

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
LIC. EN LA CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TÍTULO
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO DE LA CLÍNICA
DE RADIOTERAPIA SIGLO 21**

**Sustentante:
Luis Ángel Chacón Jiménez**

**Tutor:
Ing. Esteban Beita Navarro MBA**

**San José
2018**

Contenido

ÍNDICE DE GRÁFICOS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
DECLARACIÓN JURADA.....	VI
.....	VI
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR Y CONTRAPARTE	VII
DEDICATORIA.....	VIII
AGRADECIMIENTOS.....	XI
ABREVIATURAS	XII
RESUMEN.....	XIII
<i>CAPÍTULO I.....</i>	<i>15</i>
<i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	<i>15</i>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1.2 Antecedentes del contexto de la empresa.....	5
Misión.....	6
Visión.....	7
1.1.2 Justificación del problema	9
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2.1 La pregunta Del Problema	13
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos	13
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	14
1.4.1 Alcances.....	14
1.4.2 Limitaciones.....	14
<i>CAPÍTULO II.....</i>	<i>1</i>
2.1 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO.....	15
2.2. Historia del mantenimiento.....	18
2.3. Definición de mantenimiento	19
2.4 El departamento de Mantenimiento.....	20
2.5. Tipos de mantenimiento.	21
2.6. Mantenimiento rutinario.....	21
2.7. Mantenimiento correctivo	22

2.8. Mantenimiento preventivo	22
2.9. Mantenimiento Predictivo.....	22
2.10. La administración del mantenimiento	23
2.10. La Gestión del Mantenimiento.....	27
2.11. La Planificación	27
2.12. La filosofía del mantenimiento	28
2.1. MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA.	29
2.1.1. La Gestión del mantenimiento.....	31
2.1.2. Objetivos de la gestión del mantenimiento.	31
2.1.3. Metas de la gestión del mantenimiento	31
2.1.4. Estrategias de mantenimiento	32
2.1.5. Filosofía del mantenimiento	37
2.1.6. Pronóstico de la carga de mantenimiento	38
2.1.7. Planeación de la capacidad de mantenimiento.....	38
2.1.8. Organización del mantenimiento	39
2.1.9. Programación del mantenimiento.....	39
2.1.10. Plantillas de mantenimiento	40
2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS.....	42
2.2.1. El ciclo de Deming	42
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.	44
2.3.1 Planificación.....	45
2.3.2 La importancia de la planificación	46
2.3.3 Ejecución	47
2.3.4 El factor humano	47
2.3.5 Control.....	48
2.3.6 El proceso de control	49
2.3.7 Plazo de implementación de la propuesta	50
2.3.8. Impacto en la organización	51
2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.....	52
2.4.1 Autores consultados: coincidencias o discrepancias.....	52
2.4.2 Caso de la situación del mantenimiento industrial en las empresas en.....	53
Costa Rica.....	53
2.4.3 Caso sobre la gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de	

tierras, desarrollado en Lima, Perú.	60
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	68
3.1 Introducción al capítulo III	68
3.1.1 Tipo de investigación.....	69
3.1.2 El enfoque de la investigación.....	69
3.1.3 Modalidad de la investigación	70
3.1.4 La población o universo de estudio	70
3.1.5 La muestra	70
3.1.6 Las técnicas de recolección de información	70
3.1.7 Las fuentes de información.....	71
3.1.8 Entrevistas	73
3.1.9 Figuras de variables.....	75
.....	78
3-2METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA,.....	79
CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO	79
PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.	79
3.2.1. Metodología utilizada en la investigación para la propuesta de mejora.....	79
3.2.2 Planteamiento del problema	79
3.2.3 Revisión de la literatura y construcción del marco teórico.	79
3.2.4 Metodología utilizada.....	80
3.2.5 Análisis FODA.....	81
3.2.6 Diagrama causa – efecto, Diagrama de Ishikawa o Espina De Pescado	82
3.2.7 El árbol del problema o Diagrama del Árbol.	83
3.2.8 Las 5s.....	84
3.2.9 Cuadro de Mando Integral (Balance Score Card).....	85
3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	87
3.3.1 Etapas del modelo de gestión de mantenimiento propuesto	87
3.3.2 Primera etapa	87
3.3.3 Segunda etapa	88
3.3.4 Tercera Etapa	88
3.3.5 Diseño de los planes de mantenimiento.....	89
3.4 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.....	90
3.4.1 Objetivo del plan de mejora	90

3.4.2 Seguimiento del plan de mejora	91
3.4.3 Las listas de chequeo	92
3.4.4 Indicadores de gestión del mantenimiento	94
3.4.5 Responsable de implementar y controlar las etapas de la mejora propuesta.....	96
CAPÍTULO IV	97
DIAGNÓSTICO	97
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 INSTRUMENTO PARA UN DIAGNÓSTICO.	101
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO.....	115
4.2.2. Procesamiento de la información.....	121
4.2.3 Herramientas de supervisión del sistema de mantenimiento	131
4.2.4 Programa de mantenimiento preventivo	139
4.2.5 Aspectos generales de la organización del departamento de Mantenimiento.....	141
4.2.6 Herramientas técnicas del sistema de mantenimiento.....	143
4.2.7 Herramientas de supervisión del sistema de mantenimiento	147
4.2.8 Mantenimiento preventivo.....	148
4.2.9 Causas principales que afectan los servicios prestados en las.....	151
instalaciones y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21	151
4.2.10 Las principales debilidades del mantenimiento de las instalaciones y facilidades.....	153
4.2.11 Impacto de las carencias de mantenimiento de las instalaciones y	154
facilidades.	154
4.2.12 Aspectos generales.....	155
4.2.13 Personal de mantenimiento.....	156
4.2.14 Equipos periféricos	157
4.2.15 Costos por mantenimiento correctivo de los aires acondicionados.	165
4.2.16 Costos por mantenimiento correctivo del enfriador de líquidos (chiller).....	166
4.2.17 Costos por mantenimiento correctivo de la losa de los búnkeres.	166
4.2.18 Costos por mantenimiento correctivo del techo de lámina metálica, de la clínica. ...	Error! Bookmark not defined.
4.2.19 Costos por mantenimiento correctivo del sistema de recolección de las aguas pluviales de la clínica.	168
4.2.20 Costos por mantenimiento correctivo de las tapias de concreto de la Clínica.....	168
4.2.21 Costos por mantenimiento correctivo de las paredes de la Clínica.	169

4.2.22 Costos por mantenimiento correctivo de los sanitarios de la Clínica.....	169
4.2.23 Costos totales por mantenimiento correctivo, de los equipos periféricos y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, por el periodo: del 31 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.	Error! Bookmark not defined.
CAPÍTULO V	178
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO	178
5.1. DESCRIPCIÓN.....	172
5.1.1. Diseño de lineamientos para el sistema de mantenimiento preventivo	172
5.1.2. Lineamientos de un sistema de mantenimiento preventivo	172
5.1.3. Proceso de diseño	174
5.1.4. Programa de mantenimiento preventivo	177
5.1.6 Cronogramas de los servicios por ejecutar.....	202
5.1.8 Orden de trabajo.....	207
5.1.9 La retroalimentación de información y de acción correctiva	212
5.1.10 Sistemas de control de mantenimiento	215
5.1.11 Mantenimiento preventivo.....	217
5.1.12 Indicadores para el plan de mantenimiento preventivo y tiempos de.....	220
respuesta para los grupos de servicios.....	220
5.1.13 Costos y beneficios económicos de la propuesta del programa de mantenimiento preventivo.	228
5.1.14 Costos totales por mantenimiento correctivo, de los equipos periféricos y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, periodo: del 01 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.	229
5.1.15 Costos estimados, para un programa de mantenimiento preventivo anual.	230
5.1.16 Costos por mantenimiento preventivo de los aires acondicionados.....	230
5.1.17 Costos por mantenimiento preventivo del enfriador de líquidos (chiller).	231
5.1.18 Costos por mantenimiento preventivo de la losa de los dos búnkeres.....	231
5.1.19 Costos por mantenimiento preventivo del techo de lámina metálica, de la	232
5.1.20 Costos por mantenimiento preventivo del sistema de recolección de las	233
5.1.21 Costos por mantenimiento correctivo de las tapias de concreto de la Clínica.....	234
5.1.22 Costos por mantenimiento preventivo de las paredes internas de la Clínica.	235
5.1.23 Costos por mantenimiento preventivo, de todos los sanitarios de la	235
En estos mantenimientos preventivos se incluyen una revisión y limpieza general de las tuberías de las aguas negras.....	235
5.1.24 Costos totales por mantenimiento preventivo, de los equipos periféricos	236

y facilidades dela Clínica de Radioterapia Siglo 21, para ser realizados	236
anualmente.....	236
5.1.25 Ahorro en mantenimiento con la aplicación del plan de mantenimiento	237
preventivo.....	237
5.1.26 Retorno de la inversión.....	238
<i>CAPÍTULO VI</i>	262
<i>RECOMENDACIONES CONCLUSIONES</i>	262
6.1 Conclusiones.....	239
6.2 Recomendaciones	242
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	243
ANEXOS	247
1.1 Cotización N°1, para mantenimiento para aires acondicionados.	247
Contrato de mantenimiento para aires acondicionados.	249
1.3 Cotización de mantenimiento de la alarma de la clínica.....	253
Cotización N°3, por drenaje de las aguas del patio de la clínica.....	253
1.9 Cuestionario N°1	255
1.10 Entrevista N°1	258
1.11 Entrevista N°2	260
1.12 Entrevista N°3	261
1.13 Entrevista N°4	262
1.14 Entrevista N°5	264
1.15 Entrevista N°6	265
1.16 Entrevista N°7	267

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°2.1 Cantidad de empleados de la empresa	Error! Bookmark not defined.
Gráfico N°2.2 Turnos laborados en las empresas	Error! Bookmark not defined.
Gráfico N°2.3 Porcentaje de empresas que comparten una visión del mantenimiento en contra de las que no poseen esta visión, 2015	56
Gráfico N°2.4 Porcentajes de empresas, según cantidad de empleados de mantenimiento contratados,2015.....	58
Gráfico N°2.5 Porcentajes de empleados de mantenimiento contratados por especialidad técnica, 2015.....	59
Gráfico N°4.7 Pareto. Valorando la ponderación de las causas que provocan	114
Gráfico N°4.8 Análisis a la pregunta: ¿Está enterado de las labores de mantenimiento	126
Gráfico N°4.9 Resultado a la pregunta: ¿Considera usted que los trabajos se realizan con un mismo estándar de calidad en todas las áreas de la clínica.....	Error! Bookmark not defined.
Gráfico N°4.10 Percepción de los usuarios respecto de los conocimientos técnicos.....	129
Gráfico N°4.11 Percepción de los usuarios sobre la supervisión del mantenimiento	135
Gráfico N°4.12 Percepción de los usuarios sobre los tiempos de las visitas para los mantenimientos	137
Gráfico N°4.13 Percepción del tiempo de respuesta para los mantenimientos de emergencias en la Clínica.....	138
Gráfico N°4.14 Percepción de los usuarios en términos generales del sistema de mantenimiento	143
Gráfico N°4.15 Percepción sobre el confort en la sala de espera y de la recepción de la clínica .	Error! Bookmark not defined.
Gráfico N°4.16 Opinión sobre la importancia de la calidad de la climatización.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°2.1, proceso de gestión cíclico.....	Error! Bookmark not defined.
Figura N°3.1.variable de estudio 03, herramientas t,ecnicas de mantenimiento	Error! Bookmark not defined.
Figura N°3.2.variable de estudio 02,condiciones del programa de mantenimiento preventivo..	Error! Bookmark not defined.
Figura N°3.3.variable de estudio 03, herramientas técnicas de mantenimiento.	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.6. Análisis de la gestión actual del mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21 (Ishikawa).....	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.1. Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos.	Error! Bookmark not defined.
Figura N° 4.2. Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos	Error! Bookmark not defined.
Figura Figura 4.3. Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos, Materiales	107
Figura N°4.4Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos Método de ejecución de tareas	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.5. Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos. Equipos	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.6Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos. Administración del mantenimiento	108
Figura N°4.7 Lista de expertos y experiencia de cada uno en años	111
Figura N°4.8 Datos obtenidos de los expertos	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.9 Sumatoria de pesos de la ponderación de causas.....	113
Figura N°4.10 Rutina de mantenimiento utilizada por el contratista, Ander Chavarría.....	118
Figura N°4.10 Poblaciones “pequeñas” con sus errores permitidos	123
Figura N°4.11 Fórmula para calcular la muestra con una población conocida	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.12 Grados de cumplimiento.....	163
Figura N°4.13 Indicador para la medición del confort de la climatización de la recepción y sala de espera.....	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.14 Costos por mantenimiento correctivo de un periodo de las unidades de climatización	

.....	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.15 Costos por mantenimiento correctivo del enfriador de líquidos por un periodo de un año.....	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.16 Costos por mantenimiento correctivo de la losa de los búnkeres por un periodo de un año.....	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.17 Costos por mantenimiento correctivo del techo de Lámina metálica por un periodo de un año	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.18 Costos por mantenimiento correctivo del sistema de recolección de las aguas pluviales por un periodo de un año	168
Figura N°4.20 Costos por mantenimiento correctivo de las tapias de concreto por un periodo de un año	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.21 Costos por mantenimiento correctivo del total de las paredes internas por un periodo de un año	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.22 Costos por mantenimiento correctivo, por un periodo de dos años, de las paredes internas.....	Error! Bookmark not defined.
Figura N°4.23 Costos totales por mantenimiento correctivo de partes Estructurales, equipos periféricos y misceláneos	Error! Bookmark not defined.
Figura N°5.1 Proceso de mantenimiento	Error! Bookmark not defined.
Figura N°5.2 Elementos eléctricos a ser inspeccionados.....	Error! Bookmark not defined.
Figura N°5.3 Elementos mecánicos a ser inspeccionados	181
Figura N°5.4 Elementos estructurales por inspeccionar	182
Figura N°5.5 Elementos varios por inspeccionar	183
Figura N°5.6 Ficha: Información técnica de elementos del sistema hidráulico de la Clínica	Error! Bookmark not defined.
Figura N°5.7 Ficha: Información técnica de elementos eléctricos de la Clínica	186
Figura N°5.8 Información técnica de elementos del sistema hidráulico de la Clínica.....	187
Figura N°5.9 Acciones a ser efectuadas	189
Figura N°5.10 Información general que se debe de incluir en las hojas de inspección	Error! Bookmark not defined.
Figura N°5.11 Hoja de inspección del sistema eléctrico	Error! Bookmark not defined.
Figura N°5.12 Hoja de inspección del sistema mecánico	194
Figura N°5.13 Hoja de inspección de los elementos estructurales	195
Figura N°5.14 Estructura básica de un manual de mantenimiento preventivo	198

Figura N°5.15 Información general que se debe de incluir en los manuales de mantenimiento. Error!
Bookmark not defined.

Figura N°5.15 Información general que se debe de incluir en los manuales de mantenimiento 201

Figura N°5.17 Matriz de distribución de inspecciones por año 203

Figura N°5.18 Ejemplo de una Hoja de inspección 206

Figura N°5.20 Orden de trabajo 211

Figura N°5.21 Manual de mantenimiento preventivo 218

Figura N°5.22 Cronograma de implementación del programa de mantenimiento preventivo..... 219

Figura N°5.23 Indicador de gestión para conocer la productividad de los operarios de mantenimiento 221

Figura N°5.24 Indicador de gestión para conocer la productividad del departamento de Mantenimiento..... 222

Figura N°5.25 Indicador de gestión para conocer la eficiencia de los mantenimientos de emergencia Error! Bookmark not defined.

Figura N°5.26 Indicador de eficacia para conocer el porcentaje de eficiencia de los trabajos realizados 224

Figura N°5.27 Indicador de eficacia para conocer el porcentaje de eficacia de los aires acondicionados 225

Figura N°5.28 Indicador de eficacia para conocer el porcentaje de eficacia de la operación del compresor para aire comprimido 226

Figura N°5.29 Indicador de eficacia para conocer el porcentaje de eficacia de la operación del enfriador de líquidos 227

Figura N°5.30 Costos por mantenimiento correctivo, de partes. Estructurales, equipos periféricos y misceláneos..... 229

Figura N°5.31 Costos por mantenimiento preventivo del total de las unidades de aires acondicionados para un periodo de un año. Error! Bookmark not defined.

Figura N°5.32 Costos por mantenimiento preventivo del enfriador de líquidos por un periodo de un año..... Error! Bookmark not defined.

Figura N°5.33 Costos por mantenimiento preventivo de la losa de los búnkeres por un periodo de un año. 231

Figura N°5.34 Costos por mantenimiento preventivo del techo de lámina metálica por un periodo de un año 232

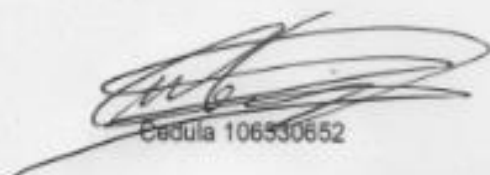
Figura N°5.35 Costos por mantenimiento preventivo del sistema de Recolección de las aguas

pluviales por un periodo de un año	Error! Bookmark not defined.
Figura N°5.36 Costos por mantenimiento preventivo de las tapias de concreto a ser realizadas cada año.....	234
Figura N°5.37 Costos por mantenimiento preventivo del total de las paredes internas, de la Clínica, a realizar cada añada	Error! Bookmark not defined.
Figura N°5.38 Costos por mantenimiento preventivo, de todos los sanitarios de la Clínica, para ser realizados tres veces por año	235
Figura N°5.39 Costos estimados por mantenimiento preventivo, de las estructuras, equipos periféricos y misceláneos por un periodo anual	236
Figura N°5.40 Comparativo de costos por mantenimiento correctivo versus mantenimiento preventivo, para un periodo de doce meses, de los equipos periféricos	237
Figura N°5.41. Costos para la implementación del programa de mantenimiento	238
Figura N°5.42 Tiempo del retorno de la inversión.....	Error! Bookmark not defined.

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Luis Ángel Chacón Jiménez, mayor de edad, portador de la cedula de identidad número 106530652 egresado de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de este acto y debidamente apercebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador, de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciado en ingeniería industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado *DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO DE LA CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21*, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las leyes penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta numero 226 el 25 de noviembre de 1982, incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte, artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que estos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Así mismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público, en fe de lo anterior, firmo en la Ciudad de San José, a los dieciocho días del mes de febrero del dos mil dieciocho.



Cedula 106530652

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR Y CONTRAPARTE

CARTA DEL TUTOR

Llorente, 19 de Febrero de 2018

*Dirección de
Carrera de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana*

Estimado señor:

El estudiante **Luis Ángel Chacón Jiménez**, cédula de identidad número 1-0653-0652, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO DE LA CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

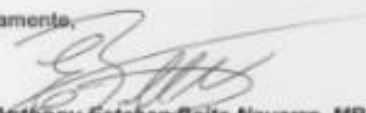
En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	15%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		85%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,


Ing. Anthony Esteban Beita Navarro. MBA
Cédula identidad 1-1069-0046
Carné Colegio Profesional IPI-27501

Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia
Carrera Ingeniería Industrial

Estimado señor

El estudiante Luis Ángel Chacón Jiménez, cédula de identidad: 1 0653 0652, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el proyecto denominado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO DE LA CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21.", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma



Nombre

George Dany Ramirez Vargas

Cédula

1-1458-0986

San José 30 de junio del 2018

Señores:

COMISIÓN DE TESIS

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Estimados señores:

He revisado y corregido los aspectos referentes a la estructura gramatical, ortografía, puntuación, redacción y vicios del lenguaje de la Tesis Final para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial, denominada **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO DE LA CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21.”** elaborada, por el estudiante Luis Ángel Chacón Jiménez, por lo tanto, puedo afirmar que está escrita correctamente, según las normas de nuestra Lengua Materna.

Respeté, a lo largo del trabajo, el estilo de los autores.

Atentamente,

Profesor


Carlos Manuel Barrantes Ramírez

Filólogo

Cédula 1-0312-0358

Carné afiliado 16308 (Colegio Licenciados y Profesores)

DEDICATORIA

A Dios

*Al único y verdadero Dios, quien me guía, sustenta y fortalece por cada senda en la que debo de andar,
Porque hay un solo Dios, y un solo mediador entre Dios y los hombres, Jesucristo hombre.*

1 Timoteo 2:5

A Mi Esposa

*Una mujer que descendió del cielo, para caminar a mi lado en el polvo de la tierra, para darme sustento,
guía, amor y un sentido infinito de vida, gozo, bañado en dorada paz.*

A MIS HIJOS

*Por su apoyo incondicional, y por ser cimientos de mi ser, por ese sabor de saber que en ellos saboreo la
vida y trasciendo la muerte.*

A mis nietos y nietas

*Por ser una fuente de amor, alegría, un dulce arroyo, al lado, del cual reposo, y lleno de música mi alma, en
cuyas dulces sonrisas, y suaves palabras, sacudo el polvo del camino y doy sosiego a mi espíritu.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer especialmente al Ing. Beita Navarro, que fue partícipe en la elaboración de esta tesis, por su apoyo incondicional como tutor de esta investigación. Deseando de corazón que su camino se bendecido por Dios.

A mis hermanos y hermanas por estar ahí, solo por existir.

A mis suegros por su aliento y palabras de fe

ABREVIATURAS

RESUMEN

Las empresas de servicios o de manufactura se hallan inmersas dentro de un mercado agresivo y competitivo, así que sus equipos y herramientas deben de mantenerse en un estado óptimo de funcionamiento, no solo para obtener las metas de producción requeridas por el departamento de producción, sino que también, para que estos equipos se hallen en un estado seguro de uso.

Logrando así de manera aunada a la producción, alcanzar que estas equipos y máquinas alcancen su vida útil. Dentro de estos equipos, no se debe de olvidar los equipos periféricos o llamados “misceláneos”, que muchas veces aunque no impidan que se alcance determinada producción, sí mantienen un estado de confort y brindan las circunstancias para un trabajo seguro y confortable, para operarios y clientes, por lo tanto, para ser eficiente y eficaz se requiere optimizar los recursos físicos por medio de una adecuada gestión del mantenimiento de máquinas y equipos.

El fin de la presente investigación es mostrar una metodología de gestión del mantenimiento de los equipos periféricos y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, con lo cual se hace posible determinar los lineamientos básicos de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de estos equipos, sin dejar en claro que los beneficios de dicha investigación puede ser utilizada en cualquier tipo de empresa o negocio debido a sus conceptos universales de la gestión del mantenimiento.

El presente estudio analiza las situaciones que derivan en un concentrado mantenimiento correctivo, en los equipos periféricos y facilidades en la Clínica, ya

que se desconocen las virtudes de la gestión eficiente del mantenimiento, ya por omisión o por hecho, o que esta carencia se derive de una cultura de “dejar hacer y dejar pasar”, resultando, consecuentemente, en una ineficiente comunicación con los contratistas de mantenimiento externos, falta de herramientas y equipos para mantenimientos especiales, inadecuada supervisión y otros.

Por otra parte se hará énfasis en hacer una descripción de la metodología propuesta en este análisis, con el fin de buscar las mejoras que se desprende de la eficiente gestión del mantenimiento.

Para finalizar, se harán los cotejos con los resultados obtenidos, por medio del método propuesto

CAPITULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gestión del mantenimiento de cualquier empresa indiferentemente del tipo de organización que sea o a qué tipo de acciones productivas a las que se dedique es una función importante, no se le debe de menospreciar, como suele suceder por parte de la administración, incluso el mismo departamento de Producción suele menospreciar a este departamento, Garrido (2003), aclara lo anterior al mencionar que:

En un hospital, por ejemplo, el personal médico (asimilable con el personal de producción) suele estar muy por encima en la escala jerárquica respecto de los mandos de mantenimiento, a pesar de que es evidente de que la vida de un paciente puede depender del buen funcionamiento de un equipo (incluso del buen funcionamiento del sistema de acondicionamiento de aire), (p. 3).

Es posible traer a la memoria los tiempos cuando empezaron la fabricación y uso de las primeras máquinas para procesos de producción a nivel industrial, en esos primeros pasos de la humanidad por sus avatares tecnológicos, estas empresas se hallaban compuestas por pequeños grupos de trabajadores y eran estos mismos quienes reparaban las máquinas que operaban; para hacer mayormente productivos y rentables sus operaciones separaron a los operarios de los “reparadores” de las máquinas.

Durante las terribles Primera y Segunda Guerra Mundial, los países involucrados tuvieron que aumentar de una manera acelerada su producción, sin experiencia previa en fabricar esos grandes volúmenes de producción y sin contar con planes

de mantenimiento. Cuando se daban paros de los equipos de producción se encaminaba a tener que soportar grandes pérdidas económicas, fue en ese momento cuando los empresarios volvieron su vista al mantenimiento.

La falta de mantenimiento no solamente se debe de suponer en las empresas industriales de manufactura y de servicios como tal; la falta de este bien es visible en cualquier área de producción, así como en edificios, puentes, parques carreteras, según lo indica una noticia del Periódico digital El País: “ Socavones, árboles secos, baches, aceras que se hundén, losetas rotas, farolas y bancos en mal estado... son los efectos de la crisis en una ciudad en donde se ha pasado de gastar 302 millones en mantenimiento en 2010 a solo 79 del año 2017. La noticia deja en evidencia dos cuestiones importantes que toda infraestructura necesita de mantenimiento y que el mantenimiento requiere de inversión.

La falta de mantenimiento, también, trae consecuencias de daños en equipos y personas por accidentes derivados de la falta de mantenimiento, las consecuencias de estos resultados son pérdidas económicas y hasta humanas. Otra noticia del periódico digital El Nuevo Diario ilustra lo anterior: “Uno de Los factores más frecuentes en accidentes industriales es la falla de equipos por la ausencia total de procedimientos o suficientemente efectivos de mantenimiento de equipos. Se remarca los resultados de la falta del debido y apropiado mantenimiento para su buen y seguro funcionamiento.

Sobre este tema se podría hablar indefinidamente, es claro que la mala gestión de mantenimiento provoca daños prematuros en las instalaciones, herramientas y equipos, así como en las pérdidas económicas de las

organizaciones, sin olvidar mencionar las molestias e inconvenientes en clientes internos y externos. No se debe de arrinconar el mantenimiento a un simple “repara, repara” el mantenimiento es una estructura de acciones bien dirigidas, con un sentido práctico, teórico, bien diseñado y dirigido a objetivos bien determinados.

1.1.1 INTRODUCCIÓN

La gestión del mantenimiento es el paradigma que nació para llenar las necesidades de mantener la productividad industrial en condiciones eficientes. Carcel (2014) indica que: “ En la actualidad las empresas que utilizan edificios en instalaciones, máquinas, equipos, etc., para la generación de bienes o servicios, tienen la necesidad de que estos activos se encuentren con la mayor disponibilidad posible al mínimo costo, planteando una mayor durabilidad de dichos activos, así como los mínimos costes operativos” pág. 13 . Ciertamente, se deja en claro la importancia de la gestión del mantenimiento para conseguir eficacia y eficiencia de bienes y servicios.

La gestión del mantenimiento juega un importantísimo papel en la consecución de los fines productivos de las empresas, la conservación en condiciones óptimas de producción genera mayor riqueza y prestigio a las empresas ya sean éstas de servicios o de manufactura; en los campos de salud, diversión, de producción industrial, en la producción de bienes agrícolas, en la generación de infraestructura y en cualquier área que requiera de máquinas y herramientas la gestión del mantenimiento es un factor indispensable si se desea alcanzar competitividad.

Las tecnologías son casi indiscutiblemente para generar bienestar, pero ese bienestar bien es sabido que es necesario pagarlo. Y la tecnología requiere de mantenimiento. Sánchez. (2007) hace referencia de lo anterior al indicar que: “El objetivo primordial de una industria (en su función de empresa) es generar riqueza en el entorno en el que se desarrolla... Y el mantenimiento ayuda a este objetivo” pág. 8. Queda claro que los beneficios del mantenimiento son de suma importancia en la cadena de producción.

Por todo lo anterior se requiere no solamente de ejecutar el mantenimiento, sino que este se debe de ejecutar de manera eficiente. El siguiente trabajo de investigación tratara de este asunto; este trabajo se desglosa de la forma siguiente:

El capítulo I trata sobre el problema por el cual se da la concepción y realización de este trabajo de investigación, en este capítulo se realiza una introducción al tema del proyecto, seguido de los antecedentes de la empresa donde éste se efectuará, también se dará la justificación del problema, en la segunda parte de este primer capítulo se continuará con la definición del problema. En el punto 1.3, se darán los objetivos de la investigación, continuando enseguida con el punto 1.4 que son los alcances y limitaciones.

El capítulo II será dedicado al marco teórico y éste se hallará dispuesto de la siguiente manera: 2.1 Se desarrollará el marco conceptual, 2.2 estará compuesto por el Marco De La Gestión de Proyectos, seguido por 2.3 el cual es el marco conceptual referente al impacto de un proyecto, en el punto 2.4 se hará referencia

de los Antecedentes de Teorías o Proyectos.

Continuando con los capítulos corresponde al Capítulo III el cual es el marco metodológico, éste se halla estructurado con cuatro ítems; 3.1 El Tipo de La Investigación por realizar, 3.1.1 qué es La Metodología Para La Propuesta de mejora, 3.1.2 La Metodología Para La Implementación Del Proyecto, finalizando con 3.1.3 Metodología Para La Verificación, Aseguramiento, Control y seguimiento Del Proyecto.

El capítulo IV de Diagnóstico, donde corresponde La Descripción De La Situación Actual, acabando con la recolección de datos.

Se continuará desarrollando el capítulo V: Diseño y Desarrollo Del Proyecto, compuesto por el punto 5.1 que es la Descripción.

En el capítulo VI: Conclusiones Y Recomendaciones. Las conclusiones mencionaran los logros obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto, y, las recomendaciones son los puntos que se deberán de considerar para obtener un desarrollo satisfactorio del proyecto propuesto.

Se concluirá el proyecto de investigación con los apartados: Bibliografía consultada, glosario y anexos.

1.1.2 Antecedentes del contexto de la empresa

La Clínica de Radioterapia Siglo 21, fue fundada en Costa Rica el mes de noviembre

de 1999, con el servicio de radioterapia con acelerador lineal.

Dos años más tarde se introdujo la técnica de planificación conformada en tres dimensiones y, también, la braquiterapia de alta tasa, siendo pionera en tratamientos de alta tecnología y cambiando las opciones terapéuticas para el tratamiento del cáncer del país.

Posteriormente en el año 2007 y, con el fin de continuar a la vanguardia en los tratamientos ofrecidos y ubicando a Costa Rica a nivel de países desarrollados, se instaló el sistema de planificación de radioterapia con intensidad modulada (IMRT), con el cual se lograba un mayor control de la dosis sobre los órganos sanos.

Actualmente, el Centro Médico forma parte de la corporación Medical Developers BB, la cual es la mayor accionista, cuenta con clínicas en Argentina, Centroamérica, EEUU, y el Caribe, y se halla asociada a 21st Century Oncology, y planea expandirse a más países.

Misión

Brindar al paciente oncológico un servicio de calidad en el tratamiento de su enfermedad. Mediante la aplicación de tecnología unida al conocimiento humano, con la participación de un equipo de trabajo multidisciplinario y con un excelente y cálido trato personalizado.

Visión

Ser el mejor centro de radioterapia de la región, mediante la búsqueda e implementación de las mejores técnicas de planificación y aplicación de tratamientos y excelente recurso humano, de manera que sea un centro de referencia en el campo de la radioterapia.

Servicios principales

La radiocirugía estereotáctica (SRS, por sus siglas en inglés) es una radioterapia no quirúrgica que se usa para tratar anomalías funcionales y pequeños tumores en el cerebro. Puede entregar radiación dirigida en forma precisa en menos tratamientos de altas dosis que la terapia tradicional, y esto puede ayudar a conservar el tejido sano. Radioterapia para los cánceres de piel de células basales y de células escamosas. La radioterapia utiliza rayos de alta energía (tales como los rayos X) o partículas (tales como los fotones, electrones o protones) para destruir las células cancerosas.

Si un tumor es muy grande, o está en un área de la piel que dificulte su extirpación mediante la cirugía, se puede emplear la radioterapia como tratamiento primario. La radioterapia, también, puede ser útil para algunos pacientes que, debido a otras razones de salud, no pueden someterse a una cirugía. La radioterapia puede curar los cánceres a menudo de piel de células basales o de células escamosas de tamaño pequeño y retrasar el crecimiento de tumores cancerosos más avanzados.

La radiación, también es útil cuando se combina con otros tratamientos. Por ejemplo, la radiación puede utilizarse después de la cirugía como tratamiento

adyuvante (adicional) para destruir cualquier área pequeña de células cancerosas remanentes que tal vez, no se vieron durante la cirugía. Esto disminuye el riesgo de que el cáncer regrese después de la cirugía. La radiación, también, puede utilizarse para ayudar a tratar un cáncer de piel que se haya extendido a los ganglios linfáticos o a otros órganos.

La Clínica de Radioterapia Siglo 21, inició operaciones con un acelerador lineal Varian modelo 1800, este equipo era un equipo estable y de confianza en sus tratamientos clínicos, pero se enfrentó a la obsolescencia del mercado; es decir, a la demanda de los clientes de desear volar en las alas de los avatares tecnológicos, cierto es que las nuevas tecnologías traen consigo mejoras, pero no se debe de olvidar que estas nuevas tecnologías tienen sus raíces en sus antecesoras. Desde el año 2014 se retiró este equipo 1800, para dar espacio al nuevo Trilogy de Varian, un equipo con tecnología de punta único en Costa Rica.

En efecto, tomar caminos no técnicos en la administración del mantenimiento, acarrea un sinnúmero de inconvenientes de producción, operativos y de seguridad; en este caso en particular, el mantenimiento de los médicos no presenta mayores inconvenientes de mantenimiento, ya que los equipos médicos se hallan cubiertos por garantía, por lo que estos equipos cuentan con programas de mantenimiento preventivo, como también, correctivo, lo que no sucede en los equipos periféricos, y las facilidades, como aires acondicionados, edificios y otros, estos, sí presentan valencias que se pueden presentar en pérdidas económicas para los inversionistas, por lo que, en este aspecto la gestión de mantenimiento por parte de la Clínica de Radioterapia siglo 21, queda debiendo.

Los orígenes de las valencias en la gestión del mantenimiento se deben a las apreciaciones hechas no se han plasmado en las ejecuciones de análisis objetivos, con desarrollo científico de un espectro amplio de la situación de la ejecución del mantenimiento, y de todos los aspectos que el término en sí conlleva, comprar refacciones de una manera no planificada puede suplir una necesidad imperiosa, pero provoca una mayor cantidad de egresos y trámites apresurados que pueden llevar a la comisión de errores provocando de esta forma mayores inconvenientes.

Aunque lo anterior no presente un riesgo para los pacientes o para la calidad del servicio prestado por la Clínica, sí presenta ciertas “molestias” para los clientes y un detrimento en los intereses de los inversionistas respecto de sus ganancias.

1.1.2 Justificación del problema

Se debe de entender la gestión del mantenimiento como una filosofía integral, universal, la cual puede lograr si es usada de manera correcta beneficios de amplio espectro en las industrias. Garrido (2003). Indica que: “Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” pág. 1. Entonces, se entiende que este conjunto de técnicas deben de tener una estructura administrativa, técnica y científica para la consecución de sus fines prácticos donde se requiera.

Se puede ampliar aún más la concepción anterior del mantenimiento si se

contempla el imbricado andamiaje que requiere dar un mantenimiento efectivo a las empresas industrializadas y a las máquinas y herramientas existentes en nuestros entornos inmediatos y más allá de nuestras fronteras. Recuérdese que la gestión del mantenimiento permite tener los equipos y herramientas en disposición para su uso cuando sea requerido por las áreas productivas y los clientes de los diferentes bienes y servicios como suele decirse: “sin harina no hay pan”.

Ahora bien, se puede tener una concepción del término mantenimiento como la única tarea de socar tuercas y echar aceite en alguna cadena, pero el mantenimiento tiene inherentemente una mayor y basta complejidad; el mantenimiento es un arte una ciencia, ya que dependiendo de la buen agestión de éste es posible lograr una línea de producción constante robusta sin paros indeseables, pérdidas de clientes existentes y de potenciales compradores, molestias de clientes internos y externos; y de proveedores. Se Nota que la cadena de reacciones invalorable por la falta de un mantenimiento es grave y puede traer consecuencias nefastas para cualquier organización.

Lo expuesto anteriormente es aplicable para la Clínica de Radioterapia Siglo 21, ya que en la actualidad, todas las tecnologías han ido sufriendo una metamorfosis por mejorar sustancialmente sus sistemas productivos en búsqueda de aumentar la calidad juntamente con la productividad. Arbos (2012) confirma lo anterior al mencionar que: “La organización de los sistemas productivos ha evolucionado durante mucho tiempo hacia una mejora basada en los equipos” pág. 669. La calidad y productividad de cualquier compañía se sustenta en la

viabilidad de sus procesos productivos.

Todo lo anterior apunta que generar una gestión del mantenimiento adecuada a las necesidades particulares de la Clínica de Radioterapia Siglo 21 logrará entregar calidad y sentido pragmático dentro de una administración técnica y científica concebida en las filosofías de la ingeniería industrial, no se pretende lógicamente crear un sistema eterio, fuera de imperfecciones, lo que se propone es un sistema que cumpla con estrategias que lleven el mantenimiento por ser una labor que agregue valor a la empresa.

La razón de ser de esta investigación de grado es la de tener en el horizonte el objetivo de hacer de la gestión del mantenimiento una filosofía que pertenezca a la cultura organizacional, teniendo como un fin la mejora en los servicios de mantenimiento prestados para mejorar el servicio a todos los actores que pertenecen a su entorno.

En la Clínica de Radioterapia Siglo 21, se realiza un mantenimiento indiscriminado, sin una clara estrategia de beneficios pertinentes para el mantenimiento científico. La implementación de un sistema de gestión científica requiere de estrategias de profunda concepción ingenieril para la búsqueda de resultados que añadan valor a la generación del aumento de las ganancias de los inversionistas.

En la realidad observada en la Clínica de Radioterapia Siglo 21, se nota que existen valencias, en la observancia de un horizonte heterogéneo sobre la definición de los conceptos básicos; dichas concepciones se derivan de acciones

no planificadas científicamente, por aquellos, a quienes les corresponde ser protectores de los bienes de esta organización, por lo que queda en clara evidencia la carencia del discernimiento para la aplicación de los recursos metodológicos.

Los gastos por mantenimiento correctivo son claramente mayores a los gastos estimados por un plan de mantenimiento preventivo. En la siguiente figura N°1.1, se indican estos costos.

Costos por mantenimiento	
Correctivo	Preventivo
₱1 805 666	₱700 750

Figura 1.1. Se muestran los costos por mantenimiento correctivo, versus los costos por mantenimiento preventivo.

Fuente: Realizado por el autor.

Es evidente que los gastos por mantenimiento correctivo sobrepasan en sobremanera los costos estimados para el programa de mantenimiento preventivo, por lo tanto, es importante contar con un indicador sobre estos costos de mantenimiento para lograr un control sobre éste.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La problemática presentada en la Clínica de Radioterapia Siglo 21, se expone, en el sentido, de que existen algunas carencias de la debida gestión del mantenimiento con respecto de las necesidades de una correcta aplicación de las técnicas científicas y técnicas para la debida protección de los activos durante su

tiempo productivo, obteniendo con esto una operación de viabilidad en el tiempo con seguridad y economía.

1.2.1 La pregunta Del Problema

¿De qué manera se puede mejorar la gestión del mantenimiento de los equipos y edificios en la Clínica de Radioterapia Siglo 21?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un plan de gestión de mantenimiento, para la Clínica de Radioterapia Siglo 21, con el fin de los mantenimientos de los equipos periféricos y de las facilidades en un 30 %, esto para el último cuatrimestre del 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

Conocer el estado actual del mantenimiento en la Clínica de Radioterapia Siglo 21, mediante la evaluación de su actual sistema de gestión, para buscar la mejor solución que se adapte a las necesidades de la empresa.

Investigar los procesos de mantenimiento actuales de la empresa con el fin de encontrar posibles mejoras que pueden ser propuestas para iniciar la restructuración del plan de manteniendo de la Clínica.

Proponer de las diferentes alternativas un plan de gestión del mantenimiento acorde CON las necesidades particulares del Centro Médico, con el fin de lograr un

ahorro en los costos de mantenimiento.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances

Desarrollar un plan de gestión del mantenimiento para disminuir los paros de los equipos periféricos de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

Disminuir las molestias que ocasionan las averías en los equipos periféricos y facilidades a los pacientes de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

Alcanzar y superar, de ser posible, la vida útil de los equipos periféricos y de las facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

1.4.2 Limitaciones

No se contó con el tiempo necesario en el desarrollo de esta investigación para implementar el sistema de gestión de mantenimiento propuesto, así como para poder presentar datos cuantitativos que indiquen la eficiencia de la documentación y, de los procedimientos recomendados.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

Es de suma importancia en este capítulo desarrollar un marco conceptual referente al tema de estudio, también se le podría llamar (consideración del autor), un marco de criterio de análisis lógico, científico, ya que lo que se busca es el desarrollo de este capítulo es sustentar bases teóricas científicas las cuales den evidencia clara de que dicho proyecto es viable desde los atisbos científicos y técnicos.

Lo anterior, presenta un alto grado de dificultad indiscutiblemente, lo cual es harto higiénico, ya que se “obliga” por decirlo de alguna manera, al escritor de la investigación, a la concepción teórica, primeramente, de los conocimientos existentes teóricos y luego al hecho fáctico; consiguiendo así dilucidar las bases teóricas y conceptuales para el desarrollo con forma, cuerpo y, sobre todo con un sentido pragmático, de la labor de investigación en desarrollo.

El término mantenimiento puede despertar muchas alusiones de imágenes mentales, al ser escuchadas por casi cualquier “homo sapiens” contemporáneo; es lógico, hallarse inmersos en la era de la tecnología, donde cada vez el ser humano como ser productivo está siendo desplazado por las máquinas. Cruz (2000) indica: “La fuerza productiva desencadenada por el capital-máquina es tal que el hombre individual, el trabajador aislado, es desplazado del corazón de la producción” (p. 23). El capitalismo se diluye en los avatares tecnológicos, creando los limbos para socavar el mayor logro de la creación suprema: el derecho del hombre por trabajar por su sustento y el de su familia.

El mantenimiento, por lo tanto, tiene sus inicios en un punto del desarrollo cronológico de la historia de la humanidad (120000 AC), aunque desde los albores de la creación el hombre ha utilizado herramientas rudimentarias, algunas requerían del mantenimiento. Fernández (2004) afirma:

Es sobradamente conocida la evolución que el mantenimiento industrial ha tenido a lo largo del pasado siglo xx y que se está acentuando en estos años del xxi, en cuanto a las últimas tendencias, deficiencias y resultados marcados a partir de los años 80. Ciertamente fue a partir de esta fecha cuando empezaron a tener auge diversos movimientos que iban a revolucionar el mantenimiento histórico llevado a cabo desde la Segunda Guerra Mundial. (p. 21).

Queda en evidencia que el mantenimiento en la actualidad no se concibió en un solo punto de la línea del tiempo, sino que ha sido un avatar entre los episodios del desarrollo de la tecnología.

