

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MÉDICOS EN EL CENTRO DE SALUD DE LOS BAÑOS DEL INCA"

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO INDUSTRIAL

Autores:

Bachiller: Janet Gutierrez Bueno

Bachiller: Ana Paola Llanos Gonzales

Asesor:

Ing.

Fanny Emelina Piedra Cabanillas

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | 2 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 6 |
| ÍNDICE DE FÍGURAS..... | 8 |
| ÍNDICE DE ECUACIONES..... | 9 |
| RESUMEN | 10 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA..... | 11 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 14 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 15 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 15 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 15 |
| 1.4. HIPÓTESIS | 15 |
| 1.4.1. Hipótesis General..... | 15 |
| CAPÍTULO II. MÉTODO..... | 16 |
| 2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA (MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS)..... | 16 |
| 2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS | 17 |
| 2.4. PROCEDIMIENTO | 17 |
| 2.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento | 18 |
| 2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 21 |
| 2.5.1 Variable Independiente | 21 |
| 2.5.2 Variable dependiente | 21 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 24 |
| 3.1. VARIABLES | 24 |
| 3.1.1. Variable Independiente | 24 |
| 3.1.1.1. Dimensión 1..... | 24 |
| 3.1.1.2. Dimensión 2..... | 24 |
| 3.1.1.3. Dimensión 3..... | 25 |
| 3.1.2. Variable Dependiente..... | 26 |

| | |
|--|------------|
| 3.1.2.1. Dimensión 1..... | 26 |
| 3.1.2.2. Dimensión 2..... | 31 |
| 3.1.2.3. Dimensión 3..... | 38 |
| 3.1.3. <i>Tabla anual de mantenimiento correctivo de los equipos médicos del área de laboratorio en el centro de salud de los Baños Del Inca –Cajamarca.....</i> | 46 |
| 3.2. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MEJORA)..... | 56 |
| 3.2.1. <i>Implementación del área de mantenimiento:.....</i> | 59 |
| 3.2.2. <i>Propuesta de un Diagrama De Estandarización De Procesos De Mantenimiento Preventivo De Los Equipos Médicos</i> | 62 |
| 3.2.3. <i>Propuesta de Capacitación al Personal</i> | 63 |
| <i>Cronograma de mantenimiento y capacitaciones al personal del área de laboratorio....</i> | 68 |
| 3.2.6. <i>Mejora De Indicadores</i> | 78 |
| 3.2.6.1. <i>Variable Independiente</i> | 79 |
| 3.2.6.2. <i>Variable Dependiente</i> | 84 |
| 3.2.7. <i>Costo de Mantenimiento Preventivo de equipos priorizados.</i> | 103 |
| 3.3. RESUMEN GENERAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO..... | 112 |
| 3.4. ANÁLISIS ECONÓMICO..... | 113 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 122 |
| DISCUSIÓN..... | 122 |
| 4.1. CONCLUSIONES..... | 124 |
| REFERENCIAS | 126 |
| ANEXOS | 129 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Técnicas e Instrumentos de Recolección</i> | 17 |
| Tabla 2 Diseño de operacionalización de variables..... | 22 |
| Tabla 3 Historial De Analizador Bioquímico / chem7..... | 32 |
| Tabla 4 Historial De Fallas De Analizador Bioquímico / BS-300M..... | 33 |
| Tabla 5 Historial De Fallas De Centrifuga de 8 tubos / PLC-03 | 33 |
| Tabla 6 Historial de Fallas de Microscopio / YUJIE OPTIC..... | 34 |
| Tabla 7 Historial de Fallas de Microscopio / NUMBER: BM-180 | 34 |
| Tabla 8 Historial de Fallas de Micropipeta automática / Boeco..... | 35 |
| Tabla 9 Historial de Fallas de Refrigeradora / RA21F | 35 |
| Tabla 10 Historial de Fallas de Refrigeradora horizontal..... | 36 |
| Tabla 11 Historial de Fallas de Rotador Digital / DSR-2800 D | 36 |
| Tabla 12 Historial de Fallas de Vortex Mixer / VM-300 | 37 |
| Tabla 13 Historial de Analizador Bioquímico/Chem 7..... | 39 |
| Tabla 14 Historial de Analizador Bioquímico/BS-3000M..... | 39 |
| Tabla 15 Historial de Centrifuga de 8 tubos / PLC-03..... | 40 |
| Tabla 16 Historial de Microscopio / YUJIE OPTICS..... | 40 |
| Tabla 17 Historial de Microscopio / Number:BM-180..... | 41 |
| Tabla 18 Historial de Micropipeta automática/ Boeco | 41 |
| Tabla 19 Historial de Refrigeradora / RA21F | 42 |
| Tabla 20 Historial de Refrigeradora horizontal | 43 |
| Tabla 21 Historial de Rotador Digital / DSR-2800 D..... | 43 |
| Tabla 22 Historial de Vortex Mixer / VM-300..... | 44 |
| Tabla 23 Costo Correctivo Anual de Equipos | 46 |
| Tabla 24 Operacionalización de Variables con los Resultados del diagnóstico | 49 |
| Tabla 25 <i>Diagnóstico Actual de los Equipos Médicos</i> | 54 |
| Tabla 26 Diseño de un Mantenimiento Preventivo | 57 |
| Tabla 27 Temas de Capacitación..... | 64 |
| Tabla 28 cronograma de Mantenimiento y Capacitaciones | 68 |
| Tabla 29 Costo de Capacitación al Personal Médico..... | 69 |
| Tabla 30 Historial de mejora de fallas de Analizador Bioquímico/Chem 7..... | 87 |
| Tabla 31 Historial mejora de fallas de Analizador bioquímico/BS-3000M..... | 87 |
| Tabla 32 Historial de mejora de Centrifuga de 8 tubos/PLC-03 | 88 |
| Tabla 33 Historial de mejora de fallas de Microscopio/YUJIE OPTICS | 89 |
| Tabla 34 Historial de mejora de fallas de Microscopio/NUMBER:BM-180 | 89 |
| Tabla 35 Historial de mejora de fallas de Micropipeta automática/Boeco | 90 |
| Tabla 36 Historial de mejora de fallas de Refrigeradora/RA21F | 90 |
| Tabla 37 Historial de mejora de fallas de Refrigeradora horizontal | 91 |
| Tabla 38 Historial de mejora de fallas de Rotador Digital/DSR-2800 D | 92 |
| Tabla 39 Historial de mejora de fallas de Vortex Mixer/ VM-300..... | 92 |

