

METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE
MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA LOS EQUIPOS CRITICOS EN
LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL MOLINO SONORA A.P. S.A.

LUIS GABRIEL MORENO ROMERO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2009

METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE
MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA LOS EQUIPOS CRITICOS EN
LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL MOLINO SONORA A.P. S.A.

LUIS GABRIEL MORENO ROMERO

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: Carlos Andrés Pérez
Ing. M.Sc. Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2009

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogota, Febrero de 2009

A Dios por mostrarme el camino de crecimiento personal y profesional

A mi padre que me dio las bases para ser un hombre útil a la sociedad, quien desde el cielo esta feliz y orgulloso de esta meta cumplida.

A mi madre Luz Marina Romero que es mi ejemplo de lucha persistencia y superación.

A mis hermanos por el apoyo incondicional

Luis Gabriel Moreno Romero

AGRADECIMIENTOS

La Universidad Industrial de Santander, a los profesores por la formación brindada, por ser constructores del futuro profesional del país.

A la empresa Agroindustrial Molino Sonora A.P. S.A. por darme todo el apoyo necesario para lograr este posgrado, el cual pongo a disposición para seguir mejorando día a día.

Al ingeniero Carlos Andrés Pérez por su orientación y sus consejos en el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	1
1. LA EMPRESA Y SU ENTORNO	2
1.1 LOCALIZACIÓN	2
1.2 RESEÑA HISTÓRICA	3
1.3 POLÍTICAS DE LA EMPRESA	4
1.3.1 Misión	4
1.3.2 Visión	4
1.4 PROCESOS DE LA EMPRESA	5
1.4.1 Mapa de procesos de Agroindustrial Molino Sonora	5
1.4.2 Diagrama de bloques del proceso de producción de arroz blanco comercial	6
1.4.3 Diagrama de flujo del proceso productivo de arroz blanco	7
1.5 EL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA	8
1.5.1 Correctivo	8
1.5.2 Preventivo	9
1.6 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL	9
2. EL MANTENIMIENTO Y EL RCM	10
2.1 RCM: LAS SIETE PREGUNTAS BASICAS	10
2.1.1 Funciones y parámetros de funcionamiento	10
2.1.2 Fallas funcionales	11
2.1.3 Modos de falla	12
2.1.4 Efectos de falla	12
2.1.5 Consecuencias de falla	13
2.1.6 Tareas de mantenimiento	14
2.1.7 Acciones a "falta de"	16
2.2 PERSONAL IMPLICADO	18
2.2.1 Los facilitadores	18
2.2.2 Los auditores	19
2.3 LOS BENEFICIOS A CONSEGUIR POR RCM	19
2.3.1 Mayor seguridad y protección del entorno	19
2.3.2 Mejores rendimientos operativos	20
2.3.3 Mayor Control de los costos del mantenimiento	20
2.3.4 Más larga vida útil de los equipos	20
2.3.5 Una amplia base de datos de mantenimiento	21
2.3.6 Mayor motivación de las personas	21
2.3.7 Mejor trabajo de grupo	21

3.	MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO	22
3.1	CICLO PHVA	22
3.1.1	Planear	22
3.1.2	Hacer	23
3.1.3	Verificar	23
3.1.4	Actuar	23
3.2	APLICACIÓN DEL RCM AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ARROZ BLANCO	24
3.2.1	Contexto operacional	24
3.2.2	Diagrama funcional de bloques para la producción de arroz Blanco	32
3.3	ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE CRITICIDAD	33
3.4	APLICACIÓN DE RCM AL PROCESO DE MANTENIMIENTO	34
3.5	DIAGRAMA DE DECISIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CONSECUENCIAS	35
3.6	HOJA DE FUNCIONES, FALLA DE FUNCION, MODOS DE FALLA Y EFECTOS DE MODOS DE FALLA	36
3.7	HOJA DE EVALUACIÓN, DECISIÓN Y TAREAS PROPUESTAS	37
3.8	INDICADORES DE GESTIÓN	38
3.8.1	Indicadores de costos de mantenimiento	38
3.8.2	Indicadores de mano de obra	39
3.8.3	Indicadores de clase mundial	40
3.9	COSTOS DE MANTENIMIENTO	42
3.9.1	Los costos y su división	43
3.9.2	Costo total de mantenimiento	45
3.9.3	Costo optimo de equilibrio	45
3.10	GESTION DE ALMACEN	46
3.10.1	Stocks	47
3.10.2	Calculo del costo total esperado	51
3.10.3	Calculo del lote económico	52
3.10.4	Determinación de las zonas de igual periodo de reposición	54
3.10.5	Determinación del stock de protección o de seguridad	56
3.10.6	Diagrama ABC	57
4.	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ARROZ BLANCO	59
4.1	CLASIFICADORAS ELECTRONICAS	60
4.1.1	Diagrama taxonómico de las clasificadoras electrónicas	60
4.1.2	Aplicación de hoja de funciones, fallas funcionales, modos de falla y efectos de modos de falla para la clasificadora electrónica	61
4.1.3	Aplicación de hoja de evaluación consecuencias, decisión y tareas propuestas para la clasificadora electrónica	63

4.1.4	Identificación y funciones de la clasificadora electrónica RMGS	65
4.1.5	Identificación y descripción de la clasificadora electrónica Scan Master	72
4.2	EMPACADORAS AUTOMATICAS	
4.2.1	Diagrama taxonómico de las empacadoras automáticas	84
4.2.2	Aplicación de hoja de funciones, fallas funcionales, modos de falla y efectos de modos de falla	85
4.2.3	Aplicación de hoja de evaluación consecuencias, decisión y tareas propuestas	87
4.2.4	Descripción de las maquinas de empaquetado	89
4.3	SISTEMA DE PULIMENTO	104
4.3.1	Diagrama taxonómico del sistema de pulimento	104
4.3.2	Aplicación de hoja de funciones, fallas funcionales, modos de falla y efectos de modos de falla	105
4.3.3	Aplicación de hoja de evaluación consecuencias, decisión y tareas propuestas	108
4.3.4	Descripción del sistema de pulimento	110
5.	CONCLUSIONES	142
	BIBLIOGRAFIA	143
	ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Ubicación de la planta	2
Figura 2. Mapa de procesos de Molino Sonora	5
Figura 3. Etapas del proceso de producción de arroz blanco	6
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso productivo de arroz blanco Comercial	7
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento	8
Figura 6. Ciclo PHVA	22
Figura 7. Modelo de Gestión propuesto	24
Figura 8. Tolvas de recibo	25
Figura 9. Scalpers	25
Figura 10. Prelimpiadoras	25
Figura 11. Albercas Inclinadas	26
Figura 12. Torre agrimaq	26
Figura 13. Silos de almacenamiento	27
Figura 14. Descascaradores y Ciclo Aventadoras	28
Figura 15. Mesas densimétricas	28
Figura 16: Pulidores VTA y VBF dos líneas	29
Figura 17. Pulidores KB40	30
Figura 18. Clasificadoras electrónicas	30
Figura 19. Dosificadores electrónicos	31

Figura 20. Maquinas de Empaquetado	31
Figura 21. Diagrama funcional de bloques para la producción de arroz blanco	32
Figura 22. Diagrama de flujo de la aplicación RCM	34
Figura 23. Diagrama de desiciones para el establecimiento de Consecuencias	35
Figura 24. Representación gráfica para calcular el tiempo medio entre fallas.	40
Figura 25. Gráfica del costo óptimo de mantenimiento	46
Figura 26. Costo de adquisición o de compra	48
Figura 27. Existencia promedio $\frac{1}{2} q$	50
Figura 28. Gráfica del lote económico	53
Figura 29. Gráfica del periodo de aprovisionamiento.	54
Figura 30: Diagrama real de stock	55
Figura 31. Esquema ABC.	58
Figura 32. Diagrama taxonómico clasificadoras electrónicas	60
Figura 33. Diagrama taxonómico empacadora automática	84
Figura 34. Diagrama taxonómico sistema de pulimento	104

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Factores Ponderados a ser evaluados	33
Tabla 2. Hoja de funciones, falla de función, modos de falla y efectos de modos de falla	36
Tabla 3. Hoja de evaluación, decisión y tareas propuestas	37
Tabla 4. Discriminación de Costos de mantenimiento	45
Tabla 5. Datos para cálculo de costo de adquisición o compra	49
Tabla 6: Aplicación de Hoja de funciones, falla de función, modos de falla y efectos de modos de falla para la clasificadora electrónica	61
Tabla 7. Aplicación de Hoja de evaluación, decisión y tareas propuestas para la clasificadora electrónica.	63
Tabla 8. Aplicación de Hoja de funciones, falla de función, modos de falla y efectos de modos de falla para la Empacadora automática	85
Tabla 9. Aplicación de Hoja de evaluación, decisión y tareas propuestas para la Empacadora automática	87
Tabla 10. Aplicación de Hoja de funciones, falla de función, modos de falla y efectos de modos de falla para sistema de pulimento	105
Tabla 11. Aplicación de Hoja de evaluación, decisión y tareas propuestas para el sistema de pulimento	107

RESUMEN

TITULO: METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA LOS EQUIPOS CRITICOS EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL MOLINO SONORA A.P. S.A.

AUTOR: LUIS GABRIEL MORENO ROMERO

PALABRAS CLAVES: PHVA, RCM, indicadores, costos

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: Este estudio se realiza con el fin de presentar una propuesta de gestión que se adapte a las políticas de la empresa Agroindustrial Molino Sonora, ubicada en el Km 6 vía Saldaña – Purificación, esta propuesta esta diseñada para ser compatible con el sistema de gestión de la calidad ISO 9000 de la empresa.

Se propone un sistema de gestión para el direccionamiento del proceso de mantenimiento basado en el ciclo PHVA, se propone un modelo de análisis de criticidad para los equipos de la planta, se identifican los equipos críticos y se le hace un análisis de modos de falla y sus efectos.

Se definen los indicadores que se deben aplicar al proceso de mantenimiento al igual que los costos que se deben tener en cuenta para el adecuado direccionamiento y control del proceso.

El análisis de los modos de falla y sus efectos se hizo basado en la experiencia de los operarios de producción que son las personas que mejor conocen el funcionamiento de las maquinas, se tuvo en cuenta también a los técnicos de mantenimiento que son los que conocen las maquinas y sus componentes internos.

En el capítulo 4 se elaboro un manual para los equipos críticos de la planta donde se hace una identificación de cada maquina, de sus partes, de su secuencia de arranque y operación y de el mantenimiento preventivo que debe realizarse. Se hizo una aplicación de el análisis de los modos de falla y sus efectos hasta llegar a una propuesta de tareas, frecuencias y responsable.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director: Carlos Andrés Pérez. Magíster en Ingeniería Mecánica

SUMMARY

TITLE: METHODOLOGY FOR THE IMPLEMENTATION OF A MODEL OF BASED MAINTENANCE IN RCM FOR THE CRITICAL TEAMS IN THE COMPANY AGROINDUSTRIAL MOLINO SONORA A.P. S.A.

AUTHOR: LUIS GABRIEL MORENO ROMERO

KEYWORDS: PHVA, RCM, indicators, costs

DESCRIPTION OR CONTENT: This study is carried out with the purpose of presenting an administration proposal that adapts to the politicians of the Sound company Agroindustrial Molino Sonora, located in the Km 6 via Saldaña - Purification, this proposal this designed to be compatible with the system of administration of the quality ISO 9000 of the company.

He intends an administration system for the leadership of the maintenance process based on the cycle PHVA, a model of critical analysis intends for the teams of the plant, the critical teams are identified and she is made an analysis in flaw ways and their effects.

They are defined the indicators that should be applied to the maintenance process the same as the costs that should be kept in mind for the appropriate leadership and control of the process.

The analysis in the flaw ways and their effects were based on the experience of the production operatives that they are people that better they know the operation of you scheme them, one also had to the maintenance technicians that are those that know the you scheme and their internal components.

In the I surrender 4 you elaborates a manual for the critical teams of the plant where an identification is made of each it schemes, on its behalves, of its outburst sequence and operation and of the preventive maintenance that should be carried out. It was made an application of the analysis in the flaw ways and their effects until arriving to a proposal of tasks, frequencies and responsible operative

* Monograph

* * School of Mechanical Engineering – Maintenance Management Specialization. Director: Carlos Andrés Pérez. Magíster in Mechanical Engineering.

INTRODUCCION

Agroindustrial molino Sonora es una empresa que esta dedicada a la producción y comercialización de arroz blanco, sus relaciones comerciales son principalmente con los grandes supermercados del país entre ellos Éxito, Carrefour, Colsubsidio, Cafam.

Los contratos que se generan definen calidades diferentes para cada cliente, cantidades, fechas y lugares de entrega. Si se incumple con algún pedido la empresa esta expuesta a que se hagan efectivas las cláusulas de incumplimiento, además estos supermercados tienen unos sistemas de calidad donde evalúan el desempeño de cada uno de sus proveedores.

Para lograr un adecuado cumplimiento de las exigencias de los clientes se hace necesario contar con una maquinaria confiable en su operación y en buenas condiciones de mantenimiento.

La gran mayoría de actividades del departamento de mantenimiento son corregir las fallas de la maquinaria esto significa que un 70% de las actividades de mantenimiento son correctivas y un 30% son preventivas.

Se propone un modelo de gestión que pretende cambiar la mentalidad tradicional del mantenimiento y lograr el objetivo básico de cualquier modelo de gestión como es aumentar la disponibilidad y la confiabilidad de los activos, a bajos costos, partiendo de la ejecución, permitiendo que dichos activos funcionen eficientemente y confiablemente en su Contexto operacional

Se propuso un modelo de análisis de criticidad semicuantitativo bastante sencillo y practico soportado en el concepto de riesgo, su aplicación arrojó como resultado que los equipos críticos de la empresa en su respectivo orden son: Clasificadoras Electrónicas, Maquinas automáticas de empaque y las líneas de pulimento.

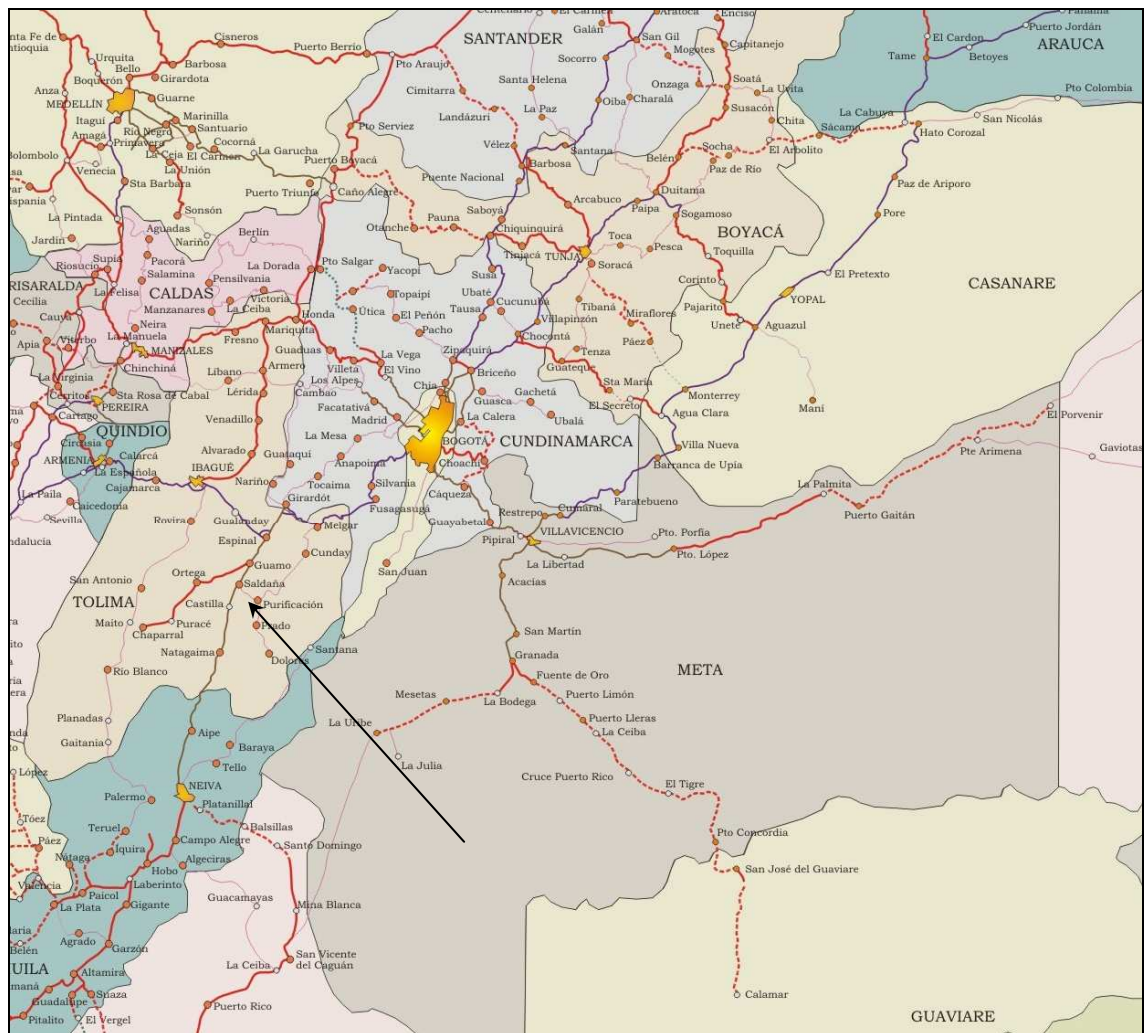
A estos equipos se les hizo un análisis de modos de falla y sus efectos.

1. LA EMPRESA Y SU ENTORNO

1.1 LOCALIZACIÓN:

Agroindustrial molino sonora esta ubicado a 6 kilómetros de la población de Saldaña-Tolima, vía a Purificación- Tolima,

Figura 1. Ubicación de la planta



Oficina de comunicaciones Invias

1.2 RESEÑA HISTÓRICA

El molino fue fundado por Guillermo y José Hilario Manrique el 10 de septiembre de 1978, creada como una pequeña industria con el propósito de atender necesidades personales y no con fines comerciales ubicada en Girardot en el Km. 3 vía Tocaima

En 1987 se negocia un porcentaje del molino con los actuales propietarios, quienes dieron un giro al negocio en cuanto tamaño, organización y metas, los cambios empezaron con la compra de materia prima a terceros, incremento de esta manera la producción y las ventas, además se sistematizar la parte contable y administrativa.

En mayo de 1993 los actuales dueños adquieren la totalidad de acciones y en el año de 1994 Agroindustrial Molino Sonora AP S.A. Empieza con una expansión en tecnología transformando su maquinaria para la prelimpieza, pulimento y clasificación de arroz, para brindar al consumidor un grano de impecable característica de presentación, sabor y rendimiento.

Entre 1998 y 1999 se adquirió la mejor maquinaria de selección de arroz de tecnología Japonesa, ubicándose entre los cinco primeros Molinos del País, en cuanto a Calidad y Tecnología.

Durante los años 2000 al 2003 la expansión en producción y clientes fue de más del 50%, lo cual obligo a modificar las instalaciones físicas tanto en planta como en oficinas, en el 2004 la materia prima de la zona no era suficiente para el consumo interno de producción, y la competencia era agresiva, al punto que no permitían el paso de camiones del Espinal a Girardot, obligándonos a comprar materia prima a precios que no eran rentables respecto al precio de venta. La solución inmediata fue adquirir en arriendo un arriendo en el municipio de purificación con el nombre de "Molino la Maria", allí se compraba la materia prima directamente al agricultor y se sometía al proceso de secamiento y se transportaba el paddy seco a Girardot para ser trillado, empacado y comercializado, obviamente el control del transporte era oneroso, hasta que se los altos costos de energía, impuestos de I.C.A. mas la ampliación de la zona urbana en el municipio de Girardot acarreo querellas con los organismos ambientales y se opto por la posibilidad de comprar el molino la Maria, así en el año 2006 se adquirió y se traslado el molino al Km. 6 vía Saldaña Purificación, donde se continuo con la adquisición de maquinaria de ultima tecnología para hacer el proceso productivo mas eficiente y satisfacer las necesidades de nuestros clientes internos y externos.

En búsqueda de ofrece siempre un producto con los mejores estándares de calidad el Instituto Nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos – INVIMA, certifica que el arroz blanco excelso, no requiere registro sanitario, pero la alta dirección siguió en búsqueda de este registro, por lo cual el 11 de Febrero de 2008 se concedió el registro sanitario para las marcas registras.

En la actualidad se inicio con la fase de ampliación y mejoramiento en el proceso de recibo, secamiento y almacenamiento de materia prima, para prever las posibles épocas de escasez de paddy verde y poder cumplir con el requerimiento de nuestros clientes.

Esto nos convierte en pioneros, no en venta, pero si en los procesos productivos en la zona.

1.3 POLÍTICAS DE LA EMPRESA

1.3.1 Misión: Agroindustrial Molino Sonora AP S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos agroindustriales, orientado a satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes entregando productos y servicios de alta calidad.

1.3.2 Visión: Agroindustrial Molino Sonora AP S.A. es una empresa que está a la vanguardia del sector nacional, líder en producción y comercialización de productos agroindustriales de excelente calidad y alto grado de aceptación de los consumidores.

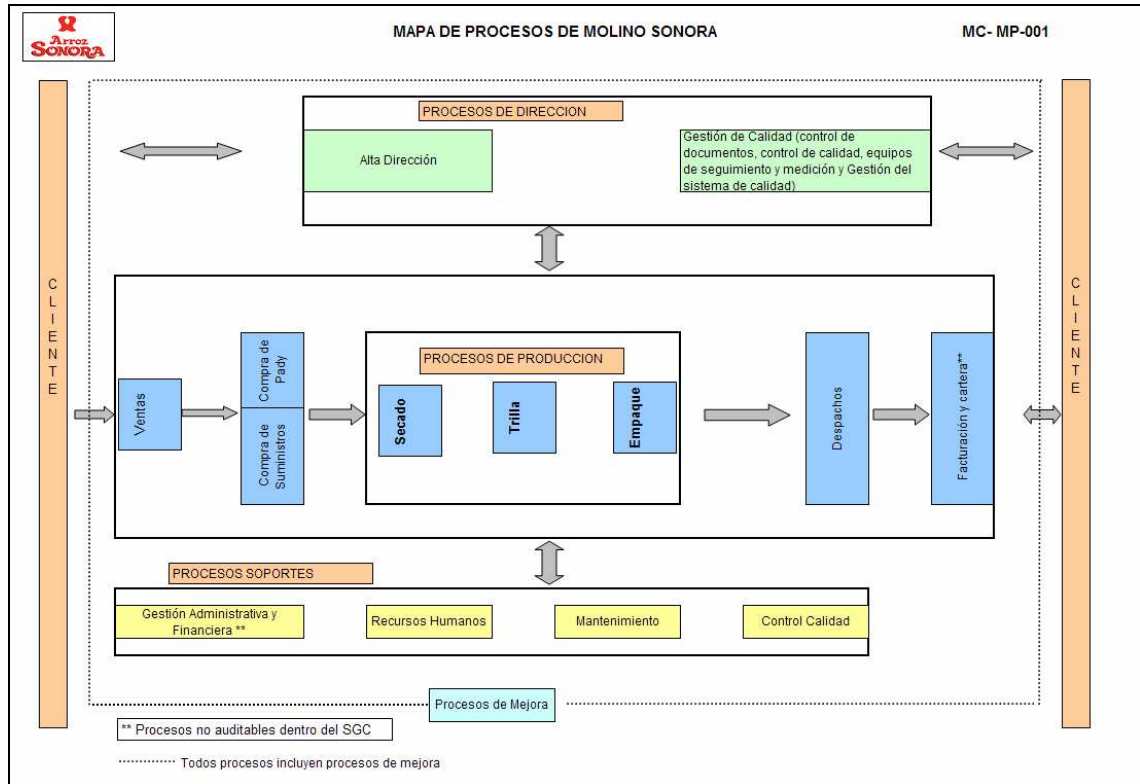
1.3.3 Políticas de Calidad Agroindustrial Molino Sonora AP S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos agroindustriales, desarrollando nuestras actividades con los siguientes compromisos:

1. Servicio al cliente: Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes internos y externos.
2. Mejoramiento continuo: Mantener una cultura proactiva e innovadora en nuestros procesos y servicios.
3. Factor humano: Mantener un equipo humano competente con sentido de pertenencia, compromiso por la empresa y empatía entre el cliente interno y externo.
4. Medio ambiente: Trabajar continuamente por minimizar los riesgos ambientales.

