



PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES STAR-PARAÍSO (PROVINCIA SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS, ECUADOR)

* **Manuel Fernando González Puente**
Facultad de Mecánica
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
ferna_gp@yahoo.com

** **Danny Javier Llamuca Llamuca**
Ensambladora de vehículos Great Wall "CIAUTO"
dannyj192@gmail.com

*** **Franqui Fernando Esparza Paz**
Facultad de Administración de Empresas
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
ffespaz@yahoo.es
franqui.esparza@epoch.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Manuel Fernando González Puente, Danny Javier Llamuca Llamuca y Franqui Fernando Esparza Paz (2018): "Plan de mantenimiento preventivo para el sistema de tratamiento de aguas residuales Star-Paraíso (provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador)", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (febrero 2018). En línea:
[//www.eumed.net/2/rev/caribe/2018/02/mantenimiento-aguas-residuales.html](http://www.eumed.net/2/rev/caribe/2018/02/mantenimiento-aguas-residuales.html)

RESUMEN

Las empresas industriales para ser competitivas en el mercado, como uno de los elementos de productividad lo constituyen los planes de mantenimiento de maquinarias y equipos, para que den resultados en las industrias estos deben ser preventivos. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de tratamiento de aguas residuales STAR-PARAÍSO, perteneciente a las granjas porcinas de una de las empresas importante de la línea de alimentos del Ecuador, como es Procesadora Nacional de Alimentos C.A. (PRONACA), ubicada en Santo Domingo de los Tsáchilas, para el efecto se han generado actividades preventivas, de inspección y monitoreo para cada equipo con frecuencias planificadas, determinación de tiempos y recursos. El fin es reducir al mínimo el incremento de fallos presentes actualmente en el sistema ya que es un proceso crítico en

* Tecnólogo de Mantenimiento Industrial, Ingeniero en Mantenimiento (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba-Ecuador), Diplomado en Gestión Prospectiva de la Educación (Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES. (Ambato - Ecuador), Especialista en Diseño Curricular (UNIANDÉS), Magister en Gestión de Educación mención Educación Universitaria actual (UNIANDÉS), Magister en Gestión del Mantenimiento Industrial (ESPOCH), Docente-investigador, Escuela de Mantenimiento Industrial (ESPOCH)

** Ingeniero en Mantenimiento (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, Riobamba-Ecuador). Asistente de Mantenimiento (Ensambladora de vehículos Great Wall "CIAUTO", Quito-Ecuador), experiencia en mantenimiento de maquinarias y equipos.

*** Ingeniero de Empresas y Máster en Dirección de Empresas mención Proyectos (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba-Ecuador), Técnico Superior en Gerencia de Marketing (Instituto Superior Corporación Internacional de Marketing, Quito, Ecuador), Docente-investigador Escuela de Administración de Empresas, Facultad de Administración de Empresas (ESPOCH), Gerente, director y ejecutivo del sector bancario, financiero y empresarial público y privado. Experiencia en formulación y ejecución de proyectos de inversión privada y de desarrollo.

cuanto a permisos ambientales, partiendo del análisis de la situación actual de los equipos por medio de termografía como lo determina la norma ISO 18434-1:2008 y un estudio del como estaba inicialmente la gestión del mantenimiento para la propuesta de mejoras. A fin de mantener el control de los activos físicos, se realizó un inventario incluyendo codificación técnica a toda la maquinaria, siguiendo los lineamientos de la norma ISO 14224. La conclusión final del estudio determina que el Plan de Mantenimiento Preventivo permite mantener de forma continua los procesos productivos y disminuir los costos por efecto de mantenimiento correctivo.

Palabras clave: Plan - mantenimiento preventivo – fallos – frecuencia - determinación de tiempos - granja porcina.

