



**Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico**

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*

**Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico**

**Luis Camilo Albán Silva <sup>1</sup>, Elva Gioconda Lara Guijarro<sup>2</sup>**

**1 Instituto Tecnológico Superior Central Técnico, lcalbans@gmail.com**

**2 Instituto Tecnológico Superior Central Técnico, elglarag@gmail.com**

**Resumen.**

Este artículo presenta un procedimiento para ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta que las entidades realizan sus actividades enfocadas en procesos de mejora continua

Se describe como realizar el procedimiento de mantenimiento preventivo, iniciando por el levantamiento de sistemas y equipos de uso médico, con estos datos preliminares se presenta un formato para elaborar el plan de mantenimiento, en función de las frecuencias se ofrece un ejemplo para realizar el cronograma mantenimiento conocido también como programa anual de mantenimiento. Finalmente se describe como entregar el equipo al usuario y control de documentos generados.

Palabras claves: gestión de mantenimiento, gestión de equipos médicos, metodología de mantenimiento.



**Proposal of a methodology for maintenance management of medical equipment and systems.**

**ABSTRACT**

This article presents a procedure to execute the preventive maintenance activities, taking into account that the entities carry out their activities focused on processes of continuous improvement

It describes how to carry out the preventive maintenance procedure, starting with the lifting of systems and equipment for medical use, with these preliminary data is presented a format to elaborate the maintenance plan, depending on the frequencies is given an example to make the schedule Maintenance also known as an annual maintenance program. Finally describes how to deliver the equipment to the user and control generated documents.

**Keywords:** Maintenance management, medical equipment management, maintenance methodology



## **Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico**

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*

### **Introducción**

Cuando las entidades requieren demostrar la capacidad de proporcionar su servicio de forma regular de tal manera que se garantice la satisfacción de los requisitos del cliente de acuerdo a la legalidad de su entorno (R. Prasad, D. Anand and R. Kodali., 2006)), optan por implementar el sistema de calidad ISO 9001 (Nueva ISO 9901, -2015). Desde este punto de vista, la gestión del personal técnico y administrativo del departamento de mantenimiento se convierte en un procedimiento que ayuda a los diferentes procedimientos (E. Rodriguez, M. C. Sanchez y A. Miguel, 2001) .La actual gestión en mantenimiento contempla todos aquellos procesos y procedimientos destinados a determinar los objetivos, prioridades, estrategias y responsabilidades de los involucrados (SAE JA1011., 1999).).

Tomando en cuenta que en las entidades médicas asignan poco personal técnico para la gestión de mantenimiento, y que las actividades son realizadas por agentes externo (contratistas), es necesario contar con un método práctico, que permita gestionar las actividades preventivas de mantenimiento.

Ésta investigación tiene como objetivo establecer los criterios generales que le permitan planificar, monitorear, fiscalizar y ejecutar un proceso moderno de mantenimiento programado en una clínica.

### **Métodos.**

La metodología que se utilizó es la investigación bibliográfica en el google académico, en el cual se revisó las actividades modernas que se están enfocadas en procesos de mejora continua.

Se pone a consideración la metodología implementada durante cinco años en diferentes unidades renales ubicadas en las regiones costa norte y sierra central del Ecuador.

### **Resultados:**

En la revisión bibliográfica autores como, E. Rodríguez, A. Miguel, M.C. Sánchez (2001) evidencian propuestas para implementar procedimientos para la gestión de mantenimiento mediante software, sin embargo considero en base a la experiencia de aproximadamente 15 años en el área de mantenimiento industrial en diferentes sectores (florícola, maderero,



## Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*

textil, y médico), que se debe contar con un procedimiento general que pueda ser ajustado a cualquier entorno y sea implementado de manera práctica y sin costo representativo.

### Resultados

#### Propuesta.

Procedimiento general de mantenimientos programado.

Los mantenimientos programados son aquellas actividades que se realizan con el objeto de mantener un sistema o equipo en condiciones normales de funcionamiento y alargar la vida útil del mismo. (<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/view/1087>)

Se debe iniciar realizando el levantamiento de sistemas y equipos, debe registrarse los datos de placa, serie, modelo, detalles del proveedor, y otros que se consideren importantes, es vital asignar un código de identificación para cada equipo. Esta información debe reflejarse en una base de datos que será la plataforma para la planificación y toma de decisiones a futuro. A continuación se ilustra un ejemplo levantamiento realizado en la clínica

Renalcentro.