Se requiere que la ejecución del mantenimiento se mantenga en una mejora continua; para lo anterior, se debe y puede utilizar las herramientas de la ingeniería industrial que permitan esta importante acción, ésta no se debe de tomar como una acción laxa, sin un sentido profundo en su realización, por el contrario, su uso debe ser diligente; se debe de mencionar que la efectividad de la mejora continua es el parto de una serie de actividades medidas.

El mantenimiento es una acción ejecutada ya sea por mera intuición o por la necesidad de suplir una necesidad tan imperiosa como “comer” la cual se puede realizar de manera empírica o con conocimientos básicos o profundos; lo cual dependerá por supuesto de cada panorama donde este “mantenimiento se realice. Díaz, y García, indican que:

El mantenimiento es definido como “serie de trabajos que hay que ejecutar en algún artefacto, lugar o método, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado. De acuerdo con la definición anterior, el mantenimiento se concibe para conservar los equipos y maquinarias que nos sirven para el desarrollo de actividades cotidianas. Todos los artefactos necesitan de un mantenimiento en cualquier momento de su vida útil, por lo tanto, la función del mantenimiento es la de corregir posibles fallas... cuando ha transcurrido un tiempo considerable (p.34).

Es importante mencionar que el mantenimiento casual o empírico sí funciona en cuanto las máquinas herramientas sean equipos simples en su operación y concepción, ya que el paro, de hacer la masa, para las tortillas, del desayuno familiar, no traerá consigo grandes pérdidas económicas, lo que no sucede igual es cuando estos paros se dan a un nivel industrializado, donde se deben de cumplir con entregas de productos o de servicios, estos paros, sí acarrearán, grandes pérdidas, económicas y, pérdida de imagen.

2.2. Historia del mantenimiento

Durante la Segunda Guerra Mundial y en la posguerra, el mantenimiento inició su mutación para irse transformando en un elemento de mayor valor en los procesos productivos, estas mutaciones fueron impulsadas, principalmente, por los usos para fines militares, estos cambios se dieron mayormente en un mantenimiento “preventivo” prestado a las aeronaves, así como a cambiar refacciones de los aviones después de ciertos periodos de uso. Sin duda, que los cambios sociales y de producción trajeron como consecuencia que el mantenimiento fuese visto, no simplemente, como la acción de reparar lo dañado. León aclara más la cuestión al indicar que:

Aunque sin tener cuerpo de doctrina durante la Revolución Industrial, a finales del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX, las tareas de reparación de la maquinaria entraron a formar parte del mecanismo productivo de la industria, lo que hoy denominamos mantenimiento correctivo. Las profundas transformaciones económicas que comenzaban a producirse en la sociedad, la instauración del beneficio económico como objetivo de la producción (a diferencia de lo que sucedía con el feudalismo), y la aparición de la competitividad entre las principales industrias... obligan a hacer un mantenimiento, siquiera elemental, de los mismos. (p.37)

Queda en evidencia que el mantenimiento no se adopta como una moda, sino que esta adopción se da por una necesidad de hacer una producción y de hacerla en un momento específico y a un costo que redima ganancias, de lo contrario, esta filosofía actualmente aún se hallaría en las páginas del limbo del conocimiento.

2.3. Definición de mantenimiento

A estas alturas de la lectura, es posible comprender al mantenimiento como la ejecución de labores técnicas, encaminadas a sustento del buen funcionamiento de máquinas y herramientas. Dentro de este grupo se pueden mencionar: taladros, autos de motor a combustión interna, trenes eléctricos y a diésel, aviones supersónicos, veleros, trasatlánticos y otros; es un inmenso mar de elementos que debido a sus construcciones del diseño y a las labores dedicadas que estos equipos sufren desgastes y pérdida de su vida útil.

Entonces, el mantenimiento se presenta como aquel conjunto de actividades por medio de las cuales es posible obtener un grado x de confiabilidad en las máquinas y herramientas, ya sean éstas del área de servicios o de manufactura; sin olvidar el importante aspecto de la seguridad física de las personas. Souris (1992) refiere que: “Las nuevas tecnologías y las instalaciones automatizadas exigen nuevas estructuras organizativas y nuevas formas de pensar y actuar, de modo que el principal objetivo sea para todos la disponibilidad de los equipos por las distintas funciones de mantenimiento” p 11. El mantenimiento se plantea como un aliado de la producción.

León (1998). Deja un espacio abierto para la definición del mantenimiento al mencionar que: “El concepto de mantenimiento puede definirse de muy distintas formas, atendiendo al enfoque que se le dé en cada caso” p. 21.

Sacristán (2001). Define al mantenimiento de la manera siguiente: “Así pues, la palabra mantenimiento Industrial la vamos a emplear para designar las técnicas que

aseguran la correcta utilización de edificios e instalaciones y el continuo funcionamiento de la maquinaria productiva” (p. 27).

Tomando para el análisis los criterios externados por los autores citados referente al mantenimiento, éste puede ser entendido como un conjunto de acciones concretas y dirigidas por formar un conjunto de acciones sobre un sistema, equipo o edificio, en busca de que estos logren su mayor vida útil y se mantengan operando de la manera que dicta su particular diseño.

2.4 El departamento de Mantenimiento

El mantenimiento no es una tarea para que sea realizada por cualquier persona, sin la necesaria capacitación y sin los debidos conocimientos técnicos, la verdad es que las obligaciones de las reparaciones son en la mayoría de los casos complejas y de mucho cuidado, tanto así que no solamente se hallan en juego pérdidas de centenas miles de dólares, sino, la pérdida de vidas humanas, ya que una indebida reparación, mal ajuste, puede provocar serios daños a los encargados del mantenimiento como a los usuarios de los equipos.

Debido a lo anterior las empresas han entendido que mantenimiento debe de ser un departamento independiente del área productiva, mantenimiento por su parte es la encargada de mantener equipos, máquinas, herramientas e inclusive los edificios donde se hallan dichos equipos como las naves de producción, por lo general, y aún, actualmente, en muchas empresas, mantenimiento es considerado como la cenicienta de las empresas, un departamento que se mantiene en lo oculto y es menoscabada.

Por otra parte también, el mantenimiento ha logrado, en algunas empresas, (por consiguiente, no en todas), abandonar en parte ese limbo en donde lo ha enclaustrado la administración pura, la cual ha considerado al mantenimiento un mal necesario, un tipo de trabajo forzado que debe de ser aceptado, ya que solo se mira como un desperdicio de tiempo y dinero, por otra parte, dichosamente, también, se hallan las administraciones más abiertas con una mayor inteligencia y una mayor visión global de las empresas y de sus necesidades.

2.5. Tipos de mantenimiento.

La principal consecución del mantenimiento es la confiabilidad de las máquinas y herramientas como de las instalaciones que funcionen cuando es requerido, desde sus demandas de diseño. Calloni (2003). Indica sobre lo anterior lo siguiente:

La técnica laboral específica ha desarrollado entonces, metodologías de mantenimiento conforme con la siguiente clasificación:

- Mantenimiento Rutinario.
- Mantenimiento correctivo (producido por roturas e imprevistos).
- Mantenimiento preventivo (planificado)
- Mantenimiento Predictivo.

2.6. Mantenimiento rutinario

Sobre el mantenimiento rutinario se debe de indicar que es el mantenimiento que se ejecuta el día a día, como es la limpieza general de las plantas de las instalaciones, limpieza general de los equipos, el engrase y la lubricación de estos, revisión y toma de nota de ruidos, vibraciones, muy fuera de lo normal, estas

funciones no requieren de técnicos especializados, para su ejecución; no por no requerir de técnicos especializados esta labor debe ser desdeñada, todo lo contrario, es una actividad que sonará la campana para prevenir mayores daños y pérdidas, e inclusive salvaguardar la integridad de los operarios de mantenimiento y de planta.

2.7. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel que se ejecuta cuando una pieza del equipo ya se halla dañada, lo que ha provocado el paro del equipo, este tipo de mantenimiento fue el único utilizado hasta la Primera Guerra Mundial, estas averías no son necesariamente daños por falta del mantenimiento preventivo, ya que existen averías muy particulares, que debido a su naturaleza no pueden ser planificadas.

2.8. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es el mantenimiento que se realiza buscando la disponibilidad de las máquinas, herramientas y edificaciones en óptimas condiciones de operación cuando sea requerido por las demandas de la producción; buscando disminuir en la medida de lo posible las pérdidas por paros no programados.

2.9. Mantenimiento Predictivo

También se tiene en esta lista el mantenimiento predictivo, este mantenimiento se realiza desde la premisa de la predicción de una posible avería, lo cual se realiza dando seguimiento por medio de observaciones y mediciones de distintas

variables de las maquinas o equipos, así como de instalaciones, lo que se busca con dichas mediciones es conocer cómo evoluciona algún ruido “no conocido”, un calentamiento o enfriamiento fuera de los parámetros de trabajo. Algunas de estas variables las menciona Calloni (2003).

- a) Análisis de aceites
- b) Medición de temperaturas
- c) Análisis de presiones diferenciales
- d) Medición de espesores
- e) Medición de nivel de ruido
- f) Análisis de vibraciones

El mantenimiento predictivo permite un adecuado seguimiento por la mayor frecuencia de inspecciones estando la máquina o equipo en funcionamiento, que es la forma adecuada de obtener datos concretos para el fin determinado de solucionar fallas p.20. Es claro, entonces, que para la aplicación del mantenimiento predictivo se requiere de equipos y personal especializados, las labores predictivas, también, requieren de su análisis técnico y profundo, sin despreciar el conocimiento empírico.

2.10. La administración del mantenimiento

La administración del mantenimiento dentro de una organización dependerá de la importancia que los administradores le presten a esta importante tarea, ya que por sí solo el departamento de Mantenimiento no podrá cumplir a cabalidad con sus respectivas responsabilidades, muchas veces, los administradores toman de menos a este departamento y a sus funciones, menoscabando, en muchos casos,

sus peticiones y recomendaciones, a lo sumo optarán por comprar un repuesto cuando la producción se mire afectada o cuando existan quejas de los clientes externos.

Es importante que se considere que tampoco existe, una organización de mantenimiento que logre una eficiencia óptima, para ser utilizada en todas las empresas y en todas las culturas, por lo tanto, la organización del mantenimiento se debe de pensar en razón de las necesidades particulares de la región, cultura, clima y del personal de las compañías y, particularmente, del departamento de Mantenimiento, por lo que se debe de considerar algunas generalidades para establecer el equipo y la organización del mantenimiento, por último, también, se deben de tomar en consideración factores de problema de mantenimiento local, en busca de una organización óptima.

Un punto importante de esta organización es que su estructura no forme sin quererlo una función artificialmente burocrática, con lo que se conseguiría entorpecer las funciones propias del departamento de Mantenimiento. Por otra parte se debe de aclarar los niveles de autoridad y de responsabilidad en el Departamento, para poder dirigir quejas y sugerencias, así como peticiones pertinentes al cargo, personal idóneo en busca de solucionar los problemas que les competen son de suma importancia y peso en este Departamento.

La administración eficiente con un sentido pragmático, pero a la vez, con bases de humanidad, no son una mezcla fácil de alcanzar, por lo que se deben de considerar, tanto aspectos universales como locales, hay que recordar que cada

empresa de servicios o de manufactura cuentan con sus elementos muy particulares. Bravo, y Barrantes (1989) indican que:

Para lograr una buena organización deben atenderse los siguientes aspectos:

- a) Tipo de operación: El mantenimiento puede ser predominante en un área o campo, por ejemplo edificios, maquinaria, tubería, o equipo eléctrico. Hasta el grado que predomine uno de estos campos afectara el carácter del trabajo y la cantidad y tipo de supervisión.
- b) Continuidad de la operación: Las operaciones llevadas a cabo en cinco días, en un solo turno, contra operaciones de siete días y de tres turnos, afectaran la magnitud de la fuerza de mantenimiento y la estructura de la organización de supervisión. La supervisión nocturna introduce un problema de coordinación total. El mantenimiento planeado y preventivo asume en ambos casos aspectos enteramente diferentes que pueden requerir reconocimiento organizacional. Por ejemplo, en una planta que trabaje cinco días y con un solo turno, todo el programa de mantenimiento preventivo puede ser llevado a cabo por un grupo de inspectores asesores que informen a una sola persona. En otros casos, debe nombrarse un coordinador general.
- c) Situación geográfica: El tipo de organización de mantenimiento más efectivo en una planta centralizada donde la fuerza puede operar desde una localidad central, debe de modificarse considerablemente para manejar una planta descentralizada. Una planta que ocupa un área de gran extensión, como por ejemplo, diez hectáreas, requiere descentralización y puede funcionar con varias organizaciones paralelas, que desarrollen el mismo tipo de trabajo en localizaciones diferentes.

- d) Tamaño de la planta: Efecto no es tanto en la estructura de la organización, como en la determinación de la cantidad de empleados, de supervisión que se necesitan. Esto, a su vez, afecta la cantidad de niveles de supervisión necesarios para la administración efectiva.
- e) Etapa de adiestramiento y confiabilidad de la fuerza de trabajo: Esta variará de una empresa a otra y debe de considerares al diseñar una organización a causa del efecto en la densidad de supervisión y en las posiciones de adiestramiento. Por ejemplo, en una industria de máquinas y herramientas con gran disponibilidad de técnicos especializados y de competente supervisión, se requiere de una organización supervisora pequeña.

Ahora bien, es claro que se requiere del mantenimiento de los activos de una empresa de cualquier tipo o tamaño, los hospitales, clínicas y, las carreteras, los puentes, los autos; es decir, cualquier obra construida por el hombre requiere de mantenimiento debido a los desgates propios de sus labores, así como de las pérdidas de sus características físicas constructivas por el contacto de los elementos del medio ambiente (lluvia, viento, temperaturas altas o bajas, polvo, humedad y otros).

Es, entonces, de esperar que todo este conjunto de acciones requieran de una estructura técnica la cual es inherente a su naturaleza de servicio, Esta estructura debe de contar con un sistema administrativo que cumpla con el encargo de una ejecución ordenada, planificada, que sea eficaz y eficiente.

Segura (2005) indica que:

(...) Generalmente aceptada, de un sistema de gestión: “Esquema general de procesos y procedimientos que se emplea para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos”. Vamos a proponer una variante de esta definición con el objeto de concretar nuestro propósito: “Conjunto de procesos, comportamientos y herramientas que se emplea para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos” (p.1).

Por lo expuesto anteriormente se propone que la gestión es conjunto de procesos basados en criterios claros, definidos por los responsables pertinentes con base en las particularidades de cada organización, estos deben de ser planificados, programados y, así alcanzar los objetivos propuestos con anterioridad.

2.10. La Gestión del Mantenimiento

La gestión del mantenimiento se compone de ciertas partes principales, dentro de estas partes principales de las etapas de la gestión del mantenimiento se puede iniciar con la planificación es esencialmente decidir, el qué hacer, con qué hacerlo, dónde hacerlo, quién debe de hacerlo.

2.11. La Planificación

Según lo anterior la planificación es usada con el afán de lograr objetivos para la consecución de los propósitos que se hayan estimado con anterioridad .Galán

(2). Indica que la planificación trata:

Consecuentemente, se trata de llevar a cabo una serie de procedimientos encaminados a establecer líneas de actuación concretas englobadas en acciones que se seleccionan, de entre todas las posibles, según su capacidad

para alcanzar el objetivo a través de una gestión eficiente, tal como se enunciaba en las líneas introductorias p.276.

Se puede decir que la planificación es una serie de estrategias planificadas, es decir, pensadas con base en las necesidades de los equipos y necesidades de producción.

2.12. La filosofía del mantenimiento

Otro elemento que conforma la gestión es la programación, es el que indica Anele (1994). Quien menciona que:

El programa de mantenimiento y reparación de la maquinaria y equipo industrial determina correctamente las etapas, listas de actividades y tiempos, los recursos humanos y materiales necesarios para su ejecución, y los objetivos responden en plazo y coste a las especificaciones del plan general. El programa de mantenimiento de máquina se establece a partir del seguimiento de los puntos críticos de la máquina que implicarán riesgo de parada deterioro (...), calidad y costes de mantenimiento p.112.

Esta primera parte define la programación con el sentido de minimizar en lo posible el mantenimiento correctivo, por medio de conocer los puntos críticos de los equipos; obteniendo de esta manera la optimización de los recursos.

2.1. MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA.

En este tiempo contemporáneo donde el ser humano se halla inmerso en toda una invasión de tecnología, la cual se utiliza desde entretener a niños, jóvenes y adultos, sin considerar su género; así como también, se utiliza tecnología hasta para salvar la vida de las personas y aumentar su calidad de vida, se requiere para lo anterior contar con todo el andamiaje tecnológico para la fabricación de todas estas transformaciones tecnológicas.

Todos estos equipos, máquinas, herramientas y plantas industriales requieren de su mantenimiento, para que puedan prestar un servicio adecuado, y seguro para los operadores y para el personal de mantenimiento. Cárcel (2014). Indica que:

En la actualidad, las empresas que utilizan edificios, instalaciones, equipos, etc., para la generación de bienes o servicios, tienen la necesidad de que estos activos se encuentren con la mayor disponibilidad posible al mínimo costo, planteando una mayor durabilidad de dichos activos, así como los mínimos costes operativos. Por ello, la conservación de los equipos de producción o para determinado servicio a prestar es una apuesta clave para la productividad de las empresas como para la calidad de los productos o servicios prestados

p.9.

La importancia de un mantenimiento eficaz y, a la vez, rentable es una necesidad actual de cualquier empresa de servicios o de manufactura, sin importar la línea a la que se dediquen, esto con el fin de ser competitivos en el

actual mundo globalizado, por lo que una tendencia generalizada es la búsqueda de la innovación en sus productos y servicios, pero requiriendo de la disponibilidad óptima de sus maquinarias, por una debida gestión del mantenimiento.

La ingeniería industrial es una rama profesional (toda una amalgama) compuesta de variadas herramientas científicas, las cuales pueden ser utilizadas en cualquier tipo y tamaño de empresa. Vaughn (1998) indica:

A medida que el tiempo pasa las cosas cambian. El desarrollo observado en la ingeniería industrial lleva a anticipar más cambios. Los ingenieros industriales están actualmente trabajando en casi todas las áreas de la actividad industrial. En los últimos años, un nuevo cambio se ha hecho evidente. Quizás el nuevo rumbo lo podamos definir por el término consultor interno, indicando que los ingenieros industriales deberán ocuparse de todo el sistema de producción y distribución de la empresa p. 28.

Es evidente que el campo de la ingeniería industrial es vasto y no solamente es un hecho la gran cantidad de labores que puede desarrollar un ingeniero industrial con el uso adecuado de las herramientas de esta gran especialidad; por lo que la administración del mantenimiento no se halla exenta de estas capacidades de la administración industrial.

Los profesionales de la ingeniería industrial tienen como un fin específico el de contribuir a la mejora continua de los métodos productivos y de los bienes y servicios, que son hallados en las empresas sin importar su tamaño o lugar de

origen. Una de las maneras de contribuir a estas mejoras continuas es teniendo las máquinas en un estado fiable y seguro de trabajo, buscando mantener su capacidad de producción lo más cercano al punto de diseño. Para lo anterior, se requiere de un mantenimiento apropiado, pensado y dirigido.

2.1.1. La Gestión del mantenimiento.

2.1.2. Objetivos de la gestión del mantenimiento.

Los objetivos del mantenimiento deben de buscar la calidad del servicio de cualquier departamento, así como la calidad de estos servicios buscando eficacia y eficiencia. Maximizando la disponibilidad de las instalaciones y de las máquinas herramientas para la producción, de manera que se hallen al pie del cañón en cualquier momento y sean seguras para los operarios y para el personal de mantenimiento. Prando (1996). Presenta los siguientes:

- Lograr al menor costo posible la mayor utilización de los edificios y maquinarias.
- Preservar el valor de las instalaciones, optimizando su uso y minimizando el deterioro y, en consecuencia, su depreciación.
- Disminuir los paros imprevistos de producción ocasionados por fallas inesperadas, tanto en los equipos como en las instalaciones. Lograr la creación de un sistema de mantenimiento preventivo capaz de alcanzar metas en la forma más económica posible.

-

2.1.3. Metas de la gestión del mantenimiento

Las metas deben de ser cuantitativas ya que éstas suponen los logros, estos, deben de ser estimados en espacios de tiempo razonables, ejecutables, por el

personal.

Esto con el fin implícito de motivar al departamento de Mantenimiento en sus labores y, así poder medir los resultados operativos de éste. Se recomienda que estos periodos de tiempo se establezcan para periodos trimestrales y someterlos a revisión al concluir cada uno de ellos. Prando. (1996) p. 41.

2.1.4. Estrategias de mantenimiento

Cada empresa funciona diferente porque se administra distinta y porque su propio estilo de hacer algo la diferencia de las otras empresas, esta diferencia en su funcionamiento es mayor cuando la línea de sus productos y servicios difieren, así como de su tamaño y enfoques de la gerencia. Las estrategias de mantenimiento de las empresas serán lógicamente diferentes en cada empresa ya que las necesidades de cada cual son particulares, por lo que las estrategias de cada empresa deben de ser pensadas para su uso propio, por supuesto que este razonamiento no elimina las bases de las estrategias básicas del mantenimiento.

Por lo tanto, las estrategias de mantenimiento deben de ser pensadas detenidamente para sacar el máximo provecho a los recursos disponibles, hay que recordar que factores como: la diversidad de los procesos, la ubicación de los activos de Mantenimiento, el cumplimiento de las metas del departamento de mantenimiento, las metas de producción, sobre estos factores mencionados. Rodríguez (2013): “Estos factores son hoy en día tomados más o menos en cuenta en la implementación de las estrategias de mantenimiento en las empresas. De hecho, la elección de la estrategia debe de traducirse en una

optimización, o mejor, en un compromiso entre el coste del mantenimiento directo y el coste del mantenimiento indirecto resultante de implementar la estrategia de la empresa “(p.14).

En términos generalizados se debe de hacer mención a tres estrategias de mantenimiento de uso más frecuente:

- La estrategia reactiva
- la estrategia preventiva
- la estrategia proactiva

Por tradición muchas empresas emplean una estrategia de mantenimiento correctivo, es decir, cuando el equipo falla se repara, esto ya sea por ignorancia, disidia o por falta de un plan de mantenimiento, este tipo de mantenimiento correctivo es utilizado sobre todo en pequeñas empresas que luchan por sobrevivir.

Las estrategias para el mantenimiento se basan en la ejecución de los diferentes tipos de mantenimiento, estas estrategias buscan optimizar los recursos, para hacer rentables las estrategias utilizadas. Guzmán (2009), indica: “De acuerdo con la definición de mantenimiento dada anteriormente, para lograr mantener los bienes institucionales en condiciones de funcionar y operar adecuadamente, se requiere organizar las actividades de mantenimiento, según el tipo de atención requerido por el bien que se trate” p.32. Estos mantenimientos son:

- a- Mantenimiento correctivo: Este mantenimiento, también, es denominado “mantenimiento reactivo”. Tiene lugar luego de que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este

- caso, si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo.
- b- Mantenimiento preventivo: Este mantenimiento, también, es denominado “mantenimiento planificado”. Ocurre antes de que se presente una falla o avería; se ejecuta sin que exista un peligro. Este se determina con base en la carga de trabajo de los equipos y la agresividad del ambiente donde se desarrollan las actividades.
 - c- Mantenimiento de oportunidad: Este es mantenimiento que se presenta en un momento no programado donde surge la oportunidad de realizar algún mantenimiento.
 - d- Detección de fallas: La detección de fallas es una técnica la cual se obtiene por medio de inspecciones. Estas se pueden realizar utilizando los sentidos y la experiencia; y también, con tecnología aplicada al campo del mantenimiento.
 - e- Modificación del diseño: Una modificación de diseño se ejecuta para lograr un uso adecuado de un equipo en un momento dado. Esta modificación puede ser temporal o permanentes.
 - f- Reparación general: En la reparación general, se requiere de todo un esfuerzo del departamento de Mantenimiento, puesto que éste es, básicamente la puesta en marcha de todo un equipo o maquinaria, es decir, reviste gran importancia e implica un alto volumen de trabajo.
 - g- Reemplazo: Este consta de cambiar la pieza, piezas o equipo dañado, este reemplazo puede ser por falta de tiempo para la reparación o por falta de refacciones.

El mantenimiento no debe existir someramente, sino que tiene que constituir una actividad estructurada desde criterios administrativos. Gilbeth Bolaños F (2005) expresa que los temas desarrollados sobre mantenimiento se hallan relacionados con los principios básicos de la administración científica, puesto que en estos tiempos actuales demandan que, también, las actividades de la gestión de mantenimiento en la empresa se lleven a cabo a través de las etapas fundamentales (p.9).

- 1- Planear: Es así como el mantenimiento no es una función del azar, ni se debe esperar que las circunstancias den luz a los daños ocasionados por la falta de planeamiento.
- 2- Organizar: La organización indica la necesidad de preparar las actividades pertinentes en el tiempo, según las condiciones de equipo y de producción lo requieran.
- 3- Ejecutar: La ejecución de las actividades del mantenimiento de los edificios y equipos se debe realizar desde las condiciones requeridas, sin olvidar los aspectos de conocimientos requeridos, como los aspectos de seguridad laboral y ergonómica, pues de esta forma la realización de los trabajos será eficiente y efectivo.
- 4- Evaluar: El principio de evaluar las acciones ejecutadas logra medir el desempeño de nuestras labores, de esta forma, podemos estructurar reportes, notas, bitácoras para ir conociendo los puntos débiles que deban ser corregidos o del todo eliminados a fin de dar paso a cambios sustanciales que permitan el ciclo de la mejora continua y ser más eficientes.

Del departamento de mantenimiento depende que el departamento de producción alcance las metas que han sido programadas con base en las necesidades de los clientes, ya sean estos de servicios o productos. Por esto, este departamento requiere hallarse conformado no solamente con el personal adecuado, sino también de forma pertinente, con lo cual se logre alcanzar las metas.

Por lo anterior no se puede definir como un subordinado más de la organización, por cuanto pertenece a toda estructura administrativa y productiva, por lo cual ésta no debe ser menospreciada, por ello se requiere que la administración del mantenimiento logre la estructura necesaria de este departamento de manera que se logren los alcances comunes de este mismo y , aún más importante, que ubique al departamento más allá de este concepto básico, en el que se ha, mantenido sumergido durante muchas décadas al departamento encargado de sustentar las facilidades y equipos, así pues, debe éste arrojar luz y guía que dejen en evidencia el marco técnico y científico que requiere la administración del mantenimiento.

Por otra parte los autores Duffuaa, Raouf & Dixon (2008) plantean que las actividades de mantenimiento deben de incluir las siguientes cinco actividades, de las cuales se tratará a continuación p.32.

- 1- Filosofía del mantenimiento.
- 2- Pronóstico de la carga de mantenimiento.
- 3- Capacidad de mantenimiento.

- 4- Organización del mantenimiento.
- 5- Programación del mantenimiento.

2.1.5. Filosofía del mantenimiento

A través de esta filosofía del mantenimiento se busca llenar las necesidades del mantenimiento de los equipos y facilidades de la organización. La estructura de esta filosofía busca el rumbo adecuado de los recursos: refacciones, repuestos, máquinas, edificios y del personal profesional y técnico, para así mantener y mejorar los estándares de la calidad para el funcionamiento de los equipos e instalaciones. Esta, a su vez, se compone de los siguientes puntos:

-Mantenimiento correctivo: Este mantenimiento, también, es denominado “mantenimiento reactivo”. Tiene lugar luego de que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso, si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo.

-Mantenimiento preventivo: Este mantenimiento, también, es denominado “mantenimiento planificado”. Ocurre antes de que se presente una falla o avería; se ejecuta sin que exista un peligro. Este se determina con base en la carga de trabajo de los equipos y la agresividad del ambiente donde se desarrollan las actividades.

-Mantenimiento de oportunidad: Este es mantenimiento que se presenta en un momento no programado donde surge la oportunidad de realizar algún mantenimiento

-Detección de fallas: La detección de fallas es una técnica la cual se obtiene por medio de inspecciones. Estas se pueden realizar utilizando los

sentidos y la experiencia; y también, con tecnología aplicada al campo del mantenimiento.

-Modificación del diseño: Una modificación de diseño se ejecuta para lograr un uso adecuado de un equipo en un momento dado. Esta modificación puede ser temporal o permanente.

-Reparación general: En la reparación general, se requiere de todo un esfuerzo del departamento de Mantenimiento, puesto que éste es, básicamente, la puesta en marcha de todo un equipo o maquinaria, es decir, reviste gran importancia e implica un alto volumen de trabajo.

-Reemplazo: Este consta de cambiar la pieza, piezas o equipo dañado, este reemplazo puede ser por falta de tiempo para la reparación o por falta de refacciones.

2.1.6. Pronóstico de la carga de mantenimiento

El pronóstico de la carga de mantenimiento es todo un ciclo, pues para prepararlo se requiere de auto alimentación del ciclo del sistema. Así, para iniciar la labor del planteamiento, se deben conocer las demandas recientes de la carga de mantenimiento, así como los trabajos pendientes, conociendo esta cuestión se procede a ejecutar el pronóstico de mantenimiento, con éste, se procede a generar la planeación de la capacidad de mantenimiento, la programación del mantenimiento y el control del sistema de mantenimiento.

2.1.7. Planeación de la capacidad de mantenimiento

Esta planeación de la capacidad de mantenimiento va a definir los recursos

humanos y tecnológicos, los repuestos, cambio de equipos, capacitación de los técnicos e ingenieros requeridos para lograr su función. Por ellos, se hace necesario conocer la cantidad de colaboradores del área de mantenimiento, así como de las habilidades técnicas de cada individuo. Igualmente, hay que tener claro la capacidad y el estado de herramientas, y de las instalaciones de mantenimiento. Las proyecciones que se efectúan en este punto siempre estarán fuera del 100% de precisión; en algunos casos, es posible que se tenga falta de recursos, y en otros excesos de estos.

Se debe de tratar de ser lo más exacto posible en las predicciones, siempre teniendo en cuenta que éstas pueden fallar; pese a lo cual no dejan de ser una excelente herramienta.

2.1.8. Organización del mantenimiento

La organización de mantenimiento depende de las capacidades técnicas de las personas que forman el departamento, del tamaño y distribución de la planta y de los equipos. Es así como se definirá si el taller estará constituido por un solo departamento, o varios. Para el primer caso, éste será el que cubrirá todas las áreas de producción y el total de la planta. Para lo segundo, éste se descentralizará y se tendrán varios departamentos de mantenimiento para atender las necesidades de producción y otros.

2.1.9. Programación del mantenimiento

La programación de mantenimiento depende de que se cuente en el momento requerido con las refacciones, herramientas, útiles y personal para ejecutarlas.

Estas programaciones se deben asignar, según la pertinencia de cada una, los equipos o riesgos humanos deben encabezar la lista de prioridades.

2.1.10. Plantillas de mantenimiento

Como se mencionó, mantenimiento es más que la simple y esporádica aparición en los momentos de crisis de las facilidades. Por lo tanto, para lograr una expansión mayor del criterio del mantenimiento se requiere de una visión administrativa de los recursos humanos y físicos.

Por eso, es indispensable el uso de las plantillas de mantenimiento. Uno de los tantos usos de éstas es el de servir como “instrucciones de trabajo”, las cuales pueden parecer una carga burocrática más de la organización en la primera percepción, pero al internarse más en sus usos y concepciones, proporcionará un gran sentido práctico, administrativo y documental. Bolaños (2005). Indica: “... muchos de los trabajos de mantenimiento son repetitivos, pero tienen sus propias particularidades; por ello contar con un Manual de Datos Técnicos e Instrucciones de Trabajo, está funcionando muy bien en las empresas...” (p. 62).

Precisamente, el hecho de que muchas labores de mantenimiento se efectúen de modo repetitivo permite la adquisición de destrezas y conocimientos mayores, con lo cual, al mismo tiempo, surgen particularidades. Por tanto, se vuelve necesario contar con una guía documentada, la cual constituye una herramienta para realizar las labores de una forma metódica. El inconveniente que puede presentarse es que el encargado de cumplir las funciones se limite solamente a

estas dejando por fuera la iniciativa y el juicio técnico.

El tiempo que cualquier empresa se mantenga compitiendo en el mercado nacional o internacional, tendencia del presente, implicará realizar erogaciones por concepto de mantenimiento. Se había creído, en tiempos pasados que este costo debería de ser una erogación ocasional, es decir, “se dañó, reparó y punto”. Este paradigma completamente errado es un indicador claro de que los costos de mantenimiento serán mucho mayores. “...de esta manera, se contribuye a un menor costo en la producción de la mercadería y el producto puede ser vendido a precios más competitivos, en un mercado cada vez más globalizado...”

La realidad es que el contar con un departamento de Mantenimiento disminuirá los costos totales. Y si éste cuenta con la administración científica y técnica para la planificación, control y seguimiento, disminuirán las erogaciones por pérdidas de producto, maquinaria fuera de servicio, colaboradores desocupados y aumentará la satisfacción del cliente, quien, en realidad, es el fin de cualquier organización que desee marcar la pauta en el mercado en donde se desenvuelva.

2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS.

2.2.1. El ciclo de Deming

Una potente y eficiente herramienta utilizada en la ingeniería industrial, para la mejora de diversos procesos es : El ciclo de Deming (de Edwards Deming), también conocido como círculo PDCA, esto es, planificar-hacer-verificar-actuar o espiral de mejora continua, es una estrategia de mejora continua de la calidad de los procesos, en cuatro pasos pertenece al sistema seis sigma, la cual se utiliza en la mejora de los procesos productivos de las empresas ya sean éstas de servicios o de manufactura, por medio del ciclo de PDCA (también conocido como PHVA), es posible , mejorar , sin tener que hacer rupturas críticas en los procesos ya implementados. Morales (2002) indica que:

El ciclo PHVA es un proceso iterativo que busca la mejora a través de cada ciclo. La filosofía básica de ciclo PHVA es hacer pequeños incrementos, en lugar de hacer grandes rupturas a la vez. Algunas organizaciones emplean el término "competición salto de rana" para ilustrar el concepto de saltos cuánticos de la mejora. El enfoque seguro y progresivo de aprender de la experiencia y construir con éxito con base en la experiencia pasada lleva a numerosas ganancias que se acumulan en el tiempo, pueden ser superiores las mejoras (p.15).

Por medio de esta filosofía es posible ir mejorando por medio de las experiencias pasadas, lo que agrega el valor del conocimiento anterior sin desperdiciar la experiencia pasada.

El ciclo Deming permite trabajar en la empresa de manera departamental, buscando una alta eficiencia corporativa, buscando un servicio de calidad a los

clientes internos y a los externos igualmente. Jiña (2009). Indica:

Este método aporta su máxima eficiencia cuando se consigue un amplio despliegue en toda la organización, a la vez que ayuda a procesos de mejora interdepartamentales o desarrollar el concepto de cliente-proveedor interno, contribuyendo a generar una sinergia interdepartamental en beneficio de la satisfacción del cliente interno. Así mismo, ésta es una de las actividades que posibilitan la participación de los empleados en los procesos de transformación de las organizaciones. Además, predispone y desarrolla las actitudes y habilidades necesarias para poder contribuir activamente en todo tipo de equipos cuyo objetivo sea el conseguir la satisfacción de los clientes externos (p.46).

Los cambios y mejoras no se darán de una manera automatizada, se requiere de voluntad y constancia en cualquier empresa que se inicie e instalar cualquier sistema de mejora, también requiere dedicación, esfuerzo, constancia, perseverancia, paciencia y, no desmayar a pesar de los posibles yerros que se cometan en el camino.

Su mayor importancia se puede hallar en la búsqueda de soluciones en los problemas presentes en el proceso de producción, por la búsqueda de soluciones de manera ordenada y estructurada, logrando de esta manera que las raíces del problema sean observadas para corregir los defectos hallados y, solucionarlos.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.

La aplicación de la gestión de mantenimiento en las empresas se debe de dar en un orden metodológico, siguiendo una secuencia lógica y ordenada; sobre esto hacen mención muchos autores, sobre la gestión del mantenimiento, estos establecen las pautas necesarias para determinar dicha gestión; esta gestión no es una cuestión simple pero tampoco es imposible de alcanzar, también, requiere del compromiso de la administración dependiendo del tipo y tamaño de empresa de la que se trate y por supuesto de la dedicación y conocimientos del departamento de Mantenimiento.

Se puede tener entre muchos tipos de definiciones que la evaluación del impacto de un proyecto en particular, a continuación, se mencionarán algunas que se creen pertinentes en el criterio del autor de esta obra, esto porque ayudan a estructurar el desarrollo del tema que se está tratando en este momento, esas definiciones son:

- Término que indica si el proyecto tuvo un efecto en su entorno en términos de factores económicos, técnicos, socioculturales, institucionales y medioambientales. (OCDE, 1992)
- Es un tipo de evaluación sumativa, que se realiza al final de una intervención para determinar en qué medida se produjeron los resultados previstos. (CEPAL-ILPES, 2005)

La gestión del mantenimiento se realiza básicamente por los siguientes pasos: planificación, ejecución y, control.

2.3.1 Planificación

La planificación es un insumo indispensable en cualquier empresa o compañía del mundo sin importar el tipo de servicio o manufactura que ésta realice, lo que busca cualquier empresa es obtener un producto final, en servicios o en manufactura, por lo tanto, se deberán de aplicar algunos criterios de la planificación para buscar la eficacia y la eficiencia de sus labores.

Sallenave (1999). Define la planificación como: "La Planificación Estratégica es el proceso por el cual los dirigentes ordenan sus objetivos y sus acciones en el tiempo. No es un dominio de la alta gerencia, sino un proceso de comunicación y de determinación de decisiones en el cual intervienen todos los niveles estratégicos de la empresa"

También, Koontz., Bloon. (1994).Hacen mención de que la planificación estratégica es: "La planeación estratégica es engañosamente sencilla: analiza la situación actual y la que se espera para el futuro, determina la dirección de la empresa y desarrolla medios para lograr la misión. En realidad, éste es un proceso muy complejo que requiere de un enfoque sistemático para identificar y analizar factores externos a la organización y confrontarlos con las capacidades de la empresa.

Por otra parte, otro autor indica que "La planificación estratégica puede ser tan sencilla o tan compleja como nosotros queramos. Se debe de buscar la manera de una ejecución "sencilla" sin que se hagan más problemas de los existentes.

Rocío, (2001), aconseja que dedicar tiempo a determinar y tener claros tres aspectos fundamentales” (p.17).

Estos aspectos son:

1. ¿A dónde voy?
2. ¿En dónde estoy?
3. ¿Cómo llego?

Como se puede percibir por el análisis de las definiciones pasadas de planificación, es una útil herramienta en la búsqueda de logros de empresas y también, de departamentos puntuales de éstas, por lo tanto, es aplicable en el departamento de mantenimiento, es interesante mirar cómo algún autor la define sumamente compleja a la planificación, pero también, otros la definen como sencilla, por lo cual se debe de considerar estas interpretaciones para lograr éxito en la planificación.

2.3.2 La importancia de la planificación

La planificación presenta una importancia estratégica, ya que ayuda a quienes deben de tomar decisiones, a buscar el mejor camino, más corto y de mayor provecho, que les ayude a cumplir con las metas trazadas para lograr las demandas que su entorno les demanda. Barreiros (2012). Aclara que:

Hoy en día la planificación estratégica es importante por varios aspectos ya que proporciona un marco de referencia para la actividad organizacional que puede conducir a un mejor funcionamiento y una mayor sensibilidad de la organización, ya que sin planes los administradores no tendrían una idea clara de lo que se necesita

organizar, es esencial y vital contar con una meta, un objetivo (p.14).

Se debe de buscar realizar una planificación adecuada a las necesidades de cada empresa o departamento.

Haciendo un análisis general de los conceptos se puede decir que la Planeación Estratégica es una herramienta para las empresas, que ayuda a determinar metas a futuro, para lo cual se debe elaborar objetivos y actividades por cumplir por parte de todos los miembros de la organización.

2.3.3 Ejecución

En la etapa de la ejecución del mantenimiento es cuando se ejecutan los trabajos pertinentes, los cuales han sido previamente planificados, estas labores las ejecutan personal con conocimientos técnicos necesarios para la ejecución de sus actividades asignadas, así como personal técnico capacitado en tareas específicas, como la reparación de equipos complejos, los trabajos por realizar se deben de coordinar con el personal de producción, para no provocar paros no programados en la producción, ya que, precisamente, éste es un fin primordial de la gestión del mantenimiento: mantener a los equipos y herramientas en condiciones de trabajo viables y seguras , para poder cumplir sus cometidos de diseño.

2.3.4 El factor humano

El recurso humano es un insumo indispensable en la ejecución del sistema de gestión de mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, por lo tanto,

este recurso humano debe de tener una motivación importante, con una capacitación y organización pertinente de sus labores y responsabilidades. El Manual menciona:

Una definición aceptada por OACI menciona que: “la función de los factores humanos es optimizar la relación entre la gente y sus actividades mediante la aplicación sistemática de las ciencias humanas integradas con el marco de ingeniería de sistemas.” Sus objetivos pueden ser vistos como la efectividad del sistema, que incluyen a la seguridad y eficiencia, y el bienestar del individuo.

Persona, involucra a personas de ambos sexos y actividades, indica un interés en la comunicación entre individuos y el comportamiento de individuos y grupos (p.12).

Se infiere por la definición que el factor humano se halla asociado al entorno de la organización donde cada colaborador realice sus labores

2.3.5 Control

Posada (2014). Da la siguiente definición de control: “Como una primera aproximación al tema, huelga indicar que, en términos generales (sin ningún otro calificativo), el control se puede entender como el ejercicio del poder” (p.1).

(Boland, Carro, Stancatti, Gismano y Banchieri), (2007). Define el control como: “La función de control es aquella que permite, en todo tipo de organización, sea ésta grande o pequeña, pública o privada, comprobar en

forma permanente en qué medida sus planes se están cumpliendo y asegurarse, de esta forma, altas posibilidades de alcanzar los objetivos que se ha fijado” (p.96).

2.3.6 El proceso de control.

Robbins y Coulter (1996). Indican: “El proceso de control se desarrolla en tres pasos: medición real de desempeño, comparación del desempeño real con el estándar y toma de acción administrativa con el fin de corregir los desvíos producidos” (p. 657-652).

Según Robbins, y Decenzo,(2002) indican; “El proceso de control consta de tres pasos independientes y claros: (1) medir el desempeño real, (2) comparar el desempeño real con algún estándar, y (3) tomar medidas administrativas para corregir las desviaciones o los estándares incorrectos” (p.411).

Se puede inferir que el control en los procesos de mantenimiento se establece para poder verificar en qué medida se alcanzan las metas de la planificación, por lo que en este caso cumplen una relación con la planificación, también se comporta como un elemento de medición ya que hace posible medir y ,por lo tanto, cuantificar los resultados de los trabajos realizados; también permite detectar desviaciones, lo cual es una característica intrínseca del control. Obteniendo así las diferencias que se presenten entre la ejecución y la planificación y, por último, otro elemento relacionado con el control es que permite establecer las medidas pertinentes para corregir lo que se esté haciendo de manera incorrecta.