ABSTRACT

Industrial companies to be competitive in the market, as one of the elements of productivity is the maintenance plans of machinery and equipment, to give results in the industries these should be preventive. The objective of this research work is to prepare a preventive maintenance plan for the STAR-PARAÍSO wastewater treatment system, belonging to the pig farms of one of the important companies in the food line of Ecuador, such as the National Processing Company of Food CA (PRONACA), located in Santo Domingo de los Tsáchilas, for this purpose preventive, inspection and monitoring activities have been generated for each team with planned frequencies, determination of time and resources. The aim is to minimize the increase in failures currently present in the system as it is a critical process in terms of environmental permits, based on the analysis of the current situation of the equipment by means of thermography as determined by the ISO 18434-1 standard. : 2008 and a study of how the maintenance management was initially for the improvement proposal. In order to maintain control of the physical assets, an inventory was made including technical coding to all the machinery, following the guidelines of the ISO 14224 standard. The final conclusion of the study determines that the Preventive Maintenance Plan allows to maintain continuously the productive processes and decrease costs due to corrective maintenance.

Keywords: Plan - preventive maintenance - failures - frequency - determination of times - swine farm.

INTRODUCCIÓN

En la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas (República del Ecuador), se encuentran ubicadas las granjas de producción pecuaria de la Empresa Procesadora Nacional de Alimentos (PRONACA), las mismas que contribuyen a la demanda del país con una provisión de alrededor de 150.000 toneladas de producción de carne de cerdo al año, bajo la marca Mr. Chanco y sus derivados. La crianza y producción de cerdos demanda grandes cantidades del líquido vital para su proceso (bebida y agua de limpieza), razón por la cual existe un consumo promedio diario de 5 litros de agua al día por animal, por el proceso biológico propio de la crianza se genera agua residual con una descarga variable de 700 a 900 m³, por día.

Para cumplir de manera responsable con el medio ambiente, la empresa cuenta con sistemas de tratamiento de agua denominados biodigestores, que están instalados en las granjas de producción pecuaria, estos sistemas cumplen un proceso de separación de sólidos, líquidos y tratamientos químicos. Los siete STAR se encuentran operativos en todas las granjas de producción pecuaria de Santo Domingo: Campo Lindo, Oro, Tropicales, Paraíso, Zaracay, Colorados y Socorro.

Para (Sánchez-Rodríguez, 2010: 73), La actividad empresarial y su forma de gerenciamiento han evolucionado mucho desde la época de la revolución industrial y de manera más reciente con el crecimiento de los servicios. El desarrollo tecnológico y científico, así como el mercado en su sentido más amplio, incluyendo la transportación y las comunicaciones, han determinado muchos de estos cambios, poniendo énfasis en la competitividad y sostenibilidad vinculadas a su contexto operacional y de mercado.

En este contexto (Cárcel, 2014: 16), dentro de las actividades internas de la empresa industrial el mantenimiento necesita de conocimientos técnicos profundos, alta experiencia en su personal y tradicionalmente ha sido la estructura dentro de la empresa donde existe mayor componente de conocimiento tácito. Para Arata y Furlanetto (2005), citado por (Fornés-Rivera, Ochoa-Espinoza y Cano-Carrasco, 2016: 78), manifiesta que este panorama ha originado que la gestión de activos físicos y el mantenimiento asuman un rol cada vez más importante dentro de las actividades industriales, ya que la diversidad y complejidad de los sistemas productivos requieren asegurar la confiabilidad de sus instalaciones y equipos para cumplir con los planes de producción sin descuidar la calidad y el medio ambiente.

La actividad de mantenimiento, desde la revolución industrial y más recientemente en la época de crecimiento de los servicios ha evolucionado mucho en la actividad empresarial, pero en los estudios realizados se evidencia que aún no ocupa el lugar que le corresponde en los procesos de las entidades de producción y servicios, y tampoco integra a todos los activos físicos. La participación de todos los procesos a través de una estrategia maestra de la gestión de los activos interconectando todos los procesos con un comportamiento organizacional eficaz y una gestión de la función de mantenimiento por procesos vitales y bajo la regulación de paradigmas de avanzada, buscando una competitividad y sostenibilidad como se requiere en la actualidad (Sánchez-Rodríguez, 2010: 72)

El mantenimiento que espera a que se produzca la falla para intervenir se traduce en pérdidas de producción, costos elevados y disminución en ciclo de vida del activo (Fornés-Rivera, Ochoa-Espinoza, Cano-Carrasco y González-Valenzuela, 2016: 77).