CÓDIGO:	F005								
Departamento de Ingeniería y Mantenimiento									
LISTA DE SISTEMAS Y EQUIPOS									
Responsable:	Ing. Luis Albán								
	Nombre de Unidad	Nombre de sistema o equipo	Marca	Modelo	Serie	Amperaje	Año de fabricación	Código Asignado	Ubicación física
1	STO. DOMINGO	Unidad de Hemodiálisis	NIPRO	SURDIAL 55	13AS3421	15	2013	UH1	SALA 1
2	STO. DOMINGO	Unidad de Hemodiálisis	NIPRO	SURDIAL 100	08W2100	15	2008		SALA 4
3	STO. DOMINGO	Unidad de Hemodiálisis	NIPRO	SURDIAL 100	10W2599	15	2010		SALA 4
4	STO. DOMINGO	Unidad de Hemodiálisis	NIPRO	SURDIAL 100	06W1641	15	2006		SALA 4
5	STO. DOMINGO	Unidad de Hemodiálisis	NIPRO	SURDIAL 100	05W1273	15	2005		SALA 4
6	STO. DOMINGO	Unidad de Hemodiálisis	NIPRO	SURDIAL 100	09W2324	15	2009		SALA 4
7	STO. DOMINGO	Extintores (19)	NA	PQS + CO2				EXT	
8	STO. DOMINGO	Generador PERKINS 37,5 KW	PERKINS	NA	X08J370693	98,4A/37,5KVA		GEN1	SALA1
9	STO. DOMINGO	Generador CUMMINS 100 KVA	CUMMINS	NA	IG1509002309			GEN3	SALA 2 Y 3
10	STO. DOMINGO	Planta de agua 2 y control de aguas	INCOPARTES	8 MEMBRANAS HYDRONIX	2,5SPV	2PH	2013	PLT2	Planta baja
11	STO. DOMINGO	Aire acondicionado ACD1	SANSUNG	24000	Y16MPABZ800428A			ACD1	Recepción
12	STO. DOMINGO	Aire acondicionado ACD17	LG (MON)	24 000	311X0140301TAHQ00577	9		ACD17	Sala de diálisis 3
13	STO. DOMINGO	Aire acondicionado ACD18	SANSUNG	24000	L054PA0P90	11,6 A		ACD18	Comedor
14	STO. DOMINGO	Aire acondicionado ACD19	LG (GOLD)	18000	XXXXXXXXXXXX	11,6 A		ACD19	Secretaría General
15	STO. DOMINGO	Tableros electricos (16)						TBL	

Una vez identificados y clasificados los equipos o sistemas, se procede a la planificación de los mantenimientos en función de los manuales de otorgados por el fabricante (ECRI.,



## Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*

1995), del historial de mantenimiento correctivo o de la experiencia del personal de mantenimiento, la frecuencia puede darse en número de horas, días, semanas, meses, años. Cuando el fabricante especifica la frecuencia en horas de servicio recomendando transformar a frecuencias por días o semanas con la finalidad de programarlas en un calendario semanal o mensual. El documento generado debe especificar claramente las actividades y la frecuencia de mantenimiento, también puede agregarse información de las herramientas necesarias para dicho trabajo, las medidas de seguridad y salud ocupacional, el manejo adecuado de desechos. A continuación se presenta un ejemplo de plan de mantenimiento para una planta de agua con ósmosis inversa. Las cuatro tablas siguientes consideran actividades de mantenimiento diarias, mensuales, semestrales y anuales que se ejecutan para dicho sistema.

Renal Centro CLÍNICA DEL RIÑÓN		Departamento de Mantenimiento CONTROL DE TRATAMIENTO DE AGUAS REG MTO 003										ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification	
Elaborado por:		Luis Albán			Revisado por: Luis Albán			Autorizado por: Luis Albán					
Frecuencia:		DIARIOS			Nombre del equipo:								
Ubicación:					Código sistema:								
SEGURIDAD INDUSTRIAL		DESECHOS:			RECOMENDACIONES ESPECIFICAS:				MATERIALES Y REPUESTOS				
Protección personal													
Parte o equipo		Actividades							Observaciones				
Agua Dura		Registre lectura de CL del tanque de agua dura											
Agua Dura		Registre lectura de PH del tanque de agua dura											
Agua Dura		Registre lectura de Dureza del tanque de agua dura PPM											
Tanque de agua dura		Verificar el ingreso normal de agua dura											
Ablandador		Registre lectura de CL, si cloro > 0.3 Regenerar o cambio de carbón activado											
Ablandador		Registres lectura de PH											
Ablandador		Registre la dureza del agua en PPM											
Ablandador		Regeneración con sal muera, REGISTRE SI/NO											
Ablandador		Verifique que haya suficiente sal muera y nivel de agua en el tanque para regenerar											
Ósmosis Inversa		Registre valor de conductividad en usm/cm											
Ósmosis Inversa		Lectura caudal de producto en GPM											
Ósmosis Inversa		Lectura caudal de rechazo en GPM											
Ósmosis Inversa		Registro de presión de la bomba para ósmosis inversa (PSI)											
Equipo		Revise que no haya fugas de agua en todo el sistema											
Tanque de arena		Retrolavar											
Tanque de carbón activado		Retrolavar											
Equipo		Limpieza del área											



## Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*

Departamento de Mantenimiento <b>CONTROL DE TRATAMIENTO DE AGUAS</b> REG MTO 003																				
Elaborado por:	Luis Albán	Revisado por: Luis Albán	Autorizado por: Luis Albán																	
Frecuencia:	MENSUALES																			
Ubicación:		Código sistema:																		
<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	<b>DESECHOS:</b>											<b>RECOMENDACIONES ESPECIFICAS:</b>	<b>MATERIALES Y REPUESTOS</b>							
Protección personal																				
<b>Parte o equipo</b>	<b>Actividades</b>																			<b>Observaciones</b>
Tuberías	Desinfección interna de líneas de agua																			
Cisterna	Desinfección interna																			
Tanque agua tratada	Desinfección interna																			
Filtros	Cambio de los elementos filtrantes																			
Sistema Eléctrico	Revisar estado de instalaciones eléctricas																			
Sistema Eléctrico	Lectura de consumo de amperaje de motor agua dura																			
Sistema Eléctrico	Lectura de consumo de amperaje de motor agua para diálisis																			
Sistema Eléctrico	Lectura de consumo de amperaje de motor para ósmosis inversa																			
Análisis de agua	Análisis bacteriológico de agua tratada																			

Departamento de Mantenimiento <b>CONTROL DE TRATAMIENTO DE AGUAS</b> REG MTO 003																				
Elaborado por:	Luis Albán	Revisado por: Luis Albán	Autorizado por: Luis Albán																	
Frecuencia:	6 MENSUALES																			
Ubicación:		Código sistema:																		
<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	<b>DESECHOS:</b>											<b>RECOMENDACIONES ESPECIFICAS:</b>	<b>MATERIALES Y REPUESTOS</b>							
Protección personal																				
<b>Parte o equipo</b>	<b>Actividades</b>																			<b>Observaciones</b>
Tanque de filtro de arena	Desinfectar cada 6 meses																			
Tanque de filtro de carbón act.	Desinfectar cada 6 meses																			
Tanque ablandador	Desinfectar cada 6 meses																			
Osmosis inversa	Desinfectar y desincrustar membranas ( 6 mes)																			
Análisis de agua	Análisis Físico/Químico del agua tratada																			



## Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*

<span style="font-size: small;">Departamento de Mantenimiento CONTROL DE TRATAMIENTO DE AGUAS REG MTO 003</span>					
Elaborado por:	Luis Albán	Revisado por:	Luis Albán	Autorizado por:	Luis Albán
Frecuencia:	ANUALES				
Ubicación:	Código sistema:				
SEGURIDAD INDUSTRIAL	DESECHOS:	RECOMENDACIONES ESPECIFICAS:		MATERIALES Y REPUESTOS	
Protección personal					
Parte o equipo	Actividades				Observaciones
	Cambio de arena de 2 a 3 años				
	Cambio de carbón activado, cada 1 año				
	Cambio de resina de 2 a 3 años				
	Cambio de membranas cada 2 a 3 años				
	Cambio de focos de esterilización (8000H) o 1 año				

Definidas las actividades y la frecuencia, se procede a programar el calendario anual de mantenimiento preventivo, la asignación debe estar en concordancia con las actividades de las demás áreas con el objeto de mitigar el impacto por la detención de un equipo o sistema (J. De Andres, M. Landajo and P. Lorca., 2008). También debe contemplar las fechas de confirmación metrológica de los dispositivos de medición y las actividades recurrentes de mantenimiento como capacitaciones o reportes de indicadores. La clave para el cumplimiento del cronograma, es que sea aprobado por las diferentes áreas y se ejecute sistemáticamente. A continuación se presenta un estrato del cronograma de la clínica TRASDIAL S.A.

