



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS
SUBCOMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADO
MATURÍN / MONAGAS / VENEZUELA**

**PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD PARA LA PLATAFORMA DE ESCRITORIO
DE EPJ-2 EN LA DIVISIÓN FURRIAL PDVSA ESTADO
MONAGAS**

Trabajo de Grado, Modalidad Pasantía, presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero de Sistemas

Br. Pedro Miguel Rodríguez Milano

CI: V-26.833.070.

Asesor Académico: M.Sc. Róger Díaz

Asesor Laboral: Ing. Rodolfo González

Maturín, mayo 2025



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS

ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
SUB-COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

CTG-EICA-IS-2025

MODALIDAD: PASANTIAS

ACTA N°00000724-0033-02-2025

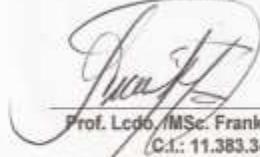
En Maturín, siendo las 2:00 pm del día 16 de mayo del 2025 reunidos en la Sala Aula 4 de postgrado, Campus: Juanico del Núcleo de Monagas de la Universidad de Oriente, los miembros del jurado profesores: **Prof. Roger Díaz (Asesor Académico)**, **Prof. José Navarro (Jurado)**, **Prof. Anibal Fariñas (Jurado)**. A fin de cumplir con el requisito parcial exigido por el Reglamento de Trabajo de Grado vigente para obtener el Título de **Ingeniero de Sistemas**, se procedió a la presentación del Trabajo de Grado, **PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA PLATAFORMA DE ESCRITORIO DE EPJ-2 EN LA DIVISIÓN FURRIAL PDVSA ESTADO MONAGAS**. Por el Bachiller: **PEDRO MIGUEL RODRIGUEZ MILANO, C.I. 26.833.070**. El jurado, luego de la discusión del mismo acuerdan calificarlo como:

APROBADO


Prof. Ing. /MSc. Roger Díaz.
C.I.: 9.901.823
Asesor Académico


Prof. Ing. /MSc. José Navarro.
C.I.: 16.816.960
Jurado


Prof. Ing. /MSc. Anibal Fariñas.
C.I.: 23.539.583
Jurado


Prof. Lcdo. /MSc. Frank R. Díaz B.
C.I.: 11.383.348
Sub-Comisión de Trabajo de Grado



Según establecido en resolución de Consejo Universitario N° 034/2009 de fecha 11/06/2009 y Artículo 13 Literal J del Reglamento de Trabajo de Grado de la Universidad de Oriente. *NOTA: Para que esta acta tenga validez debe ser asentada en la hoja N° - 245 del 1° libro de Actas de Trabajos de Grado del Departamento de Ingeniería de Sistemas, EICA de la Universidad de Oriente y estar debidamente firmada por el (los) asesor (es) y miembros del jurado.

DEL PUEBLO VENIMOS / HACIA EL PUEBLO VAMOS

Av. Universidad, Campus Los Guairús, Maturín Estado Monagas. Apartado Postal N° 6201.
Teléfono 0291-3004010. <http://www.monagas.udo.edu.ve/>

RESOLUCIÓN

De acuerdo con el artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado:

“Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por ser mi guía, y estar conmigo siempre. Por ser el Arquitecto e Ingeniero más grande y perfecto del universo, el que diseñó y desarrolló el proyecto de la vida. **¡Oh Jehová, eres Tú mi Dios, en quien confío!**

A mi padre Pedro José Rodríguez Serrano, por ser un ejemplo para mí; por estar conmigo siempre; por apoyarme en esta etapa de mi vida. Eres mi inspiración y motivación, por eso este proyecto va dedicado a ti. Es mi forma de pagarte todo cuanto has hecho por mí.

A mi madre Angélica María Milano Rodríguez, y a mi segunda madre María Eugenia Brito, quienes me han acompañado y apoyado siempre.

A mis hermanos Alexánder Paúl, Lucía Valentina, Angely Antonella y Felmari de Jesús. **¡Los quiero!**

A toda mi familia, que siempre me apoyaron, me alentaron y que pusieron su confianza en mí.

Pedro Miguel Rodríguez Milano

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios padre Jehová Todo Poderoso, por ser mi guía, mi escudo y el principal pilar de mi vida; quien, en sus santas escrituras, ha prometido estar conmigo en todo momento y en todo lugar, y me ha permitido alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

Agradezco GRANDEMENTE a mi padre Pedro José, quien no sólo ha sido mi padre, sino que ha sido, además, mi hermano, mi amigo y la principal fuente de motivación; no sólo en esta investigación, sino durante toda mi carrera universitaria. Te doy infinitas gracias por siempre estar, y por ser ese remo que me ayudó a avanzar en esta travesía. ¡Gracias por ser mi puerto seguro!

