 Objetivo General**

Desarrollar un método guía para construir un plan de gestión de mantenimiento basado en 5S's, para asegurar la continuidad operativa de una empresa productora de pan.

## **1.4 Objetivos Específicos**

- Describir el proceso de fabricación de pan dulce en una PYME para desarrollar una guía de identificación de procedimientos de mantenimiento.
- Definir cada una de las fases de 5s's y su guía de implementación, tomando en cuenta cada uno de los componentes de la metodología japonesa.
- Establecer acciones orientadas en mantenimiento que permitan mantener una producción continua y organizada.

## **1.5 Hipótesis general**

Al desarrollar un Plan De Gestión De Mantenimiento basado en 5S; permitirá una mejor eficiencia en los equipos, lo que conllevará a un régimen de producción más constante y continuo que vera reducidos los tiempos improductivos.

### **1.6 Hipótesis específicas**

- Partiendo de que cada una de las fases del proceso está definida, se verificara si se desarrolla de manera adecuada, de no ser así se evaluara complementar una metodología de mejora productiva.
- El personal de mantenimiento de la empresa con la debida capacitación en metodologías de mejora de procesos será capaces de producir mejoras en las líneas productivas a través de la generación de confiabilidad en los equipos.
- Es necesario tener un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad y 5S es la mejor metodología para iniciar este plan dado que es la base de la mayoría de programas más avanzados en mejoras de procesos productivos

## **1.7 Justificación**

La mejor manera de obtener un proceso eficiente dentro de una PYME de panificación es desarrollando y gestionando un correcto Plan de Mantenimiento, basado en una metodología exitosa en el mercado internacional de la manufactura, este éxito puede ser traducido en otras áreas, es nuestro caso de estudio la inserción en el área de mantenimiento, y con esto se cuenta con un modelo que asegure la producción del negocio.

Las PYMES de panificación en el país cuentan con diversos equipos en sus procesos productivos. Con la implementación de un plan de mantenimiento, se pretende mejorar y estandarizar las actividades de mantenimiento, desde las más complejas hasta las realizadas de forma autónoma y que se realice como disciplina, con esto tendría beneficios directos como aumentar la eficiencia de la producción a través de las operaciones de mantenimiento y maximizar a su vez la disponibilidad en óptimas condiciones de los equipos. Creemos que, al aplicar 5S y con la orientación en el área de mantenimiento, todo esto es posible

mejorando las actividades realizadas y asegurando la ruta de la calidad de las operaciones y de control dentro de la empresa. El plan debe de ser de conocimiento en todos los colaboradores de la empresa, ya que el esto puede extenderse y ayudar a mejorar todos sus procesos en general.

### **1.8 Delimitación**

El presente trabajo se ha delimitado a realizar un plan de gestión de mantenimiento en una empresa de panificación específicamente en el departamento de mantenimiento, enfocándonos en como el mantenimiento permite un mejor proceso productivo, como un buen inventario de repuestos mejora la eficacia del mantenimiento programado y como todo esto desempeña un rol significativo en la rentabilidad de la empresa siempre que los departamentos de producción, administración y calidad trabajen bajo el mismo ideal. Se limita a la línea de producción galletera, sus elementos y personal; en el cual se pretende implementar de gestión de mantenimiento basado en la metodología de 5s's, teniendo en cuenta las necesidades del negocio.

Delimitación geográfica: El Salvador, área total 21,040 Km<sup>2</sup>, fronteras terrestres: Guatemala 203 km, Honduras 342 km

### **1.9 Delimitación de mercado**

Según CONAMYPE (Comisión Nacional de las Micro y Pequeña Empresas), en nuestro país existen 22,000 panaderías, donde el 90% son artesanales. (Crespín, 2008)

Nuestro estudio se delimita a las pequeñas y medianas empresas, con un estudio en una fábrica de pan instalada en la Municipalidad de San Salvador, Departamento de San Salvador, capital de El Salvador

## CAPÍTULO II

### 2.1 Historia de la metodología 5S

Después de la Segunda Guerra Mundial, el Japón fue uno de los países más deteriorados debido a los conflictos bélicos acontecidos en los años recientes a la segunda guerra mundial, actualmente se erige como una de las potencias del mundo tanto en comercio como también en educación, todo ello debido a una idea radical que cambio no solo el panorama de Japón sino también del mundo esto fue la calidad. Todo comenzó cuando el presidente vigente de EEUU de la época, el presidente Truman a través de una orden ejecutiva le brinda apoyo económicamente, pero esta ayuda no llegaba ni a la mitad de la destrucción realizada en los años anteriores, sin embargo dos personas fueron muy influyentes para el resurgir del Japón como una nación sólida y próspera, uno de ellos fue Edwards Deming. (Deming, The New Economics for Industry, Government, Education, 2000). A estos se unió el señor Joseph Moses



Ilustración 1. Fotografía de Edwards Deming



Ilustración 2 . Fotografía de Joseph Moses

**Edwards Deming:** Esta persona dedicó su vida al control estadístico de la calidad, la cual fue la base para sus ideas revolucionarias que aunque en su país EEUU no tuvieron mucho eco Japón, si supo valorarlas aprovechando así lo que EEUU había desaprovechado, y convirtió los estudios de esta persona en el eje de su estrategia de desarrollo. Nació el 14 de octubre de 1890 y se tituló como Ingeniero Eléctrico de la universidad de Wyoming en

1921, se graduó de su Master en 1925 en la Universidad de Colorado y de su PhD de la universidad de Yale en 1928.

En 1950 la JUSE (Unión de científicos e ingenieros japoneses) invitó a esta persona a realizar algunas conferencias sobre el control de la calidad y así comenzar a poner en marcha su nueva estrategia, Ichiro Ishikawa, que era el presidente, fue uno de los que más propulsaron esta visita. Sin duda Edwards Deming es el primer gran paso para la restauración de Japón (Deming, Out of the Crisis., 1986) (Deming, Some Theory of Sampling, 1966).

**Joseph Moses:** Otra de las personas impulsoras de la calidad y el manejo de la calidad a nivel mundial, él fue contemporáneo de Deming y un importante factor para la restauración de Japón, nace en Rumania en 1904, en 1924 se graduó de Ingeniero Eléctrico. Después de la II Guerra Mundial trabajó como consultor. Fue invitado en muchas ocasiones entre los años 1952 y 1953 pero realizó su primera visita a Japón en 1954 y convierte el Control de la Calidad en instrumento de la dirección de la empresa. Imparte su conferencia sobre: "Gestión Sistemática del Control de Calidad" impartida a las empresas: Showa Denko, Nippon Kōgaku, Noritake, y Takeda Pharmaceutical Company, como a algunos organismos:

- Hakone,
- Universidad de Waseda,
- Ōsaka y Kōyasan.

Posterior a esto nace la publicación de su libro, que había sido desechado por otras editoriales: "Manual de Control de Calidad". (Deming, Out of the Crisis., 1986) (Juran, 1993) (Quality Control Handbook, 1951)

Con grandes mentes del lado de Japón y sobre todo con la influencia de Deming, esta nación aprovechó sus enseñanzas. Pasando unos años bajo las enseñanzas de estos personajes su productividad se mejora y se refuerza aceleradamente, sin duda Estados Unidos benefició a Japón casi tanto como lo destruyó. El final de los años 70's y el principio de los 80's fue marcado por un empeño en la calidad en todos los aspectos de los

negocios y organizaciones de servicios, incluyendo las finanzas, ventas, personal, mantenimientos, administración, fabricación y servicio.

La reducción en la productividad, los altos costos, huelgas y alto desempleo hicieron que la administración se volviera hacia el mejoramiento en la calidad como medio de supervivencia organizacional. Hoy en día Japón es una de las principales potencias a nivel económico y organizacional, las empresas Japonesas que destacan son las siguientes; Nissan, Toyota, Hitachi y Nipon Steel.

Toyota sobre todo tiene la atribución más grande acerca de sistema de calidad, al ser la creadora del sistema "5S" sin embargo esta sólo dio a conocer el sistema, fue Shingeo Shingo quien en realidad debería ser a quien se le atribuyera este gran sistema.

## **2.2 Toyota y las "5 S" de la calidad**

En la década de los 70, en Japón la empresa Toyota crea una nueva forma de organizar no solo la producción sino también cualquier servicio, conocido como Sistema de Calidad, dentro de este contexto es que surge la estrategia de las 5S, un programa para conseguir mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza: "lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral". Toyota se refiere a ellas como estrategia de las 5S porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por la letra S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar.

- 1. Seiri – Clasificar - Mantener sólo lo necesario.**
- 2. Seiton – Orden - Mantener todo en orden.**
- 3. Seiso - Limpieza - Mantener todo limpio.**
- 4. Seiketsu- Estandarizar- Bienestar personal - Cuidar su salud física y mental.**
- 5. Shitsuke – Disciplina - Mantener un comportamiento fiable.**

**Shigeo Shingo.** El ingeniero industrial SHIGEO SHINGO nació en 1909 de origen japonés, se distinguió como uno de los líderes en prácticas de manufactura en el Sistema de Producción de Toyota creador entre muchas cosas de los teoremas sobre 5S, POKA YOKE, y ZERO QUALITY CONTROL, en 1954 comienza a laborar para el Japan Management Association (JMA) su filosofía era mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo y lo que trataba era mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la eficiencia y en consecuencia la calidad, productividad y competitividad de la organización. (Shingo, 1985) (Control, 1986)



Ilustración 3 .  
Fotografía de Shigeo  
Shingo

### **2.3 Descripción de los componentes de 5S**

El uso de las 5S puede ser utilizado en el mantenimiento, este puede ser utilizado en todas las áreas de las operaciones y control de mantenimiento, dando como resultado una visión integral de mantenimiento.

Las 5 S en su orden y descripción respectiva son las siguientes:

*Seiri – Clasificación:* El primer paso es la separación de cada uno de los elementos innecesarios.

*Seiton – Orden:* La organización de los espacios de trabajo para situar los elementos necesarios y de forma accesible, acorde a la frecuencia y secuencia de utilización.

*Seiso – Limpieza:* El mantener limpio el área de trabajo y su entorno, máquinas y herramientas limpias, eliminando la suciedad producto del trabajo o de las condiciones indirectas (medio ambientales, externas, etc.)

*Seiketsu – Estandarizar:* La correcta señalización y la igualación de condiciones para todas las áreas, permite la identificación inmediata dentro de toda la planta y áreas de trabajo las anomalías, la prevención de accidentes, reducción de desorden. Esta parte es una previa aplicación de la siguiente “s”, permitiendo la estandarización es una actividad rutinaria.

*Shitsuke – Disciplina:* Es el entorno final y de manera continua, para mantener y fomentar el esfuerzo realizado en las acciones previas, para la sostenibilidad de la metodología.

Las cinco etapas son aplicables, y se requieren una formación ordenada y no muy extensa. La clave de una metodología es la disciplinada y firmeza de la aplicación misma, para poder llevar a cabo las etapas de calidad.

### **FASE 1S: Clasificación o Selección (Seiri)**

**Clasificar** consiste en: identificar la naturaleza de cada elemento (cuadro de clasificación de objetos) separando lo que realmente sirve de lo que no, identificando; lo necesario de lo innecesario, sean herramientas, equipos, útiles o información.

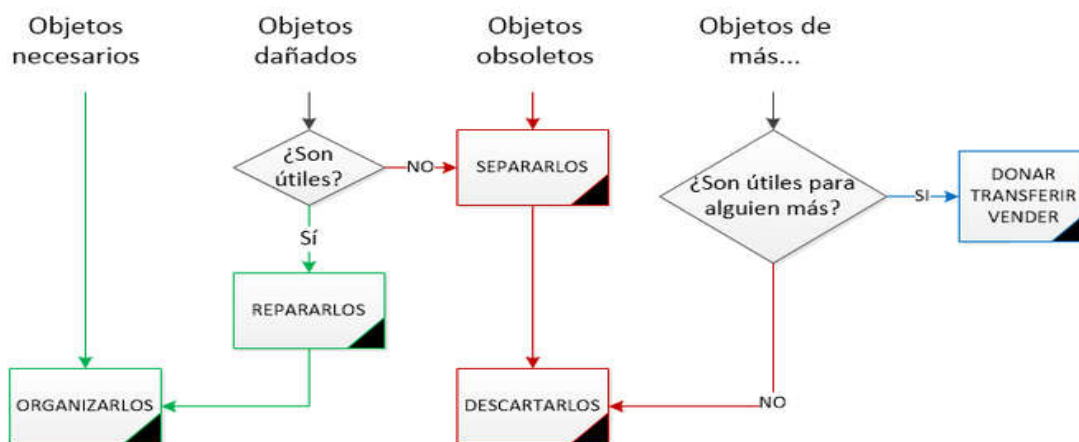


Ilustración 4 Clasificación y segregación de los objetos

**Las herramientas a utilizar son:** la hoja de verificación, en la cual podemos plantearnos la naturaleza de cada elemento, y si este es necesario o no.

**Las ventajas de clasificar son:** Una vez se cumpla con esta fase se obtendrán los siguientes beneficios:

- Se obtiene un espacio adicional
- Se elimina el exceso de herramientas, objetos obsoletos, etc.
- Se disminuyen movimientos innecesarios
- Se elimina el exceso de tiempo en los inventarios
- Se eliminan despilfarros

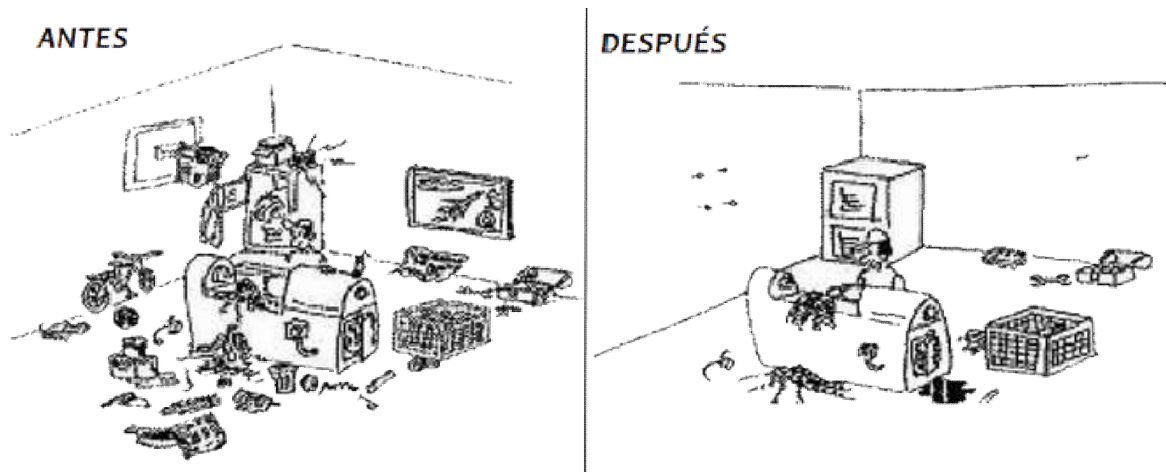


Ilustración 5. Implementación de 1S.

### **FASE 2S: Orden (Seiton)**

**Ordenar consiste en:** Disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario.

- Disposición de sitios debidamente identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia, con algo de frecuencia y con mucha frecuencia
- Utilizar la identificación visual, de modo que permita a las personas ajenas al área realizar un correcto uso de los equipos.
- Identificación del grado de utilidad de cada elemento, realizando una disposición que disminuya los movimientos innecesarios.
- Determinación de máximos y mínimos que debe haber de cada artículo.
- Creación de proceso de retorno de artículos para que cada artículo retorne a su lugar de disposición una vez haya sido utilizado.

FRECUENCIA DE USO	DISPOSICION
Lo utiliza en todo momento	Téngalo a la mano, utilice correas o cintas que unan el objeto a la persona
Lo utiliza varias veces al día	Disponer cerca a la persona
Lo utiliza todos los días, no en todo momento	Téngalo sobre la mesa de trabajo o cerca de la máquina
Lo utiliza todas semanas	Colóquelo cerca del puesto de trabajo
Lo utiliza una vez al mes	Colóquelo cerca del puesto de trabajo
Lo usa menos de una vez al mes, posiblemente una vez cada dos o tres meses	Colóquelo en el almacén, perfectamente localizado

*Tabla 1. Interacción de los elementos en el área y su disposición en base al régimen de uso.*

**Las herramientas a utilizar son:**

- Códigos de color
- LAYOUT y señalización de los elementos dentro de las áreas
- Lista de máximos y mínimos

**Las ventajas de ordenar son:**

- Reducción de tiempo de búsqueda
- Reducción de los tiempos de cambio
- Eliminación de condiciones inseguras
- Se necesita y se ocupa menos espacio
- Se evitan interrupciones innecesarias en el proceso

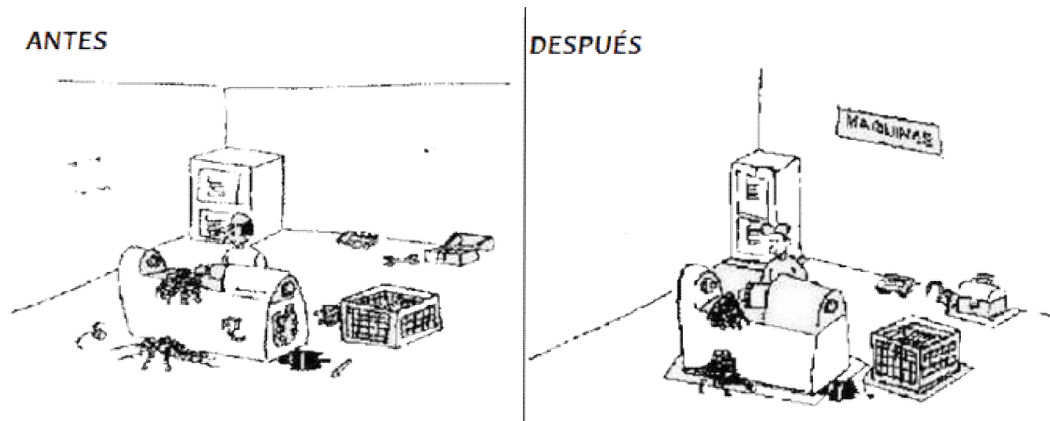


Ilustración 6. Implementación de 2S

### **FASE 3S: Limpieza (Seiso)**

**Limpiar consiste en:** Disponer de un sitio adecuado para realizar un trabajo en particular en donde sea fácil ubicar, identificar y acceder a los distintos lugares de un equipo o área de trabajo.

- Integrar la limpieza como parte del trabajo
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo y rutinario
- Eliminar la diferencia entre operario de proceso y operario de limpieza
- Eliminar las fuentes de contaminación, no solo la suciedad

#### **Las herramientas a utilizar son:**

- Hoja de verificación de inspección y limpieza
- Tarjetas para identificar y corregir fuentes de suciedad, puntos de lubricación y puntos de difícil acceso para limpieza

#### **Las ventajas de limpiar son:**

- Mantener un lugar de trabajo limpio aumenta la motivación de los colaboradores
- La limpieza aumenta el conocimiento sobre el equipo
- Incrementa la vida útil de las herramientas y los equipos

- Incrementa la calidad de los procesos
- Mejora la percepción que tiene el cliente acerca de los procesos y el producto

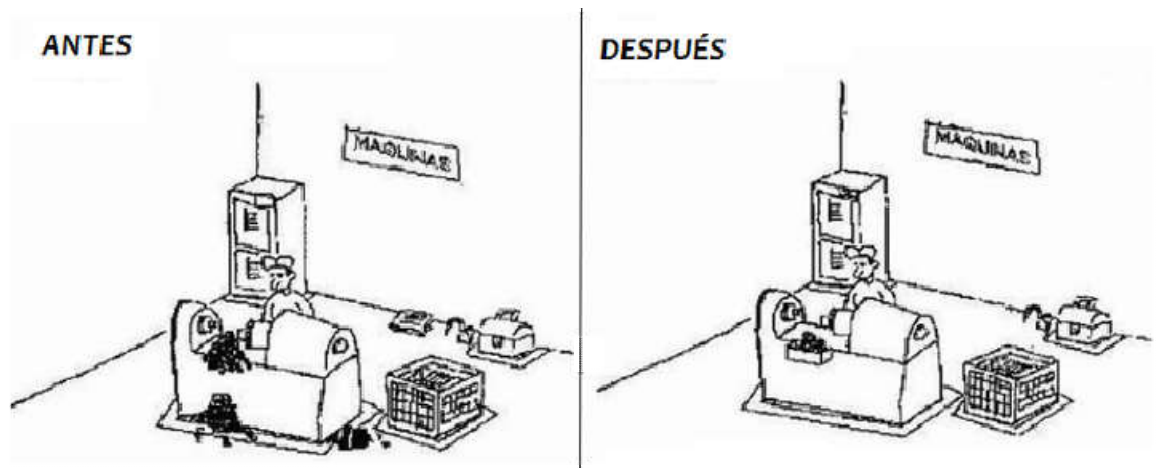


Ilustración 7 Implementación de 3S

#### **FASE 4S: Estandarización (Seiketsu)**

**Estandarizar consiste en:** Disponer de mecanismos normalizados que permitan replicar las buenas acciones y medidas tomadas con un equipo y replicarlo hacia los demás.

- Mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo.
- Instruir a los colaboradores en el diseño de normas de apoyo.
- Utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas.
- Utilizar moldes o plantillas de enseñanza para conservar el orden.

#### **Las herramientas a utilizar son:**

- Tableros de estándares (estándar de limpieza, estándar de orden, estándar de segregación).
- Diagrama de 5 puntas de rendimiento y gráfico de barras de seguimiento semanal.

- Instrucciones y procedimientos.
- Calendarios de limpieza semanal para el área.
- Plan de mejora semanal para el área.
- Diagramas de flujo ASME

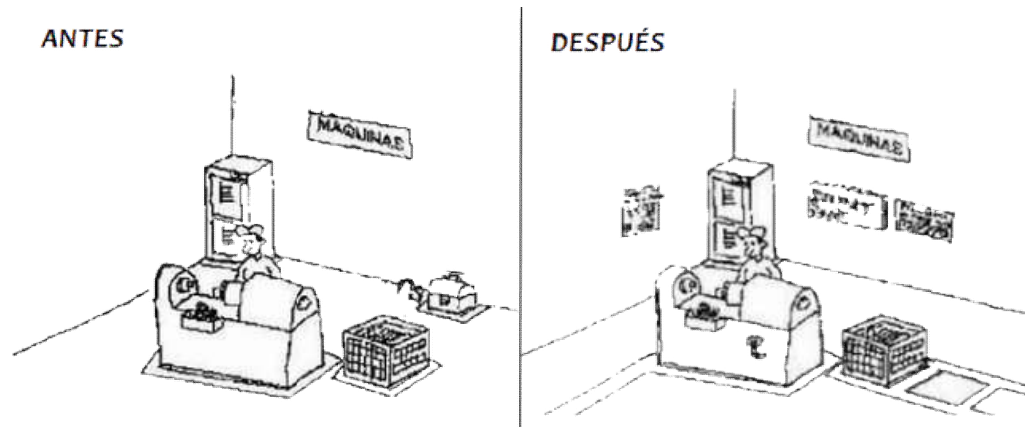


Ilustración 8. Implementación de 4S

### **FASE 5S: Disciplina (Shitsuke)**

**La disciplina consiste en:** Disponer de metodologías que permitan que el nivel de excelencia alcanzado en un equipo o sistema no decaiga y siempre busque la auto superación a través de inculcar el sentido de pertenencia de los equipos y/o sistemas

- Establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza
- Promover el hábito del autocontrol acerca de los principios restantes de la metodología
- Promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor, aprender haciendo y enseñando con el ejemplo
- Hacer visibles los resultados de la metodología 5S

### **Herramientas a utilizar:**

- Hoja de Auditoria 5S
- Presentación semanal/mensual/trimestral de resultados de Auditoria 5S

### **Ventajas de la disciplina:**

- Se crea el hábito de la organización, el orden y la limpieza a través de la formación continua y la ejecución disciplinada de los estándares.

## **2.4 Casos de éxito en la implementación de la metodología 5S**

En este mundo globalizado existen empresas que han optado por algún tipo de metodología de mantenimiento, destacándose entre las grandes empresas productoras del mundo y para la mayoría es difícil pensar que todo empieza en la aplicación y seguimiento de 5S utilizada como una herramienta preparatoria para grandes metodologías de mantenimiento. 5S es la base del éxito de metodologías de mantenimiento como **Just in time, SMED, TPM, LEAN MANUFACTURING**, de tal manera que la implementación individual de dicha herramienta se ve respaldada con incremento en la productividad y calidad en las empresas, de igual manera se disminuye el tiempo perdido por mantenimiento aumentando la eficiencia y eficacia de la empresa.

Si retomamos el caso de mayor éxito de aplicación de esta herramienta estaremos hablando del **Caso TOYOTA**, donde esta herramienta nació y dio apertura a todas las metodologías antes mencionadas. En el siglo XX Taylor y Henry Ford había revolucionado la cadena de producción, donde se formalizaron y se diseñaron los conceptos de fabricación en serie, los cuales eran utilizados en la fabricación de fusiles y turbinas en aquella época.

## Kiichiro Toyoda



Ilustración 9.  
Fotografía de Kiichiro  
Toyoda

La apertura de estas técnicas empezaron en Japón de donde son originarias, en 1902, Sakichi Toyoda, el que más tarde fuera fundador con su hijo Kiichiro de la Corporación Toyota Motor Company, el cual gracias a su contribución al desarrollo industrial es conocido como el rey de los inventores japoneses. Esta empresa junto al resto de las empresas japonesas, se enfrentó, después de la Segunda Guerra Mundial, al reto de reconstruir una industria competitiva en un escenario de post-guerra. Los japoneses se concienciaron de la precariedad de su posición en el escenario económico mundial, pues, desprovistos de materias primas, sólo podían contar con ellos mismos para sobrevivir y desarrollarse

El reto para los japoneses era lograr beneficios de productividad sin recurrir a economías de escala. Comenzaron a estudiar los métodos de producción de Estados Unidos, con especial atención a las prácticas productivas de Ford, a el control estadístico de procesos desarrollado por W. Shewart, a las técnicas de calidad de Edwards Deming y Joseph Moses Juran, junto con las desarrolladas en el propio Japón por Kaoru Ishikawa.

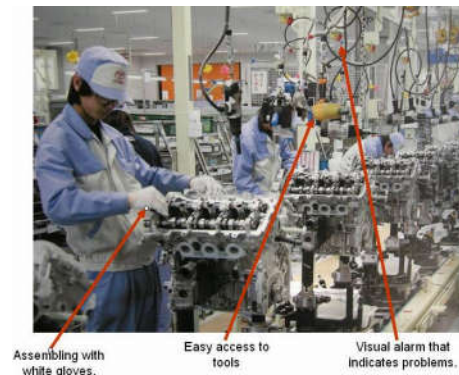


Ilustración 10 .Fotografía  
de línea de manufactura de  
vehículos TOYOTA.

Debido al constante crecimiento industrial de las empresas, TOYOTA entró en un dinámica de supervivencia que lo llevó a reducir su mano de obra y esto desembocó en constantes huelgas de trabajadores a finales de 1949. Para contrarrestar este problema, los ingenieros de Toyota viajaron a Norteamérica para aprender de la línea de producción de FORD, la cual se basa en reducción de costes fabricando vehículos en grandes cantidades pero limitando el número de modelos. Observaron que el sistema rígido americano no era aplicable a Japón y que el futuro iba a pedir construir automóviles pequeños y modelos variados a bajo costo.

Concluyeron que esto solo sería posible suprimiendo los stocks y toda una serie de desperdicio, incluyendo los de aprovechamiento de las capacidades humanas lo cual es el principio de **5S**. A partir de estas reflexiones se estableció las bases del nuevo sistema de gestión **JIT/Just in Time (Justo a tiempo basado en 5S)**, también conocido como **TPS (Toyota Manufacturing System)**.

El sistema formulaba un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita” .La necesidad de transformar las operaciones productivas en flujos continuos, sin interrupciones, con el fin de proporcionar al cliente únicamente lo que requería, focalizando su interés en la reducción de los tiempos de preparación. Sus primeras aplicaciones se centraron en la reducción radical de los tiempos de cambio de herramientas, creando los fundamentos del sistema **SMED**.

## **2.5 Ejercicio de 5S en almacén de repuestos de industria salvadoreña**

El ejercicio se realizó en un almacén de repuestos de una empresa salvadoreña de envasado de bebidas, con el objetivo principal de ordenar y minimizar el tiempo de búsqueda de repuestos y herramientas.

1. SEIRI: Clasificar o Seleccionar
2. SEITON: Ordenar
3. SEISO: Limpiar
4. SAIKETSU: Estandarizar
5. SHITSUKE: Mantener la disciplina

En el siguiente cuadro se retoma cada componente de la herramienta de 5S:


NOMBRE	CONCEPTO	OBJETIVO	FOTOGRAFIA
<b>Seiri</b> 整理 (Clasificar)	Separar repuestos, herramientas, etc. Inecesarios, considerados así, por ser objetos que no se utilizan a corto ni largo plazo y solo ocupan un lugar físico en el almacén	Generar espacio físico para poder almacenar de manera ordenada los repuestos, herramientas etc. Que serán utilizados en el proceso	
<b>Seiton</b> 整頓 (Ordenar)	Situar repuestos, herramientas, etc. Necesarios, en el espacio físico generado en la clasificación de objetos	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz, es aquí donde se disminuye el tiempo de búsqueda de las herramientas y repuestos, de igual manera se disminuye el tiempo de mantenimiento	
<b>Seisō</b> 清掃 (Limpiar)	Identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que los puestos de trabajo se encuentren siempre en perfecto estado y cuando alguien necesite utilizar algo esté listo para su uso	Evitar que los repuestos y herramientas se deterioren a causa de suciedad así como mantener el recinto limpio minimizando el riesgo al momento de una búsqueda	
<b>Seiketsu</b> 清潔 (Estandarización)	Señalar anomalías, Difiere de las 3 primeras ya que son actividades la cuarta S es un estado que existe cuando se mantienen las 3 primeras (Clasificación, orden y limpieza)	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden, evita un retroceso de las primeras 3 S's, en este caso particular se utilizaron estándares visuales para mantener el orden tal como se empezó el proyecto	
<b>Shitsuke</b> 躰, (Disciplina)	Seguir mejorando, es diferente a las 4 primeras Ss en el sentido de que no es visible y no puede medirse	Fomentar los esfuerzos en este sentido. Impregnar la actitud e ideología de orden en los colaboradores	

Tabla 2. Ejemplo de implementación de 5S en una bodega.