1.4 PROCESOS DE LA EMPRESA

1.4.1 Mapa de procesos de Agroindustrial Molino Sonora

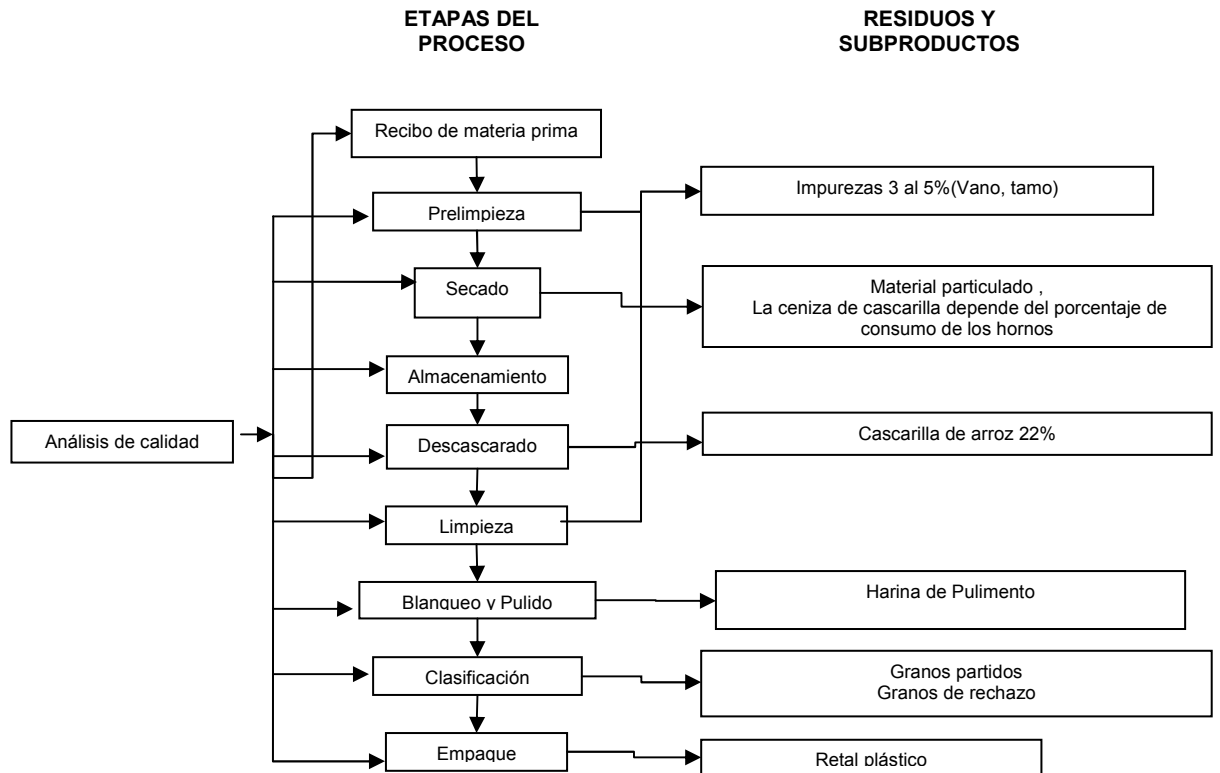
Figura 2. Mapa de procesos de Molino Sonora



Molino Sonora

1.4.2 Diagrama de bloques del proceso de producción de arroz blanco comercial

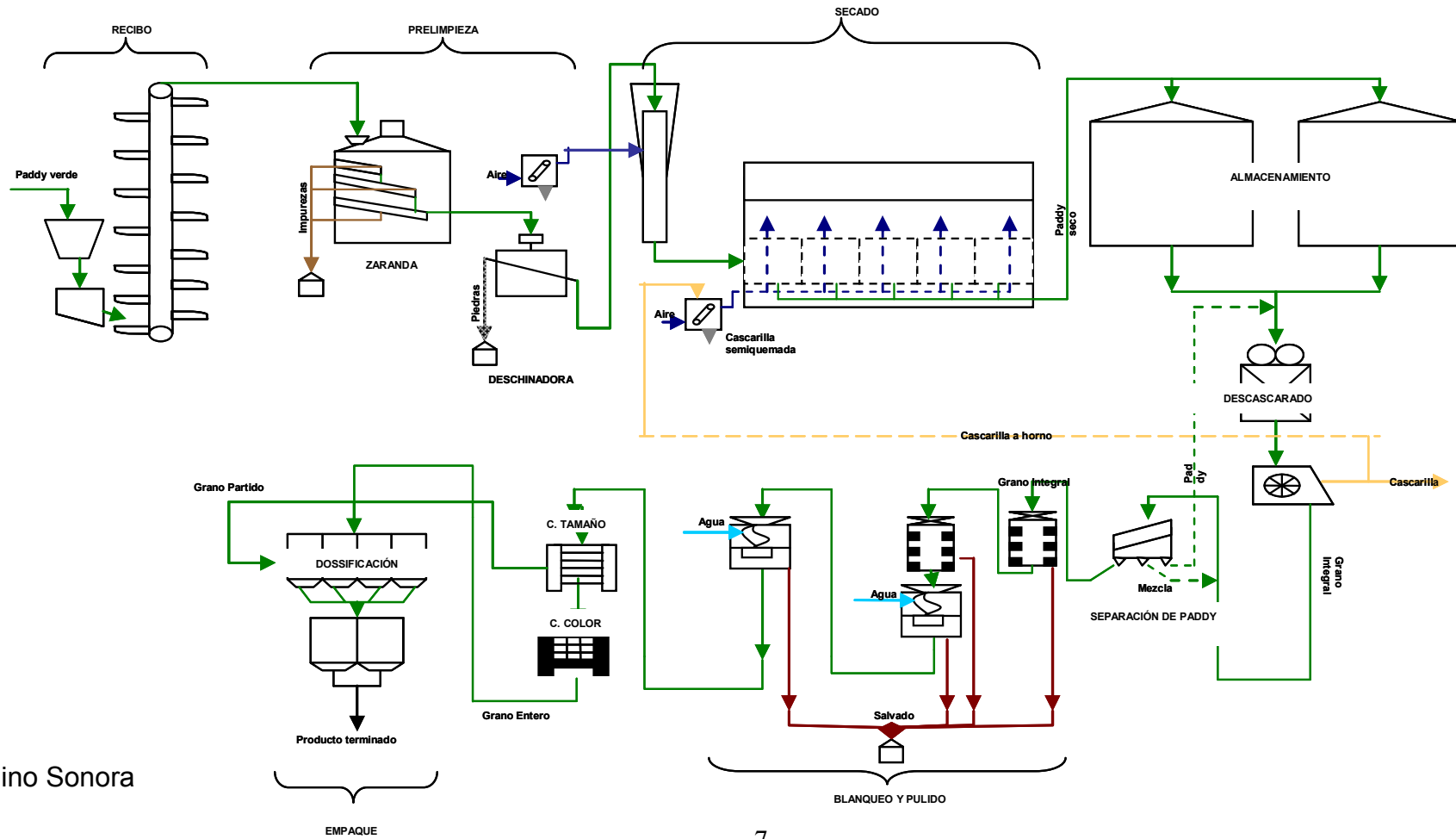
Figura 3. Etapas del proceso de producción de arroz blanco



Molino Sonora

1.4.3 Diagrama de flujo del proceso productivo de arroz blanco

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso productivo de arroz blanco

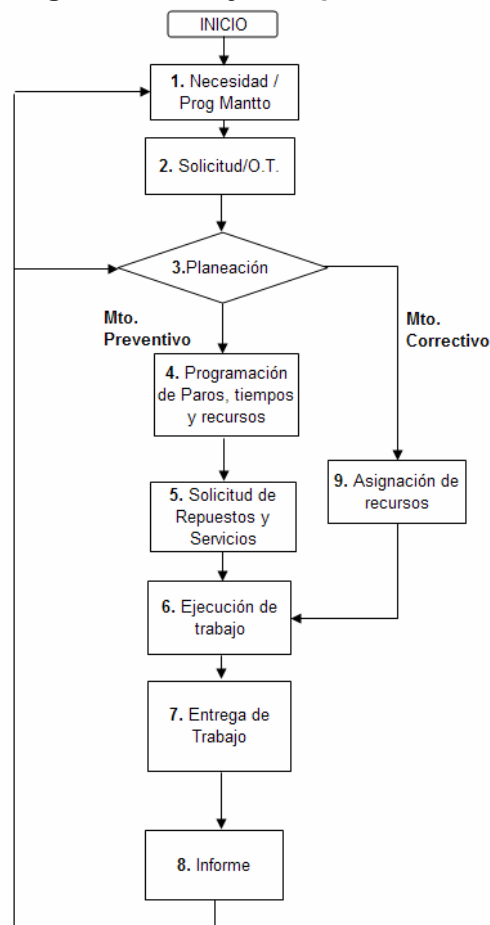


Molino Sonora

1.5 EL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA

Actualmente el mantenimiento en la empresa es correctivo y preventivo, se tiene un procedimiento para estos tipos de mantenimiento que esta en el sistema de gestión de Calidad.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento



Molino Sonora

1.5.1 Correctivo: Se elabora una solicitud de mantenimiento, cuando se presenten problemas con el equipo por parte de los jefes de procesos y se entrega al Jefe de Planta.

El Jefe de planta Coordina el trabajo con los Mecánicos de acuerdo a las prioridades y daño que presente el equipo.

Los mecánicos ejecutan los mantenimientos, registrar en la solicitud el trabajo correctivo ejecutado y entregan el equipo al Jefe de proceso.

1.5.2 Preventivo: Se elabora por parte del jefe de Planta un programa de mantenimiento anual de los equipos de la planta.

Se cuenta con unas listas de chequeos para cada equipo

En el Manual de Equipos se observa los programas preventivos de los equipos y los ítem a inspeccionar.

Se tienen hojas de vidas para equipo de la planta donde se registran todas las acciones correctivas y preventivas realizadas al equipo.

1.6 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La empresa esta en un proceso de crecimiento lo que implica que sus procesos deben estar perfectamente funcionando.

En el proceso de mantenimiento son más los trabajos correctivos que los trabajos preventivos lo que implica paradas por fallas en los equipos y largos tiempos de reparación.

No se tienen indicadores de gestión ni se controlan los costos solo se tiene la referencia de no gastar mas 35.000.000 al mes.

Para el sistema de gestión de calidad se tiene como indicador el tiempo de parada de equipo que afecta la producción total. Este es un parámetro que no mide de forma concreta la gestión de mantenimiento pues hay varios es quipos que se paran pero no afectan la producción total.

En el departamento de mantenimiento se tienen cuatro mecánicos y un electricista que están capacitados para trabajar con cualquier maquina

Cuando los procesos están trabajando de manera continúa en épocas de cosecha siempre aparecen paradas de equipos, y cuando aparecen de noche se tiene que llamar a los mecánicos para que hagan el trabajo correctivo.

2. EL MANTENIMIENTO Y RCM

El mantenimiento significa preservar algo por ende al mantener un activo, el estado que debemos preservarles es aquel en el que continúe haciendo aquello que los usuarios quieran que haga.

Los requerimientos de los usuarios van a depender de dónde y cómo se utilice el activo (contexto operacional). Esto lleva a la siguiente definición formal de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad:

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.

2.1 RCM: LAS SIETE PREGUNTAS BÁSICAS

El proceso de RCM formula siete preguntas acerca del activo o sistema que se intenta revisar:

1. ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
2. ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
5. ¿En qué sentido es importante cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
7. ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

2.1.1 Funciones y Parámetros de Funcionamiento: Cada elemento de los equipos debe de haberse adquirido para unos propósitos determinados.

En otras palabras, deberá tener una función o funciones específicas. La pérdida total o parcial de estas funciones afecta a la organización en cierta manera. La influencia total sobre la organización depende de:

- La función de los equipos en su contexto operacional.

- El comportamiento funcional de los equipos en ese contexto.

Como resultado de esto el proceso de RCM comienza definiendo las funciones y los estándares de comportamiento funcional asociados a cada elemento de los equipos en su contexto operacional.

Cuando se establece el funcionamiento deseado de cada elemento, el RCM pone un gran énfasis en la necesidad de cuantificar los estándares de funcionamiento siempre que sea posible. Estos estándares se extienden a la producción, calidad del producto, servicio al cliente, problemas del medio ambiente, costo operacional y seguridad.

Funciones primarias: Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente.

Funciones secundarias: la cual reconoce que se espera de cada activo que haga más que simplemente cubrir sus funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regulaciones ambientales, y hasta de apariencia del activo.

.

2.1.2 Fallas Funcionales: Una vez que las funciones y los estándares de funcionamiento de cada equipo se hayan definido, el paso siguiente es identificar cómo puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones.

Esto lleva al concepto de una falla funcional, que se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

Esto sugiere que el mantenimiento cumple sus objetivos al adoptar una política apropiada para el manejo de una falla. Sin embargo, antes de poder aplicar una combinación adecuada de herramientas para el manejo de una falla, necesitamos identificar qué fallas pueden ocurrir.

El proceso de RCM lo hace en dos niveles:

En primer lugar, identifica las circunstancias que llevaron a la falla. Luego se pregunta qué eventos pueden causar que el activo falle.

En el mundo del RCM, los estados de falla son conocidos como fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.

Sumado a la incapacidad total de funcionar, esta definición abarca fallas parciales en las que el activo todavía funciona pero con un nivel de desempeño inaceptable (incluyendo las situaciones en las que el activo no puede mantenerlos niveles de calidad o precisión). Evidentemente estas sólo pueden ser identificadas luego de haber definido las funciones y parámetros de funcionamiento del activo.

2.1.3 Modos de Falla: Una vez que se ha identificado cada falla funcional, el próximo paso es tratar de identificar todos los hechos que de manera razonablemente posible puedan haber causado cada estado de falla. Estos hechos se denominan modos de falla. Los modos de falla "razonablemente posibles" incluyen aquellos que han ocurrido en equipos iguales o similares operando en el mismo contexto, fallas que actualmente están siendo prevenidas por regímenes de mantenimiento existentes, así como fallas que aún no han ocurrido pero son consideradas altamente posibles en el contexto en cuestión.

La mayoría de las listas tradicionales de modos de falla incorporan fallas causadas por el deterioro o desgaste por uso normal. Sin embargo, para que todas las causas probables de fallas en los equipos puedan ser identificadas y resueltas adecuadamente, esta lista debería incluir fallas causadas por errores humanos (por parte de los operadores y el personal de mantenimiento), y errores de diseño. También es importante identificar la causa de cada falla con suficiente detalle para asegurarse de no desperdiciar tiempo y esfuerzo intentando tratar síntomas en lugar de causas reales. Por otro lado es igualmente importante asegurarse de no malgastar el tiempo en el análisis mismo al concentrarse demasiado en los detalles.

2.1.4 Efectos de falla: El cuarto paso en el proceso de RCM tiene que ver de los efectos de falla, que describen lo que ocurre con cada modo de falla. Esta descripción debería incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de la falla, tal como:

- Qué evidencia existe (si la hay) de que la falla ha ocurrido
- De qué modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente (si la representa)
- De qué manera afecta a la producción o a las operaciones (si las afecta)
- Qué daños físicos (si los hay) han sido causados por la falla
- Qué debe hacerse para reparar la falla

El proceso de identificar funciones, fallas funcionales, modos de falla, y efectos de falla trae asombrosas y muchas veces apasionantes oportunidades de mejorar el rendimiento y la seguridad, así como también de eliminar el desperdicio.

2.1.5 Consecuencias de la Falla: Una vez que se hayan determinado las funciones, las fallas funcionales, los modos de falla y los efectos de los mismos en cada elemento significativo, el próximo paso en el proceso del RCM es preguntar cómo y (cuánto) importa cada falla. La razón de esto es porque las consecuencias de cada falla dicen si se necesita tratar de prevenirlos. Si la respuesta es positiva, también sugieren con qué esfuerzo debemos tratar de encontrar las fallas.

RCM clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos:

- Consecuencias de las fallas no evidentes:

Las fallas que no son evidentes no tienen impacto directo, pero exponen a la organización a otras fallas con consecuencias serias, a menudo catastróficas. Un punto fuerte del RCM es la forma en que trata las fallas que no son evidentes, primero reconociéndolos como tales, en segundo lugar otorgándoles una prioridad muy alta y finalmente adoptando un acceso simple, práctico y coherente con relación a su mantenimiento.

- Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente:

Una falla tiene consecuencias sobre la seguridad si puede afectar físicamente a alguien. Tiene consecuencias sobre el medio ambiente si infringe las normas gubernamentales relacionadas con el medio ambiente. RCM considera las repercusiones que cada falla tiene sobre la seguridad y el medio ambiente, y lo hace antes de considerar la cuestión del funcionamiento. Pone a las personas por encima de la problemática de la producción.

- Consecuencias Operacionales:

Una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción (capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costos industriales en adición al costo directo de la reparación). Estas consecuencias cuestan dinero, y lo que cuesten sugiere cuánto se necesita gastar en tratar de prevenirlas.

- Consecuencias que no son operacionales:

Las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad ni a la producción, por lo que el único gasto directo es el de la reparación.

Si una falla tiene consecuencias significativas en los términos de cualquiera de estas categorías, es importante tratar de prevenirlas. Por otro lado, si las consecuencias no son significativas, entonces no merece la pena hacer cualquier tipo de mantenimiento sistemático que no sea el de las rutinas básicas de lubricación y servicio.

Por eso en este punto del proceso del RCM, es necesario preguntar si cada falla tiene consecuencias significativas. Si no es así, la decisión normal a falta de ellas es un mantenimiento que no sea sistemático. Si por el contrario fuera así, el paso siguiente sería preguntar qué tareas sistemáticas (si las hubiera) se deben de realizar. Sin embargo, el proceso de selección de la tarea no puede ser revisado significativamente sin considerar primero el modo del falla y su efecto sobre la selección de los diferentes métodos de prevención.

2.1.6 Tareas de mantenimiento: La mayoría de la gente cree que el mejor modo de mejorar al máximo la disponibilidad de la planta es hacer algún tipo de mantenimiento de forma rutinaria. El conocimiento de la Segunda Generación sugiere que esta acción preventiva debe de consistir en una reparación del equipo o cambio de componentes a intervalos fijos. Supone que la mayoría de los elementos funcionan con precisión para un período y luego se deterioran rápidamente. El pensamiento tradicional sugiere que un histórico extenso acerca de las fallas anteriores permitirá determinar la duración de los elementos, de forma que se podrían hacer planes para llevar a cabo una acción preventiva un poco antes de que fueran a fallar.

Esto es verdad todavía para cierto tipo de equipos sencillos, y para algunos elementos complejos con modos de falla dominantes. En particular, las características de desgaste se encuentran a menudo donde los equipos entran en contacto directo con el producto.

El reconocimiento de estos hechos ha persuadido a algunas organizaciones a abandonar por completo la idea del mantenimiento sistemático. De hecho, esto puede ser lo mejor que hacer para fallas que tengan consecuencias sin importancia. Pero cuando las consecuencias son significativas, se debe de hacer algo para prevenir los fallas, o por lo menos reducir las consecuencias. RCM reconoce cada una de las tres categorías más importantes de tareas preventivas, como siguen:

- Tareas “A Condición”:

La necesidad continua de prevenir ciertos tipos de falla, y la incapacidad creciente de las técnicas tradicionales para hacerlo, han creado los nuevos tipos de prevención de fallas. La mayoría de estas técnicas nuevas se basan en el hecho de que la mayor parte de las fallas dan alguna advertencia de que están a punto de ocurrir. Estas, advertencias se conocen como fallas potenciales y se definen como las condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir una falla funcional o que está en el proceso de ocurrir.

Las nuevas técnicas se usan para determinar cuando ocurren los fallas potenciales de forma que se pueda hacer algo antes de que se conviertan en verdaderos fallas funcionales. Estas técnicas se conocen como tareas a condición, porque los elementos se dejan funcionando a condición de que continúen satisfaciendo los estándares de funcionamiento deseado.

Muchas fallas serán detectables antes de que ellas alcancen un punto donde la falla funcional donde se puede considerar que ocurre la falla funcional.

- Tareas de Reacondicionamiento Cíclico y de Sustitución Cíclica

Los equipos son revisados o sus componentes reparados a frecuencias determinadas, independientemente de su estado en ese momento. Si la falla no es detectable con tiempo suficiente para evitar la falla funcional entonces la lógica pregunta si es posible reparar el modo de falla del ítem para reducir la frecuencia (índice) de la falla.

Algunas fallas son muy predecibles aún si no pueden ser detectadas con suficiente tiempo.

Estas fallas pueden ser difíciles de detectar a través del monitoreo por condición a tiempo para evitar la falla funcional, o ellas pueden ser tan predecibles que el monitoreo para lo evidente no esta garantizado. Si no es práctico reemplazar componentes o restaurar de manera que queden en condición "como nuevos" a través de algún tipo de uso o acción basada en el tiempo entonces puede ser posible reemplazar el equipo en su totalidad.

Usted debe reconocer que las fallas no sucederán exactamente cuando se fueron predecidas, de manera que usted debe permitir algún margen de tiempo. Reconozca también que la información que usted está usando para basar su decisión puede ser errónea o incompleta. Para simplificar el próximo paso, el cual supone el agrupado de tareas similares, ello tiene sentido para predeterminar un número de frecuencias aceptables tales como diarias, semanales, unidades

producidas, distancias recorridas o número de ciclos operativos, etc. Seleccionar aquellos que están más cerca de las frecuencias que su mantenimiento y sus historia operativa le ordena tiene sentido en realidad.

2.1.7 Acciones a “falta de”: Además de preguntar si las tareas sistemáticas son técnicamente factibles, el RCM se pregunta si vale la pena hacerlas. La respuesta depende de cómo reaccione a las consecuencias de las fallas que pretende prevenir.

Al hacer esta pregunta, el RCM combina la evaluación de la consecuencia con la selección de la tarea en un proceso único de decisión, basado en los principios siguientes:

Una acción que signifique prevenir la falla de una función no evidente sólo valdrá la pena hacerla si reduce el riesgo de una falla múltiple asociado con esa función a un nivel bajo aceptable. Si no se puede encontrar una acción sistemática apropiada, se debe llevar a cabo la tarea de búsqueda de fallas.

En el caso de modos de falla ocultos que son comunes en materia de seguridad o sistemas protectores no puede ser posible monitorear en busca de deterioro porque el sistema está normalmente inactivo. Si el modo de falla es fortuito puede no tener sentido el reemplazo de componentes con base en el tiempo porque usted podría estar reemplazando con otro componente similar que falla inmediatamente después de ser instalado.

En estos casos la lógica RCM pide explorar con pruebas para hallar la falla funcional. Estas son pruebas que pueden causar que el dispositivo se active, demostrando la presencia o ausencia de una funcionalidad correcta. Si tal prueba no es posible se debe re-diseñar el componente o sistema para eliminar la falla oculta.

Las tareas de búsqueda de fallas consisten en comprobar las funciones no evidentes de forma periódica para determinar si ya han fallado. Si no se puede encontrar una tarea de búsqueda de fallas que reduzca el riesgo de falla a un nivel bajo aceptable, entonces la acción “a falta de” secundaria sería que la pieza debe rediseñarse.

Una acción que signifique el prevenir una falla que tiene consecuencias en la seguridad o el medio ambiente merecerá la pena hacerla si reduce el riesgo de esa falla en sí mismo a un nivel realmente bajo, o si lo suprime por completo. Si no se puede encontrar una tarea que reduzca el riesgo de falla a un nivel bajo aceptable, el componente debe rediseñarse.

Si la falla tiene consecuencias operacionales, sólo vale la pena realizar una tarea sistemática si el costo total de hacerla durante cierto tiempo es menor que el costo de las consecuencias operacionales y el costo de la reparación durante el mismo período de tiempo. Si no es justificable, la decisión “a falta de” será el no mantenimiento sistemático. (Si esto ocurre y las consecuencias operacionales no son aceptables todavía, entonces la decisión “a falta de” secundaria sería rediseñar de nuevo). En otras palabras en el caso de fallas que no están ocultas y en las que no se puede predecir con suficiente tiempo para evitar la falla funcional y no se puede prevenir la falla a través del uso o realizar reemplazos con base en el tiempo es posible puede o re – diseñar o aceptar la falla y sus consecuencias. Si no hay consecuencias que afecten la operación pero hay costos de mantenimiento, se puede optar por una elección similar. En estos casos la decisión está basada en las economías – es decir, el costo de re –diseñar contra el costo de aceptar las consecuencias de la falla (tal como la producción perdida, costos de reparación, horas extras, etc.).

De forma similar, si una falla no tiene consecuencias operacionales, sólo vale la pena realizar la tarea sistemática si el costo de la misma durante un período de tiempo es menor que el de la reparación durante el mismo período. Si no son justificables, la decisión inicial “ a falta de” sería de nuevo el no mantenimiento sistemático, y si el costo de reparación es demasiado alto, la decisión “a falta de” secundaria sería volver a diseñar de nuevo.

Este enfoque gradual de “arriba-abajo” significa que las tareas sistemáticas sólo se especifican para elementos que las necesitan realmente. Esta característica del RCM normalmente lleva a una reducción significativa en los trabajos rutinarios. También quiere decir que las tareas restantes son mas probables que se hagan bien. Esto combinado con tareas útiles equilibradas llevara a un mantenimiento más efectivo.

Tradicionalmente, los requerimientos del mantenimiento se evaluaban en términos de sus características técnicas reales o supuestas, sin considerar de nuevo que en diferentes condiciones se aplican consecuencias diferentes. Esto resulta en un gran número de planes que no sirven para nada, no porque sean “equivocados”, sino porque no consiguen nada.

El proceso del RCM considera los requisitos del mantenimiento de cada elemento antes de preguntarse si es necesario volver a considerar el diseño. Esto es porque el ingeniero de mantenimiento que está de servicio hoy tiene que mantener los equipos como está funcionando hoy, y no como debería de estar o puede que esté en el futuro.

Después analizar los modos de falla a través de la lógica mencionada anteriormente, los expertos deben luego consolidar las labores en un plan de mantenimiento para el sistema. Este es el "producto final" del RCM. Cuando esto ha sido producido, el encargado del mantenimiento y el operador deben continuamente esforzarse por optimizar el producto

2.2 PERSONAL IMPLICADO

El proceso del RCM incorpora siete preguntas básicas. En la práctica el personal de mantenimiento no puede contestar a todas estas preguntas por sí mismos. Esto es porque muchas (si no la mayoría) de las respuestas sólo pueden proporcionarlas el personal operativo o el de producción.

Esto se aplica especialmente a las preguntas que conciernen al funcionamiento deseado, los efectos de las fallas y las consecuencias de los mismos.

Por esta razón, una revisión de los requerimientos del mantenimiento de cualquier equipo debería de hacerse por equipos de trabajo reducidos que incluyan por lo menos una persona de la función del mantenimiento y otra de la función de producción. La antigüedad de los miembros del grupo es menos importante que el hecho de que deben de tener un amplio conocimiento de los equipos que se están estudiando. Cada miembro del grupo deberá también haber sido entrenado en RCM.

El uso de estos grupos no sólo permite que los directivos obtengan acceso de forma sistemática al conocimiento y experiencia de cada miembro del grupo, sino que además reparte de forma extraordinaria los problemas del mantenimiento y sus soluciones.

2.2.1 Los Facilitadores: Los grupos de revisión del RCM trabajan bajo la asesoría de un especialista bien entrenado en el RCM, que se conoce como un facilitador. Los facilitadores son el personal más importante en el proceso de revisión del RCM. Su papel es asegurar que:

- Se aplique el RCM correctamente (que se hagan las preguntas correcta mente y en el orden previsto, y que todos los miembros del grupo las comprendan.)
- Que el personal del grupo (especialmente el de producción y mantenimiento) consiga un grado razonable de consenso general acerca de cuales son las respuestas a las preguntas formuladas.
- Que no se ignore cualquier componente o equipo

- Que las reuniones progresen de forma razonable
- Que todos los documentos del RCM se llenen debidamente.

2.2.2 Los Auditores: Inmediatamente de que se haya completado la revisión de cada elemento de los equipos importantes, el personal de gerencia que tenga la responsabilidad total de la planta necesitará comprobar que ha sido hecha correctamente y que está de acuerdo con la evaluación de las consecuencias de las fallas y la selección de las tareas. Este personal no tiene que efectuar la intervención personalmente, sino que pueden delegarla en otros que en su opinión estén capacitados para realizarla.

2.3 LOS BENEFICIOS A CONSEGUIR POR RCM

¿Qué puede lograr el RCM?

El RCM ha sido usado por una amplia variedad de industrias durante los últimos diez años.

Cuando se aplica correctamente produce los beneficios siguientes:

2.3.1 Mayor seguridad y protección del entorno, debido:

- Mejoramiento en el mantenimiento de los dispositivos de seguridad existentes.
- La disposición de nuevos dispositivos de seguridad.
- La revisión sistemática de las consecuencias de cada falla antes de considerar la cuestión operacional.
- Claras estrategias para prevenir los modos de falla que puedan afectar a la seguridad, y para las acciones “a falta de” que deban tomarse si no se pueden encontrar tareas sistemáticas apropiadas.
- Menos fallas causadas por un mantenimiento innecesario.

2.3.2 Mejores rendimientos operativos, debido a:

- Un mayor énfasis en los requisitos del mantenimiento de elementos y componentes críticos.
- Un diagnóstico más rápido de las fallas mediante la referencia a los modos de falla relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.

- Menor daño secundario a continuación de las fallas de poca importancia (como resultado de una revisión extensa de los efectos de las fallas).
- Intervalos más largos entre las revisiones, y en algunos casos la eliminación completa de ellas.
- Listas de trabajos de interrupción más cortas, que llevan a paradas más cortas, más fácil de solucionar y menos costosas
- Menos problemas de “desgaste de inicio” después de las interrupciones debido a que se eliminan las revisiones innecesarias.
- La eliminación de elementos superfluos y como consecuencia los fallas inherentes a ellos.
- La eliminación de componentes poco fiables.
- Un conocimiento sistemático acerca de la nueva planta.

2.3.3 Mayor Control de los costos del mantenimiento, debido a:

- Menor mantenimiento rutinario innecesario
- Mejor compra de los servicios de mantenimiento (motivada por el énfasis sobre las consecuencias de las fallas)
- La prevención o eliminación de las fallas costos.
- Unas políticas de funcionamiento más claras, especialmente en cuanto a los equipos de reserva
- Menor necesidad de usar personal experto caro porque todo el personal tiene mejor conocimiento de las plantas
- Pautas más claras para la adquisición de nueva tecnología de mantenimiento, tal como equipos de monitorización de la condición (“condition monitoring”)
- Además de la mayoría de la lista de puntos que se dan más arriba bajo el título de “Mejores rendimientos operativos”.