A la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, que me abrió sus puertas y me acogió en sus espacios, brindándome una educación de provecho y de calidad.

A todos los profesores que aportaron su granito de conocimiento para hacerme hoy un gran profesional; en especial, a los profesores Ing. César Estaba, M.Sc. Frank Díaz, Ing. Róger Díaz, quienes me ayudaron y apoyaron grandemente durante mi carrera, y durante el desarrollo de esta investigación.

A mis hermanos de la universidad, Aurora Canelón, Carlos Rocca y Dayana Rodríguez, por su amistad y apoyo incondicional.

A mis queridos amigos del Departamento de Soporte Técnico Integral AIT Jusepín, Ing. Rodolfo González, quien además de ser mi tutor, fue como un padre para mí durante mis pasantías, gracias por tus aportes y por tus enseñanzas. Al señor José Gil, Lcda. Geryis Franco, Lcdo. Eduardo Bastardo, señor Víctor Fermín, señor Herwins

Fuentes, señor Carlos García, gracias a todos por sus aportes y conocimientos; gracias en especial por hacerme sentir como un integrante más de la familia AIT.

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	4
CONTEXTO ORGANIZACIONAL	4
1.1 PETRÓLEOS DE VENEZUELA, S.A	4
1.1.1 Reseña Histórica de PDVSA.	5
1.1.2 Reseña Histórica del Campo Furrial.....	7
1.1.3 Filosofía de Gestión de PDVSA.....	7
1.1.4 PDVSA Distrito Furrial (Oriente – Sur).....	9
1.1.5 Automatización Informática y Telecomunicaciones (AIT).....	11
1.1.5.1 Filosofía de Gestión de AIT.....	12
1.1.5.2 Departamento de Soporte Técnico Integral (STI) AIT Jusepín	14
CAPITULO II	15
EL PROBLEMA Y SUS GENERALIDADES	15
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2.1 Objetivo general.....	21
2.2.2 Objetivos específicos	21
2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.3.1 Justificación social.....	22
2.3.2 Justificación teórica	23
2.3.3 Justificación práctica	23
2.4 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.	24
CAPITULO III	26
MARCO REFERENCIAL	26
3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.2 BASES TEÓRICAS	28
3.2.1 El Mantenimiento	29
3.2.2 Evolución histórica del mantenimiento	29
3.2.3 Objetivos básicos del mantenimiento	32
3.2.4 Tipos de mantenimientos.....	32
3.2.4.1 Mantenimiento correctivo	33
3.2.4.2 Mantenimiento preventivo	35
3.2.4.3 Mantenimiento predictivo.....	37

3.2.5 Mantenimiento programado.....	39
3.2.6 Parámetros de mantenimiento.....	39
3.2.7 Gestión de mantenimiento	40
3.2.8 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC).....	41
3.2.9 Orígenes de la Metodología MCC	41
3.2.10 Implementación de la Metodología MCC	42
3.2.11 Ventajas y desventajas de la Metodología MCC.....	44
3.2.12 Análisis de modos y efectos de fallas.	46
3.3 BASES LEGALES.....	47
3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)	47
3.3.2 Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2010).....	48
3.3.3 Políticas de Seguridad de Información de PDVSA (2006)	48
3.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	49
CAPÍTULO IV	52
MARCO METODOLÓGICO	52
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	52
4.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	53
4.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
4.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	53
4.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	54
4.5.1 Observación Directa	55
4.5.2 Entrevistas con el personal	55
4.5.3 Registro fotográfico	55
4.5.4 Análisis de documentación y registros	56
4.5.5 Focus Group.....	56
4.6 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS	56
4.7 DISEÑO OPERATIVO.....	57
4.7.1 Fase I. Identificación de los elementos de estudio para el MCC.....	58
4.7.2 Fase II. Análisis de fallas.....	59
4.7.3 Fase III. Selección de estrategias de mantenimiento	59
CAPITULO V.....	63
RESULTADOS.....	63
5.1 FASE I: IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE ESTUDIO PARA EL MCC	63
5.1.1 Descripción general del área de EPJ-2	63
5.1.2 Equipos de la plataforma tecnológica de EPJ-2	69
5.1.3 Descripción general del departamento de STI.....	75
5.1.4 Gestión de casos	76
5.1.5 Aplicación de mantenimiento en el departamento de STI.....	81
5.1.6 Situación actual de la plataforma de escritorio.....	84
5.1.7 Diagnóstico de la plataforma de escritorio	86
5.2 FASE II: ANÁLISIS DE FALLAS	86
5.2.1 Análisis de criticidad	87