#	Nombre de sistema o equipo	Número	Enero					Febrero				Marzo				Abril				Mayo						
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
64	Generador OHVI 1,5 KW	GEN3	S	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	D	6M		
66	Planta de agua 2 y control de aguas	PLT2	D	D	M	D	D	D	D	M	D	D	D	M	D	D	D	D	M	D	D	D	D	6M	D	D
101	Microondas 1	0																								
103	Red de oxígeno	ROX																			D	D	D	D	D	
111	Modulos de aire(ozono) 5 salidas #4	OZONO4																								
113	Planchadora BLANCA PRESS	PLAN1																								
114	Planchadora BLANCA PRESS	PLAN1																								
120	Reporte de MP y MC al IESS	0					M				M				M				M						M	
121	Subir indicadores de calidad hasta 5 de cada mes	0					M				M				M				M						M	
122	Reporte de requisición semanal	0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	

Como se aprecia en la tabla anterior, se marcó con letras D, S, M, A, los mantenimientos diarios, semanales, mensuales y anuales. Hay que tomar en consideración que cuando se



## **Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico**

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*

planifica un mantenimiento anual, también se debe ejecutar las actividades diarias, semanales entre otras definidas previamente.

En función del cronograma aprobado, se anticipa las requisiciones de insumos y repuestos, la firma de contratos de servicios con proveedores externos, y se genera el registro de actividades planificadas por semana, en la que se considere las actividades propias del cronograma, acciones de mantenimiento correctivo, visita de proveedores, capacitaciones entre otras, con la finalidad de dar seguimiento, ejecutar y fiscalizar las actividades.

Cuando las acciones preventivas están ejecutadas, se realiza la fase de pruebas de funcionamiento, conforme a las especificaciones técnicas del procedimiento, de ser satisfactorias se entrega al usuario final. En esta instancia el personal de mantenimiento debe controlar, analizar y archivar los documentos generados (solicitudes de trabajo, requisiciones, contratos, etc.), del análisis de la información se propone acciones de mejora continua que deberán ser incluidas en el plan de mantenimiento.

La base de datos, los planes de mantenimiento y el cronograma de mantenimiento deben actualizarse en las siguientes situaciones:

- a. Cuando ingrese un nuevo sistema o equipo
- b. Cuando se dé de baja a un sistema o equipo
- c. Cuando se incluyan actividades de mejora continua.
- d. Por lo menos una vez al año.