2.3.4 Más larga vida útil de los equipos, debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”

2.3.5 Una amplia base de datos de mantenimiento, que:

- Reduce los efectos de la rotación del personal con la pérdida consiguiente de su experiencia y competencia.
- Provee un conocimiento general de la planta más profundo en su contexto operacional.
- Provee una base valiosa para la introducción de los sistemas expertos
- Conduce a la realización de planos y manuales más exactos
- Hace posible la adaptación a circunstancias cambiantes (tales como nuevos horarios de turno o una nueva tecnología) sin tener que volver a considerar desde el principio todas las políticas y programas de mantenimiento.

2.3.6 Mayor motivación de las personas: Especialmente el personal que está interviniendo en el proceso de revisión. Esto lleva a un conocimiento general de la planta en su contexto operacional mucho mejor, junto con un “compartir” más amplio de los problemas del mantenimiento y de sus soluciones. También significa que las soluciones tienen mayores probabilidades de éxito.

2.3.7 Mejor trabajo de grupo: Motivado por un planteamiento altamente estructurado del grupo a los análisis de los problemas del mantenimiento y a la toma de decisiones.

Esto mejora la comunicación y la cooperación entre:

- Las áreas:
Producción u operación así como los de la función del mantenimiento.
- Personal de diferentes niveles:
Los gerentes los jefes de departamentos, técnicos y operarios.
- Especialistas internos y externos:

Los diseñadores de la maquinaria, vendedores, usuarios y el personal encargado del mantenimiento.

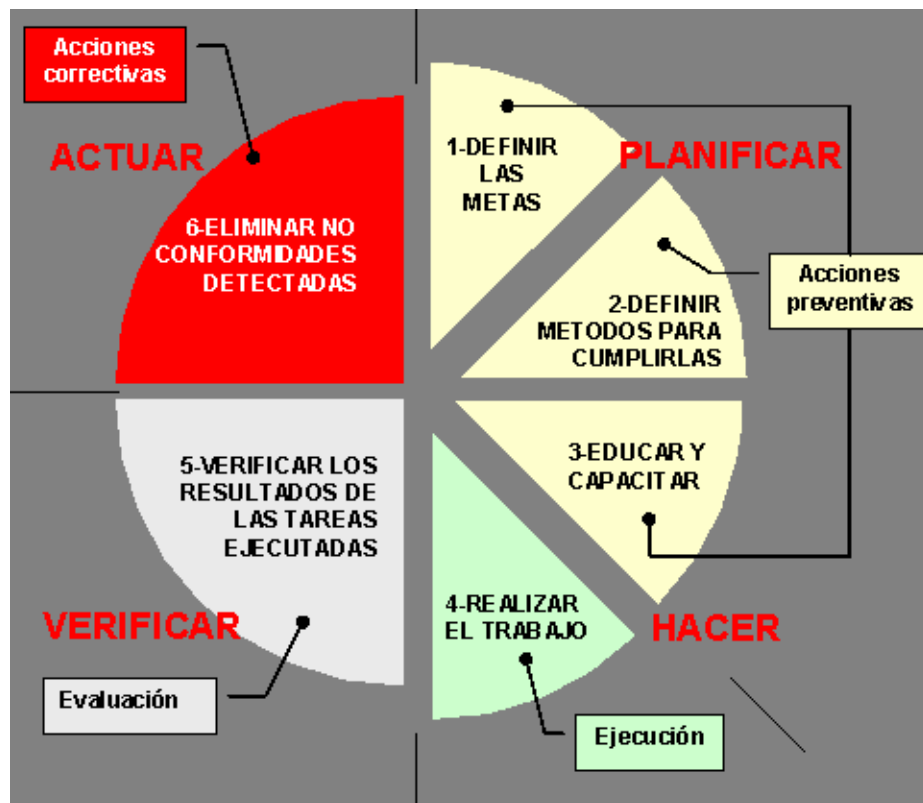
Muchas compañías que han usado ambos sistemas de mantenimiento han encontrado que el RCM les permite conseguir mucho más en el campo de la formación de equipos que en la de los círculos de calidad, especialmente en las plantas de alta tecnología.

3. MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

3.1 CICLO PHVA

Para organizar el proceso de mantenimiento se va a tomar el modelo de gestión del ciclo PHVA

Figura 6: Ciclo PHVA



3.1.1 Planear: Es establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

- Identificar servicios
- Identificar clientes

- Identificar requerimientos de los clientes
- Trasladar los requerimientos del cliente a especificaciones
- Identificar los pasos claves del proceso (diagrama de flujo)
- Identificar y seleccionar los parámetros de medición
- Determinar la capacidad del proceso
- Identificar con quien compararse (benchmarks)

3.1.2 Hacer: En el Hacer se hace la implementación de lo definido en la planeación, es decir, toda la Organización se alinea de acuerdo a las definiciones, se conforman equipos de trabajo para que documenten los procesos con el enfoque de PHVA y con una metodología definida.

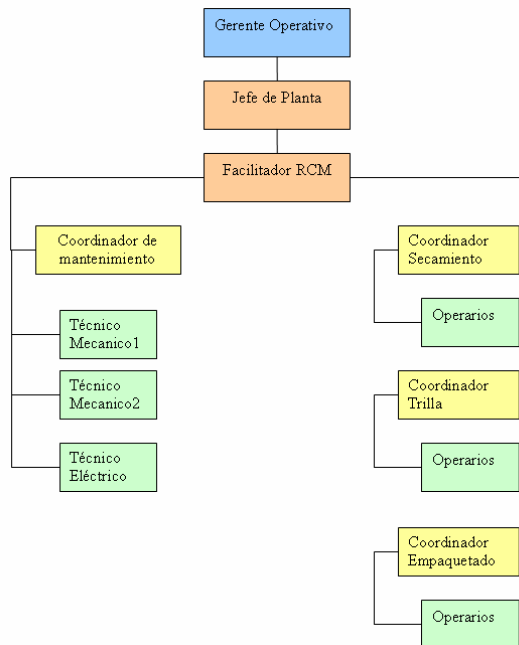
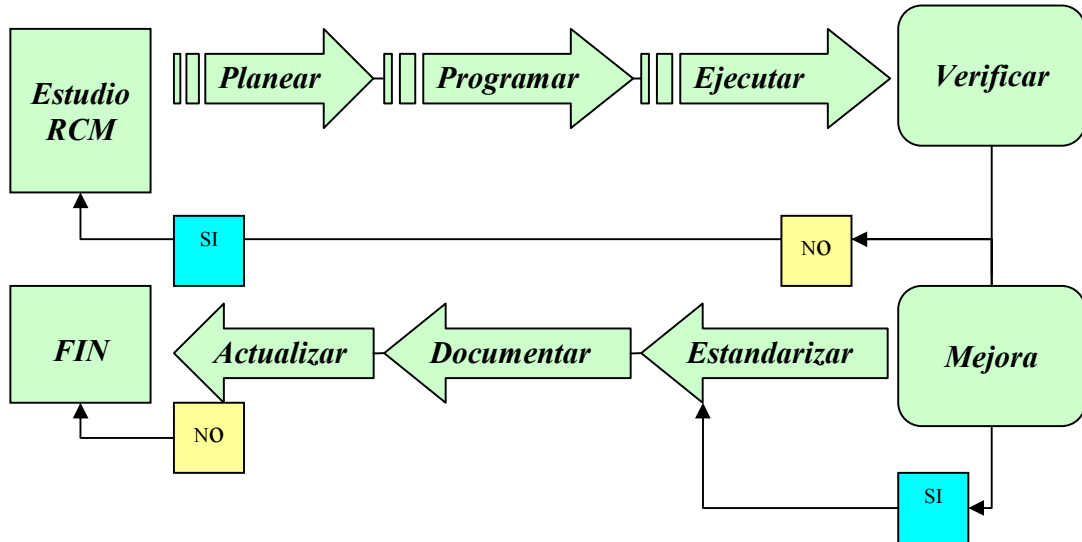
- Implementación de los procesos.
- Identificar oportunidades de mejora
- Desarrollo del plan piloto
- Implementar las mejoras

3.1.3 Verificar: Realizar el seguimiento y medir los procesos y los productos contra las políticas, los objetivos y los requisitos del producto e informar sobre los resultados.

- Evaluar la efectividad

3.1.4 Actuar: En el Actuar, se aplica el subproceso de Acciones correctivas, preventivas y planes de mejoramiento como consecuencia de unos informes de auditorias, adicionalmente se aplica la metodología para análisis y solución de problemas a aquellos subprocesos que necesitan un mejoramiento continuo para luego incorporarlos en los subprocesos y convertirlos nuevamente como parte del día a día.

Figura 7. Modelo de Gestión propuesto



Propia fuente

3.2 APLICACIÓN DEL RCM AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ARROZ BLANCO

3.2.1 Contexto operacional: Los camiones de los agricultores entran por una báscula de pasa de 80 ton donde se hace un muestreo para determinar la calidad de entrada del paddy que debe estar entre 24 % de humedad y un 3% de impurezas.

- **Secamiento:**

Todo el paddy que ingresa a la planta llega a una tolva de recibo de capacidad de 7000 bultos/día, pasa a una banda transportadora de 24" con capacidad de 60 ton/hora y es llevado a dos Escalpers de prelimpieza de 40 Ton/hora cada uno donde se le retira la impureza grande que viene del lote. Sacan el 1% de impurezas

Figura 8. Tolvas de recibo



Figura 9. Scalpers



El paddy después de pasar por esta primera limpieza pasa por una segunda limpieza que se hace en unas prelimpiadoras de 30 Ton/hora que son las

encargadas de sacar todos los tallos cortos que vienen del lote. Sacan el 1% de las impurezas

Figura 10. Prelimpiadoras



Después de pasar por estas 4 maquinas el paddy empieza el proceso de secamiento, hay dos tipos de secamiento estático y dinámico:

Estático: Se realiza en silos inclinados donde el paddy dura un promedio de 36 horas y se baja de 24% de humedad a un 13% de humedad.

Figura 11. Albercas Inclinadas



Dinámico: Se realiza por una torre tiene una capacidad de 120 Ton/hora su principio de funcionamiento es recircular el paddy y hacer pasar por un flujo de aire caliente de 80000 CFM a una temperatura de 60°C por un periodo de 5 minutos. La duración de secado en esta maquina es de 10 horas promedio. Baja la humedad de 24% al 13%.

Figura 12. Torre agrimaq



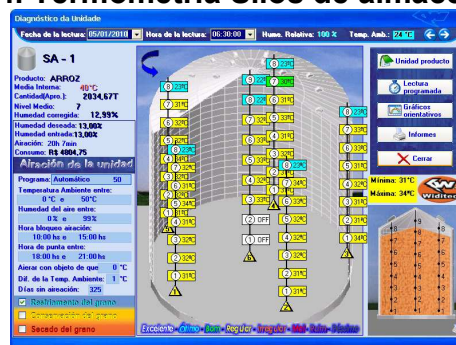
Después de seco el arroz se pasa a los silos de almacenamiento donde se almacena por periodos de dos a tres meses. Se tienen 5 silos de 2500 Ton y uno de 1500 ton.

Figura 13. Silos de almacenamiento



Estos silos cuentan con un sistema de termometría automático que mantiene la humedad del grano y evita las pérdidas de peso.

Figura 14. Termometría Silos de almacenamiento



- **Trilla:**

El proceso de trilla se inicia después de dos meses de reposo, se vuelve a limpiar el arroz paddy.

Se pasa el paddy por los descascaradores donde se le retira la cascarilla quedando un 92% de descascarado y un 4% de grano partido, el principio de funcionamiento es de dos rodillos girando a diferentes velocidades lo que hace una fricción a grano donde retira la cascarilla, en esta misma maquina esta la ciclo aventadora que es la encargada de separar el grano integral de la cascarilla y lo hace por peso.

Figura 15. Descascaradores y Ciclo Aventadoras



Para complementar la separación del integral con el grano paddy se tienen dos separadoras densimetricas, con capacidad de 5 ton cada una. Tienen tres salidas, por la primera sale todo el grano integral que va para el proceso de pulimento y separación por tamaño, por la segunda sale una mezcla de integral y paddy que se retorna a las mesas, y por la tercera sale paddy y se retorna a los descascaradores.

Figura 16. Mesas densimetricas



Cuando el integral sale de las separadoras pasa a dos maquinas despedradoras que retiran las piedras y las semillas del integral trabajan con 4 cilindros de 18" de diámetro.

Después de limpio el arroz integral se pasa al proceso de pulimiento que se hace en tres pasos:

1. Pulidores VTA : El principio de funcionamiento son 7 piedras girando a una velocidad de 550 rpm, tienen unas mayas por las cuales pasa la harina que es retirada del grano integral, el grano sale con un 29° Kett de blancura, 9% de grano partido.
2. Pulidores VBF: En este pulidor se tiene girando una masa de acero inoxidable a 750 rpm en sentido vertical, el grano sale con 36°kett de blancura y 11% de grano partido.
3. Pulidores KB40: En el gira una masa en sentido horizontal a 900 rpm, al pasar el grano por esta maquina logra un blancura de 40 °Kett y un partido de 12 %.

Figura 17. Pulidores VTA y VBF dos líneas



Figura 18. Pulidores KB40



Después de pasar por las líneas de pulimento se hace una separación por tamaño con unas maquinas rotativas que tienen tres mayas de 4mm, 3.75mm y 2.75mm de las cuales sale grano entero, medio grano y granza.

El grano entero se envía para almacenamiento para después ser clasificado electrónicamente para este proceso se tienen 4 clasificadoras electrónicas, dos electrónicas RMGS 841 que trabajan como primarias con una capacidad de 10 ton/hora cada una, hay una RMGS 560 que recoge los rechazos de las dos electrónicas y lo clasifica mandando el aceptado de nuevo al proceso, el rechazo de esta maquina sale a bulto y se vende como rechazo final

Hay una electrónica en un proceso aparte que trabaja clasificando el medio grano

Figura 19. Clasificadoras electrónicas



Después de la clasificación electrónica se hace una dosificación electrónica para mezclar las diferentes calidades que se sacan durante el día.

Figura 20. Dosificadores electrónicos



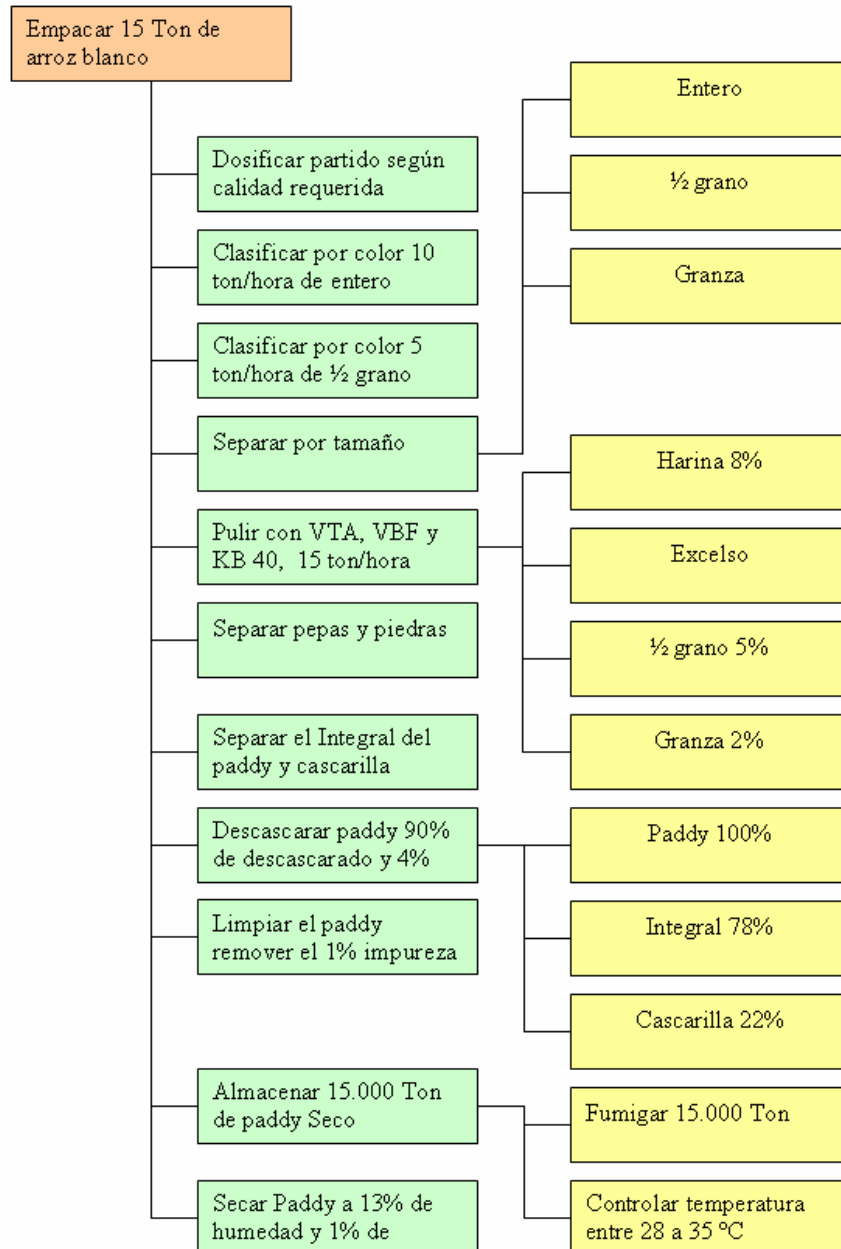
- **Empaquetado:**

Se cuenta con 7 maquinas de empaque dos trabajan en 3K y 5K sacan un promedio de 35 bolsas en 5k y 40 bolsas en 3K por minuto, tres maquinas que trabajan con 1K y Libra con una capacidad de 50 bolsas de 1K y 60 bolsas de libra por minuto, una maquina de libra que produce 60 bolsas por minuto, y una maquina que produce 700 tategas de 10K por hora

Figura 21. Maquinas de Empaquetado



3.2.2 Diagrama funcional de bloques para la producción de arroz blanco



3.3 ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y jerarquizar por su importancia los elementos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos).

El método utilizado es un método semicuantitativo bastante sencillo y práctico soportado en el concepto de riesgo.

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} \times \text{consecuencias de Fallas (I)}$$

$$\text{Frecuencia} = \text{Rango de Fallas en un tiempo determinado (Fallas/año)}$$

$$\text{Consecuencias} = ((\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costos de Mtto} + \text{Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene})(\$,\$US)$$

Tabla 1: Factores Ponderados a ser evaluados

<p align="center">Frecuencia de Fallas</p> <p><i>Pobre mayor a 2 fallas/año</i> 4</p> <p><i>Promedio 1 – 2 fallas/año</i> 3</p> <p><i>Buena 0.5 – 1 falla/año</i> 2</p> <p><i>Excelente menos de 0.5 falla/año</i> 1</p>		<p align="center">Costo de Mtto</p> <p><i>Mayor o igual 200.000</i> 2</p> <p><i>Inferior a 200.000</i> 1</p>	
<p align="center">Impacto Operacional</p> <p><i>Perdida de todo el despacho</i> 10</p> <p><i>Parada del sistema y tiene Repercusión en otros sistemas</i> 7</p> <p><i>Impacta en niveles de Inventario y calidad</i> 4</p> <p><i>No genera ningún efecto</i></p> <p><i>Significativo sobre operaciones y producción</i> 1</p>		<p align="center">Impacto en seguridad Ambiente Higiene (SAH)</p> <p><i>Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos de la organización</i> 8</p> <p><i>Afecta el ambiente y las instalaciones</i> 7</p> <p><i>Afecta las instalaciones causando Daños severos</i> 5</p> <p><i>Provoca daños menores (ambiente Seguridad)</i> 3</p> <p><i>No provoca ningún tipo de daños a Personas instalaciones o al ambiente</i> 1</p>	
<p align="center">Flexibilidad Operacional</p> <p><i>No existe opción de producción Y no hay función de repuesto</i> 4</p> <p><i>Hay opción de repuesto Compartido/almacén</i> 2</p> <p><i>Función de repuesto disponible</i> 1</p>			

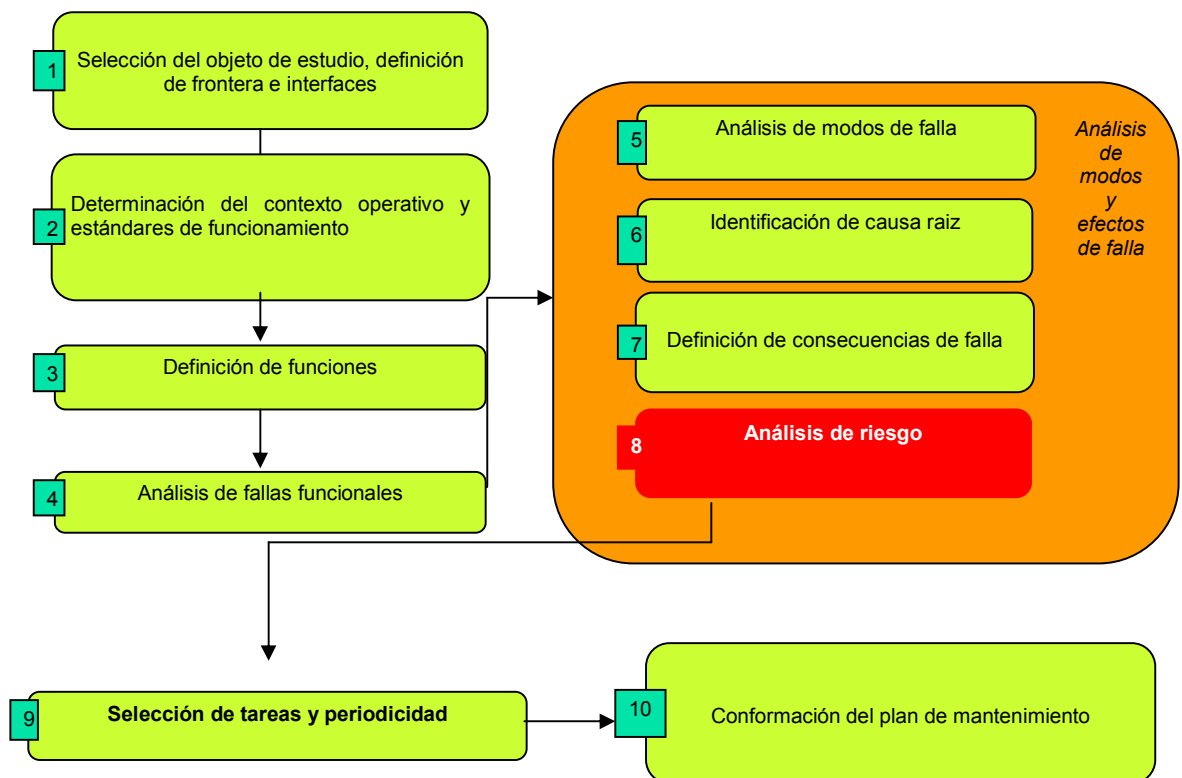
Después de asignar valores a cada uno de los factores ponderados se utiliza la siguiente tabla donde se definen si son Críticos, Medio Críticos, No críticos

Frecuencia

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	NC	MC	C	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

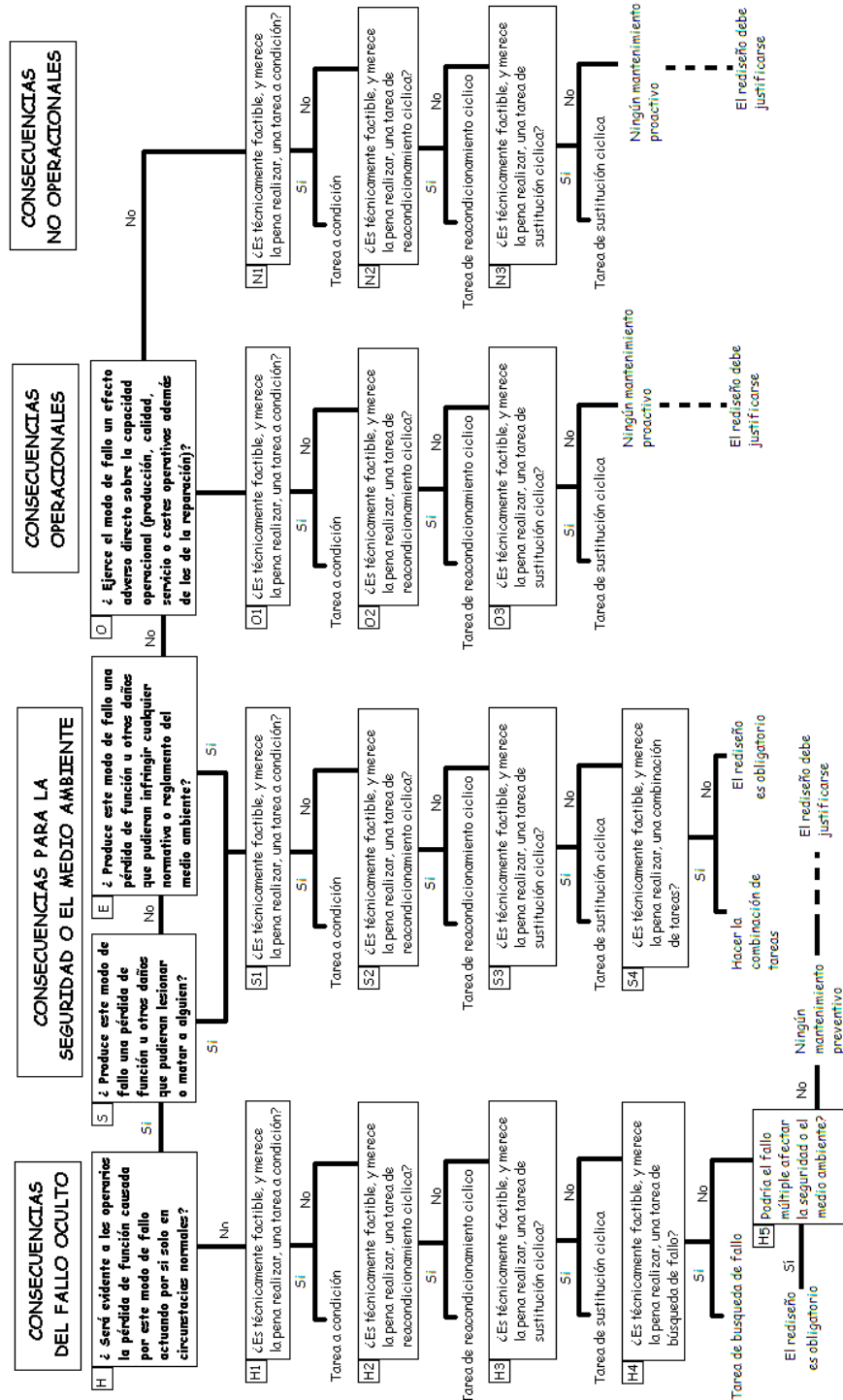
3.4 APLICACIÓN DE RCM AL PROCESO DE MANTENIMIENTO

Figura 22. Diagrama de flujo de la aplicación RCM



3.5 DIAGRAMA DE DECISIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CONSECUENCIAS

Figura 23. Diagrama de decisiones para el establecimiento de consecuencias



3.6 HOJA DE FUNCIONES, FALLA DE FUNCIÓN, MODOS DE FALLA Y EFECTOS DE MODOS DE FALLA

Tabla 2. Hoja de funciones, falla de función, modos de falla y efectos de modos de falla

HOJA DE TRABAJO RCM						
Equipo:				Equipo de trabajo:		Fecha de realización
Componente:				Abrobado por		Fecha de aprobación
C.F.	FUNCIÓN	C.F.F.	FALLA DE FUNCIÓN	C.M.F.	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE LOS MODOS DE FALLA (Qué sucede cuando falla)
1		1A		1A1		
				1A2		
				1A3		
				1A4		
				1A5		
				1A6		
		1B		1B1		
				1B2		
2		2A		2A1		
				2A2		
				2A3		

3.7 HOJA DE EVALUACIÓN, DECISIÓN Y TAREAS PROPUESTAS

Tabla 3. Hoja de evaluación, decisión y tareas propuestas

HOJA DE TRABAJO RCM																
Equipo									Equipo de trabajo:			Fecha de realización				
Componente									Abrobado por			Fecha de aprobación				
Ref. Información			Evaluación Consecuencias				Decisión			Tareas "a falta de"			Tareas Propuestas	Frec. Inicial	A realizar por...	
F	FF	MF	H	S	E	O	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	H4	H5	S4				
1	A	1														
1	A	2														
1	A	3														
1	A	4														
1	A	5														
1	A	6														
1	B	1														
1	B	2														
2	A	1														
2	A	2														
2	A	3														

3.8 INDICADORES DE GESTIÓN

Un indicador de gestión está formado por la relación de dos dimensiones cuantificadas que pueden ser de naturalezas diferentes. El indicador permite la comprobación de datos externos o internos y se pueden plantear indicadores que miden la gestión dependiendo si son de operación, de costo o de personal.