5.2.1.1	Criterios de evaluación	89
5.2.1.2	Matriz de criticidad	91
5.2.1.3	Equipos críticos.....	91
5.2.2	Análisis de modos y efectos de fallos.....	93
5.3	FASE III: SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.....	100
5.3.1	Indicadores de gestión de mantenimiento.....	101
5.3.2	Cálculo de los indicadores ideales.....	104
5.3.3	Cálculo de los indicadores reales.....	107
5.3.4	Valores de referencia para el cálculo de los indicadores	110
5.3.5	Mantenimiento según los fabricantes	110
5.3.6	Frecuencia de mantenimiento programado.....	112
5.3.7	Plan de mantenimiento	113
5.4	ANÁLISIS COSTO–BENEFICIO	132
5.4.1	Costos de desarrollo.....	133
5.4.2	Costos de implementación.....	135
5.4.3	Resumen de costos de desarrollo.....	135
5.4.4	Costos de desarrollo en la actualidad.....	136
5.4.5	Resumen de costos en la actualidad.....	137
5.4.6	Beneficios	137
5.4.6.1	Beneficios tangibles.....	138
5.4.6.2	Beneficios intangibles.....	139
	CONCLUSIONES.....	141
	RECOMENDACIONES.....	143
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	144
	ANEXOS	146
	HOJAS DE METADATOS	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Logo de PDVSA	5
Figura 2. Ubicación geográfica del complejo operativo Jusepín	10
Figura 3. Ubicación geográfica del complejo operativo Rusio viejo.....	10
Figura 4. Mapa del complejo operativo Jusepín (EPJ-2).....	11
Figura 5. Estructura organizativa y fuerza de labor de AIT PDVSA.....	13
Figura 6. Organigrama gerencia de servicios AIT Furrial	14
Figura 7. Evolución histórica del mantenimiento	31
Figura 8. Tipos de mantenimientos	33
Figura 9. Triángulo paramétrico de las funciones del mantenimiento.....	40
Figura 10. Diagrama de flujo de la aplicación general del MCC.....	43
Figura 11. Sala de reuniones edificio de producción – EPJ-2 Distrito Furrial	64
Figura 12. Edificio administrativo planta RESOR – EPJ-2 Distrito Furrial	65
Figura 13. Sala de control planta IGF – PDVSA Distrito Furrial	65
Figura 14. Centro operativo Furrial (COF) – PDVSA Distrito Furrial.....	66
Figura 15. Planta de deshidratación – EPJ-2 Distrito Furrial.....	66
Figura 16. Planta de compresión de gas Jusepín 9 – EPJ-2 Distrito Furrial	67
Figura 17. Centro operativo Rusio Viejo – PDVSA Distrito Furrial	68
Figura 18. Clínica industrial Manuela Sáenz – EPJ-2 Distrito Furrial	68
Figura 19. Laboratorio de prueba de crudo – PDVSA Distrito Furrial.....	69
Figura 20. Cartelera del sistema integral de gestión automatizada de AIT	77
Figura 21. Diagrama de flujo del mantenimiento en STI.....	78
Figura 22. Falla en el navegador web	79
Figura 23. Ralentización del sistema operativo	79
Figura 24. Falla en el cableado de la red.....	80
Figura 25. Falla en el encendido	80
Figura 26. Falla al iniciar el sistema operativo	81
Figura 27. Aplicación de mantenimiento	82
Figura 28. Aplicación de mantenimiento	82
Figura 29. Aplicación de mantenimiento	83
Figura 30. Aplicación de mantenimiento	83
Figura 31. Gráfica de la situación actual de la plataforma.....	84
Figura 32. Gráfica de la opinión de los usuarios.....	85
Figura 33. Clasificación de la criticidad de los equipos de EPJ-2	92
Figura 34. Resultados del AMEF de hardware para equipos de escritorio	99
Figura 35. Resultados del AMEF de hardware para equipos portátiles	99
Figura 36. Resultados del AMEF de Software equipos de escritorio/portátiles	100
Figura 37. Tiempo medio entre fallos ideal y real de equipos críticos	108
Figura 38. Confiabilidad ideal y real de equipos críticos.....	109
Figura 39. Diagrama de flujo para mantenimiento preventivo	115