## CAPÍTULO III

### 3.1 Historia del mantenimiento industrial

Desde el inicio de la vida humana las herramientas fabricadas por el hombre se han perfeccionado día con día, dado que éstas le permitían realizar sus actividades de manera

más fácil y rápida. Durante la Primera Revolución Industrial, se consideró que para fabricar un producto cualquiera, era necesario emplear 90% de mano de obra y el resto lo proporcionaban las máquinas, conforme el tiempo ha pasado y a través de los esfuerzos del hombre por mejorar su función han logrado fabricar las máquinas más rápidas y precisas, en la actualidad se consigue obtener un producto o servicio provisto con máquinas que se encargan de elaborar más de 90% de éste, lo cual ha sido posible por la dedicación que la humanidad le ha puesto al desarrollo de las labores de preservación de sus recursos físicos, a lo que desde sus inicios se denominó mantenimiento.

Muchas personas dedicadas al mantenimiento, aún consideran que para obtener un buen producto, es suficiente que las máquinas trabajen adecuadamente y se mantengan en perfectas condiciones. Esta idea es el motivo por el que nuestra industria continúa rezagada. En nuestras escuelas técnicas y universidades aún se sigue enseñando y admitiendo que el mantenimiento sólo tiene que ver con la mecánica, armar, desarmar y componer máquinas. Desde 1950 (Tercera Revolución Industrial) la máquina sólo constituye el medio para obtener un fin, que es el satisfactorio (producto más servicio), el cual es su razón de ser, por tal debemos considerar que una instalación industrial está constituida por el sistema equipo/satisfactorio.

El gran problema de nuestra sociedad, es que no hemos logrado el cambio de mentalidad y la historia nos marca de forma simple al seguir llamando equivocadamente “mantenimiento”, a una labor que tiene dos facetas: la de preservar la maquinaria y la de mantener la calidad del producto que ésta proporciona.

Analizando nuestra historia y enfocándola al mantenimiento en general, definimos a este como: las actividades necesarias para lograr que las máquinas y equipos presten el servicio, para el cual fueron confeccionadas, en las condiciones originales de diseño. Esta es una actividad productiva y tiene como objetivo lograr la máxima disponibilidad de los equipos para aumentar la eficiencia y eficacia de ellos.

Simplificación de la línea del tiempo:

- 1780 Mantenimiento Correctivo (CM)
- 1798 Uso de partes intercambiables en las máquinas

- 1903 Producción Industrial Masiva
- 1910 Formación de cuadrillas de Mantenimiento Correctivo
- 1914 Mantenimiento Preventivo (MP)
- 1916 Inicio del Proceso Administrativo
- 1927 Uso de la estadística en producción
- 1931 Control Económico de la Calidad del producto Manufacturado
- 1937 Conocimiento del Principio de W. Pareto
- 1939 Se controlan los trabajos de Mantenimiento Preventivo con estadística.
- 1946 Se mejora el Control Estadístico de Calidad (SQC)
- 1950 En Japón se establece el Control Estadístico de Calidad
- 1950 En Estados Unidos de América se desarrolla el Mantenimiento Productivo (PM)
- 1951 Se da a conocer el “Análisis de Weibull”
- 1960 Se desarrolla el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)
- 1961 Se inicia el Poka-Yoke 1962 Se desarrollan los Círculos de Calidad (QC)
- 1965 Se desarrolla el análisis- Causa- Raíz (RCA)
- 1968 Se presenta la Guía MSG-1 conocida como el RCM mejorado.
- 1970 Difusión del uso de la computadora para la administración de Activos (CMMS)
- 1971 Se desarrolla el Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- 1978 Se presenta la Guía MSG-3 para mejorar el mantenimiento en naves aéreas.
- 1980 Se desarrolla la Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO)
- 1980 Se aplica el RCM-2 en toda clase de industrias
- 1995 Se desarrolla el proceso de los 5 Pilars of the Visual Workplace (5S's)
- 2005 Se estudia la filosofía de la Conservación Industrial (IC)

Es claro, que a través del tiempo, se han dado muchos otros descubrimientos al respecto que también son muy importantes, pero sólo seleccionamos aquellos que brindan un sentido de integración al actual concepto de mantenimiento, que nos permite lograr la comprensión de la 13 conservación, según nuestros actuales conocimientos, y adquirir muchos otros en una forma más racional.

-120,000	1780	1914	1927	1950	1960	1970	1971	1995	A la fecha
CM	CM	MP	SQC	PM	RCM	CMMS	TPM	5S	IC

Tabla 3 Línea de tiempo simplificada de la evolución del mantenimiento

Esta línea del tiempo, proporciona un panorama desde el punto de vista del mantenimiento, que estamos considerando desde hace 120,000 a.c. hasta nuestros días. Las iniciales nos informan los nombres con los que se distinguen las acciones, que hicieron posibles los cambios relevantes, en los trabajos actualmente llamados de mantenimiento. Es de observarse que consideramos que esta labor empezó con el pensamiento del hombre y con la aplicación de un Mantenimiento Correctivo incipiente, que se desarrolló lentamente hasta principios de la Revolución Industrial (1780), durante la que se inició una evolución muy rápida y continua, la cual se trata, en las siguientes secciones:

#### Descripción:

- Mantenimiento Correctivo (CM)
- Mantenimiento Preventivo (MP)
- Control Estadístico de Calidad (SQC)
- Mantenimiento Productivo (PM)
- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)
- Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento (CMMS)
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- 5 Pillars of the Visual Workplace (Las cinco Eses) (5S's)
- Conservación Industrial (IC)

### 3.2 Tipos de mantenimiento, beneficios y ventajas

Debemos aclarar que las definiciones de mantenimiento empleadas en esta Tesis son las aprobadas por el Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento (COPIMAN).

### 3.2.1 Mantenimiento Correctivo (CM)

Los términos usados en este mantenimiento son:

- Mantenimiento Correctivo: Servicios de reparación en ítems con falla.
- Ítem: Término general para indicar un equipo, obra o instalación.
- Falla: Finalización de la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida.
- Defecto: Evento en los equipos que no impide su funcionamiento, pero a corto o largo plazo puede provocar su indisponibilidad.
- Error: Eventos en los operadores que no impiden todavía el buen funcionamiento del equipo; pueden a corto o largo plazo provocar su indisponibilidad.

Debemos entender muy bien los criterios que se manejan en las definiciones, sobre todo la diferencia entre error o defecto y falla, pues un error indica que la función del ítem se puede perder si no se atienden los síntomas mostrados, y la falla nos dice que la función ya se perdió. En este orden de ideas el ítem o máquina puede presentar dos estados o estatus con respecto a su función:

1. Si trabaja bien (estatus preventivo)
2. No trabaja bien (estatus correctivo)

Existen muchas labores y combinaciones de éstas para pasar racionalmente a un ítem de un estatus correctivo a uno preventivo, que al ser analizadas desde el enfoque en cómo se presenta la falla, se ha podido catalogar en dos grandes estrategias:

ESTATUS	¿COMO IDENTIFICAMOS LA FALLA?	ESTRATEGIAS A TOMAR
Correctivo	En forma espontánea y al parecer sin aviso se detectó por medio de inspección	Mantenimiento correctivo
		Mantenimiento detectivo

Tabla 4 .Estrategias del mantenimiento correctivo

La definición de estas 2 estrategias y su explicación son:

- Mantenimiento Correctivo. “Servicios de reparación en ítems con falla”. Esta estrategia se basa en el acondicionamiento o sustitución de partes en un ítem una vez que estas fallan. La reparación de la falla se presenta como emergencia.

- Mantenimiento Detectivo. “Búsqueda de fallas”. Esta estrategia consiste en examinar, con frecuencia programada, las partes de la máquina que tienen funciones ocultas, tales como los medidores de presión, temperatura, etc., para corroborar que trabajen de manera funcional; en caso contrario, se reparará la falla sin presentarse como emergencia.

### **3.2.2 Mantenimiento Preventivo (PM)**

Para el mantenimiento, la época que inicia en 1950 representa una importante parte del pensamiento y análisis en este tema, es considerado el inicio de la Tercera Revolución Industrial, ya que se empezó a hacer conciencia de que la industria debía cuidar no sólo el estado en que se encontraban sus máquinas, sino también el estado que se conseguía de su producto o servicio; se pasó del pensamiento “al cuidado de las máquinas” Mantenimiento Preventivo (MP, por sus siglas en inglés) al pensamiento “al cuidado del producto” Mantenimiento Productivo (PM, por sus siglas en inglés). Se empezaba a descubrir que la empresa estaba integrada por un sistema abierto, al cual llamamos sistema "equipo/satisfactorio".

Otra herramienta el Análisis Causa-Raíz, (RCA, por sus siglas en inglés) es una gran herramienta que puede proporcionar muchas satisfacciones, pues nos capacita para manejar nuestras ideas con las de los demás, nos habilita para comprender y ser comprendido, y en la mayor parte de las ocasiones nos permite analizar los problemas que queremos corregir, para encontrar eficacia en las soluciones que del análisis se deriven, a fin de que el problema no se vuelva a repetir.

### **3.3 Importancia del mantenimiento en la industria**

El desarrollo de la industria, las nuevas tecnologías y los nuevos mercados requieren un mejor seguimiento y continuidad de proceso productivo al menor costo posible; la evolución desde la era del vapor al actual, en donde los sistemas de información y comunicación permiten tener mediciones y resultados en tiempo real de condiciones monitoreadas de los equipos, permitiendo tener un control más minucioso del proceso y las condiciones de trabajo que se están desarrollando en ese preciso momento, permitiendo lograr una mayor eficiencia evitando así paros costosos en la producción por desperfectos en algún componente de la línea productiva.

Como hemos mencionado existen variadas técnicas que han aparecido a través de la historia, con lo que se mejoró la operación de los equipos, el aumento de la productividad y la reducción de los costos de operación gran parte de ellas gracias a la industria automovilística especialmente por TOYOTA .







### **3.4 ASME.**

En el contexto del análisis administrativo o de la gestión, el diagrama de flujo nos ayuda con la representación de las operaciones específicas, los símbolos utilizados e interconectados nos indican la secuencia de la operación en estudio; estos diagramas nos permiten analizar la relación y los actores interesados del proceso.

La Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers -ASME). Es una organización profesional que tiene como fin promover la ciencia y la práctica de la ingeniería mecánica y las relacionadas.

La ASME desarrolló una simbología para la aplicación de flujogramas, el cual ganó gran popularidad por su simplicidad. La diagramación de gerencia ASME es sugerida para este caso es el “Diagrama de flujo de Operaciones” y se utiliza para la descripción del proceso de la fabricación de la línea de galleta.

• ACTIVIDADES -SIMBOLO

- Operación 
- Control 
- Transporte 
- Almacenamiento 
- Demora 
- Combinados 

NOMBRE DE DIAGRAMA	INFORMACION ESPECIFICA
Diagrama de flujo de Operaciones	Operaciones, controles, tiempo de cada una, materiales que entran
Diagrama de flujo de Proceso	Todas las actividades, tiempo de cada actividad y total, distancias recorridas
Diagrama de flujo de Recorrido	Todas las actividades, tiempo de cada actividad y total, distancias recorridas, lugar de la actividad

Ilustración 11. Descripción de las actividades y símbolos del diagrama ASME, y los diagramas posibles en los que puede ser utilizado.

### 3.5 Organización de un departamento de mantenimiento industrial

Los sistemas de producción industrial en la actualidad exigen un nivel más alto de eficiencia y para ello es necesario poder concentrar la información dentro del proceso del trabajo de mantenimiento el cual requiere alta especialidad en sus trabajadores, en algunos casos es necesario cambiar los requerimientos usados en la empresa, establecidos por antigüedad, hacia las normas internacionales como las ISO 9001, ISO 140001 y OHSAS 18001.

Para poder cumplir con todos estos requerimientos, es necesario una organización del departamento de mantenimiento, con los objetivos claros de conservar y mantener los equipos, instalaciones y herramientas en condiciones de funcionamiento, seleccionando el mantenimiento que mejor se adapte en tiempo, recursos sin perjudicar las prioridades de producción ni dañar el medio ambiente.

El cuadro organizativo de un departamento de mantenimiento puede ser muy variable entre la cantidad de integrantes y los roles a cumplir dentro de la industria; sobre todo si algunas

funciones son realizadas por terceros. El liderazgo en el grupo de mantenimiento es el tema en la organización que no debe estar en juego y que desde nuestro punto de vista no debe ser realizado por un tercero, pues los intereses principales deben estar acorde a las necesidades y visión de la empresa interesada de manera que se pueda dar cumpliendo de la mejor forma las condiciones deseadas. Más adelante en el capítulo IX se hará una recomendación de un organigrama y la organización del departamento de Mantenimiento.

### **3.6 Criterios de evaluación de criticidad en equipos**

El índice RIME, sobre el cual tiene derechos reservados Ramond and Associates Inc., es una herramienta que permite clasificar los gastos de mantenimiento interrelacionando los recursos sujetos a estos trabajos, con la clase o el tipo de trabajo por desarrollar en ellos. Al RIME (Ranking Index for Maintenance Expenditure) también se le llama ICGM (Índice de Clasificación para los Gastos de Mantenimiento). Este índice está compuesto de dos factores: el código máquina y el código trabajo. Las actividades diarias de mantenimiento de cualquier nivel son múltiples, muy variados y en repetidas ocasiones de emergencia. La decisión regularmente no es fácil, pues hace falta una herramienta que permita identificar la labor de mantenimiento que deba tener mayor prioridad sobre las otras y ésta es una de las aplicaciones del RIME.

- Código máquina: Es aquel que identifica los ítems por atender (equipos, instalaciones y construcciones) de acuerdo con la importancia de su falla.
- Código trabajo: Es aquel que identifica cada tipo de trabajo al que se sujetarán dichos recursos, de acuerdo con sus costos

El índice ICGM se obtiene de la multiplicación de ambos factores. Por tanto, tenemos:

$$\text{INDICE RIME} = \text{código máquina} \times \text{código trabajo. Formula 1}$$

El índice RIME tiene tres aplicaciones perfectamente bien delineadas que son:

- Jerarquización de la expedición de las labores de mantenimiento de acuerdo con su importancia relativa.
- Elaboración de la expedición de las labores de mantenimiento.

- Orientación mediante el código máquina de la clasificación de los equipos, instalaciones y construcciones de la empresa (ítems), determinando si son “vitales”, “importantes” o “triviales”, a fin de definir el tipo y la cantidad de trabajo de mantenimiento que se les debe proporcionar.

Existen dos métodos para utilizar el RIME

1. Al ítem (equipo, etc.) se les estudian tres componentes: el porcentaje de utilización, el de rentabilidad y el factor de proceso. Al trabajo se le estudian sus costos por pérdida de calidad, de producción, de mantenimiento aplazado por re-trabajo y por seguridad.
2. El simplificado, para establecer este índice en la empresa se estructura un comité compuesto por personas conocedoras de las funciones de mantenimiento, producción y finanzas; estos tres tipos de especialidades deben tenerse presentes durante todo el tiempo que dure la elaboración del sistema RIME y para sus posteriores actualizaciones.

En el primer paso se estudia a fondo las tablas de criterios que deben seguirse para clasificar el equipo (ver tabla Criterios para la elaboración del código máquina) y para calificar el trabajo (ver tabla Criterios para la elaboración del trabajo). Al analizar la tabla del código máquina claramente la clasificación más alta (10) se asigna a los artículos que proporcionan el recurso vital, del cual no se puede prescindir para descender, de acuerdo con la menor importancia del producto o servicio o suministrado por el ítem. Al analizar la tabla código trabajo, la clasificación más alta (10) es asignada a los trabajos que originan el mayor costo (por pérdida de calidad, de producción, de mantenimiento aplazado, por re-trabajo y por seguridad; este último aspecto descende de acuerdo con la menor importancia del costo).

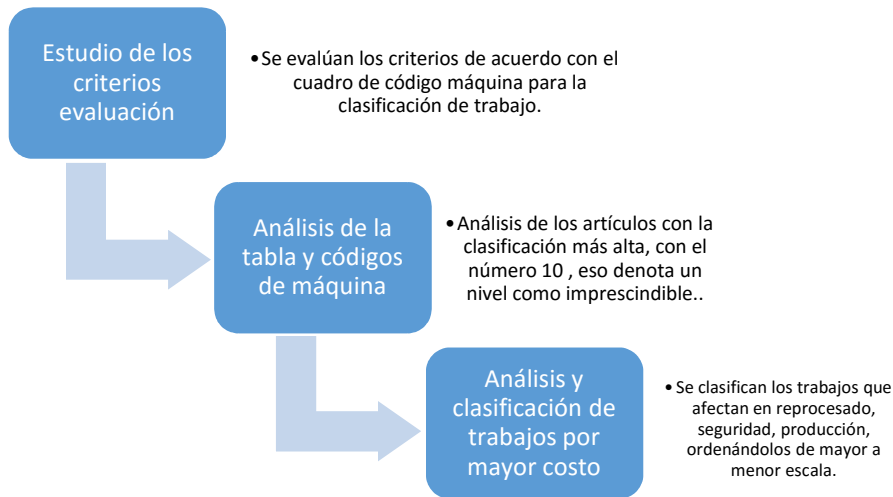


Ilustración 12. Pasos para determinación de criticidad en las tareas de mantenimiento

Criterios para la elaboración del código máquina	
CÓDIGO MÁQUINA	CONCEPTO
10	RECURSOS VITALES. Aquellos que influyen en más de un proceso o cuyas fallas originan un problema de tal magnitud que la gerencia de la empresa no desea correr. Por ejemplo, las líneas de distribución de vapor, gas, aire, calderas, hornos, subestación eléctrica.
9	RECURSOS IMPORTANTES. Aquellos que, aunque están en la línea de producción, su función no es significativa, pero sin ellos no puede operar de manera adecuada el equipo ; además, no existen máquinas redundantes o de reserva, tal como montacargas, grúas, frigoríficos, transportadores de material hacia las líneas de producción, etc.
8	RECURSOS DUPLICADOS SITUADOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN, similares a los anteriores (9), pero de los cuales existe reserva.
7	RECURSOS QUE INTERVIENEN EN FORMA DIRECTA EN LA PRODUCCIÓN, tales como: dispositivos de medición para control de calidad, equipos de prueba, equipos para manejo de materiales, máquinas de inspección, etc.
6	RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN SIN REEMPLAZO, tales como: equipo de aire acondicionado para el área de pruebas, equipos móviles, equipo para surtimiento de materiales en almacén, etc.
5	RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN CON REEMPLAZO, similares al punto anterior, pero con reemplazo.

<b>4</b>	RECURSOS DE EMBALAJE Y PINTURA, tales como: compresoras, inyectoros de aire, máquinas de pintura de acabado final, y todo aquello que no sea imprescindible para la producción y de lo que, además, se tenga reemplazo.
<b>3</b>	EQUIPOS GENERALES. Unidades de transporte de materiales o productos, camionetas de carga, unidad refrigeradora, equipos de recuperación de desperdicios, etc.
<b>2</b>	EDIFICIOS PARA LA PRODUCCIÓN Y SISTEMAS DE SEGURIDAD, alarmas, pasillos, almacenes, calles, estacionamientos, etc.
<b>1</b>	EDIFICIOS E INSTALACIONES ESTÉTICAS. Todo aquello que no participa directamente en la producción: jardines, campos deportivos, sanitarios, etc.

Tabla 5. Criterios para elaborar el código de maquina

<b>Criterios para la elaboración del código trabajo</b>	
<b>CÓDIGO TRABAJO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS POR EFECTUAR</b>
<b>10</b>	PAROS. Todo aquello que se ejecute para atender las causas de pérdida del servicio de calidad esperada, proporcionado por máquinas, instalaciones y construcciones importantes; o aquellos trabajos de seguridad hechos para evitar pérdidas de vidas humanas o afectaciones a la integridad física de los individuos.
<b>9</b>	ACCIONES PREVENTIVAS URGENTES. Todo trabajo tendente a eliminar los paros o conceptos discutidos en el punto anterior (10) y que sugieran por inspecciones, pruebas, avisos, de alarmas, etc.
<b>8</b>	TRABAJOS DE AUXILIO A PRODUCCIÓN. Modificaciones tendentes a optimizar la producción surgidas por cambio de producto o por mejora del mismo, etc.
<b>7</b>	ACCIONES PREVENTIVAS NO URGENTES. Todo trabajo tendente a eliminar a largo plazo los paros o conceptos analizados en el punto (10); lubricación, atención de desviaciones con consecuencias a largo plazo, trabajos para eliminar o reducir la labor repetitiva, etc.
<b>6</b>	ACCIONES PREVENTIVAS GENERALES. Todo trabajo tendente a eliminar paros, acciones preventivas urgentes, acciones preventivas no urgentes y que no se visualicen posibles fallas.
<b>5</b>	ACCIONES RUTINARIAS. Trabajos en máquina o equipos de repuesto, en herramientas de mantenimiento y en atención a las rutinas de seguridad.

<b>4</b>	ACCIONES PARA MEJORÍA DE LA CALIDAD. Todo trabajo tendente a mejorar los resultados de producción y mantenimiento.
<b>3</b>	ACCIONES PARA LA DISMINUCIÓN DEL COSTO. Todo trabajo tendente a minimizar los costos de producción y mantenimiento, el cual no esté considerado en ninguna de las anteriores categorías (mejora del factor de potencia eléctrica en la fábrica, disminución de la temperatura de la caldera de suministro de agua caliente en verano, etc.)
<b>2</b>	ACCIONES DE SALUBRIDAD Y ESTÉTICA. Todo trabajo tendente a asegurar la salubridad y el mantenimiento de muebles e inmuebles en donde el personal de limpieza no puede intervenir debido a los riesgos o delicadeza del equipo por atender (pintura, aseo o desinfección de lugares como subestación eléctrica, salas de cómputo, etc.)
<b>1</b>	ACCIONES DE ASEO Y ORDEN. Trabajos de distribución de herramientas y aseo de instalaciones del departamento de Mantenimiento.

Tabla 6. Criterios para elaborar el código de trabajo

Una vez determinado el código de trabajo y el código de maquina asignado por el comité se levanta un inventario de ítems, conteniendo lo que debe ser atendido para asegurar un funcionamiento adecuado de la empresa. En este inventario aparecerá todo tipo de activos máquinas, edificios, jardines, caminos de acceso, etcétera. El comité analizara cada una de las unidades contenidas en el inventario y a la luz del código máquina de nuestra empresa se darán valores de acuerdo con su importancia relativa. Al inventario se le aplicará el Principio de Pareto para determinar cuáles son las máquinas vitales y las importantes, ya que las que son triviales (aproximadamente 80%) las trataremos siempre con Mantenimiento Correctivo Programado. De aquí se desprende el inventario jerarquizado, cuyo ejemplo mostramos a continuación:

Recursos por mantener	Núm. Identif	Código máquina	% Acum.	Clasif.
Planta electrógena	M501	10		VITALES
Producción de tableros de circuitos impresos	A221	10	5/30	
Subestación eléctrica	E001	10	=	
Caldera generadora de vapor	M120	9	16.7	
Ensambladora de circuitos CAG	A008	9	%	
Soldadora de terminales	A010	8	2/30	IMPORTANTES
Tablero de pruebas por rayos infrarrojos	M019	8	= 6.6 %	
Unidad de prueba estadística de ajuste	A222	6		TRIVIALES
Transportador almacén - línea	M023	6		
Perforadora de tarjetas de circuito impreso	M183	5		
Soldadora de terminales de CAF	A016	5		
Andamios electromagnéticos	A012	4		
Compresora para pintar	P019	4		
Máquina de pintura para acabado final	P017	4		
Ascensor Otis	M025	3		
Camioneta de entrega	V018	3		
Batería de acumuladores eléctricos	E107	3	23/30	
Inyectora de aire seco	M122	3	=	
Motor de CD para sistema de alarma	E357	3		
Ventilador en el patio de carga	M008	2	76.7 %	
Reacondicionamiento de camino de acceso	S/n	2		
Patios	S/n	2		
Oficinas generales	S/n	2		
Alarmas de seguridad	E352	2		
Equipo colector de polvo	M123	2		
Lámparas para el patio de carga	S/n	1		
Reacondicionamiento de azoteas	S/n	1		
Cancelería	S/n	1		
Sistema automático de aspersión	M121	1		
Bomba centrífuga para riego	M002	1		
<b>TOTALES</b>	<b>30</b>		<b>100%</b>	

Ilustración 13. Ejemplo de inventario jerarquizado por código máquina.

A este punto tenemos los tres documentos esenciales los cuales son:

- Tabla de criterios de la empresa con el código máquina
- Tabla de criterios de la empresa con el código trabajo
- Inventario jerarquizado con el código máquina

Algo muy notorio es que los códigos RIME no son constantes durante toda la vida útil de las máquinas, ya que éstas pueden cambiar de labor, producto, volumen de producción; en fin, tener cualquier cambio que aumente o disminuya la importancia y calidad del producto o servicio que deben proporcionar. Se debe actualizar el cuadro RIME cada vez que exista un cambio en la variación de los códigos para contar con un RIME confiable.

La actividad anterior se debe desarrollar entre un grupo de cuatro o cinco personas asentados en un lugar adecuado. Según los criterios del código máquina mostrados se dialoga la importancia de cada ítem del inventario hasta darle el valor que por consenso le toque. Al determinar la calificación, se aplica el Principio de Pareto y se acomodan los ítems jerárquicamente en un formato como el mostrado. Además debe entregarse un documento a las jefaturas de Producción y Mantenimiento, firmado por la Dirección para su correcta observancia.

<b>Recursos por mantener</b>	<b>Núm. Identif.</b>	<b>Código Máquina</b>	<b>% Acum.</b>	<b>Clasif.</b>
<b>Vo. Bo.</b>		<b>REALIZÓ</b>		
<b>GERENTE GENERAL</b>		<b>RESPONSABLE DEL COMITÉ</b>		

Tabla 7. Ejemplo de formato de inventario de ítems jerarquizados por código máquina

Otra de las aplicaciones de este sistema, es la elaboración racional del presupuesto anual para los gastos de mantenimiento. El sistema nos obliga a considerar los trabajos calificados con los índices RIME más altos, hasta que éstos agoten el presupuesto autorizado. A fin de facilitar la aplicación del RIME una recomendación es anotar el código máquina en las tarjetas de registro de las máquinas mientras el código trabajo se dará en forma de lista, sin embargo, ambas estarán a disposición del responsable que expide las órdenes de trabajo de mantenimiento. Por lo que respecta a los ítems vitales y algunos importantes, es muy útil que éstos tengan marcado su correspondiente código máquina para que todo el personal de Producción y Mantenimiento tenga en cuenta el grado de importancia de ese equipo en el proceso. La importancia del RIME, exige que la Dirección General de la empresa, esté convencida e involucrada en la adopción de este procedimiento de trabajo, para ello, debe autorizar la documentación presentada por el comité, a fin de darle el valor de orden, la cual todos los involucrados deben obedecer.

### 3.7 Administración y evaluación de un plan de mantenimiento

Uno de los graves problemas que afectan a nuestra pequeña y mediana industria en particular, es la forma de programar el mantenimiento el cual puede estar acorde a cada necesidad y tipo utilizado; muchas veces podemos encontrar datos basados en tiempo el cual puede variar, si estas muestras son en tiempo real, o de forma diaria, semanal o mensual, lo que si podemos asegurar es que entre mayor sea el tiempo entre muestras podríamos incurrir en fallas durante la operación dificultando así ser detectadas o resueltas.

Este error nos presenta una verdadera oportunidad de mejora si entendemos las bases del cómo debe hacerse. Existe un par de acciones que debemos procurar que siempre forme una retroalimentación, pues su relación es simbiótica. Una se alimenta de la otra y viceversa, siendo la base del Kaisen (mejora continua), éstas son la estrategia y la táctica. En nuestro caso generalmente las tenemos separadas en la mente del personal de Producción y de Mantenimiento. Las acciones se clasifican de la siguiente manera:

- Acciones que se desarrollan en cualquier momento para obtener resultados futuros. Todo aquello que ve hacia resultados futuros y que ocupa nuestro tiempo actual es una función estratégica. Estas actividades son propias de la dirección de la empresa y se relacionan con el proceso administrativo; su herramienta más importante es la planeación con sus objetivos, políticas, procedimientos, programas y presupuestos; por ejemplo, la planeación de nuevos productos, la expansión de la empresa, la conquista de nuevos mercados, la compra de nuevas máquinas, etcétera.
- Acciones que se desarrollan en cualquier momento para obtener resultados inmediatos. Aquellas actividades que al momento de efectuarse obtengan un resultado positivo o negativo, se catalogarán dentro de las actividades tácticas. Estas actividades son propias del personal operativo de la empresa y se relacionan con el PDCA (Círculo Deming), al cual frecuentemente se le llama en español PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar). Su herramienta más importante es la planificación, es decir "ajustar el mapa al sitio". A continuación "se hace" (Do) o ejecuta la obra planificada, después verifica (Check) o revisa los resultados, y por último, actúa (Act.) sistematizando los cambios para mejorar la estrategia futura.