3.8.1 Indicadores de costo de mantenimiento

- **Indicador de costo de mantenimiento por facturación.** Este índice muestra la relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado.

$$CMTF = \frac{CTM}{FTEP}$$

- **Indicador de mano de obra externa.** Indica la relación entre gastos totales de mano de obra externa como contratación eventual y/o gastos de mano de obra en proporción a los servicios de contratos permanentes y la mano de obra total empleada en los servicios, durante el periodo considerado.

En el cálculo de éste, se pueden considerar, todos los tipos de mano de obra externa o por especialización.

La incidencia constante de valores diferentes a cero para este índice puede significar que el cuadro de personal de ejecución es insuficiente o mal preparado para algunas actividades

$$CMOE = \frac{CMOC(Totalidad)}{FTEP(Totalidad)}$$

- **Indicador de costo de mantenimiento por producción.** Este indicador muestra la influencia que tiene el costo de mantenimiento en el costo final del producto normalmente puede rondar entre el 5 y el 12 %.

$$CMPP = \frac{\text{Costos de mantenimientos totales}}{\text{Costo de produccion}}$$

- **Indicador de mantenimiento por valor inmovilizado.** Este indicador muestra la relación entre el costo de mantenimiento y el valor inmovilizado. Pone de manifiesto el grado de envejecimiento de la instalación a mantener, puede rondar entre el 4 % y el 5%.

$$CMPV = \frac{\text{Costo de mantenimiento totales}}{\text{Valor inmovilizado bruto (Maquinas y equipos)}}$$

- **Indicador de costos de mantenimiento preventivo por mantenimientos totales.** Este indicador pone de manifiesto el grado de utilización de técnicas preventivas frente a las correctivas; este puede rondar en el 20 %.

$$CPTC = \frac{\text{Costo de preventivo}}{\text{Costos totales (preventivo + correctivo)}}$$

3.8.2 Indicadores de Mano de obra:

- **Horas de paro por horas realizadas.** Este indicador muestra la relación entre las horas empleadas para la producción y las de paro del equipo por averías. Al tomar las horas de paro, en lugar del número de averías, se introduce en la relación, un concepto de gravedad de las averías. Al tomar las horas de producción realizadas, también se consideran la tasa de inutilización del equipo la cual generalmente oscila entre el 1 % y el 3 %.

$$HPHP = \frac{\text{Horas de paro por mantenimiento}}{\text{Horas de produccion realizadas}}$$

- **Trabajos en mantenimiento preventivo.** Señala la relación entre las horas hombre gastadas en trabajos programados en mantenimiento preventivo y las horas disponibles, entendiéndose por horas hombre disponibles

aquellos presentes en la instalación y que están físicamente posibilitados para desempeñar los trabajos requeridos.

$$TMP = \frac{HHMP(Totalidad)}{HHD}$$

- **Trabajo en mantenimiento correctivo.** Es la relación entre las horas hombre gastadas en reparaciones de mantenimiento correctivos y las horas hombre disponibles.

$$TMC = \frac{HHMC(Totalidad)}{HHD}$$

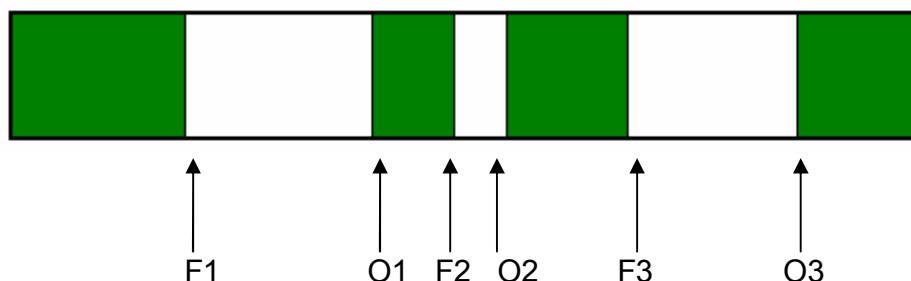
3.8.3 Indicadores de clase mundial.

Son llamados indicadores de clase mundial aquellos utilizados según la misma expresión en todos los países. De los seis índices de clase mundial, cuatro son los que se refieren al análisis de la gestión de equipos y dos a la gestión de costos, de acuerdo con la siguiente relación:

- **Tiempo medio entre fallas.** Es la relación existente entre un periodo de tiempo programado de operación menos el tiempo que duran las fallas en dicho periodo, y el número de fallas presentadas en el periodo mencionado.

Este concepto se puede ver en la figura 16.

Figura 24. Representación gráfica para calcular el tiempo medio entre fallas.



F_i = Número de falla i
 O_i = Operación después de la falla i
Operación programada 30 días
 $F_1 = 3$ días $F_2 = 1$ día $F_3 = 4$ días

Para su cálculo podemos emplear la siguiente expresión:

$$TMEF = \frac{TP - TF}{NF}$$

Para el caso de la gráfica, el resultado del tiempo medio entre fallas sería el siguiente:

$$TMEF = \frac{30 - 7}{3} = 7.66 \text{ días}$$

Esto significa que cada 7.66 días se esta presentando una falla.

- **Tiempo medio para reparación.** Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de items con falla y el número total de fallas detectadas en esos items, en el periodo observado.

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{NTMC}$$

Para el ejemplo anterior, el tiempo medio para reparar se calcula de la siguiente forma.

$$TMPR = \frac{7}{3} = 2.3 \text{ días}$$

Este índice se debe ser usado para casos, en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

- **Disponibilidad de equipos.** Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención del personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo, por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado.

$$Disponibilidad = \frac{\sum(HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} * 100$$

Este índice también puede ser calculado como la diferencia entre la unidad y la relación entre las horas de mantenimiento y la suma de esas horas con las de operación de los equipos.

Otra expresión muy común, utilizada para el cálculo de la disponibilidad de equipos sometidos exclusivamente a la reparación de fallas, es obtenida por la relación entre el tiempo medio entre fallas TMEF y su suma con el tiempos medio para reparación y los tiempos ineficaces del mantenimiento, (tiempo de reparación para desconexión y nueva conexión y tiempos de espera que pueden estar contenidos en los tiempos promedios entre fallos y reparación).

El índice de disponibilidad es de gran importancia para la gestión del mantenimiento, pues a través de este, puede ser hecho un análisis selectivo de los equipos, cuyo comportamiento operacional está por debajo de estándares aceptables.

$$Disponibilidad = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$$

3.9 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Se debe destacar la importancia que tiene en mantenimiento conseguir que los costos sean lo más bajo posible.

El costo de mantenimiento en las reparaciones es un componente entre otros del precio del producto, independientemente de la gestión del mantenimiento, por lo tanto siempre existirán gastos que se deben asumir, y veremos como influyen los gastos de mantenimiento en los costos generales de las empresas. Los costos de mantenimiento de un producto se sitúan entre el 5 % y el 12 % del total.

3.9.1 Los costos y su división. Los costos de mantenimiento según los diferentes aspectos, es posible agruparlos en cuatro bloques:

- **Costos Fijos.** La principal característica de estos costos consiste en que no dependen del volumen de la producción y de las ventas.

Dentro de estos costos se destacan el personal administrativo, el de limpieza, la mano de obra directa, las amortizaciones, los alquileres y el propio de mantenimiento.

Estos costos fijos de mantenimiento están compuestos principalmente, por la mano de obra y materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo.

Este gasto tiende a asegurar el estado de la instalación a mediano y largo plazo. La disminución del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo, limita la cantidad del mantenimiento preventivo, aunque en un primer momento supone un ahorro para la empresa. Este ahorro indica un menor índice de fiabilidad en el estado de las máquinas, equipos, instalaciones y sistemas.

- **Costos variables.** Estos costos son proporcionales a la producción realizada, es decir que son costos que como su nombre lo indica varían conforme a la producción.

Dentro de estos costos se encuentran los de embalaje, materias primas, energía, etc. y los costos variables de mantenimiento, como por ejemplo la mano de obra directa necesaria para el mantenimiento correctivo. Este mantenimiento puede producirse por consecuencia de las averías imprevistas o por las reparaciones para poder seguir produciendo; no obstante se puede reducir este tipo de gasto evitando que se produzcan averías en forma inesperada.

- **Costos financieros.** Los costos financieros referidos al mantenimiento son los que surgen tanto del valor de los repuestos como también las amortizaciones de las máquinas que se encuentran reserva para asegurar la producción.

Los costos del almacenamiento de los repuestos en el almacén, necesarios para poder realizar las reparaciones implican un desembolso de dinero para la empresa, que limita su liquidez. Si los repuestos son utilizados con cierta frecuencia surge un costo financiero bajo, dado que esta inversión contribuye a mantener la capacidad productiva de la instalación. Sin embargo cuando las piezas de recambio tardan mucho tiempo en ser utilizados, se está frente a un costo financiero alto, ya que no producen ningún beneficio para la empresa.

- Costos por falla. Estos costos generalmente implican una mayor significación pecuniaria, premisa que se cumple tanto para empresas productivas como para empresas de servicios.

El costo por falla se refiere al costo o pérdida de beneficio que la empresa tiene por causas relacionadas directamente con mantenimiento.

En empresas productivas, los costos de falla se deben fundamentalmente a:

- Pérdidas de materias primas
- Descenso de la productividad de la mano de obra como consecuencia de la realización de reparaciones por parte de mantenimiento.
- Pérdida de energía por malas reparaciones o por no realizarlas, como por ejemplo se pueden citar las fugas de vapor, aislamientos térmicos defectuosos, etc.
- Rechazos de productos por falta de calidad adecuada.
- Producción perdida durante la reparación no programada.
- Contaminación del medio ambiente, debido a reparaciones realizadas de manera defectuosas, o por no haberlas realizado, estas implican desembolsos importantes de dinero para la empresa.
- Averías que pongan en riesgo a las personas o a las instalaciones.

A los costos que pueden generar estos hechos se les debe adicionar el importe de las reparaciones para volver a la normalidad, en muchos casos el costo directo de la reparación puede ser pequeño frente al costo por falla que se puede originar.

El costo de falla en empresas productivas será mayor en la medida que mayor sea la automatización y armonización de la instalación. En una situación más comprometida respecto de estos costos, se encontrarán las empresas, que trabajan con el método justo a tiempo, cero almacenamiento.

Se podría calcular en forma simplificada el costo por falla, sumando los costos fijos, durante el tiempo de la reparación y el beneficio que deja de obtener la empresa en este mismo periodo.

En empresas de servicios, es difícil cuantificar el costo de falla, no obstante pueden tomarse indicadores como el tiempo necesario para la reparación y el tipo de avería cuantificándolas.

En este tipo de empresas la falta de producción no será un factor dominante del costo de falla, sin embargo puede tener efectos indirectos como por ejemplo: si en una confitería falla continuamente la iluminación, o se rompe frecuentemente la cafetera o la caja registradora, el costo por falla puede originar la pérdida de clientela e imagen.

3.9.2 Costo total de mantenimiento. Si se suman estos cuatro costos: fijos, variables, financieros y los que se producen por fallas, se obtiene el costo total de mantenimiento, este costo nos dará una idea global de la gestión de mantenimiento.

$$CTT = \text{Costo Total De Mantenimiento}$$

$$CTT = CFJ + CV + CFN + CFA$$

3.9.3 Costo óptimo de equilibrio. La gestión de mantenimiento sirve para realizar un control integral de los costos, que contemplen todos los aspectos relacionados con la empresa. No es suficiente conseguir disponibilidades altas o costos bajos. Este control debe estar dirigido, a todos los aspectos, que de una u otra manera, efectúan el desarrollo de la empresa y están dirigidos a la obtención del máximo beneficio posible.

Se incrementan los costos financieros cuando se dispone de instalaciones, sistemas máquinas o equipos duplicados, pero se reducen los costos por falla. Si se incrementa los costos de mantenimiento preventivo, las fallas reducirán su frecuencia y gravedad, por lo que también lo hará el costo de mantenimiento correctivo. El aumento de los costos del mantenimiento preventivo tiende a disminuir los del correctivo. Este tipo de de mantenimiento reduce su costo en la medida en que aumentan las máquinas y equipos que se deben controlar. Es necesario establecer un equilibrio en los costos para llegar a un costo óptimo. La gestión propia de mantenimiento debe buscar el punto de menor costo y adecuar la aplicación de los distintos tipos de de mantenimiento para mantenerse en un punto óptimo.

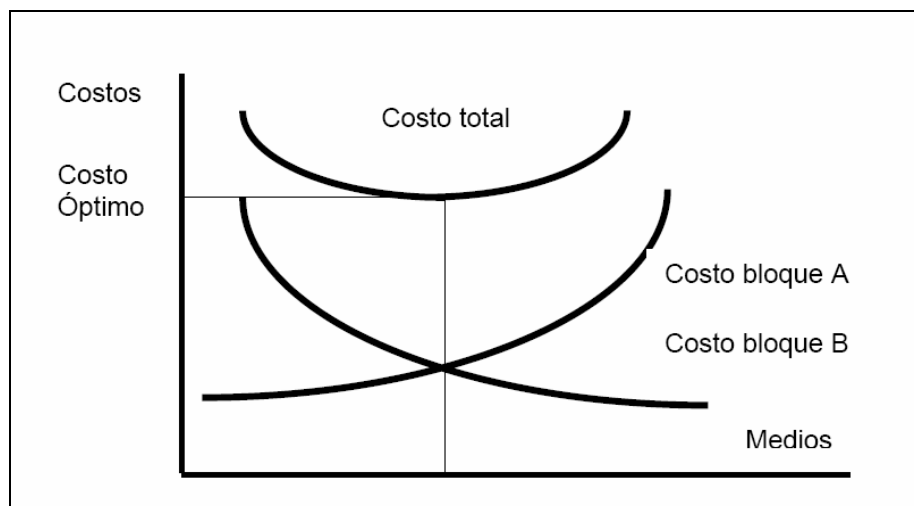
Para encontrar este costo óptimo se pueden desagregar sus componentes, realizar una tabla como la tabla 4 y graficarlos como en la figura 24 y de esta forma encontrar el punto de menor valor sobre la curva de costos totales, este será entonces el costo óptimo o de equilibrio.

Tabla 4. Discriminación de Costos de mantenimiento

Bloque A	Bloque B
Mano de obra de mantenimiento preventivo	Mano de obra de mantenimiento correctivo

Mano de obra de mantenimiento programado	Repuestos para averías
Repuestos programados	Costo de fallo
Mano de obra directa	Costos energéticos
Pinturas lubricantes	Costos ambientales
Costos financieros	
Parada para mantenimiento preventivo	

Figura 25. Gráfica del costo óptimo de mantenimiento



Mantenimiento su Implementación y gestión

3.10 GESTIÓN DE ALMACEN

Generalmente el departamento de compras es el encargado de gestionar el almacén que suministra elementos a distintos sectores. Bajo el punto de vista de este departamento, se intentará tener un almacén con el mínimo valor posible, en tanto que el departamento de mantenimiento le interesa tener un almacén completo con todas las piezas y repuestos para realizar las distintas actividades

de mantenimiento que pudiesen surgir. Esto traerá aparejado contar con un inventario elevado, surgiendo así una oposición de intereses entre los distintos sectores de una misma empresa.

Para gestionar el almacén, debemos tener presente los siguientes criterios:

- Tener un inventario mínimo sin movilizar en el almacén.
- Fijar un valor máximo de rotura de los inventarios.

3.10.1 Stocks. Se define como Stock aquella cantidad de materia prima, materiales y elementos en general que se almacenan, para su posterior empleo. Este uso futuro puede destinarse a:

- Alimentación de una línea de producción
- Ventas por mayor y menor
- Mantenimiento de máquinas y equipos
- Abastecimientos de elementos de consumo desde un depósito central

En cualquiera de los casos sería necesario disponer de un gran capital y de hecho esto provoca escasez del mismo para efectuar otras inversiones, además de la necesidad de contar con grandes locales para almacenamiento, corriendo con el riesgo del deterioro del material u obsolescencia del mismo, y cargando además con los costos de mantenimiento del local y su amoblamiento.

Por lo tanto, es necesario analizar y encontrar un punto de equilibrio entre las desventajas ya mencionadas y las ventajas de tener artículos siempre que se los necesite a un costo menor de adquisición, no sólo por hacerlo en cantidad, sino también por los gastos directos que ocasiona el acto de comprar. Se advierte, en consecuencia, que las desventajas superan a las ventajas. Sin embargo, ¿Cómo se efectúa el balance económico que permita conocer cuánto y cuándo se debe comprar? La teoría de los Stock da la respuesta a esta pregunta.

Elementos que intervienen en la teoría de los Stock:

- **Costo de adquisición o de compra.** El costo de adquisición o compra depende en general de:
 - La elección de los proveedores a quienes solicita precios
 - Consultas para averiguar si el proveedor posee el artículo en cuestión
 - Confección de los pedidos de precios o elaboración del pliego de condiciones
 - Envío de la correspondencia
 - Recepción y estudio de cada propuesta

- Colocación de la orden de compra
- Seguimiento del proveedor para que cumpla lo establecido
- Recepción, inspección y control del material que envía el proveedor
- Trámites posteriores a la recepción
- Recepción de facturas de proveedores, verificación y seguimiento de documentos de inspección
- Sueldo de personal administrativo

La suma total de todos estos valores es el costo total de colocar una orden de compra y se representa por "K", si se colocan "n" órdenes de compras por año, el costo de adquisición será:

K = costo total de colocar una orden de compra

n = número de veces que se compra en el año o frecuencia de compra

Ca = costo de adquisición anual

$$Ca = K * n$$

Llamando:

D = demanda anual del artículo

q = cantidad o lote a comprar

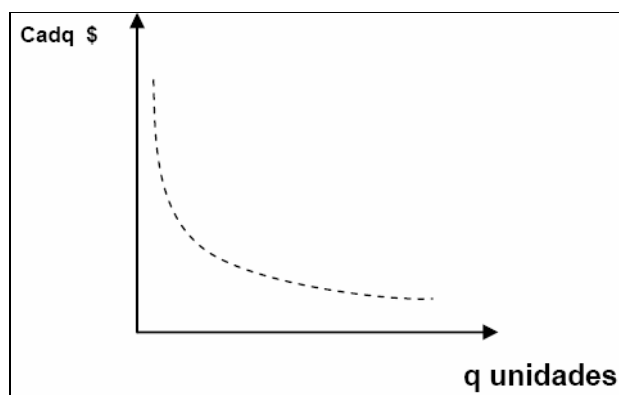
Se tendrá:

$$n = \frac{D}{q}, \text{ Reemplazando se obtiene:}$$

$$Ca = K * \frac{D}{q}$$

En un sistema de ejes coordenados, en la abscisa se tiene como variable la cantidad o lote q , y en las ordenadas el costo de adquisición Ca ; se tendrá que la ecuación es la correspondiente a una hipérbola equilátera como se presenta en figura 26.

Figura 26. Costo de adquisición o de compra



Mantenimiento su Implementación y Gestión

La constante K de adquisición se puede determinar en forma simplificada, considerando los costos mensuales del departamento compra y de las otras actividades relacionadas, importe que será prorrateado por la cantidad de órdenes realizadas en el mismo período. En la tabla 5 se registran los datos para un ejemplo.

Tabla 5. Datos para cálculo de costo de adquisición o compra

Tipo de costo	Valor \$
Sueldos con cargas sociales oficina compra	3.600.000
Gastos de oficina compra (papelería, Te, Etc.	500.000
Gastos de recepción y administración	1.000.000
Total de gastos promedios por mes	5.100.000

n = cantidad promedio de órdenes por mes: 45

$$K = \frac{Ca}{n}$$

$$K = \$ 5.100.000 / 45 = \$ 113.333$$

- **Costo de almacenamiento.** El costo de almacenamiento de las existencias incluye todos los gastos que se ocasionan en la empresa por el hecho de disponer de stocks. Por lo general estos costos están integrados por los siguientes elementos:
 - Tasa de capital: los montos inmovilizados en stock, aún cuando no provengan de un préstamo bancario, están gravados por una tasa denominada “costo de oportunidad”.
 - Obsolescencia: son los costos en que incurre la empresa debido a que algunas existencias pierden actualidad por los cambios de modelo o avances tecnológicos.

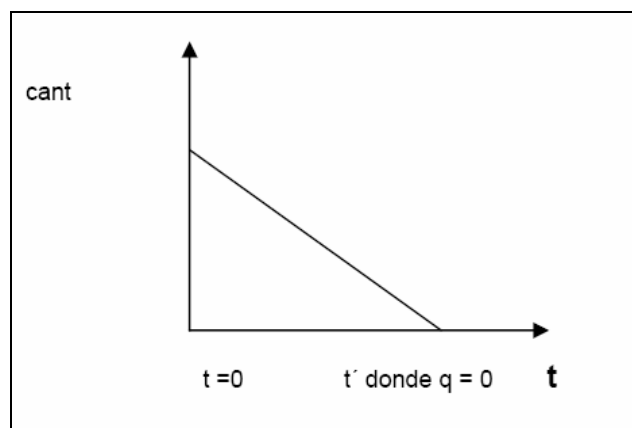
- Pérdidas: los materiales almacenados sufren mermas y deterioros por evaporación, humedad, suciedad y otros efectos.
- Impuestos: los elementos almacenados son activos gravados por impuestos relacionados a la inversión.
- Seguros: los stocks al igual que otros bienes de la industria deben estar cubiertos por seguros contra diversos tipos de riesgos.
- Edificación e instalaciones: requeridas por las existencias.
- Personal: destinado al depósito o almacén.

La suma de estos gastos determina una tasa anual de almacenaje que representa lo que cuesta tener en stock un peso material almacenado durante un año, se identifica como:

P = tasa de almacenamiento

Se lo expresa en porcentaje y varía según el tipo de material y el cuidado requerido. Los valores que las empresas toman para la tasa de mercaderías convencionales varían alrededor del 20 por ciento anual. En algunas oportunidades coinciden con los grupos de igual costo de adquisición, algunas materias primas como chapas, barras o tubos pueden tener los mismos K_a y P , lo que facilita su estudio. En la figura 27 se representa la existencia promedio $\frac{1}{2} q$.

Figura 27. Existencia promedio $\frac{1}{2} q$



Mantenimiento su Implementación y Gestión

Se puede considerar que en cualquier período la cantidad promedio es $q/2$. Si “b” es el valor unitario del material en existencia, el capital inmovilizado será:

$$\text{Capital inmovilizado} = \frac{1}{2} q * b$$

Conocida la tasa anual de almacenamiento (P), es posible calcular el costo de almacenamiento (Calm) en función del precio del artículo (b), cantidad que se mantiene en stock (q), y tiempo (T).

$$Cam = \frac{1}{2} * q * b * p$$

En donde:

q = cantidad o lote a almacenar

b = valor unitario del material

p = tasa de almacenaje

3.10.2 Cálculo del costo total esperado (CTE). El costo total esperado es una suma de tres términos: uno constante y dos variables.

Los costos variables son los que se han definido como costo de almacenamiento y costo de adquisición.

El costo constante es el producto del precio de compra del artículo por su demanda. Entonces siendo:

n: Número de veces que se compra

q: Lote de compra

b: Precio de compra del ítem

P = Tasa anual de almacenamiento

D = Demanda anual

CTE = Costo total esperado

Se tendrá que:

$$CTE = K * \frac{D}{q} + \frac{1}{2} q * b * P * D$$

El producto $b \cdot D$ es el término constante y no se tendrá en cuenta en este análisis.

Entonces, la suma de términos variables es:

$$Cte = K \cdot n + \frac{1}{2} q \cdot b \cdot P$$

3.10.3 Cálculo del lote económico. Cuando el material que se necesita es independiente de otros artículos o subconjuntos, se lo denomina independiente y se utiliza el método clásico de gestión de inventarios.

Cuando las pérdidas de material están relacionadas entre sí, la gestión es dependiente, y las cantidades requeridas se obtienen directamente del Programa Maestro de Producción, determinado por sistemas como un sistema de Planificación de Necesidad de Materiales.

El método tradicional consiste en determinar la cantidad óptima del pedido en función al menor costo total y se lo denomina lote económico.

Recordando que:

D = demanda anual del artículo
K = costo de compra
n = frecuencia de compra/fabricación
q = can
p = tasa de almacenaje
b = costo unitario del artículo

Y según las expresiones

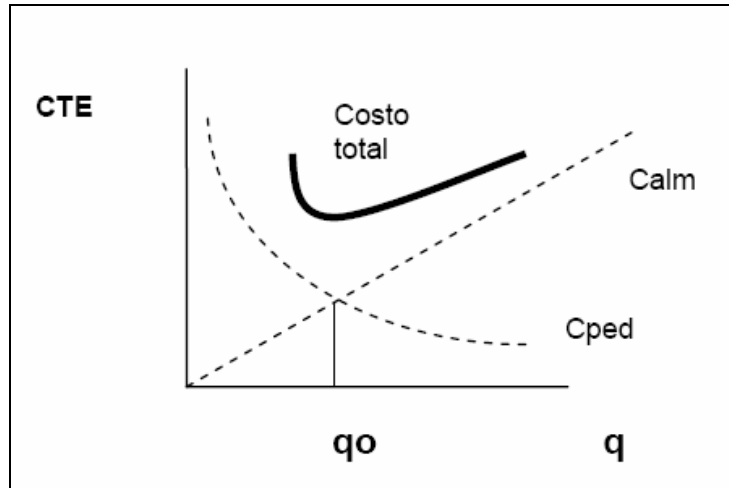
$$\text{Costo de adquisición } Ca = K \cdot D / q$$

$$\text{Costo de almacenaje} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot b \cdot P$$

$$Cte = Ca + Calm = K \cdot D / q + \frac{1}{2} \cdot q \cdot b \cdot P$$

En la figura 27 se representa gráficamente el lote económico.

Figura 28. Gráfica del lote económico



Mantenimiento su Implementación y Gestión

La curva del costo total presenta un mínimo que corresponde al valor del Lote Económico o Lote Óptimo, este valor se encuentra a la altura de la intersección de las líneas que lo componen, el valor costo total es menor cuando los costos de pedido y almacenaje se igualan.

Entonces:

$$(1) \quad K \cdot D / q = \frac{1}{2} \cdot q \cdot b \cdot P$$

Es aconsejable efectuar pocas compras de un ítem, porque así se limitan los gastos derivados de las compras, pero además se sabe que es beneficioso efectuar un número elevado de adquisiciones dado que redunda en menor costo de almacenamiento.