Figura 40. Diagrama de flujo para mantenimiento correctivo	117
Figura 41. Lista de verificación para mantenimiento de hardware	119
Figura 42. Lista de verificación para mantenimiento de software	120
Figura 43. Tablero de trabajo	125
Figura 44. Lista de equipos en mantenimiento	126
Figura 45. Tarjeta VIT M2421	126
Figura 46. Detalles de la tarjeta Dell Optiplex 755	127
Figura 47. Tablero de trabajo en sistema operativo Android.....	128
Figura 48. Valores de referencia para la gravedad del modo de fallo – AMEF	147
Figura 49. Valores de referencia para la ocurrencia del modo de fallo – AMEF	147
Figura 50. Valores de referencia para la capacidad de detección – AMEF	148
Figura 51. Mapa de calor para prioridades del NPR – AMEF.....	148
Figura 52. Orden para mantenimiento preventivo (formato 1).....	149
Figura 53. Orden para mantenimiento correctivo (formato 2).....	150
Figura 54. Inspección programada (formato 3).....	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Correctivo	35
Tabla 2. Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo.....	36
Tabla 3. Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo	38
Tabla 4. Ventajas y desventajas del MCC	44
Tabla 5. Modelo operativo	61
Tabla 6. Dell Optiplex GX620.....	70
Tabla 7. VIT M2421	70
Tabla 8. Síragon 1320	71
Tabla 9. Dell Optiplex 755.....	72
Tabla 10. Lenovo T500.....	72
Tabla 11. VIT 2910-02.....	73
Tabla 12. VIT M2100-01-01.....	73
Tabla 13. VIT 2910-01.....	74
Tabla 14. Siragon 1420	74
Tabla 15. Teclado Dell SK-8115	75
Tabla 16. Dell Precisión 690.....	75
Tabla 17. Diagnósticos comunes con soluciones	81
Tabla 18. Número de fallas y costos de mantenimiento de los equipos	88
Tabla 19. Criterios de evaluación.....	89
Tabla 20. Resultados de la Matriz de Criticidad.....	91
Tabla 21. AMEF de Hardware para equipos de escritorio.....	93
Tabla 22. AMEF de Hardware para equipos portátiles.....	94
Tabla 23. AMEF de Software para equipos de escritorio/portátiles	95
Tabla 24. Acciones AMEF de Hardware equipos de escritorio.....	96
Tabla 25. Acciones AMEF de Hardware equipos portátiles.....	97
Tabla 26. Acciones AMEF de Software equipos de escritorio/portátiles	98
Tabla 27. Horario regular y de guardia	104
Tabla 28. Horas totales de operación	104
Tabla 29. Resultados del indicador TMEF	105
Tabla 30. Resultados del indicador TMPR	106
Tabla 31. Resultados del Indicador de Disponibilidad	106
Tabla 32. Resultados del indicador de confiabilidad	107
Tabla 33. Resultados del indicador TMEF	108
Tabla 34. Resultados del indicador de confiabilidad	109
Tabla 35. Valores de Referencia para los Indicadores	110
Tabla 36. Herramientas para mantenimiento físico	118
Tabla 37. Herramientas para mantenimiento lógico	118
Tabla 38. Software para mantenimiento lógico	118
Tabla 39. Cronograma de mantenimiento programado.....	131

Tabla 40. Costo total de desarrollo	134
Tabla 41. Costos de implementación	135
Tabla 42. Resumen de los costos de desarrollo.....	135
Tabla 43. Costos de desarrollo actual	136
Tabla 44. Costos de implementación actual (anual)	136
Tabla 45. Resumen de costos actuales	137
Tabla 46. Comparación de h-h en tipos de mantenimiento.....	139
Tabla 47. Comparación de casos en tipos de mantenimiento	139



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS
SUBCOMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO
MATURÍN / MONAGAS / VENEZUELA
PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA
PLATAFORMA DE ESCRITORIO DE EPJ-2 EN LA DIVISIÓN FURRIAL
PDVSA ESTADO MONAGAS**

Autor: Pedro Miguel Rodríguez Milano. C.I: 26.833.070

RESUMEN

El presente trabajo de investigación está basado en el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, centrado en la confiabilidad para la plataforma de escritorio de EPJ-2, atendida por el departamento de Soporte Técnico Integral de la Gerencia de AIT de PDVSA, Distrito Furrial, estado Monagas, con el objetivo de dar una propuesta de mantenimiento para los equipos informáticos que conforman dicha plataforma. La investigación estuvo enmarcada en el tipo de investigación descriptiva-proyectiva, y con un nivel comprensivo. Se utilizó la metodología de mantenimiento, basado en la confiabilidad (MCC), puesto que se adapta a las necesidades y políticas de la empresa. El MCC está conformado por tres fases, las cuales permitieron conocer en primera instancia la situación actual de los equipos informáticos; luego se aplicó un análisis de criticidad para determinar los equipos críticos; posteriormente se realizó un Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF). Se establecieron indicadores de mantenimiento que permitieran determinar el momento oportuno para aplicar el mantenimiento, y finalmente se establecieron estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo. La investigación demostró la falta de mantenimiento que presentaban los equipos informáticos por la carencia de un plan de mantenimiento. El análisis de la problemática también arrojó que el departamento de Soporte Técnico Integral sólo aplicaba mantenimiento correctivo, provocando que los equipos atendidos fallaran poco tiempo después de ser atendidos.