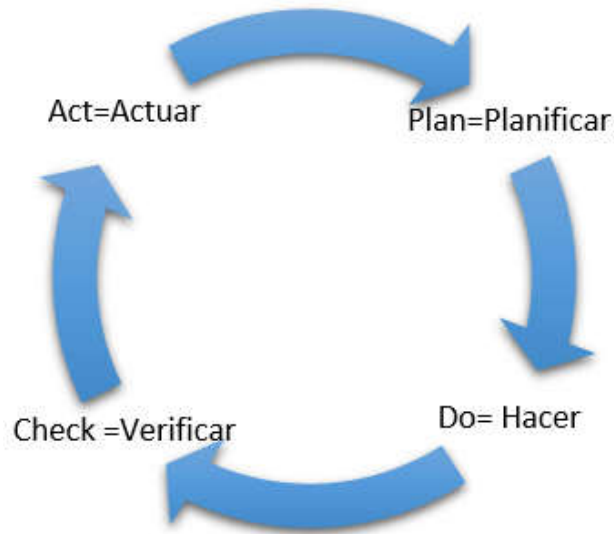


Ilustración 14. Ciclo de Deming, elaboración propia (Deming, The New Economics for Industry, Government, Education, 2000)

## CAPÍTULO IV

### 4.1 Higienización

#### 4.1.1 Elementos y Etapas

Un sanitizante es un compuesto de origen químico, que minimiza el número de los microorganismos a un nivel seguro y que a diferencia de un desinfectante debe tener un mayor nivel de eliminar bacterias patógenas a un diluido. (Ver anexo).

El enjuague: es una operación donde se elimina con agua, las películas líquidas o partículas que se adhieren débilmente a las superficies [Tissier, 2002]

Existen tres tipos de enjuague:

- a. Pre-enjuague
- b. Enjuague intermedio
- c. Enjuague final

#### 4.1.2 Higienización de Herramientas.

Entre los Sanitizantes utilizados en la industria alimentaria se reconocen 3 de uso común: hipoclorito, yodo y los cuaternarios de amónico – QAC, estos Sanitizantes se aplican al termino del labrado con detergentes de las herramientas o equipos. El objetivo de estos es vedar el crecimiento microbiano mientras las herramientas no están en uso, se anexa un cuadro de uso de los Sanitizantes

Sanitizante	Hipoclorito	Yodo	Cuaternario de amoniaco - QAC
Concentración en partes por millón -ppm	50	12.5	200
Temperatura (°C)	24	24-49	24
Tiempo mínimo de exposiciones (segundos)	10	30	30
pH de acción	10	5	7
Corrosivo	Acero inoxidable Aluminio Plata	No corrosivo	No corrosivo
Estabilidad con materia Orgánica	Inactivo	Inactivo	Mínima afectación
Dureza del agua	Sin afectar	Sin afectar	Dureza de 500 ppm

Tabla 8. Uso sistemático de Sanitizante. Fuente: (HUI y col. ,2003)

Uso del Yodo y preparación: la preparación de las concentraciones de sanitizante de yodo se necesitan de 25 a 50 miligramos por litro de agua-demin o desmineralizada y en algunos casos se puede tomar como referencia el control visual y que la solución total tome un color cerveza, esto se puede distribuir en dosificadores para la tarea. La cual se realizara posterior al lavado con detergente y se aplicará el sanitizante en la superficie de las herramientas.

### 4.1.3 Higienización de operarios

En el caso de los operarios que tienen contacto directo con los alimentos deben cumplir con la disciplina de aplicar “Alcohol Isopropílico” (ver anexo 12), el cual debe ser aplicado después que el operario lavó sus manos con detergente alcalino y secar el agua excedente.

Es necesario que tanto el personal de mantenimiento como el de producción cuente con un lugar fuera de la planta de producción donde se limpien, saniticen y se aseguren de no comenzar sus labores con manos y ropa sucia, así como colocarse el equipo necesario para el proceso (botas, mascarillas, cofias, guantes, etc.)

### 4.1.4 Proceso de Limpieza

El siguiente diagrama, ejemplifica el proceso disciplinado de limpieza en la producción de alimentos.

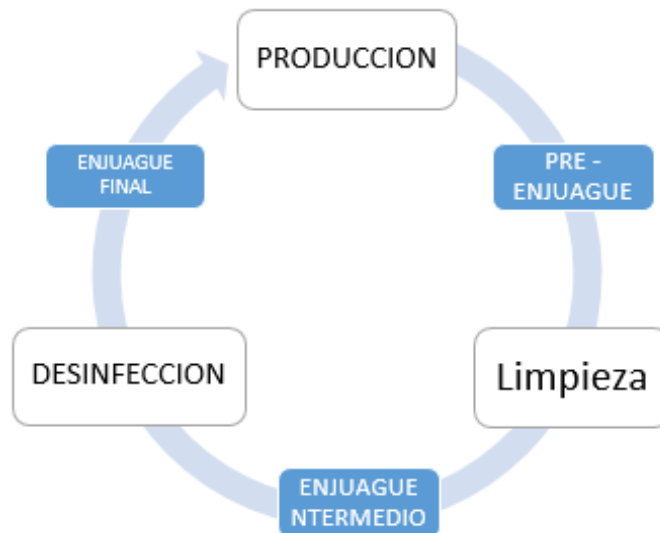


Ilustración 15. Ciclo del proceso de limpieza, elaboración propia.

El proceso de enjuague: el proceso de enjuague se puede desglosar en dos procesos

**Circuitos cerrados:** en los circuitos cerrados los elementos son sometidos a 4 fases, en las que el agua en una mezcla turbulenta, por medio del cual se busca desprender la suciedad, posteriormente para ser separados al ser absorbidos por el agua en el enjuague. Esto se puede describir en una limpieza de 4 tiempos.

1° Tiempo-empuje de agua

2° Tiempo- Mezcla

3° Tiempo -Separación

4° Tiempo -Desorción.

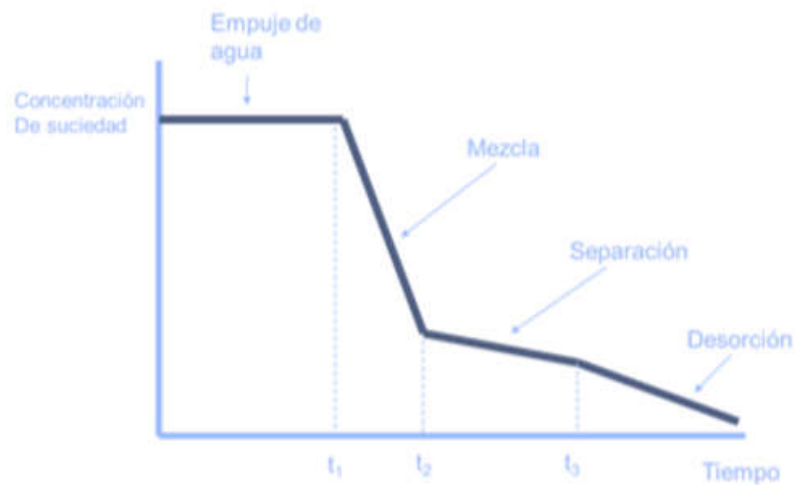


Ilustración 16. Ciclos de limpieza. Ciclo cerrado y sus 4 tiempos. Obtenido de (señoret, 2005)

**Circuitos abiertos:** Conocidos así porque se realizan en estanques abiertos que consta de igual forma en 4 tiempos

1° Fase de latencia: ingreso de agua y salida por afluyente

2° Fase de mezcla

3° Fase de separación

4° Fase de desorción

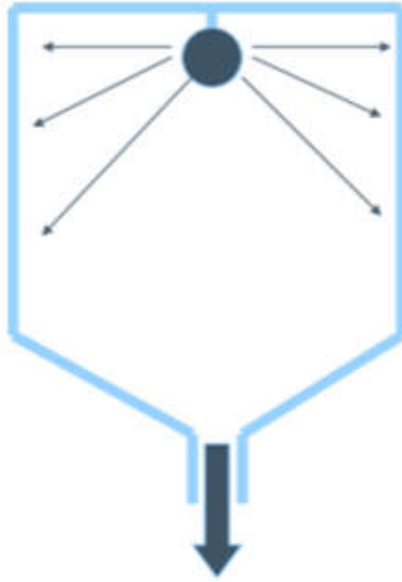


Ilustración 17. Ejemplificación de aspersión en la Fase de latencia, donde el ingreso del agua es inyectada a presión y sale del sistema por el afluente. Tomado de (señoret, 2005)

El tamaño de las moléculas de suciedad como las macromoléculas de los electrolitos y la lactosa son eliminados más rápidamente que las macromoléculas proteínicas como glóbulos grasos, debido a que tienen menor afinidad con las superficies. La concentración de esta suciedad genera una relación directa con el tiempo de enjuague, a mayor suciedad mayor tiempo de enjuague y estos tiempos se pueden traducir en periodos más extensos de mantenimiento debido a la acumulación de suciedad. El agua con el cual se debe tratar los elementos a limpiar, debe poseer una temperatura óptima para la disolución de los residuos, a mayor temperatura es más fácil efectuar el enjuague se recomienda que la temperatura del agua este en 45°C; sin embargo se puede descargar la dureza del agua como factor influyente en los tiempos de enjuague o la eficacia del mismo, pues no afecta en el proceso.

**Limpieza manual:** Es el método mayormente utilizado en la industria alimentaria, de mediana y pequeño orden. Sus etapas se identifican en con:

- Cepillado: se elimina la suciedad grosera, se debe utilizar cepillos de cerdas e material plástico, tienen las facilidades de resistir altas temperaturas, y evitan la filtración de humedad, y la proliferación de microorganismos.
- Remojo: se hace pasar agua a 45° grados para que el particulado se humidifique y no modifique la concentración de los químicos de limpieza ya que los residuos físicos tienden a absorber agua durante el proceso de limpieza
- Enjuague: se hacen pasar químicos de limpieza regularmente una base alcalina y luego una base acida para tratar de eliminar todos los agentes contaminantes ya que algunos son resistentes a las bases acidas mientras que otros lo son a las bases acidas
- Sanitación : se vuelve a pasar agua a 45° grados para eliminar cualquier resto de químicos de limpieza usados en el proceso de enjuague
- Secado: se inyecta aire a presión para secar todos los elementos que se han sometido a la limpieza

Es en estos equipos, sus operarios, y personal de mantenimiento, donde la metodología 5S, puede generar un efecto positivo en la operación continua, efectiva y afectiva entre los grupos de personal.



Ilustración 18 Aplicación de detergente con espuma en bandejas de uso en la producción de alimentos. Proceso de sanitación manual. Tomado de señoret 2005.

Una parte importante de la elección del sistema detergente es que debe tener componentes de poder emulsificante, con capacidad de descomponer las grasas y aceites en glóbulos de forma dispersa en la solución utilizada para la limpieza; esto se une al poder desinfectante para destruir los microorganismos. Se recomienda el no utilizar detergentes sintéticos en la industria alimentaria, por los problemas de solubilidad. Previo a la selección del limpiador, se debe realizar un estudio de la suciedad producida en el proceso del producto alimenticio y adaptar el limpiador al depósito producido.

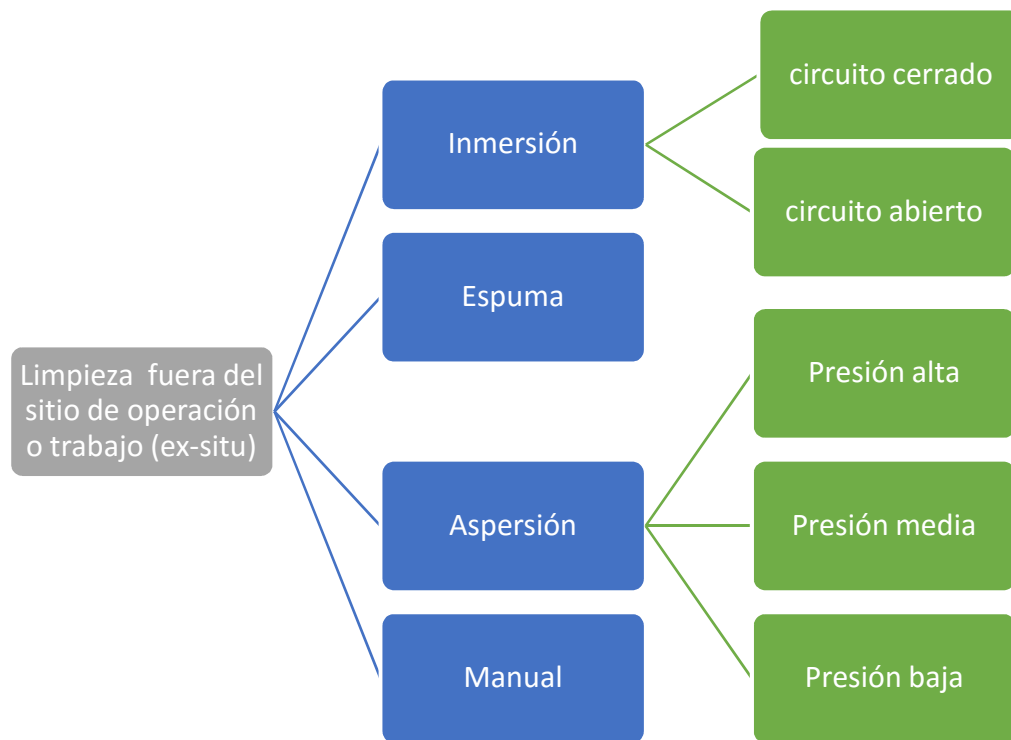


Ilustración 19. Proceso de limpieza de elementos a ser usados en mantenimiento.

#### 4.2 Lubricantes grado alimenticio

La industria procesadora de alimentos presenta grandes retos para los formuladores de lubricantes, comercializadores de lubricantes, ingenieros de lubricación y diseñadores de equipos. Nadie desea que un lubricante contamine sus materias sus primas, sus productos ya sean parte de un proceso o terminados. Las consecuencias de un producto contaminado con lubricante casi nunca son tan severas excepto en la industria alimenticia. Es por ello

que los lubricantes usados en la industria alimenticia tienen requerimientos, protocolos y expectativas de desempeño que van más allá de los lubricantes industriales típicos. Ya que las consecuencias de un producto contaminado con aceite en la industria alimenticia es bien severo y han existido casos donde las compañías han tenido que hacer el proceso llamado RECALL en el cual retiran del mercado todo el lote de producto afectado incurriendo en gastos masivos para recuperarlo y más aun sufriendo un daño inmensurable a su imagen, por esto es que la industria alimenticia es bien recelosa al hablar de estos temas.

**Product Recall (Retiro de Producto):** Un retiro de producto es cuando se retira un producto del mercado o se hace una corrección del producto porque está defectuoso o es potencialmente dañino. Algunas veces una compañía descubre un problema y retira un producto por sí misma. Otras veces una compañía retira un producto después de que la FDA plantea problemas. (FDA, 2017)

**Product Withdrawal (Retirada de Producto):** es cuando el producto se retira de la cadena de suministro, pero no por razones de salud y seguridad. Como los etiquetados con peso incorrecto, ingredientes y/o alérgenos incorrectos y como medida de precaución el fabricante retira los productos, esperando más investigación de un posible riesgo para la salud pública. Si se establece ese riesgo, los alimentos deben ser retirados. (Matthews, 2017)

#### **4.2.1 Historia de los lubricantes grado alimenticio**

En los Estados Unidos existen las dos agencias gubernamentales involucradas con la industria procesadora de alimentos una es el Departamento de Agricultura (USDA) y el Departamento de Administración de Drogas y Alimentos (FDA). Antes de 1998, la USDA era la responsable de vigilar el cumplimiento de la calidad de los lubricantes grado alimenticio y de su aprobación. Esta revisaba las formulaciones de los componentes químicos empleados en operación y mantenimiento. Para obtener una aprobación por parte del USDA, los fabricantes de lubricantes debían comprobar que todos los ingredientes de la formulación fueran sustancias permitidas de acuerdo con las Guías del Código de Seguridad de Regulaciones Federales (CFR) Título 21, CFR 178.3570. Aunque no incluía

el ensayo del lubricante, la aprobación estaba fundamentada principalmente en una revisión de los ingredientes usados en la formulación del lubricante. En febrero de 1998 el USDA alteró significativamente su programa exigiéndole al fabricante que valorara los riesgos en cada punto de la operación donde podría ocurrir una contaminación.

En la actualidad en los Estados Unidos así como en la mayoría de otros países, la National Sanitation Foundation (NSF), administra un programa de evaluación de lubricantes que básicamente refleja el plan del USDA. Cada componente de la formulación es sometido a la consideración de la NSF por el fabricante del producto junto con alguna otra documentación de soporte. Entonces se verifica que los componentes estén dentro de la lista de sustancias permitidas por la FDA la cual puede ser fácilmente verificada en el sitio Web de NSF ([www.nsf.org](http://www.nsf.org)) donde se encuentra una lista actualizada de los lubricantes aprobados.

Además de la NSF existen organizaciones que trabaja en esta área, como el Instituto Nacional de Grasas Lubricantes (NLGI), el Instituto Europeo de Grasas Lubricantes (ELGI) y el Grupo Europeo de Diseño de Equipos Higiénicos (EHEDG) los cuales trabajando en conjunto han desarrollado lubricantes Grado Alimenticio. Este grupo ha permanecido activos redactando un programa de autorización para lubricantes grado alimenticio además del desarrollo de la norma DIN V 0010517, 2000-08 (Lubricantes Grado Alimenticio – Definiciones y Requisitos). Han habido planes para utilizar este estándar DIN para desarrollar un estándar ISO (International Standard Organización).

Las maquinarias usadas en plantas procesadoras de alimentos enfrentan los mismos retos de tribología y lubricación encontradas en otras plantas deben ofrecerles una protección similar a las superficies internas para controlar la fricción, el desgaste, la corrosión, el calor y la formación de depósitos sin dejar de ofrecer una buena bombeabilidad, estabilidad a la oxidación, estabilidad a la hidrólisis y estabilidad térmica donde la aplicación así lo requiera. Adicionalmente, ciertas aplicaciones dentro de la industria procesadora de alimentos y productos farmacéuticos, requieren que el lubricante resista la degradación y no afecte su desempeño cuando esté en contacto con productos alimenticios, ciertos químicos de proceso, agua (incluyendo vapor) y/o bacterias.

#### 4.2.2 Categorías y Definiciones de Grado Alimenticio

Los lubricantes grado alimenticio se dividen en tres categorías basadas en la probabilidad de entrar en contacto con los alimentos. El USDA creó la designación original para grado alimenticio H1, H2 y H3, la cual es la terminología en uso y la aprobación y el registro de un nuevo lubricante en una de esas tres categorías dependerán de los ingredientes empleados en su formulación.

- **Lubricantes H1**, son grado alimenticio y se emplean en ambientes donde se procesan alimentos y donde existe la posibilidad de contacto incidental con los alimentos. Estos lubricantes sólo pueden formularse empleando uno o más de los aditivos, bases lubricantes y espesantes (en el caso de las grasas) listados en 21 CFR 178.3750.
- **Lubricantes H2**, son usados en equipos y maquinarias donde no existe la probabilidad de que el lubricante o superficie lubricada entre en contacto con el alimento. Debido a que no hay ningún riesgo de contacto con el alimento, los lubricantes H2 no tienen por qué tener una lista definida de ingredientes aceptables. Sin embargo, no pueden contener intencionalmente metales pesados como antimonio, arsénico, cadmio, plomo, mercurio o selenio. De igual forma, sus ingredientes no deben incluir sustancias carcinógenas, mutágenas, teratógenas o ácidos minerales.
- **Lubricantes H3**, también conocidos como aceites solubles o comestibles, pueden ser usados para limpiar y prevenir la herrumbre en ganchos, transportadoras y equipos similares.

Lubricantes aprobados, como se mencionó previamente, las aprobaciones del USDA están basadas en los Códigos del FDA Título 21, donde se indican los ingredientes usados en lubricantes que pueden tener un contacto incidental con los alimentos. Estos se mencionan en las siguientes secciones:

1. CFR 178.3570 – Ingredientes permitidos en la fabricación de lubricantes H1
21. CFR 178.3620 – Aceites minerales blancos como componentes de artículos no alimenticios que serán usados en contacto con alimentos
21. CFR 172.878 – Aceite minerales blancos que cumplen con USP (Farmacopea de los Estados Unidos) para el contacto directo con alimentos
- 21 CFR 172.882 – Hidrocarburos sintéticos isoparafínicos
21. CFR 182 – Sustancias reconocidas generalmente como seguras

### **4.3 Aceros grado alimenticios**

El acero inoxidable está presente en todas las industrias en especial la de los alimentos, los beneficios que este brinda en todo el proceso son muy importantes para la producción de comestibles. Este material se utiliza en la industria alimentaria porque es higiénico al presentar las siguientes características:

- Elevada resistencia a la corrosión.
- Superficie totalmente compactada.
- Elevada resistencia a choques y tensiones mecánicas.
- Elevada resistencia a variaciones térmicas.
- Ausencia de recubrimientos de fácil deterioro.
- No aporta partículas por desprendimiento.
- Óptima capacidad de limpieza y en consecuencia, elevado grado de eliminación de bacterias.

Existen requisitos que deben cumplir los materiales en contacto con los alimentos, la FDA (Food and Drug Administration) de USA es la que se encarga de ello las maquinarias debe construirse con un material resistente a la oxidación como el AISI 304. El metal recubierto de Zinc es aceptado solo en algunas máquinas aunque no es aconsejable su uso, ya que no resiste debidamente la acción corrosiva de los productos alimenticios y de los detergentes empleados en la limpieza. Para la manipulación y preparación de productos alimenticios no es aceptable el empleo de recipientes o máquinas de hierro esmaltado o vitrificado. Los materiales plásticos y recubiertos de resina deben ser resistentes a la abrasión y al calor, tienen que ser indestructibles, no tóxicos y no deben ceder elementos al producto o a sus derivados.

En algunos países europeos además de ser específica que los materiales deben resistir temperaturas de al menos 130°C, la limpieza y desinfección, los ácidos inorgánicos y las bases o álcalis, los ácidos orgánicos del cloro y otros productos fuertemente oxidantes, los cuales, de hecho, atacan a cualquier material a excepción del acero inoxidable. Así mismo, se prohíben los utensilios o contenedores de cobre con baño de Cadmio, de metal galvanizado o esmaltado. Hay antecedentes de envenenamiento por utensilios esmaltados

por antimonio, debido a su astillado. El envenenamiento por Zinc puede resultar cuando se preparan alimentos o comidas ácidas en utensilios galvanizados.

#### 4.4 Polímeros para la industria alimenticia

Si bien el acero inoxidable es uno de los materiales preferidos por la mayoría de los manipuladores de alimentos por cumplir en su totalidad con las características que se desean, hoy en día el plástico ha ido ganando terreno al incrementar su demanda en la fabricación de utensilios para el procesamiento de los alimentos ya que ha demostrado ser un producto de bajo costo, resistente, de alta durabilidad y ligereza.

Diversos materiales como la madera, acero inoxidable, cerámica, vidrio, etc., han sido utilizados en la fabricación de equipo, mobiliario y utensilios para el procesamiento de los alimentos. Algunas propiedades como durabilidad, facilidad de limpieza, resistencia, seguridad, bajo costo y propiedades antimicrobianas son características que se toman en cuenta al momento de su elección.

Un material adecuado para la manipulación de alimentos debe cumplir con las siguientes características:

Qué No Transmita	Qué No Modifique	Que Se Resistente A	Con Superficie
Sustancias Toxicas	Olores Colores Sabores	El desgaste El impacto A la oxidación A la corrosión	Lisa Continua Sin porosidad Fácil limpieza  Fácil de: Desincrustar Lavar Sanitar

Tabla 9. Características de materiales para manipular alimentos.

En el caso de los plásticos, éstos poseen la mayoría de las características recomendables al ser materiales inocuos, resistentes a la corrosión, a los ácidos y detergentes, además de tener baja conductividad térmica y eléctrica.

Las características de los plásticos varían de acuerdo a su composición y método de fabricación. En la industria alimentaria la utilización de los plásticos está basada prácticamente en su resistencia a la temperatura, encontrando los siguientes grupos:

**Termoplásticos:** Aquellos plásticos que por su composición toleran variaciones de temperatura y se ablandan o suavizan al calentarlos y se endurecen al enfriarse. Ejemplos: polietileno (PE), polipropileno (PP), poliamidas (Nylon), polietileno Tereftalato (PET).

**Termoestables:** Son plásticos que se endurecen una vez que se calientan y al exponerlos nuevamente a altas temperaturas se carbonizan (queman), además son más sensibles a los ácidos. La mayoría de estos plásticos poseen sustancias plastificantes que los hacen más flexibles. Ejemplos: siliconas, poliuretanos y caucho.

#### **4.4.1 Certificación de plásticos grado alimenticio**

Es muy recomendable que al adquirir algún equipo, herramienta o utensilio, éstos cuenten con el certificado de algún organismo oficial que avale su uso para el procesamiento de los alimentos.

El sello o símbolo significa que el producto ha pasado por pruebas y controles que satisfacen los criterios establecidos respecto al diseño, la construcción, la evaluación de los materiales, las pruebas de rendimiento y la seguridad que garantizan que el producto es apto para el contacto con los alimentos.

Las principales certificaciones para los materiales utilizados en la manipulación de alimentos se identifican a través de los siguientes sellos:

**Sello NSF:** Organismo que certifica: NSF International (National Sanitation Foundation. Organismo americano con reconocimiento mundial).

Referencia de certificación: NSF/ANSI Standard 2, que establece los requerimientos mínimos para la protección de los alimentos e higiene para los materiales, la concepción, fabricación, construcción y la prestación de los utensilios y equipamientos asociados con la manipulación y la preparación de los alimentos.

**Sello NF:** Organismo que certifica: AFNOR Certificación. Organismo Francés con reconocimiento en la Unión Europea.

Referencia de certificación: NF 031, Higiene Alimentaria. Certificación de materiales que cumplen con el reglamento 1935/2004 del Parlamento Europeo en referencia a los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con los productos alimenticios.

**USDA:** Organismo que certifica: USDA (United States Department of Agriculture).

Referencia de certificación: Regulaciones de la USDA en cuanto a diseño, construcción y materiales de un producto para contacto con los alimentos.

**UE:** Organismo que certifica: Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea.

Referencia de certificación: Cumplimiento de la reglamentación EC °1935/2004 de la Comunidad Europea y la Directiva 2002/72/EC, que define los estándares para los artículos que estén en contacto con alimentos. Estos estándares enmarcan la producción, materiales y estructura del artículo, de acuerdo con su utilización.

Solo siete tipos de plásticos son considerados de "grado alimenticio" por la Administración de Drogas y Alimentos.

1. **PET (o PETE):** El tereftalato de polietileno (PET) es usado con frecuencia en las botellas que contienen bebidas carbonatadas debido a que tiene mejores cualidades que otros plásticos. Es muy común en las botellas de refrescos, cerveza y detergente.
2. **HDPE:** El polietileno de alta densidad (HDPE) es el plástico elegido para la leche y el jugo y productos similares que necesitan un contenedor rígido. No solamente el HDPE tienen propiedades superiores para resistir la humedad, también es resistente a los químicos y detergentes usados en la casa. Además de las botellas de leche, el HDPE puede ser encontrado en las cubetas de 5 galones (19 litros) y las bolsas desechables de los supermercados. Es importante considerar que no todos los contenedores HDPE son de grado alimenticio. Si no son etiquetados como "seguro para alimentos", el contenedor debe de ser cubierto con una bolsa plástica de grado alimenticio antes de guardar comida en ellos.
3. **Vinilo (PVC):** El polivinílico (PVC) es usado en todo tipo de envolturas de comida. Es transparente y fuerte y se adhiere muy bien a la comida cuando es usado como envoltura, pero

también permite que entre el suficiente oxígeno a través de su superficie para los productos que necesitan "respirar", tales como la carne. Las mangueras de jardín y las suelas de zapatos con frecuencia son hechas con PVC, así como la tubería usada para la plomería de la casa.

4. **LDPE:** El polietileno de baja densidad (LDPE) es similar al HDPE, pero es más flexible y usado para hacer botellas que se aplastan y tubos. Es claro y muy fuerte y con frecuencia es usado como envoltura de comida y para bolsas de basura. También es utilizado como cubierta de los cartones de leche.
5. **PP:** El polipropileno (PP) es perfecto para contener productos que son embotellados mientras se encuentran calientes y permite que se enfríen antes de embarcarlos. Tiene un punto de fundido alto y con frecuencia se usa para contener alimentos que son empacados calientes, como la salsa cátsup o el jarabe de maple. Es muy fuerte y puede ser usado para tapas, tales como las que se usan en las botellas de refresco de los restaurantes, y pajillas usadas en los restaurantes. Los recipientes plásticos que se elaboran a gran escala para guardar alimentos con frecuencia son hechos con PP.
6. **Ps:** El poliestireno (PP) es un excelente aislante y con frecuencia es inyectado con aire a los productos de empaçado tales como los cartones de huevo, tazas de café y platos de carne. Las formas más rígidas de poliestireno son usadas para hacer las bandejas de cafeterías.
7. **otros:** Todos los tipos de plásticos son marcados con la designación "7-otros", y cubre un amplio rango de materiales incluyendo el acrílico, fibra de vidrio, nailon y policarbonato. Los plásticos etiquetados como grado 7 deben de especificar si son "seguros para alimentos" antes de ser usados para empacar o manejar alimentos.