| | | |
|-----------------|--|-----|
| Tabla 40 | Historial de Mejora de Analizador bioquímico/Chem 7 | 94 |
| Tabla 41 | Historial de mejora de Analizador bioquímico/BS-3000M | 94 |
| Tabla 42 | Historial de mejora de Centrifuga de 8 tubos/PLC-03 | 95 |
| Tabla 43 | Historial de mejora de Microscopio/YUJIE OPTICS | 96 |
| Tabla 44 | Historial de Mejora de Microscopio/NUMBER:BM-180..... | 96 |
| Tabla 45 | Historial de Mejora de Micropipeta automática/Boeco | 97 |
| Tabla 46 | Historial de Mejora de Refrigeradora/RA21F..... | 97 |
| Tabla 47 | Historial de Mejora de Refrigeradora horizontal..... | 98 |
| Tabla 48 | Historial de Mejora de Rotador digital/DSR-2800 D..... | 98 |
| Tabla 49 | Historial de Mejora de Vortex/VM-300..... | 99 |
| Tabla 50 | Operacionalización de variables después de la propuesta de mejora..... | 101 |
| Tabla 51 | Costo de Mantenimiento Preventivo de los Equipos Priorizados | 103 |
| Tabla 52 | Comparación de Resultados de Variables | 105 |
| Tabla 53 | Resumen anual de costos de mantenimiento..... | 112 |
| Tabla 54 | Costo de Implementación | 114 |
| Tabla 55 | Sueldo de Personal..... | 116 |
| Tabla 56 | Costos Proyectados | 118 |
| Tabla 57 | Flujo de Caja Neto Proyectado | 120 |
| Tabla 58 | Evaluación de Indicadores Financieros..... | 120 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 1 Diagrama de Pareto de la Frecuencia de Fallas de los Equipos | 20 |
| Figura 2 Porcentaje De Disponibilidad De Equipos Médicos | 31 |
| Figura 3 Tiempo Medio De Reparación De Los Equipos Médicos | 38 |
| Figura 4 Tiempo Promedio Entre Fallas En Horas De Los Equipos Médicos | 45 |
| Figura 5 Plano de implementación del área de mantenimiento..... | 59 |
| Figura 6 Hoja de registro de equipos médicos | 61 |
| <i>Figura 7 Diagrama de Estandarización de Procesos de Mantenimiento Preventivo</i> | <i>62</i> |
| Figura 8 Hoja de Control y Limpieza de Equipos Médicos | 71 |
| Figura 9 Hoja de Vida de los Equipos Médicos | 72 |
| Figura 10 Orden de Trabajo de Mantenimiento de los Equipos Médicos | 73 |
| Figura 11 Hoja de Procedimiento de Reparación de Equipos Médicos | 74 |
| Figura 12 Cronograma de Mantenimiento y Calibración..... | 75 |
| Figura 13 Las 5´s..... | 76 |
| Figura 14 Tareas Preventivas Después de la Mejora..... | 82 |
| Figura 15 Porcentaje de Disponibilidad Después de la Mejora | 86 |
| Figura 16 MTTR Después de la Mejora..... | 93 |
| Figura 17 MTBF después de la mejora | 100 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| Ecuación 1 Total de tareas preventivas | 24 |
| Ecuación 2 Cumplimiento De Tareas Preventivas | 25 |
| Ecuación 3 Cumplimiento De Inspecciones..... | 26 |
| Ecuación 4 Disponibilidad | 26 |
| Ecuación 5 Tiempo Medio Para Reparar..... | 32 |
| Ecuación 6 Tiempo Medio Entre Fallas | 38 |

RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro de Salud de los Baños Del Inca-Cajamarca en el área de laboratorio , dedicada a la atención de pacientes de bajos recursos el cual, actualmente no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento preventivo establecido ya que se detectó que los trabajos dejan que terceros hagan un mantenimiento correctivo; los problemas encontrados recaen directamente en la falta de disponibilidad de los equipos lo que afecta a la calidad de servicio hacia los pacientes; lo que perjudica directamente a la disponibilidad de los equipos médicos por lo que se está realizando la investigación con el objetivo de diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos médicos del centro de salud. Por ello se establecieron los indicadores de mantenimiento preventivo los cuales permitieron analizar el sistema de mantenimiento en general. En primera instancia se realizó un diagnóstico total determinando la medida de los indicadores establecidos, el cual se utilizó técnicas de entrevistas y fórmulas para el cálculo de determinados indicadores como la cantidad de tareas preventivas, el porcentaje de cumplimiento y disponibilidad de equipos, el MTTR y MTBF que permite el cálculo de la disponibilidad y las diferentes herramientas de ingeniería. Finalmente se llegó a la conclusión que con la propuesta implementación de un diseño de gestión de mantenimiento preventivo es viable ya que las mejoras de los indicadores de mantenimiento son significativas y por consiguiente la mejora de las tareas preventivas

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, equipos hospitalarios, MTTR. MTBF, disponibilidad,

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Saiz Manzanares, M. C. (2017). *RIUBU Repositorio Institucional*. Obtenido de https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/4889/Tema_3_metodologia_para_la_evaluacion.pdf?sequence=7&isAllowed=y#:~:text=Seg%C3%BAn%20Campbell%20y%20Stanley%20
- Yupanqui Granados , C. D. (2016). “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA RCM PARA TRACTOCAMIONES INTERNATIONAL WORKSTAR 7600”. *Tesis*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10528/Yupanqui%20Granados%2c%20Christian%20Diego.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Alegria Molina , A., Orrellana Ramirez , R., & Zamora Orellana , G. (2008). PROPUESTA DE SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA EL HOSPITAL NACIONAL ROSALES. *Tesis* .
- Arriola Vega , Y. (2015). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado para disminuir las fallas y aumentar la disponibilidad de maquinaria* . Managua.
- Chuquilín Novoa , N. M. (2017). DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO PARA OPTIMIZAR LA VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS EN LA UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES, DEL HOSPITAL REGIONAL DOCENTE DE CAJAMARCA. *Tesis* .
- Cossio Rojas , M. G. (2021). *Repositorio Unioversidad Cesar Vallejo* . Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71442/Cossio_RMG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espinoza, E. (2015). *Google academico*. Obtenido de <http://www.bvs.hn/Honduras/Embarazo/Metodos.e.Instrumentos.de.Recoleccion.pdf>
- Flores Tacan, J. J. (2018). *Repositorio UPN*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14426/JUAN%20FLORES%20TACAS.pdf?sequence=4&isAllowed=y&fbclid=IwAR0YolxNvvggtNMX4mOS2LVZfcMqc7D1aCGt8P-h907i-g76-Hi12-Lq0oxl>

Gonzales Santillan , E., & Maicelo Bazan , M. (2017). *Repositorio UPN*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11310/Gonzales%20Santillan%20Ernesto%20Maicelo%20Bazan%20Marcelita.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Hernández Sampieri, R. (junio de 2011). Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/garcia_m_f/capitulo4.pdf

Jaime Estupiñan , S. (2017). *Repositorio Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia*. Obtenido de https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2688/1/TGT_1307.pdf

Marrufo Delgado , S. J., & Cachi Bacón , R. (2017). PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA. *Tesis*.

Marrufo Delgado , S. J., & Cachi Bacón , R. (2017). PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS BIOMEDICOS EN EL DEPARTAMENTO DE DIAGNOSTICO POR IMAGENES DEL HOSPITAL REGIONAL DE CAJAMARCA. *Tesis*.

Mesa Grajales, D., Ortiz Sánchez, Y., & Pinzon, M. (MAYO de 2006). LA CONFIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA MANTENIBILIDAD, DISCIPLINAS. *REDALYC*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84920491036.pdf>

Municipalidad , B. (2017). Plan de desarrollo concertado del distrito de los Baños del Inca 2017-2021, con perspectiva al 2030. 36. Obtenido de <https://docplayer.es/88134158-Concertado-del-distrito-de-los-banos-del-inca-al-2021-con-perspectiva-al-2030.html>

Objetivos de la gestión de mantenimiento. (23 de Abril de 2019). Obtenido de <https://cmms.pe/objetivos-de-la-gestion-de-mantenimiento-2/>

Olarte , W., & Botero, M. (2010). IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN. *Redalyc* .

OMS. (2012). *Introduccion al programa de mantenimiento de equipos medicos*. Ginebra-Suiza: Ediciones de la OMS. Obtenido de

http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44830/9789243501536_spa.pdf;jsessionid=448F9DC85FB1CB373AE8F81FE5596700?sequence=1

Palomino Lazaro, L. (2019). “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS E INSTALACIONES DEL HOSPITAL SAN JOSE LIMA-PERU. *tesis.* Obtenido de <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3738/PALOMINO%20LAZARO%20LAURO%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>