2.3.7 Plazo de implementación de la propuesta

No todas las propuestas de mejora son sencillas de estimar, indudable es que ciertos proyectos de pequeña envergadura o simples de estimar, se les puede realizar un cálculo aproximado de los tiempos de ejecución de las variadas etapas del proyecto de mejora. Anenca indica: “Es importante tener en cuenta que hay acciones de mejora, cuyo alcance está totalmente definido y no suponen un esfuerzo excesivo, con lo que pueden realizarse de forma inmediata o a corto plazo. Por otro lado, existirán acciones que necesiten la realización de trabajos previos o de un mayor tiempo de implantación” (p.8).

Estos plazos en general se denominan como sigue:

- Largo plazo
- Medio plazo
- Corto plazo
- Ejecución inmediata

Para las mejoras propuestas en esta investigación se estiman los plazos siguientes A largo plazo:

- Se estima en dos años realizar un cambio de cultura organizacional en la administración respecto de la gestión de mantenimiento.

A mediano Plazo:

- Se espera en un año lograr que los equipos periféricos de la Clínica (aires acondicionados, sistemas de iluminación, centros de carga, sistema de bombeo hidroneumático) así como el mantenimiento de los

edificios, logre una consistencia en su gestión del mantenimiento.

A corto plazo:

- En seis meses se espera obtener las herramientas requeridas en la gestión del mantenimiento, así como desarrollar el plan de mejora recomendado.

De ejecución inmediata

- En tres semanas se ha logrado que el encargado de mantenimiento de la Clínica Radioterapia Siglo 21, tenga conciencia de las valencias de la gestión del mantenimiento.

-

2.3.8. Impacto en la organización

Guzmán (2009, p.) Comenta sobre el impacto positivo en tres áreas principales de la organización. Al respecto menciona los siguientes principales aspectos:

Aspecto técnico:

Este aspecto es necesario para alcanzar el objetivo inmediato de conservar la infraestructura, equipamiento e instalaciones del Hospital, en condiciones de funcionamiento adecuado, oportuno, y confiable, para no interrumpir la prestación de servicios de salud a la población, lo cual representa para el país un beneficio social considerable.

Aspecto económico:

Este aspecto es considerado el objetivo del mantenimiento hospitalario, cual es el de contribuir a través de una adecuada programación de las actividades de mantenimiento a edificios, instalaciones y equipos, por reducir y mantener lo más

bajo posible los costos de operación del Hospital. Este aspecto tiene gran impacto social cuando se trata de hospitales.

2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.

2.4.1 Autores consultados: coincidencias o discrepancias.

A través del desarrollo de esta investigación sobre la propuesta de desarrollar un plan de gestión de mantenimiento para La Clínica de Radioterapia Siglo 21, se ha expuesto en múltiples ocasiones que el fin primordial del mantenimiento es tener las maquinaria y herramientas en condición de operar en el momento cuando sea requerido y que esta operación sea confiable y segura, esto con el fin de hacer a las empresas competitivas en su entorno de competencia y, logrando, asimismo, que los equipos, herramientas y edificaciones alcancen su vida útil de diseño.

La gestión del mantenimiento en su base de concepción es la búsqueda del fortalecimiento del área productiva y, a contribuir por los procesos productivos, para el logro de este fin se hace necesario la aplicación de técnicas propias del mantenimiento y de las técnicas básicas de la administración, a pesar de la existencia de los métodos y técnicas para la gestión del mantenimiento no siempre es posible que la teoría se cumpla en su forma y fondo. Vega, y Gutiérrez. (2015). Indica lo siguiente:

No obstante, estos enfoques teóricos, cuando son llevados a la práctica, su implementación se ve afectada por diversos elementos presentes en el entorno empresarial: pues cada organización desarrolla su propia cultura y

su modelo de gestionar el mantenimiento (p.5).

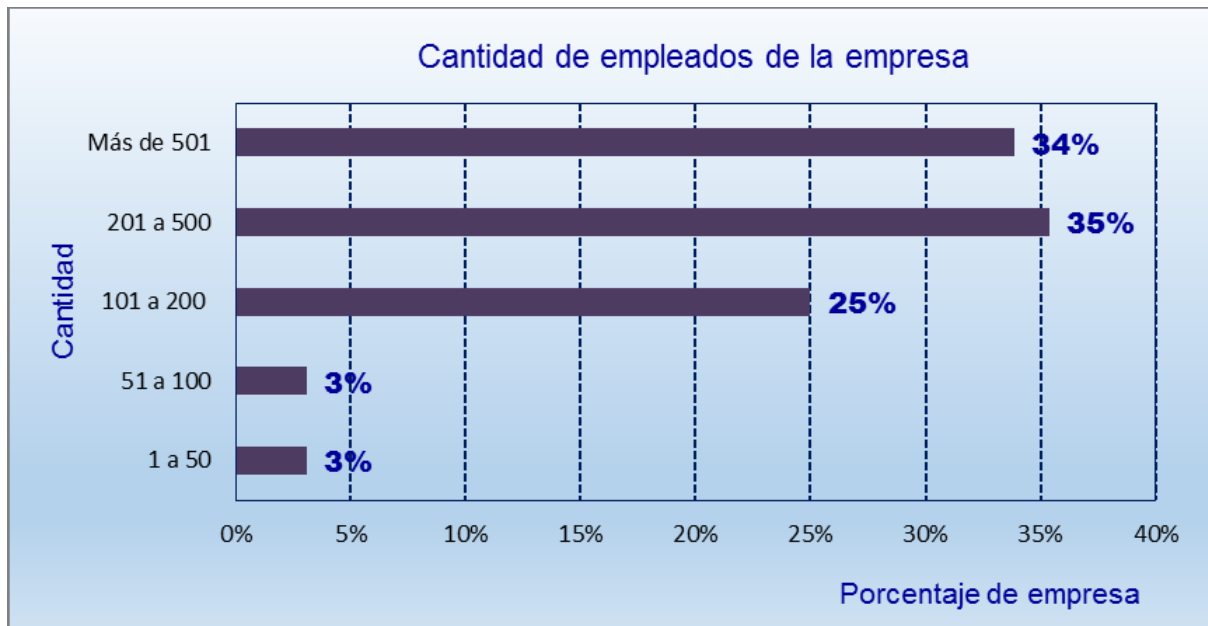
Es importante que los encargados de la gestión del mantenimiento luchan con constancia e inteligencia, para aplicar las herramientas técnicas y científicas de la administración de la gestión del mantenimiento y, un punto de suma importancia es: buscar un cambio de cultura en la manera como se contempla el mantenimiento dentro de su organización y dentro del departamento de Mantenimiento.

2.4.2 Caso de la situación del mantenimiento industrial en las empresas en Costa Rica.

Vega, y Gutiérrez. (2015), pertenecientes al Tecnológico de Costa Rica, realizaron el estudio titulado: Situación del Mantenimiento Industrial en Las Empresas de Costa Rica, este estudio llevó un año para su elaboración y fueron visitadas 100 empresas, cuyo fin fue conocer la situación de la función de mantenimiento en empresas costarricenses; dicho trabajo se realizó en empresas de manufactura halladas en la zona de San José Centro , dichas empresas contaban en el momento del estudio con un número igual o mayor a cien empleados y que tuvieran un departamento formal de mantenimiento.

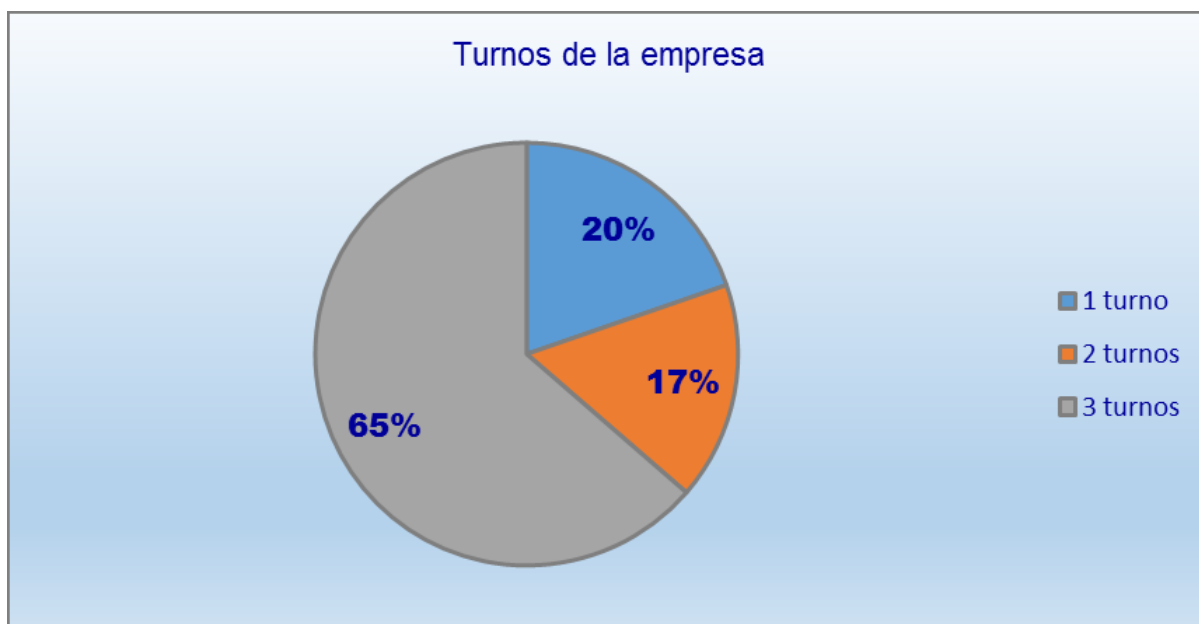
Según indican los actores de la investigación: “Los resultados de este estudio evidencian que la gestión del mantenimiento en Costa Rica está bien posicionada dentro de la industria, a pesar de que se evidencian múltiples oportunidades de mejora”. A continuación, se muestran en los gráficos del N°2.1 al N°2.3 algunos datos extraídos del documento.

Gráfico N°2.1.
Cantidad de empleados de la empresa



Fuente: Vega, y Gutiérrez. (2015)

Gráfico N°2.2
Turnos laborados en las empresas estudiadas



Fuente: Vega, y Gutiérrez. (2015)

En un 82% de las empresas visitadas, se trabaja en más de un turno, lo que implica que la disponibilidad para hacer mantenimiento es poca, demandando una mayor efectividad de este servicio

Gráfico N° 2.3. .
Porcentaje de empresas que comparten una visión del mantenimiento
en contra de las que no poseen esta visión, 2015



Fuente: Vega, y Gutiérrez. (2015)

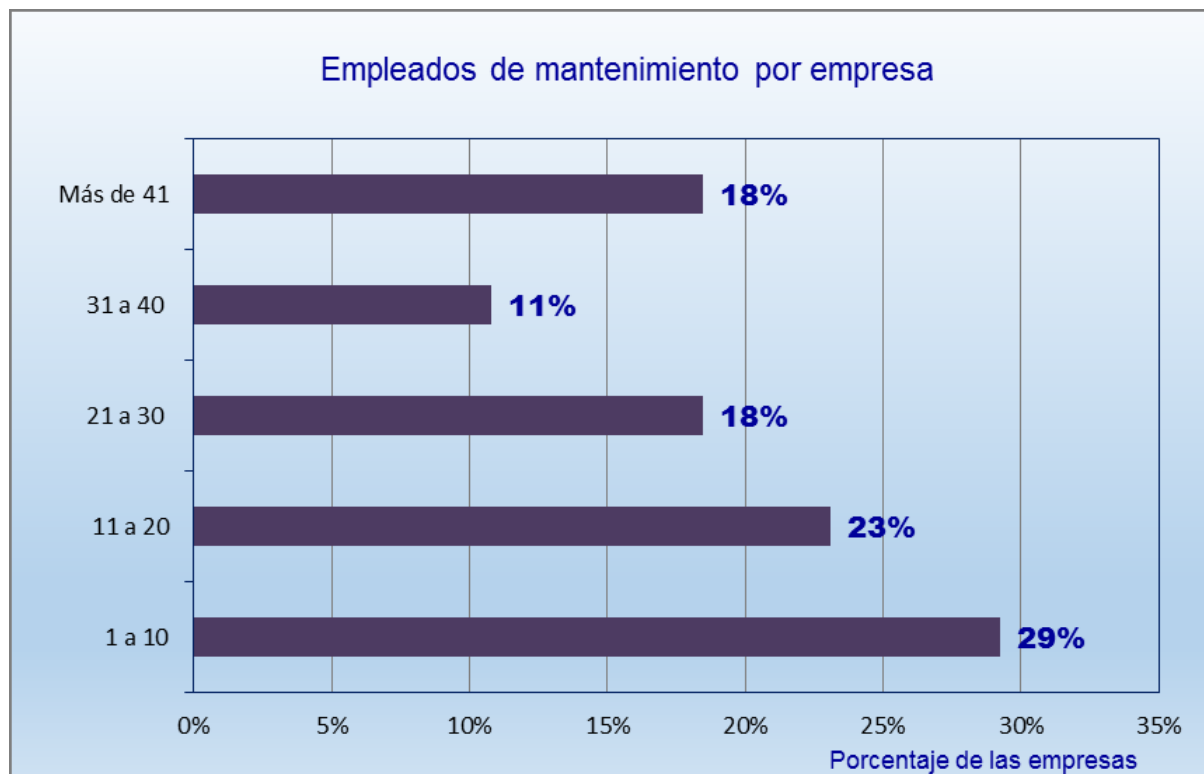
Los gráficos mostrados anteriormente indican que la existencia de una visión y misión en el departamento de Mantenimiento es una buena señal en el sentido de que existe una cultura organizacional que tiene presente los beneficios de la gestión del mantenimiento, aunque esta cultura no la comparten todas las empresas, sí se muestra una buena aceptación de la gestión del mantenimiento por parte de la mayoría de las organizaciones.

Queda en evidencia que las empresas que laboran tres turnos (82% de las empresas visitadas), requiere de un mantenimiento más eficiente, seguro, que pueden aportar más seguridad y viabilidad en la disponibilidad de equipos y herramientas; esto porque se cuenta con una disponibilidad de paros programados para realizar lo mantenimientos programados y se requiere de la disponibilidad de los equipos para llegar a las metas de producción dispuestas en

cada compañía.

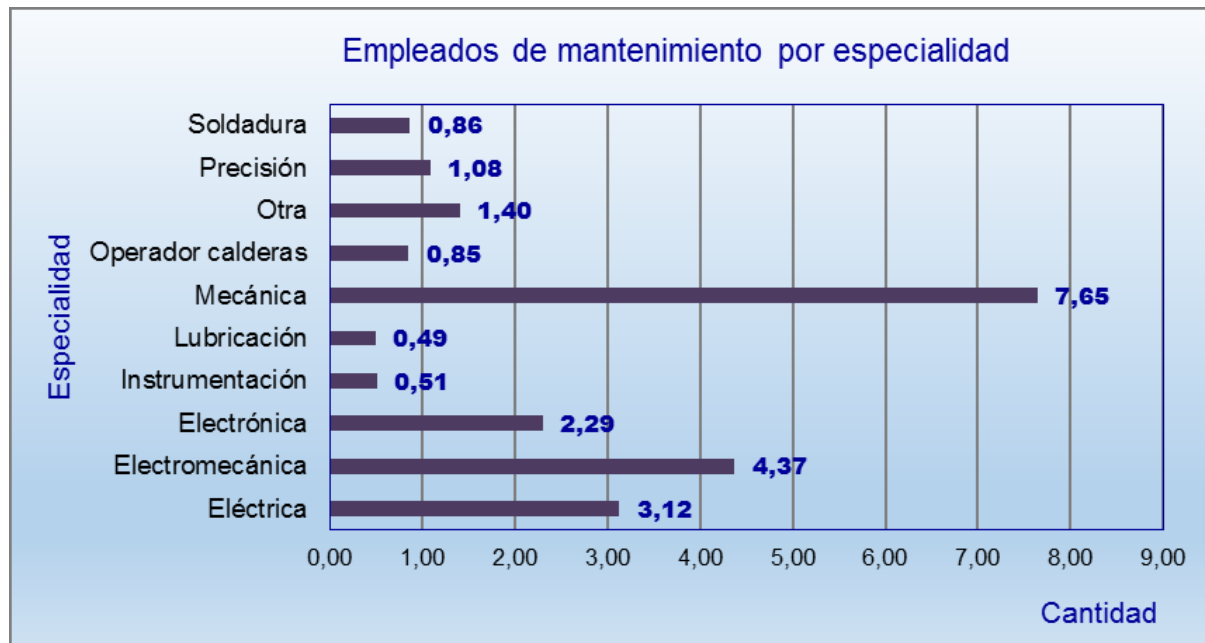
También, indican los autores (Vega, y Gutiérrez, 2015), que: en más del 50% de las empresas el personal de mantenimiento está por debajo de 20 personas y en pocas empresas (18%) supera las 40 personas; lo que indica que el mantenimiento debe ser muy eficiente con su recurso humano, dada esta condición. En promedio la cantidad de empleados de mantenimiento es un 20%. La mayor cantidad de empleados de mantenimiento son de la especialidad mecánica, electromecánica y eléctrica, En criterio de los entrevistados la cantidad de personal disponible para las labores de mantenimiento es buena, aunque una cantidad mayor sería deseable. Los gráficos a continuación ilustran lo anterior.

Gráfico 2.4 Porcentajes de empresas, según cantidad de empleados de mantenimiento contratados, 2015.



Fuente: Vega, y Gutiérrez. (2015)

Gráfico 2.5 Porcentajes de empleados de mantenimiento contratados por especialidad técnica, 2015.



Fuente: Vega, y Gutiérrez. (2015)

Analizando la información que se desprende de los gráficos N°2.4 y N°2.5, se expone que un porcentaje importante (65%) de las empresas consultadas labora en una modalidad de tres turnos, lo cual implica la alta demanda de los equipos y maquinarias del área de producción; por lo que se deduce que el tiempo para prestar mantenimiento a los equipos es bajo, esta situación compromete al departamento de Mantenimiento en el sentido de que debe de prestar un servicio optimizado en el uso de sus recursos.

2.4.3 Caso sobre la gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierras, desarrollado en Lima, Perú.

La ingeniera Joanna Lam, presenta en su tesis, de la Universidad de Lima, Perú, una investigación apuntada a la gestión del mantenimiento de equipos pesados para el movimiento de tierras.

Menciona Lam, la necesidad que tienen las empresas del movimiento de tierras, de los equipos pesados, los cuales consumen de un 20% a un 50% del costo de operación, por lo que las empresas en este mercado deben de luchar por disminuir los costos operativos, al respecto Lam (2010), menciona lo siguiente:

El estudio analiza la problemática de las empresas que desarrollan el movimiento de tierras y las dificultades de la gestión del mantenimiento de los equipos, tales como: relación entre operación y mantenimiento de los equipos, generación de inventarios de repuestos, relación con proveedores, capacitación de recursos humanos y la capacidad de herramientas informáticas (pág. 8).

Confirma Lam que la mala gestión del mantenimiento es un mal que no solo existe en Costa Rica, sino que es un mal que se puede considerar universal en la sociedad contemporánea, en la nueva sociedad de consumo masivo de tecnología.

Continúa mencionando (Lam , 2010) que en la época actual la empresa de la construcción se halla activa dentro de los negocios nacionales del Perú, y por esta razón, las empresas desarrollan sus estrategias para ser competitivos en el mercado

por medio del cumplimiento de sus estándares de producción, este ambiente de negocios sufre constantes mutaciones lo que obliga a las compañías por definir con claridad como evaluar los procesos de trabajo propias de cada cual , utilizando la medición de su desempeño con las herramientas que presta la gestión, con lo cual es posible explotar sus activos con eficiencia, eficacia y efectividad.

Es importante poder realizar el control de lo que se hace en las empresas o en los diferentes departamentos de cualquier compañía, y un departamento importante aunque muchas veces dejado de lado es el departamento de mantenimiento, continua mencionando Lam (2010) que:

La regla:” Si no se mide lo que se hace, no se puede controlar y si no se puede controlar, no se puede dirigir y si no se puede dirigir no se puede mejorar”, es la inspiración de este tema, debido a que muchos ingenieros que tienen a cargo las jefaturas de proyectos dominan “al revés y al derecho” sus términos técnicos propios de la naturaleza de la operación, pero muy poco intervienen como gestores del mantenimiento de sus equipos; por ello este estudio responde a la necesidad de conocer los criterios básicos respecto del mantenimiento de equipos y establecer una metodología que muestre indicadores de fácil comprensión para la toma de decisiones (pág. 11).

Sobre los principales problemas de la gestión del mantenimiento Lam (2010) indica que:

La poca coordinación entre los subsistemas de: planificación de producción, de la estrategia de mantenimiento, de la adquisición de repuestos, de la programación de servicios y del flujo de informaciones, genera el conflicto de metas. Por ello

como resultado de un mantenimiento optimizado, de una buena gestión de repuestos y alta calidad de productos se obtiene altas disponibilidades e índices de utilización, aumento de confiabilidad, bajo costo de producción, solo a través de trabajo en conjunto de OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (pág. 32).

Nos confirman que el trabajo de los diferentes equipos de una empresa se debe de dar en conjunto, pero de manera coordinada en la búsqueda del logro de las metas individuales y de las metas en común.

También (Lam, 2010), menciona sobre la evolución del mantenimiento se días a finales de los 50's , en esta época los fabricantes de los equipos empezaron a inquietarse por la necesidad de prestar algún mantenimiento a los equipos que vendían para alargar su vida útil, fue en ese momento, donde se definió el concepto del mantenimiento preventivo, más adelante en los 60's surgió el concepto de máxima eficiencia, buscando alcanzar la vida útil de las máquinas y herramientas y aprovechar la capacidad de diseño de estos equipos y herramientas.

Como ya se ha mencionado a través de esta investigación las empresas requieren de la gestión del mantenimiento para lograr alcanzar la vida útil de las máquinas y de las herramientas y ,a la vez, que éstas se hallen en condiciones operativas de diseño como de seguridad, por lo que la falta de gestión del mantenimiento trae consigo una gran cantidad de inconvenientes no solamente de producción, sino también, del riesgo para el personal de planta y de mantenimiento Lam (2010), también confirma este asunto al

mencionar que:

La poca coordinación entre los subsistemas de: planificación de producción, de la estrategia de mantenimiento, de la adquisición de repuestos, de la programación de servicios y del flujo de informaciones, genera el conflicto de metas. Por ello como resultado de un mantenimiento optimizado, de una buena gestión de repuestos y alta calidad de productos se obtiene altas disponibilidades e índices de utilización, aumento de confiabilidad, bajo costo de producción, solo a través de trabajo en conjunto de OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (pág. 32).

El mantenimiento no es cuestión del azar, aun muchos ingenieros de las ramas técnicas a pesar de contar con una serie de herramientas técnicas y científicas, no las aplican a la gestión del mantenimiento, ya que se hallan produciendo, no de la mejor manera pero produciendo y a veces la presión de sus jefaturas y del departamento de producción solamente se enfocan en producir, sin tomar en cuenta la manera, como se está obteniendo el producto.

Se debe de buscar el mejor método para la gestión del mantenimiento para cada empresa en particular de acuerdo con las necesidades particulares de éstas. Hallar el mejor método de un mantenimiento eficaz lleva a la confrontación a los peritos de este campo, al no existir una respuesta única y precisa, entonces un camino correcto a esta situación es un mantenimiento planificado a las necesidades de producción y a las necesidades propias de las máquinas y de las herramientas (Lam, 2010). Buscando de esta manera eliminar desperdicios, mantener un equipo seguro para la

producción y el personal y para el alcance de la vida útil de estos.

Es importante rescatar del trabajo, lo referente a la Gestión cíclica en la cual se menciona la importancia de definir la manera o la metodología de realizar esta gestión para obtener los resultados deseados Lam (2010), indica lo siguiente al respecto:

Este modelo debe ser lo suficientemente claro para poder ser identificado y medido durante las diferentes etapas del ciclo gestión que está formado por la función de planificación y control, de manera dinámica y continua.

A continuación, se describe qué comprende cada una de las etapas del método cíclico:

PLANEAR Y ORGANIZAR

- Establecer la misión y los objetivos del proyecto.
- Definir los procedimientos de trabajo.
- Determinar el tiempo de ejecución (Programa de Actividades).
- Programar las necesidades de recursos en el tiempo
- Delinear la organización del proyecto y el equipo de trabajo.
- Establecer el resultado económico del proyecto

DIRIGIR Y CONTROLAR

- Usar el programa de actividades para guiar las decisiones.
- Comparar avances y costos reales contra el programa actual.
- Actualizar el programa original con datos reales de campo.
- Comunicar los resultados del proyecto.
- Evaluar el rendimiento y la productividad.
- Pronosticar, analizar y recomendar acciones.

Es importante hacer mención que este proceso de gestión cíclica es similar a la estructura de la filosofía Deming, la cual es la filosofía utilizada en esta investigación para dar solución a la problemática de la deficiente gestión del mantenimiento de los equipos periféricos y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

En la figura N°2.1, de la siguiente página se muestra el proceso de gestión cíclico

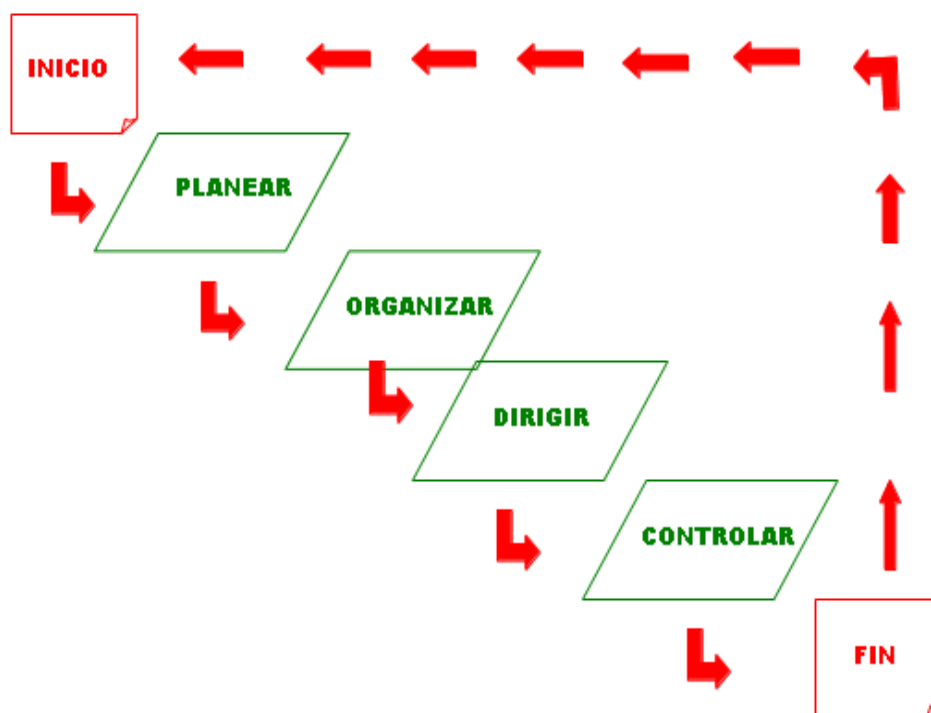


Figura N°2.1 Proceso de gestión cíclico.
Fuente Lam (2010)

Dentro de las principales conclusiones que da Lam (2010), se pueden mencionar:

Las empresas con un patrimonio compuesto principalmente por maquinaria están obligadas a procurar que el equipo tenga el mayor tiempo disponible para operar, garantizado a través de adecuados mantenimientos que disminuirán finalmente los costos. La gestión del mantenimiento se construye sobre todos los que intervienen, a través de la continua capacitación de su personal a cargo sobre las políticas y normas que concluyan en buenas prácticas para la empresa (pág. 29).

Es claro que la gestión del mantenimiento utilizada con eficiencia logra aumentar la vida útil de los equipos y herramientas que las organizaciones

logran en sus labores, mantener las máquinas en punto y a capacidad de la producción de diseño es un logro no solamente del departamento de Mantenimiento, sino que lo es para la organización en general.

La tecnología avanza en paralelo con los cambios culturales y estos avances tecnológicos traen consigo la necesidad de dar capacitación a los ingenieros y técnicos encargados de las labores de mantenimiento, esta capacitación trae equilibrio entre el conocimiento del personal de mantenimiento y las necesidades de sustentación de las máquinas y herramientas de las industrias de servicios y manufactura.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Introducción al capítulo III.

El desarrollo de una investigación científica es una cuestión de una complejidad considerable, para obtener logros con coherencia narrativa, de forma y de fondo, con una base científica, se requiere de una profundidad en la búsqueda de las estructuras lógicas de su desarrollo, este desarrollo de la cuestión no es un asunto somero, de laxa ejecución, los estudiantes y aún profesionales que realizan trabajos de investigación, se encuentran en la mayoría de los casos al desarrollar sus exploraciones con muchas dudas y sentimientos de frustración al realizar una indagación científica y especialmente al efectuar el desarrollo del capítulo metodológico. Gómez (2006). Menciona lo siguiente al respecto:

Investigar científicamente es una tarea que implica un aprendizaje que demandará disciplinar y sistematizar el pensamiento y las acciones a desarrollar, en un delicado equilibrio entre la aplicación de normas más o menos estrictas, determinadas por un método, y la originalidad y creatividad del aprendiz. Es decir, que investigar científicamente requerirá conocer los conceptos centrales del área del saber en que se investigue, y los procesos que la comunidad científica en general utiliza para generar nuevos conocimientos, considerados valederos (p.11).

Queda en evidencia que el desarrollo de una investigación seria, científica o el desarrollo del marco metodológico, no es una cuestión de poco pensar, no solo se requiere de una consecución de acciones lógicas y estructuradas, sobre todo se ocupa de un compromiso verdadero, serio; de una lógica estructurada de pensamiento científico, objetivo, Como diría el señor Jacques Sagot: se debe de

aplicar una calistenia pensamental, signo harto higiénico.

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se trata es de tipo exploratorio y descriptivo ya que analiza y describe una situación particular en el departamento de Mantenimiento, también es de tipo transversal ya que tiene su inicio en mayo y finaliza en agosto de 2017.

Es una investigación micro ya que esta investigación busca un fin pragmático, de un objeto de estudio que es la situación del sistema de gestión del mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

El uso de la investigación descriptiva fue elegida debido a que se hace necesario conocer la situación actual del departamento de Mantenimiento; esto por medio de observación directa, entrevistas, análisis de documentación, encuestas.

3.1.2 El enfoque de la investigación

La investigación que se presenta posee un enfoque cualitativo, esto porque se ha evaluado la situación actual de la gestión del mantenimiento; lo anterior se realiza a través de la aplicación y, análisis de los instrumentos utilizados para la vendimia de la información

- 1- La observación
- 2- Las entrevistas
- 3- El cuestionario

Por supuesto que menciona en el punto 3.1.1. También, esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se realizó el levantamiento y posterior análisis de los datos de temperaturas, cantidad de mantenimientos efectuados a los elementos de apoyo periféricos como: aires acondicionados, sistemas de iluminación, sistemas de audios, transformadores, paneles eléctricos y otros.

3.1.3 Modalidad de la investigación

Esta se enfoca en la modalidad de graduación de proyecto, ya que contempla la etapa del diagnóstico y ofrece una propuesta sobre la problemática planteada.

3.1.4 La población o universo de estudio

La población de este proyecto está constituida por el personal de mantenimiento, contratistas externos, como usuarios de los servicios de los elementos periféricos de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

3.1.5 La muestra

La investigación presta atención a toda la población del departamento de Mantenimiento interno, a todos los colaboradores de la clínica, también se contemplan las empresas de mantenimiento externas.

3.1.6 Las técnicas de recolección de información

La información bibliográfica utilizada en esta investigación se realizó por medio del análisis de documentos pertinentes, también se usaron las fichas de trabajo con el fin de hacer levantamientos de información y para la toma de notas.

3.1.7 Las fuentes de información

Para el desarrollo de la investigación realizada echó mano a la información, para crear el andamiaje teórico y metodológico; toda esta información permitió el acceso y la ampliación para obtener conocimiento del tema de estudio.

La gran diversidad existente para transmitir la información, permitieron el uso del empleo de las siguientes fuentes:

- Fuentes documentales:
 - Informes de labores.
 - Diagnósticos.
 - Manuales de procedimientos.
 - Instrumentos de control.
- Fuentes bibliográficas:
 - Libros.
 - Manuales.
 - Monografías.
 - Revistas impresas y electrónicas.
 - Diccionarios de la lengua especializados (técnicos)
 -
 - Leyes
- Fuentes electrónicas
- Internet: sitios webs relacionados con mantenimiento

industrial y administración.

- Revistas electrónicas
- Periódicos en línea.

Asimismo, según el tipo de información que aporten las fuentes, éstas se califican de la manera siguiente:

Fuentes primarias:

- Libros.
- Manuales.
- Monografías.
- Documentos de mantenimiento.
- Diccionarios especializados de la lengua (técnicos).

Fuentes secundarias:

- Boletines
- Catálogos
- Artículos de revistas
- Informes

Fuentes terciarias

- Bibliografías
- Catálogos de bibliotecas
- Listas de lectura
- Folletos
- Artículos sobre encuestas

El trato dado a la información hallada de las fuentes listadas arriba, fue un

trato de análisis crítico, objetivo, con el fin de obtener conocimiento y poder argumentar teóricamente sobre el trabajo que nos ocupa.

La bibliografía que fue consultada en su gran mayoría se halló en libros, libros electrónicos, tesis de la Universidad de Costa Rica, Tesis de la Universidad Hispanoamericana, también, de la Universidad Costa Rica, tesis de países extranjeros de habla hispana, también se echó mano de Internet.

3.1.8 Entrevistas

Se realizarán entrevistas de tipo estructurado, en las cuales se trata de disminuir en la medida de lo posible los sesgos. Todas las entrevistas estructuradas se les aplicaron a Ingenieros industriales, Ingenieros en electrónica, técnicos especializados y contratistas. Todos estos profesionales cuentan con un mínimo de cinco años de experiencia en la administración del mantenimiento, así como los técnicos cuentan con un periodo igual o mayor en labores de mantenimiento.

El formado de las entrevistas estructuradas, las cuales se hallan en los anexos para su revisión, se detalla a continuación:

Entrevista N°1.

Esta se halla compuesta por cinco preguntas, es de contenido estructurado, con la cual se busca tener un criterio de que representa el departamento de Mantenimiento para una organización.

Entrevista N°2.

Compuesta por cinco preguntas, su contenido es del tipo estructurado, y lo que se desea con ésta es crear un criterio técnico de qué es la administración

científica del mantenimiento.

Entrevista N°3.

Compuesta por 6 preguntas, es de tipo estructurado, con ésta se quiere generar un criterio técnico sobre cómo debe de estar estructurada la administración del mantenimiento.

Entrevista N°4.

Compuesta por 5 preguntas, su contenido es de tipo estructurado, y su fin es conocer herramientas para el control y la organización del trabajo.

3.1.9 Figuras de variables

Las siguientes figuras de la N°3.1 a la N°3.4, muestran la operacionalización e instrumentación utilizadas en las variables de estudio.

Objetivo	
1. Determinar el nivel técnico del sistema actual de la administración del mantenimiento.	
Variable	
Nivel técnico y científico	
Concepto de la variable	
El nivel técnico y científico en el marco de la investigación se refiere a toda la estructura y las herramientas científicas, técnicas y administrativas presentes en la administración actual del mantenimiento.	
Operacionalización	Instrumentación
Revisión de la documentación impresa existente.	Lectura y revisión de la documentación existente, revisar si dicha documentación cuenta con los conceptos de la administración científica.
Entrevistas estructuradas a los sujetos seleccionados.	Entrevista #02, #03, #04,

Ilustración 1. Figura N°3.1. Variable de estudio 01. Nivel técnico y científico

Fuente: Creado por el autor

Objetivo	
1. Determinar en qué grado técnico se encuentra el programa del mantenimiento preventivo del edificio y de las utilidades, para definir los cambios requeridos en dicho programa.	
Variable	
Condiciones del programa de mantenimiento preventivo.	
Concepto de la variable	
Se entiende por programa de mantenimiento preventivo a la planeación de tareas previas, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de activos, a fin de éstos se mantengan realizando las funciones para las que fueron creados.	
Operacionalización	Instrumentación
Revisión de la documentación impresa existente.	Lectura y revisión de la documentación existente en el departamento de mantenimiento
Entrevistas estructuradas a los sujetos seleccionados.	Entrevista #01, #03, #4

Figura N3.2. Variable de estudio 02 Condiciones del programa de mantenimiento preventivo

Fuente: Creado por el autor

Objetivo	
1. Determinar las herramientas técnicas del sistema de mantenimiento.	
Variable	
Herramientas técnicas de mantenimiento	
Concepto de la variable	
<p>Las herramientas técnicas para el contexto de nuestro trabajo son todos los procedimientos o manuales establecidos por la empresa que determinan cómo ejecutar las tareas propias del mantenimiento</p>	
Operacionalización	Instrumentación
Revisión de la documentación impresa existente.	Lectura y revisión de la documentación existente en el departamento de mantenimiento
Entrevistas estructuradas a los sujetos seleccionados	Entrevista #02, #03, #4

Figura N3.3. Variable de estudio 03. Herramientas técnicas de mantenimiento.

Fuente: Creado por el autor

Objetivo	
1. Determinar si las órdenes de trabajos actuales cumplen con los requerimientos del mantenimiento del edificio y de las utilidades de la empresa.	
Variable	
Órdenes de trabajo.	
Concepto de la variable	
Se entiende por orden de trabajo al documento en el cual se especifican las labores POR ser ejecutadas, por quien son ejecutadas, el tiempo en el que se realizan, la aceptación o visto bueno del encargado y cualquier otra anotación requerida.	
Operacionalización	Instrumentación
Revisión de la documentación impresa existente.	Lectura y revisión de la documentación existente en el departamento de mantenimiento
Entrevistas estructuradas a los sujetos seleccionados.	Entrevista #04, #03, #04

Figura N3.3. Variable de estudio 03. Orden de trabajo.

Fuente: Creado por el auto

3.2 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.

3.2.1. Metodología utilizada en la investigación para la propuesta de mejora

La presente investigación es de tipo cualitativo y, a la vez, cuantitativo. Para realizar la metodología de la propuesta de mejora de la investigación, se ejecutaron los pasos siguientes:

- 1- Planteamiento del problema.
- 2- Revisión de literatura y construcción del marco teórico.
- 3- Desarrollo de la propuesta metodológica.
- 4- Estudio de caso.
- 5- Discusión y análisis de resultados.

3.2.2 Planteamiento del problema

Para dar arranque se definió el problema del mantenimiento, junto con el objetivo general y los objetivos específicos., también, se desarrolló la pregunta de la investigación; todo lo anterior con el fin de implementar un plan de gestión de mantenimiento para la Clínica de Radioterapia Irazú.

3.2.3 Revisión de la literatura y construcción del marco teórico.

Para poder construir el marco teórico, se requirió de un análisis concienzudo de la literatura pertinente a la investigación que nos ocupa, la cual hace referencia a los tipos de mantenimiento industrial y a la gestión de este mantenimiento, en este análisis se contemplan los métodos y herramientas que se utilizan para mejoras las funciones del mantenimiento industrial.

En todo momento se trató de buscar que los textos fueran del año 2012, pero lograr este fin no fue posible con todo el material, igualmente se trató que los temas del mantenimiento no se enmarcaran solamente a la industria de manufactura o de servicios, se buscó enriquecer el conocimiento por medio de otras lecturas referentes al tema de mantenimiento como de aeronáutica.

3.2.4 Metodología utilizada

La metodología utilizada es la filosofía Deming o PDCA, ésta se eligió por su sencillez, lo que no implica que sea una metodología deficiente, sino que por ser practica y por ajustarse más al proyecto de investigación desarrollado. Por medio de esta filosofía se puede buscar la mejora continua, permitiendo la renovación y el desarrollo de las nuevas necesidades que se presenten. Según Campos y Díaz., sf, indican los siguientes aspectos del ciclo Deming: El control se define como todas las actividades necesarias para alcanzar eficiente y económicamente todos los objetivos a largo plazo. La metodología PHVA, consiste en la aplicación de un proceso estructurado en 4 fases:

- Planear: Es establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- Hacer: Es la fase donde se realiza todo lo que se ha planeado, donde se implementa la mejora.
- Verificar: Realizar el seguimiento y medir los procesos y los productos contra las políticas, los objetivos y los requisitos del producto. Es la fase donde se analiza si se han obtenido los resultados deseados y analizar qué queda aún por mejorar.
- Actuar: Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de

los procesos.

3.2.5 Análisis FODA

Este análisis es muy escuchado en los pasillos de las escuelas de ingeniería industrial, así como en los departamentos de ingeniería industrial de las empresas, esto se debe a que es una herramienta “simple”, pero realmente eficaz si se utiliza correctamente y si se aplican las sugerencias halladas de este análisis. Arias (2007), lo presenta de la siguiente manera:

El análisis FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados. El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (en inglés SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats). De entre estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio, las oportunidades y las amenazas son externas, por lo que, en general, resulta muy difícil poder modificarlas.

- Fortalezas: son las capacidades especiales con que cuenta la empresa, y por los que cuenta con una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.
- Oportunidades: son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en donde actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.

- Debilidades: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia. Recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.
- Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización.

3.2.6 Diagrama causa – efecto, Diagrama de Ishikawa o Espina De Pescado

Este particular diseño basa su construcción en la forma del esqueleto de un pescado, su utilidad se basa en identificar las potenciales causas de un problema. Unda (2009) indica lo siguiente:

Esta herramienta se utiliza para identificar las causas potenciales de un problema específico del proceso. Se deben incluir las causas y la pregunta sobre el porqué de ellas. Estas causas se representan de más general a más particular en las “espinas del pescado” de manera de organizar y mostrar gráficamente todas las causas del problema en particular, hasta encontrar la causa raíz del problema que es la que se debe solucionar.

Existen tres métodos para la construcción de un diagrama de Ishikawa, estos son: 6M, flujo de procesos y estratificación.

Método de 6M.

Es el método de construcción más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales; método de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.

Método del Flujo de Procesos

El diagrama de Ishikawa sigue la secuencia normal del proceso productivo. Los factores que pueden afectar la calidad se agregan en el orden de los procesos.

Método de Estratificación

Este método va directamente a las causas potenciales de un problema y se realiza a través de una lluvia de ideas; es importante preguntarse al menos cinco veces el porqué del problema. Con esto se obtiene menos posibilidades y son más reducidos los resultados.

Las ventajas de esta herramienta de calidad es que, obliga a considerar una gran cantidad de elementos asociados con el problema, y se concentra en el proceso y no en el producto. Por otro lado, las desventajas se orientan a que en una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales, y el método no es muy ilustrativo para quienes desconocen el proceso.

3.2.7 El árbol del problema o Diagrama del Árbol.

El método que se presenta es una opción entre un ramillete de alternativas, mostrando una gran sencillez, por lo que se presenta como el más adecuado para iniciar el proceso de análisis, para la identificación de un proyecto de inversión, de esta manera se inicia a organizar el análisis a partir de una “lluvia de ideas” en torno a una “situación problema” y poder construir un árbol de ideas (Ortegón, Pacheco, Roura, 2005).

Se presenta una herramienta útil y versátil, pero ella por sí misma no produce resultados, se requiere una utilización flexible, eficiente, efectiva, que se ejecute

con criterio de conocimiento del tema propuesto y con conocimiento teórico y fáctico.