## CAPÍTULO V

### 5.1 La industria panificadora ROSVILL

En los últimos años la empresa “Industrias Alimenticias Rosvill S.A. De C.V.” Se posiciona como una empresa de gran trayectoria, y su relevancia en el mercado nacional nos llamó la atención colaborar con el desarrollo de la industria, el auge de la empresa a logrando expandir su mercado, no solo enfocándose en las principales ciudades de cada departamento sino también expandiéndose hasta los pequeños pueblos de cada departamento del país lo que les ha generado producciones más largas y problemas por paros no programados en sus líneas. Fueron estas razones de impacto en el mercado que

nos llevó a conversar con la empresa y presentar nuestro trabajo, enfocado en mejorar su régimen productivo a través de mejores tácticas de mantenimiento de manera que le puedan concebir una mayor confiabilidad a los equipos y así garantizar una productividad constante, el apoyo y aporte fue consensuado por lo que se realiza el estudio en esta empresa.

Desde 1982, Panadería Rosvill ha comercializado productos de panadería, pastelería y pan a granel. Su primera sala de ventas fue inaugurada en el Centro de San Salvador. En la década del año 2000, Rosvill inicia la innovación de producto, empacándolo para cubrir las necesidades del mercado y clientes a lo largo del país. Los productos y en especial las galletas Rosvill se pueden consumir en tiendas y supermercados del país y en el país vecino: Guatemala. El crecimiento en la producción, consumo y distribución se debe a que las ventas de la panadería se realizan a través de flotas de vehículos, es así que, ha expandido su mercado y clientes.

La visión empresarial de Rosvill es: “crecer en la producción y llevar sus productos a mercados internacionales”. Como parte de esa visión, la panadería buscó apoyo del Programa de Innovación Tecnológica de FUSADES para que les asesorara en mejorar la producción de pan de caja y la variedad denominada: “concha”, para este proyecto, PROINNOVA apoyo a Rosvill con el Consultor Internacional, Miguel Galdós. (FUSADES, 2014)

## **5.2 Historia de la panadería Rosvill.**

La panadería Rosvill fundada el 11 de agosto 1982, Pan Rosvill empezó a incursionar en la categoría de Panificación dentro del mercado Salvadoreño, inaugurando la primera sala de ventas en el centro de la capital Salvadoreña. Poco después de diez años, la marca Rosvill se convierte en la panadería "Líder de la Capital Salvadoreña", ofreciendo sus servicios en sucursales distribuidas en la zona metropolitana del gran San Salvador y de alto nivel de reconocimiento entre la población. (Panadería Rosvill, 2017)

Misión (entregada por la empresa): **“Deleitar el paladar de Centro América con deliciosas y crujientes galletas, pan suave, fresco y dorado como recién salido del horno.”**

Visión (entregada por la empresa): **“Llevar a cada hogar de la región centroamericana productos de la más alta calidad y exquisito sabor. “**

### **5.3 Línea de producción**

La línea de producción seleccionada por parte de la empresa para ser intervenida es la línea de Galleta la cual representa más del 50% de la producción mensual de toda la fábrica por lo que ambas partes consideramos como el lugar más óptimo para iniciar este trabajo ya que el impacto total será significativo para la empresa. En esta línea se fabrican muchas variantes de producto de tipo galleta que son de alto nivel de consumo en el país, entre los nombres comerciales podemos mencionar: Galleta de leche, Galleta de coco, Festival, Pao pao, Encanalada, Cremalletas, Choco dúos, Margarita, Mini cream. La línea se distribuye en 80 metros de largo con una parte de enfriamiento en estructura vertical aprovechando el espacio y una sección de empaquetado al final de la línea. Se cuenta con una sección principal de amasado que provee de materia prima a todas las líneas de producción, cuenta con un aproximado de 6 mezcladoras y 5 batidoras disponibles para el área.



Ilustración 20. Línea de producción de línea galletera, Panadería Rosvill clasificación propia para identificación por áreas.

- Área A: sección de inyección de masa cruda y de jaleas
- Área B: horno y enfriamiento.
- Área C: Empaquetado unitario y múltiple.

Se dispone de una jornada laboral de 9 horas laborales con turnos rotativos de personal para evitar el corte de operación en el transcurso de la jornada.

## **5.4 Proceso productivo de la galleta**

### **5.4.1 Galleta muestra: margarita.**

#### **Área A:**

En el área se inyecta a la preforma de la galleta que se elaborara, según la dimensión de masa necesaria y la forma visual de la misma. Este sistema es un sistema electro-mecánico de rodillos intercambiables, que permiten cambiar de tipo de producto.

En el área de inyección de jalea cuenta con dos partes un “golpeador” para deformar la masa, generando un espacio en el cual se inyectara la jalea. La línea cuenta con 8 “golpeadores” y 8 inyectores, los que son operados en un sistema neumático. El transporte de las preformas se realiza por un sistema de bandas el cual incluye una banda metálica, esta es la que ingresa el producto al horno.

#### **Área B:**

Es el área de horneado, lo compone la banda metálica transportadora que cruza el horno y retorna sobre el mismo y el horno en funcionamiento de diésel. El horno de “túnel”, es de un largo aproximado a 30 metros sobre el cual se transportan las galletas que tardan un aproximado de 11 minutos en cruzar el horno y posteriormente pasar al área de enfriado.

En el área de enfriado la bandeja metálica entrega el producto horneado a unas cintas transportadoras de textil reforzado que son resistentes a la grasa. En un juego de transmisión vertical enfría las galletas en un camino de aproximadamente 50 metros entre subidas en un ángulo de 45° y retornos similares. El juego que da movilidad a la banda textil está compuesto por 4 motores de transmisión a 10 HP.

### Área C:

El área de empaque individual es la sección donde el producto horneado entra en contacto con el personal operativo, estos seleccionan el producto de forma visual previo a descarte, donde al final de la banda se encuentran una sestas donde se deposita el pan con fallas: quebrado, color incorrecto de cocción, dimensión, etc.

El producto que cumple con el estándar visual, es colocado en el empaquetador, la empresa cuenta con dos líneas de sellado individual, estas operan a razón de 1 galleta por segundo, este dispositivo cuenta con un alineador por fotocelda entre el centrado del paquete y el corte del empaque, a su vez se imprime la fecha de caducidad y el lote de producción. El sistema de sello es por troquel de calor.

Luego de ser selladas pasan a una banda textil, que las transporta a la fase de empaquetado múltiple, en este caso se cuenta únicamente con un único sellador, donde se agrupan en paquetes de 6 unidades, para posteriormente ser embalados en cajas de 80 unidades.

Podemos resumir el proceso en los siguientes pasos:

- Recepción de materias primas
- Preparar los ingredientes y seleccionarlos para la mezcla
- La mezcla se prepara de acuerdo a cada receta
- Se obtiene el tipo de masa para cada tipo de galleta
- Se usa laminado y roto cortado en las masas elásticas o desarrolladas
- El moldeado rotativo se usa en masas cortas.
- El extruido se emplea en masas blandas.
- El horneado de galletas conlleva un riguroso control de temperatura y humedad.
- Al salir del horno las galletas son enfriadas en las cintas transportadoras.
- En el proceso de enfriado, se espera la “cristalización” de la cubierta
- Se procede a la clasificación acorde a los niveles de calidad establecidos

Como parte final el empaquetado y asignación de la fecha de vencimiento.

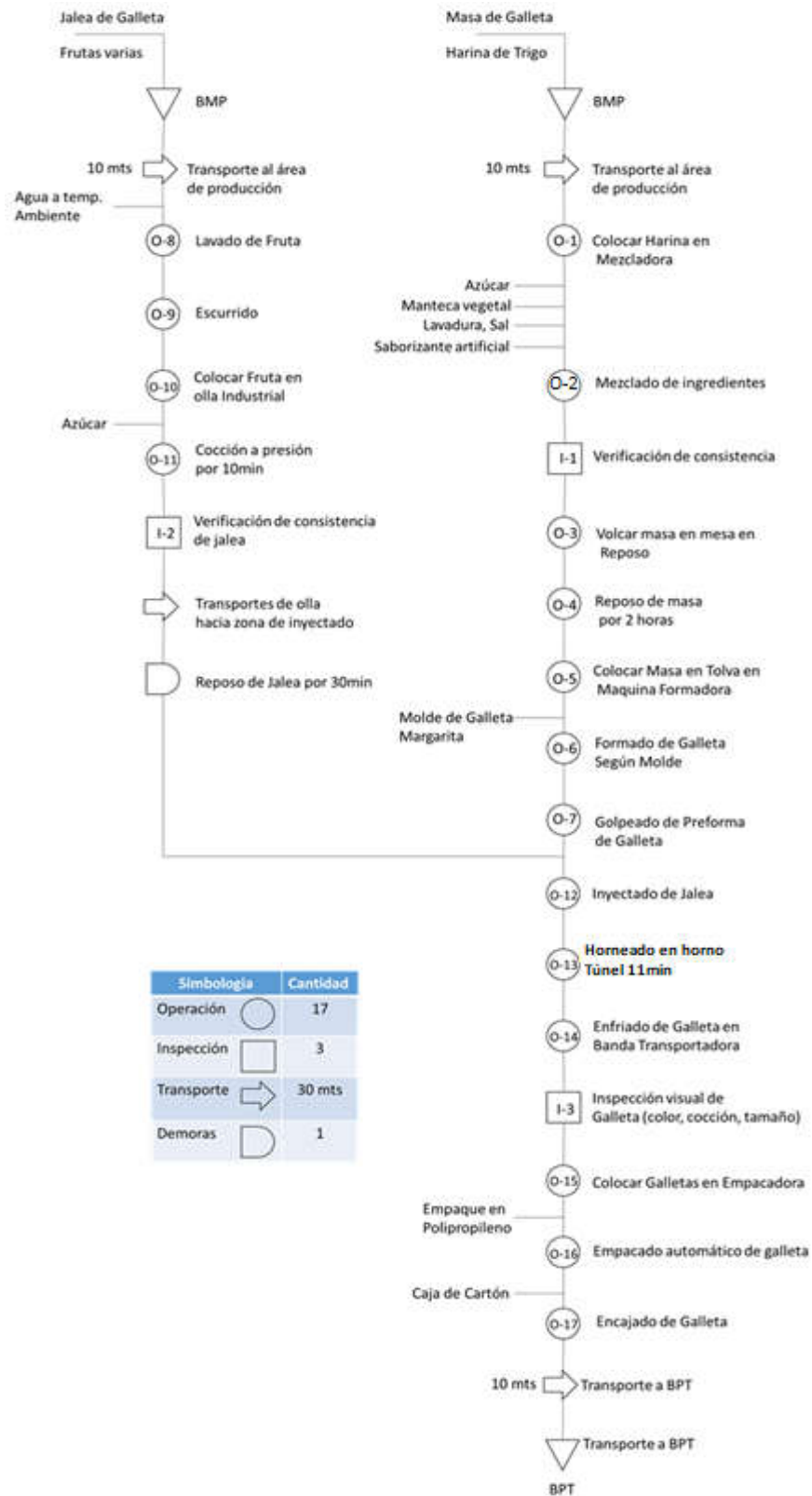


Ilustración 21. Diagrama ASME del proceso productivo. Línea de Galleta Margarita.

#### **5.4.2 Personal de producción en la línea.**

En la línea se encuentran directamente involucrados 12 personas de operaciones de producción

Área A: Inyección de masa: 1 operador

Área B: no hay personal

Área C: Empaque individual: 5 operadores.

Empaque múltiple: 4 operadores

Embalaje: 2 operadores

## **CAPÍTULO VI**

### **6.1 Descripción de equipos industriales de panificación.**

Los equipos de panificación pueden ser de múltiple dimensión, estos pueden ser identificados acorde al nivel de operaciones de la empresa panificadora, la elaboración de tipo de pan y la automatización de la misma.

Se puede generalizar en empresas denominadas “PYMES” se identifican algunos equipos para superar la brecha entre una panificadora de pequeñas dimensiones y mayormente operaciones manuales, a una empresa de una demanda que requiere maquinaria para optimizar y dinamizar el proceso de producción a la demanda que actual y de proyección futura tenga.

### 6.1.1 Descripción de Básculas.

**Básculas Industriales de plataforma:** Estos Equipos especialmente diseñados para medir la masa de las harinas en dimensiones proporcionales a la compra en “sacos” los proveedores de las harinas y otros componentes necesarios en la panificación se distribuyen en las medidas de 1 quintal equivalente a 220.462 libras o 100 Kilogramos. Son utilizados normalmente en el ingreso de la materia prima no solo en la medición de harinas, margarina, manteca, levaduras.



Ilustración 22. Ejemplo de báscula industrial de plataforma

### **Básculas de mesa:**

Las básculas de mesa o de operación para los panificadores, son útiles para poder proporcionar los elementos de preparación en proporciones más específicas en los distintos tipos de pan de producción.



Ilustración 23. Ejemplo de báscula mesa de plataforma

### **Higienización de balanza y básculas:**

Las balanzas y las basculas al estar en contacto con la masa cruda debe ser higienizada al finalizar la jornada laboral para evitar formación de masas en el equipo, esta puede ser limpiada de residuos mayores con un paño y con cepillos previamente sanitizados con agua ozonizada.

### **Descripción de Amasadora**

Las amasadoras reversibles industriales utilizadas con capacidad de 25kgs de harina, y 40 Kg de masa, poseen una cuba o artesa, inoxidable con capacidad de un aproximado de 40 litros. Este consta de dos motores, uno de ellos se utiliza en la rotación del brazo y el otro sirve para la rotación del tazón, en dos direcciones rotatorias. La velocidad de rotación de las amasadoras puede ser variable y depende del tipo de producción, pero las rotaciones pueden variar en el orden de los 80 a 150 vueltas por minuto.

### 6.2.1 Componentes de operación

La máquina se compone de los siguientes partes:

1-Base

2-Cuba

3- Tapa

4-Columna

5- Panel de control

Las amasadoras utilizadas en la industria en estudio son de tipo espiral con cuba fija.



Ilustración 24. Componentes de la amasadora industrial.

### 6.2.2 Higienización de amasadora

El fabricante recomienda utilizar una esponja limpia con agua caliente, para eliminar residuos de masa, posteriormente se puede utilizar un adecuado detergente y sanitizante como los jabones alcalinos al 2% para la operación de limpieza. El sanitizante recomendado es una solución de hipoclorito de sodio a 200 ppm.

De igual forma recomienda el no utilizar agua a presión para limpieza, jabones arenosos, “mascón” metálico, solventes de gas, limpiadores volátiles y otros elementos corrosivos para la limpieza interna y del panel de control.

### 6.2.3 Modos de operación

Las amasadoras utilizadas en la industria en estudio soportan un aproximado de producción máxima para cada ciclo de trabajo de 25 Kg de masa.

### 6.2.4 Seguridad en operaciones

Las amasadoras cuentan con un paro de emergencia y una reja para evitar el ingreso de cuerpos extraños en el momento de la operación.

## 6.3 Descripción de horno industrial

Los hornos industriales para la panificación pueden ser alimentados por electricidad como a gas propano, del tipo modular o giratorio o tunes, pueden trabajar por largos periodos de tiempo de trabajo y a temperaturas desde 160° C hasta los 250° C, fabricados en acero inoxidable bajo normas alimenticias, desde 2 hasta 12 bandejas los modulares, de 10 a 40 bandejas los giratorios.

### 6.3.1 Componentes de operación

La máquina se compone de los siguientes partes:

- 1-Alimentador automático de masa
- 2-Amasadora horizontal de alta velocidad
- 3-Moldeadora rotativa o preformado de galleta
- 4-Inyección automática de jalea
- 5- Horno turbo térmico
- 6- Cabezales de entrada y salida

Los hornos utilizados en la industria en estudio son de tipo túnel.



Ilustración 25. Ejemplo gráfico del horno industrial de tipo túnel.



Ilustración 26. Máquina de preformado para galleta, preforma troquelada de masa cruda, de troquelado variable.

**Preformado:** En el preformado de la galleta existe El moldeado rotativo se usa en masas cortas. Posee una tolva de acero inoxidable de una dimensión 30 x 80 cm, los rodillos de alimentación están construidos en acero de grado alimenticio, la tolva es de acero inoxidable, los tensores son con ajuste sincronizado, todas las superficies en contacto con la masa están construidas con materiales aptos y aprobados para uso alimentario y las superficies exteriores poseen pintura en epoxi, el equipo posee un paro de emergencia que detiene la operación. Se completa el preformado con una línea de 8 golpeadores en fila, alimentados por presión hidráulica y previamente a la línea de inyección de jalea, el objetivo de los golpeadores es realizar un espacio en la masa para la jalea.

**Inyección:** La línea de producción cuenta con una fila de inyección de jalea. Son 8 inyectoros alimentados por presión hidráulica. Los pistones de inyección son controlados por sensores de porción para verificar si existe masa en línea a ser inyectada, evitando el desperdicio.



Ilustración 27. Ejemplo de la distribución para la inyección de jalea previo al ingreso en un horno tipo túnel

### **6.3.2 Modos de operación del horno túnel**

Los hornos tipo túnel están diseñados para una producción continua y masiva, pueden operar 24 horas consecutivas de ser necesario, no requiere muchos operarios, existen tres versiones disponibles para la fabricación de galletas.

- La convección directa es la más potente y económica.
- La convección indirecta ofrece una mayor selección de tipos de combustible y control óptimo de la humedad.
- La versión de recirculación directa combinada con la calefacción de convección y radiante es ideal para productos que necesitan ofrecer un aspecto “casero” tradicional.

#### **6.3.2.1 Métodos de calentamiento**

La cámara de cocción puede calentarse directamente con quemadores de gas o calentadores eléctricos o mediante un sistema indirecto que utiliza intercambiadores de calor. Los sistemas de calefacción directa utilizan gas o energía eléctrica, los sistemas indirectos también pueden utilizar combustible diesel, ya que los productos de combustión no entran en la cámara de cocción.

El control de temperatura y humedad se divide en zonas a lo largo del horno, normalmente cada zona de control tiene entre 8 y 20 m de longitud. Esto permite que la temperatura y la humedad se establezcan y controlen a lo largo del proceso de cocción para optimizar las condiciones para el establecimiento de la estructura de la galleta, el contenido de humedad y el color a medida que las piezas de masa viajan a través del horno.

El control de la humedad en la cámara de cocción y la eliminación de la humedad de las piezas de masa se realiza mediante un sistema de extracción en cada zona. Esto consiste en conductos que extraen el aire y la humedad de la cámara de cocción a través de un ventilador y expulsan el aire a través de chimeneas verticales (chimeneas) a la atmósfera.

En algunos hornos, este aire húmedo retirado de la cámara de cocción puede ser desviado hacia la chimenea o de nuevo a la cámara de horneado. Esto proporciona aire móvil dentro de la cámara de cocción que puede ayudar a la transferencia de calor y contribuye a incluso condiciones de horneado a través del ancho del horno. Estos sistemas se denominan sistemas de "turbulencia" y se utilizan principalmente en hornos que tienen aire relativamente quieto en la cámara de cocción, por ejemplo hornos de radiación indirecta y hornos de gas directo.

Sistema de combustión como elemento utilizado en el caso de estudio es alimentado por Diésel; con esta energía en la combustión se obtienen los gases calientes que transfieren energía al producto. El horno trabaja bajo calentamiento ciclo térmico, el cual es un calentamiento indirecto, permitiendo que la cámara de cocción se separe de los gases de calentamiento, al no entrar en contacto con el producto.

El recorrido de los radiadores superiores e inferiores, se transmite el calor en toda la cámara de cocción. Un sistema de ventilación recircula el calor en la cámara de combustión, de esta forma los gases calientes producidos en el quemador son enviados a los radiadores para el calentamiento de la cámara de cocción.

Cada zona tiene un quemador disparando en un tubo quemador. Los gases quemados calientes se extraen del tubo del quemador a través de conductos a filas de tubos de acero, o conductos, en la parte superior e inferior de la cámara de cocción. Estos tubos radiantes, o conductos, corren toda la longitud de la zona. Los gases calientes viajan a través de los tubos o conductos que luego irradian calor a los productos desde arriba y abajo. Al final de la zona, los gases calientes son recogidos en un conducto de retorno a través del cual viajan de nuevo al ventilador de circulación y de allí al tubo del quemador para ser recirculado. Es esencialmente un sistema de circulación cerrado con un único quemador, ventilador de circulación y tubos radiante para calentar los productos desde arriba y abajo.

Las bandas de acero están hechas de acero al carbono, normalmente de 1,2 mm de espesor. Se utilizan principalmente para la cocción de galletas con alto contenido de azúcar y grasa, que fluyen sobre la banda del horno en la primera parte del horno (Davidson, 1989)

Las bandas de horneado de malla pesada, principalmente Ashworth tipo CB5, se tejen con un patrón de "hueso de arenque" que proporciona una malla sólida, gruesa y pesada. Estas bandas se precalientan a 120 ° C - 150 ° C y conducen el calor inmediatamente en la base de la pieza de masa tan pronto como se deposita sobre la banda.

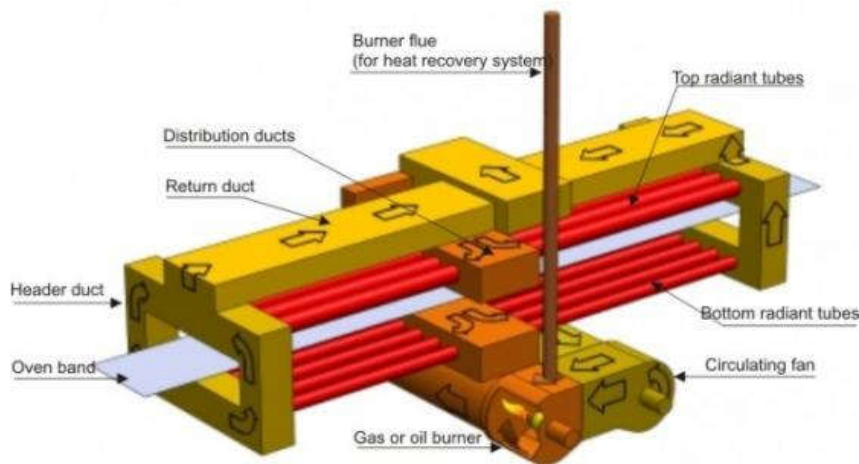


Ilustración 28. Sistema de calefacción radiante de combustión indirecta. Obtenido de Bisquitpeople-Magazine. <http://www.biscuitpeople.com>

Una chimenea con convección natural se utiliza para equilibrar la presión en el sistema resultante de la entrada de aire de combustión en el quemador. La recirculación continua de los gases calientes asegura una buena eficiencia. El aire fresco sólo es aspirado al sistema en el quemador para la combustión y esto es equilibrado por la extracción natural a través de la chimenea del quemador. (Coral, 2004).

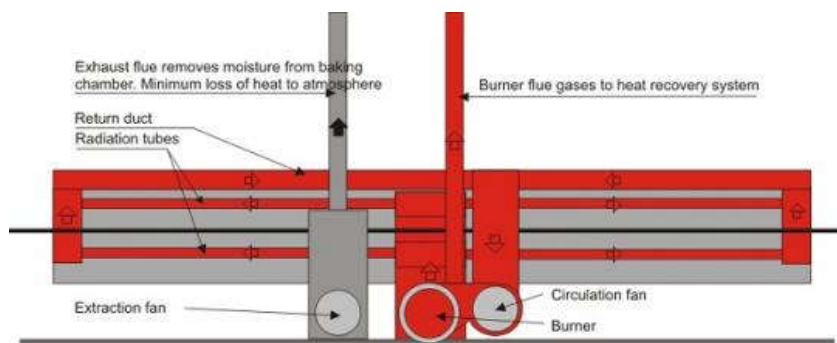


Ilustración 29. Sistema de calefacción radiante de combustión indirecta. Obtenido de Bisquitpeople-Magazine. <http://www.biscuitpeople.com>

El sistema de circulación "cerrado" retiene y vuelve a circular los gases calientes del quemador y contribuye a una buena eficiencia de combustible

- Sistema de circulación cerrada para la radiación en el horno.
- El aire caliente de los tubos de los quemadores, circulan constantemente al revendedor del sistema cerrado.
- El quemador provee del calor suficiente para mantener el nivel de temperatura.
- Se divide el sistema de extracción de la cámara
- La mínima cantidad de calor escapa a la atmosfera
- Bajo consumo de combustible por el sistema de recirculación cerrada de calor.

### **6.3.3 Higienización de horno**

En el inicio de las operaciones se realiza el engrase para evitar que el producto se adhiera a la bandeja. Previo se realiza una inspección en la estructura para verificar el estado de la misma únicamente a condición visual.

La bandeja metálica es sanitizada en cada proceso productivo, al finalizar la jornada se realiza una limpieza de la malla. Se eliminan cuerpos que estén sobre la bandeja con una espátula y un paño.

### **6.3.4 Seguridad en operaciones**

Los hornos tipo túnel cuentan con un paro de emergencia y microswitch de seguridad que detienen el equipo si una compuerta de uno de los módulos está abierta además de una reja para evitar el ingreso de cuerpos extraños en el momento de la operación.

### **6.3.5 Instrumentación**

El sistema cuenta con un panel de control en el que se puede controlar visualmente la temperatura del horno y verificar en las zonas el mismo nivel de temperatura. Se puede

controlar la velocidad de la banda para pre definir la velocidad de la misma en el proceso acorde al nivel de cocción requerido. El panel se auxilia de indicadores visuales en la parte superior de la estructura con los cuales únicamente se puede verificar el encendido del horno.

#### **6.3.5.1 Banda de enfriamiento**

La línea de galletería no pasa a controles de temperatura ya que debido al tamaño de las piezas, éstas alcanzan la temperatura apta para su empaquetado poco tiempo después de su horneado. Existen muchas variantes de las bandas de enfriamiento, donde se utilizan bandas de: algodón poliéster (Comúnmente utilizada), **Clina 10UF**, **Clina 08UF**, **Clina08DF**

Las cuales proporcionan un enfriamiento más rápido y homogéneo a la galleta. Estas bandas son además, mucho más fáciles de limpiar (galletas, 2000).



Ilustración 30. Banda de enfriamiento para las galletas.

#### **6.3.5.2 Empaquetador individual**

Los operarios de los procesos de empaquetado disponen del diario de fabricación donde queda especificado el número promedio a piezas a empaquetar. El embolsado se efectúa manualmente, directamente sobre el pan. Los operarios ya conocen el tipo de envase a utilizar y la etiqueta con la información de producto para cada pieza, las limitaciones de espacio disponible de la empresa han obligado a que el envasado se efectúe en lugares que pueden llegar a causar problemas logísticos en los productos elaborados. Después las

bolsas son termo soldadas. Las bolsas se etiquetan con la fecha de producción, número de lote y fecha de caducidad. La máquina empaquetadora automática, realiza envases de dos o tres costuras.



Ilustración 31. Tipo de envoltura que realiza el equipo

### 6.3.5.3 Empaquetador múltiple

El empaquetado múltiple o enfajado se efectúa con una envasadora flow-pack. La máquina recubre el producto con una lámina de polipropileno y la cierra en forma de aleta con un juego de mordazas que a alta temperatura sueldan el plástico. La apertura de las aletas y la velocidad de las mordazas son graduadas por los operarios según el tamaño de las piezas. Los productos se colocan sobre la cinta transportadora de la máquina y se enfajan directamente y son ordenados en grupos de 6 para el caso de las margaritas y las galletas choco-chispas.



Ilustración 32. Empaquetador de galletas múltiple con sello de lote y fecha de vencimiento.

#### **6.3.5.4 Sellador de cajas**

El embalaje para la expedición se realiza en cajas de cartón, introduciendo las unidades de cada producto requeridas por los clientes, para envíos dentro del territorio nacional y para envíos a la República de Guatemala.

## **CAPÍTULO VII**

### **7.1 Modelo de Aplicación de 5 S**

Para garantizar el éxito de la implementación de la metodología 5 S es necesario registrarse bajo una estructura ordenada que llamaremos: “Modelo de aplicación de 5 S”. Para esto es necesario involucrar a todas las áreas productivas de la organización, desde alta gerencia, quien deberá de estar impregnada con los objetivos de 5 S, manteniendo el liderazgo de la implementación del proyecto.

Entre las actividades previas para la implementación de las 5S se pueden mencionar las siguientes:

- Sensibilidad a la alta gerencia.
  - Recursos Humanos.
  - Mantenimiento.
  - Producción.
  - Comité de Higiene y seguridad Ocupacional.
- Creación de comités de aplicación
- Entrenamiento de equipos de trabajo y colaboradores
- Elaborar un plan de trabajo
- Promoción y notificación del plan al personal

La Selección de un “plan piloto” en la industria puede ayudar a la identificación y resolución de problemas en el camino de la implementación. Los supervisores y coordinadores deben ser líderes del proceso, pues serán los encargados de ambientar a los

colaboradores y servirán de enlace con los procesos de implementación, datos y documentación, así como al evaluación de los resultados obtenidos.

## **7.2 Sensibilidad a la alta Gerencia**

La alta gerencia debe mantener el control y la motivación de los colaboradores y dar a conocer los beneficios ligados a la implementación de la metodología, sin perder el objetivo principal de la empresa. 5 S debe de ser visto como, una herramienta que contribuirá al crecimiento productivo y a mantener la calidad requerida por el cliente. De ser así los colaboradores deberán ser guiados y dirigidos por la alta gerencia a cumplir los requerimientos necesarios para que la metodología marche de manera eficaz y eficiente.