Por ello es importante desarrollar un Plan de Mantenimiento Preventivo, de tal manera que ayude a mejorar los procesos productivos, mantener un mejor control de las maquinarias y equipos de la empresa, todo ello permitirá una producción continua, mínimas paralizaciones de las maquinarias, ventas aseguradas, disminución de costos, por consecuencia utilidad y rentabilidad en las operaciones productivas de la industria.

DESARROLLO

1. MARCO TEÓRICO

1.1. El Plan en el marco del mantenimiento industrial

Es absolutamente importante y necesario que los directivos y gerentes de las empresas industriales, aprovechen y utilicen los métodos y conocimientos científicos de la administración moderna, en donde se encuentran los planes de mantenimiento preventivo de maquinarias y equipos, de tal manera que puedan hacer frente a la competencia. Un plan no es más que un documento formal en donde se plasman los objetivos, metas, estrategias, presupuestos y acciones a realizarse en un determinado tiempo en función del mantenimiento de los accesorios, herramientas, instalaciones, equipos y maquinarias de una industria.

1.2. Mantenimiento industrial

De acuerdo a (Vilcarromero, s/f: 54), el mantenimiento es la actividad que se encarga de conservar la calidad del servicio que prestan las maquinas, y que siempre estará asociado a la generación del valor, se podría decir también que es un recurso que le aporta valor agregado a los procesos.

El mantenimiento es la parte técnica que trata de mantener a las máquinas, equipos, herramientas y accesorios en buen estado, se debe entender que el mantenimiento va dirigido a asegurar el uso ininterrumpido de todos los recursos físicos de la industria. Siendo el mantenimiento una actividad continua, permanente y constante que deben desarrollar las empresas manufactureras, es importante su tratamiento académico e investigativo en cuanto a su aplicabilidad y uso, debido a que las industrias mejoran de manera ostensible sus procesos productivos, lo que genera importantes indicadores en el tema operativo global, económico y financiero de las empresas.

Los objetivos del mantenimiento en función de los costos: a) Preservar el activo fijo productivo, b) Eliminar las mermas, c) Eliminar los daños consecuenciales, d) Eliminar los costos ocasionados por averías, e) Reducir los altos costos excesivos de inventarios, f) Reducir los costos de servicio de terceros, g) Reducir los costos de energía por pérdida en los sistemas o por el mal uso de las maquinarias ((Vilcarromero, s/f: 54-55).

Una adecuada gestión del mantenimiento, teniendo en cuenta el ciclo de vida de cada activo físico, debe cumplir con los objetivos de reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el buen funcionamiento de los equipos y sus funciones, disminuir al máximo los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente, generando, además, procesos y actividades que soporten los objetivos mencionados. Por todo ello, la gestión del mantenimiento se transforma en un poderoso factor de competitividad cuya importancia en el ámbito empresarial crece día a día. Es por esta razón que existe la necesidad de conceptualizar y de entender los procesos mínimos necesarios para desarrollar una correcta gestión de mantenimiento en una organización (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera y Crespo, 2013: 126)

1.3. Planificación del mantenimiento preventivo

La planeación de actividades de mantenimiento preventivo depende mucho de los productos que fabrique la industria, del tipo de proceso productivo y de la jornada de trabajo diaria, por ejemplo no serán las mismas actividades planificadas de mantenimiento para una empresa manufacturera que trabaje ocho horas, que una que trabaje veinte y cuatro horas al día. Un plan de mantenimiento permite gestionar personas y recursos mediante actividades programadas, a corto o largo plazo para las maquinarias, equipos, herramientas, accesorios e instalaciones de una industria, buscando elevar índices de fiabilidad en beneficio de una producción continua sin presencia de paros inesperados de los bienes físicos.

De acuerdo a (Saldivia, 2013: 2), el mantenimiento predictivo surge como respuesta a la necesidad de reducir los costos de los métodos tradicionales de mantenimiento, preventivo y correctivo, y parte del conocimiento del estado de los equipos. Se apoya en dos pilares fundamentales (Cesáreo, 1998) que son la existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo y la vigilancia continua de los equipos, con la finalidad de detectar la falla antes de que ocurra para asegurar el correcto funcionamiento, observar su evolución y predecir la vida residual de sus componentes.