También, Castro (2009). Indica: con el fin de diseñar un proyecto para entender una situación que obstaculiza el desarrollo, es conveniente realizar el análisis de problemas, cuyo propósito es identificar las principales dificultades de dicha situación y establecer las relaciones de causalidad entre ellas, para darles atención en el diseño del proyecto (p.9).

Queda evidenciado que el Árbol del Problema es una herramienta utilizada en la ingeniería industrial para la elaboración de proyectos, ya que con ésta se puede identificar problemas y lo más importante establecer las causas y sus efectos, logrando de esta manera dar fronteras al problema central que incide en alguna organización o departamento, y con base en esa identificación lograr definir las pautas por seguir para la solución del problema.

3.2.8 Las 5s.

Es una herramienta nacida en Japón, esta filosofía debe tender a ser parte de nuestra cultura de vida y de trabajo, el orden y la limpieza traen entre muchos beneficios: un ambiente más seguro y agradable de trabajo, minimiza las pérdidas de tiempo, al tener las herramientas y refacciones en un lugar determinado, seguro y accesible. Guerrero y Rodríguez (2009) indica sobre este tema lo siguiente:

En cuanto a las famosas “Cinco S”, éstas tienen por objetivo implantar, tanto el orden, como la limpieza y la disciplina en el lugar de trabajo (gemba) de manera tal de hacer factible la gerencia visual, y contribuyendo, tanto a la eliminación de

desperdicios, como al mejoramiento en las labores de mantenimiento de equipos y a la disminución en los niveles de accidentes. Otra contribución muy importante es la de ampliar los espacios físicos.

El concepto de las 5'S no debería resultar nada nuevo para ninguna empresa, pero desafortunadamente sí lo es. El movimiento de las 5'S es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la orientación de Deming hace más de cuarenta años y que está incluida dentro de lo que se conoce como mejoramiento continuo o gemba kaizen .

Se define a las 5S como un estado ideal en el que:

- Los materiales y útiles innecesarios se han eliminado.
- todo se encuentra ordenado e identificado.
- Se han eliminado las fuentes de suciedad.
- Existe un control visual mediante el cual saltan a la vista las desviaciones o fallos.
- Todo lo anterior se mantiene y mejora continuamente

3.2.9 Cuadro de Mando Integral (Balance Score Card)

Esta filosofía está concebida para una ejecución simple, es decir, no se requiere en principio de una labor complicada, ni de grandes recursos de tiempo y económicos, más bien requiere de aplicar importantes dosis de sentido común, de conocer el porqué de su implementación y desarrollo, por lo que es importante que los encargados de su implementación y desarrollo conozcan el fin que busca la organización en su implantación. Jiménez (2013) indica:

Una importante característica de un CMI es el conducir a la solución de

problemas mediante acciones rápidas, pues los indicadores, por su carácter cuantitativo, generados durante la ejecución de los procesos, son más tempranos que los resultados contables y financieros, lo que permite llevar el pulso en tiempo real en cuanto a los resultados alcanzados, ya sean estos deseables o desfavorables (p.39).

También menciona Jiménez (2013, p. 40), que:

Un CMI considera cuatro perspectivas de la empresa, cada una respondiendo a una determinada pregunta:

- La Perspectiva Financiera: ¿Cómo nos vemos a los ojos de los accionistas?
- La Perspectiva de los Clientes: ¿Cómo nos ven nuestros clientes?
- La Perspectiva de los Procesos Internos: ¿En qué debemos sobresalir?
- La Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento: ¿Podemos continuar mejorando y creando valor?

En síntesis se puede decir que el CMI es una herramienta que permite por medio de una estrategia, convertir estas acciones operativas concretas, en función de las perspectivas mencionadas en las cuatro preguntas anteriores.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.3.1 Etapas del modelo de gestión de mantenimiento propuesto

3.3.2 Primera etapa

- Analizar la situación actual del departamento de Mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.
- Definir los objetivos del departamento de Mantenimiento
- Desarrollar las Estrategias y responsabilidades del Departamento de mantenimiento

Se requiere primeramente realizar una evaluación de la situación actual de la gestión del mantenimiento en dicho departamento, la evaluación en cuestión se deberá de ejecutar considerando los aspectos relevantes relacionados con el mantenimiento industrial, tales como:

- La programación del mantenimiento
- La planificación del mantenimiento
- La ejecución de las tareas de mantenimiento

Se hace indiscutible que para el logro eficaz del desarrollo de la gestión del Mantenimiento en cualquier tipo de empresa, ya sean éstas de manufactura o de servicios se requiere definir los objetivos que se busca lograr, por lo que se debe de generar una estrategia para la consecución de dichos objetivos; y por supuesto, se debe de determinar las responsabilidades de los actores: ingenieros, técnicos, contratistas, sin olvidar generar los indicadores KPIs.

3.3.3 Segunda etapa

Jerarquización de equipos

Según su criticidad, esta técnica es un método el cual permite al departamento de Mantenimiento definir la jerarquía o los equipos y herramientas, que tienen una estrecha relación con los procesos productivos. Arata (2009). Indica que: " el responsable de la unidad productiva, con el apoyo de mantenimiento, define y localiza los equipos que afectan, mayormente, la productividad de los medios de trabajo y/o la calidad del producto o servicio, a través de la selección de la máquina crítica" (p.227).

Es importante por lo tanto la buena y eficiente comunicación entre los departamentos de Producción y Mantenimiento en la búsqueda de grupo del bien común de todos los actores de las empresas.

3.3.4 Tercera Etapa

Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto.

Luego de realizar la jerarquización de los equipos (críticos, semi críticos y no críticos), se procede a realizar una inspección visual con criterio técnico, a los equipos considerados críticos, los semi críticos se les hará una revisión más laxa y a los no críticos su revisión puede ser muy simplificada. Arata (2009). Menciona sobre este tema lo siguiente:

Si somos capaces de encontrar, y eliminar si es posible, las causas de estos fallos repetitivos, crónicos, cuya frecuencia de aparición pueda incluso ser excesiva. Si somos capaces de encontrar, y eliminar las causas de estos podremos ofrecer un alto retorno inicial a la inversión en nuestro programa de

gestión de mantenimiento p.7.

Es evidente que esta observación de carácter técnico requiere ser ejecutada por personal con el conocimiento técnico necesario para obtener un criterio lo más objetivo posible y con el requerido nivel de pragmatismo.

3.3.5 Diseño de los planes de mantenimiento

Una pregunta que se debe responder al iniciar este párrafo es ¿Qué es un plan de mantenimiento?:

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales es mucho más económico aplicar una política puramente correctiva (en inglés se denomina run to failure, o 'utilizar hasta que falle. Tomado de:

<http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>.

Se establece, según el autor que el mantenimiento es un grupo de tareas ejecutadas con el fin de mantener equipos operativos y, que muchos de los equipos de una empresa por razón de costos no entran en los programas de mantenimiento preventivo, estos serían los equipos no críticos

3.4 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.

Esta sección del capítulo se refiere a la parte metodológica que respalda la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados del proyecto, además se espera que aplique para garantizar la sostenibilidad de la propuesta.

En esta sección del documento, las siguientes preguntas deben de ser abordadas apropiadamente.

3.4.1 Objetivo del plan de mejora

Según Aneca (2017). Lo define el objetivo de mejora como: “El objetivo principal del plan es desarrollar un conjunto de acciones para el seguimiento y control de las áreas de mejora detectadas durante el proceso de evaluación, en procura de lograr el mejoramiento continuo de la organización” (p.6).

Este conjunto de acciones se halla compuesto por una serie de componentes las cuales se listan a continuación:

Actividades: Acciones que se llevan a cabo para resolver la debilidad o área de mejora identificada.

Objetivo: Define claramente el resultado que se persigue con la acción de mejora que se ejecuta.

Metas: Desde la perspectiva conceptual, es un conjunto de acciones o actividades orientadas a concretar un objetivo determinado.

Capacidad de Ejecución: lo determina el grado de orientación de la institución hacia la ejecución y se refiere a los recursos materiales, financieros, humanos, tecnológicos, otros

Productos: Se refiere a los indicadores de resultados programados para alcanzar como consecuencia de la mejora.

Fecha Inicio/Fin: Cada actividad o acción de mejora colocada en el plan debe quedar enmarcada dentro de una fecha de inicio de su ejecución y la fecha en que debe terminar.

Responsables: A cada actividad o acción de mejora se le debe asignar un responsable de su ejecución y logro.

Medios de Verificación: Se refiere a los medios para verificar el cumplimiento de las actividades o indicadores, tales como: documentos, sistemas, otros.

3.4.2 Seguimiento del plan de mejora

Para dar un seguimiento adecuado al plan de mejora se requiere de realizar revisiones periódicas de los avances logrados en el desarrollo de la propuesta de mejora, esto con base en los indicadores y resultados obtenidos; sin dejar de lado por supuesto a las dificultades que se hayan encontrado en la consecución de dichos resultados. Aneca (2017). Menciona lo siguiente al respecto:

El plan de mejoras integra la decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de la organización, para que sean traducidos en un mejor servicio percibido. Dicho plan, además de servir de base para la detección de mejoras, debe permitir el control y seguimiento de las diferentes acciones por desarrollar, así como la incorporación de acciones correctoras ante posibles contingencias no previstas (p.4).

Es pertinente la mejora propuesta cumpla con su correcta verificación, para implementar las mejoras a las desviaciones que se detecten. Logrando de esta forma una mejora continua.

Para el seguimiento del plan de mejoras, se recomienda elaborar un cronograma para darle el debido seguimiento e implementación de las acciones de mejora. En éste, se dispondrán de manera ordenada las prioridades con los tiempos estimados para el desarrollo de las mismas (Aneca, 2017, p.10).

Por otra parte, para el seguimiento de las actividades del seguimiento de las mejoras se puede realizar una ficha, la cual se podrá verificar quincenalmente. Esta ficha deberá de ser completada con otra en la que se muestran los pasos necesarios para la consecuencia de cada actividad (Díaz, 2007, p.105).

3.4.3 Las listas de chequeo.

La planeación, la organización y la ejecución de la propuesta de mejora, requieren ser complementada por la función del control, por lo que se necesita de las herramientas adecuadas para ejecutar el control de manera eficiente.

Cardona, y Restrepo (). Define la lista de chequeo como:

La lista de chequeo, como herramienta metodológica está compuesta por una serie de ítems, factores, propiedades, aspectos, componentes, criterios, dimensiones o comportamientos, necesarios de tomarse en cuenta, para realizar una tarea, controlar y evaluar detalladamente el desarrollo de un proyecto, evento, producto o actividad. Dichos componentes se organizan de manera

coherente para permitir que se evalúe de manera efectiva, la presencia o ausencia de los elementos individuales enumerados o por porcentaje de cumplimiento u ocurrencia. (Oliva, 2009).

Falzatev, (2012) plantea que los pasos por seguir para construir una lista de chequeo, son:

1. Hacer la lista de actividades o tareas por verificar.
2. Denominar los atributos (lo cualitativo) y variables (lo cuantitativo) a verificar de cada actividad.
3. Determinar, del paso anterior, la importancia o impacto de cada atributo y variable en el resultado final.
4. Definir la frecuencia de verificación: Mensual, quincenal, semanal o diaria.
5. Tener claridad sobre quién realizará la verificación. Si es un proceso largo, se deben distribuir las responsabilidades de verificación entre las personas que participan, de tal manera que cada una de ellas se enfoque en unos pocos atributos o variables por controlar.
6. Diseñar el formato de verificación. Dependiendo del volumen de información recopilada se pueden requerir formatos individuales para cada frecuencia de verificación.

La lista debe tener un encabezado con:

Nombre de la empresa.

Proyecto, trabajo, actividad por controlar, evaluar o verificar.

Fecha.

Responsable

Contenido: Definir los ítems por evaluar, de fácil aplicación.

3.4.4 Indicadores de gestión del mantenimiento

Anónimo (2017) indica que se deben seleccionar la cantidad mínima de indicadores que permitan medir la gestión del mantenimiento, facultando detectar oportunidades de mejora, estos se agruparán en cuatro grandes áreas de la gestión:

1. Efectividad
2. Rendimiento
3. Costes
4. Seguridad

Los indicadores que se seleccionen pueden ser utilizados para equipos y sistemas. Para usarlos en sistemas, la fórmula de cálculo debe ser desarrollada por los equipos naturales de trabajo, aplicando un software de simulación una vez que el grupo natural de trabajo defina el sistema.

En la medida de lo posible los nuevos indicadores deberían utilizar la data primaria histórica almacenada en los sistemas de información existentes, de modo que a partir de dicha data se pudiese calcular los nuevos indicadores estandarizados.

También indica Anónimo (2017) que para poder determinar la situación de la función de mantenimiento, se selecciona un número determinado de indicadores en cuatro áreas de la gestión, todos ellos en conjunto pueden indicar cuál es la

situación de la gestión de mantenimiento, y a su vez, dar a conocer cómo es su desenvolvimiento en el tiempo conocer (p.8)

Las cuatro áreas seleccionadas:

- Efectividad
- Rendimiento
- Coste
- Seguridad.

A continuación, se detalla cada una de esas áreas y los indicadores seleccionados para cada una de ellas.

Efectividad:

Los indicadores asociados a esta área permiten ver el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, además mide la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento.

- Los indicadores asociados a esta área son:
- Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)
- Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)
- Disponibilidad (D) (*) Utilización (U)
- Confiabilidad (C)
- Rendimiento:

Esta área está relacionada con la gestión del Recurso Humano asociada al mantenimiento, estos son:

- Índice de ausentismo
- Índice de sobre tiempo

- Índice de fuerza hombre contratada
- Cumplimiento plan de adiestramiento
- Índice de personal adiestrado

Costes:

Esta área mide los gastos asociados a la gestión de mantenimiento, cómo son distribuidos estos y si están orientados por mejorar la eficiencia de la empresa.

- Coste de mantenimiento por unidad de producción
- Costo de mantenimiento por hora hombre
- Relación de costo mantenimiento vs producción
- Índice Costo de Mantenimiento Preventivo
- Índice Costo de Mantenimiento

Correctivo Seguridad:

Estos indicadores determinan los aspectos de trabajo seguro en la función de mantenimiento.

- Índice de Frecuencia Bruta
- Índice de Frecuencia Neta
- Índice de Severidad

3.4.5 Responsable de implementar y controlar las etapas de la mejora propuesta

El responsable de controlar e implementar las mejoras de la gestión de mantenimiento en la Clínica de Radioterapia Siglo 21, es el señor Luis Chacón; encargado del departamento de Mantenimiento de dicha clínica.

CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

En este capítulo IV, se realiza un análisis de las principales carencias en la gestión del mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, para realizar, posteriormente, propuestas para su solución.

Se considera oportuno mostrar al inicio de este Capítulo IV, un plano general de la distribución de las principales áreas de la planta de la clínica, este se muestra en la siguiente figura N°1.1., también, se presenta un diagrama en el cual se muestra el proceso de trabajo que se está mejorando, éste se presenta en la figura N°1.2.

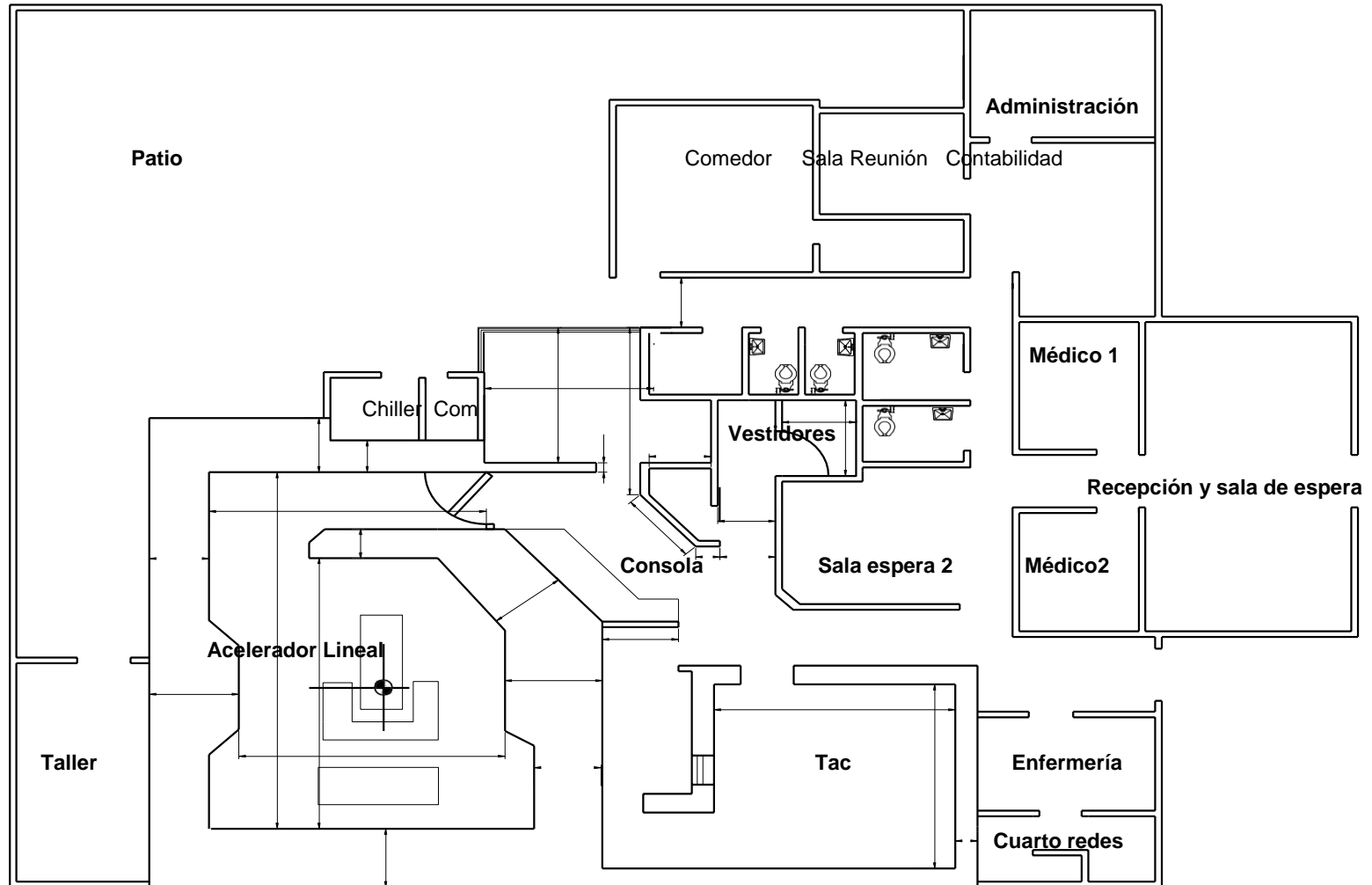


Figura N°4.1. Vista general de la planta (ambiente interno) y principales áreas de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.
Fuente: Adaptado por el autor de plano de Auto Cad, de la planta de la Clínica.

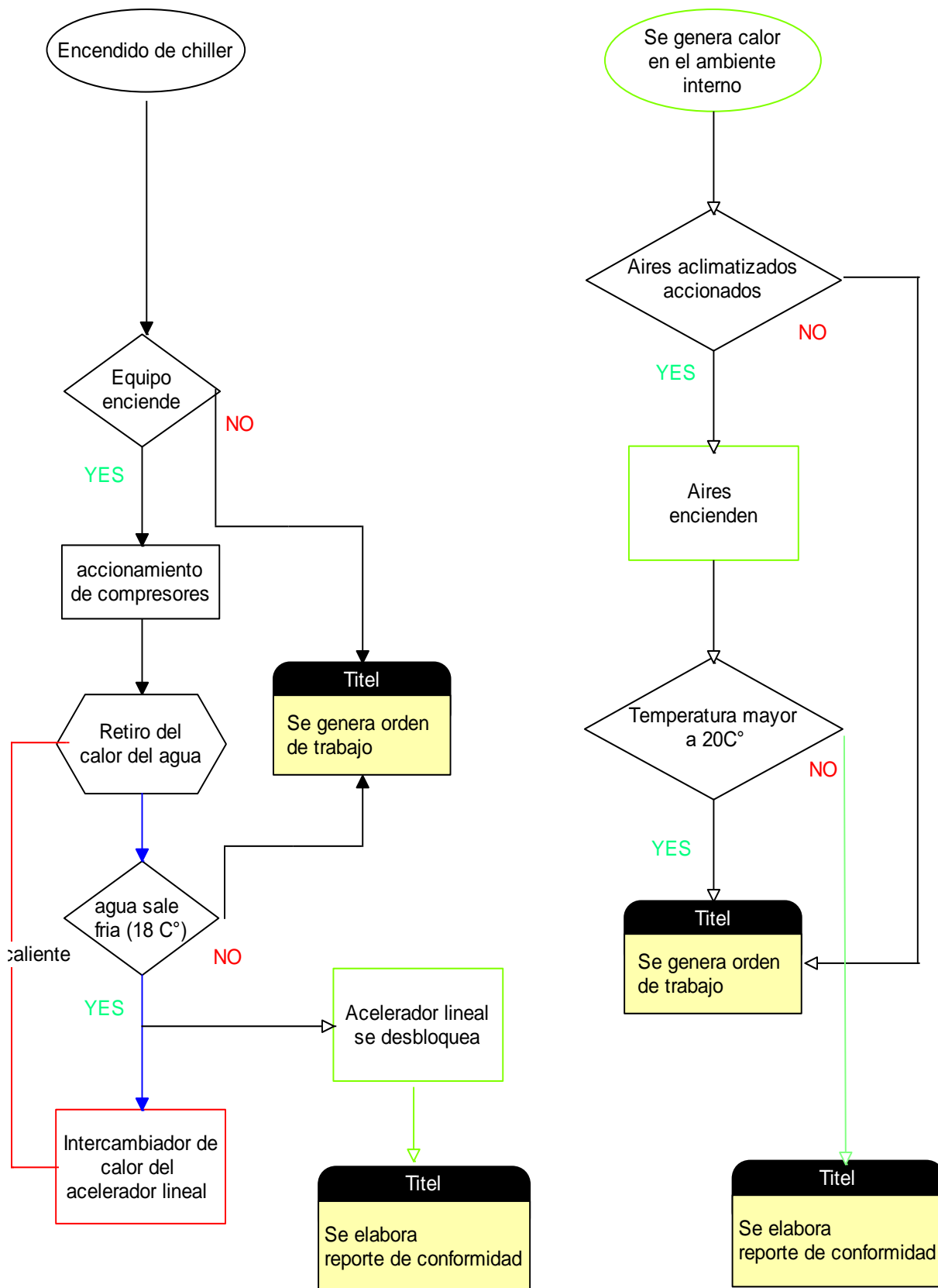


Figura N°4.1.2. Diagrama del proceso que se desea mejorar por medio de un plan de gestión del mantenimiento.
 Fuente: Elaborado por el autor.

Es importante subrayar las principales causas observadas, éstas son mencionadas a continuación:

- La falta de una debida supervisión de la Jefatura del departamento de mantenimiento, en la vigilancia de las labores de mantenimiento de los equipos periféricos y, el pensar erróneo de que si los equipos no fallan no existen problemas, pero la falta de un programan de mantenimiento dará por cierto el deterioro prematuro de los equipos, así como la pérdida de confiabilidad de los equipos.
-
- La ausencia de la o las herramientas requeridas para establecer los correspondientes registros de los mantenimientos que son realizados, por el propio personal de la Clínica, como por los contratistas externos.
-
- No se cuenta con un canal de comunicación con los diferentes departamentos de la Clínica, para informar sobre trabajos de mantenimiento, estas labores se ejecutan cuando la disponibilidad de los equipos o la necesidad de una reparación urgente lo indique.
-
- El encargado de mantenimiento, señor Luis Chacón es el encargado de realizar instalaciones electromecánicas menores, así como de contratar a terceros para las obras civiles.
-
- En lo que respecta de los repuestos e insumos para el mantenimiento de los equipos periféricos no se cuenta con controles de entrada o salida de

refacciones, tampoco se cuenta con un inventario de estos.

-
- La mayor cantidad de intervenciones en los equipos periféricos son de carácter correctivo, es decir, se atienden hasta que presentan una avería.

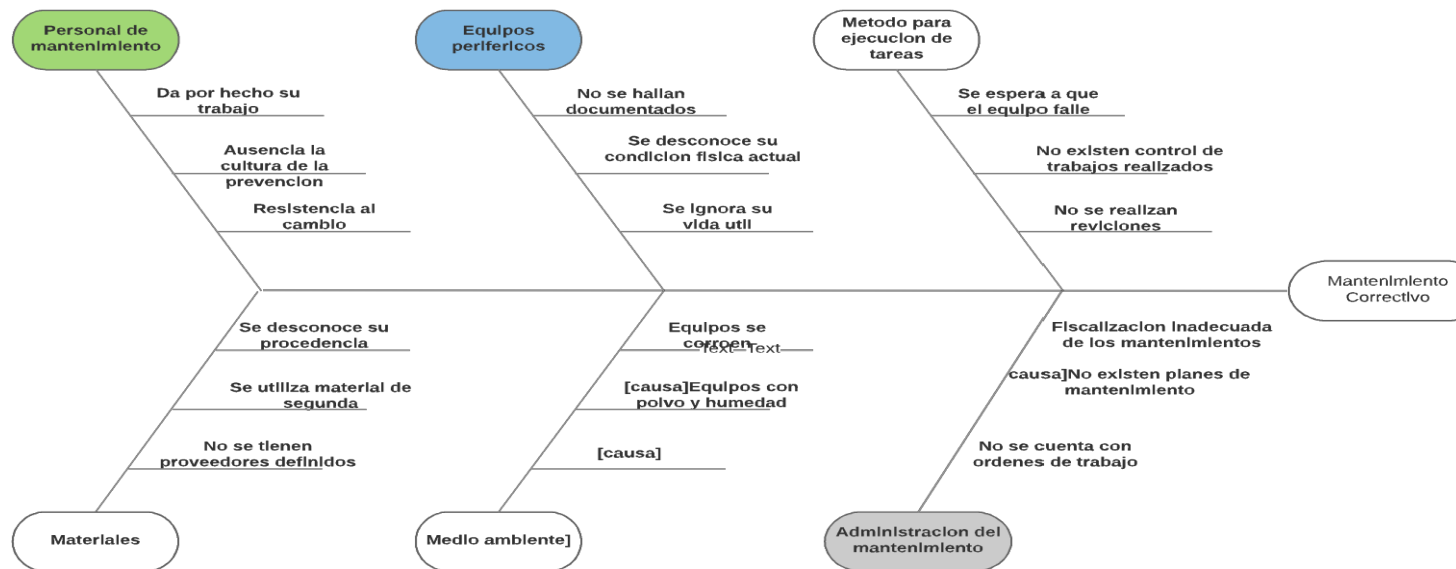
4.1.1 INSTRUMENTO PARA UN DIAGNÓSTICO.

Con la participación del encargado de mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, señor Luis Chacón, se hace posible elaborar la herramienta ingenieril conocida como “Diagrama de Ishikawa”, éste se elaboró con el fin de conocer las razones de mayor peso por las que se practica en mayor medida un mantenimiento correctivo en la Clínica.

Esta situación actual del mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, en el diagrama de Ishikawa, se indica como la dependencia al mantenimiento correctivo”. Torres (2010), menciona lo siguiente referente al tema:

La importancia de la aplicación de la herramienta (Ishikawa) como tal, radica en el momento cuando se muestran las causas reales por el cual se sigue, dependiendo de dicho mantenimiento, esta herramienta muestra la función por la cual se encamina la propuesta del plan de acción, en cuanto a lo que a mantenimiento preventivo se refiere; la idea inicial es facilitar la comprensión del lector, identificando las intenciones del investigador en cuanto a la aplicación de la herramienta (p.69).

Esta herramienta permite conocer por qué se da una constante del mantenimiento correctivo en los equipos y facilidades de la Clínica.



Análisis con un diagrama (Ishikawa) sobre la gestión del departamento de mantenimiento de la clínica de Radioterapia Siglo 21.

Fuente: Creado por el autor.

Se observa en el diagrama de Ishikawa, cómo las omisiones y, las acciones o falta de éstas, traen como consecuencia un mantenimiento que solamente se realiza por medio de las acciones correctivas dejando de lado por completo la gestión del mantenimiento de los equipos periféricos y de las facilidades de la Clínica.

En el diagrama de Ishikawa se puede mirar en su “punta” el efecto y en las “espinas” las probables causas, estas causas pueden ser ponderadas para conocer el grado de importancia de cada “espina”. Hansen y Ghare (2010), indican lo siguiente:

El diagrama de causa-efecto es una forma de mostrar las relaciones entre un problema y sus posibles causas. Hacer una lista con todas las causas posibles y hacerla de forma sistemática hace que el análisis resulte más sencillo. El diagrama causa-efecto (C y E) representa esa lista de carácter sistemático. Es posible que haya usted visto diagramas C y E, también llamados “diagramas-espinas” ya que su forma recuerda las espinas de un pescado (p.399).

Se buscaron a cinco expertos, el criterio de por qué solo fueron cinco y, no más o menos, se basó en los criterios de diferentes autores. Macías (2007), menciona:” A diferencia de Gregory (2001) considero que el mínimo de expertos a participar es de cinco, mientras el máximo sería de diez” (p.12)

Por otra parte, en las (NTP-2,1994) se indica que: “El número de expertos necesario para conseguir el juicio que se busca no es fijo, oscila desde tres o cuatro expertos hasta seis. Sin embargo, Villemeur menciona que en algunas ocasiones pueden utilizarse más de ocho expertos, según la precisión que se desee “.

De los criterios de los autores anteriores y, de otros, hacen mención, sobre que cinco es un número que da un grado de confiabilidad aceptable. El autor de la investigación presente, valiéndose de los criterios anteriores definió una cantidad

de cinco expertos.

Para ponderar por medio de un diagrama de Pareto a las principales causas que se miran en el diagrama de Ishikawa se procedió de la siguiente manera:

Se buscaron cinco expertos que laboren en mantenimiento, los criterios de identificación y selección fueron:

- Graduados en una carrera pertinente al área de mantenimiento.
- Experiencia mínima de cinco años de trabajo en mantenimiento

Se elaboró una plantilla para que los expertos dieran su opinión de cómo afecta cada ítem de las espinas del diagrama de Ishikawa, en el resultado final del diagrama de espina de pescado, siendo 10 el criterio de mayor peso y el 1 el de menor peso.

Un cuestionario similar al de las siguientes figuras, se les entregó a cada experto, para que emitieran sus criterios técnicos: de cómo influye cada causa que compone a las espinas en que resulte mayormente un mantenimiento del tipo correctivo.

Personal de mantenimiento.

Causas	Celdas para marcar según su criterio técnico									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Da por hecho su trabajo										
Resistencia al cambio										
Ausencia de una cultura de prevención										

Figura N° 4.1. Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos.

Fuente: Creado por el autor.

Equipos periféricos.

Causas	Celdas para marcar según su criterio técnico									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equipos corroídos.										
Equipos con humedad y polvo.										
Empaques dañados.										

Figura N° 4.2. Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos

Fuente: Creado por el autor.

Materiales.

Causas	Celdas para marcar según su criterio técnico									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Se utilizan materiales de segunda										
Se desconoce la procedencia de materiales y refacciones.										
No se tiene una lista definida de proveedores.										

Figura 4.3. Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos, Materiales

Fuente: Creado por el autor.

Método de ejecución de tareas.

Causas	Celdas para marcar según su criterio técnico									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Se espera a que los equipos fallen.										
No se realizan revisiones de los equipos o instalaciones.										
No existen controles de los trabajos realizados										

Figura N°4.4 Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos Método de ejecución de tareas

Fuente: Creado por el autor.

Equipos.

Causas	Celdas para marcar según su criterio técnico									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No se hallan documentados										
Se desconoce su estado										
Se desconoce su vida útil										

Figura N°4.5. Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos. Equipos

Fuente: Creado por el autor.

Administración del mantenimiento.

Causas	Celdas para marcar según su criterio técnico									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fiscalización inadecuada de los mantenimientos										
No existen planes de mantenimiento										
No se ejecutan ordenes de trabajo										

Figura 0-1. Figura N° 4.6. Cuestionario de ejemplo entregado a los expertos. Administración del mantenimiento

Fuente: Creado por el autor.

El criterio de los cinco expertos en mantenimiento, es usado para determinar cuáles de las causas principales del diagrama de C y E son las que aportan mayor peso de causa al evento señalado: mantenimiento correctivo.

A estos expertos se les informó de que se requiere ponderar los factores de cada espina, que componen el diagrama de Ishikawa, con el cual se halló que el mantenimiento de la clínica termina en un mantenimiento de tipo correctivo, estos factores se muestran a continuación:

Personal de mantenimiento:

- Da por hecho su trabajo.
- Resistencia al cambio.
- Ausencia de una cultura a la prevención.

Medio ambiente:

- Equipos corroídos.
- Equipos con humedad y polvo.
- Empaques dañados.

Materiales:

- Se utilizan materiales de segunda.
- Se desconoce la procedencia de materiales y refacciones.
- No se tiene una lista definida de proveedores.

Método de ejecución de tareas:

- Se espera a que los equipos fallen.
- No se realizan revisiones de los equipos o instalaciones.
- No existen controles de los trabajos realizados.

Equipos:

- No se hallan documentados.
- Se desconoce su estado.
- Se desconoce su vida útil.

Administración del mantenimiento:

- Fiscalización inadecuada de los mantenimientos.
- No existen planes de mantenimiento.
- No se ejecutan órdenes de trabajo.

En la figura, N°4.7, de la siguiente página se muestran los nombres, grados académicos y, la experiencia de los expertos que participaron.

Los cinco expertos seleccionados, y listados a continuación, cuentan con un vasto saber en mantenimiento.

	Experiencia En años
a- Ing. Eléctrico. David Jiménez	8
b- Ing. Industrial. Ronald Chacón	20
c- Ing. Eléctrico. Dany Gutiérrez	7
d- Ing. Industrial. Mauricio campos	15
e- Técnico Electromecánico Fráncico León	28

Figura N° 4.7. Lista de expertos y experiencia de cada uno en años

Fuente: Creado por el autor

Con la información recabada de los cinco peritos se generó la tabla siguiente:

Causas principales	Ponderación de las causas				
	a	b	c	d	e
Administración del mantenimiento	29	25	25	26	26
Equipos periféricos	19	18	17	18	21
Medio ambiente	5	7	8	5	6
Personal	22	24	21	21	23
Materiales	14	13	13	15	11
Métodos	9	8	9	8	7

Figura N° 4.8 Datos obtenidos de los expertos

Fuente: Creado por el autor

Con los resultados parciales de la tabla anterior, de La Figura N°4.8, se obtuvo el total del peso de cada causa.

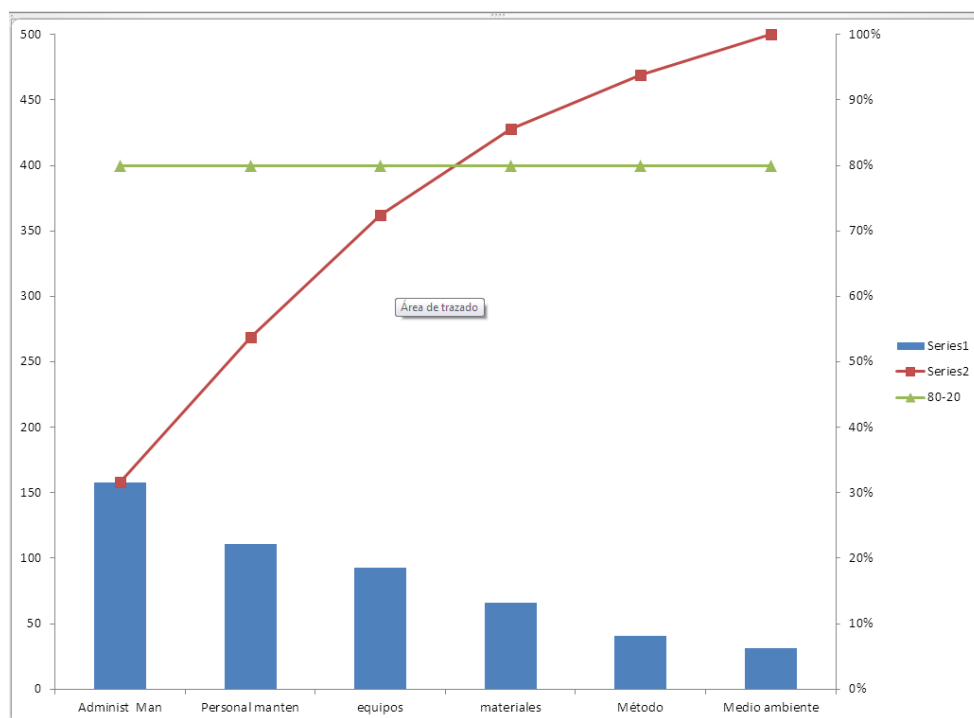
Causas principales	Total, pesos parciales
Administración del mantenimiento	158
Equipos periféricos	93
Medio ambiente	31
Personal	111
Materiales	66
Métodos	41

Figura N°4.9 Sumatoria de pesos de la ponderación de causas

Fuente: Creado por el autor

Usando la sumatoria de los pesos de la ponderación de causas se generó el siguiente gráfico N°4.7, de Pareto.

Gráfico 4.7 Pareto. Valorando la ponderación de las causas que provocan



Fuente: Creado por el autor. Microsoft Excel 2010.

Al observar el gráfico N°4.7 (Pareto), se puede apreciar que en la zona de mayor importancia se encuentran: Administración del mantenimiento, personal y equipo, dejando en la zona de menor importancia: Materiales, método y medio ambiente, por lo cual, los esfuerzos para resolver estas carencias se deben de enfocar, lógicamente, en los que se hallan en la zona de mayor importancia.

4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO.

4.2.1 Administración del mantenimiento

En lo que respecta de las herramientas técnicas para la administración del mantenimiento, no existe documentación para el control y ejecución de las labores técnicas en el mantenimiento de las instalaciones y de las utilidades. Para las labores de mantenimiento se elabora un contrato específico para cada labor ya que no existe un cronograma ni tampoco los planes de trabajo, razón por la cual no se puede tener un contrato general con la programación requerida para los mantenimientos preventivos o correctivos.

En estos contratos, en forma general, puesto que todos varían en su contenido, se destaca lo siguiente:

El contratista se compromete a efectuar el servicio de mantenimiento a las instalaciones y utilidades especificadas en la relación contractual, estas labores de mantenimiento se efectuarán en el horario que no obstaculice las funciones de la organización, es específica, en cada contrato, las labores de mantenimiento a las que se hace referencia en el documento, tales como: albañilería, pintura, carpintería, fontanería, mantenimiento eléctrico del edificio, mantenimiento de los aires acondicionados, limpieza y pintura del tanque del agua, impermeabilización de las losas.

En general, las labores efectuadas en los esporádicos casos del mantenimiento del edificio y de las utilidades, que a menudo se ejecutan en forma de emergencia son las siguientes:

Mantenimiento de techos y canoas, pintura del estacionamiento, cielos rasos, extractores de gases, destaque de tubería, aires acondicionados, limpieza y lubricación de las cortinas metálicas.

La regla es que se realizan más mantenimientos correctivos que preventivos, también, el mantenimiento de la rotulación, así como de la iluminación externa de ésta se tiene fuera de los contratos de mantenimiento.

Para las labores mencionadas, no se cuenta con un solo proveedor; en realidad, se solicitan, generalmente, tres cotizaciones para ejecutar las labores de mantenimiento, por cuestiones de costos, no se piden cotizaciones a empresas importantes de mantenimiento, sino que se trata de contratar a pequeños contratistas de mantenimiento.

Esta práctica no permite contar con la supervisión de profesionales por parte de las empresas contratadas, consultando al contratista, señor Ander Chavarría, quien cuenta con una pequeña empresa de mantenimiento de edificios, y ha realizado unas pocas obras de mantenimiento en el Centro.

En entrevista el miércoles 5 de junio de 2017, el señor Ander Chavarría hace mención referente a lo establecido en uno de sus contratos menciona que las tareas establecidas en éste se realizan en forma de rutina, sin una planificación previa, la mayor planificación que se planea es, según las necesidades del Centro, así como de la oportunidad para llevarlas a cabo, según el horario de atención de la clínica, de modo que no entorpezcan las labores de éste.

Estas rutinas de mantenimiento no necesariamente son realizadas por completo, en la mayoría de los casos se ejecutan las tareas más urgentes; estas fichas no son procesadas ni para el uso del contratista ni tampoco se entregan al departamento de Mantenimiento del Centro, para su estudio y proceso, según indica el señor Ander Chavarría, dada su amplia experiencia en el campo del mantenimiento de edificios él ha elaborado en forma empírica rutinas de mantenimiento para las instalaciones y facilidades, esto deja que las labores se realicen desde percepciones de las necesidades del momento, así como del estado de ánimo de los operarios, es así como él coordina las labores de mantenimiento de sus subordinados.

En la siguiente página, se observa el ejemplo de una rutina de mantenimiento la cual utiliza el citado contratista.

Trabajos de rutina para mantenimiento del edificio	Listo
Limpieza de canoas	
Reparación de los techos (tornillos, botaguas, pintura)	
Pintura externa	
Pintura interna	
Limpieza de ceniceros y sifones	
Revisión de los errajes de las celosías	
Revisión de los cielos rasos (cambiar los dañados y pintar)	
Revisión general de las puertas bisagras, llavines	
Revisión de los rótulos	
Revisar las cacheras de los lavatorios	
Revisar los extractores de los baños	
Revisar las conexiones en las cajas de brequear	
Revisar los extractores (quitar grasa, mirar abanico)	
Revisar los tubos de la pilas y fregaderos (reparar fugas)	
Engrasar las guías de las cortinas metálicas)	
Revisar los tomacorrientes	
Revisar los apagadores	
Revisar los cierres hidráulicos de las puertas	
Revisar los llavines de las puertas	
Revisar los rodapiés	
Limpiar los filtros de los aires acondicionados	

Figura N°4.10 Rutina de mantenimiento utilizada por el contratista, Ander Chavarría.

Fuente: Adaptado por el autor del documento original aportado por el contratista señor Ander Chavarría

El fin de estas rutinas es evitar que algunas labores se queden por fuera y, a la vez, coordinar los trabajos de mantenimiento, según comenta el contratista, estas rutinas no son archivadas por el contratista ni por mantenimiento, la rutina mostrada no ha sido modificada, o eliminada por el departamento de Mantenimiento.

El señor Luis Chacón agrega que los trabajos de mantenimiento se realizan, según el parecer del contratista que ejecuta las labores de mantenimiento, porque no existen cronogramas, órdenes de trabajo ni ningún otro documento que brinde instrucciones para su ejecución y comprobación.

Los contratos de mantenimiento que han sido utilizados hasta la fecha no estipulan la obligatoriedad ni la necesidad de que el contratista realice el registro estadístico de los mantenimientos efectuados a la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

Indica el encargado de mantenimiento, señor Luis Chacón, que esto nunca se ha solicitado en los contratos, ya que no ha existido ese criterio de necesidad por parte de la administración, ni por parte del departamento de mantenimiento.