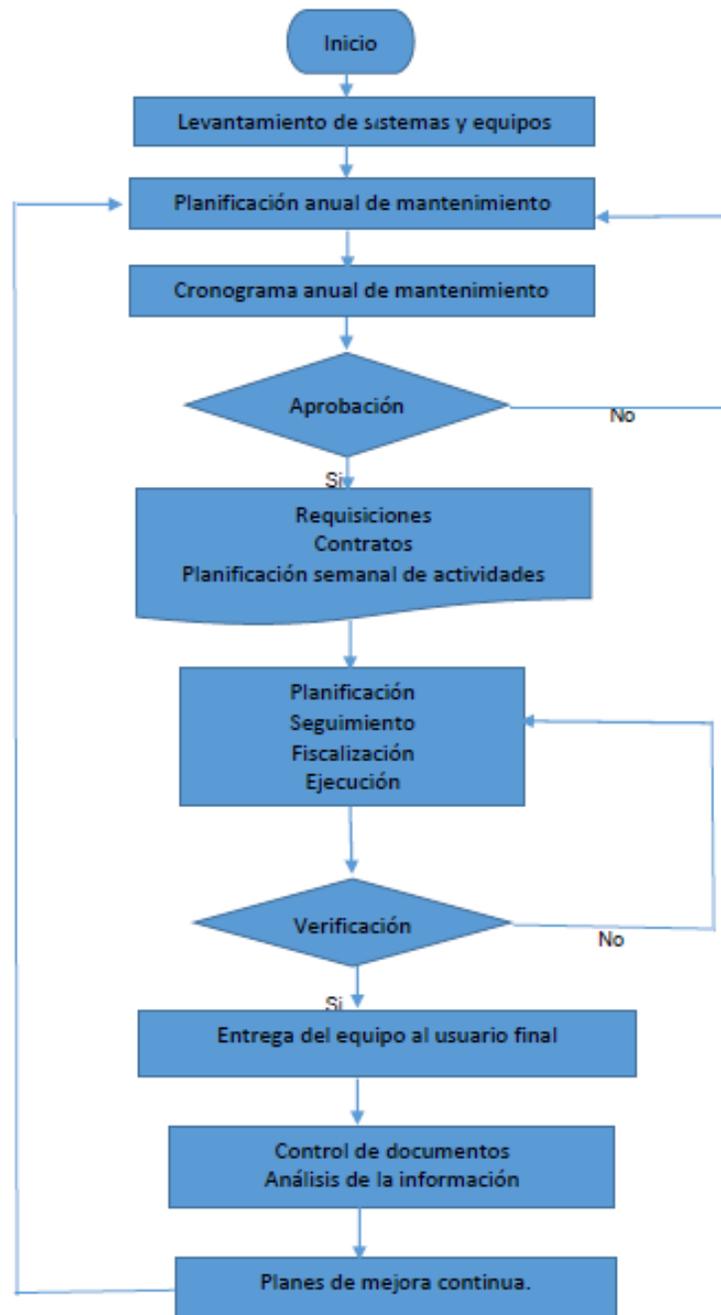
### **Conclusiones:**

El presente trabajo investigo ofrece los criterios generales para implementar el procedimiento de mantenimiento programado de infraestructura hospitalaria. De tal manera que el personal técnico administrativo pueda administrar, planificar, dar seguimiento, monitorear, fiscalizar y ejecutar las actividades preventivas. Y se generen documentos que evidencien gestión del departamento y puedan ser auditados por entidades que regulan el funcionamiento de dichos establecimientos. A continuación se sintetiza en un diagrama de flujo el procedimiento descrito anteriormente.



## Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*



El levantamiento de información de equipos y sistemas permite identificar y cuantificar los equipos, para determinar la demanda y el perfil del personal de mantenimiento, además ofrece datos técnicos que facilitan tomar decisiones acertadas para la mejora continua. (A. Arata y L. Furlanetto., 2007))



## **Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico**

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*

Se recomienda que en la planificación de actividades se tome en cuenta el entorno que rodea el proceso como, el porcentaje de humedad relativa o partículas suspendidas en el aire (L.M. Pintelon and L.F. Gelders., 2009)).

### **Referencias Bibliográficas.**

Nueva ISO 9901-2015 (2015). <http://www.nueva-iso-9001-2015.com/2015/07/norma-iso-9001-version-2015/>

E. Rodriguez, M. C. Sanchez y A. Miguel (2001). Gestión de mantenimiento para equipos médicos, Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones. No. 1 del 2001.

EN 13306:2001, (2001). Maintenance Terminology. European Standard. CEN (European Committee for Standardization) Brussels. 2001

<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/view/1087>

[http://reaxion.utleon.edu.mx/Art\\_Impr\\_un\\_tipico\\_plan\\_de\\_mantenimiento\\_preventivo.html](http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_Impr_un_tipico_plan_de_mantenimiento_preventivo.html)

NEUWROUGH E. T. (1978), *Administración de mantenimiento industrial*, Editorial DIANA, México 1978. p. 73-78.

Mora, G. Alberto, (2009) *Mantenimiento Planeación, ejecución y control*. Editorial Alfaomega, México. p. 491

R. Prasad, D. Anand and R. Kodali.(2006) Development of a framework for world-class maintenance systems. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*. Vol. 5, Issue 2, pp. 141-166. 2006. ISSN: 0219-6876.

SAE JA1011. (1999). Evaluation criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) processes. Society for Automotive Engineers.

A. Arata y L. Furlanetto. (2007). *Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento*. RIL Editores. 1a Edición. Santiago, Chile. p. 924. 2005. ISBN: 9562844331.



**Propuesta de metodología para gestión de mantenimiento de equipos y sistemas de uso médico**

*Revista Publicando, 4 No 10. (2). 2017, 143-153. ISSN 1390-9304*

L.M. Pintelon and L.F. Gelders. (2009). Maintenance management decision making.

European Journal of Operational Research. Vol. 58, Issue 3, pp. 301-317. 1992.

ISSN: 0377-2217.

J. De Andres, M. Landajo and P. Lorca.(2008) Flexible quantile-based modeling of bivariate financial relationships: The case of ROA ratio”. Expert Systems with Applications. Vol. 36, Issue 5, pp. 8955-8966. July 2009. DOI: doi:10.1016/j.eswa.2008.11.021.

ECRI.(1995). Inspection and Preventive Maintenance System.