Palabras claves: Plan de mantenimiento, Mantenimiento centrado en confiabilidad, Mantenimiento preventivo, Equipos críticos, Análisis de Modos y Efectos de Falla.

INTRODUCCIÓN

En sus inicios el mantenimiento era una actividad aplicada para dar solución a las fallas que presentaban las maquinarias, el mantenimiento sólo era utilizado como último recurso, ya que se pensaba que era una pérdida de inversión; un pensamiento que se propagó rápidamente por la poca actividad industrial que existía en la época. Con el pasar del tiempo, y el crecimiento exponencial de las industrias, llamado más tarde como la “Revolución Industrial”, el mantenimiento comenzó a tomar relevancia al surgir en las empresas la necesidad de mantener operativas las maquinas, ya que su interrupción por la presencia de fallas, significaba una paralización de la producción, y esto traía consigo grandes pérdidas económicas.

Actualmente, el mantenimiento figura como una de las disciplinas más importantes dentro de la industria, de tal forma que todas las empresas deben implementarla para mantener niveles elevados de efectividad, eficacia y confiabilidad de las maquinarias. Estos factores son claves para el desempeño y productividad de una organización, sabiendo que la manera más efectiva de mantener operativa la cadena de producción, es aplicando el mantenimiento necesario a las máquinas, con el objetivo de reducir al máximo la ocurrencia de una falla, garantizando de esta manera la continuidad operativa.

El mantenimiento ha ido desarrollándose y mejorándose con el tiempo, creándose nuevas estrategias, nuevas herramientas y nuevas metodologías de mantenimiento, una de esas metodologías es el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), el cual centra su filosofía en los aspectos que impactan la confiabilidad y calidad de la producción. El paradigma del MCC está orientado a devolver el estado óptimo y confiable a los equipos, aplicando un conjunto de estrategias diseñadas para inducir una la mejoría significativa.

En este sentido, la estatal petrolera PDVSA busca la mejora de su plataforma de tecnología, que le permita tener una capacidad instalada en óptimas condiciones, y mejorar la productividad, mediante la implementación de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. A raíz de ello, se realizó este trabajo de investigación, con la finalidad de proponer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, que supla la necesidad de la empresa y le permita lograr sus objetivos.

Para lograr el objetivo de esta investigación, el cual se centra en el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la plataforma tecnológica de la EPJ-2 de PDVSA, se implementó la metodología de mantenimiento, basado en la confiabilidad (MCC). Esta metodología está estructurada en tres fases, la primera fase permitió conocer el sistema y todos los subsistemas pertenecientes al ámbito de la investigación; la segunda fase permitió analizar los datos recopilados, y en la tercera fase se establecieron las estrategias de mantenimiento necesarias para la mejora del sistema.

Este trabajo de investigación está compuesto por cinco capítulos. Capítulo I: Contexto Organizacional. Capítulo II: El Problema y sus generalidades. Capítulo III: Marco teórico. Capítulo IV: Marco Metodológico. Capítulo V: Resultados. En cada capítulo se describen detalladamente los aspectos y elementos que fueron objeto de estudio para lograr los objetivos propuestos en la investigación. A continuación, se describe el contenido de cada capítulo:

Capítulo I. Contexto Organizacional: Contempla los aspectos de la filosofía de gestión de la empresa. En el contexto organizacional se especifican los elementos más importantes que describen a la empresa, para la cual se realizó el trabajo de investigación. Estos elementos son la historia, la misión, la visión, los objetivos estratégicos y su estructura organizacional, tanto de PDVSA como de la Gerencia de Automatización, Informática y Telecomunicaciones (AIT).

Capítulo II. El Problema y sus Generalidades: Comprende la descripción de la problemática y los factores que giran en torno a ella, los cuales le dan los fundamentos para consolidar la problemática como un problema que puede ser solucionado mediante los objetivos propuestos. En este capítulo se establece el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, la justificación, y el alcance de la investigación.

Capítulo III. Marco Referencial: En el marco referencial se encuentra toda la teoría consultada durante la investigación, la cual sirve como base esencial del conocimiento para dar una posible solución a la problemática planteada en el capítulo anterior. En este sentido, en esta sección está constituida por los antecedentes, las bases teóricas, las leyes y demás bases legales, y, por último, la definición de términos que le dan el sentido a la investigación.