En la documentación revisada en la Clínica de Radioterapia Siglo 21 ,no se cuenta con ningún documento que registre datos o estadísticas relacionadas con el mantenimiento del edificio o de las facilidades en estos, por último se puede mencionar que en ninguno de estos contratos se especifica lo pertinente al uso de herramientas técnicas de mantenimiento para efectuar revisiones de

estructura de los búnkeres; por ejemplo, en este caso se requiere determinar si por causas de uso natural la vida útil de estos se va deteriorando, o por razones de sismos o desplazamientos del terreno o por las abundantes lluvias características de la temporada lluviosa, el contratista del momento por falta de equipo especializado, deja a la libre la contratación de terceros para realizar estas contrataciones y no se especifican las responsabilidades del subcontratado ni la responsabilidad del contratista.

Se efectúan observaciones de campo en las semanas entre el 01 y 27 de julio de 2017, con el propósito de determinar los aspectos más importantes del accionar del contratista en la ejecución de las labores de mantenimiento realizadas en este período.

- Existe una cuadrilla compuesta por el contratista más dos operarios. El contratista no se hallaba presente en todas las horas laboradas, pues coordinaba otros trabajos fuera de la clínica.
- Las labores se ejecutan sin un cronograma, se realizan, según el criterio de quienes las desarrollan.
- Los trabajos más urgentes y los pendientes son comunicados por el encargado de mantenimiento en forma oral, no existe un documento para guiarles en estas labores.
- Las labores de mantenimiento son ejecutadas por los operarios, según su criterio y experiencia, no existe una guía o documento que les indique el procedimiento por seguir. Si queda algún pendiente los operarios le

informan al encargado de mantenimiento, quien es el único que toma nota.

Al conversar con el contratista, señor Ander Chavarría, indicó que tal y como mencionó en la entrevista que se le realizó, él no cuenta con cronogramas ni con los conocimientos administrativos en el área del mantenimiento, agregó que el único documento con el que a veces efectúa algún control es la hoja de rutina, pero, debido a que no existe un contrato de mantenimiento de periodos definidos durante el transcurso del año, esta rutina no es utilizada.

También explica el señor Ander Chavarría que los pendientes no se deben a falta de tiempo, sino que algunos no se realizan por no ser aceptados en el presupuesto para este periodo, por lo cual, según el encargado de mantenimiento, señor Luis Chacón, es la causa de que siempre se arrastren estos pendientes en mantenimiento, por ello, los trabajos menores pasan a ser labores de mayor costo, ya que éstas no se reparan en el debido momento.

Asimismo el encargado de mantenimiento, señor Luis Chacón añade que el contratista cuenta con un vehículo, herramientas generales (martillos, palas, carretillos, patines, llaves de cañería y llaves de tipo fijo y ajustables, taladros y otros) y para las labores más técnicas en los búnkeres realizan alquileres de éstas o efectúan subcontrataciones, pues ellos no poseen las herramientas requeridas.

4.2.2. Procesamiento de la información

Según varios autores de estadística mencionan que la muestra debe ser de >30 y < 100 , otros indican que debe de ser por lo menos de >50 a <100 , cuando la

población es pequeña se debe de tomar la totalidad de la población, recuérdese que el uso de la estadística es ahorrar recursos humanos y económicos, y que el alcanzar en algunos casos toda una población se puede hacer casi imposible.

Vallejo (2012), menciona lo siguiente:

En muchas investigaciones no se pretende en principio (al menos como objetivo prioritario) extrapolar los resultados. Cuando el interés del investigador tiene como objetivo analizar una muestra concreta (verificar si una innovación didáctica funciona en una clase, estudiar las actitudes de nuestros alumnos, etc.), el tamaño de la muestra es el tamaño del grupo objeto de estudio (p.2).

Según indica el autor al tener una población conocida y “pequeña”, se debe de tomar el total de la población.

Continuando con el tema, cuando la población es pequeña, y el error tolerado debe de ser muy poco, lo recomendable es tomar a toda la población, el nivel de confianza para estos casos debe de ser de $\alpha = .05$. (Vallejo, 2012). A

continuación, la tabla N°4.10, muestra tamaños de población “pequeños con su pertinente error tolerado.

Tamaño de la población	error tolerado		Tamaño de la población	error tolerado	
	e= .05	e= .03		e= .05	e= .03
N	e= .05	e= .03	N	e= .05	e= .03
40	36	38	32	30	31
39	35	38	31	29	30
38	35	37	30	28	29
37	34	36	29	27	28
36	33	35	28	26	27
35	32	34	27	35	26
34	31	33	26	24	25
33	30	32	25	24	24

Figura N° 4.10 Poblaciones “pequeñas” con sus errores permitidos
Fuente: Adaptado de Vallejo (2012)

La figura N°4.10, permite dos errores tolerados ($e= .05$ y $e= .03$), para aplicar en el cálculo de la media de una población en un rango de >24 a >40

Para aplicar las entrevistas a la población de colaboradores y de clientes de la Clínica de Radioterapia Irazú, se calculó la muestra de la población, con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Figura N°4.11. Fórmula para calcular la muestra con una población conocida.

Fuente: <http://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra>

En donde, N = tamaño de la población Z = nivel de confianza, P = probabilidad de éxito, o proporción esperada Q = probabilidad de fracaso D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

Esta arrojó los siguientes datos utilizando los criterios expuestos por Vallejo (2012):

N= 30

Error esperado= 0.5

Varianza= 0.3

Z= 1.96

n= 29.21

La cual redondeada es igual:

n=29

Queda en evidencia que los valores obtenidos de la muestra (n=29) son fieles a lo expuesto por el autor Vallejo (2012).

Al realizar la consulta a 29 colaboradores, aplicados entre los días 08 ,11 de agosto de 2017, de las entrevistas anteriores se pudo obtener la percepción que tienen estos usuarios de los servicios de mantenimiento prestados por los contratistas. Para conocer un criterio general del mantenimiento llevado a cabo, se planteó la siguiente pregunta a los entrevistados:

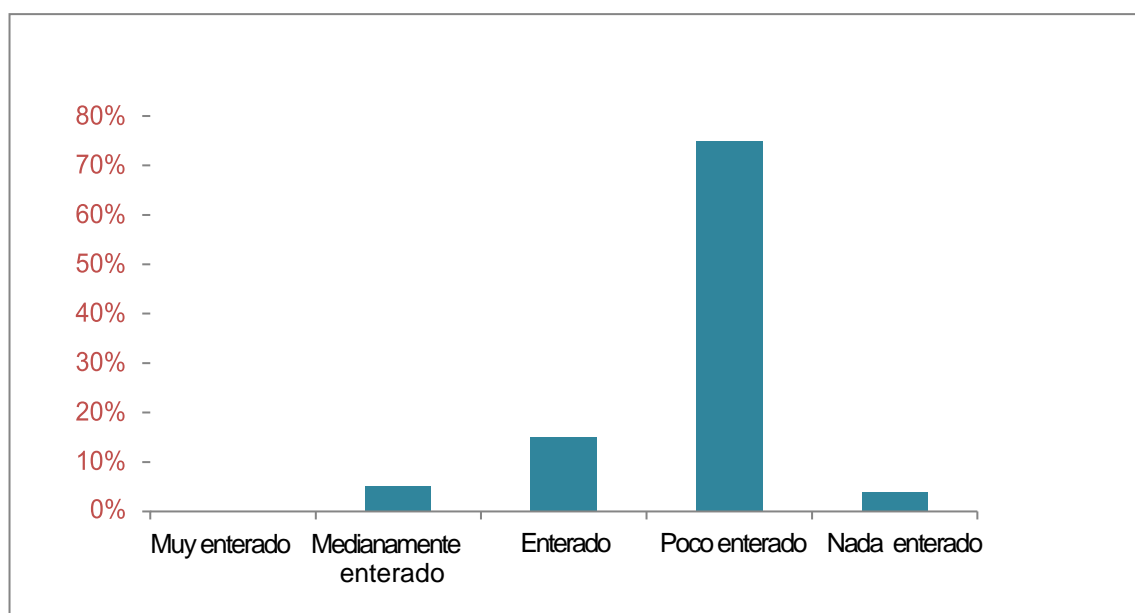
¿Sobre el mantenimiento realizado a los edificios y a las facilidades en estos, está usted enterado de las labores ejecutadas, sabe qué labores se ejecutaron y cómo éstas le han beneficiado?

El 75% de los consultados expreso estar poco enterado; medianamente un 5%; nada enterado un 4%; en contraposición a un 16 % que dijo estar enterado. Mostramos estos porcentajes en el gráfico N ° 4 . 8 .

Al realizar la consulta de la pregunta ¿Está enterado de las labores de mantenimiento de los edificios y de las facilidades? Se generó el siguiente gráfico N° 4.8.

Gráfico N 4.8

Análisis a la pregunta: ¿Está enterado de las labores de mantenimiento



Fuente: Creado por el autor

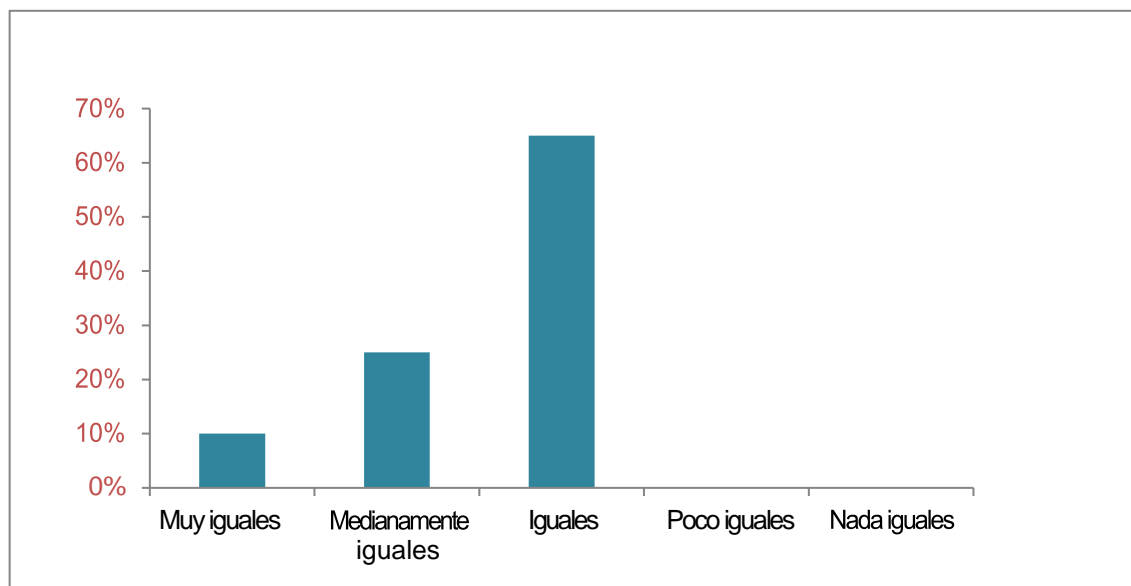
El gráfico anterior muestra que un 75% de los consultados está poco enterado de las labores de mantenimiento de la Clínica y de las labores de mantenimiento de las facilidades de éstas que se realizan; es decir, la mayoría de los consultados ignora estas labores.

De la siguiente pregunta: ¿Considera usted que los trabajos se realizan con un mismo estándar de calidad en todas las áreas?.

Se obtuvo de los consultados: que consideran que tales trabajos mantienen los estándares de calidad en todas las áreas, este punto deja ver que a pesar de que los contratistas que han realizado labores en la clínica, a pesar de no contar con toda los equipos requeridos para ciertas funciones muy técnicas, los trabajos que realizan guardan cierta homogeneidad, estos datos se muestran en el siguiente gráfico N°4.9.

Gráfico N 4.9

Respuesta la pregunta ¿Considera usted que los trabajos se realizaron con un mismo estándar de calidad?

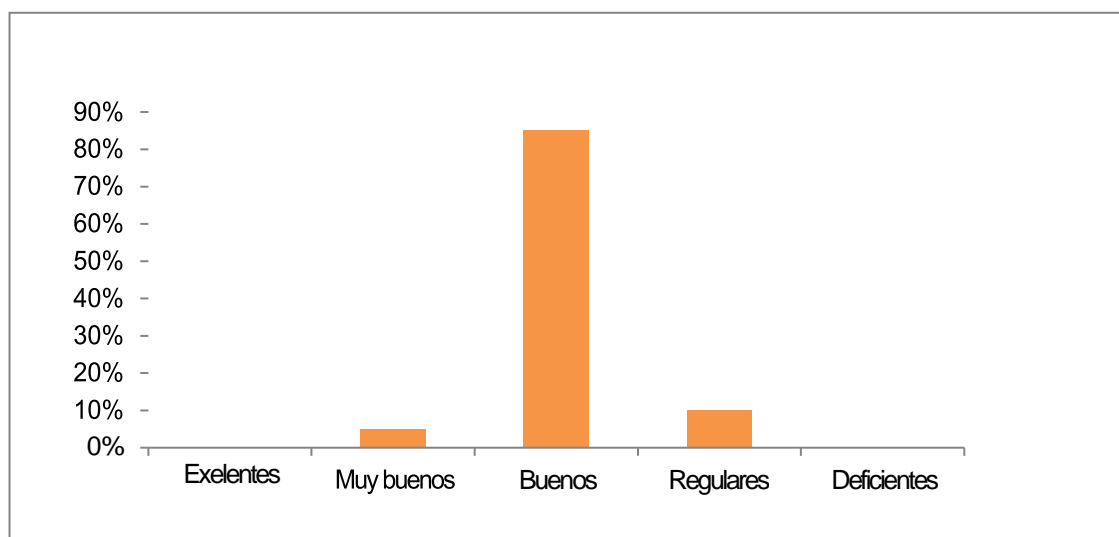


Fuente: Creado por el autor

Se deja en claro que la gran mayoría percibe que las labores de mantenimiento se ejecutan con el mismo estándar de calidad, lo que indica seriedad en las labores ejecutadas por los contratistas.

Se aprovechó, en este mismo apartado, para conocer la percepción de los usuarios internos sobre el conocimiento técnico de los operarios externos del mantenimiento, las respuestas a las consultas se aprecian en el gráfico# 5.

Gráfico N 4.10
Percepción de los usuarios respecto a los conocimientos técnicos



Fuente: Creado por el autor.

El 85% de los consultados considera que el conocimiento técnico con el que cuentan los operarios es bueno, el 10% lo estima regular. Solo un 5% valora sus conocimientos técnicos como muy buenos.

Finalmente, los consultados apoyaron su opinión con comentarios, de los cuales los más importantes se resumen seguidamente

- Coordinar los trabajos con el departamento de Física, ya que estos solicitan, en ocasiones, labores específicas en las salas de tratamiento que el departamento de Mantenimiento no realiza.
- Efectuar informes del estado actual del edificio, para mayor control y seguimiento.
- Brindar mayor responsabilidad al encargado de mantenimiento para supervisar y planificar las labores que ejecutan los contratistas.
- Establecer listas de mantenimiento organizado para obtener supervisión.
- Programar una reunión posterior al mantenimiento para establecer prioridades y conocer opiniones de necesidades de los usuarios.
- No dejar, en la medida de lo posible pendientes de mantenimiento.

Se debe agregar que las labores de mantenimiento consideradas como emergencias son coordinadas por el encargado de mantenimiento señor Luis Chacón, quien localiza al personal, generalmente, por medio de las páginas amarillas, lo anterior implica un inconveniente, puesto que se pierde tiempo en buscar las cotizaciones, que el personal contratado no se conoce; así que se ignora la calidad de las labores que estas personas puedan ejecutar.

Se realizaron entrevistas vía telefónica a tres de estos contratistas que han llevado a

cabo labores de mantenimiento, llamados por emergencias y en casos ocasionales. Los días 4 y 5 de mayo de 2017. A continuación, se presenta lo más relevante de dichas entrevistas:

- Los operarios se desplazan en pick-up, y son, por lo general, dos personas.
- No cuentan con guías, manuales o con algún documento que sirva de manual de procedimientos; las labores se desarrollan, según su criterio y experiencia.
- Los tiempos de respuesta, dependiendo de la urgencia, varían de dos a cuatro horas.
- No se entregan reportes de labores.
- Los trabajos se ordenan verbalmente. No se entregan órdenes de trabajo.
- Si son dos operarios o más no queda definido quién de ellos supervisa las labores.
- La herramienta utilizada no se halla en las condiciones de trabajo mínimas requeridas.

4.2.3 Herramientas de supervisión del sistema de mantenimiento

Para llevar a cabo la supervisión del mantenimiento, sólo se cuenta con el contratista y con el encargado de mantenimiento del Centro Médico, se debe aclarar que el encargado de mantenimiento se ocupa de supervisar las labores para reportar y realizar cualquier reclamo al encargado directo de los operarios que cumplen las

labores de mantenimiento en la Clínica.

Al respecto, esta investigación deja en claro que las labores de supervisión de la empresa no se están llevando con la metodología adecuada, según el encargado de mantenimiento del centro médico, el suscrito, autor de esta investigación indica que la supervisión debería consistir en mantener una vigilancia continua a las labores ejecutadas por los contratistas, para constatar que éstas se realicen con el estándar de calidad que cada trabajo requiera.

Esta supervisión es indispensable para que se pueda generar la información pertinente para mantenimiento a fin de que se realicen los cronogramas de trabajo necesarios para proporcionar más orden a la labor de los contratistas; sin embargo, esto no es posible puesto que el encargado de mantenimiento tiene una gran cantidad de responsabilidades y por ello, no puede ejercer una supervisión continua y a profundidad de las labores ejecutadas.

En las observaciones efectuadas se pudo notar que la supervisión consiste básicamente, en lo siguiente:

- Darles un seguimiento a los trabajos realizados por los contratistas y a terceros.
- Dar seguimiento a las remodelaciones y a trabajos de mayor importancia, como proyectos de expansión.
- Realizar las cotizaciones necesarias para las labores que ameriten su ejecución.

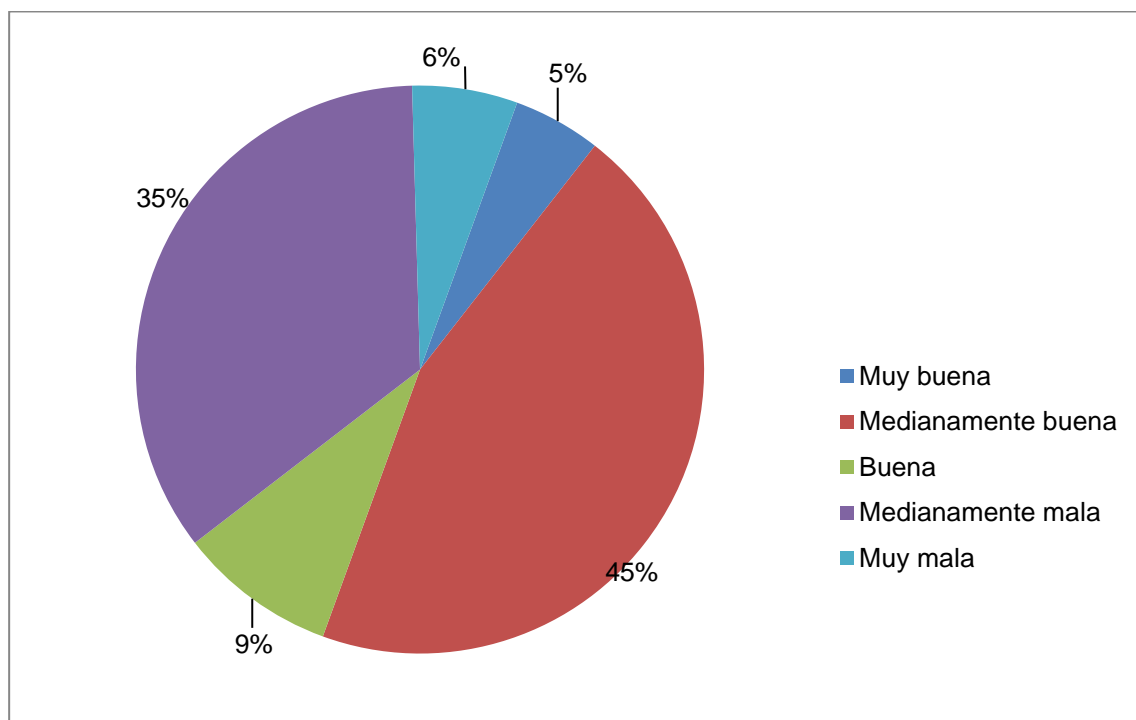
- Tramitar las solicitudes de mantenimiento programadas o no.
- Definir las demandas de mantenimiento (qué trabajo debe de ejecutarse, en que momento debe ejecutarse).
- Tener claro qué recursos se requieren para ejecutar las labores (planificadas) cantidad de operarios, insumos, refacciones y materiales por utilizar.
- Definir procedimientos que permitan una adecuada coordinación y uso de los recursos humanos y físicos, así como realizar las programaciones, despachar los materiales e insumos, y la ejecución de las labores.
- Diseñar las herramientas por medio de las cuales se retroalimente el sistema de mantenimiento.
-

Por otra parte, se pudo observar que, dada la cantidad de responsabilidades que tiene el encargado de mantenimiento de la Clínica, no existe un seguimiento genuino de las labores de los contratistas, que no se realizan cronogramas ni órdenes de trabajo para realizar los trabajos por lo que la supervisión queda en deuda en estos puntos.

Según la entrevista N7 ,realizada a 29 empleados, la percepción con respecto de la supervisión que lleva a cabo el Centro Médico, específicamente, en lo tocante a la supervisión de los trabajos de mantenimiento realizados por los contratistas, es regular, pues solamente un 51% de los consultados la considera buena medianamente o muy buena. Dentro del total solo el 49% la estima buena. Una

parte importante, la cual es de un 31% de los consultados, opina que la supervisión es medianamente mala y un 7% la considera muy mala. La información con más detalle se aprecia en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 4.11. Este gráfico hace referencia a la percepción sobre la supervisión realizada por el encargado de mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, los datos se obtuvieron al realizar la pregunta: ¿Cómo considera usted la supervisión del encargado de mantenimiento a los contratistas externos?

Gráfico 4.11 Precepción de los usuarios sobre la supervisión del mantenimiento

Fuente: Creado por el autor.

El gráfico indica que la gran mayoría de los entrevistados, opina que la supervisión es medianamente buena.

Con respecto del asunto de la supervisión, los comentarios para mejorar se enfocaron en un mismo punto: que la supervisión sea más minuciosa y que posea un cronograma para ejecutar las funciones, también, se sugiere que el encargado de mantenimiento o los contratistas supervisen a sus empleados y labores.

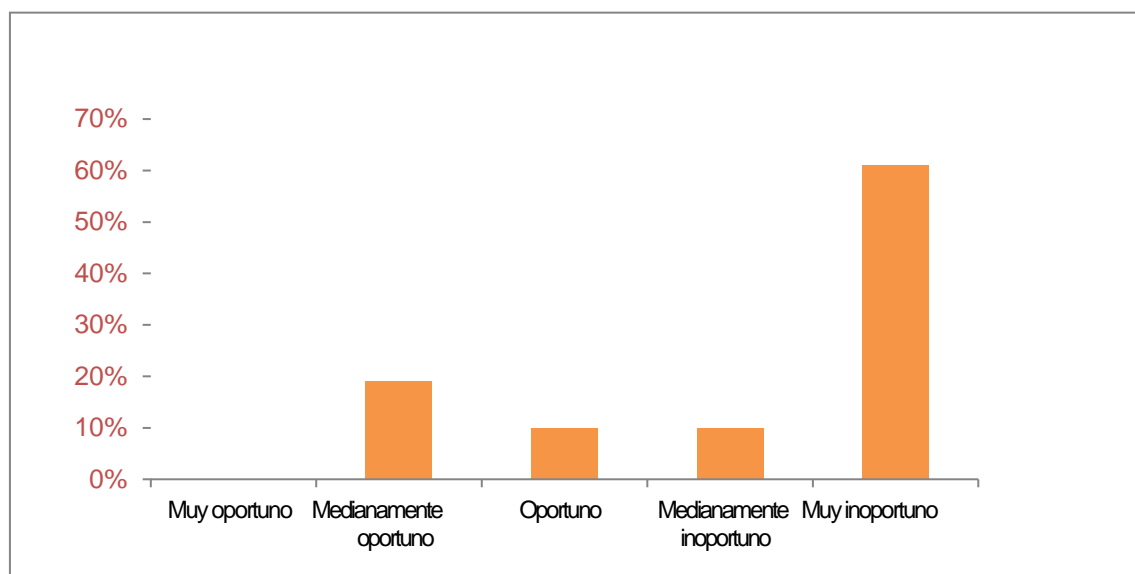
En la posición opuesta, los contratistas indican que ellos supervisan a su personal, sólo que en visitas aleatorias cuando se ejecutan las tareas, también, se observó que mucha de la supervisión la realizan cuando los trabajos han finalizado, y no mientras se recibe el servicio.

Por otro lado, en la información recabada en los cuestionarios aplicados al total de los usuarios de las instalaciones y de las facilidades, se indica que una de las mejoras que en este sentido se sugiere es que las visitas sean más frecuentes y programadas, apenas el 29% de los usuarios consultados considera que el tiempo transcurrido entre una visita y otra es oportuno, medianamente oportuno o muy oportuno; en contraste con un 71% que lo estima medianamente o muy inoportuno.

La evaluación a estas opiniones se observan en el gráfico siguiente:

Gráfico N4.12

Percepción de los usuarios sobre los tiempos de las visitas para los mantenimientos

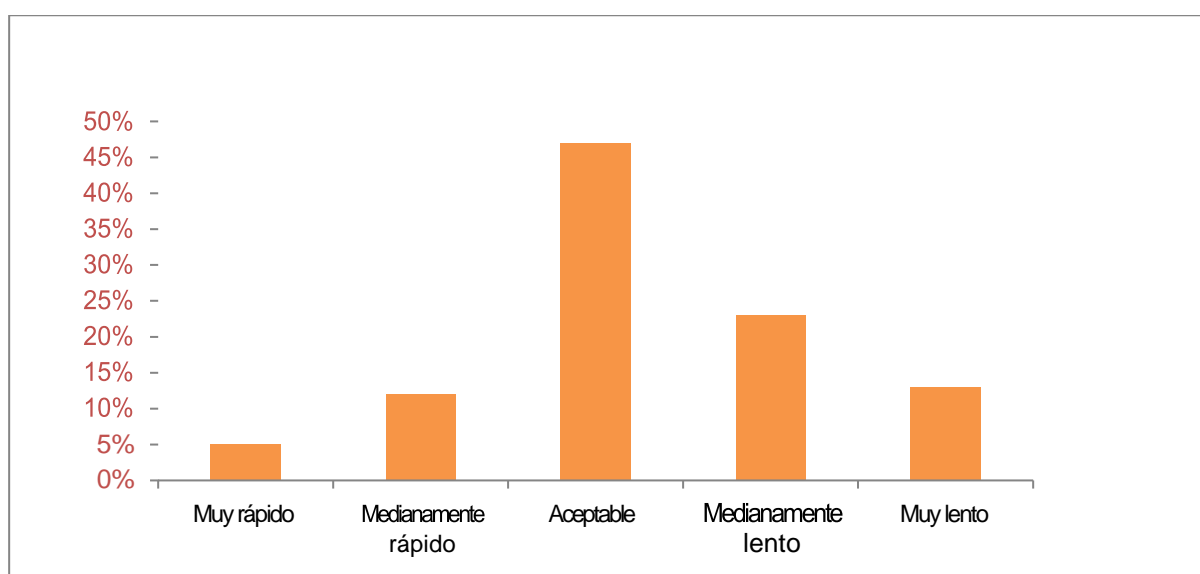


Fuente: Creado por el autor

Es claro que los tiempos de servicio, según la percepción de los usuarios, no es la más conveniente para las necesidades de las instalaciones y de las facilidades.

Al ser consultados sobre: ¿Cómo considera el tiempo de respuesta en el mantenimiento de emergencias de las instalaciones y facilidades?, un 47% indicó que este era aceptable, un 17% lo consideró medianamente o muy rápido y un 36% lo señaló como medianamente o muy lento. Lo anterior, se muestra en el gráfico N° 4.13.

Gráfico 4.13 Percepción del tiempo de respuesta para los mantenimientos de emergencias en la clínica



Fuente: Creado por el autor

4.2.4 Programa de mantenimiento preventivo

Utilizando las entrevistas, el cuestionario, la revisión de la documentación y, la observación, se pudo constatar que gran parte de los trabajos realizados corresponden a un mantenimiento rutinario y de labores menores en el mantenimiento de las instalaciones y de las utilidades, tales como cambio de bulbos dañados, ajustes de puertas. En estas operaciones, sólo se mira el buen estado de los componentes más visibles y de mayor uso, por tal motivo, quedan por fuera labores de mantenimiento preventivo que aumenten la vida útil de tales componentes, como lubricar, limpiar y aplicar productos que alarguen la vida de estos elementos.

Una de las posibles razones de estas circunstancias puede ser que se presta el mantenimiento en períodos muy separados, así mismo, se observó que el mantenimiento se presta en horas hábiles, lo que contribuye a dificultar el mantenimiento de ciertas áreas de la institución, por lo expresado anteriormente se puede establecer, en lo que respecta de la Institución, que el mantenimiento de rutina o de visitas programadas es un mantenimiento programado más que un mantenimiento preventivo.

El 28 de julio de 2017, se realizaron entrevistas a tres ingenieros del área de mantenimiento de empresas de diferentes áreas: Ingeniero Roberto Padilla de mantenimiento y producción de la empresa Hilafiasa en Guadalupe (ingeniero retirado), Ingeniero Gustavo Juárez, de mantenimiento de la Clínica Uriburu, de Argentina, y por último, al Ingeniero Néstor Barros, de mantenimiento del Hospital Memorial en los EEUU, los tres concuerdan en que la filosofía del mantenimiento

preventivo constituye una serie de tareas programadas con base en las necesidades técnicas y físicas de equipos y edificios para mantenerlos en estado de funcionamiento.

El Ingeniero Roberto Padilla indica que la importancia de éste es directamente proporcional a la importancia del equipo, por lo tanto, se basa en que éste salvaguarde dichos activos de la empresa, ya sean máquinas o instalaciones, para la empresa Hilafiasa, la cual se dedicaba a la elaboración de hilos. Se tuvieron presentes tres tipos de mantenimiento: Primero cita el preventivo, en su caso en particular y en empresas de este ramo en particular, éste se basa, principalmente, en las agujas, explica, cuánto más finas, más delicadas es por ello que se debe comprobar que la lubricación de ellas sea adecuada, y dependiendo el tipo de hilo que se esté trabajando, así será la lubricación necesitada, también, cada cierto periodo, es bueno remover las agujas y hacerles una limpieza general, como el cilindro... para obtener una tela de buena calidad, inspecciones, lubricaciones y otros, el segundo es el correctivo, en caso de emergencias o fallas inevitables, el tercero es el programado el cual encierra las pequeñas correcciones, que, en esencia, no provoca importantes inconvenientes en los procesos productivos.

Para las labores de mantenimiento que se desarrollaban en Hilafiasa, participa el Ingeniero Roberto Padilla y el supervisor de planta, quienes han diseñado los llamados Manuales de Mantenimiento, estos se dividen en dos secciones: estructural y eléctrico. De igual forma han diseñado las llamadas hojas de rutina, las cuales son listas de seguimiento de tareas que les indican a los técnicos en qué forma deben ejecutar las labores programadas.

Para todas las labores de los tres tipos de mantenimiento (preventivo, correctivo), los técnicos que realizan dichas labores trabajan directamente con la empresa y todos poseen las habilidades técnicas para desempeñar las funciones requeridas, solo se da en casos especiales del mantenimiento de las instalaciones que, para labores de importancia, se contrate personal externo a la empresa, o cuando se requiere de labores de mantenimiento de la maquinaria muy especializada se ha traído personal de Italia, ya que la gran mayoría del equipo proviene de este país, también, el personal técnico cuenta con la supervisión de un encargado del área del mantenimiento a parte de la supervisión del ingeniero, en cuanto al sistema de mantenimiento de edificios e instalaciones, los tres profesionales consultados expresaron conocer realmente poco o nada.

4.2.5 Aspectos generales de la organización del departamento de Mantenimiento.

El sistema de mantenimiento del edificio y de las utilidades de la empresa Clínica de Radioterapia Siglo 21, por la forma como se haya constituido en el presente, funciona por sí mismo, sin requerir participación alguna de la empresa, esta autonomía, sin embargo, se encuentra en su extremo más peligroso: total libertad. La empresa, y particularmente la Gerencia Técnica, desconocen cuáles son los alcances, limitaciones, acciones, restricciones y otras características del sistema actual del mantenimiento.

Se pueden mencionar que el departamento de Mantenimiento no ha establecido claramente las responsabilidades de los contratistas de mantenimiento externos para

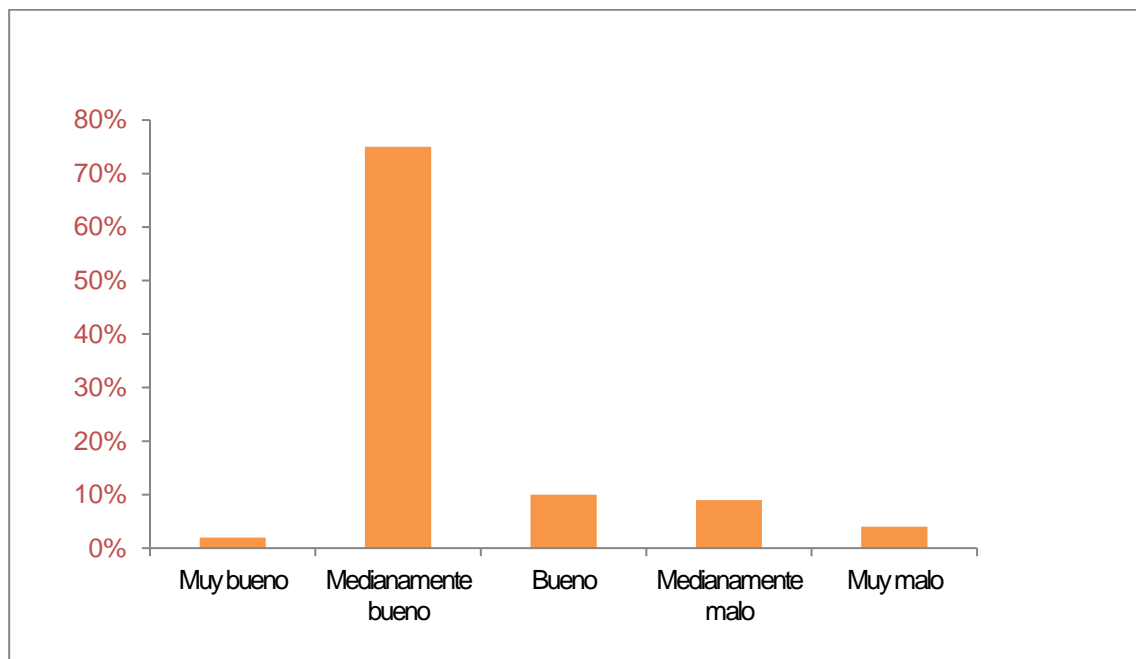
el mantenimiento de edificios y utilidades, por lo que los contratistas, por ignorancia sólo ejecutan las labores que estos creen convenientes, también está presente la falta de una adecuada supervisión del encargado de mantenimiento en referencia a las labores ejecutadas, y se debe mencionar la ausencia de hojas de trabajo, así como de cronogramas para ejecutar estos.

El sistema de mantenimiento se basa en una revisión periódica, la cual cambia en aras de ser más eficiente, repara pero no se documenta la avería y sus posibles causas, y no reporta; por ellos esta falta de información no se aprovecha para retroalimentar el programa de mantenimiento y mejorarla, el mantenimiento de las instalaciones y de las utilidades está más basado en reparar lo dañado; puesto que estos servicios no provocan paros en la producción mantenimiento, no le ha prestado la debida atención a un plan de mantenimiento preventivo, tampoco la administración ha presupuestado un monto que pueda mantener en un estado correcto a las instalaciones y utilidades.

La percepción de los usuarios de las instalaciones y de los servicios de las utilidades, con respecto del servicio prestado por mantenimiento a las instalaciones y de las utilidades es que es regular, la distribución de opiniones se aprecia en el Gráfico N°4.14, esta tendencia puede tener asidero posiblemente en la poca incidencia de fallas o emergencias en las instalaciones y equipos, por la falta de conocimiento que tienen los usuarios sobre los alcances del sistema de mantenimiento o por la carencia de información desde la empresa hacia estos.

Gráfico 4.14

Percepción de los usuarios en términos generales del sistema de mantenimiento



Fuente: Creado por el autor, aplicado a los usuarios de las instalaciones y facilidades

Solamente, un 2% de los usuarios considera que el sistema es muy bueno y una cantidad del 4% lo estima como muy malo; es decir, lo ubican por debajo de lo aceptable o bueno, esta tabla arroja información acerca que los logros obtenidos por mantenimiento no se pueden basar en que los usuarios de los equipos, instalaciones o facilidades, den las pautas para la debida organización y supervisión de las labores del departamento de Mantenimiento.

4.2.6 Herramientas técnicas del sistema de mantenimiento.

No existe una definición clara por parte de la empresa, hacia los contratistas de los servicios, sobre cómo se deben ejecutar las funciones de mantenimiento en las instalaciones y facilidades, el contrato de mantenimiento es muy general en cuanto a lo que debería ser el programa de mantenimiento, en él no se aclaran en

profundidad los conceptos de las labores, por ejemplo, se indica que hay que pintar las paredes y dar mantenimiento a la loza existente, pero no detalla las características técnicas de estas labores, entonces, las labores las realiza el contratista, según su criterio, y no, según las necesidades reales de las instalaciones.

A pesar de que se cuenta con un contrato para las labores de mantenimiento, éste sólo existe en el papel, ya que no se utiliza como herramienta para exigir labores definidas, aún a sabiendas de que el contrato exige que se tienen que realizar reportes de las labores ejecutadas, éste no las realiza; ni mantenimiento las exige, según indican los proveedores de los servicios estas órdenes ellos las archivan, pero no entregan copia al departamento encargado de mantenimiento, principal interesado, esto se debe a la falta de interés, por parte de la Institución, en exigir el diseño del registro, lo debido es que el registro se realice y se entregué al departamento de Mantenimiento.

Ninguno de los contratistas, con los cuales la empresa ha entablado relaciones comerciales anteriormente tiene la capacidad de realizar pruebas técnicas de filtrado en las losas en las cuales se hallan equipos especiales, puesto que esta labor requiere de personal especializado y de herramientas de alta tecnología, ha surgido, entonces, el inconveniente de que esta labor la realice una empresa subcontratada por el primer contratista para tal fin, y el contrato no especifica si el primer contratista tiene o no esta autoridad, por lo cual, a pesar de que no sea la mejor situación la empresa no tiene la autoridad para rechazar este servicio prestado por terceros.

Para las visitas de mantenimiento, las cuales a pesar de ser programadas se realizan en periodos muy extensos de 5 ó 6 meses, el contratista no efectúa labores de mantenimiento programadas, sino que se basa en los pedidos más urgentes realizados por el departamento de Mantenimiento y por su propio criterio técnico acerca de qué requiere mayor prioridad, esta situación deja por fuera muchos trabajos que en el momento, tal vez, no sean graves, pero, por no ser atendidos oportunamente aumentan en dificultad y en mayores costos para ser corregidos, también por lo anterior, se genera una cantidad de pendientes que, sumados a los anteriores, origina una lista cada vez mayor, lo que desemboca en deterioro de las instalaciones y de las facilidades.

Se tiene claro que los operarios que ejecutan las labores del mantenimiento de las instalaciones y de las facilidades cuentan con el conocimiento técnico requerido para la ejecución de sus labores, sin embargo, también es cierto que no existe una guía para que estos hagan sus trabajos en una forma coordinada y con un criterio administrativo de los recursos humanos y materiales. Por otra parte, no existe una supervisión y capacitación cruzada entre el encargado del mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21 y del encargado de las cuadrillas externas, esta relación se requiere para capacitar en labores específicas a los operarios, tanto como en estandarizar labores.

Otro punto importante que no se debe de obviar es la inducción de los operarios en los criterios de seguridad laboral, por cuanto muchas de las labores se realizan en alturas mayores de dos metros, el contratista debe garantizar la formación adecuada de los trabajadores, tanto en lo referente a los riesgos posibles, como

también a las medidas de protección que deberán adoptarse técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras, sistemas de sujeción, normas sobre el cuidado, mantenimiento, verificación del equipo, técnicas de salvamento, técnicas de seguridad en manipulación de cargas en altura.

Las necesidades de mantenimiento correctivo se coordinan con los contratistas por medio del encargado de mantenimiento de la Clínica; sin embargo, este encargado no cuenta con una guía escrita para dar la adecuada supervisión a labores ejecutadas por los contratistas, la planeación del mantenimiento persigue enmarcarlo dentro de un proceso administrativo efectivo, de anticipación a la ocurrencia de fallas durante la producción, por lo que se debe fortalecer la organización.

El mantenimiento no es una obra de la casualidad o de la suerte, sino que más bien, es el resultado de una estructura administrativa del mantenimiento que permita, por medio del uso de herramientas, lograr obtener los resultados que aumenten la eficiencia, la eficacia y prolonguen la vida útil de los activos de la empresa, por la falta del uso de estas herramientas en diversas ocasiones algunos trabajos no cuentan con el estándar de calidad requerido, o causa que no se realicen en las fechas pactadas, suele pasar, en estos casos, que se resuelve el término de los pendientes generados en forma verbal entre el contratista y el encargado de mantenimiento, por lo cual no queda el debido registro al respecto.

También, sumado a esto, se presenta la situación de que el contratista no tiene un récord de la evolución de las labores realizadas, por lo cual no permite que el departamento de Mantenimiento pueda tener criterios técnicos ni administrativos de

las operaciones del mantenimiento, los tiempos en los que se realizan los mantenimientos de las instalaciones y de las facilidades, según el cuestionario aplicado a los usuarios, indica un 70% de insatisfacción, entre las observaciones anotadas, se desprende que se debería involucrar a los contratistas para la ejecución de cronogramas, la necesidad de estandarizar los servicios, buscar canales de comunicación entre los usuarios para que estos informen con antelación de las necesidades requeridas.

4.2.7 Herramientas de supervisión del sistema de mantenimiento

En lo referente a las herramientas de supervisión del sistema de mantenimiento, los principales problemas hallados son, a saber:

- El Centro cuenta con un solo encargado de mantenimiento, quien posee una cantidad importante de responsabilidades, por lo que éste no puede supervisar las labores de mantenimiento realizadas por los contratistas; de ahí se desprende que un 45% de los consultados sobre este punto valore la supervisión como medianamente buena, por otra parte, un 40% la considera medianamente mala y mala, a pesar de los sinceros esfuerzos por el encargado de mantenimiento de lograr supervisar las labores de los contratistas, éstas quedan sin supervisión real.

- Las labores de supervisión no se realizan con los procedimientos científicos que indica la Administración del Mantenimiento, por lo que estas labores de supervisión no se ejecutan bajo la guía de cronogramas, programas de mantenimiento, programación del mantenimiento u hojas de trabajo, sino a

partir del mero criterio técnico que brinda la experiencia en las labores realizadas.

- Finalmente, la administración del Centro no ha mostrado la preocupación por exigir a los contratistas ni al encargado de mantenimiento una supervisión individual y en conjunto de las labores realizadas, esto con el fin de facilitar el seguimiento de los trabajos. Las empresas contratadas si se les puede llamar tales, no presentan en su estructura un concepto de la administración pura, ni de la administración del mantenimiento.