## **7.3 Estructura del comité de aplicación**

El siguiente paso del modelo de aplicación de 5S es conformar un comité multidisciplinario (personal de producción, calidad, mantenimiento y alta gerencia), que deberá ocupar el rol de capacitadores y auditores de la implementación. El comité deberá contar con:

- Director de implementación: persona a cargo de administrar el tiempo y recursos para cumplir con las fechas requeridas en el cronograma de aplicación.
- Capacitadores o facilitadores: estas personas serán las encargadas en transmitir los conocimientos a todos los colaboradores de la empresa.
- Auditores de implementación: encargados en retroalimentar que el proceso de implementación de 5 S se lleve a cabo tal cual lo planificado.
- Líderes de 5 S: estas personas serán las encargadas de entrenar al personal en la línea de producción

## **7.4 Entrenamiento de facilitadores**

Los facilitadores deberán ser entrenados y certificados bajo la metodología de 5 S, preferiblemente estas personas deberán ser colaboradores de alto desempeño y que mantengan un vínculo de compromiso con la empresa. Los conocimientos y temas

impartidos deberán ser unificados por todos de ser posible deberán ser entrenados por personas certificadas en 5S.

### 7.5 Controles visuales, herramientas a utilizar en la aplicación de la técnica 5S

**Códigos de color:** el código de color es un sistema de control visual utilizado para comunicar el estado del proceso que se está realizando y las diferentes etapas donde se encuentra

El código de color es utilizado en las siguientes etapas del proceso:

**Producción:** se utiliza para dar trazabilidad y seguimiento a las metas de producción establecidas, de esta manera informar al operador la eficiencia que se está logrando en tiempo real.

Para el área de producción se utilizan herramientas que hacen uso del código de color como:

- **Lámparas de colores:** usualmente instaladas en áreas de producción que poseen varios equipos o maquinaria. Cada color de la torre indica un estado del proceso, los cuales puede variar dependiendo de la empresa y su rubro.

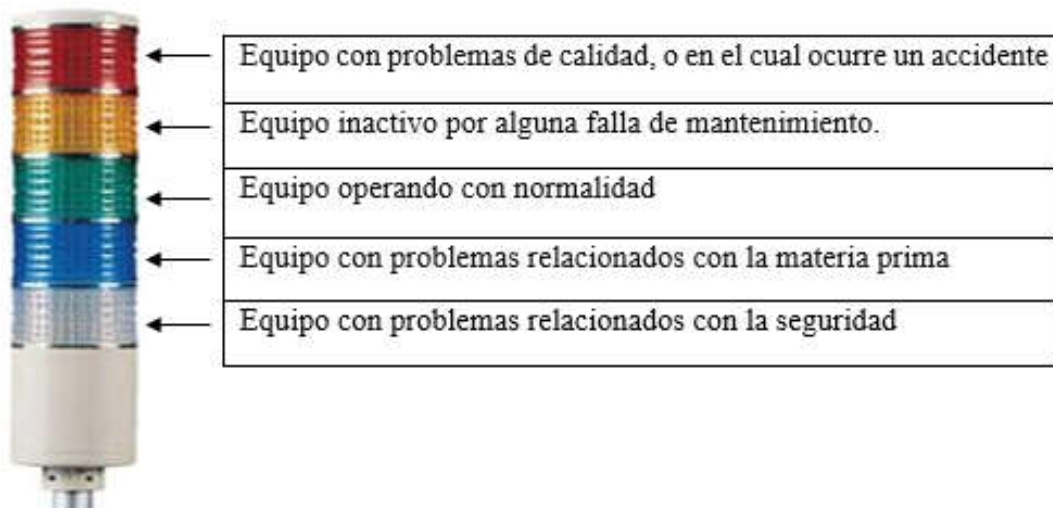


Ilustración 33. Torre luminosa tipo semáforo para control visual en proceso

- **Tablero de productividad:** se verifica el estado de la producción, número de piezas producidas, eficiencia del proceso ordenes retrasadas. Todo esto con el objetivo de la producción del operario.



Ilustración 34. Tablero de productividad de un equipo de proceso

- **Estándar visual para producto en condiciones óptimas:** un producto que se encuentre en la casilla roja no puede continuar proceso, un producto que se encuentre en la casilla amarilla podrá se concesionado bajo términos especiales y conlleva a acciones correctivas en el proceso para lograr el estándar necesario, un producto que se encuentre en la casilla verde se considera en buenas condiciones y podrá continuar el proceso normal



Ilustración 3535. Tablero de productividad de un equipo de proceso

**Mantenimiento:** en mantenimiento el código de colores es una herramienta necesaria y útil para toda rutina, el código de colores se utiliza frecuentemente de la siguiente forma:

- **Lubricación:** en la mayoría de empresas se cuenta con distintos tipos de aceites y grasas para lubricar los equipos, para evitar cualquier tipo de confusión que podría

llevar a una falla mayor, se utilizan colores para direccionar el lubricante hacia el lugar donde se debe lubricar.

- **Herramientas y limpieza:** específicamente en rubro alimenticio se recomienda mantener herramientas identificadas y sanitizadas las cuales estarán en contacto directo con la maquinaria de producción así como franelas de limpieza identificadas con colores diferente para áreas que estén directamente en contacto con el producto, cabe resaltar que estas prácticas garantizan la calidad del producto para el consumo humano así como agiliza la labores de mantenimiento y limpieza rutinaria

## 7.6 Aplicación del Seiketsu-Mantener

Disciplina: se define como la capacidad de seguir un procedimiento establecido, manteniendo orden y constancia al hacerlo, de tal manera que tenga repetitividad cada vez que se realice. La disciplina es una práctica antigua que es adoptada por personas que están comprometidas al trabajo, tarea o procedimiento que esté realizando, el éxito en estos caso es totalmente garantizado.

Disciplina del *latín* disciplinaria. Doctrina, instrucción de alguna persona, especialmente en lo moral. / Arte, facultad o ciencia / regla, orden y método en el modo de vivir. Tiene mayor uso hablando de la milicia y del estado eclesiástico, secular y regular.

En el mundo actual la disciplina se vuelve una necesidad para satisfacer los requerimientos del día a día, las personas disciplinadas son más eficientes y efectivas que aquellas que no lo son, elevando las expectativas de las necesidades de las empresas de hoy en día. Toda empresa necesita recurso humano altamente comprometido con la visión de la misma y crear esta disciplina en los empleados, es el reto que las empresas altamente productivas tienen.

Para generar disciplina en los colaboradores de mantenimiento y producción se promueven las siguientes técnicas:

- **Practicar el empoderamiento del puesto de trabajo:** el empleado debe sentirse dueño de su posición en la empresa, reconocer que el éxito o el fracaso de ese proceso es totalmente su responsabilidad, así como el estado y limpieza de sus herramientas de trabajo
- **La motivación es un factor clave para lograr la disciplina en los colaboradores:** una persona motivada para con su trabajo lo realizará mucho mejor que una que no está. Esta motivación debe trasladarse desde la gerencia hasta cada uno de los puestos productivos de la empresa. Es indispensable generar retroalimentación de los factores positivos y negativos en el personal, reconocer el buen trabajo y ajustar los puntos de mejora que los cobradores puedan tener.
- **Programa de capacitación constante:** es necesario generarlo sobre todo para el personal de mantenimiento, para asegurar las aptitudes necesarias para su puesto de trabajo.

La disciplina (SHITSUKE) como paso final en la metodología de 5S asegura la continuidad de todas las demás “s” y el compromiso del personal con el proyecto. La disciplina no solo tiene que ser un factor que se encuentre en el área productiva y mantenimiento sino debe empezar desde la gerencia y ser transmitida a todo el personal con el ejemplo. Si la gerencia no se encuentra comprometida con las 5S no se podrá completar el círculo de continuidad del proyecto. Disciplina de limpieza de utensilios, herramientas y equipos.

## CAPÍTULO VIII

### 8.1 Beneficio de 5S en el taller

Al aplicar esta metodología en el taller se optimizar el recurso, tanto humano como máquina, incrementando la eficiencia del trabajo y disminuyendo el desperdicio o trabajos mal realizados. Al documentar cada uno de los trabajos realizados en el taller, facilitara la transferencia de conocimiento para los demás técnico unificando la información, y de ser posible se podrá replicar cada uno de los trabajos realizados sin importar la persona que los realice.

El taller en la industria alimenticia debe ser inocuo y presentar orden de tal manera que las piezas que se fabrican posean las características adecuadas para el rubro, manteniendo eficiencia y eficacia en el trabajo realizado.

Específicamente el taller de la panificadora de estudio, posee diferentes maquinas herramientas para la fabricación de piezas, así como para mantener las herramientas de necesarias para la producción de manera óptima (cuchillas del proceso de empacado).

El taller de mantenimiento deberá tener: torno, fresadora, taladro de banco y esmeril. El recinto del taller debería ser un espacio cerrado, para evitar que cualquier tipo de residuo se filtre al área de producción. De igual manera la instalación debe contar con climatización necesaria para extraer todo tipo de gases que puedan afectar la salud.

## **8.2 Las 5S en el taller.**

### **Separación:**

1. Todas las herramientas de los equipos deben encontrarse a la mano y manteniendo la condición optima necesaria para ser utilizadas. Hay que tener herramientas solo para uso de taller que no se mezclen con herramientas que se usan en el área de producción, estas deberán ser identificadas con color diferente al de producción.
2. Todo elemento químico (aceite, grasa, desengrasante etc.) tiene que estar debidamente identificado para el uso y colocado en un lugar específico dentro del taller, el cual deberá ser identificado como área de químicos. Toda sustancia química que no sea utilizada para la manufactura de piezas deberá ser desalojada del taller.
3. Todo objeto que no sea necesario en el taller debe ser desalojado del recinto. Se deberá establecer un reporte de los objetos desalojado y la razón del porqué de quitarlos del recinto.

### **Organización y limpieza**

1. Se deberá garantizar tener las herramientas necesarias para afrontar cualquier tipo de desperfecto, sin olvidar que deben estar debidamente identificadas como “herramientas de

taller” y por ninguna circunstancia deberán de abandonar el recinto. Si alguna herramienta se avería, se deberá de reportar como herramienta fuera de uso y sustituida lo antes posible, de tal manera que se garantice que kit siempre este completo y en buen estado.

2. De ser posible el tablero tendrá que tener dibujada la silueta de la herramienta, para generar la visión del faltante de la herramienta. Si la herramienta no está dentro del taller deberá ser reportada como “herramienta faltante” y catalogado como una no conformidad dentro de la auditoria de 5 s.

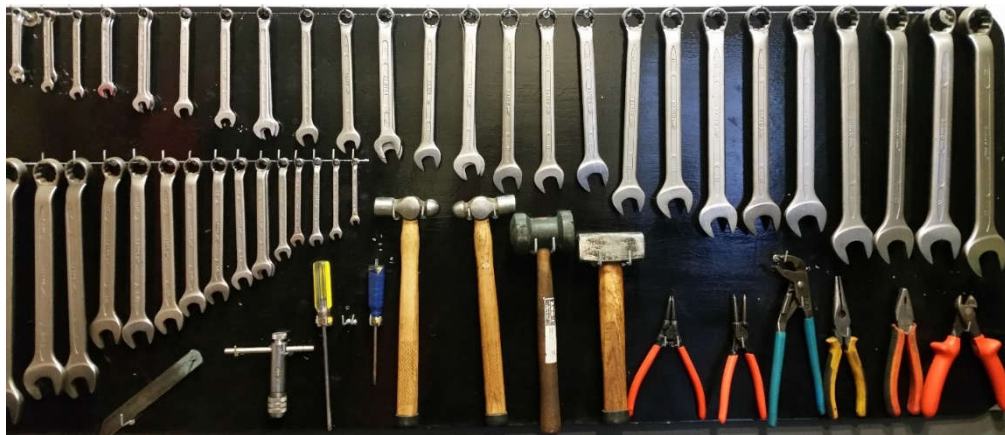


Ilustración 36. Tablero de herramientas con su ubicación asignada. Método aplicado a 5s, en orden y limpieza

3. Todo paño utilizado para limpiar las herramientas deberán ser catalogados como herramienta de limpieza y al ser desechados deberán ser ubicados aparte del desperdicio normal del taller de tal manera que no se vuelvan a utilizar en ningún otro proceso.



Ilustración 37. Colores sugeridos para paños de uso de limpieza dentro de la planta productiva. Con esto se cumple las 5S de limpieza y Estándar , identificando los colores para evitar contaminación cruzada

- Los colores pueden ser cambiados en base a la conveniencia de la industria
- Se recomienda paños de algodón que no dejen residuos que puedan contaminar el producto
- El objetivo de utilizar un código de color para los paños es evitar toda contaminación cruzada entre la materia prima cruda y el producto cocido, así como evitar que los paños utilizados por mantenimiento que contenga químicos nocivos para la salud sean utilizados en el proceso

4. El desperdicio del taller deberá ser desalojado del recinto diariamente identificado como “desperdicio de taller” colocado en un área específica para tratarlo posteriormente de una forma especial, identificando primero el tipo de materiales que contiene. Luego se separan en Metales, Plásticos, Cartón y/o Papel, orgánicos, materiales con residuos químicos inflamables, materiales con residuos químicos tóxicos y materiales con residuos químicos reactivos. Los metales se venderán como chatarra, los plásticos y cartón o papel se venderán como material de reciclado, los materiales con residuos químicos inflamables se venderán como materiales combustibles para caldera industriales, y los materiales con residuos químicos tóxicos y reactivos se pagarán por su eliminación de manera controlada y segura.

5. Las máquinas y herramientas deberán mantenerse limpias y en un lugar físico único para cada una de ellas, se debe evitar movimientos innecesarios, que podrían conllevar a una falla del equipo.

### **Estandarización**

1. Se deberá crear un estándar visual de cómo debe encontrarse el taller el cual contendrá: un diagrama del taller, una hoja con las reglas de limpieza, una hoja con la última auditoría realizada, una hoja con el plan de mejora del taller y su respectivo seguimiento, una hoja con las normas de seguridad del taller, y una lista detallada con sus máximos y mínimos como la ubicación de todas las herramientas o insumos del taller en cada gaveta o estante y de no cumplirse este estándar se deberá levantar un reporte y realizar las operaciones necesarias para volver a llegar al estándar visual colocado en el taller.

2. Todo trabajo que se realizara en el taller deberá ser respaldado con una orden de trabajo de mantenimiento y contener todo el proceso que se llevó a cabo para realizar la tarea.

3. Todo equipo deberá contar un dossier (de igual manera que el equipo de producción) así como un plan de mantenimiento basado en tiempo productivo de maquina

4. Se deberá mantener un cronograma de inspección diaria del estado de las maquinas basado en una lista de chequeo, para evitar que estas trabajen con algún tipo de problema. Así como también se deberá realizar semanalmente un chequeo a las cajas de herramientas de los mecánicos para garantizar que estos tengan disponibles todas las herramientas necesarias para afrontar cualquier problema que surja durante la operación

5. En el caso que la maquinaria no se encuentre de la forma óptima para trabajar, se debe generar un reporte del estado y el responsable del Mantenimiento deberá gestionar y programar a la brevedad posible la restauración y/o reparación del equipo teniendo en cuenta el tiempo necesario para solventar este problema.

De tal manera que será necesario que alguna otra máquina suplir la carga laboral de la maquina averiada mientras esta se encuentra en reparación para no alterar el ritmo de la producción. Si no se cuenta con ninguna maquinaria que supla las actividades de la maquina averiada dado que es un equipo critico se deberán considerar almacenar inventario de repuestos críticos para la misma a modo de garantizar que las reparaciones en ese equipo critico serán a la brevedad necesaria.

### **Disciplina**

Se debe de auditar todo los cambios efectuados a lo largo de un año, realizando auditorias semanales y recopilando los datos en una matriz donde a través de un diagrama de barras se pueda ver el progreso o estancamiento del programa en cada área implementada, y mantener capacitados sobre 5S a los técnicos del taller, sin dejar a un lado que para garantizar el éxito de la metodología, es necesario el apoderamiento del puesto así como el lugar físico de trabajo.

## CAPÍTULO IX

### 9.1 Departamento de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento debe estar estructurado al mismo nivel que el de producción, esto permitirá una relación entre ambos para la ejecución de acciones en pro de la actividad comercial de la industria que no afecten la operatividad entre sí.

En un organigrama plano entre los actores de producción, mantenimiento, capital humano, financiero y comercial (mercadeo), permite la sinergia para identificar las necesidades entre ellos y factores en común para lograr las metas. Como ejemplo de las necesidades de la dirección de producción para la intervención de mantenimiento en un equipo en específico que requiere una intervención mayor a 10 minutos, afectaría la programación de la producción, esta necesidad debe ser notificada de igual forma a cada uno de los involucrados, de esta forma solventar los inconvenientes que se están generando actualmente para la producción y que pueden afectar los compromisos comerciales en el caso de un paro total, al ser notificado mantenimiento de la necesidad identificada en el área de mantenimiento autónomo, permitirá planificar previa verificación de la dirección de mantenimiento, la intervención ordenada, generando el cuadro de necesidades de los materiales requeridos y de la intención de los que no se encuentren en stock y que el departamento financiero adquirirá, y el posible riesgo de la no intervención oportuna que podría generar un costo mayor y pérdidas directas, se sumaran el cálculo de las horas hombre requeridas para intervención, que corre por parte de recursos humanos quien vera la valoración hecha por ambos departamentos y valorara las capacidades del personal para la tarea, y los riesgos que corre el personal, eventos no deseados; se suma a la notificación el riesgo que corren de llegar a la producción requerida por el área comercial que adquirió compromisos de venta de los productos. El compromiso en conjunto desencadena oportunidades de comunicación y evita la búsqueda del responsable de acciones incorrectas.

Para la Panadería en general y en caso de estudio específico de este trabajo se, se recomienda el siguiente organigrama, en el que se sugiere una estructura plana con la jerarquía únicamente de la Gerencia General.

La estructura interna del departamento debe estar encabezada por la **Dirección de Mantenimiento** quien se encargara de comunicar las necesidades del área con las otras direcciones. Esta a su vez mantendrá el control y verificara el cumplimiento de la programación de mantenimiento, formulada en la condición estadística de la disponibilidad de los equipos, de la dirección del departamento deben de depender el supervisor de mantenimiento, el supervisor de almacén de repuestos y el planificador de mantenimiento.

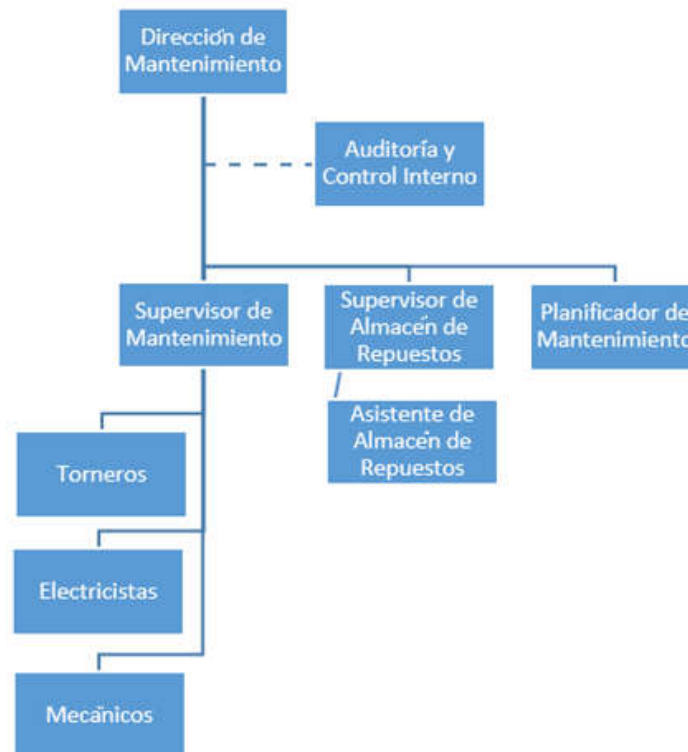


Ilustración 38. Organigrama del departamento de Mantenimiento, organigrama sugerido para la propuesta de la panadería Rosvill.

**Supervisor de Mantenimiento:** Es el encargado de asignar las órdenes de trabajo al personal operativo (mecánicos, electricistas, torneros, instrumentistas, etc.) acorde a las

necesidades alertadas por producción, capacidades y competencias del personal, valorar los resultados obtenidos sobre el mantenimiento realizado además de supervisar la correcta ejecución de los trabajos verificando el cumplimiento de la calidad del trabajo y la seguridad al momento de ejecutarlos.

**Planificador de Mantenimiento:** Es el encargado de planificar las órdenes de trabajo acorde a las necesidades alertadas por el área de producción, en base al sistema de alerta de tarjetas de colores para clasificar las prioridades de las necesidades en la planta, además de llevar el estadístico de los mantenimientos realizados a lo largo del año, deberá preparar la lista de insumos y repuestos que se deberán usar a manera de alertar al supervisor de almacén sobre la disponibilidad de los insumos y repuestos y estos puedan estar listos para efectuar el mantenimiento.

**Supervisor de almacén:** Es el encargado de la custodia y asignación los insumos solicitados por el planificador de mantenimiento. Controla y verifica continuamente la disponibilidad de los insumos de mantenimiento para las operaciones, verificando la rotación, fechas de ingreso, fechas de caducidad, clasificación de elementos por grados de peligrosidad. Al percatarse que hay faltantes de insumos o repuestos deberá gestionar la compra de nuevos para mantener un stock saludable y afrontar las necesidades que surjan, además de llevar el control de gastos tanto de repuestos como de insumos y también los servicios realizados por el departamento y así tener el control de la ejecución del gasto del presupuesto de mantenimiento.

**Personal operativo de mantenimiento:** el personal operativo de mantenimiento cumple debe cumplir un perfil profesional, el objetivo de tecnificación permite la actividad analítica y objetiva. Algunas industrias tienen políticas de selección de personal sin considerar las competencias académicas en el área básica de cada perfil. El personal sin las habilidades técnicas puede omitir factores importantes en la solución de problemas que pueden desencadenar una serie de eventos indeseados. La experiencia en el área puede ser claramente desarrollada en la empresa basado en un perfil interno con el cual se sienta

identificada la empresa, esto requiere que el departamento de recursos humanos mantenga actualizado el listado de capacitaciones a impartir, en donde se busque la sincronía de operación y la profesionalización del personal.

## **9.2 Descripción de puestos clave en el área de mantenimiento en Panadería ROSVILL.**

En la industria de estudio se encuentra un equipo integrado por 8 personas quienes comparten roles definidos, en el área de mantenimiento se logró identificar dos perfiles claves de los cuales se agrega una recomendación del perfil básico a cumplir en estas áreas.

### ***Técnico mecánico***

#### Responsabilidades

- Asegurar el buen funcionamiento de los componentes mecánico de la línea.
- Realizar cambios de valeros, fajas, ejes etc.
- Mantener afiladas las cuchillas de la maquina selladora
- Realizar tareas de mantenimiento preventivos, de acuerdo a un cronograma de trabajo.
- Mantener en buen estado los componentes neumáticos de la línea de producción
- Limpiar y dar mantenimiento preventivo al quemador del horno.

#### Competencias - previamente adquiridas

- Interpretar planos técnicos.
- Operar máquinas herramientas, herramientas e instrumentos de medición.
- Diagnosticar fallas y realizar reparaciones en sistemas mecánicos.
- Elaborar e implementar programas de mantenimiento y de seguridad industrial.
- Soldadura Eléctrica y autógena.
- Conocimientos básicos sobre sistemas hidráulicos y neumáticos
- Sistemas de transmisión de energía mecánica

## *Técnico electricista*

### Responsabilidades

- Asegurar el buen funcionamiento de sistema eléctrico de la línea
- Realizar cambios de componentes eléctricos de la línea de producción
- Revisar las protecciones eléctricas de la línea, así como hacer los
- Realizar limpiezas rutinarias a los paneles eléctricos
- Realizar mantenimientos preventivos según cronograma
- Realizar inspección y calibración de los equipos electrónicos de medición

### Competencias - previamente adquiridas

- Interpretar planos técnicos.
- Operar máquinas herramientas, herramientas e instrumentos de medición.
- Diagnosticar fallas y realizar reparaciones en sistemas mecánicos.
- Elaborar e implementar programas de mantenimiento y de seguridad industrial.
- Conocimiento de instalaciones eléctricas de alta, mediana y baja tensión...
- Conocimientos básicos sobre maquinas eléctricas y sistemas de transmisión de fuerza.
- Conocimiento sobre sistemas de protección
- Competencias en Electrónica básica.

Es importante mencionar que además de las responsabilidades de ambos perfiles, estos deben cumplir con las siguientes habilidades

### Capacidades de interrelación personal

- Comunicarse eficientemente de manera oral y por escrito.
- Comportarse ética y socialmente en el ejercicio de su profesión.
- Tener conciencia sobre la conservación del medio ambiente.
- Trabajar en equipo.
- Sensibilidad a la responsabilidad social y empresarial.
- Actitud crítica y de análisis conjunto.

### Capacidades de aplicación del conocimiento

- Comprensión y aplicación de conocimientos matemáticos.
- Comportamiento de las leyes físicas y químicas básicas.
- Lectura de gráficos e indicadores numéricos
- Capacidad de análisis.
- Actitud comprometida con el auto desarrollo personal.

### **9.3 Relación del Departamento de Mantenimiento con los demás Departamentos.**

La comunicación es una herramienta esencial entre el área de mantenimiento y las demás áreas de la empresa, sabiendo que la labor de mantenimiento es de soporte para producción. Cuando se elabora el plan de mantenimiento (sea enfocado en cualquier metodología de mantenimiento), producción debe de fomentar los acuerdos necesarios y las dispaciones del tiempo requerido y proporcionarlo para las tareas que garantizaran la eficiencia de los equipos.

En un plan de mantenimiento preventivo, no se debe creer que producción esta ajena a estas labores, este tiempo debe ser utilizado para limpieza y monitoreo de equipo no intervenido, de tal manera que exista retroalimentación del trabajo que ha realizado el departamento de mantenimiento.

En la las intervenciones correctivas, es necesario que el equipo de mantenimiento intervenga lo antes posible, esto se logra si existe comunicación directas entre las áreas, de igual manera al entregar el equipo después de un mantenimiento correctivo el área de producción y calidad deberán avalar que la maquinaria está en condiciones óptimas para procesar. De no ser así se deberá intervenir nuevamente hasta que el equipo cumpla tanto los estándares de calidad como la eficiencia requerida para operar.

La comunicación descrita permite a las áreas trabajar por un objetivo en común dentro de las metas establecidas, los compromisos que pueda adquirir el área de comercialización en

la distribución de productos debe ser conocida por producción y mantenimiento para lograr las metas requeridas, de esta información depende el área de comercialización para fijar fechas en las que la producción podría tener variables a razón de intervenciones mayores o por desperfectos no deseados evitando generar incomodidad a los clientes por escases de algún producto en específico .

Para lograr esta comunicación, se sugiere programar reuniones periódicas entre todas las áreas involucradas, posteriormente se redactara una minuta en la cual se denoten todos los puntos discutidos, así como los compromisos adquiridos por cada uno de los responsables. Se recomienda que esta reunión tenga un periodo de una semana, ya que en este periodo se podrán observar avances sobre los compromisos adquiridos en la reunión anterior, como también los resultados obtenidos y lectura de los KPI's de mantenimiento necesarios para la mejora continua de la empresa.

El área financiera podrá tomar en cuenta las intervenciones de mantenimiento y valorar los costos de operación, en la que posibles mejoras por depreciación de equipos y con estudio de intervención y costos puede justificar financieramente la mejora, modificación o sustitución de los mismos. Este flujo de información que puede ser de gran utilidad para toma de decisiones es importante que se registre y valore periódicamente, el registro de las actividades realizadas permite generar un histórico en la que podría develarse indicadores clave- KPI en las que la industria fije sus metas y sostenga niveles óptimos de operación.

El presente documento genera cuadros resumen de datos de intervención de mantenimiento y de producción, los datos tomados en cada día productivo se sumariarían semanalmente, creando un cuadro resumen anual de las operaciones realizadas, costos relacionados a las actividades productivas y de mantenimiento. En el área de producción (ver Anexo 4), se puede ver el registro de proyecciones de producción diaria y datos genéricos relacionados a la producción, estos datos se cuadraran entre las proyecciones requeridas diariamente y las finalmente obtenidas. El objetivo es medir la posible perturbación en la producción por eventos no deseados, que pueden estar relacionados o no al mantenimiento, por ejemplo la falta de agua potable por servicio de la distribuidora no es una responsabilidad directa de mantenimiento que afecta a producción.

En el cuadro asignado para los eventos diarios de mantenimiento (ver anexo 5) se puede obtener un cuadro resumen de las actividades y costos relativos a las intervenciones de mantenimiento, con esto se puede contabilizar los costos de las actividades y verificar como estas ayudan a la continuidad del proceso productivo. La intervención oportuna demostraría que la operatividad de un equipo es debida al monitoreo, ajuste, mantenimiento preventivo u otra actividad realizada

De la suma de los cuadros anteriores, se puede generar un consolidado semanal, que puede ser de utilidad para el área financiera donde se puede ver reflejado de los costos relacionados a la producción y verificar la rotación de insumos. Estos datos podrían reutilizarse en la toma de decisiones, por ejemplo en evaluar la sustitución de maquinaria, que representaría menor costo de operación en relación a los costos registrados. Los cuadros presentados son sugeridos y pueden ser adaptados a las industrias, sin alterar el principio de verificación y seguimiento.

Fuera de las reuniones del concejo de direcciones o reuniones entre jefaturas que permiten comunicar de primera mano los hechos más importantes, el fundamento con datos que permitan generar cuadros estadísticos, facilitaría a todos los participantes en sus respectivas áreas y en especial a mantenimiento para generar cuadros de eficiencia y en caso de ser bien visto encaminarse a un mantenimiento centrado en confiabilidad conocido en por sus siglas en inglés como: CRM

La confiabilidad se puede definir como la probabilidad en que un dispositivo realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas. Esto es producto de los cálculos generados continuamente.