Capítulo IV. Marco Metodológico: En este capítulo se establece el tipo y nivel de investigación; se detallan la población y la muestra utilizadas para la realización del proyecto; las técnicas e instrumentos de recolección de datos; las técnicas de análisis de datos; así como también, el diseño operativo de la investigación, el cual contiene de forma detallada las fases y los procesos que conforman la metodología a utilizar.

Capítulo V. Resultados: En este capítulo se presentan los resultados obtenidos al aplicar cada una de las actividades descritas en modelo operativo planteado en el capítulo anterior. Los resultados están expuestos según las fases de las metodologías aplicadas, la metodología centrada en la confiabilidad está conformada por 3 fases: Identificación de los elementos para el estudio del MCC, análisis de los datos y aplicación de las estrategias de mantenimiento. Además de los resultados, en este capítulo se expone el análisis costo-beneficio del proyecto, el cual muestra su rentabilidad.

CAPITULO I

CONTEXTO ORGANIZACIONAL

1.1 PETRÓLEOS DE VENEZUELA, S.A

Petróleos de Venezuela, Sociedad Anónima (PDVSA), es una empresa petrolera de carácter internacional perteneciente a la República Bolivariana de Venezuela, cuyas actividades son la exploración, producción, refinación, transporte y comercialización de los hidrocarburos venezolanos, también opera con petroquímicos, químicos y orimulsión. PDVSA es la principal estatal petrolera de Venezuela, comprometida con el desarrollo económico, social y autosustentable de la nación.

PDVSA planifica, coordina, supervisa y controla las actividades de exploración, explotación, transporte, manufactura, refinación, almacenamiento, comercialización o cualquier otra de su competencia en materia de crudo y demás hidrocarburos de sus filiales, tanto en la República Bolivariana de Venezuela como en el exterior. Sus funciones también incluyen la promoción o participación en actividades dirigidas a fomentar el desarrollo integral, orgánico y sostenible del país, incluyendo las de carácter agrícola e industrial, elaboración o transformación de bienes, y su comercialización y prestación de servicios para lograr una adecuada vinculación de los recursos provenientes de los hidrocarburos con la economía venezolana.



Figura 1. Logo de PDVSA

1.1.1 Reseña Histórica de PDVSA.

Petróleos de Venezuela fue fundada el 30 de agosto de 1975, por decreto gubernamental durante el primer período presidencial de Carlos Andrés Pérez, tras la absorción de las actividades y activos de la Corporación Venezolana del Petróleo (CORPOVEN), y la nacionalización de las industrias del hierro y del petróleo en Venezuela. Aunque su fundación fue en agosto de 1975, no fue sino hasta el primero de enero de 1976, cuando comienza sus operaciones. PDVSA ha sido, desde entonces, la empresa de hidrocarburos más importante de Venezuela.

Su primer presidente fue el General Rafael Alfonzo Ravard, quien estuvo al mando de la estatal petrolera hasta marzo de 1983, donde fue sucedido por Humberto Calderón Berti. Durante el primer año de operación, PDVSA inició sus acciones con 14 filiales: Palmaven, Bariven, Llanoven, Boscaven, CVP, Deltaven, Taloven, Vistaven, Meneven, Guariven, Lagoven, Amoven, Maraven, Roqueven. La estatal está dividida en cuatro áreas de trabajo, según los procesos que realiza: Exploración y Producción Refinación, Gas, Distribución y Comercialización.

PDVSA fue catalogada en 2005 como la tercera empresa petrolera a nivel mundial, y clasificada por la revista internacional Fortune como la empresa número 35

entre las 500 más grandes del mundo. Actualmente, la corporación petrolera PDVSA posee las mayores reservas petrolíferas del mundo, alcanzando a finales de 2011 una suma total certificada de 296.500 millones de barriles, que representa un 18% de las reservas mundiales de este recurso.

La República Bolivariana de Venezuela posee la totalidad de las acciones de la corporación petrolera, que se encuentra adscrita al Ministerio del Poder Popular del Petróleo. En la Constitución de 1999, en el artículo 303, está contemplado que la empresa mantenga el monopolio exclusivo de los hidrocarburos que se encuentren en el subsuelo venezolano (petróleo, gas natural, entre otros) y que sus acciones no pueden ser vendidas a particulares. No obstante, la empresa puede asociarse y entregar concesiones para la prestación de cualquier servicio relacionado con sus productos.