4.2.8 Mantenimiento preventivo

En lo que se refiere al mantenimiento preventivo de las instalaciones y facilidades, los principales defectos hallados son los siguientes:

- Según se pudo averiguar por las entrevistas a los contratistas, estos realizan sus mantenimientos en algunos casos guiándose con una rutina elaborada con base en la experiencia de labores pasadas, esta costumbre presenta varias deficiencias, entre las cuales se pueden mencionar: tienen una visión general, ya que se ha realizado con necesidades que no son necesariamente las de la empresa, no definen los alcances del mantenimiento por realizar, sin tomar en cuenta necesidades particulares de cada edificio y de las facilidades.
- No existe en ésta un criterio de los aspectos técnicos de las diferentes secciones como el área eléctrica, estructural, mecánica ni de las necesidades de seguridad requeridas en las diferentes labores, esto abre la posibilidad de que los pendientes no se realicen en su totalidad, por otra parte, deja mucho de sus indicaciones al criterio del operario lo que le permite a éste actuar subjetivamente, estas rutinas, sin embargo, no tienen hojas de trabajo, o

estándares que le indiquen cómo se deben realizar las inspecciones, lo cual deja en claro la ausencia de planes y manuales de mantenimiento preventivo.

- El mantenimiento preventivo es una filosofía contemplada en la Administración del Mantenimiento, la cual busca una armonía de criterios técnicos de la administración y del mantenimiento, todo ello aunado a la experiencia y visión de los profesionales que conciben este concepto, según las necesidades de las funciones productivas de cada empresa, de las características técnicas y físicas de sus equipos e instalaciones; también, que el mantenimiento preventivo se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo.
- Este tipo de mantenimiento se debe planificar con base en el tiempo, las condiciones de uso de los equipos o de las instalaciones; debidas condiciones al buen o mal uso de estos, así como su antigüedad.
- Con este enfoque el actual sistema de mantenimiento no toma en cuenta si los costos de reparar son mayores a los costos de prevenir, éste es el resultado de las rutinas que se siguen, ya que éstas están faltas de orientación.
- Lo anterior, se puede observar, se debe a la falta de datos para poder elaborar controles estadísticos que permitan un cálculo de la vida útil de las partes de las instalaciones dependiendo de su uso y del daño que puedan causar las condiciones climáticas, de la misma manera sucede con las partes y elementos que componen las facilidades, por ello, no es posible comparar la vida útil estándar que da el fabricante, con la real de los elementos y partes empleadas en las condiciones actuales.

Entre los faltantes del mantenimiento se puede mencionar algunos principales en la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

- No se reducen las frecuencias de las fallas prematuras mediante pequeñas reparaciones, limpieza.
- Al no existir inspecciones, ni ningún tipo de control no es posible ayudar a reducir la severidad de los daños de las instalaciones y de las fallas de los equipos de facilidades, lo cual genera un efecto dominó en otras partes aumentando de esta forma la gravedad de los daños en otras áreas, y aumentando así la inseguridad de los usuarios.
- Al no vigilar la degradación de las óptimas condiciones de uso se pierde la oportunidad de evitar daños y contratiempos mayores.
- Finalmente, se puede apuntar que esta falta de mantenimiento preventivo aumenta los costos ya que un daño menor no atendido será un daño de mayores proporciones lo que encarecerá su costo, tanto por la mayor cantidad de materiales, así como por la necesidad de mayor horas de mano de obra.

El mantenimiento de reparación se puede dividirlo en dos mayores categorías: la reparación que ha sido planeada y la reparación no planeada, la primera implica que todos los insumos para realizarlas ya sea humano o físicos, están disponibles y que las labores se ejecutan siguiendo un cronograma, recuérdese que el mantenimiento preventivo requiere de la auto alimentación, en nuestro caso en particular, no se cuenta con indicadores que demuestren el desempeño, el cual permita medir la eficiencia de los mantenimientos realizados.

4.2.9 Causas principales que afectan los servicios prestados en las instalaciones y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21

Como se ha mencionado a través de este trabajo, el fin es buscar establecer un sistema de mantenimiento que afecte en forma positiva el mantenimiento de las instalaciones y de las facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21. Las causas que afectan en mayor medida los servicios prestados por el departamento de Mantenimiento se presentan a continuación:

- 1- El departamento de mantenimiento del Centro Médico, no cuenta con una estrategia del mantenimiento, que en cualquier organización es, básicamente, la de contar con una cantidad mínima del personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y de la disponibilidad de la planta sin que se comprometa la seguridad. Para lograr esta filosofía se debe de implementar las siguientes estrategias, éstas pueden lograr un buen desempeño si se aplican en la combinación y formas correctas:
 - Mantenimiento correctivo: Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando las instalaciones o facilidades no son capaces de cumplir con las funciones para las cuales fueron diseñados.
 - Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo es cualquier mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales, requiere de planeación, las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias.
 - Detección de fallas y daños: La detección de daños es un acto o inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas y daños.

- Reparación general: La reparación general es un examen completo y el restablecimiento de las instalaciones a una condición aceptable.
- 2- Organización del mantenimiento: El Centro Médico no cuenta con la organización del mantenimiento de los equipos periféricos, como es sabido, dependiendo del tamaño de la organización, las destrezas de los trabajadores, y otros, el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por áreas o en forma centralizada, la organización de mantenimiento se compone básicamente de estos elementos.
- Diseño del trabajo: El diseño del trabajo en lo que se refiere al mantenimiento comprende el contenido del trabajo de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y los colaboradores calificados requeridos.
- Estándares de tiempo: Una vez que la tarea de mantenimiento ha pasado por la etapa de diseño es básico estimar el tiempo necesario para completar el trabajo, los estándares de tiempo realistas representan un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los operarios y de esta forma reducir las horas hombre.
- Administración de proyectos : El control de proyectos, también, ausente en el Centro Médico incluye medir el avance en forma regular, compararlo con el programa y analizar cualquier variante y tomar nota de éstas para la retroalimentación del sistema de mantenimiento.
- Actividades de control: El departamento de Mantenimiento no procede con las actividades de control lo cual es esencial para la administración del mantenimiento.

Las actividades de control son las siguientes:

- Control de trabajo: Este tipo de control vigila el estado del trabajo y el trabajo realizado para investigar si éste se ha efectuado de acuerdo con las normas. Aquí, se supone que el sistema de control de mantenimiento incluye normas que se asignan antes de llevar a cabo el trabajo.

- Control de calidad: El mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad de los productos, el equipo y las instalaciones con un buen mantenimiento producen menos pérdidas e inconvenientes, que es el caso contrario que sucede con la falta del mantenimiento, los informes generados por medio de las hojas de trabajo, de las hojas de inspección, y control, permiten generar documentación y criterios para buscar la mejora continua y mejorar la calidad de los servicios prestados.

- Control de la condición de las instalaciones y de sus facilidades: Este control requiere un sistema para el registro de daños de las instalaciones y de las fallas de las facilidades, esta información generalmente se obtiene de la orden de trabajo y del historial de mantenimiento, los registros en el archivo de historia de las instalaciones y de las facilidades incluyen las fechas de las averías, la naturaleza de éstas, las reparaciones realizadas y de las refacciones e insumos utilizados.

4.2.10 Las principales debilidades del mantenimiento de las instalaciones y facilidades.

- La comunicación del departamento de Mantenimiento es deficiente.

- No existe la planificación de las tareas de mantenimiento.
- Los mecanismos para la comunicación de las necesidades de mantenimiento de las instalaciones y de las facilidades es deficiente.
- No existen planes de mantenimiento preventivo para las instalaciones y facilidades del Centro Médico.
- La supervisión es superficial y no es continua.
- Los trabajos no reciben control por parte del Centro Médico ni de los contratistas.
- No se cuenta con una bodega para mantener las refacciones ni los insumos.

4.2.11 Impacto de las carencias de mantenimiento de las instalaciones y facilidades.

- Pérdidas económicas por mantenimientos de emergencia.
- Pérdidas económicas por el deterioro de las instalaciones
- Mala imagen del departamento de Mantenimiento
-
- Molestia en los usuarios de los servicios internos
- Condiciones inadecuadas para laborar

- Molestia de los pacientes

El impacto mayor de los anteriores puntos es la imagen ante los clientes externos.

Por cuanto son ellos la razón por la cual existe el Centro Médico, se debe buscar la seguridad y comodidad de Estos en un ambiente agradable, estético, funcional en sus servicios; por ello mantenimiento debe de esforzarse para lograr estas metas en lo que a este Departamento por ello, corresponde.

4.2.12 Aspectos generales

Se puede indicar que en términos generales el departamento de Mantenimiento De la Clínica de Radioterapia Siglo 21, carece de los criterios básicos de la administración científica del mantenimiento, en los cuales desarrollar sus funciones, la empresa debe tomar más conciencia y buscar las correcciones necesarias para supervisar y ponderar las labores ejecutadas por los contratistas, todos los criterios con los cuales el contratista debe actuar tienen que ser definidos por el departamento de Mantenimiento, sin dejar lagunas al respecto de las funciones del contratista o de terceros.

Hay que definir reglas claras para la empresa y para el contratado en sus derechos y responsabilidades, no deben existir ambigüedades en estos importantes puntos, el departamento de Mantenimiento en términos generales deja la percepción de quedar debiendo al realizar sus funciones en el área de la supervisión y planeación del mantenimiento de las instalaciones y facilidades, por otro lado, se reconoce su esfuerzo por lograr satisfacer las necesidades de los usuarios, por lo

que se hace necesario que se definan criterios técnicos, administrativos y científicos en la organización y administración del mantenimiento.

Ha quedado evidente a través del trabajo de campo que el departamento de Mantenimiento no tiene establecido un programa de mantenimiento preventivo, se puede asegurar esto pues, no existe un sistema de mantenimiento en cuando a las instalaciones y facilidades se refiere, se debe de recordar que mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o sistema se mantiene en (o se restablece a) un estado en el que puede realizar las funciones designadas, ha quedado claro que el departamento de Mantenimiento no tiene establecida la filosofía de La Administración del Mantenimiento, se puede asegurar esto porque, no existe un sistema de mantenimiento en cuanto a las instalaciones y facilidades atañe.

4.2.13 Personal de mantenimiento

A pesar que el encargado de mantenimiento señor Luis Chacón, es una persona con experiencia en el área de mantenimiento, éste carece de una cultura de prevención, aunado a sus múltiples labores dentro de la organización lo cual deja por fuera la ejecución del mantenimiento preventivo.

El personal que es contratado para las labores de mantenimiento, no en todos los casos cuenta con la suficiente experiencia y conocimientos requeridos para las labores asignadas, también, es personal desmotivado, ya que muchos de ellos laboran por periodos cortos con las pequeñas empresas de mantenimiento que son contratadas.

No se cuenta con un solo proveedor; en realidad, se solicitan generalmente tres cotizaciones para ejecutar las labores de mantenimiento, por cuestiones de costos, no se piden cotizaciones a empresas importantes de mantenimiento, sino que se trata de contratar a pequeños contratistas de mantenimiento, esta práctica provoca poco interés y motivación de los contratistas.

4.2.14 Equipos periféricos

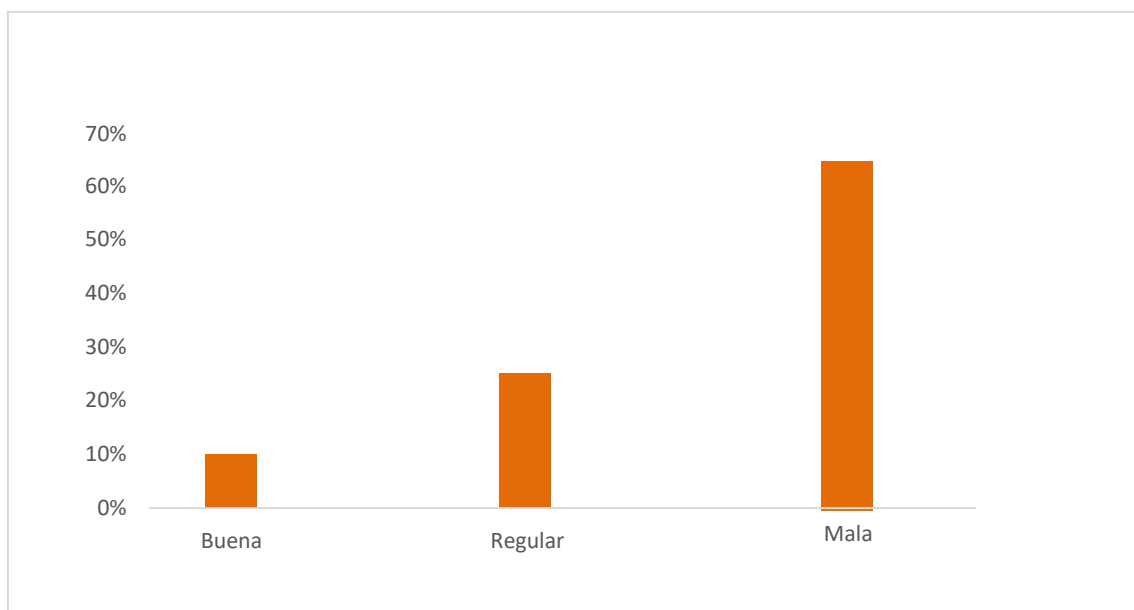
Los trabajos de mantenimiento correctivo representan grandes inconvenientes en las líneas de producción, también disminuyen la vida útil de los equipos como la pérdida de la disponibilidad de las maquinarias. Hernández (2003, p.29) indica lo siguiente: “Las acciones correctivas son las más contraproducentes en la organización y administración de los proyectos de mantenimiento. Existen también grandes desventajas en el aspecto técnico y de estado de las unidades de climatización y a continuación se citan las más relevantes:

El paro de unidades de aire acondicionado resulta, en algunos casos, en el sobrecalentamiento y posterior paro de sistemas eléctricos y electrónicos, tales como UPS, servidores de redes, variadores de frecuencia, entre otros, pérdida de disponibilidad de personal técnico para la realización de trabajos preventivos, dada la urgente necesidad de atender una llamada correctiva, aumento de gastos por la compra de repuestos debido a la falla de partes que se podrían evitar, cuando se hace necesario comprar repuestos implica que la unidad de aire acondicionado o refrigeración permanezcan detenidas, con las consecuencias ya sabidas sobre la falta de control de temperatura y humedad.

Se realizó una encuesta directa a los clientes (50 personas), de la Clínica, en referencia a la temperatura en la recepción y, de la sala de espera, al realizar la pregunta: ¿Es agradable la temperatura en la Sala de Espera y Recepción?

Al realizar la consulta de la pregunta ¿Es agradable la temperatura en la Sala de Espera y Recepción? Se generó el gráfico que se muestra a continuación:

Gráfico N4.15
Percepción sobre el confort en la Sala de Espera y de la Recepción de la clínica



Fuente: Creado por el autor

El gráfico se realizó con base en las respuestas de la encuesta directa, pidiendo a los pacientes que dieran su opinión de su percepción individual del ambiente climatizado.

Se obtuvieron los datos siguientes:

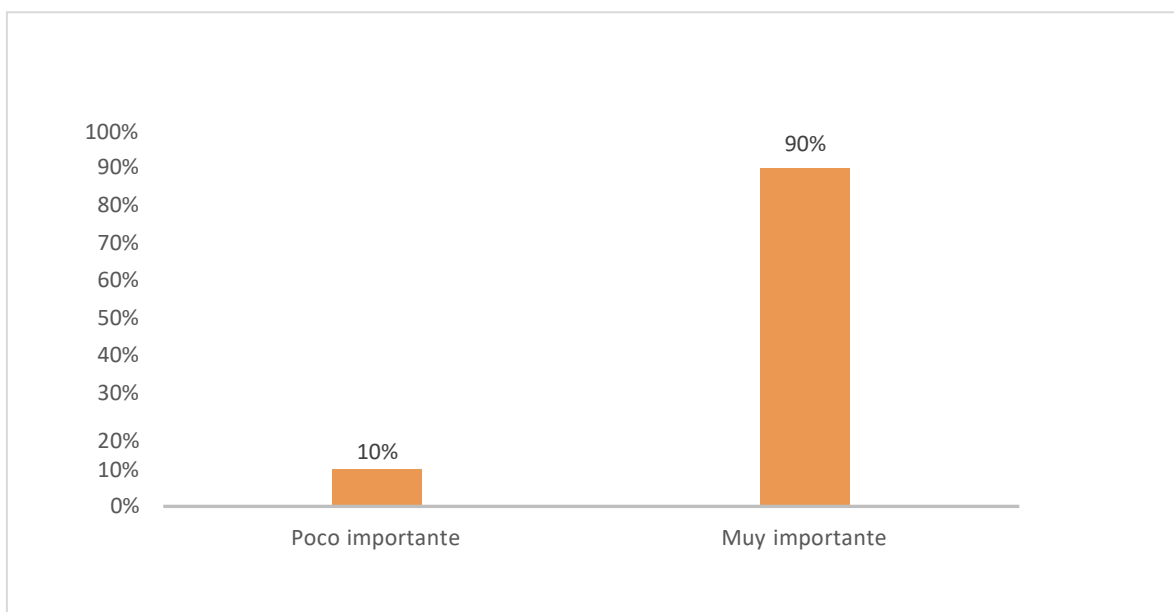
De los 29 pacientes entrevistados, el 10% de ellos cree que es agradable, sin embargo es notorio que el 65% piensa que la temperatura en la Sala de Espera sea la adecuada y que debe ser mejorada para garantizar su confort, puede arriesgarse a decir que el 25% que considera que es medianamente agradable apoyarían la idea de mejora en este aspecto.

También se realizó la pregunta: ¿Es importante que la temperatura de la Sala de espera sea confortable?, a lo que el 90% considera que la temperatura en un aspecto importante en la Sala de Espera y Recepción, y un 10% no le toma tanta importancia.

Como conclusión a las respuestas obtenidas en las encuestas se puede decir que la temperatura es un aspecto que necesita ser mejorado debido a que es considerado un aspecto de importancia para el confort de los pacientes, esto ayudó significativamente a conocer de qué manera es percibida la calidad en el servicio.

De la pregunta: ¿Es importante que la temperatura de la Sala de Espera sea confortable?, se generó el gráfico siguiente N°4.15.

Gráfico 4.16 Opinión sobre la importancia de la calidad de la climatización



Fuente: Creado por el autor.

Este gráfico muestra que el factor de la climatización de la Recepción y de la Sala de Espera es un factor importante para el confort, por lo tanto, se le debe de dar la importancia requerida a este punto.

Considerando que la climatización de la Sala de Espera y de Recepción es un factor importante para los pacientes de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, se justifica desarrollar un indicador de satisfacción del confort de la climatización que realizan los aires acondicionados de estas zonas, con el fin de buscar la mejora de esta carencia en el servicio al cliente.

Para el desarrollo de dicho indicador de satisfacción de los clientes en el uso del sistema de climatización, se debe de iniciar por definir el umbral del indicador. Araujo (2010) indica sobre este tema lo siguiente:

Los umbrales son puntos de referencia respecto de los cuales se puede comparar una medición. La Real Academia Española lo define como el “Valor mínimo de una magnitud a partir del cual se produce un efecto determinado”. En inglés comúnmente se utilizan términos, tales como threshold (el más literal) o benchmark (punto o nivel de referencia) para referirse al concepto. Desde el punto de vista de la gestión de calidad, se conoce como umbral del indicador el nivel de cumplimiento que separa la existencia o no de un problema de calidad (p.7).

Si puede inferir que los umbrales son puntos que sirven de referencia, para la toma de acciones con el o los objetivos de introducir, mejoras, por supuesto que no sustituyen los análisis con criterio científico y técnico de los encargados de la calidad.

Para definir el umbral para este indicador se utilizarán como referencia los valores de los porcentajes de la encuesta directa realizada a 50 pacientes, los valores de la encuesta directa están dado en porcentajes, estos son los más comunes, especialmente cuando se requiere que los indicadores midan proporciones del cumplimiento de algún proceso, que para nuestro caso es el grado de confort alcanzado de la climatización de la Sala de Espera y, de la Recepción de la Clínica de Radioterapia Siglo 21. Araujo (2010, p.9) indica lo siguiente:

Los umbrales pueden referirse a:

Valores puntuales: Cuando se define un punto de corte en términos absolutos, por ejemplo, un determinado porcentaje, o cierto promedio.

Sólo a modo de recomendación, para efectos de uniformar lenguaje, se propone aquí, la siguiente nomenclatura para adjetivar los grados de cumplimiento.

% de cumplimiento	Calificación
≥ 95%	Excelente
80-94%	Bueno
60-79%	Regular
40-59%	Menos que regular
0-39%	Pobre

Figura N° 4.12 Grados de cumplimiento

Fuente: Adaptado por el autor, de Araujo, (2010).

Indicador N°1, usado para medir el porcentaje de confort de la climatización de la Sala de Espera y de la Recepción.

N°	Objetivo estratégico	Tipo	Nombre indicador	Definición	Responsable	Meta	Periodicidad	Puntos de lectura	Nivel de referencia			Observaciones
									A mejorar	Estándar	Bueno	

Figura 4.13 Indicador para la medición del confort de la climatización de la Recepción y Sala de Espera

Fuente: Adaptado por el autor de: Enfoque Estratégico e Indicadores. Universidad Hispanoamericana.

Los porcentajes mostrados en este indicador permiten conocer si existe desfase del estándar, para tomar acciones y corregir la incongruencia hallada. La fórmula para calcular el porcentaje de este indicador (conocer el nivel de confort), es la siguiente:

$$\% = (\# \text{ de respuestas}) / (\# \text{ de encuestados})$$

4.2.15 Costos por mantenimiento correctivo de los aires acondicionados.

Se muestran los costos de mantenimiento correctivo de los aires acondicionados por el periodo: del 01 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.

No	Tipo aire acondicionado	Ubicación	N° de reparaciones	Costo
01	ducto	Recepción y Sala I	8	€850 000
02	“	Administración	7	€589 000
03	“	Tac	7	€610 000
04		Área Consolas de acelerador	7	€410 000
05	“	Búnker Acelerador	5	€350 000
06	Split	Cuarto de redes	6	€410 000
07	“”	Oficina de física	5	€350 000
08	“	Sala de juntas	4	€285 000
09	“	Oficina Técnica	5	€365 000
Costo total				€4 219,000

Figura N°.4.14 Costos por mantenimiento correctivo de un periodo de las unidades de climatización

Fuente: Creado por el autor

Por medio de la tabla N°4.14, es posible conocer los costos de mantenimiento correctivo (sin contar con un programa de mantenimiento preventivo), de los aires acondicionados en un periodo de 12 meses.

4.2.16 Costos por mantenimiento correctivo del enfriador de líquidos (chiller).

Se muestran los costos de mantenimiento correctivo del enfriador de líquidos, por el periodo: del 31 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017, costos incluyen refacciones y mano de obra

Elemento	Ubicación	N° de reparaciones	
Chiller	Bunkeres	01	
Detalle de costos			
Bomba para agua	Control automático	Mano de obra	Costo total
¢565 000	¢ 455 000	¢365 000	¢ 1 385 000

Figura N°.4.15. Costos por mantenimiento correctivo del enfriador de líquidos por un periodo de un año
Fuente: Creado por el autor.

4.2.17 Costos por mantenimiento correctivo de la losa de los bunkeres.

Elemento	Ubicación	N° de reparaciones	
Losa	Bunkers	01	
Detalle del trabajo realizado			
Pica total del revestimiento (2" de espesor) de la losa del bunker, repello y pintura			
Materiales			¢4 656 236
Mano de obra			¢2 328 764
Costo total			¢6 985 000

Figura N°.4.16 Costos por mantenimiento correctivo de la losa de los bunker.
Fuente: Creado por el autor

4.2.18 Costos por mantenimiento correctivo del techo de lámina metálica, de la Clínica.

Se evidencian los costos de mantenimiento correctivo del techo, por el periodo: del 31 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.

Elemento	Ubicación	N° de reparaciones	Costos
Techo	Área completa cubierta con lámina metálica	01	€4 050 000

Figura N°.4.17 Costos por mantenimiento correctivo del techo de Lámina metálica por un periodo de un año.

Fuente: Creado por el autor.

Es importante aclarar que el deterioro de la lámina metálica del techo se dio debido al descuido prolongado de más de cuatro años, lo que ocasionó severos daños a la cubierta de metal, de ahí la importancia de un programa de mantenimiento preventivo para la techumbre.

4.2.19 Costos por mantenimiento correctivo del sistema de recolección de las aguas pluviales de la Clínica.

Se muestran los costos de mantenimiento correctivo de las canoas y bajantes metálicos, por el periodo: del 31 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.

Elemento	Ubicación	N° de reparaciones	Costos
Techo	Perímetro completo de los techos	01	¢1 225 000

Figura N°.4.18. Costos por mantenimiento correctivo del sistema de recolección de las aguas pluviales por un periodo de un año

Fuente: Creado por el autor

4.2.20 Costos por mantenimiento correctivo de las tapias de concreto de la clínica.

Se muestran los costos de mantenimiento correctivo de las canoas y bajantes metálicos, por el periodo: del 31 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.

Elemento	Ubicación	N° de reparaciones	Costos
Tapias	Perímetro completo	01	¢2 875 000

Figura N°.4.20 Costos por mantenimiento correctivo de las tapias de concreto por un periodo de un año.

Fuente: Creado por el autor

4.2.21 Costos por mantenimiento correctivo de las paredes de la Clínica.

Se indican los costos de mantenimiento correctivo del total de las paredes internas de la Clínica, por el periodo: del 31 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.

Elemento	Ubicación	N° de reparaciones	Costos
Paredes internas	Área total de las paredes	3	₡7 875 000

Figura N°4.21 Costos por mantenimiento correctivo del total de las paredes internas por un periodo de un año

Fuente: Creado por el autor

Se debe de recordar que el programa de mantenimiento preventivo incluye los equipos periféricos y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, por lo que las paredes se incluyen en tal programa debido a que éstas son parte inherente del buen funcionamiento de facilidades y equipos, ya que en muchas paredes se hallan instalados controles para temperatura de los aires acondicionados, lámparas, interruptores eléctricos, entre otros.

En las paredes el abandono provocó daños importantes en los repellos y pintura de las paredes por lo que requirió de importantes reparaciones.

4.2.22 Costos por mantenimiento correctivo de los sanitarios de la Clínica.

Se señalan los costos de mantenimiento correctivo de los sanitarios, por el periodo: del 31 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.

Elemento	Ubicación	N° de reparaciones	Costos
Sanitarios	Baños	7	₡1 895 000

Figura N° .4.22 Costos por mantenimiento correctivo, por un periodo de un año, de las paredes internas

Fuente: Creado por el autor.

Se debe de aclarar que los mantenimientos correctivos mencionados fueron requeridos debido al abandono de estos equipos y facilidades, por la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo y no debido a que los equipos hayan cumplido su vida útil, referente a los edificios varios autores mencionan una vida útil de 50 a 80, años dependiendo de factores como clima, uso entre otros, pero no dejándolos a la libre, sino que cumplimiento con un programa de mantenimiento preventivo, Mora (2005), indica lo siguiente:

En general las edificaciones plantean una expectativa de vida aproximada a los 50 y 75 años luego de los cuales requieren para su sobrevivencia una intervención general. Esta resultará necesaria en relación del edificio que se trate y su función, su uso y también el mantenimiento que de él se haya hecho a lo largo de su vida. Si esa rehabilitación integral no se realiza, por lo general el edificio que ha sufrido el deterioro progresivo y permanente del tiempo producto de las variaciones climáticas o que ha recibido las influencias de los cambios a que ha sido sometido su entorno inmediato o él mismo (pag.20).

Queda en clara evidencia que los daños severos que sufrieron la losa, las paredes, los techos de metal, entre otros no es debido a que hayan alcanzado la vida útil ya que el edificio de la Clínica no cuenta con veinte años de construcción.

4.2.23 Costos totales por mantenimiento correctivo, de los equipos periféricos y facilidades dela Clínica de Radioterapia Siglo 21, por el periodo: del 31 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.

Elemento o sección	Costo unitario de cada grupo	Costo total
--------------------	------------------------------	-------------

Sistema de recolección de las aguas pluviales	Ø1 225 000	
Enfriador de líquidos (chiller)	Ø2 850 000	
Techo de lámina metálica	Ø3 150 000	
Aires acondicionados	Ø2 990 000	
Tapias de concreto	Ø2 875 000	
Losas de bunkeres	Ø3 185 000	
Paredes internas	Ø3 332 000	
Sanitarios	Ø1 050 000	
	Costo total	Ø20 668 000

Figura N°.4.23 Costos totales por mantenimiento correctivo de partes Estructurales, equipos periféricos y misceláneos.
Fuente: Creado por el autor.

En esta tabla se muestran los costos totales del mantenimiento correctivo, por el periodo: del 31 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017, se debe de aclarar que estos egresos se dieron en ausencia de un programa de mantenimiento preventivo para las estructuras, equipos periféricos y, los misceláneos de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

CAPÍTULO V
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1. DESCRIPCIÓN.

Tomando en cuenta los resultados expuestos en el capítulo IV, es evidente que se requiere de un cambio de cultura, tanto en el departamento de Administración, como en el departamento de Mantenimiento, pero el encargado del departamento de Mantenimiento, señor Luis Chacon, debe ser el responsable de generar la búsqueda de este cambio de cultura, hacia un nuevo paradigma de la gestión del mantenimiento en el departamento de Mantenimiento.

Por lo anterior, en este capítulo, se realiza una propuesta para el departamento de Mantenimiento del Centro Médico, ésta es básicamente desarrollar un sistema de la gestión del mantenimiento.

5.1.1. Diseño de lineamientos para el sistema de mantenimiento preventivo

5.1.2. Lineamientos de un sistema de mantenimiento preventivo

En la figura de la página siguiente, se muestran los lineamientos de un sistema de mantenimiento preventivo, por medio de este sistema se puede lograr la implementación de un sistema de la gestión del mantenimiento, estos lineamientos son concepciones de la filosofía universal del mantenimiento, en la siguiente figura N°5. Se muestra esquemáticamente la estructura para el sistema de la gestión del mantenimiento propuesta para la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

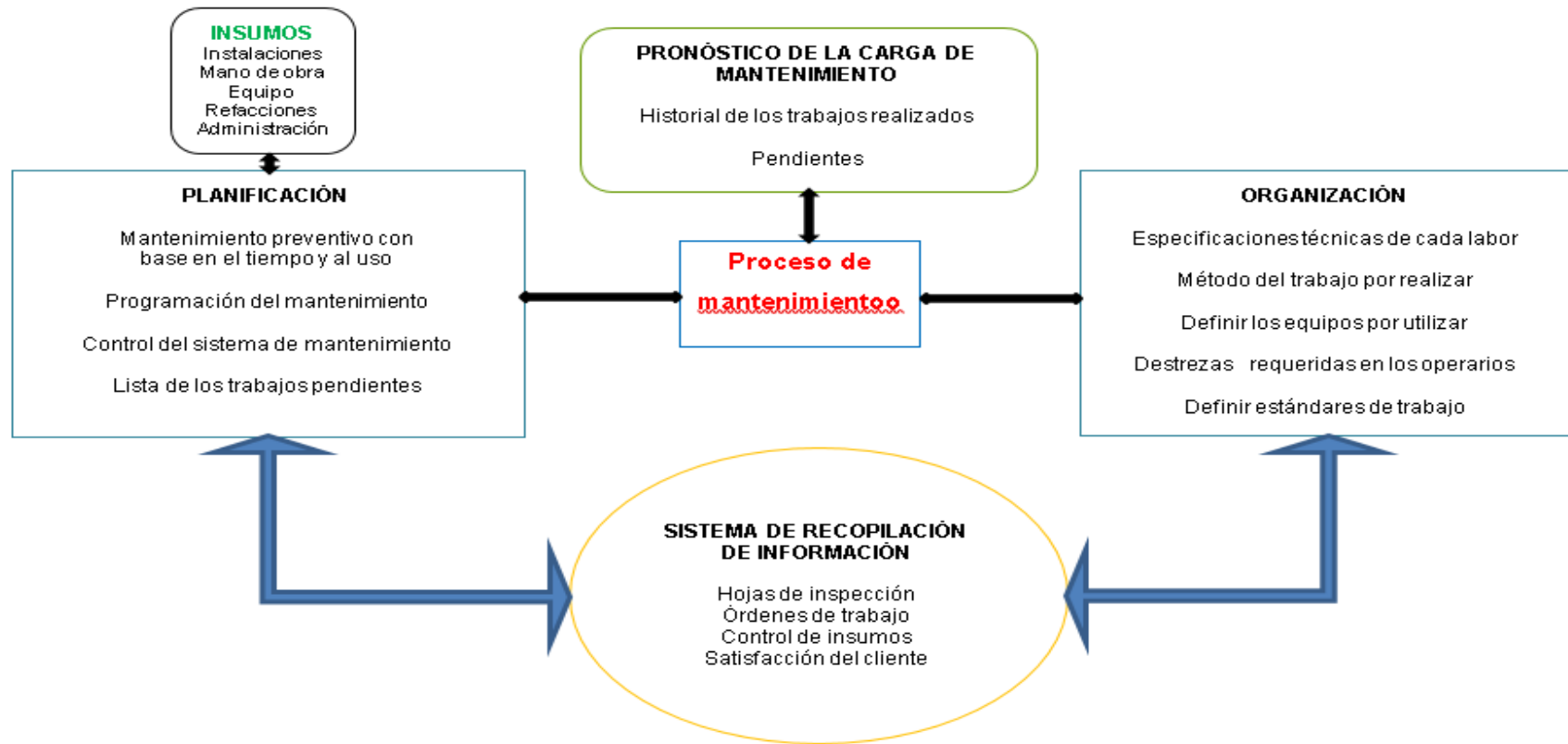


Figura N°5.1

Diagrama para la gestión de mantenimiento propuesto

Fuente: Creado por el autor, con base en el marco teórico.

El principal alcance de la presente investigación radica en el mejoramiento de la Administración del Mantenimiento de las instalaciones y de las facilidades del Centro Médico de Radio Terapia Irazú.

5.1.3. Proceso de diseño

El concepto de la Administración del Mantenimiento puede ser obtenido por medio de los siguientes pasos:

1. Establecer un programa de mantenimiento preventivo, el cual pueda llenar a cabalidad todas las necesidades de mantenimiento de las instalaciones y de las facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, siempre y cuando se implemente el plan de mantenimiento. Para lo anterior, se hace necesario:
 - a. Enumerar todos los elementos o partes de un edificio que requieran inspección. Para esto, se requiere realizar una inspección detallada de todas las estructuras metálicas y de concreto, revisión de techos, paredes, y de todos los elementos eléctricos como tomas, cajas de potencia, sistemas hidráulicos, sistemas de aire comprimido y otros.
 - b. Elaborar un estudio técnico de cada uno de los elementos a los cuales se les debe de prestar mantenimiento. Se debe levantar un registro del equipo como marca, potencia, voltaje, y otros; es decir, por ejemplo: en cuanto a las bombas del agua, del enfriador de líquidos (chiller), se debe tener en documentos la vida útil de éstas, las recomendaciones de mantenimiento que da el fabricante y contar con el criterio técnico de profesionales en mantenimiento de bombas.

- c. Se debe levantar un archivo técnico con todos los elementos que sufran daños o averías más seguido, con el fin de autoalimentar al sistema de mantenimiento preventivo, este historial permite elaborar una historia de los elementos y así conocer la periodicidad de fallas.
 - d. Cuando se trate con elementos de mayor cuidado y conocimiento técnico para su uso y operación, como por ejemplo, de centros de carga o de paneles eléctricos o controles automatizados para el control de bombas para agua, estos se deben codificar mediante etiquetas por medio de las cuales se puedan identificar claramente, estos códigos no se exigen en los demás elementos, pero para todas las salidas eléctricas y de red o teléfonos sí son requeridos, con el propósito de localizar su posición en el centro de carga o en el rack de la red o en la central telefónica.
 - e. Confeccionar hojas de trabajo. Estas deben de ser utilizadas como una solicitud de trabajo funcionan como un documento de planeación y un registro histórico, por lo tanto, se debe tener cuidado al elaborar la orden de trabajo, también, se deben elaborar las hojas de inspección y los manuales de mantenimiento preventivo.
2. Cuando se hayan completado los pasos anteriores, se deberá establecer, con base en las hojas de inspección y los manuales de mantenimiento preventivo un documento general llamado hoja de supervisión, en la cual se tienen que detallar las tareas de mantenimiento que debe de supervisar el encargado.

3. Establecer con base en un criterio técnico y en los planos de los edificios y de los manuales del fabricante de las facilidades, la cantidad de elementos de mantenimiento que se deban mantener en bodega para el uso de cada clínica.
4. Estructurar los cronogramas de servicio, en donde debe indicarse con claridad los tiempos y las áreas donde se realizarán determinadas funciones; tomando como base las frecuencias establecidas en el programa de mantenimiento preventivo.
5. Cuantificar el costo anual de mantenimiento preventivo, éste se obtiene multiplicando el costo unitario por mantenimiento preventivo, (es decir, el costo por cada visita) por la cantidad de visitas efectuadas durante el año.
6. Diseñar los documentos que faciliten la administración del mantenimiento, para la elaboración de estos, se requiere del criterio técnico y experiencias de todos los participantes en las labores de mantenimiento.
7. Solicitar cotizaciones a empresas de mantenimiento para establecer un presupuesto de los costos anuales de mantenimiento, con el fin de realizar una proyección de los costos del mantenimiento en periodos anuales y mensuales.
8. Se debe establecer un proceso de sustitución del actual sistema de mantenimiento, para esto se requiere de realizar reuniones con todos los departamentos que se involucren en este cambio del sistema de mantenimiento.

9. Finalmente, se tiene que poner en marcha el nuevo sistema de mantenimiento preventivo, siempre y cuando la administración de la empresa esté anuente en realizar los cambios. Se debe de dar capacitación a los integrantes del departamento de Mantenimiento para que estén en capacidad de ejecutar las nuevas directrices y para minimizar la resistencia al cambio.

5.1.4. Programa de mantenimiento preventivo

La definición de herramientas técnicas de mantenimiento se debe efectuar en concordancia con lo establecido en la filosofía del mantenimiento preventivo; es lo primero para implementar este programa, según se establece a lo largo del marco teórico expuesto, recuérdese que el inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones incluyendo todas las piezas importantes, de un sitio, propiamente de elementos electromecánicos, hidráulicos, estructurales y otros similares, ésta se elabora con fines de identificación.

Enumerar todos aquellos elementos que requieren inspección, recuérdese que la filosofía del mantenimiento moderno no solo apunta al mantenimiento de equipos de alta tecnología, aunque éste es el concepto más generalizado, el mantenimiento es una filosofía que ,también, comprende a las instalaciones y a las facilidades que se hallan en éstas y que sin el buen desempeño de las últimas sería imposible el logro de que estas máquinas sean productivas, en la gestión del mantenimiento es de suma importancia tener acceso a los datos técnicos de la mayor cantidad posible de elementos de las instalaciones y de las facilidades, para lo anterior se debe de elaborar una carpeta con todos los datos técnicos.

Se debe elaborar una hoja de inventario de todo el equipo en el que se muestre la identificación de este, la descripción de la instalación, el lugar en donde se ubica, su importancia y la prioridad con la que éste debe recibir atención técnica, de tal forma, es posible conocer los elementos existentes en áreas específicas de las instalaciones y se puede dar, también, una pronta ubicación de elementos de cierta importancia y localizarlos para su revisión o mantenimiento en alguna necesidad especial.

Lo anterior, persigue la finalidad de conocer la cantidad y ubicación de elementos que pueda generar daños o perjudicar la libre y continua operación de las maquinarias de producción, o que también, atente contra la calidad de los servicios prestados, no se debe olvidar que, para lograr estos puntos se requiere realizar el pronóstico de la carga de trabajo del mantenimiento de las instalaciones y de las facilidades, la cual se define en función de la edad del edificio y de los elementos, el nivel de su uso, la calidad del mantenimiento, los factores climáticos y los conocimientos técnicos de los operarios.

Este pronóstico de mantenimiento es requerido para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia. Sin este pronóstico no se pueden lograr muchas de las funciones de mantenimiento ni tampoco la buena imagen de la empresa, según la revisión de los planos constructivos, de las observaciones efectuadas en las instalaciones, y de las consultas realizadas, los elementos eléctricos por ser inspeccionados y sus respectivos periodos de inspección.

Estos periodos de inspección se definieron con base en las consultas realizadas a técnicos e ingenieros en mantenimiento, estos periodos no son establecidos como definitivos, sino que son estimados de recomendaciones para el inicio del programa de mantenimiento preventivo, así que estos tiempos podrán ser mayores o menores dependiendo de la información que retroalimente el sistema de gestión del mantenimiento.

El fin de estas inspecciones es generar información útil y actualizada del estado físico de los elementos listados. Con los datos arrojados con esta inspección, el encargado de mantenimiento decidirá con base en criterios técnicos si realiza un ajuste, reparación o cambio del o de los elementos que así lo requieran, esto, según las indicaciones del Manual de Procedimientos de Mantenimiento, en las siguientes figuras de la figura N°5.2 A la figura N°5.4, se muestran los elementos eléctricos, mecánicos y estructurales.

Elementos eléctricos a ser inspeccionados	Periodo en meses
Paneles de control de las bombas	02
Ductos y canaletas expuestas	02
Interruptores de iluminación	02
Centro de carga principal	04
Interruptor de acometida	24
Extractores y abanicos	02
Luminarias en general	02
Luces de emergencia	01
Tomas telefónicos	02
Tomas de 120V	02
Tomas de 220V	02
Tomas de red	02

Figura N°5.2 Elementos eléctricos a ser inspeccionados

Fuente: Creado por el autor, con base en observación en las Instalaciones de la Clínica de Radioterapia Siglo 21

En la siguiente figura N°5.3, se muestran los elementos mecánicos que deben ser inspeccionados.

Elementos mecánicos que inspeccionar	Periodo en meses
Tomas del agua de los inodoros	03
Accesorios de los inodoros	04
Cacheras de los lavatorios	03
Llave del agua principal	04
Piletas y fregaderos	04
Ceniceros y sifones	03
Llaves de las pilas	04
Cajas de registro	03
Tanque del agua	06
inodoros	03

Figura N°5.3. Elementos mecánicos a ser inspeccionados

Fuente: Creado por el autor, con base en observación en las Instalaciones de la Clínica de Radioterapia Siglo 21

En la figura N°5.4, se muestra los elementos estructurales por ser inspeccionados.

Elementos a ser inspeccionados	Periodo en meses
Impermeabilización de las losas	12
Cielos rasos internos y externos	04
Pintura de todas las paredes	03
Pintura de los techos	06
Puertas y accesorios	06
Canoas y bajantes	06
Pisos cerámicos	03
Gradas metálicas	06
Ventanales	04
Parqueos	04
Rodapiés	06

Figura N°5.4. Elementos estructurales por inspeccionar

Fuente: Creado por el autor, con base en observación en las Instalaciones de la Clínica de Radioterapia Siglo 21

En la figura N°5.5, se enlistan los elementos estructurales por ser revisados.

Elementos a ser inspeccionados	Periodo en meses
Portones metálicos	04
Bombas para agua	03
Cortinas metálicas	06
Alfombras	04
Persianas	02

Figura N°5.5. Elementos varios por inspeccionar.