#### **9.4 Órdenes de trabajo**

La orden de trabajo es un documento escrito que detalla una actividad a realizar, esta tiene asignado a una persona y contiene la descripción de la actividad. En la descripción se pueden encontrar detalles más específicos, como quién solicita la actividad, fecha y hora de realización, lugar y en algunos casos los costos relacionados.

En la industria podemos encontrar variadas órdenes de trabajo, las preventivas correctivas, de inspección, etc. Las órdenes permiten con los datos obtenidos en ellas poder medir con indicadores (KPI) la efectividad de las labores de mantenimiento, los gastos relacionados a la tarea en las actividades en el tiempo. Para nuestro caso de estudio, hemos desarrollado una orden de trabajo inicial y de carácter general, que pretende obtener los datos que alimentan posteriormente las tablas de KPI para la optimización de trabajos. Se puede consultar en el Anexo 3.

### **9.5 Elementos de protección personal**

La práctica de la prevención es la actividad efectiva para ofrecer un grado de protección al personal. Ofrecer la suficiente protección puede estar acompañando a las buenas prácticas y minimizar los riesgos laborales en las actividades de mantenimiento, la alta dirección y los trabajadores deben revisar las actividades y tomar decisiones en conjunto al comité de salud y seguridad ocupacional.

La legislación Salvadoreña, por decreto legislativo N° 254 y con fecha de publicación en el Diario Oficial 5 de Mayo de 2010; establece la implementación de métodos de seguridad y salud ocupacional a aplicarse en los lugares de trabajo.

En el Artículo 3, Numeral 1, se lee:

*<<Art. 3.- Para los propósitos de esta ley se observará lo siguiente:  
1. Todo riesgo siempre deberá ser prevenido y controlado preferentemente en la fuente y en el ambiente de trabajo, a través de medios técnicos de protección colectiva, mediante procedimientos eficaces de organización del trabajo y la utilización del equipo de protección personal.>>  
(Salvador, 2010).*

Por lo cual la Empresa está obligada por ley a prestar las herramientas y equipos necesarios para realizar las labores de mantenimiento, así mismo los empleados están obligados a utilizar los implementos de seguridad asignados. Para lograr una mejor coordinación la ley también dictamina que debe existir un comité el cual tiene roles a cumplir en las actividades de prevención de riesgos. Recomendamos un diagrama de organización jerárquico, para la implementación, control y seguimiento a la prevención de riesgos

laborales. La valoración de minimizar los eventos puede ser un indicador de alta efectividad en la empresa, se suma a esto la creación de una política interna para la seguridad ocupacional, de igual forma un modelo de gestión y organización. Existen muchos estándares internacionales a los cuales puede apearse la empresa y garantizar la mejora continua. Entre algunas de las actividades a promover se encuentra la capacitación y la realización de simulacros de evacuación; para ello pueden apoyarse en los cuerpos de socorro para poder ejecutar de la mejor forma las actividades a la reducción de riesgos y las acciones de primeros auxilios en caso de un evento.

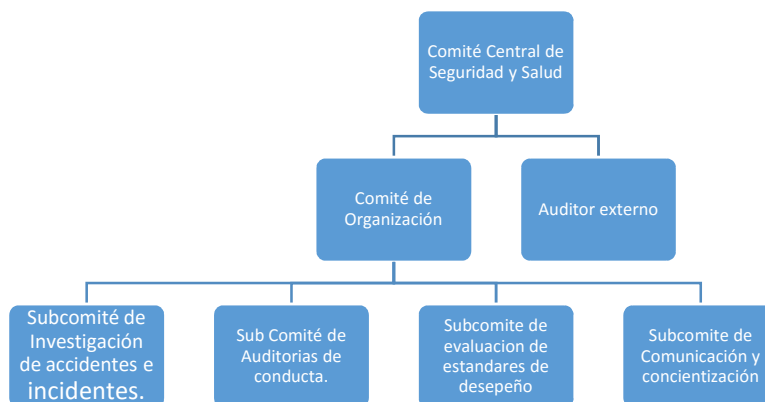


Ilustración 39. Organigrama propuesto para los comités de Seguridad y Salud

Se recomienda aglutinar algunos indicadores de eventos para mejorar los niveles y controles en las actividades de evitar los incidentes y accidentes laborales.

SITIO	Número de Accidentes(mensual)	Tasa de Días Perdidos	Ausentismo	Víctima Mortal
FABRICA CENTRAL				
ALMACEN 1				
ALMACEN 2				
ALMACEN 3				

Tabla 10. Ejemplo de cuadro de control interno de incidentes de seguridad.

Dentro de la prevención de incidentes y accidentes debe existir un enfoque colaborativo y control estricto de una política de seguridad que incluya:

- Capacitación : todo el personal operativo y de mantenimiento debe conocer las medidas de seguridad y las acciones a tomar en un evento
- Certificación: El personal de mantenimiento debe estar especializado y certificado por una entidad que certifique su conocimiento.



Ilustración 40.  
Identificación del equipo de protección personal por medio de gráficos en las zonas de trabajo.

### Equipos de Protección Personal

La identificación de las labores a realizar es importante, más importante es las buenas prácticas por parte del personal para realizar las actividades, se puede apoyar al personal con imágenes que ayuden a la actividad laboral que conlleva a una serie de riesgos y que es preciso asumir y reducir mediante adopción de medidas técnicas de seguridad entre las cuales el uso de los equipos de protección personal garantiza el desarrollo seguro de la actividad laboral. Es necesaria la capacitación en el uso correcto de estos Equipos de Protección Individual – EPI o Equipos de Protección Personal- EPP. Es necesario que cada operario tenga su propio equipo de protección y para que los elementos de protección personal resulten eficaces se deberá considerar lo siguiente:

- Capacitación a todos los operadores respecto al riesgo que se está protegiendo.
- Responsabilidad de la línea de control o coordinación, en el uso correcto y permanente de los EPP. El supervisor debe dar el ejemplo utilizándolos cada vez que este expuesto al riesgo.
- El PPE, debe de proporcionar máximo confort y su peso debe ser el mínimo compatible con la eficiencia en la protección.
- El equipo de protección no debe restringir los movimientos del trabajador.

- Debe ser durable y debe contar con las certificaciones de calidad, en la fabricación y niveles de protección.
- Se debe tener en cuenta la vida útil del EPP, para que no ponga en riesgo la seguridad del trabajador.
- Se debe realizar las inspecciones de los EPP antes y después de cada uso.
- Se debe limpiar y desinfectar los EPP para evitar que estos generen contaminación por contacto al equipo de producción o al producto mismo. Así mismo debe desecharse las protecciones temporales para evitar ser focos de contaminación.

Por estas consideraciones se debe entregar el protector a cada usuario. Y que sea el mismo el responsable de su cuidado y uso, esto maximiza la posibilidad de operaciones paralelas y trabajos efectivos. Los controles visuales para las operaciones ayudarán a identificar la protección a utilizar en el sitio, a continuación describimos algunos símbolos que ayudaran al personal a realizar sus labores, anexamos algunas referencias de las normas utilizadas en la República Argentina y que a nuestro criterio cuentan con un amplio soporte a otras casas como ISO:

- **Protección para la cabeza:** El uso debe ser obligatorio para proteger la cabeza contra golpes, protección contactos eléctricos. El diseño en casos especiales debe evitar las salpicaduras químicas en el rostro. Se debe recordar continuamente al personal el correcto uso del casco para la absorción del impacto, evitando utilizar otro elemento como gorras. Se recomienda la revisión de algunas Normas IRAM 3620 e IRAM-AITA 3621.

Clase A: Protección dieléctrica limitada.

Clase B: Descargas eléctricas

Clase C: Protección contra impactos y partículas volantes

Clase D: Especiales para bomberos

- **Protección respiratoria:** La mascarilla debe ser utilizada para controlar la entrada de tóxicos, como los vapores orgánicos, amoniacos, vapores clorados y gases ácidos. El respirador debe ser ajustado correctamente para la protección de la nariz y la boca, se recomienda el evitar el uso de barba y bigote, pues esto puede ocasionar problemas con la hermeticidad. Se debe recordar constantemente el cambio de los filtros.

- **Protección para la vista:** Existen distintas aplicaciones para la protección visual, unos están diseñados para la protección contra el polvo, humo y líquidos. Se debe verificar correctamente la actividad a realizar, por ejemplo los lentes de Policarbonato pueden absorber el 99% de las radiaciones de UV. Otro parámetro a tener en cuenta es la dureza que permite proteger contra impactos sobre el rostro.
- **Gafas de montura universal:** protectores de los ojos cuyos oculares están acoplados a/en una montura con patillas. Pueden contar o no con protectores laterales.
- **Gafas de montura integral:** protectores de los ojos que rodean de manera estanca la región ocular y están en contacto con la cara.
- **Pantallas de protección:** resguarda los ojos y parte o la totalidad de la cara u otras zonas de la cabeza. Se recomienda la revisión de las Normas IRAM 3630
- **Protección para el Oído:** En muchos casos de mantenimiento o de intervención sobre equipos esta protección es la menos valorada por parte del personal, pues no consideran que los niveles de ruido puedan afectar el oído, causando así enfermedades laborales. El correcto empleo puede proteger contra niveles altos de ruidos o contra chispas por soldadura, esmerilado, etc. Se recomienda la revisión de la Norma IRAM 4060-2
- **Protección de las Manos:** Los guantes son importantes en las actividades cotidianas de mantenimiento, en algunas ocasiones los operarios no desean utilizarlos pues sienten reducción en la movilidad es por esto que se debe seleccionar un correcto guante para el trabajo a realizar, pues pueden evitar en ocasiones contra productos agresivos en operaciones de mantenimiento u otro tipo de trabajos en los que se requiere guantes para labores eléctricas, donde es necesario el aislante. Se recomienda consultar las Normas IRAM 3600, 3601, 3602, 3603, 3604, 3623

Existen otras protecciones que deben ser consideradas y a su vez se recomienda la revisión de las normas, el contenido de estas es muy extenso para el estudio en este trabajo por lo que debe ser analizado de forma externa. (Jaureguiberry)

## 9.6 Identificación de Equipo

**Activo:** el activo de equipos consiste en la identificación de equipos de acuerdo a su tamaño y función dentro de la línea de producción. Esta identificación permite generar un cuadro de control de equipos en las siguientes líneas básicas para la generación de un histórico.

- Seguimiento individual de equipos.
- Histórico de costos
  - a) Histórico de costos de operación
  - b) Histórico de costos de mantenimiento
- Historial técnico.
  - a) Instalación
  - b) Reporte de costo de reparaciones
  - c) Reporte de tiempos de mantenimiento
  - d) Planeación de mantenimientos preventivos y correctivos.
- Equipos críticos

**Historial técnico:** el histórico técnico de equipos se debe desarrollar desde su adquisición e instalación, lo que permite tener un cuadro de desempeño de los equipos, en funcionamiento como en toda la vida productiva. Las intervenciones realizadas sobre estos deben estar registradas y acompañadas de una descripción precisa de las intervenciones hechas, en este documento se anexa un cuadro de “registro histórico de intervenciones”, en el anexo 2.

## 9.7 Administración de Proyectos en Mantenimiento.

Se debe considerar continuamente la evaluación de proyectos para la mejora continua de las operaciones de producción, para ello mantenimiento se verá involucrado al implementar mejoras en los equipos, sustitución de equipo por fallas u obsolescencia, nuevas líneas de producción.

La administración de proyectos implica el empleo de técnicas para su mejor aplicación entre ellas: el Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method-CPM) y la técnica de Evaluación y Revisión de Programas -PERT.

Método de Ruta Crítica-CPM: Es el método por el cual se busca la optimización de los costos, con la planeación y programación adecuadas de las actividades que componen el proyecto. La ruta crítica es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración de tiempo de aplicación entre los eventos evaluados, seleccionando el de tiempo más corto posible para completar el proyecto.

La duración de la ruta crítica determina la duración del proyecto. Cualquier atraso de un elemento que compone la ruta crítica perturba la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la ruta crítica.

La técnica **PERT**: Técnica de evaluación y revisión de programas., en concepto y metodología es idéntica a CPM. Su principal diferencia es que el método por el cual se realizan los tiempos estimados para las actividades del proyecto. Con PERT, los tiempos de las actividades son del tipo probabilísticos, y en CPM los tiempos de las actividades son del tipo determinísticos. En los modelos de gestión controlados por Software para apoyar las operaciones de gerencia, suele combinarse ambas características. (Moreno, 2008). La programación de proyectos debe cumplir las tres fases básicas:

- Planeación.
- Programación.
- Control.

**Planeación:** En esta fase se descomponen en actividades todo el proyecto; se estiman los tiempos requeridos para las actividades, esto permite que en la siguiente fase en la que se desarrolla la conducción de un diagrama. En actividades de Alta Gerencia, es necesario revisar el proyecto y alinearlos al Plan Maestro de Producción, donde se revisan: las restricciones y capacidades de producción de la industria, los pedidos de clientes entre otros factores productivos que interrelacionan con el proyecto liderado por Mantenimiento y de esta forma, dimensionar las actividades a realizar.

**Programación:** El objetivo principal de la programación es la construcción del diagrama de tiempos, se determina el inicio y fin de cada actividad, se hace la relación de las actividades son flechas direccionales. El programa debe señalar las actividades críticas que requieren atención para la culminación del proyecto. Esta línea del programa también debe mostrar las actividades no críticas que representan tiempos de holgura para el proyecto

**Control:** Esta es la fase final del proyecto donde se presenta la gráfica completa y se reportan periódicamente los progresos.

En resumen podemos definir los métodos por 6 pasos.

1. Seccionar el proyecto con todas sus actividades o partes principales.
2. Establecer relaciones entre las actividades; y se debe decidir por cuál actividad se debe comenzar antes y cuál debe seguir.
3. Dibujar un diagrama o grafo, que este conectando con las diferentes actividades relacionando su precedencia.
4. Definir los costos y el tiempo estimado para cada actividad.
5. Identificar las trayectorias, y seleccionar la trayectoria más larga del proyecto, ésta será la que determinará la duración del proyecto o nuestra: Ruta Crítica.
6. Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el proyecto.  
(FEDEMENTAL, 1991)

Existen varias actividades que mantenimiento debe de realizar dentro de sus labores diarias. Una de estas y no menos importante es la optimización del tiempo productivo basado en la eficiencia y eficacia de mantenimiento. Evitando que la línea de producción tenga paros innecesarios por el mal funcionamiento de un equipo. Desarrollar proyectos de mejora que permitan disminuir el tiempo productivo, manteniendo las características de calidad, se vuelve oportunidad del área de mantenimiento, enfocándose en el proceso crítico, que en este caso es el horneado de galletas.

En la siguiente tabla se muestra la ruta crítica del proceso donde se desarrolla la sustitución de cuchillas de corte.

TIPO	ACTIVIDAD
A	Recepción de cuchillas
B	Verificación de dimensiones
C	Prueba de dilatación por calor
D	Prueba de enfriamiento
E	Verificación de "daños"
F	Limpieza
G	Traslado a la maquina
H	Retiro de protección
I	Retiro de seguro y tornillos de presión
J	Sustitución de cuchillas
K	Ajuste de tornillos de presión
L	Puesta de protección

Tabla 11. Ejemplo corto de identificación de actividades para el cambio de cuchillas de corte y sello de la máquina de empaquetado individual.

ACTIVIDAD	PRECEDENTE	TIEMPO OPTIMISTA (O)	TIEMPO NORMAL (M)	TIEMPO PESIMISTA (P)	TIEMPO ESPERADO	VARIANZA
A	-	10	11	15	11.50	0.69
B	A	7	10	15	10.33	1.78
C	B	8	10	11	9.83	0.25
D	C	10	12	18	12.67	1.78
E	D	5	8	10	7.83	0.69
F	E	5	5	7	5.33	0.11
G	F	0.2	0.2	0.2	0.20	0.00
H	G	0.2	0.2	0.2	0.20	0.00
I	G,H	11	12	20	13.17	2.25
J	I	15	17	22	17.50	1.36
K	K	1	3	5	3.00	0.44
L	L	5	7	11	7.33	1.00
				<b>TOTAL</b>	98.90	10.36

Tabla 12. Correlación de tiempos y procesos de cada actividad en el mantenimiento correctivo, en la detección de la ruta crítica de proyecto de mejoras utilizando PERT

En este caso mantenimiento puede identificar en la ruta crítica los elementos que deben tener mayor importancia en el orden de inspección. De igual forma eso puede ayudarnos en la selección de equipos nuevos o en las mejoras asociadas a modificaciones realizadas por mantenimiento a los equipos, evita cuellos de botella en el proceso, calibración de equipos, entre otros.

## CAPÍTULO X

### 10.1 Implementación de 5S en almacén de repuestos de panadería ROSVILL

Para tener una mejor gestión de almacén es vital contar con solo lo necesario ya que tener mucho de todo repercute en los gastos fijos de la empresa debido a que se tiene dinero invertido en material ocioso que no aporta al proceso productivo que es lo que genera los ingresos de la empresa y a su vez le genera gastos mensuales por pertenencia de elementos almacenables

Una buena metodología para reducir al mínimo estos costos y hacerlos más dinámicos para la empresa es la aplicación de la metodología de 5S la cual se enfoca en *Separar* lo necesario de lo innecesario; el *Ordenar* los elementos necesarios de una manera lógica y sencilla para que ante cualquier necesidad sea fácil la ubicación de los repuestos e insumos y así atender la necesidad de manera eficiente; la *Limpieza* del lugar donde se ubicaran los insumos y repuestos ya que una adecuado almacenaje de los mismos extiende la vida útil de los mismo evitando doble gastos en artículos necesarios que por descuido hayan sido sufrido averías, deterioro o debido al desorden no los encuentren además que un lugar limpio genera condiciones para que accidentes no ocurran; la “*Estandarización*” de procedimientos para facilitar labores de gestión, compra, recepción, almacenaje, identificación, entrega de los mismos haciéndolo más eficiente siendo reflejada en los indicadores de almacén; por último la “*Responsabilidad*”, ya que solo inculcando responsabilidad en los usuarios del área se podrá mantener todos los logros globales alcanzados como reducción de costos, mejoramiento de indicadores del almacén así como los de mantenimiento, mayor seguridad en los procesos del almacén y los de mantenimiento.

Para implementar este plan de gestión primero es vital conocer el estado de la empresa referente a temas de almacenaje de insumos no productivos y repuestos, sus políticas de compra, su logística de almacén y las políticas de mantenimiento mismo para diseñar un plan de acción que permita llevar dichas políticas a un nuevo nivel. Después de varias visitas a la fábrica de la *Panaderia Rosvill* se ha identificado las áreas donde se han detectado singularidades en sus procesos, esto no contribuye a una correcta actividad de la

gestión del mantenimiento, evitando operaciones más rápidas y efectivas, los hallazgos son los siguientes:

- No poseen inventario actualizado de enseres
- No existe un control de que ingresa y que sale del almacén de repuestos
- No existe un control de las cosas que se encuentran en el almacén de repuestos, podrían haber elementos volátiles e inflamables a la par de elementos de fácil ignición
- No existe una identificación de elementos obsoletos ni los objetos vencidos en el almacén
- Los objetos no tienen una ubicación asignada ni una cantidad definida
- No existe una política de compra para los insumos ni para los repuestos
- No se lleva registro ni control de ningún tipo de indicador que permita medir la eficiencia del área

Para poder realizar las actividades de aplicación de los métodos que se sugerirán a continuación de la organización del almacén de repuestos se prepara una lista de acciones a tomar para la puesta en marcha del plan de gestión de mantenimiento basado en 5S.

Luego de realizadas las actividades presentadas en la lista, se recomendará algunas actividades para el control como : la *técnica ABC* y la recomendación de los *Máximos* y *Mínimos* requeridos, con miras a poder tener los materiales necesarios y previa programación de mantenimiento o material disponible para eventos previa justificación obtenida de los eventos registrados.

## **10.2 Levantamiento de inventario físico y revisión de inventario en sistema**

Levantar un inventario actualizado y contrastarlo con lo que el sistema refleja, una variación en el inventario puede terminar en pago de impuestos por bienes que ya no existen físicamente en el almacén o en multas por artículos que físicamente existen pero no están detallados en los impuestos pagados

## **1S –Clasificación en el almacén de repuestos**

Remoción de los artículos considerados como sustancias peligrosas del almacén y ubicarlos en un sitio más apropiado para los mismos: un error muy habitual es que en los almacenes se ingrese cualquier tipo de artículos en cualquier cantidad que creen conveniente pero muchos de ellos deberían ser controlados ya que por los riesgos inminentes en ellos son fuentes de catástrofes dentro de las empresas. Estos artículos se pueden identificar porque en ellos llevan la denominación internacional de peligrosidad reflejado por un rombo con cuatro rombos inscritos en el de color azul (riesgo a la salud), rojo (riesgo de inflamabilidad), amarillo (riesgo de reactividad) y blanco (riesgos o condiciones especiales)

Depuración de los ítems que se encuentra en el almacén eliminando lo obsoleto y lo vencido y estableciendo máximos y mínimos para lo necesario: Separación de artículos necesarios e innecesarios, separar todos aquellos artículos que no sean necesarios tenerlos en el almacén ya sea porque es de fácil y rápida obtención o porque ya no es necesario almacenarlos porque pertenecen a equipos obsoletos o simplemente ya no son repuestos de algún equipo en la fábrica, esto solo propicia el desorden, el dinero ocioso, problemas de almacenaje, problemas de limpieza, dificulta la búsqueda de repuestos críticos o de mayor rotación

Adecuación del espacio disponible de almacenaje y llevarlo al valor ideal (85% de espacio total ocupado para almacenaje) y mantenerlo limpio: optimizar el espacio disponible a través del uso de paneles verticales y horizontales para usar el mayor espacio disponible permite ubicar de manera ordenada y sistemática todos los enseres necesarios y

rutinas de limpieza propician las condiciones para que la vida útil de los repuestos e insumos no productivos se mantengan en óptimas condiciones y se extienda el mayor tiempo posible sin que el repuesto o insumo no productivo pierda su calidad o este se deteriore de manera que la empresa no incurra en gastos dobles volviendo a adquirir repuestos o insumos no productivos que por descuido se deterioraron o averiaron y de esa manera no afectar los costos de la empresa.

### **Orden de artículos técnica ABC:**

Implementación de ordenamiento ABC de artículos por nivel de rotación para facilitación de búsqueda: Ordenar los artículos necesarios en el almacén, una correcta ubicación de los artículos dentro de un almacén genera condiciones eficientes para la búsqueda y despacho de los mismos permitiendo ser encontrados rápidamente para que los mantenimientos o las emergencias de mantenimiento puedan ser atendidas de manera óptima así como también la facilitar la gestión para la adquisición de más repuestos de manera oportuna en caso de ser requerido.

Generación de formato de requisición de repuestos e insumos no productivos que salen del almacén y generar una base de datos de repuestos e insumos no productivos y alimentarla con los pedidos que ingresan al almacén además de las requisiciones de salida del almacén además de implementar políticas de compra de insumos no productivos y repuestos como el *Just in time*, concesión de artículos de máxima rotación, compras por lotes grandes y despacho de bajo volumen, nacionalización de repuestos: Estandarización de todos los procesos del almacén de repuestos, establecer los mecanismos bajo los cuales se estarán definiendo las cantidades a tener en existencias implementando máximos y mínimos, los procesos de adquisición de los mismos así como también la entrega para llevar un control de gastos más eficiente, implementación de técnicas como *Just in time* para evitar dinero ocioso en stock, control y seguimiento de los indicadores de almacén y mantenimiento

Implementación y seguimiento de indicadores de almacén: Inculcar la responsabilidad en los usuarios del área de almacén, solo empoderando a los usuarios es posible mantener un programa solido que genere ahorros en mantenimiento, ahorros en logística y ahorros en almacenaje de repuestos e insumos no productivos, todo esto se logra a través de un estricto seguimiento de los indicadores del almacén

### **10.3 Inventario de repuestos, clasificación y establecimiento de máximos y mínimos**

Los *Niveles Máximos* de existencias se establecen lo bastante altos como para garantizar un suministro adecuado en todo momento durante el ciclo de pedidos, pero lo bastante bajos como para prevenir el exceso y derroche de existencias. Los *Niveles Mínimos* de existencias se establecen al nivel más bajo posible, pero incluyen un margen de seguridad para prevenir que se agoten.

El mínimo real difiere del teórico, en donde: El mínimo teórico debería ser igual a cero, El mínimo real con previsión de reserva (mínimo de seguridad) a la cual se podrá recurrir en caso de que las nuevas entregas se retrasen. El sistema de máximos y mínimos supone el empleo de una *Requisición* que representa la cantidad supuestamente más conveniente por comprar.

El punto máximo del inventario se fijará como la suma del mínimo real más la cantidad de la requisición solicitada. El mínimo real significa establecer un mínimo por debajo del cual no se permitirá que disminuyan los insumos antes de que se efectúe un nuevo pedido. El mínimo real señala la cantidad que puede ser necesitada mientras se consigna una nueva compra. Al retirar las existencias de almacén y disminuir el inventario máximo, se anota la cantidad de materiales que quedan en Almacén, hasta llegar al punto de recompra y en este momento se solicitará a Compras, mediante una requisición, los materiales que se necesiten.

Mientras se espera la llegada del nuevo material, las existencias irán disminuyendo hasta llegar al mínimo real, también llamado mínimo de seguridad. Por último, al momento de recibir los materiales e introducirlos al Almacén, se entiende que las existencias llegarán nuevamente a su punto máximo.

Fórmulas matemáticas y su simbología.

$$Pp = Cp \times Tr + Em \quad . \text{Fórmula 2}$$

$$EM = CM \times Tr + Em \quad . \text{Fórmula 3}$$

$$Em = Cm \times Tr \quad . \text{Fórmula 4}$$

$$CP = EM - E \quad . \text{Fórmula 5}$$

Donde:

Pp = Punto de Pedido

Tr = Tiempo de reposición

Cp = Consumo promedio (diario)

CM= Consumo máximo (diario)

Cm= Consumo mínimo (diario)

EM= Existencia máxima

Em = Existencia mínima (o de seguridad)

CP= Cantidad de pedido

E= Existencia actual

#### 10.4 Orden y limpieza

La previa clasificación de los elementos, nos permite reordenar el área de almacenaje. La clasificación y el orden nos permitirán obtener los repuestos correctos de forma oportuna, optimizar el stock con repuestos necesarios únicamente y los elementos una vez definido el tipo de ítem, estos se deben ordenar por su tipo: fontanería, eléctrico, refrigeración, tornillería, transmisión, transporte, sellos, empaques, lubricantes y otros. Para incrementar el índice de espacio es necesario separar las repisas por medio de tablonces tanto verticales como horizontales de manera de lograr ocupar todo el espacio disponible en los estantes

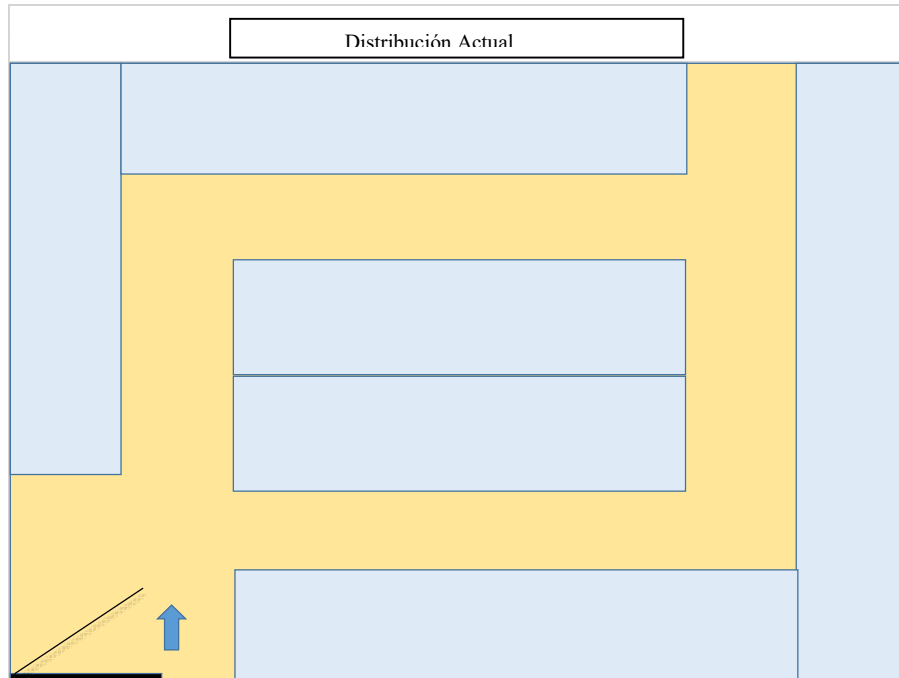


Ilustración 41. Distribución actual de almacén de repuestos en panadería ROSVILL. Se omiten acotaciones por solicitud de la empresa

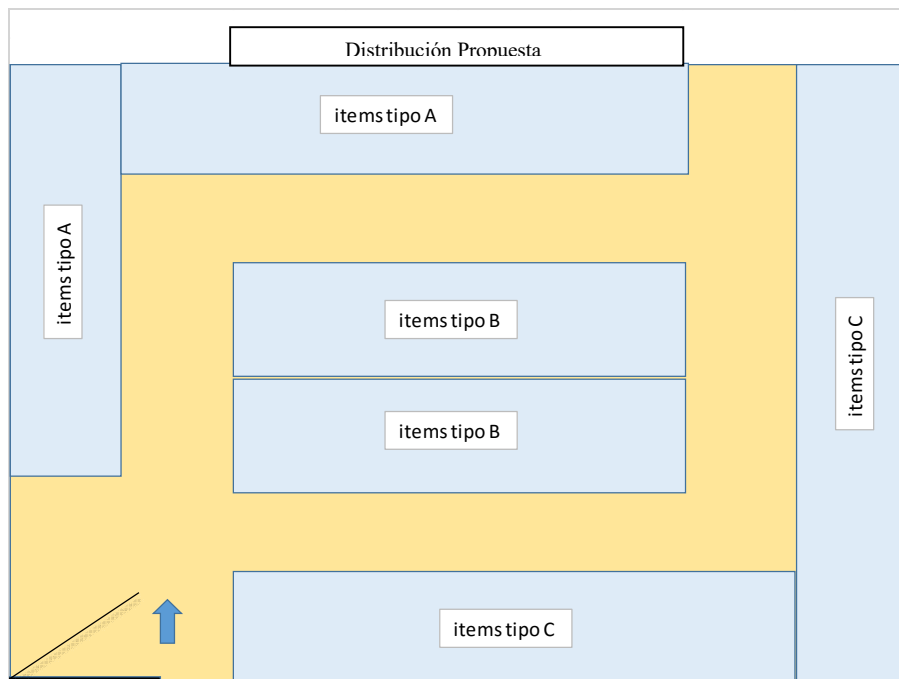


Ilustración 42. Distribución propuesta de almacén de repuestos en panadería ROSVILL

## **CAPÍTULO XI**

### **11.1 Auditoría 5s.**

Para garantizar que la empresa sigue aplicando 5S dentro de sus instalaciones es necesario realizar auditorías internas. Estas auditorías deben ser realizadas por un equipo multidisciplinario, el cual debe ser conformado por personal de todas las áreas de la empresa (producción, mantenimiento, calidad). No es necesario que las personas que pertenezcan a dicho equipo sean jefatura, sino personal relacionado directamente con el proceso y con la implementación de 5S. En esta auditoría es necesario revisar los KPI's fijados por la empresa o consejo directivo, para abordar el área más problemática dentro de la empresa.