El plan de mantenimiento se enfoca en reducir varios temas que se pasa por alto sin ejecutar gestión de ingeniería en la industria: Contar con el personal necesario para la ejecución del plan, optimizar las horas hombre del personal, mantener un stock de repuestos en bodega, reducir mantenimientos correctivos, incrementar fiabilidad de un proceso, la estimación de tiempos se denomina frecuencia de intervención, para cada equipo resulta una frecuencia diferente con tiempos de actividades diferentes. Las frecuencias pueden ser diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales, entre otras.

Para (Valdés y San Martín, 2009: 51) el mantenimiento preventivo: Es la actividad humana desarrollada en equipos, instalaciones o construcciones con el fin de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos.

Mantenimiento preventivo Este se lleva a cabo para obtener un adecuado funcionamiento de los activos de la empresa y hacer mínima su probabilidad de falla por medio del mantenimiento predictivo, mantenimiento programado, mantenimiento mejorativo (Vilcarromero, s/f: 54).

1.4 Fases para elaborar un plan de mantenimiento preventivo

Para el proceso de planificación del mantenimiento se debe seguir los siguientes pasos: implantar metas, establecer los recursos necesarios, establecer los periodos sobre los cuales se van a realizar los trabajos de mantenimiento, formular acciones de mantenimiento que admitan el usos de los capitales, realizar una debida planificación, con el fin de llevar un registro de todos los capitales que se han utilizado (Cansino, 2015: 21).

La necesidad de elaborar un plan de mantenimiento preventivo la crea la ineficiencia de producción de algún producto y/o proceso que involucra máquinas y equipos. La falta de intervención con las mismas suelen presentar fallos inesperados generando pérdidas económicas representativas.

El plan de mantenimiento tiene como fin prevenir fallos repentinos dentro de un sistema de producción y existen varios tipos de planes de mantenimiento: Plan de mantenimiento preventivo basado en instrucciones de fabricantes, plan de mantenimiento preventivo basado en el protocolo del equipo, plan de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad de equipos.

1.5. Mejora continua de un plan de mantenimiento industrial

Las operaciones necesarias que anticipadamente logran la programación de actividades preventivas, determinan el inicio y fin de las operaciones con los recursos necesarios, para el correcto funcionamiento de un proceso industrial. Un plan de mantenimiento es efectivo, al reflejar valores positivos dentro de las metas y objetivos a alcanzar, con el menor tiempo y costo de intervención posible. Los siguientes pasos enfocan una futura efectividad del plan.

2. METODOLOGÍA

2.1 Diagnóstico de la situación actual

2.1.1 Ubicación

El sistema de tratamiento de aguas residuales "STAR-PARAÍSO" se encuentra ubicado en el centro de operaciones pecuarias TOACHI, en el kilómetro 15 vía Santo Domingo de los Tsáchilas-Aloag, en el recinto Paraíso (Ecuador). Con una capacidad de producción para procesar un caudal de 900 m³., por día de agua residual, procedente de una población aproximada de seis mil cerdos de las granjas: Toachi 1, Toachi 2, Laboratorio y Recría. Es considerado el STAR más grande que PRONACA inserta a sus líneas de operación. La ubicación de STAR-PARAÍSO lo hace vulnerable en temas a fallos en el proceso, ya que no puede existir derrame de agua residual, a sus alrededores tienen la población Paraíso, el Río Toachi, y la planta potabilizadora de agua para la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas.

2.1.2. Estado de instalaciones hidráulicas

En la visita al STAR-PARAÍSO, se pudo evidenciar que las tuberías de conducción de los diferentes fluidos del proceso, no se encuentran plenamente identificadas por medio de código de colores. Se propone a la jefatura de mantenimiento, realice dichos trabajos de mejora estética y siguiendo lineamientos de normativas.

2.1.3 Técnicas de mantenimiento utilizadas actualmente

Actualmente se realiza mantenimiento correctivo. Las condiciones ambientales severas en las que trabaja STAR-PARAÍSO, hacen que los equipos instalados y sus elementos sean vulnerables a sufrir deterioro. Es por ello que es necesario realizar actividades preventivas. Para el diseño del plan de mantenimiento preventivo como punto de partida se utilizó el historial de mantenimiento del año 2016 de los cuales se obtuvo una aproximación de las frecuencias. Fué necesario la participación de los proveedores de servicios de ésta área, para definir y ajustar un cronograma de mantenimiento que nos permita conservar la disponibilidad permanente de las maquinarias y equipos.