La teoría del lote económico conduce a un equilibrio entre estas dos políticas contemplando los factores positivos de ambas.

Despejando q se de la fórmula (1) se obtiene la fórmula del lote óptimo o económico:

$$q_e = \sqrt{\frac{2KD}{bP}}$$

Donde:

q_e = lote económico

K = costo total de colocar una órden de compra

D = demanda anual de cada ítem

b = precio unitario de adquisición de cada ítem

P = tasa anual de almacenamiento

3.10.4 Determinación de las zonas de igual período de reposición. Ha quedado establecido anteriormente que, conocido el valor del lote económico (q_e), es posible calcular el período de reaprovisionamiento (n), por medio de la expresión:

$$n = \frac{D}{q_e}$$

Donde:

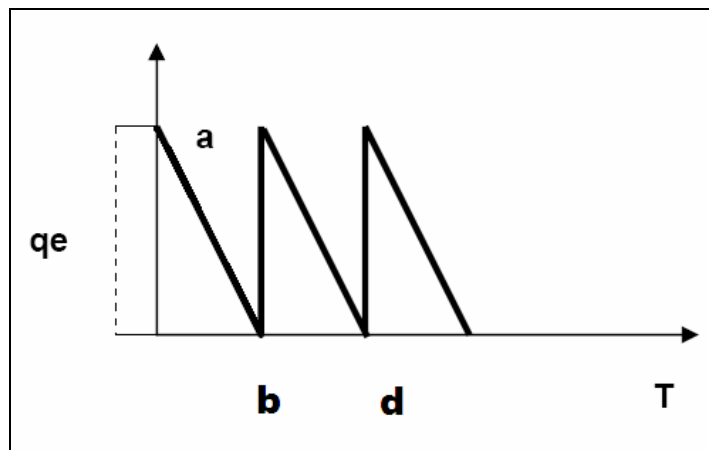
D = demanda

q_e = lote económico

n = período de reaprovisionamiento

Hasta ahora el problema analizado se ilustra en la figura 29.

Figura 29. Gráfica del periodo de aprovisionamiento.



Mantenimiento su Implementación y gestión

Partiendo de una situación en la cual el stock es igual al q_e (punto a), se consume hasta $q = 0$ (punto b). En este momento se realiza el reaprovisionamiento instantáneo de una cantidad q_e y el stock se eleva hasta C, para volver a repetir el ciclo n veces.

Pero en realidad influyen sobre el esquema dos factores:

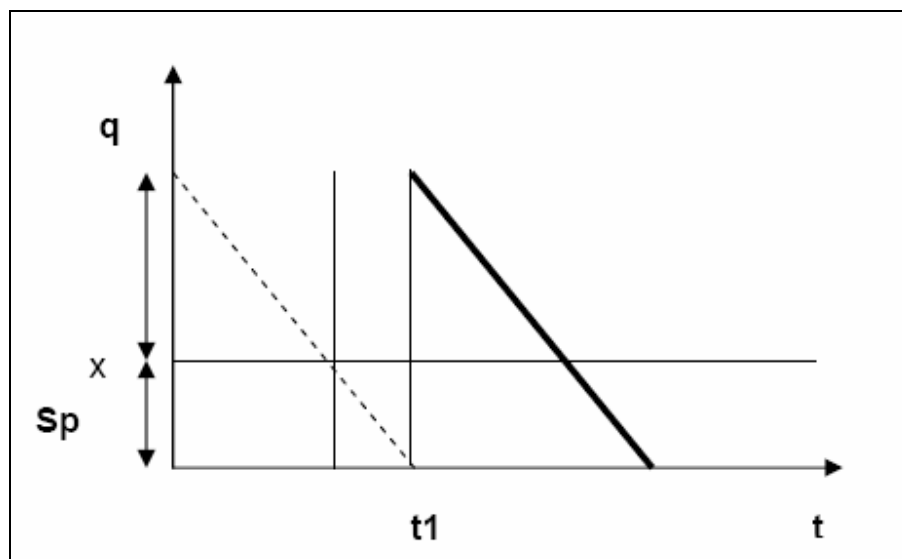
- Demora de reaprovisionamiento
- Consumo distinto del previsto

La demora de reaprovisionamiento x puede subdividirse en tres etapas:

- Tiempo que transcurre desde cuando se detecta la necesidad de efectuar la reposición hasta que el pedido llega al proveedor
- Tiempo que media desde que el proveedor recibe la orden de compra hasta que entrega el material.
- Tiempo que transcurre desde que el proveedor entrega el material hasta que llega a depósito

Como el aprovisionamiento no es instantáneo se genera el problema que ocasiona la ruptura del stock. El diagrama real de stock toma la forma de la figura 30.

Figura 30. Diagrama real de stock



Mantenimiento su implementación y Gestión

En la figura citada se aprecia que el stock se ha incrementado en una cantidad S_p llamada "stock de protección", que tiene por objeto absorber las variaciones producidas por el segundo factor.

Cuando el stock cae por abajo del nivel x se realiza un nuevo pedido, transcurre un tiempo t_1 ; es este el tiempo que se tiene calculado para realizar el aprovisionamiento. Entonces cuando el stock llega a cero, se tendría en ese momento un nuevo aprovisionamiento; este proceso se repite en forma consecutiva, debido a la existencia del stock de seguridad.

3.10.5 Determinación del stock de protección o de seguridad. Es conveniente calcular este stock en función de algún parámetro que permita asignar diversos valores a distintos ítems en función de su importancia.

El stock de protección es un seguro para cubrir imprevistos y su importancia debe estar de acuerdo con la del ítem.

La fórmula para determinar el stock es la siguiente:

$$S_p = H * \sqrt{c * d}$$

Donde:

H = factor que depende del riesgo que se asume y es función de:

- Costo de paralización de líneas
- Eficiencia de la inspección
- Calidad final del producto
- Comportamiento del proveedor
- Agotamientos admitidos, etc.

c = consumo diario

d = demora de reaprovisionamiento

El factor H depende también de las frecuencias de pedidos, lo cual permite construir otra tabla que suministra valores de H al igual que la anterior, pero si se trabaja con dichas frecuencias de compra, se evita determinar el riesgo en forma arbitraria. Para ello es necesario fijar la orientación de la empresa en cuanto a lo que de agotamientos permitidos se refiere, creando una política aplicada a artículos muy importantes o críticos, cuya carencia ocasionaría grandes perjuicios como parada de línea, pérdida de clientes, etc.

3.10.6 Diagrama ABC. El diagrama ABC es una representación gráfica de un hecho, es una relación entre la cantidad de artículos que componen un inventario, con su consumo anual y su costo unitario y permite determinar cuáles son los artículos verdaderamente representativos en función de la inversión total a efectuar.

Los elementos necesarios para la construcción de un diagrama ABC son:

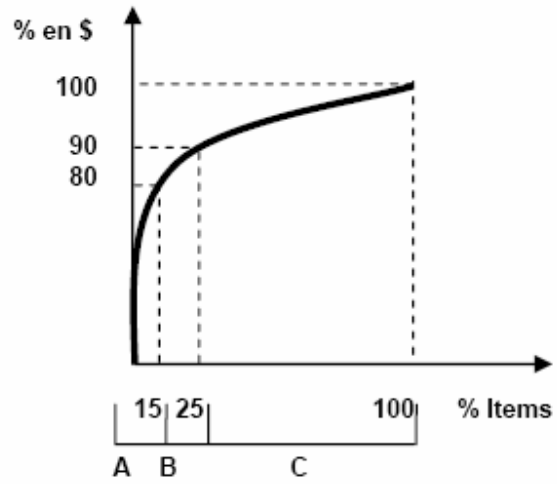
- Lista de todos los artículos que se consumen.
- Precio unitario de adquisición de cada ítem.
- Demanda anual de cada ítem. Esta estimación pueda llevarse a cabo partiendo de los consumos anteriores o con base en la producción o venta estimada para el corriente año en base a datos estadísticos oficiales.
- Monto total del capital invertido anualmente.
- Determinación de los consumos o demandas anuales valorizadas, se obtiene multiplicando el precio de cada ítem por su demanda anual.
- Listado según orden decreciente, colocando en primer lugar el artículo cuya demanda actual valorizada (producto de $b * D$) sea máxima. Se continúa con el elemento que le sigue, según este criterio, y se suma al valor anterior obteniendo la suma acumulada, hasta llegar al artículo de menor demanda anual valorizada, la suma deberá ser, para ese artículo igual al monto total invertido.
- Determinación de las zonas ABC, se considera que en general el 85% del monto invertido está controlado aproximadamente por el 10 o el 15 % de los ítems del inventario. De modo que controlando el 15 % de los artículos, se puede apreciar el correcto desembolso de aproximadamente el 85 % del monto total.

Los ítems que caen dentro de esta categoría son llamados “ítems de clase A”.

Si se prosigue el análisis y se calcula el 90 % del monto invertido se comprobará que sólo el 25 % de los artículos del inventario son responsables de él. Estos son los “ítems de la clase B”.

Queda un 10 % del monto invertido, y esta pequeña parte está manejada por el 75% de los ítems. Estos son los llamados “ítems de clase C”. Se dibuja empleando un par de ejes coordenados, cuyas unidades son: cantidad o porcentaje de ítems y monto o porcentaje de monto. En la figura 31 se aprecia el esquema de un diagrama ABC.

Figura 31. Esquema ABC.



Mantenimiento su Implementación y Gestión

4. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ARROZ BLANCO

Según el estudio de criticidad que se hizo a los equipos de la planta los equipos mas críticos en su respectivo orden son:

➤ Clasificadoras Electrónicas:

Existen dos modelos en esta planta la RMGS y Scan Master. La RMGS tiene una gran diferencia con la Scan Master por utilizar cámaras y no sensores. Esto le permite detectar mejor el daño en el arroz que en los modelos anteriores. Es de mucha mas capacidad pues el modelo RMGS 560 tiene 168 eyectores y tres vibradores alimentadores y el modelo RMGS 840 tiene 252 eyectores y tres vibradores, ademas cuenta con una pantalla de interfaz con el usuario.

➤ Maquinas de Empaque:

Se cuenta con 5 maquinas de empaquetado de diferentes presentaciones 5 Kilos, 3 Kilos, 1 Kilo y 500 g. Todas estas maquinas tienen la misma manera de funcionar, se operan de la misma forma y se les hace el mismo mantenimiento.

➤ Líneas de pulimento (Pulidores VTA, VBF, KB 40)

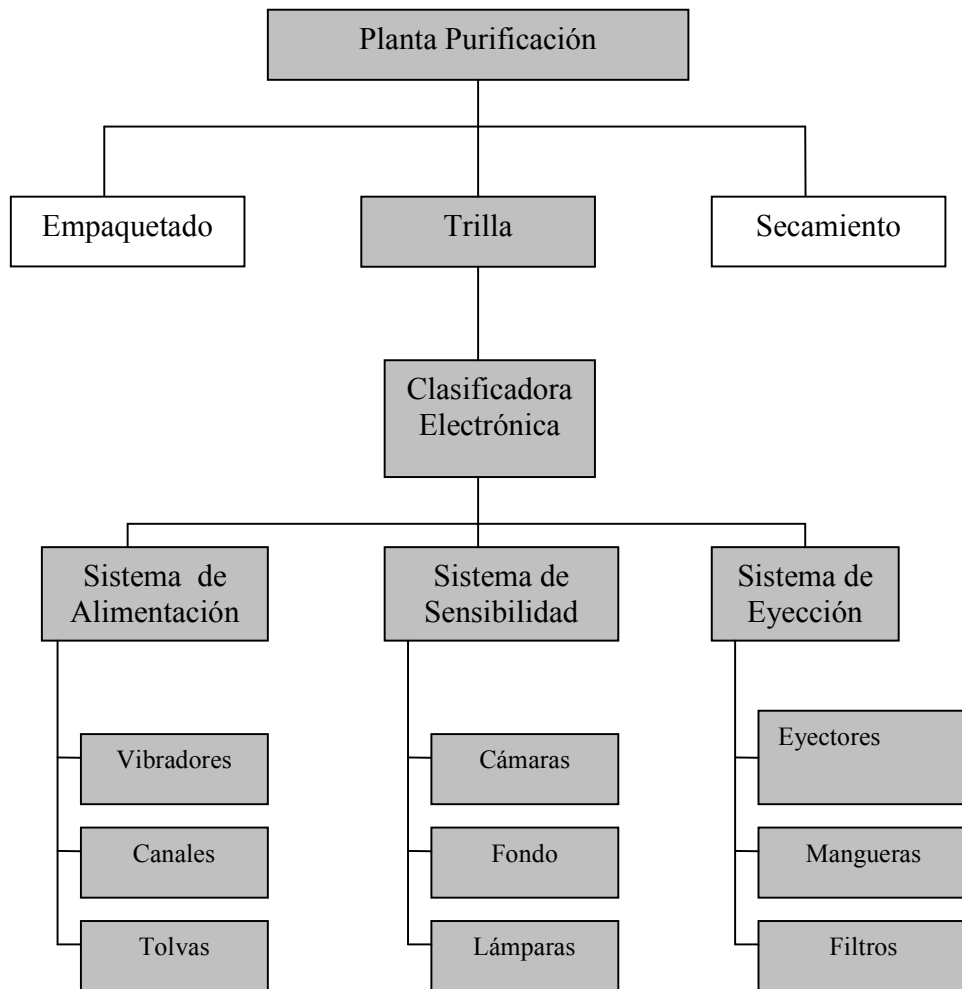
- Pulidores VTA : El principio de funcionamiento son 7 piedras girando a una velocidad de 550 rpm, tienen unas mayas por las cuales pasa la harina que es retirada del grano integral, el grano sale con un 29° Kett de blancura, 9% de grano partido.
- Pulidores VBF: En este pulidor se tiene girando una masa de acero inoxidable a 750 rpm en sentido vertical, el grano sale con 36°kett de blancura y 11% de grano partido.
- Pulidores KB40: En el gira una masa en sentido horizontal a 900 rpm, al pasar el grano por esta maquina logra un blancura de 40 °Kett y un partido de 12 %.

En este capitulo se procede a describir cada una de estas maquinas haciendo primero un análisis taxonómico, un análisis de RCM y se describe paso a paso las partes, el funcionamiento, secuencia de arranque, el mantenimiento que se hace y la forma de operar la maquina y mantenerla en buenas condiciones.

4.1 CLASIFICADORAS ELECTRONICAS

4.1.1 Diagrama taxonómico de las clasificadoras electrónicas

Figura 32. DIAGRAMA TAXONOMICO CLASIFICADORAS ELECTRONICAS



4.1.2 APLICACIÓN DE HOJA DE FUNCIONES, FALLAS FUNCIONALES, MODOS DE FALLA Y EFECTOS DE MODOS DE FALLA

Tabla 6. Aplicación de Hoja de funciones, falla de función, modos de falla y efectos de modos de falla para la clasificadora electrónica

Equipo: Clasificadora Electrónica de Arroz				Equipo de trabajo:		Fecha de realización
Componente:				Abroado por		Fecha de aprobación
C.F.	FUNCIÓN	C.F.F.	FALLA DE FUNCIÓN	C.M.F.	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE LOS MODOS DE FALLA (Qué sucede cuando falla)
1	Clasificar Arroz blanco a una razón de 10 ton/hora	1A	Incapaz de clasificar arroz blanco	1A1	Los vibradores dejan de funcionar	Se para el flujo de producto
				1A2	No tiene la presión de aire adecuada	La maquina emite en la pantalla una alarma que no deja funcionar la maquina y solo se desactiva cuando tiene la presión adecuada. Se revisan los filtros y el regulador de presión
				1A3	Los eyectores están desactivados en la pantalla	El flujo de producto no se interrumpe la maquina pero la calidad del producto se afecta
				1A4	En la tolva hay objetos extraños que impiden el paso de arroz	Se interrumpe la entrada de producto a la maquina
				1A5	Los fusibles de protección se queman	La maquina indica una alarma y no permite activar el resto de funciones
				1A6	Las lámparas no tienen el nivel de iluminación adecuado	Los inversores presentan una alarma roja, se debe calibrar el voltaje de iluminación a 0.6 voltios

		1B	Clasificar a menos de 10 ton/hora	1B1	Los vibradores están descalibrados	Los flujos de los vibradores son diferentes y presentan ruidos extraños
				1B2	Falta de producto	Cuando el flujo es menor al de la capacidad de la maquina esta funciona pero pierde eficiencia
2	Clasificar partículas negras en el producto	2A	No puede clasificar partículas negras	2A1	Las cámaras se descalibran	Al descalibrarse una cámara la maquina no puede ver la partícula negra a sacar
				2A2	El fondo no es el adecuado	La intensidad de luz fluorescente no es suficiente para reflejar las partículas negras
				2A3	Los eyectores están sucios	Cuando un eyector esta sucio queda rechazando todo lo que pase por el frente

4.1.3 APLICACIÓN DE HOJA DE EVALUACIÓN CONSECUENCIAS, DECISIÓN Y TAREAS PROPUESTAS

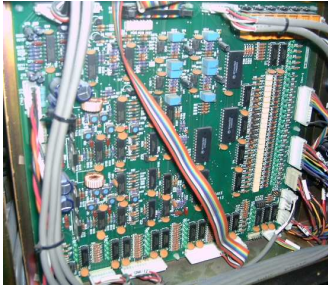
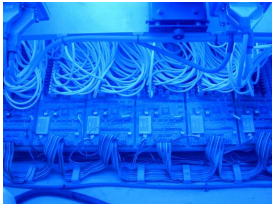


Tabla 7. Aplicación de Hoja de evaluación, decisión y tareas propuestas para la clasificadora electrónica.

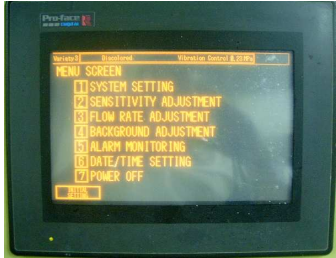



HOJA DE TRABAJO RCM																
Equipo			Equipo: Clasificadora Electrónica de Arroz						Equipo de trabajo:				Fecha de realización			
Componente			Componente:						Aprobado por				Fecha de aprobación			
Ref. Información			Evaluación Consecuencias				Decisión			Tareas "a falta de"			Tareas Propuestas	FREC. Inicial	A realizar por...	
F	FF	MF	H	S	E	O	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	H4	H5	S4				
1	A	1	Y	Y	N	Y	Y							Medir voltaje de alimentación en la tarjeta de control de vibradores deben salir 200 V	Mensual	Electrónico
1	A	2												Inspeccionar la red de aire comprimido y drenar las tanques		
1	A	3	Y	N	N	Y	Y							Revisar los parámetros en la pantalla y configurarlos de acuerdo a la calidad que se requiere en el momento	Diario	Operario
1	A	4	Y	N	N	Y	Y							Hacer una limpieza de tolvas	Cada 8 días	Operario
1	A	5	Y	N	N	N	N	N	N					No hacer mantenimiento preventivo		
1	A	6	Y	Y			Y							Revisar el nivel de voltaje en los inversores	Cada 8 días	Operario
1	B	1												Hacer calibración de vibradores	cada 3 meses	Electrónico

4.1.4 IDENTIFICACIÓN Y FUNCIONES DE LA CLASIFICADORA ELECTRÓNICA RMGS

<p style="text-align: center;">Grain color sorter RMGS</p> <p>Este modelo tiene una gran diferencia con todos los demás por utilizar cámaras y no sensores.</p> <p>Esto le permite detectar mejor el daño en el arroz que en los modelos anteriores. Es de mucha mas capacidad pues el modelo RMGS 560 tiene 168 eyectores y tres vibradores alimentadores y el modelo RMGS 840 tiene 252 eyectores y tres vibradores.</p> <p>Tiene una pantalla de interfaz con el usuario.</p>	 <p style="text-align: center;">Grain color sorter</p>  <p style="text-align: center;">Pantalla de interfaz usuario</p>
<p>➤ <u>Descripción de la Clasificación e identificación y funcion de las partes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción de la clasificación <p>Se compone de tres alimentadores vibratorios que en el caso de la RMGS 560 hacen que el producto circule fuera de la tolva hacia seis canales inclinados lisos. En la RMGS 840 son nueve canales también lisos.</p> <p>La cantidad de flujo esta determinada por la amplitud de la vibración del alimentador y la posición de las compuertas que controlan el flujo.</p> <p>A medida que el arroz baja por el canal, los granos son acelerados y</p>	 <p style="text-align: center;">Vibradores alimentadores</p>  <p style="text-align: center;">Canales</p> 

<p>separados.</p> <p>La ventana de inspección es iluminada por cuatro lámparas fluorescentes, dos en el frente y dos en la parte trasera. Los dispositivos ópticos miden la luz proveniente de cada grano.</p> <p>Cuando se detectan granos de color anormal, estos son desviados del flujo por un chorro de aire que proviene de los eyectores. Estos granos de color inadecuado son recolectados en el conducto de rechazo.</p> <p>Los granos aceptables continúan en su camino hacia los conductores de aceptación.</p> <p>Tiene un limpiador de vidrios que remueve periódicamente el polvo que pueda haberse acumulado en los vidrios del inspector. Esto asegura que los resultados de la clasificación sean consistentes</p>	<p>lámparas fluorescentes</p>  <p>Conducto de aceptado</p>  <p>Conducto de rechazo</p>  <p>Plumilla</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Identificación y función de las partes</u> <p>1. Cámaras:</p> <p>Este tipo de maquina tienen cuatro lámparas en el caso de del modelo RMGS 560 y seis en el modelo RMGS 840. Además del ajuste de posición que se hace en calibración, ellas tienen la posibilidad de controlar el foco y la nitidez desde la cámara.</p>	 <p>Cámaras</p>

<p>2. Tarjeta de alarmas:</p> <p>Ella recibe todas las señales de alarma, las procesa y las envía al panel de interfaz con el usuario para que lo indique.</p> <p>Su característica principal es que todos los leds están encendidos de color verde.</p> <p>En esta misma tarjeta se controla el Monitor, o valor real de la vibración de los alimentadores.</p>	 <p>Tarjeta de alarmas</p>
<p>3. Tarjeta de control eyectores:</p> <p>Controla veintiocho eyectores además cuenta con protección independiente para cada eyector.</p>	 <p>Tarjetas de manejo de eyectores</p>
<p>4. Eyectores:</p> <p>Son electroválvulas de dos posiciones cuya función es dar y cerrar paso de aire. Estos son los encargados de sacar las impurezas del flujo de arroz.</p> <p>En promedio por cada canal de eyector pasan 50 kilogramos / hora.</p>	 <p>Eyectores</p>
<p>➤ <u>Secuencia de arranque y operación</u></p> <p>1. Energizar la maquina: se encontrará una pantalla con dos opciones:</p>	

<p>Power: on – off Chute: up – down</p>	
<p>2. Pulsar on: En la pantalla se muestra el siguiente menú:</p> <ul style="list-style-type: none"> • System setting • Sensitivity Adjustment • Flow rate adjustment • Background Adjustment • Alarm monitoring • Date/time setting • Power off 	
<p>3. Pulsar System setting:</p> <p>En esta pantalla se puede seleccionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variety selection: Esta opción es para seleccionar el programa en el que se desea trabajar la maquina (clasificación de granos negros, yesos o simultaneo) • Hopper sensor: Debe permanecer en (off) para el funcionamiento normal de la máquina • Ejector power: Para encender los eyectores (on) • Wiper timer: Para controlar el tiempo de paso de la plumilla (12 – 20) <p>En esa misma pantalla se encuentra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El modo de vibración: tiene tres formas de controlar el flujo: el primero es vibración manual y significa que la maquina trabajara con los valores dados en las tarjetas cuando se hace calibración, el segundo es 	 <p style="text-align: center;">Pantalla sistem setting</p>  <p style="text-align: center;">Selección de programas</p> 

vibración controlada se distingue porque el valor actual y el preset de los vibradores siempre son iguales y el operario tiene el control del flujo, el tercero es el flujo controlado por la maquina de acuerdo a la entrada de arroz en la tolva.

- Delay time: Es el tiempo en que tarda en caer el grano de arroz desde que lo detecta el sensor hasta cuando lo expulsa el eyector **(55 – 65 en primario y secundario)**
- Dwell: Es la duración de la ráfaga de aire del eyector **(8 – 15 en primario y secundario)**
- Time setting: Es el horometro de la maquina, le indica cuanto hace que esta trabajando la maquina y sirve para controlar el tiempo de duración de las lámparas

Modo de vibración



Selección de clasificación de granos negros



Habilitación de eyectores y sensores

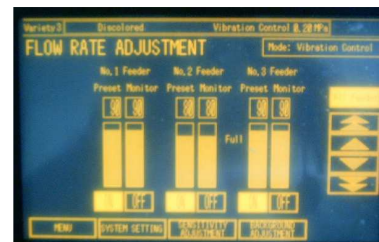


Delay y Dwell

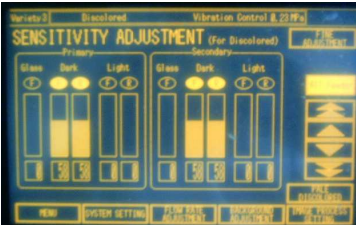
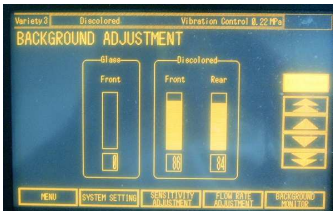
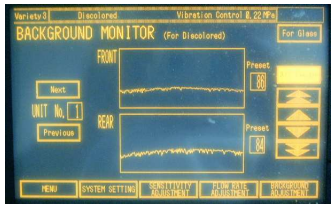
4. Pulsar Flow Rate Adjustment:

Se puede controlar la cantidad de flujo que queremos clasificar, estas maquinas disponen de tres vibradores que evacuan el arroz almacenado en la tolva de entrada de la maquina. **(vibradores todos en on y entre 70 – 100)**

Cada vibrador tiene su control independiente compuesto de un valor preset que es valor que se quiere para la maquina (puesto por el operario) y



Control del flujo de los vibradores

<p>de un valor Actual con el cual funciona la maquina.</p> <p>Para encender o apagar todos los vibradores se oprime Feeder Si se quiere controlar los vibradores independientemente cada alimentador tiene su propio interruptor on – off.</p>	
<p>5. Pulsar Sensitivity Adustment:</p> <p>En la maquina se puede ajustar el valor de la sensibilidad cuando se va a clasificar granos negros o granos claros de pendiendo de la calidad de entrada del arroz. (sensibilidad frontal y trasera entre 50 – 70 en primario y secundario) El valor de trabajo de la sensibilidad es de 0 a 100 donde 100 es la máxima sensibilidad, para la parte trasera como delantera.</p>	 <p>Control de sensibilidad</p>
<p>6. Pulsar Background Adjustment:</p> <p>El control de los fondos permite la mayor o menor reflectividad de la luz fluorescente, se tiene control de del fondo frontal y del fondo trasero. (se coloca entre 70 – 90)</p> <p>Además cuenta con un sistema de monitoreo el cual le permite en estado real visualizar la clasificación que están haciendo los sensores</p>	 <p>Control de fondo</p>  <p>Monitoreo de fondos</p>

7. Alarm monitoring:

Cuenta con un sistema de detección de fallas y le indica al operario cual es la posible falla.

Muestra un listado de fallas comunes en la maquina, cuando presenta una falla se ilumina y se queda intermitente indicando la falla. Además cuenta con una ayuda didáctica donde le dice como proceder a revisar la maquina.