En estas auditorías es necesario buscar factores claves del proceso, estándares visuales no cumplidos o documentación no completa o completa de forma inadecuada, así como nuevos puntos de mejoras que no fueron incluidos en la etapa inicial del proceso de 5S's. Hay que tener en cuenta que las auditorías son una herramienta de mejora para corregir problemas y no para ser usada como una forma de sanción para los colaboradores involucrados en el proceso.

### **11.2 Método para realizar auditoría:**

- El equipo auditor debe trasladarse físicamente al lugar donde fue implementada la metodología de 5S y movilizarse alrededor de todo el recinto. Se tendrá que llenar un formato (ver anexo 15) donde se existe una tabla de ponderaciones directamente relacionadas al número de problemas encontrados, esto evita sesgos en la evaluación haciéndolo de una forma únicamente matemática manteniendo la objetividad. Posteriormente se debe levantar un informe sobre todas las no conformidades encontradas a lo largo de toda la auditoría (ver anexo 16) y distribuir dicho informe a todos los involucrados del proceso.

- El equipo se deberá reunir a las jefaturas para colocar fechas de compromiso para cerrar las no conformidades, estableciendo sistemas que sirvan para que las no conformidades no se abran nuevamente.
- Después de las fechas establecidas, el equipo debe realizar la auditoria nuevamente esta vez involucrando a las jefaturas responsables de las no conformidades y la gerencia general o directores de la empresa, de tal manera que si se llegase a encontrar nuevamente la misma no conformidad, el responsable pueda establecer una nueva fecha de compromiso. Se deben realizar todas las auditorias necesarias hasta que todas las no conformidades estén cerradas. Se genera una vez más un informe y se debe archivar hasta la próxima auditoría
- Se debe establecer un periodo para las auditorias y antes de realizarlas el equipo debe dar lectura al último informe realizado, se recomienda que las auditorias se realicen por lo menos 3 veces al año en el período de implementación.

### **11.3 Indicadores claves del proceso - KPI**

Para verificar el resultado de la implementación de la metodología 5S se recomienda definir los valores de KPI que la empresa defina, esto ayudará a cuantificar el impacto del cambio que ha sufrido la empresa.

Un KPI se define como “indicador clave de proceso” que verifica el estado actual del proceso productivo y de mantenimiento de la empresa. Se recomienda para la industria de estudio los siguientes KPI (la industria puede hacer cualquier tipo de cambio en estos indicadores para que se adapten mejor a su proceso).

#### **KPI de mantenimiento:**

Existe una gran cantidad de indicadores por lo que a continuación mencionamos dos grandes grupos, el primero que afecta el volumen de producción, para lo cual se retoman los datos sobre el tiempo de paro u operación de los equipos, estos pueden ser debido a averías y o reparaciones, así como también su disponibilidad y la eficiencia de la producción y/o a causa de las mismas.

El segundo, es el que afecta los costos del departamento de mantenimiento, los gastos en personal de mantenimiento, el gasto por indisponibilidad del equipo, costos por repuestos o insumos usados, costos por servicios contratados, el grado de disponibilidad de los equipos así como también la eficacia al momento de realizar un mantenimiento programado.

Indicador	Unidad	Fórmula
Efectividad global del equipamiento	%	Disponibilidad x ejecución x calidad
Tasa de disponibilidad neta	%	$\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo disponible}}$
Tasa de ejecución	%	$\frac{\text{Cantidad producción nominal}}{\text{Cantidad producida en condiciones óptimas}}$
Tasa de calidad	%	$\frac{\text{Cantidad producida en conformidad}}{\text{Cantidad producida total}}$
MTBF (tiempo medio entre fallas)	Horas	Tiempo promedio entre dos fallas para una instalación sobre un período de tiempo dado
Número de paradas que causan detención de la producción	Número	La suma de las paradas que ocurrieron durante un período dado
MTTR (tiempo medio para la reparación)	Horas	Tiempo promedio entre el momento cuando ocurre la falla y el momento cuando esta es reparada

Tabla 13. Lista de indicadores de mantenimiento que tienen injerencia en la producción

Indicador	Unidad	Fórmula
Disponibilidad	%	$\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$
Tasa de mantenimiento preventivo	%	$\frac{\text{Horas planificadas para PM}}{\text{Total horas planificadas}}$
Número de llamadas	Número	Número de llamadas del personal de mantenimiento durante un periodo dado
Tasa de realización de las actividades de mantenimiento preventivo	%	$\frac{\text{Número de actividades llevadas a cabo}}{\text{Número de actividades previstas}}$
Costo del mantenimiento comparado con la nueva condición de valor	Número	$\frac{\text{Costo de mantenimiento}}{\text{Valor del activo en las nuevas condiciones}}$
Costo del personal	%	$\frac{\text{Costo del personal}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$
Costo de los subcontratistas	%	$\frac{\text{Gastos en subcontratistas}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$
Costo de los proveedores industriales	%	$\frac{\text{Consumo de partes industriales}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$

Tabla 14. Lista de indicadores de mantenimiento que tienen injerencia en los costos asociados a la realización del mantenimiento.

Todos los KPI's debe ser actualizados semanalmente y comparados con el histórico para analizar la mejora o desmejora de la línea productiva, en la siguiente tabla se da un ejemplo de la forma de tabular y graficar un KPI:

semana NUM	producción semanal (unidades)	cantidad de intervenciones	KPI
WK1	160123	1	6.2452E-06
WK2	150678	8	5.3093E-05
WK3	150243	5	3.3279E-05
WK4	149008	6	4.0266E-05
WK5	159005	3	1.8867E-05
WK6	161045	1	6.2094E-06
WK7	162009	1	6.1725E-06
WK8	164067	2	1.219E-05
WK9	165003	1	6.0605E-06
WK10	164987	2	1.2122E-05
WK11	165124	1	6.0561E-06

Tabla 15. Ejemplo de control estadístico sobre KPI

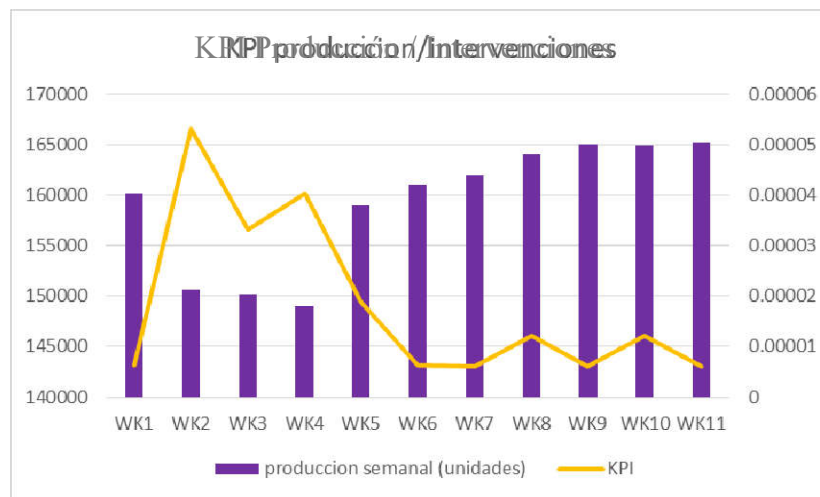


Ilustración 43. Gráfico de barras de evolución semanal de KPI de mantenimiento. Ejemplo de aplicación y control semanal.

El gráfico denota que en la semana 5 hubo un incremento productivo, y el KPI indica que se tuvo menos intervenciones a partir de esta semana, lo que indica que, al tener tantas intervenciones de mantenimiento en la semana 2 se analizó el modo de falla para corregirlo y evitar que este vuelva a ocurrir. A partir de la semana 3 se vio un descenso en el KPI lo que indicaba que las acciones están dando resultado, Logrando en la semana 6 llegar a niveles de producción aceptables y mínimas intervenciones.

## **CAPÍTULO XII**

### **12.1 Plan de Mantenimiento**

Descripción de Plan basado en 5S

A lo largo de todo el documento se han descrito herramientas y procesos que ayudan a generar un plan basado en 5S. En este capítulo se enumeran los pasos a seguir para el plan de mantenimiento de 6 meses basado en métodos preventivos y en inspecciones.

Este plan es la apertura para optar por cualquier metodología de mantenimiento y asegurar el la eficiencia de los equipos relacionados con la producción.

Esta propuesta de mantenimiento en la empresa Rosvill, se realiza con el fin de prevenir las fallas en la maquinaria y preservar los equipos en un óptimo estado de funcionamiento; además se busca seguir un procedimiento adecuado a la filosofía 5S, y que las actividades a realizar en los equipos que intervienen en el proceso productivo de la línea galletera.

Los resultados obtenidos al implementar el plan de mantenimiento, son de compromiso e interés de la empresa; de ellos depende una mejora sustancial en la línea de producción, la calidad de los productos, la seguridad y el soporte continuo a la filosofía.

## **12. 2 Identificación de equipos.**

En esta parte es donde se identifican los equipos relacionados con la producción y que serán incluidos dentro del plan. Hay que tener en cuenta que se tienen que desglosar todas las partes del equipo que se serán intervenidas. De no ser así existirán fallas en el plan, que con el tiempo se transformaran en intervenciones de emergencia y que tendrán que ser incluidas en la próxima revisión del plan de mantenimiento.

En el capítulo VI se encuentra la identificación de todos los equipos relacionado con la elaboración de” margaritas”, así como su función y la forma de mantener limpios y sanitizados cada uno de estos.

Después de identificar y hacer una inspección de las máquinas existentes en la línea de la fábrica, se procedió a realizar la codificación de los equipos seleccionados; esto es de vital importancia ya que se podrán identificar con un código alfanumérico propio para cada uno de ellos.

La codificación tuvo en cuenta el área de trabajo en la cual está posicionada la máquina, abreviación del nombre y la posición en la cual está ubicado dicho equipo, previa clasificación por áreas como se identificó en secciones anteriores.

Equipo
Sistema de basculas y balanzas
Tolva de mezcladora #1
Tolva de mezcladora #2
Tolva de amazadora #1
Tolva de amazadora #2
Preforma
Tanque de agua
Sistema principal de vapor
Filtro extractor de polvillo
Caldera de horno
Sistema principal de vapor
Extracción de Vapor
Extractor de polvo
Transporte de masa horizontal 101-M1
Transporte de galleta horizontal 101-M2
Motor transportador masa 101-M1 M1#1
Motor transportador masa 101-M1 M1#2

Tabla 16. Tabla para la identificación y numeración de quipos de la línea de producción

Cada uno de los equipos que son identificados pueden tener componentes de menor tamaño asociados al funcionamiento, estos pueden ser descritos en la identificación y en el dossier de cada equipo puede existir una descripción de los componentes de mayor importancia.

### **12.3 Análisis de Criticidad**

Posterior de tener la identificación de “TODOS” los equipos, es necesario trabajar y enfocarse en aquellos que aseguren la continuidad de la operación. Para esto nos apoyamos en el análisis de criticidad de equipo descrito en el numeral 3.6.

De no trabajar con el análisis de equipos críticos, se tendrá un mantenimiento no efectivo, donde no se podrá priorizar y enfocar recurso en los equipos claves de la operación.

Se recomienda trabajar con una matriz de criticidad, donde se ponderan diferentes aspectos de los equipos en estudio.

Se ha realizado un cuadro de análisis para la frecuencia de los fallos asociados a las máquinas y el cual se toma encuentra la criticidad.

Para poder hacer esto se han realizado algunas consideraciones de la recurrencia, los costos de valor promedio menos o mayor a los \$20,000.

El cuadro completo de la valoración de criticidad se puede consultar en el anexo 14

<b>Frecuencia de fallo</b>	
Mayor de 4 fallos/ año	4
Promedio 2 - 4 fallos / año	3
Buena 1 -2 fallos / año	2
Excelente menores de 1 fallo / año	1
<b>Impacto Operacional</b>	
Parada inmediata de toda la Linea	10
Parada de la maquina y repercucion a otros equipos	6
Impacto en niveles de produccion o calidad	4
Repercute en costos operacionales adicionales asociados a disponibilidad	2
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones u producción	1
<b>Flexibilidad Operacional</b>	
No existe opción de producción y no existe repuesto	4
Hay una opción de repuesto compartido	2
Función de repuesto disponible	1
<b>Costo de mantenimiento</b>	
Mayor o igual a \$ 20,000.00	2
Inferior a \$ 20,000.00	1
<b>Impacto en seguridad ambiental higiene operacional</b>	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños reversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores (accidente e incidentes) personal propio	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al medio ambiente.	0

Tabla 17. Cuadro de valoraciones para la ponderación de pesos en la evaluación de criticidad.

## 12.4 Inspecciones rutinarias y mantenimiento preventivo

Una vez que se conocen los equipos críticos de los procesos debe crear un cronograma de inspecciones rutinarias y mantenimiento preventivo

A continuación se presenta una propuesta sobre las tareas que debe realizar en un periodo de 6 meses en los elementos claves del proceso.

El plan de tareas se realiza en 6 meses ya que en este periodo de tiempos podrá realizar cualquier cambio necesario y producto de las auditorias, para reforzar las tareas descritas, de igual manera se podrán obtener datos de los procesos de 5S que se realizan en paralelo a este plan.

MANTENIMIENTO EQUIPO LINEA GALLETA			
Plan de eliminación y disminución de fallas			
LINEA: Galleta			
EQUIPO	Fallas	Acción a seguir.	Costo (\$)
Inyeccion de jalea	Fuga de aire en pistones de entrada y salida (22)	Cambio de Kit de sellos o Pistones nuevos	450
	Microswitch de entrada	Cambio de dispositivo	
	Sello mecánico en Bomba	Cambio de sellos por nuevos	
	Banda de transmisión	Cambio de sellos por nuevos	
	Photocelda de salida de inyeccion	Cambio de dispositivos	
	Electrovalvula de entrada y salida	Cambio de dispositivos	
	Equipo neumatico (Mangueras y reguladores de presión)	Cambio de dispositivos	
Golpeador	Equipo neumatico (Mangueras y reguladores de presión)	Cambio de dispositivos	
	Photocelda de entrada	Cambio de dispositivos	
	Photocelda de freno de entrada de masa	Cambio de dispositivos	
	Ejes y chumaceras	Cambio de dispositivos	
Sellador/etiquetador de fecha y lote	Sistema de impresor	Cambio de dispositivos	
	inyector de tinta	Cambio de dispositivos	
	Photocelda de centrado	Cambio de dispositivos	
	Photocelda de salida	Cambio de dispositivos	
	Ejes y chumaceras	Cambio de dispositivos	
Llenadora #1 y #2.	Mangueras y abrazaderas en mal estado	Cambio de dispositivos	
	Pistones empujadores	Cambio de Kit de sellos o Pistones nuevos	
	Sello mecánico en Bomba principal	Cambio de dispositivos	
	Reguladores de calor	Cambio de dispositivos	
	Sellos de válvulas en llenado	Cambio de dispositivos (Fabricar)	
	Contactores y Guardamotores	Cambio de dispositivos	
	Electroválvulas neumaticas	Cambio de dispositivos	
Pistones de freno neumatico	Cambio de Kit de sellos o Pistones nuevos		

Tabla 18. Tabla de identificación de actividades de mantenimiento y costos asociados a la actividad, esta tabla muestra las actividades a realizar en el área A y C, que corresponden a la inyección de jalea, el empaquetado individual y la selladora.

Dentro del plan de mantenimiento se pueden identificar las actividades a realizar en las áreas y poder sacar los costos asociados. Este cuadro puede tener costos variables por el

tipo de proveedor, en esta etapa es importante la interacción entre el área administrativa y el coordinador de bodega, para identificar los costos de materiales y la rotación, esto nos evitara costos al mantener material de poca rotación y altos costos en bodega.

	Tarea rutinaria
	Inspección rutinaria
	Cambio menor 30 min
	Limpieza rutinaria
	Tareas de instrumentación
	Cambio mayor a 30 min

Tabla 19. Identificación de tareas por color para las actividades de mantenimiento preventivo.

	WK 1	WK 2	WK 3	WK 4	WK 5	WK 6	WK 7
sistema de preforma de galleta							
Verificación de molde							
Verificación de unidad de mantenimiento de aire comprimido							
Cambio de filtros de aire							
Verificación de fugas en pistones de aire							
Básculas y balanzas							
Calibración							
Limpieza y sanitización							

Tabla 20. Tabla de identificación de actividades semanales previa calendarización y programación con orden de trabajo. Actividades completas en anexo 14

## **Conclusiones**

La documentación es importante en la generación de identificación de equipos para el desarrollo del plan. Estandarizar esa información es posible sin importar la línea de trabajo y con esto poder llevar un control de las actividades, los costos asociados por mantenimiento y las mejoras en disponibilidad de los equipos.

El diseño de un plan de mantenimiento requiere de la intervención de todos los actores de producción y administración de la empresa, esto permite obtener mejora en la línea productiva a nivel de calidad de producto y reducción de costos por mala planificación.

La implementación de 5S ayuda indiscutiblemente a ordenar la documentación, actividades, programación, limpieza y calidad de los servicios prestados por el departamento de mantenimiento.

Las empresas salvadoreñas pueden y deben implementar técnicas para mejorar sus procesos de soporte a las líneas de producción y dejar de ver al mantenimiento como costos de la producción, cambiando a la filosofía de oportunidades de mejora continua y de valor agregado al proceso productivo si se organiza de forma adecuada el mantenimiento.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la empresa Rosvill, ponga en práctica el plan de mantenimiento preventivo y basado en la filosofía 5's, con esto se puede garantizar un mejor control y disposición adecuada de la maquinaria, documentación, repuestos y con ello la disponibilidad de los equipos.

Se recomienda una elaboración del Dossier, para que sean identificadas en cada una de las máquinas y así tener un histórico adecuado para el control del departamento de mantenimiento.

Se recomiendan implementar políticas que faciliten la cultura de 5's y el mantenimiento preventivo. Esto se puede realizar con charlas de personal adecuado y calificado para tal fin.

Se recomienda utilizar y actualizar por lo menos cada año todos los formatos con los que se administra la gestión básica de mantenimiento.

## **Bibliografía**

- GONZÁLEZ SÁNCHEZ, R., & ESCOBAR GUERRA, D. E. (Febrero de 2007). *Biblioteca Universidad Dr. José Matías Delgado*. Obtenido de <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/01/AEM/ADEE0001063.pdf>
- LERET PONCE, R. E. (s.f.). *Biblioteca Universidad Dr. José Matías Delgado. Estudio Gastronomico y nutricional de pan dulce tradicionales comercializados regionalmente en el país*. Antiguo Cuscatlan, La Libertad, El Salvador. Obtenido de <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/IAL/ADTESLE0001489.pdf>
- Control, S. S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. Productivity Press.
- Coral, T. (2004). *Calefaccion por radiofrecuencia y post horneado*. Strayfield Ltd.
- Davidson, I. (1989). *Guia de un panadero para hornos de galletas modernas*. Asociación de fabricantes de galletas japonesas.
- Deming, W. E. (1966). *Some Theory of Sampling*. Dover Publications.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. Estados Unidos de Norte America: MIT Press.
- Deming, W. E. (2000). *The New Economics for Industry, Government, Education* (2nd ed ed.). Estados Unidos de Norte America: MIT Press.
- FEDEMENTAL. (1991). *Manual de Mantenimiento*. Bogota: SENA.

FUSADES. (2014). MIPYMES EXITOSAS. *inNOVA*, 30. Recuperado el 2013, de [fusades.org/sites/default/files/investigaciones/revistainnova4baja11-140807155412-phpapp02.pdf](http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/revistainnova4baja11-140807155412-phpapp02.pdf)

galletas, P. d. (2000). [www.esbelt.com](http://www.esbelt.com).

Jaureguiberry, I. M. (s.f.). *Elementos de Proteccion Personal*. Buenos Aires: Universidad Nacional del centro de la Provincia de Buenos Aires. Obtenido de <http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/a13-3/material/Elementos%20de%20Proteccion.pdf>

Juran, J. M.-G. ( 1993). *Manual de control de calidad* . Madrid: McGraw-Hill.

Moreno, M. C. (2008). *PERT-CPM*. Chimbote - Peru: Universidad Nacional del Santa.

Panaderia Rosvill. (Enero de 2017). *Pan Rosvill*. Obtenido de <http://www.rosvill.com/#3>

*Quality Control Handbook*. (1951). New York, New York: McGraw-Hill.

Salvador, A. L. (5 de 5 de 2010). LEY GENERAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO. *Diario Oficial de El Salvador - N82*, pág. 21. Recuperado el 06 de 2017, de <http://www.asamblea.gob.sv/eparlamento/indice-legislativo/buscador-de-documentos-legislativos/ley-general-de-prevencion-de-riesgo-en-lugares-de-trabajo>

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The Smed System*. Productivity Press.

Urquilla, A., & Rodriguez, C. M. (2004). *Análisis e competitividad Pan Dulce Tipico Salvadoreño*. Ministerio de Economía. Subdirección Inteligencia Competitiva -

Dirección Desarrollo Competitivo Empresarial . Recuperado el 2004, de <http://ventanadenegocios.com/wp-content/uploads/servicios/AC-Pan-dulce1.pdf>

## **FUENTES DE CONSULTA**

1. <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/seguridad-industrial-y-primeros-auxilios/rombo-nfpa-704.html>
2. <http://www.impulsoraderestaurantesmg.com/metodo-de-maximos-y-minimos/>
3. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/control-preventivo-de-inventarios/>
4. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/log%C3%ADstica/indicadores-log%C3%ADsticos-kpi/>
5. <http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/revistainnova4baja11-140807155412-phpapp02.pdf>
6. <http://noria.mx/lublearn/fundamentos-de-los-lubricantes-grado-alimenticio-2/>
7. <http://www.ideafoodsafetyinnovation.com/newsletters/2012/08/el-uso-de-utensilios-y-materiales-de-plastico-en-la-industria-alimenticia/>
8. [http://www.ehowenespanol.com/determinar-plastico-grado-alimenticio-manera\\_41624/](http://www.ehowenespanol.com/determinar-plastico-grado-alimenticio-manera_41624/)

**ANEXOS**

**ANEXO 1**

**Formulario de chequeo de DOSIER para un equipo. (Pag.1-1)**

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Equipo: \_\_\_\_\_ Última Actualización: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Supervisor: \_\_\_\_\_ Código de supervisor: \_\_\_\_\_

Indicaciones:

Pondere el avance de la información citada en el cuadro siguiente marcando con una X si:

1	No se posee Ningún tipo de información
2	Se posee poca información
3	La información esta desactualizada
4	La información está completa y actualizada

ITEM		Status			
<b>1 Documentos comerciales</b>					
1.1	Oferta De Compra ( Cotización Y/O Catalogo)	1	2	3	4
1.2	Recepción De Maquina ( Donde Cuando Y Como Se Recibió)	1	2	3	4
1.3	Referencia De Servicio Post Ventas, Distribuidor ( Vendedor, Contacto Técnico Tipo De Soporte)	1	2	3	4
<b>2 Documentos Técnicos</b>					
2.1	Características De Maquina (Voltaje, Capacidad, Potencia, Peso Etc.)	1	2	3	4
2.2	Listas De Repuestos Críticos	1	2	3	4
2.3	Planos De Montaje, Eléctricos, Mecánicos , Obra Civil, Hidráulicos	1	2	3	4
2.4	Dimensiones Y Tolerancia De Trabajo	1	2	3	4
2.5	Instructivo De Montaje	1	2	3	4
2.6	Instructivo De Funcionamiento	1	2	3	4
2.7	Normas De Seguridad ( En Instalación Y Proceso De Trabajo)	1	2	3	4
<b>3 Instrucciones De Mantenimiento</b>					
3.1	Engrase ( Tipo De Grasa, Forma De Engrase Y Lugares De Engrase)	1	2	3	4
3.2	Lubricación (Tipo De Lubricante, Lugar Y Método De Lubricación)	1	2	3	4
3.3	Registro De Intervenciones	1	2	3	4
3.4	Instrucciones De Reparación	1	2	3	4
3.5	Instrucciones De Inspecciones Periódicas Y Limpieza	1	2	3	4
3.6	Recomendaciones De Especialista	1	2	3	4

ANEXO 2

**Registro de intervenciones**

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ código de quipo: \_\_\_\_\_ Línea de producción: \_\_\_\_\_  
 Técnico Responsable \_\_\_\_\_ Turno de intervención \_\_\_\_\_

Hora de inicio evento: \_\_\_\_\_ Hora inicio de intervención: \_\_\_\_\_

Hora de fin de intervención: \_\_\_\_\_ Hora de re-operación: \_\_\_\_\_

Clasificación de intervención	Menor < 2Horas	2 H< Media <4H	4H <Mayor <8 H	8 H< Superior
Intervención por	Supervisión / Inspección	Programada	Imprevista	Fallo
Paro por:	Avería	Inducido	funcional	
Fallo	Mecánico		Eléctrico	
	Hidráulico	Neumático	Instrumentación	Protección
Requiere repuestos	SI		No	
Repuesto requerido: <u>  S  </u> / <u>  N  </u>		Existencia en Bodega: <u>  S  </u> / <u>  N  </u>		
Piezas de recambio :	1. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	2. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	3. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	4. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	5. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	6. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	7. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	8. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
Herramientas utilizadas	1. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	2. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	3. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	4. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	5. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	6. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	7. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	
	8. _____	Nº código: _____	Cantidad: _____	

Supervisor de mantenimiento:

Nº de intervención: \_\_\_\_\_ Nº de incidencia: \_\_\_\_\_

Nº de Solicitud : \_\_\_\_\_ Nº de Folio \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
F. técnico responsable

\_\_\_\_\_  
F, Supervisor

ANEXO 3

**Hoja de arranque y paro de operación de Maquina Electromecánica. (pag.1-2)**

Equipo: \_\_\_\_\_ Hora de paro: \_\_\_\_\_

Inspección posterior a paro

Indique con un “√” si los ítems mencionados están acorde a lo solicitado , en caso contrario coloque un “≠” y reporte el hallazgo a mantenimiento para solventar el inconveniente. En caso de que el equipo no cuenta con esa sección, indique: N/A.

Tipo de Inspección	Ítem	Valor acción	Hallazgos
Inspección visual	Guardas de motor y seguros puestos.		
	Libre de líquidos y humedad en los elementos electrónicos y eléctricos		
	Sensores visuales de apagado en optima condición		
	Cables eléctricos con protección aislante sin daños		
	Engrase visible de sistema de trasmisión mecánica		
	Los cojinetes o soportes del sistema se encuentran completos y sin desgaste		
	No se encontraron rajaduras o resquebrajo en la armadura del equipo		
	Se realizó la limpieza de los elementos en contacto con el producto		
	Las herramientas auxiliares en el proceso de funcionamiento del equipo están disponibles		
	Virutas de hierro o elementos liberados por rozamiento.		

En el caso de cumplir correctamente con la inspección, proceda a reportar cualquier incidencia o anomalía en el funcionamiento:

\_\_\_\_\_

Supervisor de Operación:

Nº de operación \_\_\_\_\_ Horas de operación: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
F. técnico operador responsable

\_\_\_\_\_  
F, Supervisor –código de supervisor

ANEXO 4

**Cuadro de Producción diario.**

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Línea: \_\_\_\_\_ Hora de arranque: \_\_\_\_\_.

Hora de cierre: \_\_\_\_\_. Total de horas de trabajo: \_\_\_\_\_.

**A. Materia prima proyectada:**

A1. Harina: \_\_\_\_\_ lb/kg A2. Manteca: \_\_\_\_\_ lb/kg Azúcar \_\_\_\_\_ lb/Kg

A3. Relleno especial: \_\_\_\_\_ libras/kilogramos (Chocolate, vainilla, jalea)

A4. Total de masa cruda: \_\_\_\_\_ libras/kilogramos . Cantidad de vachs \_\_\_\_\_.