3. RESULTADOS

3.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1.1. Codificación de equipos

La identificación y posterior codificación de equipos pertenecientes al sistema de tratamiento de aguas residuales STAR-PARAÍSO, se lo hizo con el fin de ubicar a los activos con facilidad, de manera que no se tenga confusión en el caso de existir uno o más equipos con iguales características. La codificación se lo realizó técnicamente, siguiendo los lineamientos de la norma ISO 14224 de manera secuencial y lógica a los diferentes sistemas pertenecientes al STAR.

Tabla 1: Codificación de maquinaria y equipos

SISTEMA DE CODIFICACIÓN TÉCNICA		
CENTRO DE OPERACIÓN	P	STAR PARAÍSO
SISTEMA	SS	Separador de sólidos
UNIDAD DE EQUIPO	C	Máquina para compostar
SUB UNIDAD DE EQUIPO	M	Motor eléctrico
# DE EQUIPO	-	01
CÓDIGO	P-SS-C-M-01	

Fuente: Elaboración propia de los autores

3.1.2. Diseño de fichas técnicas

Para adjuntar los datos de cada equipo se tomó en cuenta características de operación y medio ambiente, con la finalidad de obtener datos de un equipo y definir si estos son válidos para otra aplicación dentro una misma organización. La norma internacional menciona: "Cada equipo debe identificarse en una base de datos, mediante cierta cantidad de atributos que describan información única, para evitar confusión de activos dentro de un mismo proceso" (ISO14224, 1999)

Tabla 2: Ficha técnica sistema de tratamiento de agua residual

		FICHA TÉCNICA SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (STAR)		Código:	SGM-03
				Versión:	0.0
				Fecha de emisión:	26/06/17
Aprobado por:		Ing. Marco Zavala	Revisado por:	Responsable:	Téc. Laureano Rojas
UNIDAD DE EQUIPO			FOTOGRAFÍA		
Clase de equipo					
Nombre:	BOMBA CENTRIFUGA PISCINA DE AIREACIÓN				
Código:	P-SD-BC-BC-03				
Tipo					
Descripción:	ELECTROMECAÁNICO				
Aplicación					
Descripción:	BOMBEO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA RESIDUAL				
Identificación					
Centro de Operación:	STAR PARAÍSO				
Ubicación:	SISTEMA DE AIREACIÓN				
Año de fabricación:	Nov. 2014				
Año de Operación:	Oct. 2015				
Vida útil:	20 años				
Estado:	Operativo				
Procedencia:					
Condiciones ambientales:	SEVERAS				
SUBDIVISIÓN DE LA UNIDAD DE EQUIPO					
1. TABLERO DE CONTROL					
2. MOTOR					
3. BOMBA CENTRIFUGA					
1. TABLERO DE CONTROL					
MARCA GUARDAMOTOR:	MARCA CONTACTOR:	CONDUCTOR FUERZA	FOTOGRAFÍA 		
SCHEINAIDER	SCHEINAIDER	Cable concentrico 4 x 10 flex			
VOLTAJE:	VOLTAJE:	CONDUCTOR CONTROL			
220v / 380v / 480v	220v / 380v / 480v	Cable N° 14			
AMPERAJE	AMPERAJE	SELECTOR A:			
Regulable 13 -18 A	18 A Máx	Paro de emergencia			
Partes mantenibles					
Contactores, disyuntores, breakers, cableado eléctrico, terminales, caja de control					
2. MOTOR ELÉCTRICO					
MARCA:	CORRIENTE:	PESO:	FOTOGRAFÍA 		
WEG	13.0 / 7,53 / 6,50	30 Kg			
POTENCIA:	TYPE:	SERIE:			
5 Hp	S1	1017784948			
RPM:	TEMPERATURA DE TRABAJO	FECHA FABRICACIÓN:			
3485	40 °C	19-nov-12			
FRECUENCIA:	ALTURA DE BOMBEO:	FASES:			
60 Hz	1000m	Trifásico			
IP:	RENDIMIENTO:				
55	85.6				
VOLTAJE:	COSφ:				
220 / 380 / 440	0.87				
Partes mantenibles					
Carcasa motor, ventilador, rotor, estator, cableado y conexión de bornes					