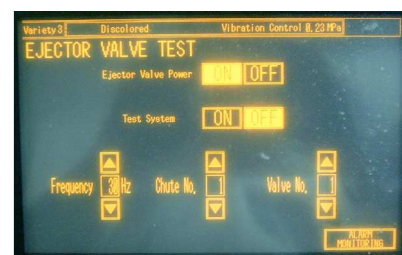


Control de alarmas

8. Prueba de eyectores:


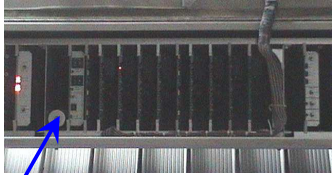

Este tipo de maquina hace la prueba de eyectores directamente en la pantalla.

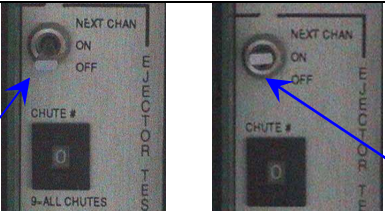

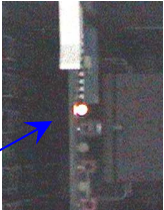
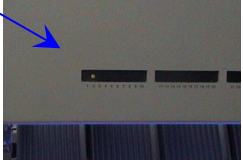
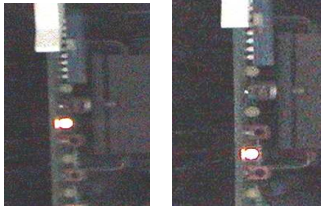
Tiene dos chutes el primero evalúa los eyectores del 1 al 84, el segundo los eyectores del 85 al 168.

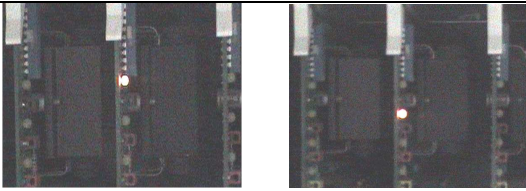

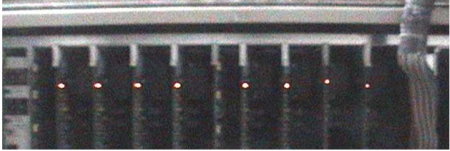
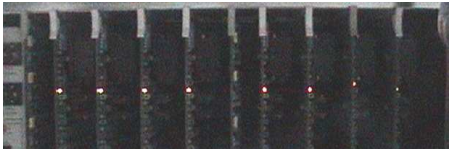
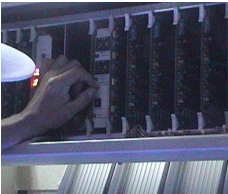
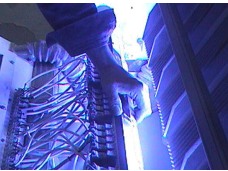


Prueba de eyectores

4.1.5 IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LA CLASIFICADORA ELECTRONICA SCAN MASTER

<p><u>Scan Master</u></p> <p>Estas maquinas poseen un circuito evaluador de ejectores integrado en una tarjeta electrónica, que permite probar ocho ejectores simultáneamente, a una baja frecuencia o individualmente a cuatro frecuencias diferentes.</p> <p>Se describe a continuación el procedimiento para hacer esta prueba.</p>	 <p><i>Scan Master</i></p>
<p>➤ Procedimiento de Evaluación de Ejectores</p> <p>1. Abrir la tapa delantera del armario de tarjetas de la parte superior de la maquina y ubicar la tarjeta P.C.B. de ejector interface. Esta tarjeta se distingue por estar en la parte izquierda de la maquina y tener un interruptor en el centro.</p>	 <p>Armario de tarjetas</p>  <p>Tarjeta Ejector Interface P.C.B.</p>
<p>2. Encender el interruptor SW1 (NEXT CHAN) desplazarlo hacia su posición central este enciende el circuito evaluador de ejectores.</p>	

	 <p>OFF ON</p> <p>Swich de encendido circuito evaluador ejectores</p>
<p>3. Desplazar el SW2 (CHUTE No) a la posición donde el indicador muestre el 1, esto significa que se hará la prueba de ejectores en el canal 1. Al hacer este procedimiento usted notara que se enciende el primer led de la tarjeta Ejector Driver y el primer led de la tapa delantera.</p>	 <p>Swicht de selección de canal</p>  <p>Tarjeta Ejector Driver P.C.B.</p> 
<p>4. Cuando el interruptor se coloca momentáneamente hacia arriba, este circuito escoge el ejector o grupo de ejectores con la siguiente numeración mas alta.</p> <p>En la evaluación individual de los ejectores , después de haber evaluado todos los diez ejectores, continuar su evaluación provocará un cambio en la frecuencia a la siguiente mas alta de las cuatro frecuencias. Después de que se ha alcanzado la frecuencia más alta ,</p>	 <p>Tarjeta Ejector Driver P.C.B.</p>

<p>los siguientes ciclos de evaluación se iniciarán en la frecuencia mas baja.</p> <p>Para evaluar la siguiente tarjeta de debe colocar el CHUTE en 2 y repetir el procedimiento anterior. Ver No 6</p>	
<p>5. Al colocar el CHUTE en la posición nueve hará que simultáneamente un ejetor de cada canal sea evaluado junto con los ejetores correspondientes a los otros siete canales.</p>	  
<p>6. La verificación de los ejetores se hace en la flauta, cuando el dispositivo esta funcionando se debe verificar la intensidad de la presión de las ráfagas que emiten los ejetores con la mano, esta debe tener una intensidad alta. Si la intensidad es mediana, baja significa que el ejetor esta fallando mecánicamente y puede necesitar de una limpieza o de un ajuste.</p>	 

Después de las pruebas, el interruptor deberá apagarse antes de que los alimentadores empiecen su funcionamiento y pueda empezar su clasificación.

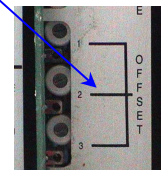
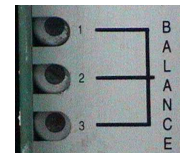


➤ **Procedimiento para la calibración de vibradores y flujos**

1. Debe prenderse la maquina y colocar el potenciómetro que controla velocidad de caída de arroz (RATE) en un valor de 300.



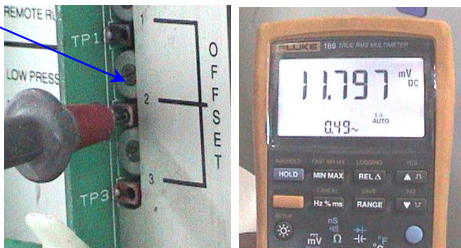
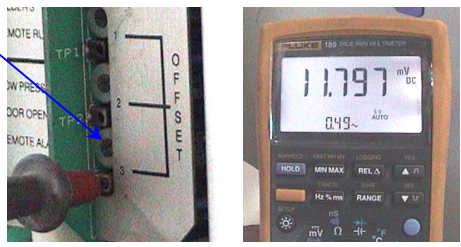


2. Con los vibradores apagados se busca la tarjeta FEEDER DRIVER P.C.B, esta tarjeta se distingue por tener 8 potenciómetros, donde los dos primeros de arriba hacia abajo son para controlar la plumilla, los tres (BALANCE) para controlar los flujos de los vibradores y los tres últimos (OFFSET) para controlar el tiempo de activación de los vibradores.



3. Ubicar TP1, TP2, TP3, en la parte de abajo al lado de los tres potenciómetros que controlan el offset.

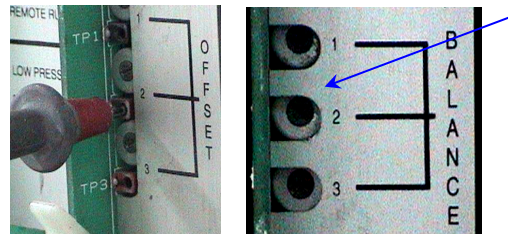


<p>4. Conectar el multímetro de la forma que se muestra en la figura, El positivo del multímetro con TP1 y el negativo del multímetro con tierra en la clasificadora electrónica.</p>	
<p>5. Con el multímetro conectado a la maquina se debe verificar que los vibradores estén apagados, buscar en el multímetro un valor que este entre 10 –15mVdc moviendo el potenciómetro 1 del offset</p>	
<p>6. Colocar el positivo del multímetro en TP2 y buscar un valor de entre 10 – 15mVdc en el multímetro con el potenciómetro numero 2 del offset,</p>	
<p>7. Por ultimo colocar el positivo del multímetro en TP3 y buscar un valor de entre 10 – 15mVdc en el multímetro con el potenciómetro numero 3 del offset,</p>	

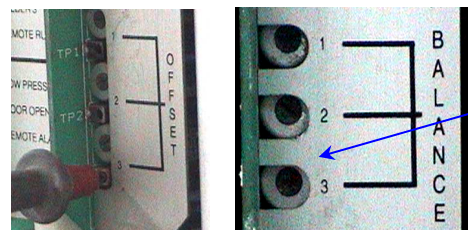
8. Encender los vibradores oprimiendo (FREEDER)



9. Pasar la punta positiva a TP2 y con el potenciómetro 2 de balance buscar un valor entre 40 – 50 mVdc.



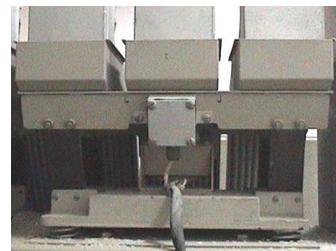
10. Hacer el procedimiento anterior con TP3 y el potenciómetro 3.



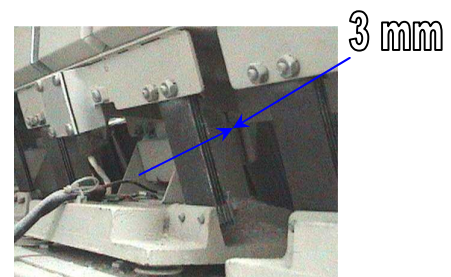
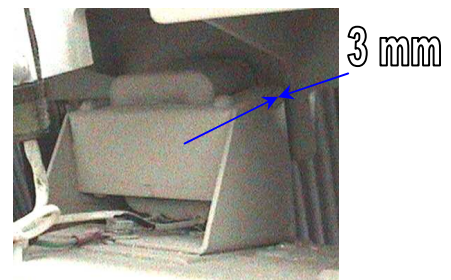
11. Después de realizado todo el procedimiento de calibración se tiene que verificar el flujo de todos los vibradores, deben estar todos con el mismo flujo, en caso de ser diferentes los caudales de los flujos nivelar moviendo los potenciómetros 1, 2, 3 del balance.



12. En la figura se muestra un vibrador visto desde atrás, en todo el centro tiene una bobina.



Se debe verificar que esta bobina este a una distancia de 3 milímetros al armazón del vibrador



➤ **Procedimiento para la calibración de los Sensores**

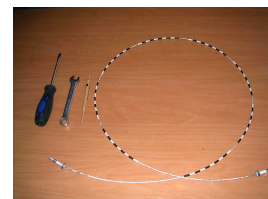
1. Para la calibración de los sensores se requiere de guaya, llave de 10 milímetros, destornillador de pala, calibrador de potenciómetros y osciloscopio.

Se debe colocar la maquina en programa uno, se tiene que ubicar en el armario de tarjetas localizar preset en la parte superior de la tarjeta P.C.B. de control de fondo y desplazar el swiche de posición a su parte de arriba (en uno).

Ahora en las tarjetas amplificadoras de señal se mueven todos los potenciómetros de las tarjetas amplificadoras hasta ponerlos en la menor amplitud girándolos hacia la izquierda.



Scan Master

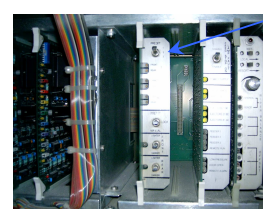


Osciloscopio

Herramientas

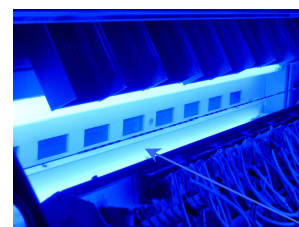


Tablero de tarjetas

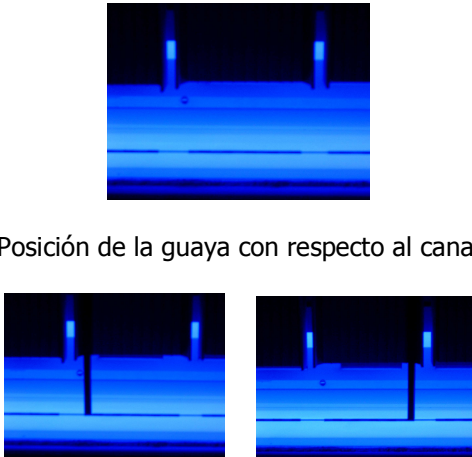




Tarjeta de P.C.B. de control de fondo

2. Colocar la guaya como indica la figura, para esto hay que quitar el cepillo de la plumilla, hay que templar bien la guaya verificando que el inicio y el final del canal sean los mismos con la secuencia de blancos y negros que tiene la guaya para cada canal.



Guaya de Calibración

<p>Para verificar la alineación del canal con respecto a la guaya se tiene que poner la regla de alineación al inicio del canal e igualarlo con la secuencia del blancos y negros de la guaya, lo mismo se tiene que hacer al final del canal.</p>	 <p>Posición de la guaya con respecto al canal</p> <p>Alineación a la Izquierda Alineación a la Derecha</p>
<p>3. Conectar el osciloscopio de la manera que se muestra.</p> <p>Se ubica en la parte inferior de la tarjeta P.C.B. de tiempo el conector amarillo marcado como START SYNC y se conecta un canal de salida del osciloscopio (B), esto para visualizar la sincronización del sensor.</p> <p>También se conecta la salida (A) del osciloscopio a la tarjeta P.C.B. amplificadora para visualizar la posición del sensor.</p> <p>La tarjeta P.C.B. amplificadora en la parte superior y en la parte inferior tiene dos conectores uno de color azul y otro de color verde al lado de uno potenciómetro, hay que conectar el canal (A) del osciloscopio al conector azul .</p> <p>Si se quiere calibrar el primer sensor delantero se tiene que conectar el canal (A) del osciloscopio al conector azul</p>	 <p>Conexión del Osciloscopio</p> <p>Conexión a tarjetas Amplificadoras</p>

<p>superior de la primera tarjeta</p> <p>amplificadora iniciando de izquierda a derecha, para visualizar la posición del segundo sensor delantero se conecta el osciloscopio en la parte superior segunda tarjeta amplificadora, cuando se tenga que calibrar los sensores traseros se tiene que conectar el osciloscopio en el conector azul de la parte inferior de la tarjeta amplificadora.</p>	<p>Conexión de sincronización</p>  <p>Conexión a cada sensor</p>
<p>4. Se tiene que verificar la posición del sensor con el osciloscopio, en caso de que se encuentre mal ubicado se tiene que destornillar la tarjeta donde va el sensor y ubicarla bien apoyándose en el osciloscopio.</p> <p>La señal que muestra el osciloscopio es de forma cuadrada y ubica las partes negras de la guaya en la zona inferior y las partes blancas en la zona superior, la imagen que esta mostrando el osciloscopio es la de un sensor bien ubicado.</p> <p>Muestra también dos líneas verticales que son la sincronización un sensor esta bien ubicado cuando la onda cuadrada esta dentro de la sincronización de una manera equidistante.</p> <p>Este procedimiento tiene que hacerse con todos los 16 sensores que tiene este tipo de maquina.</p>	 <p>Ubicación de posición del sensor</p>  <p>Visualización de la posición en osciloscopio</p>

5. Ahora se tiene que calibrar la amplitud de los sensores, para este procedimiento se debe conectar la tierra del osciloscopio con la tierra de la tarjeta del sensor que esta ubicada en la parte inferior del conector, y una salida del osciloscopio (A) a la parte superior del conector.

Se tiene que verificar la amplitud del sensor con el lente tapado y destapado, cuando el lente esta tapado la amplitud del sensor oscila entre 2 y 3 voltios y cuando esta destapado oscila entre 4 y 7 voltios.

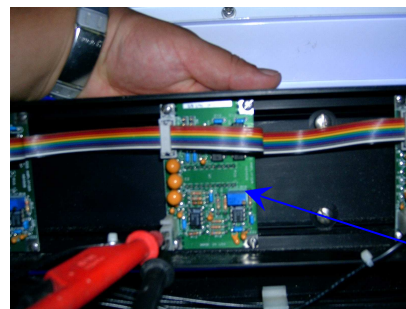
La idea de un sensor bien calibrado es que halla una diferencia de 3 voltios entre la amplitud del sensor cuando esta tapado y la amplitud del sensor cuando esta destapado. Para esto se tiene que mover el potenciómetro (azul) tantas veces como sea necesario con el lente tapado y destapado para hallar dicha diferencia.



Sensor destapado



Visualización del sensor destapado en el osciloscopio



Sensor tapado

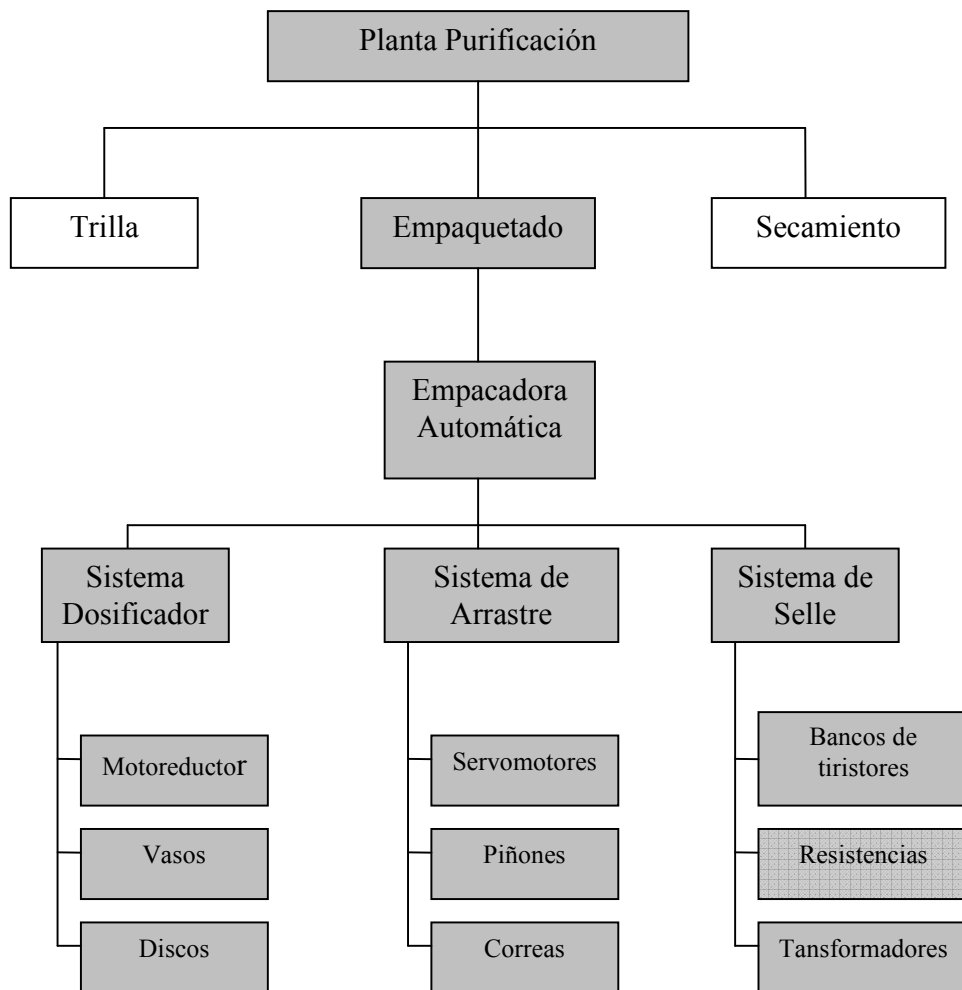


Visualización del Sensor tapado en el osciloscopio

4.2 EMPACADORAS AUTOMATICAS

4.2.1 Diagrama taxonómico de las empacadoras automáticas

Figura 33. Diagrama taxonómico empacadora automática



HOJA DE TRABAJO RCM

Equipo: Empacadora Automática de Arroz			Equipo de trabajo:		Fecha de realización	
Componente:			Aprobado por		Fecha de aprobación	
C.F.	FUNCIÓN	C.F.F.	FALLA DE FUNCIÓN	C.M.F.	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE LOS MODOS DE FALLA (Qué sucede cuando falla)
1	Empacar Bolsas de 500 g de Arroz Blanco a una razón de 60 bolsas/minuto	1 ^a	Incapaz de empacar bolsas de arroz	1A1	Los servomotores no funcionan	Cuando los servos no trabajan la maquina no arrastra la lamina de plástico y por consiguiente no se pueden formar las bolsas
				1A2	No tiene la presión de aire adecuada	No hay refrigeración en los selles y por tanto la bolsa se abre, también la electroválvula de cierre de la mordaza vertical no funciona, el codificador no imprime el lote y la fecha. Se tiene que revisar la red de aire comprimido para verificar fugas.
				1A3	El motoreductor de cierre de mordazas falla por falta de aceite	La mordaza no cierra y por lo tanto no hay selle horizontal. El cambio del moto reductor de 2.4 HP dura 6 horas
				1A4	El motoreductor del dosificador falla por falta de aceite	El dosificador no gira y por tal motivo no hay suministro de arroz a la maquina ni regulación de peso. El cambio de moto reductor de 1.2 HP dura 3 horas
				1A5	La fotocelda no funciona	La maquina no desplaza la lamina de plástico. Su revisión y calibración demora 30 minutos
				1A6	Las electroválvulas no funcionan	No hay cierre vertical, corte de bolsas, ni impresión del codificador
				1A7	La programación de levas no esta de	La maquina forma bolsas largas y cortas. Para

					presentación a empacar	programación de las levas puede durar 15 minutos
		1B	Empacar bolsas de 500 gr a menos de 60 bolsas/minuto	1B1	Los servomotores se desprograman debido a fallas eléctricas	El arrastre de la maquina se hace mas lento
				1B2	La lamina de plástico no tiene la calidad requerida	Hay que bajarle la velocidad a la maquina para que no halla desperdicio de plástico
2	Dosificar 500g de arroz blanco	2ª	Dosificar menos de 500 g	2A1	Los vasos del dosificador se desgastan	Las bolsas de arroz salen con menos peso y por lo tanto se consideran como averías
3	Formar bolsas de 500 g	3ª	No puede formar bolsas	3A1	El cuello formador se desgasta	Raya la bolsa y deja anomalías en la presentación
				3A2	El calibre de la lamina de plástico es muy delgado	La lamina se mueve en el cuello hacia los lados y hace que la bolsa quede mal sellada
				3A3	El rollo de lamina se acabo	La maquina tiene un sensor que cuando se acaba el rollo de lamina para la maquina
4	Sellar horizontal y verticalmente las bolsas de 500 g	4ª	No puede sellar las bolsas	4A1	Los bancos de tiristores no funcionan	El no llegan los pulsos de energia a la mordaza que hacen el selle en las bolsas
				4A2	Los enchufes de la calefacción no están haciendo buen contacto	No hay flujo de energía hacia las mordazas
				4A3	Los transformadores de potencia no funcionan adecuadamente	Los voltajes que salen de los transformadores superan los 60 V , se calientan en forma excesiva, producen ruido esto se debe a fluctuaciones en la red que desgastan las bobinas de los transformadores
				4A4	Las resistencias de selle se rompen	Se abre el circuito y no hay energía en las resistencias que sellan




4.2.3 Aplicación de hoja de evaluación consecuencias, decisión y tareas propuestas

Tabla 9. Aplicación de Hoja de evaluación, decisión y tareas propuestas para la Empacadora automática

HOJA DE TRABAJO RCM															
Equipo Empacadora Automática							Equipo de trabajo:					Fecha de realización			
Componente							Aprobado por					Fecha de aprobación			
Ref. Información			Evaluación Consecuencias				Decisión			Tareas "a falta de"			Tareas Propuestas	Frec. Inicial	A realizar por...
F	FF	MF	H	S	E	O	H1 S1	H2 S2	H3 S3	H4	H5	S4			
			O1 N1	O2 N2	O3 N3										
1	A	1	Y	N	N	Y	Y						Revisar la programación de los servomotores	Mensual	Electrónico
1	A	2											Inspeccionar la red de aire comprimido y drenar los tanques		
1	A	3	Y	N	N	Y	Y						Comprobar el nivel de aceite de la caja de engranajes y rellenarla con XX90 si fuera necesario	Cada 15 días	Mecánico 1
1	A	4	Y	N	N	Y	Y						Comprobar el nivel de aceite de la caja de engranajes	Cada 15 días	Mecánico 1
1	A	5	Y	N	N	Y	Y						Limpiar y programar la foltocelda	Cada 8 días	Operario
1	A	6	Y	N	N								Revisar los filtros de la unidad de mantenimiento y limpiarlos	Cada 8 días	Operario
1	A	7	Y	N	N	Y	Y						Revisar la programación de las levas cuando se cambie de presentación	Diaria	Operario
1	B	1											Analizar el sistema de suministro de energía separadamente		

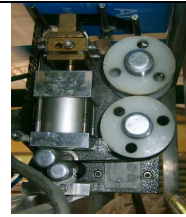
1	B	2									Revisar los calibres y el material de las laminas de plástico antes de ingresar al almacén	Según entrada	Analista de Calidad
2	A	1	Y	N	N	N	N	Y			Realizar inspección de vasos dosificadores	Mensual	Operario
3	A	1	Y	N	N	N	N	Y			Desmontar el cuello y revisar el estado de desgaste del cuello	cada 3 meses	Operario
3	A	2	Y	N	N						Revisar los calibres y el material de las laminas de plástico antes de ingresar al almacén	Según entrada	Analista de Calidad
3	A	3	Y	N	N	Y	Y				Revisar el estado de consumo del rollo	Cada 45 minutos	Operario
4	A	1	Y	N	N	N	N	Y			Desmontar los bancos y aplicar limpiador electrónico	cada 3 meses	Electrónico
4	A	2	Y	N	N	Y	Y				Conectar y desconectar los enchufes	Diaria	Operario
4	A	3	Y	N	N	Y	Y				Revisar voltajes de entrada y salida	Cada 15 días	Electrónico
4	A	4	Y	N	N	Y	Y				Revisar las resistencias y su conexión	Diaria	Operario

4.2.4 Descripción de las maquinas de empaquetado

<p><u>MAQUINAS EMPACADORAS</u></p> <p>Estas maquinas son las encargadas de empaquetar el producto,. Están compuestas de un sistema dosificación, neumático, eléctrico y mecánico.</p> <p>Utiliza un sistema de refrigeración para regular la temperatura de sellado.</p>	
<p>➤ Maquinas empacadoras proceso de inspección</p> <p>1. Sistema de refrigeración:</p> <ul style="list-style-type: none">• Revisar el funcionamiento del ventilador, radiador y la unidad número uno y dos.	
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que la temperatura que se utiliza para refrigerar las mordazas este a una temperatura de 5°C por debajo de la temperatura ambiente. <p>Como se muestra en la figura se debe tener en cuenta el estado de los racores y mangueras.</p>	

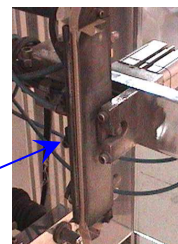
<p>Se debe tocar las mordazas, estas no deben estar frías y no presentar condensación de agua.</p>	
<p>2. Sistema de Neumático:</p> <ul style="list-style-type: none"> Revisar la presión de entrada de la maquina que debe estar entre 90 y 105 PSI. Además si se detecta agua o partículas extrañas en los vasos de los filtros estos se deben drenar. 	
<ul style="list-style-type: none"> Las electroválvulas no deben presentar escapes en los racores y mangueras. Se debe tocar la bobina y verificar la temperatura (no deben estar calientes) <p>El regulador de la izquierda controla la presión del codificador debe estar en un valor entre 0 y 60 PSI, el regulador de la derecha controla la presión de las correas (las mantiene cerradas) debe tener un valor entre 0 y 40 PSI.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> El cilindro de selle vertical controla el movimiento de la resistencia vertical, el cilindro horizontal controla la salida y entrada de la cuchilla. <p>Se debe verificar el estado del cilindro que este funcionando y no tenga escapes de presión.</p>	 <p style="text-align: center;">Vertical Horizontal</p>
<ul style="list-style-type: none"> El codificador debe estar funcionando, no debe presentar escapes de presión, los rodillos en buen estado, la parte eléctrica bien conectada y 	


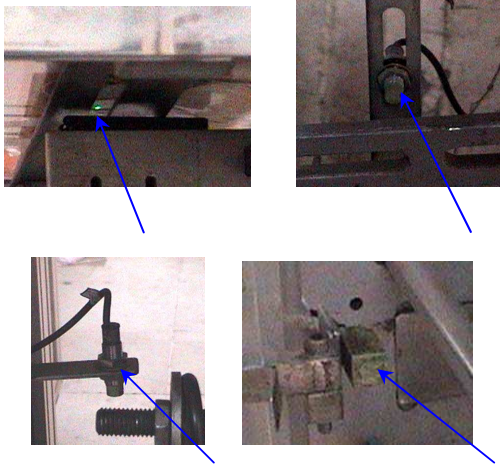
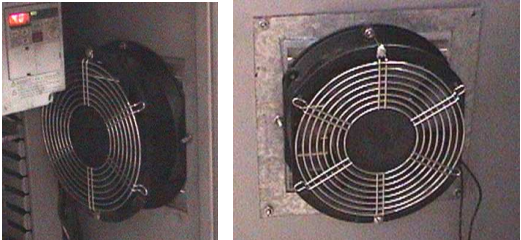
que halla una buena cantidad de cinta de codificar. Se debe verificar el estado del piñón y la cremallera del codificador.