Hasta 1999, PDVSA, a través de sus empresas filiales, tenía el monopolio de venta, mercadeo y transporte de todo el producto y derivados del petróleo. Ese año, en el marco de la entonces llamada “apertura petrolera”, se permitió que otras empresas como Shell, BP, o Texaco entraran a comercializar dichos productos, aunque ajustados a ciertas limitaciones tales como el control por decreto del precio de venta de la gasolina. En la actualidad, muchas de las políticas y acuerdos emitidos en la entonces apertura petrolera han sido modificados y, en algunos casos, fueron anulados esto como consecuencia de las tensiones sociopolíticas entre Venezuela y otros países.

Luego del paro petrolero, en diciembre del 2002, nace la nueva PDVSA, aportando al desarrollo nacional con una serie de nuevas estructuras, como el Plan Siembra Petrolera y promoción al desarrollo social. PDVSA cumple con todas las actividades propias del negocio petrolero, constituyéndose en una corporación verticalmente integrada, que abarca todos los procesos, desde la explotación hasta la comercialización de los hidrocarburos gaseosos y no gaseosos, y sus derivados.

En materia de utilidades netas y ganancias, PDVSA se colocó en 2007 en la octava posición en el escalafón mundial, al registrar un balance de 6.273 millones de dólares, un 15% más que en 2006. Más abajo se ubicó Pemex, con 4.287 millones, y Ecopetrol, con 2.800 millones. En el presente, PDVSA se encuentra por debajo del escalafón mundial frente a otras empresas homologas, ya que el mercado del crudo actual está siendo controlado por otros gigantes petroleros como Exxon-Mobil, Shell, BP y la estadounidense Chevron, quienes tienen el monopolio del mercado petrolero.

1.1.2 Reseña Histórica del Campo Furrial

El campo petrolero Furrial fue descubierto en marzo de 1986 con el pozo FUL-1X. En 1986 fue construida la Estación Principal Jusepín 2 (EPJ-2). Actualmente, está constituido con 9 módulos de producción y 3 de pruebas. En 1992 LAGOVEN comenzó el proyecto de Recuperación Secundaria Oriente (RESOR) en los yacimientos del Campo El Furrial, mediante la inyección de gas y agua. En 1994 se instala la Planta de Deshidratación Furrial. En 1999 se instalaron los deshidratadores DE-401 / 501, en el 2007 los DE-601 / 701, para una capacidad nominal aproximada de 460 MBD. Las Nuevas Instalaciones del Furrial (NIF) iniciaron la construcción en abril del 2013 con el Módulo X (Fase I).

1.1.3 Filosofía de Gestión de PDVSA

La filosofía de gestión de PDVSA denota la ética, la responsabilidad y el compromiso que asume de cara a la nación. Su filosofía está conformada por la misión, la visión, los valores y sus objetivos estratégicos. En su filosofía de gestión PDVSA establece lo que es, lo que quiere llegar a ser y como logrará alcanzar sus objetivos, basándose principalmente en el bienestar de la población y sus trabajadores, así como también, velando por los intereses de la nación.

Misión

Petróleos de Venezuela, S.A. tiene como misión: “Maximizar eficiente y rentablemente la explotación de las reservas de hidrocarburos, alineada con el plan de negocios de PDVSA, logrando mejoras de los procesos y de gran impacto en la creación de valor con gente capacitada y motivarla que incorpore oportunamente tecnología, garantizando su seguridad y la de las instalaciones en armonía con el ambiente y promoviendo el crecimiento socio-económico del país.”

Visión

La visión de Petróleos de Venezuela, S.A. es: “Ser la organización modelo de la industria petrolera nacional e internacional en creación de valor, mediante la explotación segura, ecológica, óptima y rentable de los yacimientos, caracterizada por la excelencia y competencia de su personal.”

Valores

PDVSA busca dirigir sus negocios con la perspectiva de cumplir su visión y misión, fundamentadas en una serie de valores que rigen su actitud y comportamiento. Valores que la realzan como empresa de renombre en su rama, entre estos se encuentran los siguientes: (a) Integridad; (b) Competitividad; (c) Respeto; (d) Equidad; (e) Responsabilidad social; (f) Seguridad.

Objetivos Estratégicos

PDVSA es una empresa eficiente, que tiene objetivos estratégicos que van más allá de la mera rentabilidad. Estos objetivos incluyen:

- a) Redistribuir de riqueza del petróleo a la sociedad en general.
- b) Contribuir con propósitos claves de la política exterior venezolana como el fomento, la cooperación integral con aliados estratégicos y la integración latinoamericana en un contexto de transición hacia la multipolaridad.
- c) Garantizar la seguridad energética, incluyendo el suministro doméstico de combustible.
- d) Fomentar el desarrollo socioeconómico a través de la industrialización y políticas de equidad social.
- e) Promocionar la soberanía tecnológica y desarrollo de recursos humanos altamente capacitados y motivados.