Fuente: Creado por el autor, con base en observación en las Instalaciones de la Clínica de Radioterapia Siglo 21

En las figuras de la N°5.6 a la N°5.10, se aprecian los elementos que deberán incluirse en el programa de mantenimiento preventivo; también se han especificado los periodos para realizar las inspecciones, las cuales se deben de incluir en el programa de mantenimiento preventivo.

Es importante recordar que el principal propósito de las inspecciones es obtener

información útil acerca del estado de una pieza, elementos de un edificio o equipo, o inclusive de un sistema técnico de mayor complejidad. La función al realizar las inspecciones es recopilar información sobre indicadores que serán de utilidad para alimentar el programa de mantenimiento preventivo, dentro de estos indicadores se puede mencionar: desgastes de partes, lecturas o mediciones de parámetros de tolerancias mecánicas y eléctricas, desplazamiento de piezas, vibraciones, derrames de lubricantes y de agua, agrietamientos, y de la calidad de los trabajos realizados.

En las siguientes figuras: N°5.6,... N°5.8, se pueden apreciar los documentos para la recolección de los datos de los elementos eléctricos, mecánicos, estructurales y de varios de la clínica, antes de iniciar el uso del nuevo modelo de mantenimiento, pues con la información recolectada en el sitio permitirá trazar un diseño más real al conocer los elementos en el lugar.

Figura N°5.6. Ficha: Información técnica de elementos del sistema hidráulico de la clínica Fuente:

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
Ficha de información técnica de elementos
Datos técnicos del sistema hidráulico
Llave de paso principal (tamaño, tipo)
Cajas de registro (ubicación, tamaño)
Llaves de lavatorios (tamaño y tipo)
Tanque del agua (volumen, tipo)
Llaves de abasto (tamaño y tipo)
llaves de chorro (tipo, tamaño)
Piletas (ubicación y tamaño)
Lavatorios de baños (tipo)

Fuente: Creado por el autor, con base en observación en las Instalaciones de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
Ficha de información técnica de elementos				
Datos generales				
Datos técnicos del sistema eléctrico				
Elemento				
Centro de carga	<input type="checkbox"/> CH	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> SD	<input type="checkbox"/> OTRO
Tipo de tablero	<input type="checkbox"/> CH	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> SD	<input type="checkbox"/> OTRO
Estado de los cables y conexiones				
Voltajes y corrientes de las líneas de la acometida				
Cantidad de extensiones telefónicas				
Cantidad de extensiones de red				

Figura N°5.7. Ficha: Información técnica de elementos eléctricos de la clínica.

Fuente: Creado por el autor, con base en observación en las Instalaciones de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			
Ficha de información técnica de elementos			
Datos generales			
Paredes exteriores:	concreto ()	Yipsump ()	Fifrolit ()
Paredes interiores:	concreto ()	Yipsump ()	Fifrolit ()
Cielo raso interno:	Madera()	Fibrolit ()	Suspendido ()
Cielo raso externo:	Madera()	Fibrolit ()	Suspendido ()
Cortinas de metal			
Portones de metal			
Puertas			
Techo:			
Pisos:			
Otros:			

FiguraN°5.8 Información técnica de elementos del sistema hidráulico de la clínica

Fuente: Creado por el autor, con base en observación en las Instalaciones de la Clínica de Radioterapia Siglo 21

Hasta este momento, se han definido los elementos de la Clínica que deben ser inspeccionados, tanto en la sección eléctrica como en la sección mecánica e hidráulica, estructural y en varios, ahora siguiendo el proceso del nuevo diseño, debe de procederse a formar las hojas de inspección y de los manuales de mantenimiento.

En el marco teórico quedó definido que las hojas de inspección son aquellos documentos por los cuales se enumeran y codifican las inspecciones y dan al operario encargado de realizar las labores la debida indicación para orientarlo en sus funciones, se debe comprender que estas inspecciones buscan definir los criterios en profundidad y el alcance que se busca con éstas, por lo que se definen cinco acciones a ser efectuadas, éstas se presentan en la tabla N°5.9.

Código	Detalle
I	Reportar los aspectos generales detectados en la inspección
L	Limpieza del elemento la forma se define en el manual, según cada elemento
A	Ajuste del elemento o de algunas de sus piezas
R	Reparación del elemento el manual define cómo hacerlo
S	Sustituir el elemento o una de sus piezas

Figura N° 5.9. Acciones a ser efectuadas

Fuente: Creado por el autor, con base en observación en las Instalaciones de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

Se puede observar en la tabla N°5., de qué trata cada acción, se debe tener presente que cada una de éstas puede variar de una inspección a otra, por lo que es importante ampliar el concepto de las orientaciones indicadas.

Informar: esta acción es la más importante, pues por medio de esta operación el operario se halla en la obligación de realizar un informe, a pesar de que todo lo revisado esté en perfecto estado, se debe definir la forma como ha de escribirse el informe, en caso de que se realicen mediciones, se requiere que el informe incluya tipo de aparato, porcentaje de error del aparato, hora, temperatura ambiente, humedad, escala utilizada, unidades de medición, magnitud utilizada y cualquier otro parámetro que el operario considere de importancia para el informe, por supuesto que estos parámetros son requeridos solamente para casos específicos, donde quedó probado que se requiere de tales datos.

Limpiar: se debe de definir con claridad el tipo de limpieza que requiere cada elemento; por ejemplo, si se puede o no utilizar algún solvente, si solo es con agua y jabón, si simplemente es sacudir y limpiar con una servilleta.

Ajustar: para completar esta operación, se deben contar con los datos técnicos del fabricante. De lo contrario, se deberá ejecutar un análisis para realizarlo, éste puede ser un simple ajuste de tuercas o tornillos o puede que se requiera algún equipo en especial.

Reparar: en este apartado, se debe contemplar cualquier reparación, ya sea soldadura, pintura, enderezado, y otros; seguir empleando el mismo elemento que

presenta la avería, sin que deje de mantener su estándar de utilización.

Sustituir: lo que se indica es que el elemento debe ser sustituido, en parte (uno de sus componentes) o totalmente (todo el elemento), no se debe confundir el término sustituir con el término reparación, puesto que en la reparación puede existir el insumo de algún producto o componente.

Con la definición de las acciones, se logra determinar hasta dónde debe llegar el operario. Por ejemplo: si una luminaria de emergencia se halla dañada, el operario puede decidir si carga la batería o si la reemplaza, ambas acciones son correctas, pero si la orientación no incluye ninguna de estas dos acciones, entonces, el operario deberá de ejecutar una orden de trabajo, este documento se halla anexado al final del texto.

Se han presentado algunos métodos para el control del mantenimiento y la mejora continua, con el empleo de herramientas técnicas para el proceso del programa de mantenimiento preventivo.

La integración y utilización de estas herramientas, y el disponer de datos exactos son fundamentales para lograr la mejora.

Las siguientes tres figuras, N°5.10 hasta la N°5.12, mostradas en las páginas siguientes son las hojas de inspección propuestas para tener un control escrito de las condiciones eléctricas, mecánicas y estructurales de las instalaciones y de las

facilidades.

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
HOJA DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO						
SECCIÓN: SISTEMA ELÉCTRICO GENERAL						
Elemento	A	B	C	D	E	Nota
A: Informar la situación detectada B: Limpieza general del elemento C: Ajuste del elemento y/o sus partes D: Reparación del elemento E: Cambio o sustitución del elemento					Fecha del servicio Duración del servicio (horas) Ordenes de trabajo (s/n):	
Nombre del operario que ejecuta						
<hr/> Firma Cédula						

Figura N°5.10 Hoja de inspección del sistema eléctrico

Fuente: Creado por el autor.

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
HOJA DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO						
SECCIÓN: SISTEMA ELÉCTRICO GENERAL						
Elemento	A	B	C	D	E	
A: Informar la situación detectada B: Limpieza general del elemento C: Ajuste del elemento y/o sus partes D: Reparación del elemento E: Cambio o sustitución del elemento					Fecha del servicio Duración del servicio (horas) Ordenes de trabajo (s/n):	
Nombre del operario que ejecuta						
<hr/> Firma Cédula						

Figura N°5.11 Hoja de inspección del sistema mecánico.

Fuente: Creado por el autor.

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
HOJA DE INSPECCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES						
SECCIÓN: SISTEMA ELÉCTRICO GENERAL						
Elemento	A	B	C	D	E	
A: Informar la situación detectada B: Limpieza general del elemento C: Ajuste del elemento y/o sus partes D: Reparación del elemento E: Cambio o sustitución del elemento					Fecha del servicio Duración del servicio (horas) Ordenes de trabajo (s/n):	
Nombre del operario que ejecuta						
<hr/> Firma Cédula						

Figura N°5.12 Hoja de inspección de los elementos estructurales

Fuente: Creado por el autor.

En estas hojas de inspección se debe de incluir los datos solicitados que se muestran en la siguiente figura N°5.13

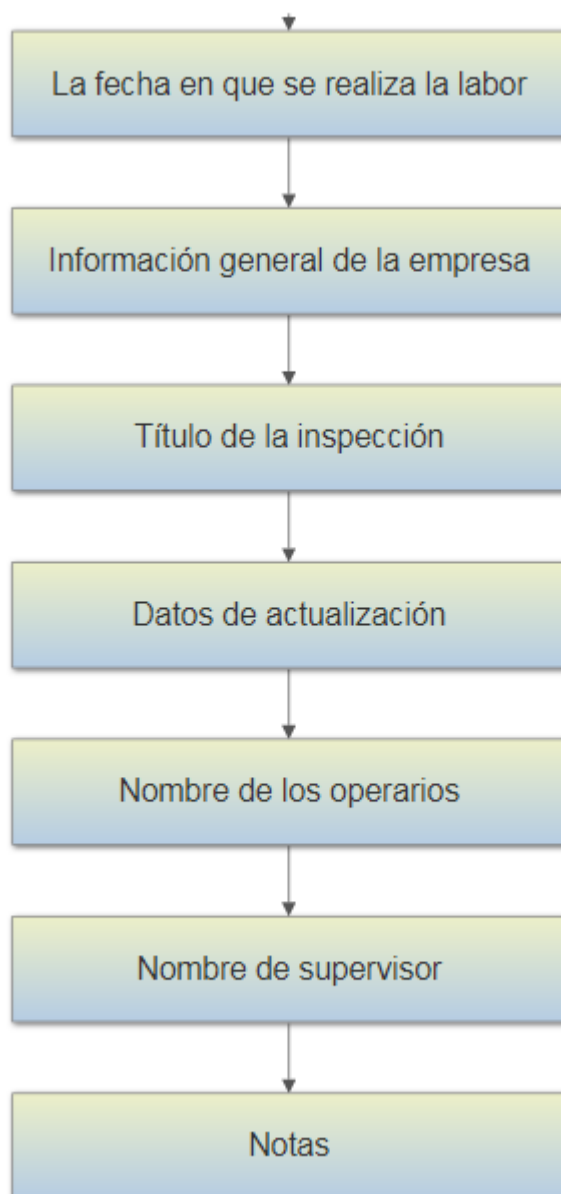


Figura N°5.13. Información general que debe de ser incluida en las hojas de inspección.

Fuente: Creado por el autor, con el programa

Un punto de suma importancia de las hojas de inspecciones es que se deben establecer como requisito para el respectivo pago por las labores ejecutadas, es decir, para poder tramitar la solicitud de pago se debe adjuntar esta hoja con el visto bueno del encargado de mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21; de lo contrario, el pago no se realizará, de esta forma se obliga al contratista a efectuar el trabajo hasta que éste quede en el estado pactado.

Anteriormente, se estableció que las orientaciones varían de una inspección a otra; precisamente tales variaciones hacen que una inspección tenga más trabajo o un mayor alcance que la otra, éstas son las que hacen necesario el establecimiento de procedimientos, los cuales enmarquen exactamente en qué debe consistir cada alcance de la inspección, esto no es otra cosa que lo que se ha denominado como manuales de mantenimiento preventivo, los cuales deben ejecutarse paso a paso.

En la figura N°5.14, se muestra parcialmente la forma como debe presentar este documento

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21				
Manual de mantenimiento preventivo				
PARTE:	Centro de Carga Principal	Código	EL-001	
Especialidad	Frecuencia	Duración	Operarios	Descripción
Eléctrica	06	30 Min	01	Limpiar con brocha, o soplador, resocar los tornillos, hacer lectura de los voltajes, y de las corrientes, revisar la rotulación

Figura N°5.14 Estructura básica de un manual de mantenimiento preventivo

Cada manual debe incluir información general como la siguiente:

Cada manual debe incluir información general como la mostrada en la figura N° 5.14.

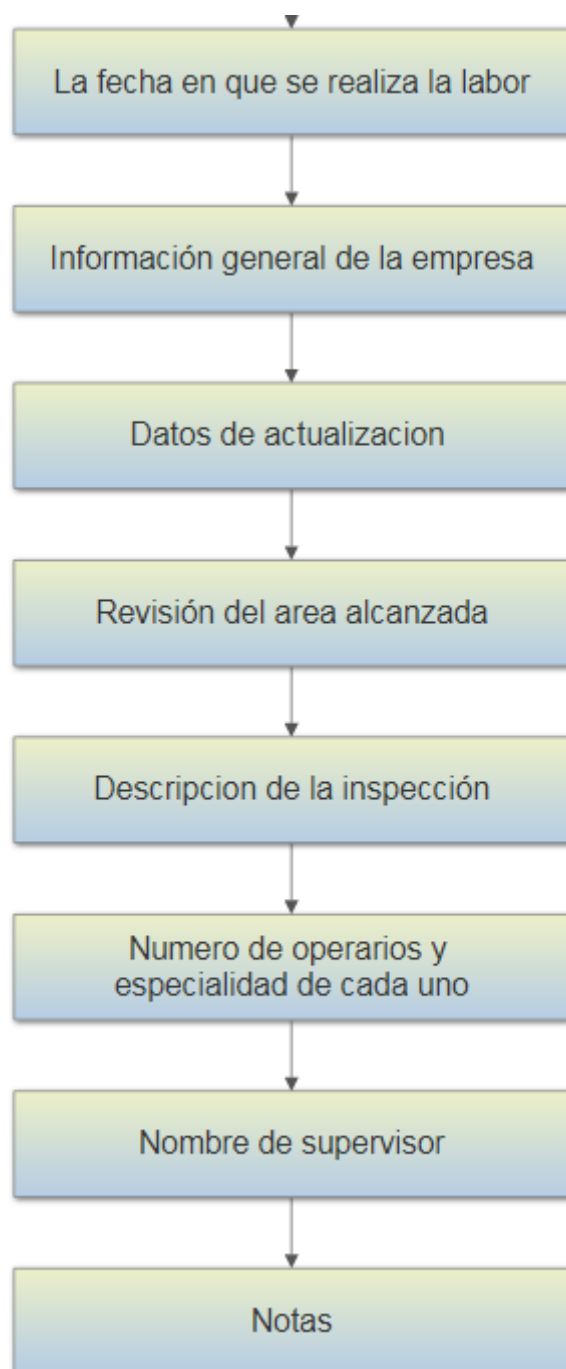


Figura N°515.Informacion general que se debe de incluir en los manuales de mantenimiento
Fuente: Creado por el autor.

Hasta se tiene prácticamente listo el programa de mantenimiento preventivo, éste será la base sobre el cual operará el nuevo sistema de mantenimiento de las instalaciones y de las facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

A continuación, se tiene que cimentar esta base con las fases siguientes del diseño.

5.1.5 Programa de supervisión (Herramientas de supervisión)

Las herramientas técnicas, hojas, manuales, y otros, determinan qué debe ser inspeccionado, y cómo se debe de realizar la inspección, debido a esto la empresa se ve obligada a velar por las labores que realiza el contratista. Para lo anterior, se debe de diseñar un documento general llamado Hoja De Supervisión (figura #12), donde estén enumerados los elementos previstos para el mantenimiento cuyo estado debe verificar el encargado de la empresa.

Este documento funcionará como una lista de revisión, claro está que la supervisión se limitará a revisar, valorar y reportar, sobre este tema, cabe recalcar que la existencia de tal figura obedece a la necesidad de crear un lazo entre la empresa y el proveedor, que garantice los intereses, responsabilidades y obligaciones de cada quien.

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
HOJA PARA SUPERVISIÓN DE MANTENIMIENTO		Fecha_____
Supervisor_____		
Contratista_____		
Elemento	Labor efectuada	Responsable
Nota		

Figura N°5.15. Hoja para la supervisión de las labores de mantenimiento.

Fuente: Creado por el autor.

En la figura N°5.15, se puede observar, la hoja de supervisión propuesta, en cada una de éstas se debe anotar la siguiente información:

- Datos generales de la empresa, datos de actualización y revisión, y el área que alcanza.
- El nombre de la clínica a la cual corresponde la supervisión, los nombres del responsable de la empresa, el nombre del contratista, la fecha cuando se ejecutó la supervisión.
- La lista de los elementos en los que se lleva a cabo el mantenimiento, su frecuencia o periodo cuando se deben de realizar los mantenimientos, la marca de seguimiento y un espacio para las observaciones.
- Encabezado del documento para la hoja de inspección.

5.1.6 Cronogramas de los servicios por ejecutar

Todos los elementos de mantenimiento que serán sujetos del sistema de mantenimiento, exceptuando los que se consideren como elementos varios, tienen períodos pares, por lo que entre una visita y otra visita para una de esas inspecciones pueden pasar dos meses, cuatro meses, seis meses e inclusive doce meses. Con esto, se logra que varias inspecciones se realicen en una misma visita. A continuación, se muestra una matriz de distribución de inspecciones.

Mes	S. Eléctrico. Frec: 6	S. Mecánico Frec: 6	S. Mecánico Frec: 2	S. Mecánico Frec: 1	S. Mecánico Frec: 0.5	S. Estructural Frec: 3	S. Estructural Frec: 2	S. Estructural Frec: 1	S. Estructural. Frec: 0.5
Enero	X	X				X			X
Febrero									
Marzo	X	X			X		X		
Abril									
Mayo	X	X	X			X			
Junio									
Julio	X	X		X					
Agosto									
Septiembre	X	X				X	X		
Octubre									
Noviembre	X	X	X					X	
Diciembre									

Figura N°5.17. Matriz de distribución de inspecciones por año

Fuente: Creado por el autor

Se puede apreciar que cada elemento recibirá la frecuencia de visitas debidas a la naturaleza de sus funciones y necesidades específicas, por lo que no en todas las visitas se cumplirán las mismas funciones, también, se aprecia que existen algunos meses en los que no se realizará ninguna actividad.

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en (o se restablece a) un estado en el que puede realizar las funciones designadas, es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa.

Las inconsistencias en la operación del equipo de producción, del mantenimiento de los edificios y de las facilidades que se hallan en éstas, dan como resultado una variabilidad excesiva en el producto; en consecuencia, ocasionan una producción y mantenimiento defectuosos.

Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo y las instalaciones donde se hallen estos se deben mantener en óptimas condiciones de funcionamiento, lo cual se logra mediante acciones oportunas de mantenimiento.

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común, el mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción.

La meta principal de un sistema de mantenimiento preventivo es elevar al máximo la eficiencia de los equipos y de las instalaciones para así lograr eficiencia y eficacia de la organización, estos programas buscan reducir al mínimo el paro en los equipos productivos y aumentar la vida útil de estos y de los edificios.

Desde hace mucho tiempo se ha tomado en cuenta el papel de los sistemas de mantenimiento en las empresas manufactureras, sin embargo, es claro que las funciones del mantenimiento, también, son esenciales en las empresas de servicios como hospitales, clínicas, bancos, instituciones educativas y tiendas de departamentos, en los edificios se requiere el mantenimiento de esas instalaciones, pues éstas son necesarias para lograr los objetivos de ser de cada organización.

5.1.7 Hojas de inspección

Serán establecidas hojas de inspección para evaluar el nivel de presencia de daños potenciales y de daños existentes en las instalaciones y facilidades; para esto, se utilizarán las hojas de inspección de los elementos eléctricos, mecánicos y estructurales. Ejemplo de estas hojas se ofrece en la figura N°5.14.

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
HOJA DE INSPECCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES						
SECCIÓN: SISTEMA ELÉCTRICO GENERAL						
Elemento	A	B	C	D	E	
A: Informar la situación detectada B: Limpieza general del elemento C: Ajuste del elemento y/o sus partes D: Reparación del elemento E: Cambio o sustitución del elemento					Fecha del servicio Duración del servicio (horas) Ordenes de trabajo (s/n):	
Nombre del operario que ejecuta						
<hr/> Firma Cédula						

Figura N°5.18. Ejemplo de una Hoja de inspección

Fuente: Creado por el autor

5.1.8 Orden de trabajo

También, se establecerán las órdenes de trabajo, un sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la columna vertebral de una sólida administración del mantenimiento; significa coordinar la demanda del mantenimiento y los recursos disponibles para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia.

Un sistema eficaz de operación y control debe ser incorporado al sistema de mantenimiento preventivo-correctivo de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, y contar con los siguientes elementos:

1. Definir la demanda de mantenimiento (es decir, qué trabajo tiene que hacerse y cuándo).
2. Recursos de mantenimiento (es decir, quién hará el trabajo y qué materiales y herramientas se requieren).
3. Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo.
4. Normas de rendimiento y calidad (es decir, cuánto tiempo se requerirá para hacer un trabajo y las especificaciones o estándares del trabajo).
5. Retroalimentación, monitoreo y control (es decir, el sistema debe generar información y reportes para el control de la calidad y la condición de las instalaciones y las facilidades. También, se requiere de un mecanismo por medio del cual se recopilen datos y se logre un seguimiento regular para la retroalimentación y el control).

El sistema de órdenes de trabajo es el vehículo para planear y controlar el trabajo de

mantenimiento. También, proporciona la información necesaria para vigilar e informar sobre el trabajo de mantenimiento. Una de las metas que deben alcanzarse para el programa de mantenimiento es la implementación de las órdenes de trabajo y del control de las actividades de mantenimiento.

Primeramente, se tiene que efectuar la planeación y no se debe olvidar el control del trabajo de mantenimiento. Este se debe realizar mediante un sistema eficaz de órdenes de trabajo. Cada una tiene que detallar las instrucciones escritas para el trabajo por desarrollar. Y debe ser llenada para todos los trabajos. Para nuestro caso concreto será llamada orden de trabajo, por medio de éstas, se lograrán los siguientes puntos:

1. Solicitar por escrito el trabajo que van a realizar los contratistas en las instalaciones del Centro Medico de Radio Terapia Irazú y facilidades.
2. Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.
3. Reducir los costos mediante la utilización eficaz de los recursos (mano de obra y materiales).
4. Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento preventivo-correctivo de las instalaciones y de las facilidades del Centro Médico de Radio Terapia Irazú.
5. Controlar el trabajo de mantenimiento.

La administración de las órdenes de trabajo será responsabilidad directa del encargado de mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, pero esta responsabilidad será compartida por el encargado de la empresa contratada para las

labores de mantenimiento.

Estas órdenes de trabajo fueron diseñadas tomando en cuenta los dos siguientes puntos: se debe de incluir toda la información necesaria para facilitar una planeación y una programación eficaz, y también se tomar en cuenta la claridad y su fácil uso.

Para el diseño de estas órdenes de trabajo, se procederá de la siguiente manera: Se incorpora la información requerida para la planeación y programación de las labores de mantenimiento, por lo que se incluirá:

- Persona o departamento que solicita el trabajo.
- Descripción del trabajo y estándares de tiempo.
- Especificación del trabajo.
- Prioridad del trabajo y la fecha cuando se requiere.
- Refacciones y materiales requeridos.
- Herramientas especiales, si son requeridas.
- Información técnica.
- Procedimientos de seguridad.

Se deberá incluir la siguiente información para el control:

- Tiempo real consumido.
- Hora cuando se inicia y se termina la labor.
- Causas y consecuencias de la falla.

Las órdenes de trabajo diseñadas se podrán cambiar en el futuro cuando se retroalimente el sistema, y según aparezcan nuevas necesidades.

Esta orden en específico se diseñó, según las necesidades particulares del Centro Médico, en los trabajos que se realizarán, se puede dar el caso de que los operarios hallen alguno que debería ser añadido a la actual orden de trabajo; de esta manera, se retroalimentará el sistema, para sus mejoras continuas.

Las órdenes de trabajo que serán usadas también contendrán los siguientes puntos:

- El departamento de Mantenimiento contará con una orden de trabajo para la planeación y ejecución de los trabajos de mantenimiento.
- Las órdenes de trabajo serán enumeradas y como mínimo se deberán de hacer tres copias para cada labor.
- Para ejecutar las solicitudes de trabajo, primero deberán ser revisadas por el encargado de mantenimiento del Centro Médico de Radio Terapia Irazú.

Por ello, se deben diseñar e implementar éstas.

En la figura N°5.20, se ofrece un ejemplo de una orden de trabajo.

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
ORDEN DE TRABAJO						
Orden de trabajo #:-----			Turno	Dpto. solicitante:-----		
Fecha: / /			A-----			
Ubicación :-----			B-----			
Equipo : -----			C-----			
Prioridad	Emergencia----		Urgente----	Normal----	Programada----	
Descripción general del trabajo						
Mano de obra				Materiales e insumos		
Especialidad técnica	Tiempo		Descripción	Partes -----	Unidad	total
	Estim	Real		Parte #		
				Costo total		
Aprobado por:_____				Fecha de conclusión		

Figura N°5.20 Orden de trabajo

Fuente: Creado por el autor

Para obtener los beneficios del programa de mantenimiento, las órdenes de trabajo deberán seguir un proceso, esta acción se concentrará en la ejecución de las labores de estas órdenes, según los objetivos establecidos, de esta manera, se beneficia el mantenimiento en el largo plazo.

5.1.9 La retroalimentación de información y de acción correctiva

Por medio de la retroalimentación de información y de la acción correctiva se obtendrán los datos sobre el estado de la ejecución del trabajo; además se podrán conocer los trabajos pendientes y la calidad, de los trabajos realizados. Luego, esta información será analizada y se tomarán las decisiones pertinentes, por medio de las cuales se encaminarán las siguientes acciones:

- Control de trabajo.
- Control de costos.
- Control de calidad.
- Control de las condiciones de la planta.

a) Control de trabajo

Por medio del control de trabajo, se vigilará el estado del trabajo realizado para así conocer si éste se efectuó de acuerdo con las especificaciones, mediante este control se generan informes que indicarán cuál fue el desempeño efectuado en comparación con los estándares establecidos para las tareas de mantenimiento.

Asimismo, se conocerán las condiciones de seguridad laboral en las que se ejecutaron tales trabajos, también, se sabrá si se presentaron atrasos en los trabajos

con respecto de los tiempos estimados, se debe conocer la razón de estos atrasos y, si fuera necesario, se deberán corregir estos estimados de tiempo en las órdenes de trabajo.

De igual modo, se controlará la cantidad de trabajos pendientes. Si estos disminuyen o aumentan se tomarán varias medidas.

Si disminuyen se procederá

- Reducir el contrato por mantenimiento.
- Reducir la cantidad de operarios.

Si aumentan, se procederá a

- Incrementar el mantenimiento por contrato.
- Incrementar la cantidad de operarios.

b) Control de costos

Los costos de mantenimiento deberán ser anotados en las órdenes de trabajo, Se tiene que elaborar un promedio de costos de mantenimiento mensuales, estos datos serán utilizados para conocer los costos anuales en mantenimiento; de esta forma, se podrá realizar presupuestos más precisos y reales a las necesidades de la clínica y aumentar o disminuir este presupuesto, según sea requerido.

Por medio de este control de costos, se podrán llevar a cabo recortes de costos en

las áreas que lo ameriten, estas áreas se definirán según lo siguiente:

- Considerar el uso de materiales alternos para el mantenimiento de las instalaciones y de las facilidades.
- Modificar los procedimientos de inspección.
- Revisar los procedimientos de mantenimiento, haciendo los ajustes en el tamaño de la cuadrilla y los métodos.
- Rediseñar los procedimientos de manejo de materiales y la distribución del taller.

c) Control de calidad:

Se deberá realizar informes de los trabajos efectuados cuáles de estos sufrieron rechazos por el encargado de mantenimiento del Centro Médico; de igual forma se procederá con los trabajos repetidos, procediendo de esta manera, será posible conocer qué cambios se requieren para alcanzar a los estándares de calidad establecidos para las labores de mantenimiento, se debe de aclarar que estos estándares se irán desarrollando a lo largo del tiempo buscando una mejora continua que sea acorde con las necesidades y presupuestos para el mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

d) Control de la condición de las instalaciones y de las facilidades:

Para el control de la condición de las instalaciones y de las facilidades, se tomará la información de las órdenes de trabajo, en éstas se registra el momento de la falla, la naturaleza de ésta, las reparaciones realizadas, y los materiales e insumos.

Si una de las averías o daños en las instalaciones o de las facilidades incurre en

paros o propicie una avería en los equipos de tratamiento, se deberá de dar prioridad a estos en los próximos mantenimientos.

5.1.10 Sistemas de control de mantenimiento

Se realizaron los diseños de mantenimiento que forman parte del programa de mantenimiento preventivo-correctivo para implementarlos en el ciclo del programa, los objetivos de estos programas son mejorar la disponibilidad de las instalaciones y de las facilidades, reducir los costos y mejorar la confiabilidad de las instalaciones y también de su acabado, estos programas son:

- Mantenimiento planeado.
- Manejo del mantenimiento de emergencia.
- Mejora de la confiabilidad de las instalaciones y de las facilidades.
- Programa de la administración de las instalaciones.
- Reducción de costos.

a) Mantenimiento planeado

Este tipo de mantenimiento se obtiene por medio de la programación de los mantenimientos preventivos, éste se realizará por medio de las inspecciones de los elementos críticos de las clínicas y de la revisión de las órdenes de trabajo, también se valen de los mantenimientos basados en las condiciones.

b) Mantenimiento de emergencia:

Este mantenimiento se refiere a cualquier trabajo no planeado que deberá de ejecutarse el mismo día. Para el manejo de estos mantenimientos, se procederá de

la siguiente manera:

- Se introducirá el mantenimiento en el programa de mantenimiento regular y luego se escogerán los trabajos pendientes con tiempo extra de los operarios, trabajadores temporales o mantenimiento por contrato.
- Estimar la cantidad de mantenimiento de emergencia y asignar operarios hábiles y dedicados para la orden de trabajo de esta naturaleza.

c) Mejora de la confiabilidad de las instalaciones y de las facilidades

Se elaborarán archivos históricos de las averías más frecuentes e importantes de las instalaciones y de las facilidades, para efectuar estimaciones del tiempo entre fallas.

d) Programa de la administración de las instalaciones

Este programa se basa en la administración de las instalaciones, se administrará el uso de éstas de manera tal que no se abuse de las capacidades estructurales o de espacio del diseño inicial de los arquitectos e ingenieros.

e) Reducción de costos

Se dirigirán las siguientes acciones para disminuir los costos de mantenimiento.

- Se buscarán materiales e insumos alternos.
- Se estudiará en qué forma se realizan las operaciones de mantenimiento para proponer mejoras a los contratistas y así buscar una disminución de los costos.

- Se buscarán procedimientos alternos para la planeación y la programación.
- Se deberán de hallar estándares de tiempo alternos para los trabajos.

Cabe aclarar que, para aplicar los anteriores puntos, debe existir una retroalimentación del sistema a fin de buscar estas soluciones alternas.

Por medio de estos sistemas de control de mantenimiento, se logra un programa eficaz de mantenimiento, porque por medio de los anteriores se logra definir objetivos y metas en términos de calidad, disponibilidad y eficiencia, además se podrá recopilar la información de las órdenes de trabajo y los archivos históricos y compilar informes sobre eficiencia, disponibilidad y calidad.

5.1.11 Mantenimiento preventivo

A través del programa de mantenimiento preventivo los activos de las instalaciones y facilidades continuarán cumpliendo las funciones para las que fueron diseñados, sin olvidar la mejora continua a través de la retroalimentación del sistema de mantenimiento, con este mantenimiento preventivo se contrarrestarán las causas conocidas de daños y averías potenciales de dichas instalaciones y facilidades.

El fin primordial del mantenimiento preventivo que se efectuará radica en asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las instalaciones y de las facilidades.

Para la planificación de este programa de mantenimiento preventivo, se basa en los datos obtenidos de los registros históricos de las reparaciones realizadas, también, serán considerados aspectos de uso y del medio ambiente donde se hallan las instalaciones y las facilidades, en este sentido se debe tener presente el hecho de que nuestro país se sitúa en el trópico, así como que, también, existe una gran cantidad de movimientos telúricos durante el año.

Para mantener en buen estado las instalaciones y facilidades, se debe proceder según las indicaciones del Manual de Mantenimiento Preventivo. A continuación se muestra éste en la figura N°5.21

CLÍNICA DE RADIOTERAPIA SIGLO 21				
MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
PARTE:		Centro de Carga Principal	Código	EL-001
Especialidad	Frecuencia	Duración	Operarios	Description
Eléctrica	06	30 Min	01	Limpiar con brocha, o soplador, resocar los tornillos, hacer lectura de los voltajes, y de las corrientes, revisar la rotulación

Figura N°5.21 Manual de Mantenimiento Preventivo

Fuente: Creado por el autor

Para la implementación del programa de mantenimiento, se requiere de un cronograma de implementación, el cual se muestra a continuación en la figura N°5.22.

Pasos para la implementación del programa de mantenimiento preventivo	Semana
Diseño del programa de mantenimiento preventivo (en éste se incluyen toda la documentación requerida por el sistema)	
Revisión del programa de mantenimiento preventivo	
Inspección de la Clínica	
Solicitar cotizaciones de nuevos contratistas para las labores de mantenimiento	
Revisión de las cotizaciones	
Negociación , ajuste de las cotizaciones y adjudicación	
Procesos de inducción y capacitación	
Ajustes y consideraciones finales	
Arranque del nuevo sistema	
Responsable: Encargado de mantenimiento señor Luis Chacón	

Figura N°5.22 Cronograma de implementación del programa de mantenimiento preventivo

Fuente: Creado por el autor

5.1.12 Indicadores para el plan de mantenimiento preventivo y tiempos de respuesta para los grupos de servicios

Como se mencionó al principio de este capítulo V, la razón del esquema de mantenimiento preventivo es aportar los lineamientos de los pasos críticos en el logro de la implementación de este sistema en la Clínica de Radioterapia Siglo 21 o cualquier otra organización, independientemente, de que sea una empresa de servicios o de manufactura.

Por lo que se requiere establecer diversos tipos de indicadores con los cuales sea posible realizar mediciones de las labores que se ejecuten para la obtención de estos fines, estos indicadores deben de estar planeados desde una perspectiva de la supervisión del programa de mantenimiento, ya que esta labor tiene la responsabilidad y posee la autoridad para ejecutar los cambios necesarios para efectuar las mejoras que señalen los indicadores propuestos.

Las siguientes figuras N°5.23 al N°5.29, muestran los indicadores de gestión para ejecutar acciones de tipo mensurable sobre los alcances del programa de mantenimiento preventivo de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

Indicador de gestión, usado para medir el porcentaje de efectividad de los operarios

N°	Objetivo estratégico	Tipo	Nombre indicador	Definición	Responsable	Meta	Periodicidad	Puntos de lectura	Nivel de referencia			Observaciones
									A mejorar	Estándar	Bueno	
	Mejorar la productividad		Productividad de los operarios		Encargado de mantenimiento	Mejorar la productividad de los operarios	03 meses	Trimestral				

Figura N°5.23. Indicador de gestión para conocer la productividad de los operarios de mantenimiento.

Fuente: Adaptado por el autor del material: Enfoque Estratégico e Indicadores. Universidad Hispanoamericana.

Los porcentajes mostrados en este indicador, permiten conocer la productividad, para tomar acciones y corregir la incongruencia hallada. La fórmula para calcular el porcentaje de este indicador, es la siguiente:

$$\% = (N^{\circ} \text{ de horas de trabajo efectivas}) / (N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}) \times 100$$

Indicador de gestión, usado para medir el porcentaje de efectividad de los operarios.

N°	Objetivo estratégico	Tipo	Nombre indicador	Definición	Responsable	Meta	Periodicidad	Puntos de lectura	Nivel de referencia			Observaciones
									A mejorar	Estándar	Bueno	
	Mejorar la capacidad de respuesta del departamento de mantenimiento		Productividad del departamento de mantenimiento		Encargado de mantenimiento	Mejorar la productividad del departamento de mantenimiento	01 mes	Mensual				

Figura N°5.24 Indicador de gestión para conocer la productividad del departamento de mantenimiento

Fuente: Adaptado por el autor del material: Enfoque Estratégico e Indicadores. Universidad Hispanoamericana.

Los porcentajes mostrados en este indicador, permiten conocer la productividad del departamento de mantenimiento, para tomar acciones y corregir la incongruencia hallada. La fórmula para calcular el porcentaje de este indicador (conocer el nivel de confort), es la siguiente:

$$\% = (N^{\circ} \text{ de órdenes de trabajo concluidas}) / (N^{\circ} \text{ de órdenes de trabajo expedidas}) \times 100$$

Indicador de gestión, usado para medir el porcentaje de la eficiencia de los mantenimientos de emergencia.

N°	Objetivo estratégico	Tipo	Nombre indicador	Definición	Responsable	Meta	Periodicidad	Puntos de lectura	Nivel de referencia			Observaciones
									A mejorar	Estándar	Bueno	
	Disminución de los costos por los mantenimientos de emergencia		Eficiencia del mantenimiento de emergencia		Encargado de mantenimiento	Disminuir los costos por el mantenimiento de emergencia	01 mes	Mensual				

Figura N°5.25 Indicador de gestión para conocer la eficiencia de los mantenimientos de emergencia

Fuente: Adaptado por el autor del material: Enfoque Estratégico e Indicadores. Universidad Hispanoamericana.

Los porcentajes mostrados en este indicador, permiten conocer la eficiencia de los mantenimientos de emergencia, para tomar acciones y corregir para buscar la mejora continua, la fórmula para calcular el porcentaje de este indicador es la siguiente:

$$\% = (\text{Costos estimados según programa}) / (\text{Costos reales}) \times 100$$

A continuación, se muestran los principales indicadores de eficacia para ser tomados en cuenta en medir los resultados del programa de mantenimiento preventivo de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

Indicador de eficacia, usado para medir el porcentaje de la eficacia de los trabajos de mantenimiento.

N°	Objetivo estratégico	Tipo	Nombre indicador	Definición	Responsable	Meta	Periodicidad	Puntos de lectura	Nivel de referencia			Observaciones
									A mejorar	Estándar	Bueno	
	Conocer el porcentaje de eficacia de los trabajos realizados		Calidad de los trabajos realizados		Encargado de mantenimiento	Mejorar la calidad de los trabajos realizados	01 mes	Mensual				

Figura N°5.26 Indicador de eficacia para conocer el porcentaje de eficiencia de los trabajos realizados

Fuente: Adaptado por el autor del material: Enfoque Estratégico e Indicadores. Universidad Hispanoamericana.

Los porcentajes mostrados en este indicador, permiten conocer el porcentaje de eficacia de los trabajos realizados, para tomar acciones y buscar la mejora continua. La fórmula para calcular el porcentaje de este indicador, es la siguiente:

$$\% = (\text{Trabajos realizados} - \text{trabajos realizados defectuosos}) / (\text{Total de trabajos realizados}) \times 100$$

Indicador de eficacia, usado para medir el porcentaje de la eficacia de la operación de los aires acondicionados.

N°	Objetivo estratégico	Tipo	Nombre indicador	Definición	Responsable	Meta	Periodicidad	Puntos de lectura	Nivel de referencia			Observaciones
									A mejorar	Estándar	Bueno	
	Conocer el porcentaje de eficacia de la operación de los aires acondicionados		Eficacia de la operación de los aires acondicionados		Encargado de mantenimiento	Mejorar la eficacia de la operación de los aires acondicionados	01 mes	Mensual				

Figura N°5.27 Indicador de eficacia para conocer el porcentaje de eficacia de los aires acondicionados

Fuente: Adaptado por el autor del material: Enfoque Estratégico e Indicadores. Universidad Hispanoamericana.

Los porcentajes mostrados en este indicador, permiten conocer el porcentaje de eficacia de operación de los aires acondicionados, para tomar acciones y buscar la mejora continua. La fórmula para calcular el porcentaje de este indicador, es la siguiente:

$$\% = (Total\ de\ horas\ de\ trabajo\ proyectadas) / (Total\ de\ horas\ reales\ trabajadas) \times 100$$

Indicador de eficacia, usado para medir el porcentaje de la eficacia de la operación del compresor para aire comprimido.

N°	Objetivo estratégico	Tipo	Nombre indicador	Definición	Responsable	Meta	Periodicidad	Puntos de lectura	Nivel de referencia			Observaciones
									A mejorar	Estándar	Bueno	
	Conocer el porcentaje de eficacia de la operación del compresor para aire comprimido		Porcentaje de la eficacia del compresor para aire acondicionado		Encargado de mantenimiento	Mejorar la calidad de la eficacia de la operación del compresor para aire comprimido	01 mes	Mensual				

Figura N°5.28 Indicador de eficacia para conocer el porcentaje de eficacia de la operación del compresor para aire comprimido

Fuente: Adaptado por el autor del material: Enfoque Estratégico e Indicadores. Universidad Hispanoamericana.

Los porcentajes mostrados en este indicador, permiten conocer el porcentaje de eficacia de la eficacia de la operación del compresor para aire acondicionado, para tomar acciones y buscar la mejora continua. La fórmula para calcular el porcentaje de este indicador, es la siguiente:

$$\% = (Total\ de\ horas\ de\ trabajo\ proyectadas) / (Total\ de\ horas\ reales\ trabajadas) \times 100$$

Indicador de eficacia, usado para medir el porcentaje de la eficacia de la operación del enfriador de líquidos.

N°	Objetivo estratégico	Tipo	Nombre indicador	Definición	Responsable	Meta	Periodicidad	Puntos de lectura	Nivel de referencia			Observaciones
									A mejorar	Estándar	Bueno	
	Conocer el porcentaje de eficacia de la operación del enfriador de los líquidos		Porcentaje de la eficacia del compresor para el enfriador de líquidos		Encargado de mantenimiento	Mejorar la calidad de la eficacia de la operación del enfriador de líquidos	01 mes	Mensual				

Figura N°5.29 Indicador de eficacia para conocer el porcentaje de eficacia de la operación del enfriador de líquidos

Fuente: Adaptado por el autor del material: Enfoque Estratégico e Indicadores. Universidad Hispanoamericana.

Los porcentajes mostrados en este indicador, permiten conocer el porcentaje de eficacia de la operación del enfriador de líquidos, para tomar acciones y buscar la mejora continua. La fórmula para calcular el porcentaje de este indicador, es la siguiente:

$$\% = (Total\ de\ horas\ de\ trabajo\ proyectadas) / (Total\ de\ horas\ reales\ trabajadas) \times 100$$

5.1.13 Costos y beneficios económicos de la propuesta del programa de mantenimiento preventivo.

Los costos de implementar la propuesta de este trabajo se basan en una estructuración administrativa del mantenimiento, en la capacitación requerida para el personal de mantenimiento en el área de la administración del mantenimiento de edificios y de sus facilidades.

A pesar de que el encargado de mantenimiento tiene amplia experiencia en esta labor queda debiendo en la parte administrativa del mantenimiento, y ésta es una de las debilidades anotadas, existirán costos para implementar dicho plan, por lo que se necesita como insumo una labor de administración del encargado de mantenimiento para la elaboración del nuevo programa de mantenimiento.