Fuente: Elaboración propia de los autores

3.1.3. Determinación de colores para las tuberías de fluidos

Durante las visitas realizadas al complejo STAR-PARAÍSO, se pudo evidenciar que las tuberías que conducen los diferentes fluidos no se encontraban plenamente identificadas, por lo que se recomendó a la Jefatura de mantenimiento realizar trabajos correctivos en busca de la mejora estética.

Tabla 3. Clasificación de Fluidos

FLUIDO	CATEGORIA	COLOR
Agua	1	verde
Vapor de agua	2	gris plata
Aire y oxígeno	3	azul
Gases combustibles	4	amarillo ocre
Gases no combustibles	5	amarillo ocre
Ácidos	6	anaranjado
Alcalis	7	violeta
Líquidos combustibles	8	café
Líquidos no combustibles*	9	negro
Vacio	0	gris

Agua o vapor contra incendios	N/A	rojo de seguridad
Glp (gas licuado de petróleo)	N/A	blanco

Fuente: Elaboración propia de los autores

3.1.4. Evaluación técnica de equipos

El análisis de criticidad aplicado a los diferentes sistemas y sub sistemas del STAR, permite priorizar los programas y planes de mantenimiento de tal modo que se jerarquizo, con el fin de realizar actividades preventivas a los de tipo crítico, semicrítico y muy crítico. Es por ello que el plan de mantenimiento considera a todos los sistemas pertenecientes al STAR con el fin de reducir fallos inesperados y por ende las consecuencias mencionadas.

Tabla 4: Cuadro de severidad de termografía

NORMAL	SEMI-LEVE	LEVE	SEVERO	SEMI-CRITICO	CRITICO
P0	P1	P2	P3	P4	P5
Continuar monitoreo programado.	Investigue posible incremento.	Medidas correctivas se deben tomar en el próximo período de mantenimiento.	Medidas correctivas requiere una programación.	Medidas correctivas necesarias con urgencia.	Medidas correctivas necesarias inmediatamente

Fuente: Elaboración propia de los autores

3.1.5. Desarrollo de actividades rutinarias

Para el diseño actividades por mantenimiento autónomo (check list), fue necesario la creación de actividades superficiales que inspeccionen el estado, antes de la operación de los diferentes equipos. Las actividades tienen características que son llevaderas con el operador, ya que ellos conocen mejor las condiciones del equipo a su cargo porque interactúan diariamente. El formato de check list se contempla: el nombre del sistema, una fotografía, el número de actividades diarias a inspeccionar, el mes con sus respectivos días, un cuadro de observaciones que puede detallar el operador y un cuadro de revisión de parte de personal técnico de mantenimiento.

3.1.6. Seguimiento del funcionamiento de equipos

Uno de los principales problemas que se pueden presentar en un equipo en estado de funcionamiento, es el desgaste mecánico de sus elementos móviles. Si existe desgaste de un rodamiento, el equipo presenta: variabilidad en el consumo de corriente y voltaje (tiende a ser mayor de lo normal), por razones de existir rozamiento por fallas del elemento, la temperatura incrementa notoriamente.

Tabla 5: Tabla de control de parámetros de máquinas

		CONTROL DE PARÁMETROS DE MÁQUINAS										Código:		
												Versión:	0.0	
MAQUINA:		RESPONSABLE:										Fecha Emisión:		
												SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES STAR		
ITEM	SEMANA/FECHA	HORA	VOLTAJE (V)			CORRIENTE (A)			TEMP. °C			PRESIÓN	NOVEDADES	
			UV	VW	WU	U	V	W	Motor	Bomba	Sello	Bomba		
1														
2														
3														
4														
5														
6														

Fuente: Elaboración propia de los autores

3.1.7. Fijación de actividades para el plan anual de mantenimiento preventivo

Con el fin de mantener al máximo la funcionalidad de los equipos se determinan frecuencias de actividades de mantenimiento para cada activo por sus diferentes condiciones de operación. Como punto de partida para determinar las diferentes actividades, se guía en un historial de fallos en línea de la empresa.