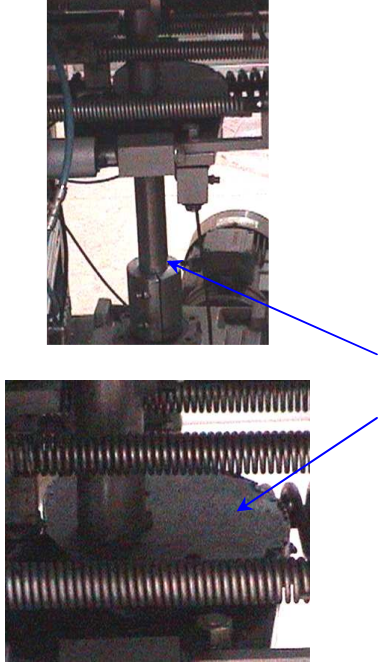
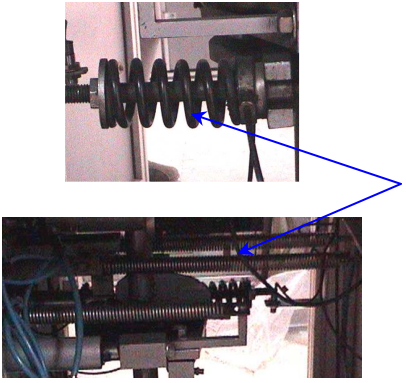
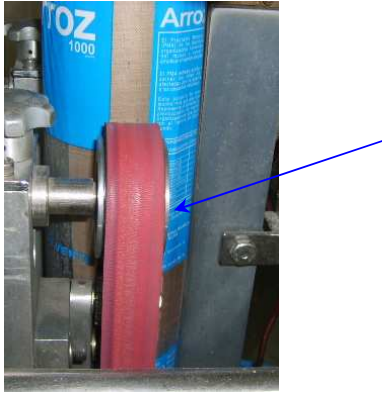



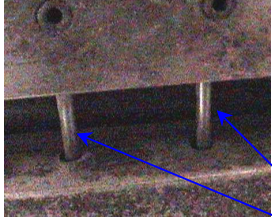


2. Sistema de Eléctrico:

- En la foto observamos el tablero eléctrico este no debe presentar cables desconectados y los dispositivos deben estar funcionando. Revise los fusibles y los relés electromecánicos.
- En cuanto a la calefacción vertical y horizontal se debe revisar las resistencias deben tener una temperatura de precalentamiento, deben estar recubiertas con cinta teflón para no quemar la bolsa.



<p>Los Servomotores deben estar trabajando sincronizados.</p> <p>Su temperatura de trabajo no debe superar los 70 °C</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Las fotoceldas deben estar en buen estado y funcionando no deben presentar desgaste 	
<ul style="list-style-type: none"> Los extractores deben estar en buen estado, conectados y funcionando, 	
<ul style="list-style-type: none"> El eje de levas debe estar en perfecto estado físico, no debe tener fisuras, no debe tener vibración y debe estar funcionando. 	

<p>La leva no debe estar desgastada. Debe evitarse el exceso de lubricación.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Los resortes deben estar en buen estado y funcionando. Estos usualmente se rompen. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Las correas de arrastre no deben estar desgastadas ni con fisuras, deben estar perfectamente paralelas y alineadas con todo el centro del tubo que dosifica a la bolsa, deben estar en un termino medio entre templadas y sueltas. Se debe tener en cuenta también el estado de los engranajes, no deben estar desgastados. 	

<ul style="list-style-type: none"> • La cuchilla debe estar en buen estado deben estar cortando el plástico perfectamente. No le deben faltar dientes. No debe estar doblada y cuando en la pantalla de mantenimiento se verifica la cuchilla debe estar entrando y saliendo. <p>Las agujas no deben estar dobladas, haciendo todo el recorrido y perforando bien el plástico.</p>	 
<ul style="list-style-type: none"> • Los rodillos de la máquina empacadora deben estar bien lubricados, girando bien no deben estar sucios 	
<ul style="list-style-type: none"> • Los motoreductores deben estar bien lubricados no deben presentar vibración ni fugas de aceite. <p>La primera foto es la del motor del dosificador .</p> <p>La segunda foto es el motor que hace girar el eje de levas.</p>	

La tercera foto es el motor que controla el giro del rollo de plástico.




La cuarta foto muestra el motor que controla el transportador de la maquina.

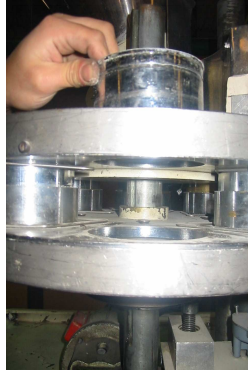


➤ Limpieza de maquinas empacadoras

1 Conjunto dosificador

1.1 Desmontaje

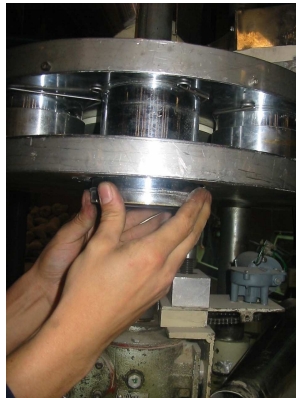
	<p>A. Los tornillos del anillo de fijación se retiran usando la herramienta apropiada (llave bristol), se aflojan, luego se retiran, y se levantan los anillos.</p>
	<p>B. Cuello: Se retiran los dos tornillos de fijación utilizando una llave Bristol y se extrae el cuello.</p>
	<p>C. Ganchos de los vasos dosificadores: se hala el gancho hacia fuera y se retira el gancho.</p>



D. Se hala el vaso superior hacia arriba



E. Se retira el vaso inferior hacia abajo teniendo en cuenta que esté enfrentado la salida del vaso con respecto al orificio del cuello.



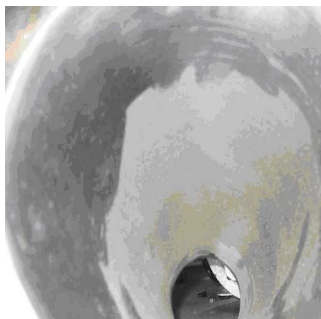
1.2 Limpieza



A. Se debe realizar el respectivo sopleteo al interior de los platos, de tal forma que se retire la acumulación de harina y arroz.



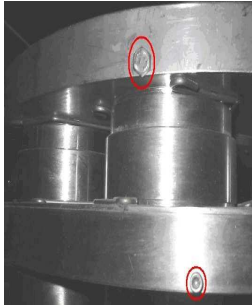
B. Se retira la acumulación de harina en la parte externa e interna del cuello utilizando estopa.



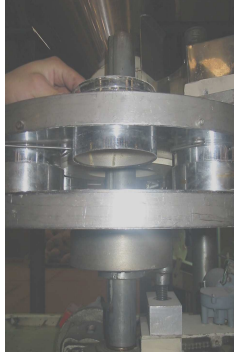


C. Vaso superior e inferior: Se retira la acumulación de harina tanto interna como externamente utilizando estopa.

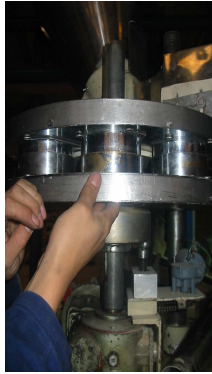
1.3 Montaje



A. Se ajustan los tornillos del anillo de fijación.



B. Se introduce el vaso superior por encima del plato.



C. Se introduce el vaso inferior por debajo del plato, teniendo en cuenta que este enfrente el orificio del cuello con el vaso superior.



D. Se introduce el gancho.



E. Se Introduce el cuello, y se ajustan los tornillos.

2. MECANISMOS INTERNOS DE LA MÁQUINA

2.1 Limpieza



- Se retira la acumulación de grasa de los mecanismos internos (ejes, resortes, platinas y levas), utilizando estopa y varsol.
- Se retira de la base de fijación y paredes internas la acumulación de grasa que se encuentre, utilizando estopa y varsol.

3. PARTE EXTERNA DE LA MÁQUINA

3.1 Limpieza



- Se limpia el cuello formador utilizando alcohol y estopa.
- Se limpian las correas para retirar la acumulación de residuos de tinta del plástico, utilizando alcohol y estopa.
-
- Se limpian las mordazas para retirar la acumulación de arroz y residuos de plástico, utilizando aire.



Se retiran los residuos del pegante de la cinta y la acumulación del polvo, utilizando estopa, varsol y agua.

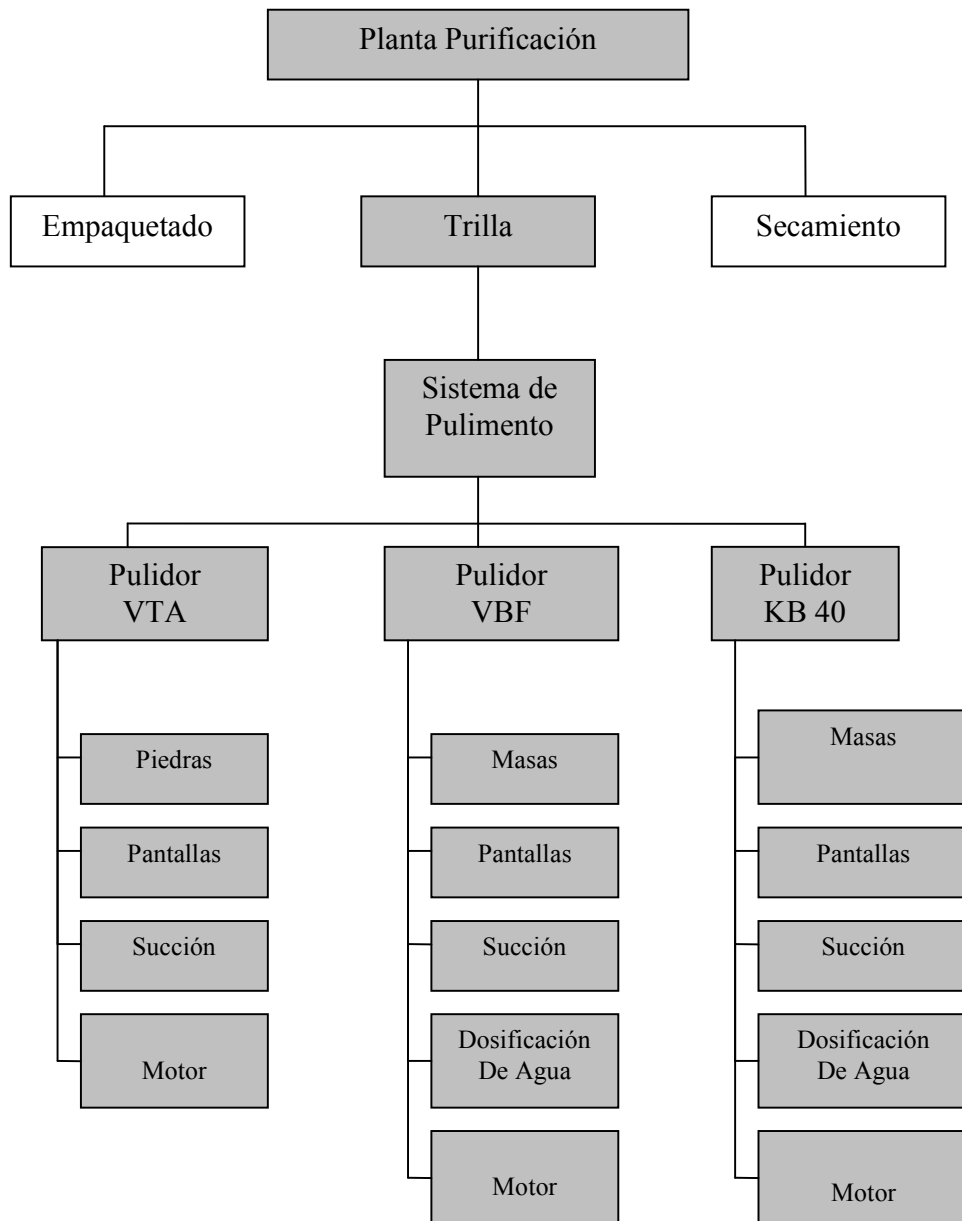


Se limpian los rodillos utilizando estopa, varsol para eliminar residuos de tinta y acumulación del polvo.

4.3 SISTEMA DE PULIMENTO

4.3.1 Diagrama taxonómico del sistema de pulimento

Figura 34. Diagrama taxonómico sistema de pulimento



4.3.2 Aplicación de hoja de funciones, fallas funcionales, modos de falla y efectos de modos de falla

HOJA DETRABAJO RCM						
Equipo: Sistema de Pulimento			Equipo de trabajo:			Fecha realización:
Componente: Pulidor VTA			Aprobado por:			Fecha de aprobación:
C.F.	FUNCION	C.F.F.	FALLA DE FUNCION	C.M.F.	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE LOS MODOS DE FALLA (que sucede cuando la falla)
1	Pulir la corteza del arroz integral por intermedio de fricción con una diferencia de 3 puntos de partido entre entrada y salida	1A	La maquina no pule	1A1	La compuerta de entrada esta muy abierta	Hay mucho flujo de arroz por consiguiente hay mas partido y menos blancura
				1A2	Succión de aire muy poca	La maquina no da abrasión y el arroz no da blancura
				1A3	Piedras agotadas por desgaste	El desempeño en el trabajo es bajo y el arroz se parte
				1A4	Pesas en poca posición	Hay mucha salida de arroz y el arroz que sale no sale con pulimento y blancura
		1B	Parte el arroz mas de 3 puntos	1B1	Los frenos están muy ajustados	Cuando los frenos los frenos no están ajustados a 6mm el espacio es demasiado corto para que pase bien el arroz, esto produce atascamiento de la maquina
2	La maquina gira a 545 rpm	2A	La maquina no gira a 545 rpm	2A1	Motor inadecuado	Si el motor no es el adecuado cambia la velocidad de la maquina por tanto no trabaja bien
				2A2	Polea mal calculada	Si la velocidad de esta por encima de 545 rpm el pulidor parte arroz, si esta por debajo no pule bien el arroz.
3	Conservar un promedio de blancura 27-31 y un pulimento 35-48	3A	No conserva una blancura de 27-31, ni un pulimento de 35-48	3A1	La maquina se patina o apaga	Cada vez que se apaga el pulidor el arroz que queda adentro se parte cuando inicia
				3A2	Demasiado ajunte en frenos y pesas	El pulidor presenta trituración del producto
				3A3	Correas con poco ajuste	Se produce recalentamiento en el motor y en la correa

Equipo: Sistema de Pulimento			Equipo de trabajo:			Fecha realización:
Componente: Pulidor VBF			Aprobado por:			Fecha de aprobación:
C.F.	FUNCION	C.F.F.	FALLA DE FUNCION	C.M.F.	MODOS DE FALLA	EFFECTOS DE LOS MODOS DE FALLA (que sucede cuando la falla)
1	Pulir arroz semintegral a blanco por intermedio de fricción con agua y succión de aire	1A	No pule el arroz integral	1A1	La masa esta desgastada a la entrada del arroz	Cuando la masa esta desgastada el pulimento no es uniforme, se sube el partido a 1 o 2 puntos.
				1A2	Presenta arroz en la harina	Escape de arroz por intermedio de las mallas muchas veces porque están mal puestas o ya están rotas
		1B	La maquina se patina	1B1	Mucha cantidad de agua	Produce recalentamiento en correa y motores
				1B2	Succión obstruida	La maquina no retira toda la harina y se producen atascamiento que puede representar en que se queme el motor
				1B3	Correas con poco ajuste	Las correas se recalientan y empieza a oler a quemado, esto puede quemar el término del arranque
		2	Promedio de blancura 35-37 y pulimento 70-80	2A	La maquina se apaga	2A1

Equipo: Sistema de Pulimento				Equipo de trabajo:		Fecha realización:
Componente: Pulidor KB40				Aprobado por:		Fecha de aprobación:
C.F.	FUNCION	C.F.F.	FALLA DE FUNCION	C.M.F.	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE LOS MODOS DE FALLA (que sucede cuando la falla)
1	Pulir dando acabado en presentación al arroz blanco por intermedio de fricción mas agua y aire de manera pulverizada	1A	Poco Pulimento	1A1	Succión de aire obstruida, poca cantidad de agua	La materia prima sale con recalentamiento
		1B	Presenta arroz en la harina por mallas rotas	1B1	Rotura de la malla tapona la tubería de succión	Presenta alteración de la harina para el conteo promedio
		1C	La maquina patina	1C1	Mucha cantidad de agua	Produce recalentamiento en el arroz
1C2	Correa con poco ajuste			Se puede quemar el motor y las correas		
2	Promedio de blancura 38-40 y pulimiento 88-94	2A	La maquina se apaga	2A1	Sobrepeso en la boquilla de salida	Se atasca la maquina y las que vienen en secuencia

4.3.3 Aplicación de hoja de evaluación consecuencias, decisión y tareas propuestas

HOJA DE TRABAJO RCM								
Equipo	Equipo: Sistema de Pulimento			Equipo de trabajo:		Fecha de realización		
Componente	Componente: Pulidor VTA			Aprobado por		Fecha de aprobación		
Ref. Información	Evaluación Consecuencias	Decisión			Tareas "a falta de"	Tareas Propuestas	FREC. Inicial	A realizar por...
		H1 S1	H2 S2	H3 S3				

F	FF	MF	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4			
1	A	1	N	N	N	Y	Y						Calibrar la compuesta de entrada en 7 ton	Diario	Operario
1	A	2	Y	N	N	Y	Y						Limpieza de tuberías y desharinar maquina	15	Mecánico
1	A	3	Y	N	N	Y	Y						Revisión de piedras	15	Mecánico
1	A	4	N	N	N	Y	Y	Y					Calibración de pesas	Cada que se necesite	Operario
1	B	1	Y	N	N	Y	Y						Calibración de frenos	30	
2	A	1	N	N	N	Y							Calculo de motor	Puesta en marcha	Eléctrico
2	A	2	N	N	N	Y							Calculo de polea	Puesta en marcha	Mecánico
3	A	1	Y	N	N	Y	Y						Tensión de correas verificando cada una	15	Mecánico
3	A	2	Y	N	N	Y	Y						Calibración de frenos	30	Mecánico
3	A	3	Y	N	N	Y	Y						Revisión de tablero y sopeteada de tablero eléctrico	8	Eléctrico

Equipo		Equipo: Sistema de Pulimento											Equipo de trabajo:			Fecha de realización	
Componente		Componente: Pulidor BVF											Aprobado por			Fecha de aprobación	
Ref. Información			Evaluación Consecuencias				Decisión			Tareas "a falta de"			Tareas Propuestas		FREC. Inicial	A realizar por...	
F	FF	MF	H	S	E	O	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	H4	H5	S4					
1	A	1	N	N	N	Y	Y						Revisión el desgaste de la masa	15	Mecánico		
1	A	2	Y	N	N	Y	Y						Revisión de mallas y cambio si es necesario	15	Mecánico		
1	B	1	Y	N	N	Y							Hacer mantenimiento a la bomba del agua	30	Mecánico		
1	B	2	Y	N	N	Y	Y						Limpieza de tuberías y desharinar maquina	15	Mecánico		

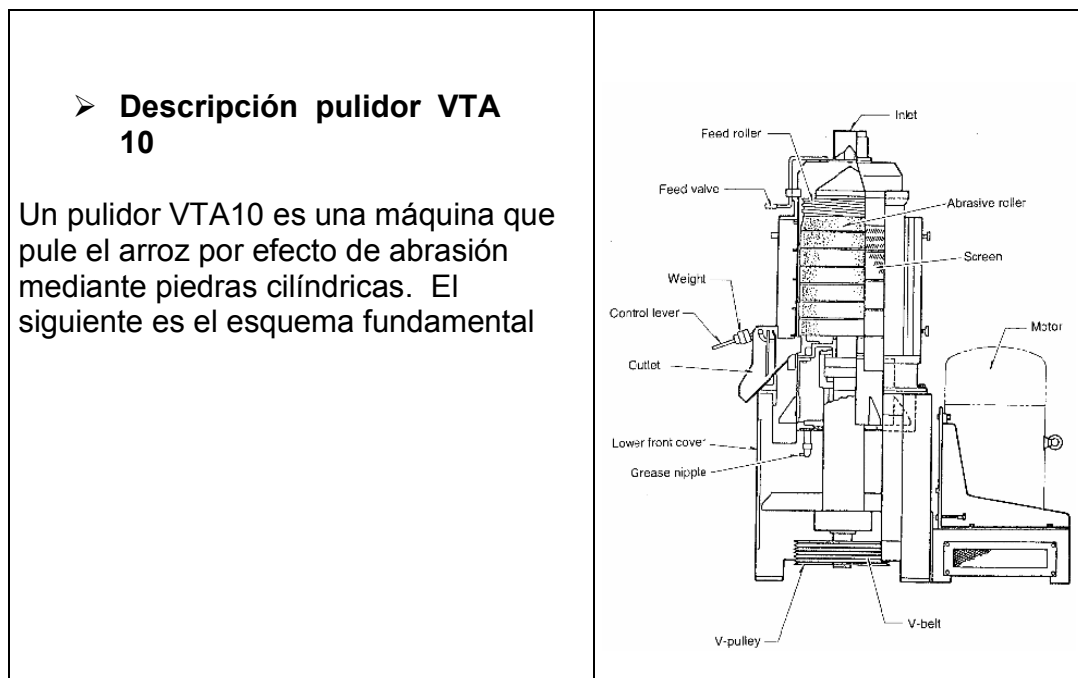
1	B	3	Y	N	N	Y	N	Y					Tensionar y verificar cada correa	15	Mecánico
2	A	1	Y	N	N	Y	Y						Manejo de pesos y limpieza de boquillas	Diario	Operario

Equipo			Equipo: Sistema de Pulimento						Equipo de trabajo:					Fecha de realización		
Componente			Componente: Pulidor KB40						Aprobado por					Fecha de aprobación		
Ref. Información			Evaluación Consecuencias				Decisión			Tareas "a falta de"			Tareas Propuestas	FREC. Inicial	A realizar por...	
F	FF	MF	H	S	E	O	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	H4	H5	S4				
1	A	1	Y	N	N	Y	Y							Limpieza de tuberías y desharinar maquina	15	Mecánico
1	B	1	Y	N	N	Y	N	Y						Cambio de mallas y revisada si es necesario	15	Mecánico
1	C	1	Y	N	N	Y	Y							Hacer mantenimiento a Bomba de agua	30	Mecanico
1	C	2	Y	N	N	Y	N	Y						Tensionar y verificar cada correa	15	Mecánico
2	A	1	Y	N	N	Y	Y							Manejo de pesos y limpieza de boquillas	Diario	Operario

4.3.4 Descripción del sistema de pulimento

Las líneas de pulimento están compuestas por pulidores abrasivos o tipo VTA10, pulidores de fricción tipo VBF10 y polichadores tipo KB40. Cada uno de estos cumple una función específica y requiere rutinas de inspección y limpieza en periodos diferentes.

Es importante que se haga primero una limpieza general del equipo para proceder a la revisión del mismo.



La harina resultante del proceso de pulimento es retirada del equipo mediante la succión de turbinas.

Para realizar una inspección adecuada a este tipo de pulidores es importante tener en cuenta las siguientes partes:

<p>1 Tolva de recibo</p> <p>Esta recibe el arroz integral, está construida en lámina y su finalidad es garantizar un remanente de carga en el equipo. Sobre esta tolva generalmente se ubica una trampa magnética para evitar que elementos metálicos contenidos en el arroz integral, lleguen al interior del pulidor.</p> <p>Aquí se debe verificar que la tolva esté en buen estado, que no este rota, se verifica el estado del imán y se limpia. Asimismo se verifica que las mirillas estén limpias y en buen estado.</p>	
<p>2 Válvula reguladora de carga</p> <p>Es la encargada de graduar la entrada de arroz y para esto tiene una palanca que es ajustada a la medida necesaria mediante un dial.</p> <p>En esta parte se verifica que la palanca esté en buen estado y que puedan girar libremente. Asimismo se verifica que la base esté ajustada.</p>	
<p>3 Tornillo sin fin de Acero</p> <p>Recibe el arroz y lo transporta hacia las piedras para iniciar el proceso de pulimento.</p> <p>Este elemento se debe limpiar adecuadamente con espátula y cepillo de acero con el fin de verificar que no esté fisurado ni roto ni desgastado.</p>	

4 Piedras abrasivas

Son las encargadas de dar pulimento al arroz en conjunto con las pantallas. Aquí se verifica que estas tengan un diámetro de 46 cm, también debe verificar que haya una distancia de 6 mm entre la piedra y la resistencia. Asimismo, entre piedra y piedra debe haber una base (araña) de 10 mm que las separa para un mejor trabajo, estas a su vez están soportadas por un eje principal.

Si existe un desgaste pronunciado en algunas de las piedras estas se deben intercambiar a fin de obtener un arreglo homogéneo de las mismas que facilite la calibración del equipo.



También se debe limpiar el eje, se verifica que no esté desgastado ni torcido, que las cañas estén en buen estado y la base de las piedras (araña) no estén desgastadas ni lacradas, a su vez limpiarlas.

5 Pantallas

Son superficies ranuradas sobre las cuales circula el arroz en el pulimento, que facilitan la evacuación de la harina. Están sostenidas por un cuerpo de metal fundido armazón. Las pantallas se deben limpiar correctamente mediante el uso de espátula y cepillo de acero



Se verifica que estén en buen estado, no deformadas, ni desgastadas, ni rotas; de igual forma se revisan cuidadosamente las bases y los tornillos de sujeción.