**B. Proyección de producción:**

B1. Unidades: \_\_\_\_\_. B2. Peso por unidad: \_\_\_\_\_.

B3. Proyección Peso total producido: \_\_\_\_\_. Libras / Kilogramos

---

**C. Producción final.**

C1. Harina usada: \_\_\_\_\_ lb/Kg C2. Manteca usada: \_\_\_\_\_ lb/Kg

C3. Relleno especial usado: \_\_\_\_\_ libras/kilogramos (Chocolate, vainilla, jalea)

C4. Total de masa cruda usada: \_\_\_\_\_ libras/kilogramos

C5. Porcentaje de error virtual \_\_\_\_\_  $[(C4 \times 100) / A4]$

C6. Unidades producidas: \_\_\_\_\_. C7. Peso por unidad: \_\_\_\_\_ lb/gr.

C8. Peso total producido: \_\_\_\_\_  $(C6 \times C7)$ . libras/kilogramos .

C9. Scrap de masa cocida: \_\_\_\_\_ libras/kilogramos

C10. Porcentaje de error real \_\_\_\_\_  $[(C9 \times 100) / C8]$

---

D1. Royos de empaquetado unitario consumido. \_\_\_\_\_.

D2. Scrap de empaquetado unitario consumido. \_\_\_\_\_.

D3. Porcentaje de error real \_\_\_\_\_  $[(D2 \times 100) / C6]$ .

---

Coordinador: \_\_\_\_\_ Técnico operador responsable \_\_\_\_\_

ANEXO 5

**Cuadro de Mantenimiento diario.**

Hora de inicio de operación: \_\_\_\_\_ Hora fin de operación: \_\_\_\_\_

Horas totales Trabajadas: \_\_\_\_\_

**A. Producción final.**

A1. Disel consumido: \_\_\_\_\_ lb/Kg

Dispositivo eléctrico	Consumo por hora Kw	Hora de inicio	Hora de finalización	Horas de operación	Total de kw hora
Motor 1					
Motor 2					
Motor 3					
Motor 4					
Motor 5					
Sellador 1					
Sellador 2					
Sellador 3					
TOTAL					

---

B1. Numero de intervenciones de mantenimiento. \_\_\_\_\_.

D2. Codigo de Intervenciones en el día . \_\_\_\_\_ . . \_\_\_\_\_ . . \_\_\_\_\_ .

. \_\_\_\_\_ . . \_\_\_\_\_ . . \_\_\_\_\_ . . \_\_\_\_\_ . . \_\_\_\_\_ .

---

\_\_\_\_\_

F. técnico operador responsable

ANEXO 6

**Consolidado de actividad productiva Semanal**

Producción

Semana: \_\_\_\_\_ año: \_\_\_\_\_ . Producto: \_\_\_\_\_ .

Descripción	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio Semanal
Masa cruda producida -usada. (lb/gr)							
Relleno usado. (lb/gr)							
Peso total de producto producido. (lb/gr)							
Scrap de masa cocida (lb/gr)							
Royos de empaquetado consumidos (unidad)							
Scrap de empaquetados(lb/gr)							
Cajas utilizadas (und)							

Mantenimiento


Descripción	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio Semanal
Intervenciones							
Total en horas de intervención.							
Requirió repuestos (código repuesto-A)							
Requirió repuestos (código repuesto-B)							
Requirió repuestos (código repuesto-C)							
Requirió repuestos (código repuesto-D)							
Diésel consumido (galones)							
Consumo Kw-motores							

Costos de producción- exclusivo del área o departamento de control de costos.

Descripción	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio Semanal
Costo de Masa cruda producida -usada.(\$)							
Peso total de producto producido. (\$)							
Scrap de masa cocida (\$)							
Royos de empaquetado consumidos (\$)							
Scrap de empaquetados(\$)							
Cajas utilizadas(\$)							
Sub-Total(1)							\$
<b>Datos reportados por mantenimiento.</b>							
Descripción	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio Semanal
Diésel consumido (\$)							
Intervenciones							
Total en horas de intervención.(horas hombre-\$)							
Total de repuestos (\$)							
Kilowats hora de motores electricos (\$)							
Sub-Total(2)							\$
<b>TOTAL</b>							<b>\$</b>



## ANEXO 8

cuando de normativas NFPA para uso y disposición de sustancias peligrosas en un almacén	
<p>NFPA 4040 es la norma estadounidense que explica el "diamante de materiales peligrosos" establecido por la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (inglés: National Fire Protection Association), utilizado para comunicar los riesgos de los materiales peligrosos. Es importante para ayudar a mantener el uso seguro de productos químicos. Las cuatro divisiones tienen colores asociados con un significado. El azul hace referencia a los peligros para la salud, el rojo indica la amenaza de inflamabilidad y el amarillo el peligro por reactividad: es decir, la inestabilidad del producto. A estas tres divisiones se les asigna un número de 0 (sin peligro) a 4 (peligro máximo). Por su parte, en la sección blanca puede haber indicaciones especiales para algunos materiales, indicando que son oxidantes, corrosivos, reactivos con agua o radiactivos.</p>	
<b>Azul/Salud</b>	
4. Elemento que, con una muy corta exposición, puede causar la muerte o un daño permanente, incluso en caso de atención médica inmediata.	
3. Materiales que bajo corta exposición pueden causar daños temporales o permanentes, aunque se preste atención médica.	
2. Materiales bajo cuya exposición intensa o continua puede sufrir incapacidad temporal o posibles daños permanentes a menos que se dé tratamiento médico rápido.	
1. Materiales que causan irritación, pero solo daños residuales menores aún en ausencia de tratamiento médico.	
0. Materiales bajo cuya exposición no existe peligro en caso de ingestión o inhalación en dosis considerables.	
<b>Amarillo/Inestabilidad/reactividad</b>	
4. Fácilmente capaz de detonar o descomponerse explosivamente en condiciones de temperatura y presión normales	
3. Capaz de detonar o descomponerse explosivamente pero requiere una fuente de ignición, debe ser calentado bajo confinamiento antes de la ignición, reacciona explosivamente con agua o detonará si recibe una descarga eléctrica	
2. Experimenta cambio químico violento en condiciones de temperatura y presión elevadas, reacciona violentamente con agua o puede formar mezclas explosivas con agua	
1. Normalmente estable, pero puede llegar a ser inestable en condiciones de temperatura elevada	
0. Normalmente estable, incluso bajo exposición al fuego y no es reactivo con agua	
<b>Rojo/Inflamabilidad</b>	
4. Materiales que se vaporizan rápido o completamente a la temperatura a presión atmosférica ambiental, o que se dispersan y se queman fácilmente en el aire. Tienen un punto de inflamabilidad por debajo de 23°C (73°F).	
3. Líquidos y sólidos que pueden encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental. Tienen un punto de inflamabilidad entre 23°C (73°F) y 38°C (100°F).	
2. Materiales que deben calentarse moderadamente o exponerse a temperaturas altas antes de que ocurra la ignición. Su punto de inflamabilidad oscila entre 38°C (100°F) y 94°C (200°F).	
1. Materiales que deben precalentarse antes de que ocurra la ignición, cuyo punto de inflamabilidad es superior a 94°C (200°F).	
0. Materiales que no se queman, como el agua o expuesto a una temperatura de 94°C (1.500°F) por más de 5 minutos.	
<b>Blanco/Riesgos específicos</b>	
El espacio blanco puede contener los siguientes símbolos:	
W <sup>+</sup> - reacciona con agua de manera inusual o peligrosa, como el cianuro de sodio o el sodio.	
OX <sup>+</sup> o OXY <sup>+</sup> - oxidante, como el perclorato de potasio o agua oxigenada.	
SA <sup>+</sup> - gas asfixiante simple, limitado para los gases: hidrógeno, nitrógeno, helio, neón, argón, kriptón y xenón.	
COR <sup>+</sup> o CORR <sup>+</sup> - corrosivo: ácido o base fuerte, como el ácido sulfúrico o el hidróxido de potasio. Específicamente, con las letras 'ACID' se puede indicar "ácido" y con 'ALK', "base".	
BIO <sup>+</sup> o Biohazard symbol.svg - riesgo biológico, por ejemplo, un virus.	
RAD <sup>+</sup> o Radiation warning symbol2.svg - el material es radioactivo, como el plutonio.	
CRYO <sup>+</sup> o CYL <sup>+</sup> - criogénico, como el nitrógeno líquido.	
POI <sup>+</sup> - producto venenoso, por ejemplo, el arsénico	







## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ALCOHOL ISOPROPILICO

<b>1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa</b>	
<b>1.1 Identificación de la sustancia o del preparado</b>	Denominación: Alcohol Isopropílico
<b>1.2 Uso de la sustancia o preparado:</b>	Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.
<b>1.3 Identificación de la sociedad o empresa:</b>	CONTROL TÉCNICO Y REPRESENTACIONES, S.A. DE C.V. Av. Lincoln No. 3410 Pte. Col. Mítras Norte www.ctr.com.mx Tels. (81) 8158 0600, 8158 0628, 8158 0633
<b>2. Identificación de los peligros</b>	
Fácilmente inflamable. Irrita los ojos. La inhalación de vapores puede provocar	
<b>3. Composición/Información de los componentes</b>	
<b>3.1</b>	Denominación: 2-Propanol Fórmula: $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$ M.=60,10
<b>4. Primeros auxilios</b>	
<b>4.1 Indicaciones generales:</b>	En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.
<b>4.2 Inhalación:</b>	Trasladar a la persona al aire libre. En caso de asfixia proceder a la respiración artificial.
<b>4.3 Contacto con la piel:</b>	Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.
<b>4.4 Ojos:</b>	Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.
<b>4.5 Ingestión:</b>	Beber agua abundante. Evitar el vómito. Pedir atención médica. Administrar solución de carbón activo de uso médico. Lavado de estómago. Laxantes: sulfato sódico (1 cucharada sopera en 250 ml de agua). Administrar aceite de vaselina como laxante (3 ml/kg).

<b>5. Medidas de lucha contra incendio</b>	
<b>5.1 Medios de extinción adecuados:</b>	Agua. Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ). Espuma. Polvo seco.
<b>5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:</b>	-----
<b>5.3 Riesgos especiales:</b>	Inflamable. Mantener alejado de fuentes de ignición. Los vapores son más pesados que el aire, por lo que pueden desplazarse a nivel del suelo. Riesgo de inflamación por acumulación de cargas electrostáticas.
<b>6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental</b>	
<b>6.1 Precauciones individuales:</b>	No inhalar los vapores. Procurar una ventilación apropiada.
<b>6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:</b>	-----
<b>6.3 Métodos de recogida/limpieza:</b>	Recoger con materiales absorbentes o en su defecto arena o tierra secas y depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.
<b>7. Manipulación y almacenamiento</b>	
<b>7.1 Manipulación:</b>	Sin indicaciones particulares.
<b>7.2 Almacenamiento:</b>	Recipientes bien cerrados. En local bien ventilado. Alejado de fuentes de ignición y calor. Temperatura ambiente. No almacenar en recipientes de metales ligeros.
<b>8. Controles de exposición/protección personal</b>	
<b>8.1 Medidas técnicas de protección:</b>	Asegurar una buena ventilación y renovación de aire del local.
<b>8.2 Control límite de exposición:</b>	VLA-ED: 400 ppm ó 998 mg/m <sup>3</sup> VLA-EC: 500 ppm ó 1250 mg/m <sup>3</sup>
<b>8.3 Protección respiratoria:</b>	En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio

adecuado. Filtro A. Filtro P.

**8.4 Protección de las manos:**

Usar guantes apropiados

**8.5 Protección de los ojos:**

Usar gafas apropiadas.

**8.6 Medidas de higiene particulares:**

Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada. Lavarse manos y cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

**8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:**

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

**9. Propiedades físicas y químicas**

Aspecto:

Líquido transparente e incoloro. Olor:

Característico. pH

X neutro.

Punto de ebullición :82°C

Punto de fusión : -89°C Punto de

inflamación : 12°C

Temperatura de auto ignición : 485°C

Límites de explosión (inferior/superior): 2 / 12 vol.% Presión de vapor: 43 hPa (20°C)

Densidad (20/4): 0,785

Solubilidad: Miscible con agua, alcohol, éter, triclorometano

**10. Estabilidad y reactividad**

**10.1 Condiciones que deben evitarse:**

Temperaturas elevadas.

**10.2 Materias que deben evitarse:**

Metales alcalinos. Metales alcalinotérreos. Aluminio. Agentes oxidantes (entre otros, ácido perclórico, percloratos, halogenatos, CrO<sub>3</sub>, halogenóxidos, ácido nítrico, óxidos de nitrógeno, óxidos no metálicos, ácido cromosulfúrico). Compuestos orgánicos de nitrógeno.

**10.3 Productos de descomposición peligrosos:**

Peróxidos.

**10.4 Información complementaria:**

Higroscópico. Los gases / vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.

**11. Información toxicológica**

**11.1 Toxicidad aguda:**

DL<sub>50</sub> oral rata: 5045 mg/kg

DL<sub>50</sub> dermal conejo: 12800 mg/kg

**11.2 Efectos peligrosos para la salud:**

Se carece de conclusiones sobre la valoración de un efecto perjudicial para el feto.

Por inhalación de vapores: Irritaciones en vías respiratorias. Por contacto ocular: Irritaciones en mucosas.

Por ingestión: Puede provocar náuseas, dolores de cabeza, vértigo, embriaguez, pérdida del conocimiento, narcosis.

Por absorción de grandes cantidades: parálisis respiratoria, coma

**12. Información Ecológica**

**12.1 Movilidad :**

-----

**12.2 Ecotoxicidad :**

12.1.1 - Test EC<sub>50</sub> (mg/l) :

Bacterias (Photobacterium phosphoreum) = 42000 mg/l ; Clasificación : Tóx.

Bacterias (Ps. putida) = EC<sub>0</sub> 1050 ; Clasificación : Muy tóxico. Algas (Sc.

cuadricauda) = EC<sub>0</sub> 1800 ; Clasificación : Muy tóxico. Crustáceos (Daphnia

Magna) = 9710 mg/l ; Clasificación : Muy tóxico.

Peces (Leuciscus Idus) = 8970 mg/l ; Clasificación : Muy tóxico.

12.1.2 - Medio receptor :

Riesgo para el medio acuático = Medio Riesgo para

el medio terrestre = Bajo

12.1.3 - Observaciones :

Ecotoxicidad aguda en función de la concentración del vertido.

**12.3 Degradabilidad :**

12.3.1 - Test :-----

12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :

DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = -----

12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----

12.3.4 - Observaciones :

<p>Producto biodegradable.</p> <p><b>Acumulación :</b></p> <p>12.4.1 - Test : -----</p> <p>12.4.2 - Bioacumulación : Riesgo = -----</p> <p>12.4.3 - Observaciones : Producto no bioacumulable.</p> <p><b>12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :</b></p> <p>Producto poco contaminante. Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo no cabe esperar problemas ecológicos.</p>
<p><b>13. Consideraciones sobre la eliminación</b></p> <p><b>Sustancia o preparado:</b></p> <p>En América no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.</p> <p><b>13.1 Envases contaminados:</b></p> <p>Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.</p>
<p><b>14. Información relativa al transporte</b></p> <p>Terrestre (ADR): Denominación técnica: ISOPROPANOL (ALCOHOL ISOPROPILICO) ONU 1219 Clase: 3 Grupo de embalaje: II (D/E)</p> <p>Marítimo (IMDG): Denominación técnica: ISOPROPANOL (ALCOHOL ISOPROPILICO)</p> <p><b>14.1</b> ONU 1219 Clase: 3 Grupo de embalaje: II Aéreo (ICAO-IATA): Denominación técnica: Isopropanol ONU 1219 Clase: 3 Grupo de embalaje: II Instrucciones de embalaje: CAO 307 PAX 305</p>
<p><b>15. Información reglamentaria</b></p> <p><b>15.1 Etiquetado</b></p>



ANEXO 13

Evaluación de los componentes de la línea de producción para la identificación de la criticidad

Equipo	Frecuencia de fallo	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de mantenimiento	Impacto en seguridad ambiental higiene operacional	Consecuencia	Criticidad	
Sistema de básculas y balanzas	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Tolva de mezcladora #1	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Tolva de mezcladora #2	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Tolva de amasadora #1	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Tolva de amasadora #2	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Preforma	1	6	2	1	2	15	15	NO CRITICO
Tanque de agua	1	6	2	1	2	15	15	NO CRITICO
Sistema principal de vapor	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Filtro extractor de polvo	1	4	2	1	4	13	13	NO CRITICO
Caldera de horno	1	10	4	2	6	48	48	SEMICRITICO
Sistema principal de vapor	1	10	4	1	6	47	47	SEMICRITICO
Estación de vapor	1	10	4	1	6	47	47	SEMICRITICO
Extractor de polvo	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Transporte de masa horizontal 101-M1	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Transporte de galleta horizontal 101-M2	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Motor transportador masa 101-M1 M1#1	1	1	1	1	2	4	4	NO CRITICO
Motor transportador masa 101-M1 M1#2	1	1	1	1	2	4	4	NO CRITICO
Motor transportador galleta 101-M1 M2#1	1	1	1	1	2	4	4	NO CRITICO
Motor transportador galleta 101-M1 M2#2	1	1	1	1	2	4	4	NO CRITICO
Motor transportador galleta 101-M1 M2#3	1	1	1	1	2	4	4	NO CRITICO
Motor transportador galleta 101-M1 M2#4	1	1	1	1	2	4	4	NO CRITICO
Banda transportadora metálica	1	10	4	2	0	42	42	SEMICRITICO
Banda transportadora de enfriamiento	1	10	4	2	0	42	42	SEMICRITICO
Babulas de aire	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Filtro de aire	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Magueras de dosificación de jalea	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Faja de contenedor de jalea	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Motor de mezcla de Jalea	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Sensores de posición	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Golpeadores de masa	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Bandeja de empaque individual	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Rodillo de empaque #1	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Rodillo de empaque #2	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Bandeja empaquetada	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Sellador de fecha #1	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Sellador de fecha #2	1	4	2	1	2	11	11	NO CRITICO
Cuchilla de corte #1	2	4	2	1	2	11	22	NO CRITICO
Cuchilla de corte #2	2	4	2	1	2	11	22	NO CRITICO
Cuchilla de corte #3	2	4	2	1	2	11	22	NO CRITICO
Ventilador 1	1	4	2	1	0	9	9	NO CRITICO
Ventilador 2	1	4	2	1	0	9	9	NO CRITICO

## ANEXO 14

	WK 1	WK 2	WK 3	WK 4	WK 5	WK 6	WK 7	WK 8	WK 9	WK 10	WK 11	WK 12	WK 13	WK 14	WK 15	WK 16	WK 17	WK 18	WK 19	WK 20	WK 21	WK 22	WK 23	WK 24
sistema de preforma de galleta																								
verificación de molde																								
verificación de unidad de mantenimiento de aire comprimido																								
cambio de filtros de aire																								
verificación de fugas en pistones de aire																								
basculas y valvulas																								
calibracion																								
limpeza y zanfizacion																								
inspeccion de jalea																								
limpeza y zanfizacion																								
verificación de unidad de mantenimiento de aire comprimido																								
verificación de fugas en pistones de aire																								
cambio de filtros de aire																								
cambio de mangueras de doctificacion																								
cambio de fajas de motor de contenedor de jalea																								
banda transportadora																								
limpeza y zanfizacion																								
inspeccion de motores																								
cambio de baleros de motor																								
cambio de fajas de motor																								
tencion de banda																								
cambio de valeros de rodillos																								
verificación de centrado de banda																								
cambio de banda transportadora																								
Horno tunel																								
inspeccion y limpa de quemadores																								
verificación de temperatura de tunel																								
análisis de bilvo ceco y bulco humedo																								
cambio de faja de extractor																								
medicon de flujo de extraccion																								
limpezas de aspas de extraccion																								
cambio de baleros de aspas de extraccion																								
limpeza general de tunel																								
banda transportadora de enfriamiento																								
limpeza y zanfizacion																								
inspeccion de motores																								
cambio de baleros de motor																								
cambio de fajas de motor																								
tencion de banda																								
cambio de valeros de rodillos																								
verificación de centrado de banda																								
cambio de banda transportadora																								
maquina de enpaque																								
limpeza de maquina																								
afilado de cuchillas																								
cambion de cuchillas																								
verificación de unidad de mantenimiento de aire comprimido																								
verificación de fugas en pistones de aire																								
cambio de filtros de aire																								

**ANEXO 15**  
AUDITORIA 5S

Equipo de auditoria: \_\_\_\_\_ Area auditoria: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

0= 5 o mas problemas    1= 4 problemas    2=3 problemas    3=2 problemas    4=1 problemas    5= 0 problemas

SERI- CLASIFICAR			
Descripción	Calificación	Comentarios	
¿Hay equipos o herramientas que no se utilicen o innecesarios en el área de trabajo?			
¿Existen herramienta en mal estado o inservible?			
¿Están los pasillos bloqueados o dificultando el transito?			
¿En el área hay cofias, cubre bocas, papeles, etc. que son innecesarios?			
suama:		/ 0.2:	Resultado de evaluacion

SEITON- ORGANIZAR			
Descripción	Calificación	Comentarios	
¿Hay materiales fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?			
¿Están materiales y/o herramientas fuera del alcance del usuario?			
¿Le falta delimitación e identificación al área de trabajo y a los pasillos?			
suama:		/ 0.15:	Resultado de evaluacion

SEISO- LIMPIEZA			
Descripción	Calificación	Comentarios	
¿Existen fugas de aceite, agua o aire en el área?			
¿Existe suciedad, polvo o basura en el área de trabajo (pisos, paredes, ventanas, bancos, etc.)?			
¿Están equipos y/o herramientas sucios?			
suama:		/ 0.15:	Resultado de evaluacion

SEIKETSU- ESTANDALIZAR			
Descripción	Calificación	Comentarios	
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?			
¿Sólo están las carpetas con la documentación necesaria para las operaciones en las estaciones de trabajo?			
¿Se realiza la operación o tarea de forma repetitiva?			
¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?			
suama:		/ 0.15:	Resultado de evaluacion

SHITSUKE- DISCIPLINA				
Descripción	Calificación	Comentarios		
¿El personal conoce las 5S's, ha recibido capacitación al respecto?				
¿Se aplica la cultura de las 5S's, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?				
¿Completó la auditoria semanal y se graficaron los resultados en el pizarrón de desempeño? ¿se implementaron las medidas correctivas?				
¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?				
	suama:	/	0.15:	Resultado de evaluacion

Puntos posibles (PP):	<b>80</b>	Puntos Obtenidos (PO):		Calificación (po / pp X 100) % =	
-----------------------	-----------	------------------------	--	----------------------------------	--

Criterios de aceptación No satisfactorio: Menor a 79 %. Aprobado: Igual o mayor a 80 %.

ANEXO 16

FORMATO DE INFORME DE ADITORIA 5S

Equipo de auditoria: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Area auditoria: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

ITEM	NO CONFORMIDA	ESTADO		RESPONSABLE	FECHA COMPROMISO	FECHA DE CIERRE
		OPEN	CLOSED			
		OPEN	CLOSED			
		OPEN	CLOSED			
		OPEN	CLOSED			
		OPEN	CLOSED			
		OPEN	CLOSED			

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interacción de los elementos en el área y su disposición en base al régimen de uso. ....	19
Tabla 2. Ejemplo de implementación de 5S en una bodega. ....	26
Tabla 3 Línea de tiempo simplificada de la evolución del mantenimiento .....	29
Tabla 4 .Estrategias del mantenimiento correctivo.....	30
Tabla 5. Criterios para elaborar el código de maquina .....	37
Tabla 6. Criterios para elaborar el código de trabajo.....	38
Tabla 7. Ejemplo de formato de inventario de ítems jerarquizados por código máquina.....	40
Tabla 8. Uso sistemático de Sanitizante. Fuente: (HUI y col. ,2003).....	43
Tabla 9. Características de materiales para manipular alimentos. ....	53
Tabla 10. Ejemplo de cuadro de control interno de incidentes de seguridad.....	94
Tabla 11. Ejemplo corto de identificación de actividades para el cambio de cuchillas de corte y sello de la máquina de empaquetado individual. ....	101
Tabla 12. Correlación de tiempos y procesos de cada actividad en el mantenimiento correctivo, en la detección de la ruta crítica de proyecto de mejoras utilizando PERT .....	101
Tabla 13. Lista de indicadores de mantenimiento que tienen injerencia en la producción .....	111
Tabla 14. Lista de indicadores de mantenimiento que tienen injerencia en los costos asociados a la realización del mantenimiento.....	111
Tabla 15. Ejemplo de control estadístico sobre KPI.....	112

Tabla 16. Tabla para la identificación y numeración de quipos de la línea de producción .....	115
Tabla 17. Cuadro de valoraciones para la ponderación de pesos en la evaluación de criticidad. ....	117
Tabla 18. Tabla de identificación de actividades de mantenimiento y costos asociados a la actividad, esta tabla muestra las actividades a realizar en el área A y C, que corresponden a la inyección de jalea, el empaquetado individual y la selladora.....	118
Tabla 19. Identificación de tareas por color para las actividades de mantenimiento preventivo. ....	119
Tabla 20. Tabla de identificación de actividades semanales previa calendarización y programación con orden de trabajo. Actividades completas en anexo 14.....	119

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Fotografía de Edwards Deming .....	13
Ilustración 2 . Fotografía de Joseph Moses.....	13
Ilustración 3 . Fotografía de Shigeo Shingo.....	16
Ilustración 4 Clasificación y segregación de los objetos .....	17
Ilustración 5. Implementación de 1S.....	18
Ilustración 6. Implementación de 2S.....	20
Ilustración 7 Implementación de 3S.....	21
Ilustración 8. Implementación de 4S.....	22
Ilustración 9. Fotografía de Kiichiro Toyoda.....	24
Ilustración 10 .Fotografía de línea de manufactura de vehículos TOYOTA. ....	24
Ilustración 11. Descripción de las actividades y símbolos del diagrama ASME, y los diagramas posibles en los que puede ser utilizado. ....	33
Ilustración 12. Pasos para determinación de criticidad en las tareas de mantenimiento .....	36
Ilustración 13. Ejemplo de inventario jerarquizado por código máquina. ....	39
Ilustración 14. Círculo de Deming, elaboración propia (Deming, The New Economics for Industry, Government, Education, 2000) .....	42
Ilustración 15. Ciclo del proceso de limpieza, elaboración propia. ....	44
Ilustración 16. Ciclos de limpieza. Ciclo cerrado y sus 4 tiempos. Obtenido de (señoret, 2005) .....	45

Ilustración 17. Ejemplificación de aspersión en la Fase de latencia, donde el ingreso del agua es inyectada a presión y sale del sistema por el afluente. Tomado de (señoret, 2005).....	46
Ilustración 18 Aplicación de detergente con espuma en bandejas de uso en la producción de alimentos. Proceso de sanitación manual. Tomado de señoret 2005. ....	47
Ilustración 19. Proceso de limpieza de elementos a ser usados en mantenimiento. .	48
Ilustración 20. Línea de producción de línea galletera, Panadería Rosvill clasificación propia para identificación por áreas.....	59
Ilustración 21. Diagrama ASME del proceso productivo. Línea de Galleta Margarita.....	62
Ilustración 22. Ejemplo de báscula industrial de plataforma.....	64
Ilustración 23. Ejemplo de báscula mesa de plataforma.....	65
Ilustración 24. Componentes de la amasadora industrial.....	66
Ilustración 25. Ejemplo grafico del horno industrial de tipo túnel. ....	67
Ilustración 26. Maquia de preformado para galleta, preforma troquelada de masa cruda, de troquelado variable.....	68
Ilustración 27. Ejemplo de la distribución para la inyección de jalea previo al ingreso en un horno tipo túnel .....	68
Ilustración 28. Sistema de calefacción radiante de combustión indirecta. Obtenido de Bisquitpeople-Magazine. <a href="http://www.biscuitpeople.com">http://www.biscuitpeople.com</a> .....	71
Ilustración 29. Sistema de calefacción radiante de combustión indirecta. Obtenido de Bisquitpeople-Magazine. <a href="http://www.biscuitpeople.com">http://www.biscuitpeople.com</a> .....	71
Ilustración 30. Banda de enfriamiento para las galletas.....	73

Ilustración 31. Tipo de envoltura que realiza el equipo.....	74
Ilustración 32. Empaquetador de galletas múltiple con sello de lote y fecha de vencimiento.....	74
Ilustración 33. Torre luminosa tipo semáforo para control visual en proceso.....	77
Ilustración 34. Tablero de productividad de un equipo de proceso .....	78
Ilustración 3535. Tablero de productividad de un equipo de proceso .....	78
Ilustración 36. Tablero de herramientas con su ubicación asignada. Método aplicado a 5s, en orden y limpieza .....	82
Ilustración 37. Colores sugeridos para paños de uso de limpieza dentro de la planta productiva. Con esto se cumple las 5S de limpieza y Estándar , identificando los colores para evitar contaminación cruzada .....	82
Ilustración 38. Organigrama del departamento de Mantenimiento, organigrama sugerido para la propuesta de la panadería Rosvill.....	86
Ilustración 39. Organigrama propuesto para los comités de Seguridad y Salud Ocupacional. ....	94
Ilustración 40. Identificación del equipo de protección persona por medio de gráficos en las zonas de trabajo. ....	95
Ilustración 41. Distribución actual de almacén de repuestos en panadería ROSVILL. Se omiten acotaciones por solicitud de la empresa.....	108
Ilustración 42. Distribución propuesta de almacén de repuestos en panadería ROSVILL.....	108
Ilustración 43. Gráfico de barras de evolución semanal de KPI de mantenimiento. Ejemplo de aplicación y control semanal. ....	112