El cálculo de los costos por las principales reparaciones en las instalaciones y las facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21 efectuados por los daños ocasionados al no aplicar el debido plan de mantenimiento en un periodo de dos años son mostrados en la siguiente tabla N°5.30.

5.1.14 Costos totales por mantenimiento correctivo, de los equipos periféricos y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, periodo: del 01 de junio de 2016 al 31 de mayo de 2017.

Elemento o sección	Costo unitario de cada grupo
Sistema de recolección de las aguas pluviales	€1 225 000
Enfriador de líquidos (chiller)	€2 850 000
Techo de lámina metálica	€3 150 000
Aires acondicionados	€2 990 000
Tapias de concreto	€2 875 000
Losas de bunkers	€3 185 000
Paredes internas	€4 332 000
Sanitarios	€1 050 000
Total	€21 668 000

Figura N°5.30 Costos por mantenimiento correctivo, de partes. Estructurales, equipos periféricos y misceláneos

Fuente: Creado por el autor

En esta tabla se muestran los costos totales del mantenimiento correctivo, se debe de aclarar que estos egresos se dieron en ausencia de un programa de mantenimiento preventivo para las estructuras, equipos periféricos y, los misceláneos de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

5.1.15 Costos estimados, para un programa de mantenimiento preventivo anual.

Se detallan, a continuación, los costos estimados, estos incluyen materiales y mano de obra de los equipos periféricos y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, por un periodo de un año, estos costos se determinaron con base en el análisis de cotizaciones de los costos unitarios de cada equipo o facilidad, considerando los mantenimientos necesarios para ejercer un mantenimiento eficiente.

5.1.16 Costos por mantenimiento preventivo de los aires acondicionados.

Se muestran los costos cotizados para un periodo de un año, este mantenimiento se prestaría de manera trimestral.

Elemento	Ubicación	N° de mantenimientos	Costos
Unidades de aire acondicionado	Clínica	04	₡ 1 050 000

Figura N°5.31 Costos por mantenimiento preventivo del total de las unidades de aires acondicionados para un periodo de un año.

Fuente: Creado por el autor, basado en un promedio de las cotizaciones recibidas.

5.1.17 Costos por mantenimiento preventivo del enfriador de líquidos (chiller).

Se indican los costos cotizados por un periodo de un año, este mantenimiento se prestaría de manera trimestral.

Elemento	Ubicación	N° de mantenimientos	Costos
Chiller	Patio	04	₡ 660 000

Figura N°5.32 Costos por mantenimiento preventivo del enfriador de líquidos por un periodo de un año.
Fuente: Creado por el autor, basado en un promedio de las cotizaciones recibidas.

5.1.18 Costos por mantenimiento preventivo de la losa de los dos bunkeres

Se indican los costos cotizados por un periodo de un año, este mantenimiento se prestará una vez por año.

Elemento	Ubicación	N° de mantenimientos	Costos
Losa	Bunkers	01	₡ 1 040 000

Figura N°5.33 Costos por mantenimiento preventivo de la losa de los bunkers por un periodo de un año.

Fuente: Creado por el autor, basado en un promedio de las cotizaciones recibidas

5.1.19 Costos por mantenimiento preventivo del techo de lámina metálica, de la Clínica.

Se indican los costos cotizados por un plazo de un año, este mantenimiento se aplicara cada doce meses.

Elemento	Ubicación	N° de mantenimientos	Costos
Techo	Área completa cubierta con lámina metálica	01	€625 000

Figura N°5.34 Costos por mantenimiento preventivo del techo de lámina metálica por un periodo de un año

Fuente: Creado por el autor, basado en un promedio de las cotizaciones recibidas

Es importante que los mantenimientos preventivos del techo de lámina metálica, se realice dos meses antes del inicio de la temporada lluviosa.

5.1.20 Costos por mantenimiento preventivo del sistema de recolección de las aguas pluviales de la Clínica.

Se indican los costos cotizados para mantenimiento preventivo, por un periodo de un año, este mantenimiento se prestaría en periodos anuales.

Elemento	Ubicación	N° de mantenimientos	Costos
Techo	Perímetro completo de los techos	01	Ⱶ500 000

Figura N°5.35 Costos por mantenimiento preventivo del sistema de Recolección de las aguas pluviales por un periodo de un año

Fuente: Creado por el autor, basado en un promedio de las cotizaciones recibidas

Es importante que los mantenimientos del sistema de recolección de las aguas pluviales se realice dos meses antes del inicio de la temporada lluviosa.

5.1.21 Costos por mantenimiento correctivo de las tapias de concreto de la clínica.

Se indican los costos cotizados para mantenimiento preventivo, por un periodo de un año, este mantenimiento se prestaría en periodos anuales.

Elemento	Ubicación	N° de mantenimientos	Costos
Tapias	Perímetro completo	01	€999 000

Figura N°5.36 Costos por mantenimiento preventivo de las tapias de concreto a ser realizadas cada año

Fuente: Creado por el autor, basado en un promedio de las cotizaciones recibidas

5.1.22 Costos por mantenimiento preventivo de las paredes internas de la clínica.

Se presentan los costos cotizados para mantenimiento preventivo, para periodos de una añada.

Elemento	Ubicación	N° de mantenimientos	Costos
Paredes internas	Área total de las paredes	01	€2 000 000

Figura N°5.37 Costos por mantenimiento preventivo del total de las paredes internas, de la clínica, a realizar cada añada

Fuente: Creado por el autor, basado en un promedio de las cotizaciones recibidas

5.1.23 Costos por mantenimiento preventivo, de todos los sanitarios de la Clínica.

Se presentan los costos cotizados para mantenimiento preventivo, para ser realizado una vez cada cuatro meses, tres veces por año.

Elemento	Ubicación	N° de mantenimientos	Costos
Sanitarios	Baños	3	€440 000

Figura N°5.38 Costos por mantenimiento preventivo, de todos los sanitarios de la clínica, para ser realizados tres veces por año

Fuente: Creado por el autor, basado en un promedio de las cotizaciones recibidas

En estos mantenimientos preventivos se incluyen una revisión y limpieza general de las tuberías de las aguas negras.

5.1.24 Costos totales por mantenimiento preventivo, de los equipos periféricos y facilidades de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, para ser realizados anualmente

Elemento o sección	Costo unitario de cada grupo
Sistema de recolección de las aguas pluviales	Ø666 000
Enfriador de líquidos (chiller)	Ø784 000
Techo de lámina metálica	Ø625 000
Aires acondicionados	Ø1 050 000
Tapias de concreto	Ø1 399 000
Losas de bunkeres	Ø1 445 000
Paredes internas	Ø2 000 000
Sanitarios	Ø440 000
Costo Total	Ø8 409 000

Figura N°5.39 Costos estimados por mantenimiento preventivo, de las estructuras, equipos periféricos y misceláneos por un periodo anual.

Fuente: Creado por el autor, basado en un promedio de las cotizaciones recibidas

En esta tabla se muestran los costos totales del mantenimiento correctivo, se debe de aclarar que estos egresos se dieron en ausencia de un programa de mantenimiento preventivo para las estructuras, equipos periféricos y, los misceláneos de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

5.1.25 Ahorro en mantenimiento con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.

Costos por mantenimiento		Ahorro
Correctivo	Preventivo	
₡21 668 000	₡8 409 000	₡13 259 000

Figura N°5.40 Comparativo de costos por mantenimiento correctivo versus mantenimiento preventivo, para un periodo de doce meses, de los equipos periféricos
Fuente: Creado por el autor.

El monto ahorrado es de ₡13 259 000, lo cual deja en evidencia que la gestión del mantenimiento es de suma importancia para los intereses de los inversionistas de la clínica, así como para la calidad del servicio de los equipos periféricos y de las facilidades.

Se debe de anotar que este ahorro puede llegar a ser mayor, puesto que la idea del sistema de mantenimiento preventivo es buscar la mejora continua y hacer más eficiente y eficaz dicho sistema, por lo cual se pueden generar a través del tiempo ahorros y mejoras importantes, porque, al recibir el adecuado mantenimiento las instalaciones y facilidades, el deterioro y averías deben tender a disminuir, con lo que se logra aprovechar la vida útil de estos servicios e instalaciones y disminuir los costos por mantenimiento correctivo y preventivo.

5.1.26 Retorno de la inversión

En lo que se refiere al retorno de la inversión, ésta está dada por el siguiente cálculo, mostrado en las tablas N°5.41 a la N°5.42, en la que se indican los costos en los que se debe de incurrir para la implementación de la propuesta para el nuevo programa de mantenimiento.

Inversión	Costos parciales
Manuales , carpetas e insumos de oficina, copias de planos estructurales	325 000
Horas hombre	1 050 000
Transportes	25000
Capacitación	475 000
Costo total	¢1 875 000

Figura N°5.41. Costos para la implementación del programa de mantenimiento

Fuente: Creado por el autor.

Costos por el nuevo programa	Ahorro al implementar el nuevo programa	Tiempo de retorno de la inversión
¢1 875 000	¢13 259 000	$(¢1\ 875\ 000 / ¢13\ 259\ 000) \times 12 =$
		2 meses

Figura N°5.42. Tiempo del retorno de la inversión

Fuente: Creado por el autor

CAPÍTULO VI
RECOMENDACIONES CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones

Las conclusiones mostradas, a continuación, se derivan de los capítulos desarrollados a lo largo de este trabajo de investigación, el fin primordial de éstas es la búsqueda de la solución al problema fundamental de esta tesis.

La documentación, así como los procedimientos desarrollados, buscan no solamente realizar levantamientos, o documentar, la manera como se realiza la gestión del mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, sino que se extiende intrínsecamente a la estandarización de los procedimientos de la gestión del mantenimiento.

Tomando la bandera de nuevas políticas para la gestión del mantenimiento de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, se establece un norte al departamento de Mantenimiento, así como un motivador para los ingenieros, técnicos y contratistas que prestan servicio a este Departamento, también los procedimientos recomendados como las herramientas: hojas de trabajo, fichas técnicas, manuales de procedimientos y, otros, aplican a toda el área de mantenimiento de la clínica.

Es importante hacer mención de logros obtenidos durante el desarrollo de esta investigación, estos se detallan a continuación:

- 1- Se logran los objetivos específicos de la investigación, se puede mencionar lo siguiente sobre los resultados de estos:
 - a- Con base en los resultados del diagnóstico, se concluye que el programa anterior de mantenimiento de la Clínica es un programa deficiente, ineficaz el cual se basa ,principalmente, en el mantenimiento correctivo, con esto el

proyecto busca la solución que se adapte de la mejor manera a las necesidades de la empresa.

b- Se proponen las siguientes herramientas que ayuden en la mejora del plan de mantenimiento de la Clínica:

- i. Hojas para supervisión de labores realizadas.
- ii. Manuales de procedimientos
- iii. Cronogramas de servicio.
- iv. Hojas de inspección.
- v. Registro de equipos.
- vi. Ordenes de trabajo.

c- Se incorpora un plan de gestión del mantenimiento acorde a las necesidades particulares de la Clínica de Radioterapia Siglo 21, enfocado por realizar un mantenimiento planificado, organizado, enfocado en la disminución del volumen y los costos del mantenimiento correctivo.

2- Un cambio de cultura en lo referente al mantenimiento preventivo, del encargado del departamento de Mantenimiento.

3- Con las mejoras propuestas se logra cumplir con el objetivo general, que es el diseño de un programa de gestión de mantenimiento acorde a las necesidades particulares de la Clínica de Radioterapia Siglo 21.

4- Al implementar el programa de gestión del mantenimiento, se obtiene un

ahorro de ¢11 384 000, para el primer año de desarrollo del nuevo programa de gestión del mantenimiento.

- 5- Inicio de los mantenimientos preventivos de los aires acondicionados.
- 6- Arranque con el mantenimiento preventivo del enfriador de líquidos.
- 7- Solicitud de cotizaciones para un stock de los elementos principales del enfriador de líquidos.
- 8- Inicio del desarrollo de las herramientas administrativas y técnicas por parte del departamento de Mantenimiento.
- 9- Recibo de cotizaciones para el mantenimiento de las losas de los búnkeres.
- 10- En forma general, se puede anotar que La Administración del Mantenimiento para la Clínica de Radioterapia Siglo 21, aclara las pautas correctas por seguir en el mantenimiento de los equipos periféricos y de las facilidades.
- 11- La gestión del mantenimiento permite realizar éste de una manera planificada y con la debida supervisión
- 12- Un sistema de mantenimiento preventivo-correctivo es oportuno en la respuesta a las necesidades de mantenimiento de los equipos y facilidades.
- 13- Al conocer las necesidades particulares de mantenimiento de los equipos e instalaciones es posible dar una respuesta oportuna a las necesidades del mantenimiento de estos.

Para finalizar las conclusiones es importante mencionar que, por razón de tiempo, no se hace posible presentar en este estadio de la investigación datos cuantitativos

que indiquen la eficiencia de la documentación y, de los procedimientos recomendados.

6.2 Recomendaciones

- Adquirir un programa para la gestión del mantenimiento, para el control y la mejora de esta gestión.
- Es importante buscar empresas más especializadas para desarrollar aquellas funciones de una mayor complejidad técnica, debido a que los actuales contratistas, no poseen los equipos y herramientas especializadas.
- Se recomienda un estudio de la vida útil de los equipos y facilidades para conocer su fecha de posible cambio e informarlo a la administración para planificar su restitución.
- Se debe de implementar el programa de “cinco eses”, en el departamento de Mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

De La Cruz, R. (1987). Tecnología y Poder. México. Ed. Siglo Veintiuno editores, S.A. De CV.

Fernández, F. (2004). Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión. España. Ed: Artegraf, S.A.

Fasabe Díaz, F. Y Bejarano García, M. (2009). Estudio del Impacto Generado Sobre la Cadena de Valor a Partir del Diseño de Una Propuesta para La Gestión del Mantenimiento Preventivo en La Cantera Salitre Blanco de Aguilar Construcciones S.A.

León, F. (1998). Tecnología del mantenimiento Industrial. España, Murcia. Ed. Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.

Souris, J. (1992). El mantenimiento, Fuente de Beneficios. Madrid España. Ed. Ediciones Díaz de Santos, S.A.

Sacristán, F. (2001). Manual de Mantenimiento Integral en La Empresa. Madrid, España. Ed. F.C. Editorial.

Manual del inspector de aeronavegabilidad. Capítulo 12 - factores humanos en mantenimiento

Calloni, J. (2003). Mantenimiento Eléctrico y Mecánico, Para Pequeñas y Medianas Empresas, Pymes. Buenos Aires. Argentina. Ed. Nobuko.

Bravo, R. y Barrantes, A. (1989). Administración de Mantenimiento Industrial. Ed. San José, C.R. EUNED.

Gutiérrez, M. (2013). La Nueva Gestión del Mantenimiento Industrial. E-Mantenimiento y TIC. España. Ed. Palibrio.

Segura, F. (2005). Sistema de Gestión. Una Guía Práctica. España. Ed. Ediciones Díaz de Santos.

Ministerio de Educación y Cultura. (1994). Mantenimiento y Servicios a La Producción. Madrid. España. Ed. Delibros, S.A.

Galán, J. (2001). La Empresa Humana. Las Organizaciones Empresariales y el hombre. Madrid. Ed. Visión Libros.

Vaughn, R. (1998). Introducción a La Ingeniería Industrial. Ed2. España. Barcelona. Ed. Editorial Reverté, S.A.

Prando, R. (1996). Manual Gestión de Mantenimiento a La Medida. Guatemala. Ed. Editorial Piedra Santa.

Guzmán, J. (2009). Propuesta de Un Sistema de Gestión del Mantenimiento para Los Hospitales de La Caja Costarricense del Seguro Social.

Gilberth Bolaños. (2005) El ABC del Mantenimiento. Costa Rica. Ed. Editorial

Tecnológica De Costa Rica.

Arbos, L. (2012). Gestión del Mantenimiento de Los Equipos Productivos. España, Madrid: Ed. Ediciones Díaz Santos. S.A.

Cárcel, J. (2014). La Gestión del Conocimiento en la ingeniería de Mantenimiento Industrial. España, Valencia: Ed. OmniaSience.

Desconocido (4 de abril de 2017) Efectos DE La Falta de Mantenimiento. Recuperado de [http:// ccaa.el país.com/](http://ccaa.el país.com/)

Desconocido (21 de mayo de 2013) Fallas por Mantenimiento Inadecuado. Recuperado de [http:// www.elnuevodiario.com.ni/](http://www.elnuevodiario.com.ni/)

Garrido, S. (2003). Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. España, Madrid: Ed. Ediciones Díaz de Santos. S.A.

Isolve, M. (2000). Historia de La Ciencia y La Tecnología, Cultura Tecnológica. México: Ed. Limusa, S.A.

Francisco T. Sánchez Marín et al. (2007). Mantenimiento de Maquinas. 2ª ed. España: Ed Publicaciones de la universidad Jaume I, D.L.

De La Cruz, R. (1987). Tecnología y Poder. México. Ed. Siglo Veintiuno Editores, S.A. De CV.

Fernández, F. (2004). Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión. España. Ed: Artegraf, S.A.

Fasabe Díaz, F. Y Bejarano García, M. (2009). Estudio del Impacto Generado Sobre la Cadena de Valor a Partir del Diseño de Una Propuesta para La Gestión del Mantenimiento Preventivo en La Cantera Salitre Blanco de Aguilar Construcciones S.A.

León, F. (1998). Tecnología del mantenimiento Industrial. España, Mursia. Ed. Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.

Souris, J. (1992). El mantenimiento, Fuente de Beneficios. Madriz España. Ed. Ediciones Díaz de Santos, S.A.

Sacristán, F. (2001). Manual de Mantenimiento Integral en La Empresa. Madriz, España. Ed. F.C. Editorial.

SALLENAVE, Jean-Paul. Gerencia y planeación estratégica, Bogotá: Grupo Editorial Norma, 199

Koontz, Harold y Wehrich, Heinz. Administración: Una perspectiva global. Mc Graw Hill. México D.F. 1994.

Rocio, S. (2011). Planificación Estratégica Fácil. Ed Lulu.com

Barreiros, A. (2012). Planificación estratégica como una herramienta de gestión para promover la competitividad en la empresa kawa motors. (Tesis inédita para el grado de Bachiller en administración) Universidad Central del Ecuador. Quito,

Ecuador.

Vázquez, c. (2009). Implementación de Un Programa de Mantenimiento Predictivo, preventivo y correctivo para Un Hospital. (Tesis inédita para optar por el grado de ingeniero mecánico). Instituto Politécnico Nacional. Azcapotzalco, México.

Posada, J, (2014). Elementos Básicos del Control, La Auditoria y la revisión Fiscal. Ed. Edición del autor.

Robbins, Stephen P. y Decenzo, David A. (2002). Fundamentos de Administración. 3 ed. México. Ed. Pearson Educación.

Morales, G. (2002). Propuesta para Mejorar los Procesos Administrativos en Una Institución Educativa Oficial de La Ciudad de Monterrey, Nuevo León. (Tesis inédita para optar por el grado de Maestro en Ciencias de La Administración). Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.

Jiña, H. (2009). Propuesta de Diseño de Un Plan de Mantenimiento Preventivo Desdoblado el Ciclo PDCA en El Área Productiva de La Nueva Planta de Fundación Siderúrgica Adelca C.A. (Tesis inédita para optar por el grado de

Ingeniero en Administración de Proyectos). Universidad Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.

Arata, A. (2009). Ingeniería y Gestión de La Confiabilidad Operacional en Plantas Industriales. Santiago de Chile. Chile. Ed. RIL. Editores.

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011

Ayuni Campos, D. y Matheus Diaz, A. (Resum) (sf). Implementación de un sistema de Mejora Continua bajo La Metodología phva en La Empresa Arnao S.A.C. Disponible en:
http://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20131_2.pdf

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación ANECA

Diez, S. (2007). Guía para La Elaboración de Planes de Mejora en Las Administraciones Publicas. Madrid, España. Ed. Taravilla.

Oliva, P. (2009). Listas de chequeo como técnica de control. Extraído el 16 de agosto desde:
<http://www.minsal.gob.cl/portal/url/item/7cf9e499a55c4cc7e04001011f016c69.pdf>

Falzatev (2012). Como elaborar listas de chequeo. Extraído el 15 de agosto de 2013 desde: <http://cgeconsultoria.com/como-elaborar-listas-de-chequeo/>

Gomez, M. (2006). Introducción a La Metodología de La Investigación Científica. Cordoba. Argentina. Ed. Editorial Brujas.

Vallejo, P. Estadística Aplicada a Las Ciencias Sociales. Tamaño Necesario de La Muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos? Universidad Pontificia Comillas, Madrid, Facultad de Humanidades. (2012).

Boland, L. Y Carro, F. Stancatti, M. Gismano, Y. Banchieri, L.; (2007). Funciones de La Administración. Teoría y Práctica. Bahía Blanca. Argentina, Ed. Editorial de La Universidad Nacional del Sur.

Torres, Luis. (2010). Propuesta del Establecimiento de Un Plan Cronológico de Mantenimiento Preventivo Para La Empresa Exportadora PMT. S.A. (Tesis inédita para optar por el grado de bachillerato en ingeniería industrial). Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

Gobierno de Chile. Superintendencia de Salud. (2010). Indicadores de Calidad: Criterios par La Definición de Umbrales. Chile: SOCCAS.

Zugarramurdi, A.; Parin, M.A.; Lupin, H.M. Ingeniería Económica Aplicada a La Industria Pesquera. FAO Documento Técnico de Pesca. Roma, FAO. 1998. p. 268.

Hernández, R. (2003). Outsourcing en el mantenimiento de los sistemas de climatización. Verificación técnica del estado electromecánico de generadores eléctricos. (Tesis inédita para optar por el grado de bachillerato en ingeniería industrial). Instituto Tecnológico de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Hansen, L. Ghare, P. (1990). Control de calidad. Teoría y Aplicaciones. España. Ed: Ediciones Díaz de Santos, S.A.

Macías, A. La Consulta a Expertos como Estrategia para La Recolección de Evidencias de Validez basadas en El Contenido. INED. (2007). Volumen (N° 7): 12-14.

NTP. 401. (1996). Fiabilidad Humana: Conceptos básicos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en El Trabajo. Ministerio Trabajo e Inmigración del Gobierno de España.

Mora, R. (2005). Vida Útil Ponderada De Edificaciones. (Tesis inédita para optar por el grado de Maestría en valuación). Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Escuela de Ciencias Exactas. San José, Costa Rica.

ANEXOS

1.1 Cotización N°1, para mantenimiento para aires acondicionados.

CONSTRUCTORA HERMANOS ZAMORA S.A 3-101-463157 Teléfonos: 8842-3787,2444-8507 gerazamora1967@gmail.com 19 de Agosto del 2017 De nuestra parte es un gusto dirigirnos a Usted para hacerle llegar nuestros saludos y presentarle(es) nuestra Cotización para el trabajo a realizar: Alcance de la Oferta Suministro de materiales y mano de obra calificada para el mantenimiento preventivo a nueve (9) equipos de aire acondicionado. Programación: Visitas trimestrales (por recomendación técnica) Fecha de inicio: A convenir Precio por equipo: \$ 45.00 Precio por visita: \$ 405.00 Precio anual: \$ 1.620.00 (en caso de contrato 4 visitas al año) Forma de pago: Trámite de factura por visita 7 días crédito Garantía: Garantizamos la visita de mantenimiento por un (1) mes contra defectos de mano de obra del mantenimiento, esta garantía no cubre daños ocasionados por terceros ni ningún tipo de daño producido por cualquier tipo de desastre natural o por fluctuaciones de voltaje de suministro eléctrico

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Procedimientos a realizar: · Limpieza de filtros de retorno de aire. · Limpieza de bandeja de condensación, · Limpieza de drenajes de condensación · Verificación de sifón de drenaje. · Limpieza de consola o unidad en su defecto de difusores y rejillas de retorno · Limpieza de serpentín: Soplado, lavado. · En algunos casos el bloqueo o incrustación del serpentín por suciedad se debe considerar como procedimiento de reparación y no de mantenimiento. · Limpieza de turbinas o “blower” del evaporador. · Verificación de temperatura de suministro de caudal de aire. · Verificación y diagnóstico de presencia de escarcha o congelamiento · Verificación de uniformidad de llenado del serpentín. Verificación y

mantenimiento de sistema eléctrico de control y potencia. · Verificación de arranque y corte de motores de turbinas por señal de termostato. · Verificación de cambio de velocidades de motor de turbina · Verificación de termostato · Verificación de recalentamiento de cables. · Verificación y cambio de terminales recalentadas. · Mantenimiento de contactores (en el caso de ser desarmables). Verificación y mantenimiento electromecánico. · Limpieza de motor de turbinas. · Lubricación de motor de turbinas. · Verificación de rotación eje de motor. · Verificación de estado de anclaje. · Verificación de balanceo y/o deformación de turbinas o blower de evaporador. · Verificación de temperatura al tacto de línea de succión y descarga. · Verificación de temperatura o presencia de escarcha antes y después de filtro deshidratador. Verificación de dispositivos de protección. · Verificación de instalación y protección de dispositivo de retardo de arranque. · Verificación de estado físico y condición de tendido de tuberías. · Verificación de anclajes y soportes. · Verificación de declives. MATERIALES Y REPUESTOS. · La reposición de repuestos debe ser asumidos por el cliente. · El cliente deberá facilitar la ubicación de válvulas, breaker, planos y otros para facilitar el trabajo del técnico en sus instalaciones. MANTENIMIENTO CORRECTIVO. Todo aspecto no incluido en la descripción de “Procedimientos de Mantenimiento Preventivo” se entenderá como Mantenimiento Correctivo. Nota: El mantenimiento preventivo generará un diagnóstico (reporte), en caso de existir algún daño, el cual se cotizará por aparte La oferta es en dólares y será cancelada en dicha moneda, o en su defecto en colones utilizando el tipo de cambio de venta de referencia del Banco Central a la fecha en que se realiza el pago, según lo dicta la Ley Orgánica del Banco Central. Tiempo de entrega: Se requiere de siete (7) días para su programación, después del recibo de la orden

de compra. Forma de pago: Trámite de factura Validez de la oferta: Treinta días

Esperando que la presente sea de su conveniencia Atentamente, Gerardo

Zamora Alvarado.

Contrato de mantenimiento para aires acondicionados.

CONTRATO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AIRES ACONDICIONADOS

Este contrato es un acuerdo fechado el 18 de noviembre 2017 entre KOOLAIR SOLUTIONS S.A., llamado de ahora en adelante Contratista, y CENTRO DE RADIOTERAPIA, ubicados en LA URUCA llamado de ahora en adelante Cliente. El Contratista y el Cliente acuerdan y se comprometen a lo siguiente:

1. El Contratista acuerda proveer los servicios seleccionados en en Plan de Mantenimiento "Anexo A" el que será parte integrante de este contrato y detallados en este documento.
2. El cliente acuerda pagar los cargos que se incluyen.

RESPONSABILIDADES

El Contratista cargará con los gastos y compensaciones requeridos por la ley a los trabajadores, de sus operadores y empleados y requerirá lo mismo de cualquier Sub-Contratista.

El Contratista es responsable por:

- I. Cualquier daño producido a la propiedad del Cliente durante la operación de sus equipos realizando labores del contrato.
- II. Cumplir con las leyes de protección ambiental
- III. Daños o consecuencias derivadas de la instalación impropia de cualquier componente de reemplazo del sistema.

El Contratista no es responsable por:

- I. Daños ocasionados por el Cliente por la impropia operación o uso del equipo o sus partes.
- II. Inundaciones, tormentas o daños debido al viento.
- III. Daños debido al vandalismo.

TERMINO y CONDICIONES

Este contrato es para el mantenimiento de la propiedad localizada y descrita como:

- 3 unidades central de ductos 60.000 btu
- 2 unidades central de ductos 36.000 btu
- 3 unidades tipo pared alta minisplit

Garantía de Servicio: los trabajos tienen garantía por dos meses. Si durante este período los equipos sufrieran alguna avería relacionada con las tareas de mantenimiento, nuestro servicio técnico atenderá la solicitud con un tiempo de respuesta de 24 horas o menos. Cualquier otro tipo de falla, será considerada una visita técnica y se cotizará por aparte.

El término del contrato es por dos (2) años comenzando el 18 de noviembre 2017 y terminando el 18 de noviembre 2018. El Cliente o el Contratista pueden cancelar este contrato en cualquier momento dando sesenta (60) días a través de nota escrita a la otra parte.

El servicio de mantenimiento preventivo se llevará a cabo una vez cada (3) tres meses. El cargo por los servicios de mantenimiento preventivo será de **₡ 282,000** por visita por el término de este contrato. El Cliente recibirá una factura al finalizar el servicio y realizará el pago en su totalidad dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha de la factura. Cualquier servicio adicional o no planificado acordado entre el Cliente y el Contratista se facturará por separado y será pagable en su totalidad dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha de la factura.

EL REPRESENTANTE LEGAL HA LEIDO LOS TERMINOS Y CONDICIONES ARRIBA Y ACUERDA CUMPLIR CON TODOS ELLOS.

Para que conste, y en presencia de testigos, las partes involucradas en este contrato han firmado como se indica.

Cliente: _____ Contratista: _____

Testigo: _____ Testigo: _____

Fecha: _____ Fecha: _____

Programa de mantenimiento preventivo de aires acondicionados

El mantenimiento preventivo consiste en la limpieza minuciosa y completa, lubricación, ajuste, registro de mediciones y observaciones del equipo como lo estipula el fabricante con una frecuencia trimestral.

Si durante el mantenimiento preventivo el técnico determina que se requiere algún repuesto, accesorio o material, que no está incluido en el contrato de mantenimiento, entonces el Contratista deberá presentar una cotización a la administración por los insumos requeridos y recibir la aprobación del Cliente antes de proceder a la reparación.

TAREAS DE MANTENIMIENTO:

- Lavado de evaporador
- Lavado de condensador
- Limpieza de turbinas
- Limpieza del motor
- Limpieza de filtro de los aires y piezas plásticas
- Lavado de desagüe
- Revisión de presiones y refrigerante
- Chequeo eléctrico en general
- Chequeo del amperaje y voltaje
- Limpieza de bandejas
- Monitoreo de conexiones eléctricas
- Estado de serpentines del evaporador y condensador
- Lubricación y engrase de rodamientos
- Revisión y limpieza de rejillas
- Revisión y limpieza de difusores
- Ajuste de carga de refrigerante hasta 5 libras como máximo
- Medición de amperajes de consumo
- Puesta en marcha fina y verificación de datos

El mantenimiento preventivo incluye también las siguientes reparaciones menores:

- ✓ Cambio de capacitores
- ✓ Cambio de contactores
- ✓ Cambio de relays
- ✓ Cambio de terminales eléctricas
- ✓ Búsqueda y reparación de fugas

No incluye: cambio de motores, compresores o tarjetas electrónicas

Todas las reposiciones realizadas dentro del marco de este contrato tendrán sólo el costo de la unidad, la mano de obra y materiales no tendrán costo alguno para el Cliente.

Al terminarla la visita de mantenimiento preventivo trimestral se realizará la elaboración de un reporte de mantenimiento detallando los trabajos realizados por equipo y las recomendaciones del técnico, mismo que será entregado al Cliente en físico una vez efectuado el trabajo correspondientemente.

Cliente: _____ Contratista: _____

Fecha: _____ Fecha: _____

Fin de contrato

1.3 Cotización de mantenimiento de la alarma de la clínica.

Nombre del cliente	Clínica de Radioterapia Siglo 21	Telefono	2290 3481
Correo	luis.chacon@siglo21.cr		
Referencia	Luis Chacon	Fecha	7/2/2018
Detalle del trabajo	Sistema contra robo e incendio	Número	2011

DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT	Código	Monto
Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de alarma contra robo			
1. Limpieza del Panel, teclado y sensores			
2. Medición del voltaje			
3. Revisión de Sulfatación			
4. Cambio de códigos de usuario			
5. Capacitación sobre uso del sistema			
6. Revisión del cableado			
7. Pruebas con la Central de monitoreo			
8. Regalía de una Batería o sensor cableado interno o externo			
9. Sticker con información que contenga, técnico, panel y fecha de próximo Mantenimiento			
Bateria 4 amperios	2	E1240	
Transformador 16V 40 VA AC	1	T2440	
			320,00
NOTA IMPORTANTE:			
la presente oferta está destinado a la Clinica de Radioterapia Siglo 21.			
Según lo conversado anteriormente , con el técnico Alejandro Arias			
El monto incluye la instalacion,programacion, materiales y la mano de obra			
MATERIALES Y ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS	1	MAT	0,00
MANO DE OBRA, SUPERVISIÓN Y PROGRAMACION	1	MOD	0,00
Por : ACESA	Por : Cliente o Representante	Monto Parcial	320,00
TEL: 2255-5555		Impuesto de Vtas	0
		TOTAL	320,00
		Anticipo	0,00
		Saldo Pendiente	\$320,00

Condiciones de pago : **50 % adelantado, 50 % contra entrega.**

Cotización N°3, por drenaje de las aguas del patio de la clínica

CONSTRUCTORA HERMANOS ZAMORA S.A

3-101-463157

Teléfonos 8842-3787,2444-8507

gerardozamora67@hotmail.com

De nuestra parte es un gusto dirigirnos a Usted para hacerle llegar nuestros saludos y presentarle(es) nuestra cotización para el trabajo a realizar:

-Se construirán 18m de drenaje con una altura de 3.50m. Son 63 metros cuadrados.

-Se hará una zanja de 60 cm de ancha por 3.50 de profundidad, luego se impermeabilizara la pared con pintura asfáltica, se le instalará un plástico y un tubo drenaflex y se construirá un drenaje con piedra cuarta. Se instalará una tubería de 2 pulgadas hacia el Condominio Saturno, la chorrea se cortará para poder enterrar el tubo que va hacia la caja de registro.

Costo total de trabajo y materiales: ₡2.900.000 (dos millones novecientos mil colones)

Cualquier duda comuníquese con nosotros, será un placer atenderle.

1.9 Cuestionario N°1

Cuestionario N°1	
Realizada por:	
Fecha:	Aplicado a:

1- En términos generales, cómo calificaría el sistema actual del mantenimiento de los edificios y utilidades.

Muy bueno

Medianamente bueno

Bueno

Medianamente malo

Muy malo

Explique_____

2- Cómo valoraría la supervisión que presta su departamento a los contratistas del mantenimiento del edificio y de las utilidades.

Muy buena

Medianamente buena

Buena

Medianamente mala

Muy mala

Explique_____

3- Con respecto del tiempo de respuesta de las necesidades de mantenimiento, cómo calificaría el tiempo de respuesta de las empresas y contratistas.

- Muy buena
- Medianamente buena
- Buena
- Medianamente mala
- Muy mala

4- ¿El tiempo entre visitas (programadas) considera que es el adecuado para mantener las instalaciones en condiciones?

- Muy buena
- Medianamente buena
- Buena
- Medianamente mala
- Muy mala

Explique_____

5- En términos generales; ¿cómo calificaría el actual programa de mantenimiento de las instalaciones y de las utilidades?

- Muy bueno
- Medianamente bueno
- Bueno
- Medianamente malo
- Muy malo

Explique_____

6- ¿Qué tipos de mantenimiento se ejecutan en las instalaciones del Centro?

- Sólo correctivo

- Sólo preventivo
- Preventivo y correctivos
- Otros. Especifique

7- Referente a los costos de mantenimiento de edificios y utilidades, considera usted que estos son:

- Muy altos
- Medianamente altos
- Adecuados
- Medianamente bajos
- Muy bajos

Explique_____

8- Con respecto de los trabajos de mantenimiento considera usted que estos son

- Eficaces.
- Muy eficaces
- Medianamente eficaces
- Medianamente eficaces
- Muy ineficaces

Explique_____

9-¿Cómo se planifica el presupuesto para los trabajos de mantenimiento de edificios y utilidades?

10-¿Qué mejoras cree Ud que se puedan realizar al programa de mantenimiento?

1.10 Entrevista N°1

Entrevista N°1	Realizada por:
Fecha:	Entrevistado:

1- ¿Qué significa para usted el término mantenimiento?

2- ¿Cómo justifica el costo económico que genera un departamento de Mantenimiento?

3- ¿Requiere el departamento de mantenimiento de elevadas inversiones para prestar sus servicios?

4- ¿Por qué, según su criterio las empresas de servicios requieren de un departamento de mantenimiento?

5- ¿Cree usted que el departamento de Mantenimiento de los equipos debe de ser el mismo que preste el mantenimiento a las instalaciones y facilidades?

6- ¿Según su experiencia, toda empresa requiere de un departamento de mantenimiento para las instalaciones y facilidades? Argumente su respuesta.

7- ¿Qué es el mantenimiento?

8- ¿Es necesario tener un departamento de mantenimiento en una organización?

Justifique su respuesta.

9- ¿El mantenimiento se ocupa de conservar los activos de una empresa o de conservar las funciones de los activos?

10- ¿De qué manera puede influir el mantenimiento en el crecimiento de una organización?

11- ¿Deben estar relacionadas los departamentos de producción con los departamentos de mantenimiento?

1.11 Entrevista N°2

Entrevista N°2	Realizada por:
Fecha:	Entrevistado:

1- ¿Qué entiende usted por la administración científica del mantenimiento?

2- ¿Estima usted que la Administración del Mantenimiento es una ciencia?

Argumente su respuesta.

3- ¿Cuáles son los principios de la Administración científica del mantenimiento?

4- ¿En qué difieren la administración pura de la administración del mantenimiento?

5- ¿En qué consiste La Administración científica del mantenimiento?

6- ¿En su criterio quién o quiénes son los responsables de estructurar la Administración científica del Mantenimiento y por qué?

7- Basado en su experiencia; quiénes son los responsables de ejecutar La Administración del Mantenimiento?

8- Opina usted que es posible lograr eficiencia y efectividad sin La Administración científica del Mantenimiento? Explique.

1.12 Entrevista N°3

Entrevista N°3	Realizada por:
Fecha:	Entrevistado:

1-¿En qué aspectos técnicos difiere el mantenimiento de la planta física y Utilidades, con respecto del mantenimiento de la maquinaria utilizada en Producción? ¿Cuál de estos mantenimientos es el más importante?

2-¿En qué aspectos administrativos difiere el mantenimiento de la planta física y utilidades respecto del mantenimiento de la maquinaria utilizada en Producción?

3- ¿Qué diferencias presenta la administración del mantenimiento en los edificios y utilidades con respecto de la Administración del Mantenimiento del equipo de producción?

1.13 Entrevista N°4

Entrevista N°4	Realizada por:
Fecha:	Entrevistado:

1-¿Qué entiende usted por *Sistemas De Mantenimiento*?

2-¿Cuáles son las principales actividades de la planeación del mantenimiento?

3-¿Cuáles son los principales criterios para la programación del mantenimiento?

4-¿Qué actividades son las principales para la organización del mantenimiento?

5-¿Cuáles cree usted que son las principales tareas del Ing. Industrial en el departamento de Mantenimiento?

6- Mencione y explique las principales actividades de control de La Administración Científica del Mantenimiento.

7-¿Qué sistema o herramientas utilizaría para retroalimentar un sistema de mantenimiento?

8-¿Qué funciones cumplen los estándares de trabajo en un sistema de mantenimiento?

9-¿Qué entiende por el sistema de “Operaciones y *Control del Mantenimiento*”?

10-¿Con qué características debe contar el sistema de “Operaciones y *Control del mantenimiento*” para que éste sea eficaz?

11-¿Cómo está compuesto el “*Ciclo de Control del Mantenimiento*”?

1.14 Entrevista N°5

Entrevista N°5	Realizada por:
Fecha:	Entrevistado:

1- ¿Cuáles son los principales criterios para la programación del mantenimiento?

2- ¿Qué actividades son las principales para la organización del mantenimiento?

3- ¿Opina usted que es posible lograr eficiencia y efectividad sin La administración científica del mantenimiento?

4- ¿Concibe usted que la administración del mantenimiento la pueda estructurar un técnico, independientemente de la experiencia de éste en labores de mantenimiento? Justifique su respuesta.

5- ¿Cuáles cree usted que son las principales tareas del Ing. Industrial en el departamento de Mantenimiento?

6- Según su criterio profesional ¿es cara La Administración del Mantenimiento? Justifique su respuesta.

1.15 Entrevista N°6

Entrevista N°6	Realizada por:
Fecha:	Entrevistado:

1-¿Qué es una orden de trabajo de mantenimiento?

2-¿Cuáles son los principales ítemes que deben estar presentes en una orden de trabajo de mantenimiento?

3-¿Cuál debe de ser el flujo del sistema de las órdenes de trabajo de mantenimiento?

4-¿Qué entiende por *Conservación De Registros*?

5-¿Qué uso se le da a la *Conservación De Registros*?

6-¿Cuáles son las herramientas utilizadas en la *Conservación De Registros*?

7- Mencione qué es una Tarjeta de Trabajo y cuál es su función.

8-¿Qué se entiende por “Registro de la historia del equipo”?

9-¿Cuáles son los principales ítemes que deben estar presentes en el Registro de

la historia del equipo?

10-¿Qué es la “*Estructura del Control de Mantenimiento*”?

11-¿Cuáles son los pilares de la *Estructura Del Control De Mantenimiento*?

12-¿Cómo se deben procesar las órdenes de trabajo?

13-¿Qué es el “*Control de Trabajo*”?

14-¿Qué beneficios obtenemos *del Control de Trabajo*?

1.16 Entrevista N°7

Entrevista N°7	Realizada por:
Fecha:	Entrevistado:

1- Sobre el mantenimiento realizado a los edificios y a las facilidades en estos, ¿está usted enterado de las labores ejecutadas, sabe qué labores se ejecutaron y cómo éstas le han beneficiado?

2-¿Considera usted que los trabajos se realizan con un mismo estándar de calidad en todas las aéreas? Argumente su respuesta.

3-¿Considera que el presupuesto actual para el mantenimiento de las instalaciones y utilidades es el adecuado para cumplir a cabalidad con las necesidades actuales? Justifique su respuesta.

4-¿Se realizan revisiones periódicas de las instalaciones y equipos de utilidades para efectuar cambios en los programas de mantenimiento preventivo?

5-¿Los trabajos programados se realizan en los plazos establecidos?

6-¿Los contratistas se hacen responsables por daños o pérdidas debidos a sus errores?

7- ¿Cómo calificaría los conocimientos técnicos del personal externo que ejecuta las labores del mantenimiento?

- Excelentes
- Muy buenos
- Buenos
- Regulares
- Deficientes

8-¿Cómo calificaría el programa de mantenimiento preventivo actual?

- Excelente
- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Deficiente

9-¿Con referencia a la supervisión que la empresa (Centro medico Irazú) realiza a los trabajos de mantenimiento que efectúa personal externo, usted considera que es:

- Muy buena
- Medianamente buena

Aceptable

Medianamente mala

Muy mala

10- El tiempo que se da entre los trabajos realizados por mantenimiento a los edificios y facilidades durante el año es:

Muy oportuno

Medianamente oportuno

Oportuno

Medianamente importuno

Importuno

11- En los casos de emergencias (tuberías dañadas, sanitarios obstruidos, goteras, y otros) considera que el tiempo transcurrido entre el reporte y la reparación la respuesta ha sido:

Muy rápido

Medianamente rápido

Aceptable

Medianamente lento

Muy lento