6 Palanca de contrapeso

Esta regula el flujo de la salida del arroz y su permanencia dentro del pulidor, se le coloca unas pesas con el fin de obtener el pulimento deseado.

Es importante verificar que las palancas no estén torcidas, dobladas o partidas, además que las pesas estén en buen estado y que se sostengan en las diferentes ranuras.



7 Motor

Estos pulidores están dotados de un motor de 75 HP que transmite su movimiento a través de correas.

Es muy importante verificar su amperaje con y sin carga su temperatura de operación y los estados de las correas y poleas.

8 Porta frenos

Estos se encuentran en el cuerpo de la máquina para soportar el freno.

Se verifica su desgaste, si se pierde aproximadamente 1/3 de su completa anchura debe ser remplazada inmediatamente.



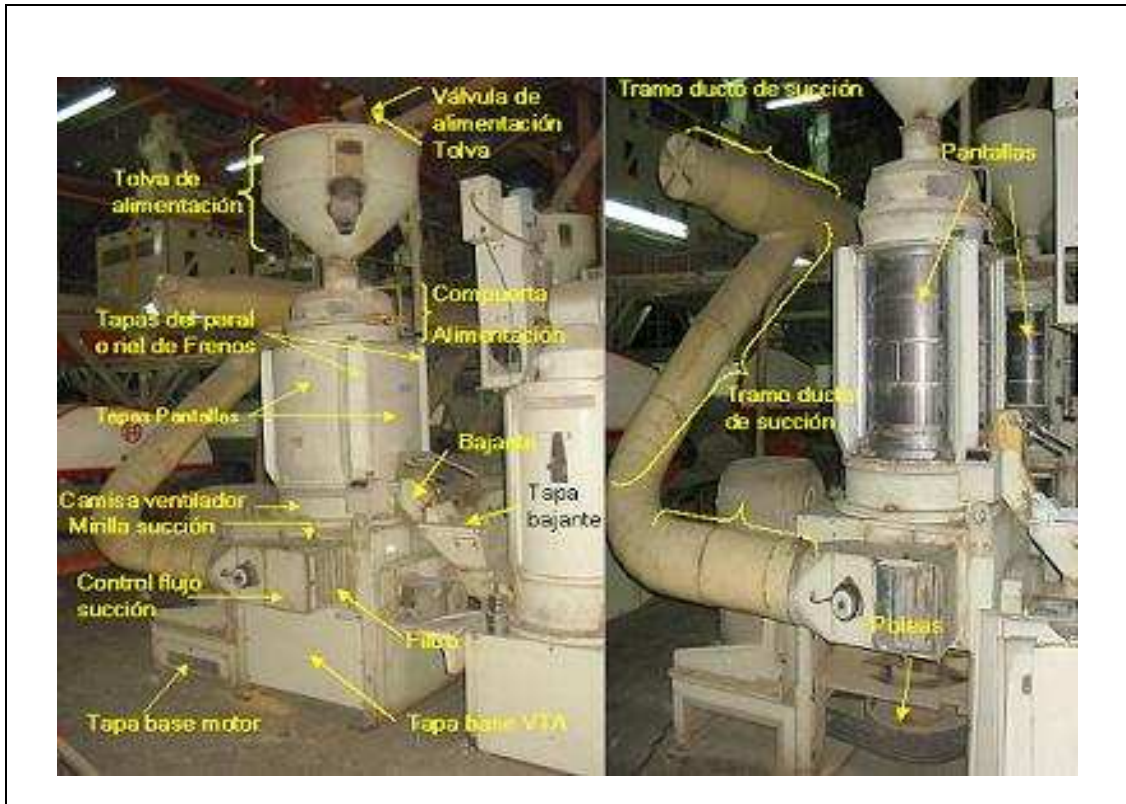
9 Frenos

Estos ayudan a dar pulimento debido a la fricción que deben hacer con las Piedras Abrasivas.



Se verifica que se encuentren en buen estado y que su desgaste sea parejo.

➤ Limpieza pulidor VTA


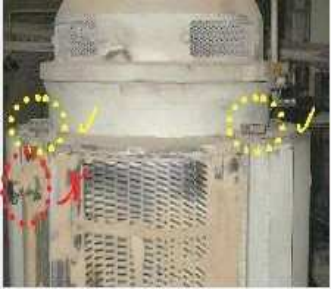


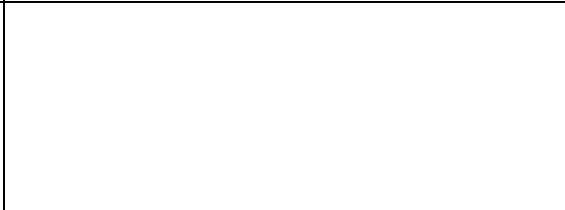


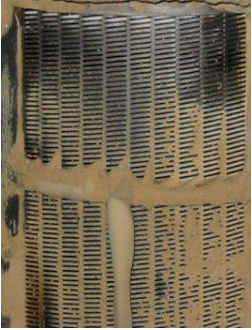




1. Cerrar válvula del tubo de alimentación de la tolva, corriéndola de arriba hacia abajo.


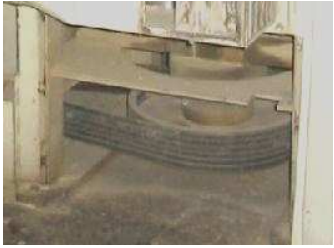









2. Cerrar compuerta de alimentación del Pulidor VTA, corriendo la respectiva palanca de derecha a izquierda.



<p>3. Retirar las 4 tapas de las pantallas y mallas, deslizándolas hacia arriba</p>	
<p>4. Aflojar perilla superior, que sujeta la tapa de cada paral o riel de los frenos de las piedras y retirar las tapas. Una vez retiradas las tapas, NO manipular tornillos intermedios o frontales de los frenos.</p>	
<p>5. Aplicar aire comprimido (sopletear) en la zona para retirar partículas de harina sueltas.</p>	
<p>6. Retirar con una espátula las capas gruesas de harina adheridas a la superficie de las mallas y sus soportes.</p>	
<p>7. Con un cepillo de cerdas de acero remover las partículas de harina y/o</p>	

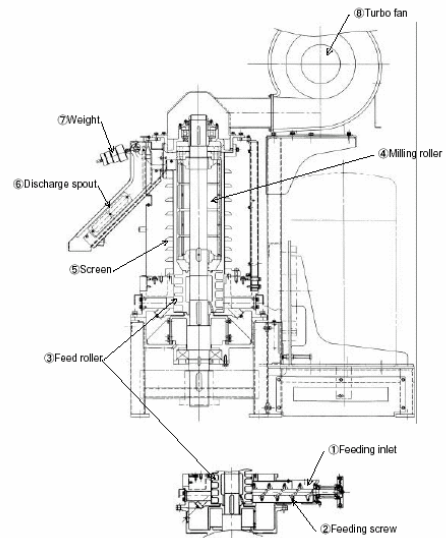
<p>granos de arroz incrustadas en las mallas.</p>	
<p>8. Retirar guías protectoras y limpiarlas.</p>	
<p>9. Remover con espátula la harina adherida a las paredes del ventilador.</p>	
<p>10. Retirar las tapas de: la mirilla, control flujo de succión y filtro ubicados en el punto de conexión de la succión de harina y limpiarlas. (Utilizar destornillador de estría).</p>	
<p>11. Remover con espátula las capas de harina adheridas en estos espacios</p>	

<p>12. Retirar tapa de la base del pulidor - donde está la polea, utilizando llave de 13mm (6 tornillos).</p>	
<p>13. Aplicar aire comprimido (sopletear) en la zona para retirar partículas de harina y granos de arroz acumulados entre poleas, superficie y piso.</p>	
<p>14. Retirar las dos tapas de la base del motor - donde está la polea, utilizando llave de 13mm (5 tornillos).</p>	
<p>15. Retirar las dos tapas de la base del motor - donde está la polea, utilizando llave de 13mm (5 tornillos).</p>	
<p>16. Retirar tapa del bajante que alimenta el BVF y limpiarla con espátula, paño abrasivo (sabra) y trapo húmedo.</p>	

	
<p>17. Limpiar con espátula y paño abrasivo (sabra) el bajante de alimentación al BVF.</p>	
<p>18. Abrir una a una las ventanas en el tramo del ducto de succión y remover las capas de harina adheridas en su interior, realizarlo con una espátula de 60, 80 o 100cm, de acuerdo a la necesidad.</p>	
<p>19. Aplicar aire comprimido (sopletear) la superficie de todo el equipo para retirar partículas de harina sueltas y limpiar toda la superficie del equipo y ducto de succión, removiendo las impurezas con paño abrasivo (sabra) húmedo y retocando con un trapo limpio y húmedo, recuperación color.</p>	

➤ **Descripción Pulidor VBF10**

Es una máquina pulidora por fricción que generalmente se usa como segundo paso de pulimento. Utiliza un sistema de aplicación de agua para complementar el proceso de pulimento. El esquema fundamental de la maquina es el siguiente:






Para hacer una buena inspección del equipo es importante considerar los siguientes aspectos:


1 Sistema de inyección de aire

Esta compuesto por una turbina y su conducto.

Se verifica el estado de la turbina y motor, que este firmemente sujeta al cuerpo del pulidor, asimismo, se debe verificar el la tubería para evitar fugas.




<p>2 Pantallas</p> <p>Por estas circula el arroz en su proceso de pulimento. Facilitan la evacuación de la harina. Están sostenidas por una base sujeta al cuerpo de la máquina.</p> <p>Se verifica que las pantallas no estén desgastadas, ni rotas, y además limpiarlas, por desgaste y prevención es conveniente cambiarlas cada tres meses; la canasta y las tapas se deben limpiar, y revisar que su desgaste no sea grande.</p>	
<p>3 Masa Brilladora</p> <p>Es la encargada de darle pulimento y brillo al arroz, esta masa es sostenida por un eje principal que a lo largo posee cavidades para permitir la circulación del aire.</p> <p>Se verifica que no presente mayor desgaste, ni grietas, lo mismo que el eje se limpia, se mira que no este torcido, ni desgastado y sus cavidades se encuentren destapadas.</p>	
<p>4 Resistencias</p> <p>Estas van adheridas a la masa brilladora para ayudar a dar el brillo que necesita el arroz.</p> <p>Se verifica en que estado se encuentran, si su desgaste da aproximadamente de 1/3 de anchura, se debe cambiar.</p>	

<p>5 Sinfín de entrada</p> <p>Permite la entrada del arroz que viene del pulidor VTA. Este lo lleva hasta el sin fin de acero.</p> <p>Se verifica que no este fisurado, ni roto, se limpia el tanto el sin fin como la base.</p>	
---	--

6 Tornillo sin fin de Acero

Recibe el arroz y lo impulsa hacia la masa brilladora, este sin fin esta dividido en dos partes, esto permite facilidad para poder extraerlo de la maquina.

Se verifica que el tornillo este en buen estado, que no presente grietas, ni este roto.



<p>7 Separadores</p> <p>Permite dejar un espacio entre la masa y el tornillo sin fin, a su vez es donde se encuentra la masa brilladora (separador liso).</p> <p>El separador de rosca se encuentra en la parte superior de la masa, permite dejar un espacio con las piezas que se encuentran en la parte de arriba.</p> <p>Se revisa que no presenten tanto desgaste ni fisuras.</p>	
---	--

8 Palanca de peso


Permite regular el flujo en la salida de la maquina, para esto es necesario colocar unos pesos en la palanca que ayuda a la regulación.

Se verifica que no este fisurada, ni doblada, ni partida, además que las pesas estén en buen estado.



<p>9 Succión de harina</p> <p>Permite la succión de la harina que se desprende en el proceso de pulimento del arroz, este conducto cuenta con una válvula reguladora de caudal. Se verifica que tenga una buena succión, que no este tapado, ni presente agujeros a lo largo del tubo. Asimismo, se verifica que la válvula gire libremente.</p>	
<p>10 Paro de emergencia</p> <p>Se verifica que los contactos estén bien y que estén enviando la señal correcta.</p>	

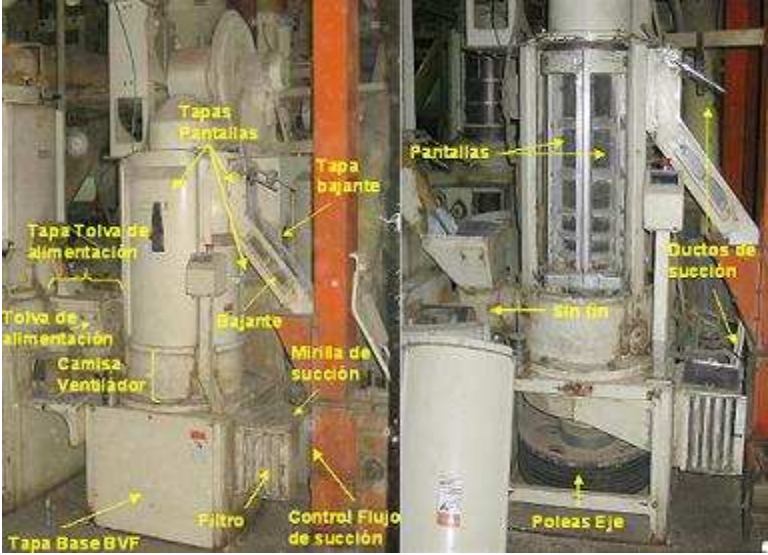


También se verifica el estado del amperímetro, que su funcionamiento sea correcto.

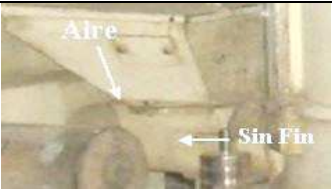



<p>11 Motor</p> <p>Su movimiento es transmitido por medio de unas correas (motor - maquina). Se verifica las conexiones, amperaje, temperatura, estado y tensión de correas.</p>	
---	--

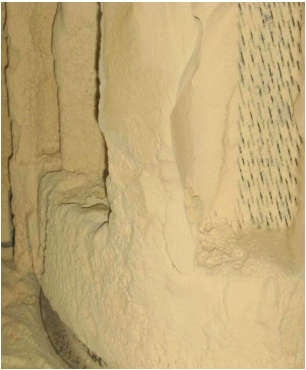
12 Bomba de agua

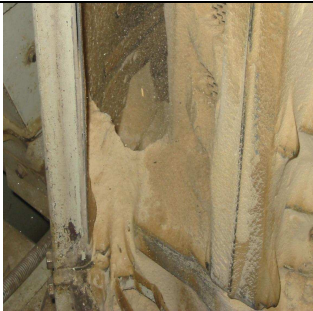




A esta bomba se le debe revisar su funcionamiento, se debe aforar y verificar que no presente fugas ni obstrucciones en las tuberías de conducción del agua, asimismo se debe verificar que esté haciendo el debido retorno al tanque de abastecimiento.





➤ Limpieza pulidor BVF

 <p>Diagrama de la bomba de agua BVF con las siguientes etiquetas: Tapas Pantallas, Tapa bajante, Tapa Tolva de alimentación, Tolva de alimentación, Camisa Ventilador, Bajante, Minilla de succión, Filtro, Control Flujo de succión, Tapa Base BVF, Pantallas, Ductos de succión, sin fin, Poleas Eje.</p>	
<p>1. Retirar tapa y malla de tolva de alimentación, utilizando llave 7/16'</p>	

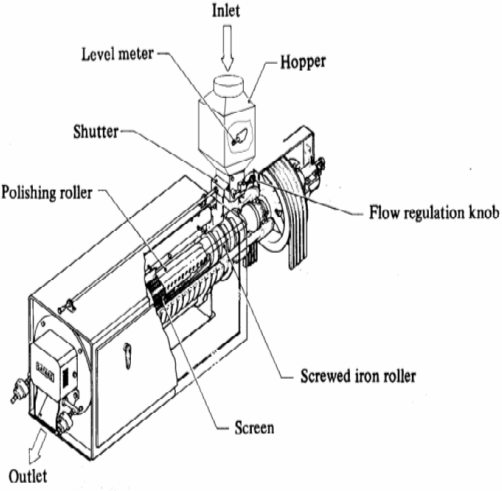
<p>2. Aplicar aire comprimido (sopletear) y limpiar con espátula los espacios de caída al sinfín de alimentación del equipo para retirar partículas de harina y granos de arroz acumulados.</p>	
<p>3. Retirar las cinco tapas de las pantallas y mallas del equipo, deslizándolas hacia arriba.</p>	
<p>4. Aflojar perilla superior, que sujeta la tapa de cada paral o riel de los frenos de las piedras y retirar las tapas. Una vez retiradas las tapas, NO manipular tornillos intermedios o frontales de los frenos.</p>	
<p>5. Aplicar aire comprimido (sopletear) en la zona para retirar partículas de harina sueltas</p>	

<p>6. Retirar con una espátula las capas gruesas de harina adheridas a la superficie de las pantallas, mallas y sus soportes</p>	
<p>7. Con un cepillo de cerdas de acero remover las partículas de harina y granos de arroz incrustadas en las mallas o canastilla.</p>	
<p>8. Retirar guías protectoras y limpiarlas.</p>	
<p>9. Remover con espátula la harina adherida a las paredes del ventilador</p>	


	
<p>10. Retirar las tapas de: la mirilla, control flujo de succión y filtro ubicados en el punto de conexión de la succión de harina y limpiarlas. (utilizar destornillador de estrella)</p>	
<p>11. Remover con espátula las capas de harina adheridas en estos espacios</p>	
<p>12. Retirar tapa de la base del pulidor - donde está la polea, utilizando llave de 13mm (6 tornillos).</p>	
<p>13. Aplicar aire comprimido (sopletear) en la zona para retirar partículas de harina y granos de arroz acumulados entre poleas, superficie y piso.</p>	




<p>14. Retirar las tres tapas de la base del motor - donde está la polea, utilizando llave de 13mm (5 tornillos).</p>	
<p>15. Aplicar aire comprimido (sopletear) en la zona para retirar partículas de harina y granos de arroz acumulados.</p>	
<p>16. Retirar tapa del bajante que alimenta el elevador y limpiarla con espátula, paño abrasivo (sabra) y trapo húmedo.</p>	
<p>17. Limpiar con espátula y paño abrasivo (sabra) el bajante de alimentación al elevador</p>	




<p>18. Abrir una a una las ventanas en el tramo del ducto de succión y remover las capas de harina adheridas en su interior, realizarlo con una espátula de 60, 80 o 100cm, de acuerdo a la necesidad.</p>	
<p>19. Una vez queda limpio cada tramo se cierra la tapa respectiva, para no perder capacidad de succión. Repetir el paso 18 hasta dejar todo el ducto limpio,</p>	
<p>20. Aplicar aire comprimido (sopletear) la superficie de todo el equipo para retirar partículas de harina sueltas</p>	
<p>21. Limpiar toda la superficie del equipo y ducto de succión, removiendo las impurezas con paño abrasivo (sabra) húmedo y retocando con un trapo limpio y húmedo, recuperación color.</p>	

<p>➤ Descripción del Pulidor KB40</p> <p>El pulidor KB40 es comúnmente conocido como polichador, ya que su función es dar brillo al arroz mediante un pulimento por fricción en presencia de agua. El siguiente es el esquema general del equipo:</p>	
--	--

A un pulidor de este tipo se debe revisar:

<p>1 Tolva de recibo</p> <p>Esta es la que recibe el arroz y en su interior se encuentra un sensor de nivel. Se debe verificar que este en buen estado, que no este rota y que este bien sujeta. Asimismo, que las mirillas estén en buen estado.</p>	
<p>2 Sensor de nivel</p> <p>Es de tipo capacitivo el cual se activa en ausencia de carga dentro de la tolva, enviando una señal a la caja de operación para detener la salida</p>	

<p>aire y agua automáticamente. Se debe verificar que las conexiones estén correctas, que este trabajando y a la vez que la señal sea la correcta.</p>	
<p>3 Regulador de carga</p> <p>Este permite graduar la caída del arroz que viene de la tolva. Se debe verificar que este en buen estado, que gire suavemente.</p>	
<p>4 Tornillo sin fin de acero</p> <p>Este recibe el arroz que viene de la tolva y lo transporta hacia la masa brilladora. Se verifica que el tornillo no presente fisuras, que los bordes estén lisos y estén bien ajustados.</p>	
<p>5 Masas</p> <p>Estas son las encargadas de dar el brillo al arroz. Se encuentran en dos tamaños principalmente. Un larga a la entrada del pulidor y una corta en el extremo del eje.</p> <p>El eje principal sostiene las masas brilladoras, además posee unas</p>	

<p>cavidades a lo largo del eje para permitir la salida del aire como del agua.</p> <p>El Plato divisorio es el separador de boquilla pulverizadora.</p> <p>Se debe revisar que las masas no este desgastadas, ni rotas; que el eje este limpio, sus cavidades no estén tapadas y el plato este sellando bien, que no deje pasar más de la cantidad de agua necesaria y que el empaque este en buen estado.</p>	
<p>6 Pantallas</p> <p>Es por donde circula el arroz y permite la salida de la harina. Estas a su vez son protegidas por un soporte. Gracias a la fricción (masa – pantalla) se logra un mejor pulimento.</p> <p>Se verifica que no estén rotas, ni desgastadas, se debe limpiar y es preferible invertir suposición en cada mantenimiento.</p>	
<p>7 Tanque de agua</p> <p>Almacena el agua que se necesita para el producto final de pulimento, a su vez el agua tiene que pasar por un purgador de agua, una unidad de bombeo, unos filtros y un manómetro.</p> <p>Se verifica que el tanque este en buen estado, el purgador, los filtros, la unidad de bombeo y el manómetro este trabajando adecuadamente.</p>	





<p>8 Cañón de la Boquilla Polvorizada</p> <p>Tiene dos conductos que permiten el paso del agua y del aire. Se verifica que el conducto del agua no este tapado, además que los empaques estén sellando bien y no presenten alguna fuga.</p>	
<p>9 Motor</p> <p>Se requiere un motor de 30 Kw. este trasmite su movimiento través de unas correas que las une (maquina – motor). Se verifica amperaje, temperatura, conexiones eléctricas, estado y tensión de correas.</p>	
<p>10 Tablero de operación</p> <p>Es donde se da manejo a la máquina; en donde se puede divisar un medidor de flujo (agua), regular el mismo, selector de auto/manual, switch de inicio y parada de aire / agua, lámparas indicadoras aire / agua, perilla para compuerta. Se verifica que todos los contadores estén bien, que el medidor y el regulador estén funcionando, la perilla este sujeta a la compuerta, los indicadores estén dando señal, lo mismo que los switch.</p>	

➤ Limpieza pulidor KB40



1. Abrir la tapa del primer tramo de la tubería de alimentación al pulidor desde el respectivo elevador.

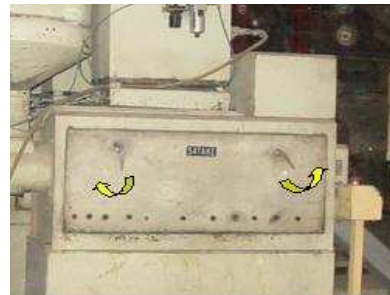


<p>2. Remover con espátula de 60, 80 o 100cm de acuerdo a la necesidad, toda la harina adherida al interior del tubo.</p>	
<p>3. Limpiar con espátula la tolva de alimentación del pulidor, retirando toda la harina adherida a esta.</p>	
<p>4. Retirar tapa del ducto de entrada al pulidor (ubicado en la base de la tolva), abriendo las dos abrazaderas laterales.</p>	
<p>5. Retirar la tapa del sinfín de alimentación con llave 7/16 y sacar la harina que se desprendió de la limpieza del tubo y la tolva de alimentación.</p>	

6. Mover manualmente las poleas para girar el sinfín y así, sacar la harina que alcanzó a caerle.







7. Retirar la tapa de la pantalla - malla, corriendo hacia un lado las dos manijas.



8. Aplicar aire comprimido (sopletear) en la zona para retirar partículas de harina sueltas, luego, retirar con una espátula las capas gruesas de harina adheridas a la superficie de las pantallas, mallas y sus soportes.



<p>9. Con un cepillo de cerdas de acero remover las partículas de harina y granos de arroz incrustadas en las mallas o canastilla de las pantallas.</p>	
<p>10. Con espátula de 60, 80 y/o 100cm, limpiar la parte interna de la base de recolección de harina.</p>	
<p>11. Retirar la tapa de la base del pulidor, utilizando llave de 13mm (4 tornillos).</p>	
<p>12. Aplicar aire comprimido (sopletear) en la zona para retirar partículas de harina y/o granos de arroz, con una espátula retirar la harina adherida al exterior de la base de recolección.</p>	

<p>13. Retirar la tapa o válvula (tiene forma de media luna), ubicada en el extremo de unión entre el ducto de succión y la tolva base de recolección de la harina.</p>	
<p>14. Limpiar con espátula ducto de succión. Aplicar aire comprimido (sopletear) en el ducto de succión para retirar partículas de harina.</p>	
<p>15. Limpiar con espátula y paño abrasivo (sabra) bajante del arroz.</p>	
<p>16. Abrir una a una las ventanas en el tramo del ducto de succión y remover las capas de harina adheridas en su interior, realizarlo con una espátula de 60, 80 o 100cm, de acuerdo a la necesidad</p>	

<p>17. Una vez queda limpio cada tramo se cierra la tapa respectiva, para no perder capacidad de succión. Repetir el paso 18 hasta dejar todo el ducto limpio,</p>	
<p>18. Aplicar aire comprimido (sopletear) la superficie de todo el equipo para retirar partículas de harina suelta, y limpiar toda la superficie del equipo y ducto de succión, removiendo las impurezas con paño abrasivo (sabra) húmedo y retocando con un trapo limpio y húmedo, recuperación color.</p>	

CONCLUSIONES

Las plantas procesadoras de arroz están conformadas por equipos que están sometidos a un ambiente altamente corrosivo y abrasivo, por tanto los costos de mantenimiento son muy altos. El análisis de RCM permitirá visualizar las ventajas y desventajas de las técnicas de mantenimiento empleadas en la empresa.

Al proponer un modelo de gestión para la dirección del proceso de mantenimiento se logra una mejor organización, se podrán identificar las debilidades y fortalezas del proceso y de esta manera tomar acciones correctivas necesarias.

La recolección de información y el análisis de criticidad arrojó como resultado que las clasificadoras electrónicas, las empacadoras automáticas y las líneas de pulimento son los equipos más críticos, esto implica una mayor atención y replantear los procedimientos de mantenimiento existentes con el fin de tener una mejor respuesta ante una falla imprevista.

La definición de los indicadores y la cuantificación de los costos dará una herramienta útil para la organización, administración del proceso de mantenimiento así como tendrán un papel importante en la toma de decisiones por parte de los directivos

Con la utilización del RCM se aumentan las ventajas del mantenimiento preventivo y se disminuyen sus desventajas permitiendo analizar el comportamiento del equipo durante su operación.

El modelo de gestión propuesto para el proceso de mantenimiento está basado en el ciclo PHVA, esto facilitará la dirección del proceso.

BIBLIOGRAFIA

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Edición en español. Gran Bretaña: Aladon, 2004. 433 p.

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Estratégico para Empresas Industriales o de servicios. Primera Edición. Medellín: AMG, 2006. 306p.

GONZALEZ JAIMES, Isnardo. Especialización Gerencia de Mantenimiento. Seminario II: Monografía de Especialización. UIS. 2008. 65p.

GONZALEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Especialización Gerencia de Mantenimiento. Principios de Mantenimiento. UIS. 2007. 174p.

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD. Memorias del curso de facilitadores de RCM 2. Bogotá. 2008.

CURSO EN FORMACION EN RCM. Memorias del curso de tres días. Bogotá. 2008