Tabla 6: Determinación de frecuencias de mantenimiento

RED HIDROSANITARIA EXTERNA			
Ítem	ACTIVIDADES	Frecuencia	Estado
1	DESBROCE de maleza en la tubería de descarga 250 mm	M	P/F
2	Limpieza de tuberías y pozos de revisión	3M	P
3	Pintar-revisar estado de cables templadores (PUENTES CELOCIAS TOACHI 2)	A	P/F
4	Pintar-revisar estado de cables templadores (PUENTES CELOCIAS LABORATORIO)	A	P/F
5	Limpieza de tubería 250 mm , 200 mm (LABORATORIO DESCARGA PARAÍSO)	A	P
6	Limpieza de monte FUMIGAR DE SER NECESARIO ,(LABORATORIO)	M	P/F
7	Limpieza de tubería y cajas de revisión (LABORATORIO)	3M	P

Fuente: Elaboración propia de los autores

CONCLUSIONES

- De los resultados alcanzados en la investigación, se puede implantar que el plan de mantenimiento preventivo despues de su puesta a prueba por un lápsos de cuatro meses, logró reducir el índice de fallos repentinos y paros en la línea de producción, generando una reducción de costos por mantenimiento correctivo.
- El plan de mantenimiento preventivo vela por la integridad física de las maquinarias, equipos, herramientas y accesorios de la industria, lo que permite conseguir resultados operativos eficientes y productivos.
- Las diferentes normas aplicadas en relación al mantenimiento industrial en empresas manufactureras, se insertan al modelo de gestión empresarial macro de la empresa Procesadora Nacional de Alimentos C.A. (PRONACA).
- Con la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo en la industria PRONACA, se reducen los costos de mantenimiento que se iban incrementando paulatinamente cada año, y que afectaban a los resultados operacionales de la empresa.
- El diseño e implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo en la industria, se inserta en un modelo de gestión empresarial y gerencial, para la mejora continua del departamento de mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cárcel, F. (2014). El mantenimiento industrial y ciclo de gestión del conocimiento. Revista 3C, Área de Innovación y Desarrollo, 3C Empresa Vol. 3 – Nº 1, febrero – mayo, pp. 16-29.

Recuperado de:

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-

EIMantenimientoIndustrialYEICicloDeGestionDelConoc-4817945.pdf

Sánchez-Rodríguez, A. (2010). La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento. Revista Ingeniería Mecánica, Vol. 13, No. 2, mayo-agosto, pp. 72-78.

Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/im/v13n2/im08210.pdf>

Fornés-Rivera, R., Ochoa-Espinoza, L., Cano-Carrasco, A., y González-Valenzuela, E. (2016). Gestión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en el área de laboratorios de una Institución de Educación Superior. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería, Vol. 3, No. 8, pp. 77-86.

Recuperado de:

http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol3num8/Revista_Aplicaciones_de_la_Ingenieria_V3_N8_10.pdf

Vilcarromero, G. (s/f). La Gestión en la Producción. Editado por la Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso para eumed.net. 69 pp.

Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/index.htm>

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., y Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, vol. 21, Nº 1, pp. 125-138.

Recuperado de:

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v21n1/art11.pdf>

Saldivia, F. (2013). Aplicación de mantenimiento predictivo. Caso estudio: análisis de aceite usado en un motor de combustión interna. Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013) "Innovation in Engineering, Technology and Education for Competitiveness and Prosperity". Agosto 14-16, pp. 1-10.

Recuperado de:

<http://laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP264.pdf>

Cansino, E. (2015). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa. (Tesis de Pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, 170 pp.

Recuperado de:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10469/1/CD-6192.pdf>

Valdés, L., y San Martín, E. (2009). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast. (Tesis de Pregrado), Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Económicas, Programa de Administración Industrial, Cartagena de Indias, 242 pp.

Recuperado de:

<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/802/1/275-%20TTG%20-%20DISE%C3%91O%20DE%20UN%20PLAN%20DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO->

PREDICTIVO%20APLICADO%20A%20LOS%20EQUIPOS%20DE%20LA%20EMPRESA%20
REMAPLAST.pdf