1.1.4 PDVSA Distrito Furrial (Oriente – Sur)

En el Estado Monagas, la estatal PDVSA se encuentra bajo el mando de operaciones de la Dirección Ejecutiva de Producción Oriente (DEPO), que a su vez está conformada por los distritos o divisiones, Furrial, Punta de Mata y Costo Afuera. Las instalaciones de estas divisiones se encuentran ubicadas en poblaciones como Jusepín, Furrial, Orocuál, Maturín, Quiriquire, Caripito, Punta de Mata y El Tejero. El Complejo Operativo Jusepín está ubicado en el Distrito Furrial al noreste del estado Monagas. El Distrito Furrial está conformado además por el Centro Operativo Orocuál, Centro Operativo Rusio Viejo, Centro Operativo Furrial (COF), Planta de Inyección de Gas Furrial (IGF) y la Planta Múltiple Full 1 Furrial.

Coordenadas Geográficas de EPJ-2: 9°44'0"N 63°28'0"W



Figura 2. Ubicación geográfica del complejo operativo Jusepín
Fuente: Gerencia de Planificación Jusepín PDVSA – División Furrial (2023)

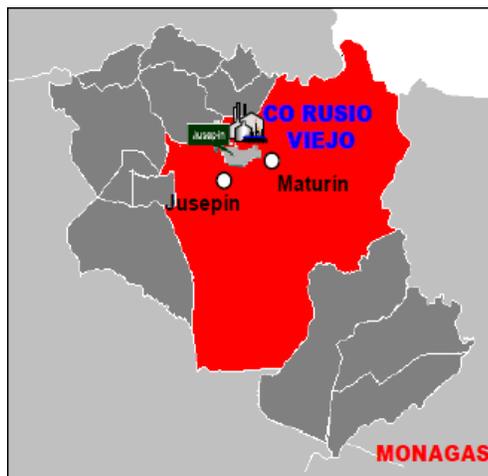


Figura 3. Ubicación geográfica del complejo operativo Rusio viejo
Fuente: Gerencia de Planificación Jusepín PDVSA – División Furrial (2023)



Figura 4. Mapa del complejo operativo Jusepín (EPJ-2)
Fuente: Autor (2023)

1.1.5 Automatización Informática y Telecomunicaciones (AIT)

AIT es el área de PDVSA encargada de velar por la integridad de la tecnología y la información de la corporación petrolera. Aplicando el conocimiento, las herramientas, la fuerza de trabajo y las mejores estrategias, la gerencia de AIT logra impulsar la mejora y crecimiento de la plataforma tecnológica, con el propósito de mejorar sus servicios en pro de la actividad petrolera. Sus actividades se centran principalmente en las áreas de soporte técnico integral, soporte técnico especializado, automatización de procesos, soporte de aplicaciones, servidores, redes y telecomunicaciones, además de su programa de enseñanza y capacitación de sus trabajadores.

1.1.5.1 Filosofía de Gestión de AIT

La gerencia de Automatización Informática y Telecomunicaciones está comprometida a brindar una soberanía e independencia tecnológica a la corporación petrolera. Para ello, se plantea una filosofía de gestión en la que destaca su entrega en pro de ser una gerencia de tecnología ejemplar. Su filosofía de gestión está compuesta por la misión, la visión, los objetivos estratégicos, la estructura organizativa y su fuerza de labor.

Misión de AIT.

“Somos la Organización responsable de orientar, facilitar y mejorar los servicios y soluciones tecnológicas de Automatización, Informática y Telecomunicaciones, innovando y actuando con conciencia del deber social, como agentes de transformación, para construir el Socialismo Bolivariano y alcanzar la Soberanía de los Pueblos.”

Visión de AIT.

“Plena Soberanía Tecnológica basada en los valores de la Revolución Socialista.”

Objetivos Estratégicos de AIT

- a) Apalancar el Plan Siembra Petrolera en el ámbito del Sector Petrolero y No Petrolero, en apoyo del desarrollo sociopolítico de la nación.
- b) Asegurar la continuidad operativa de los servicios AIT en virtud de la atención de las necesidades tecnológicas y reforzando el Modelo de Prestación de Servicios a los usuarios de PDVSA, filiales y empresas mixtas.

- c) Mejorar en la eficiencia y la eficacia de los procesos de trabajo y del talento humano de las trabajadoras y de trabajadores de AIT.
- d) Asegurar las actividades de investigación y desarrollo de soluciones AIT para el logro de soberanía e independencia tecnológica.

Estructura Organizativa (Básica) y Fuerza Labor Propuesta

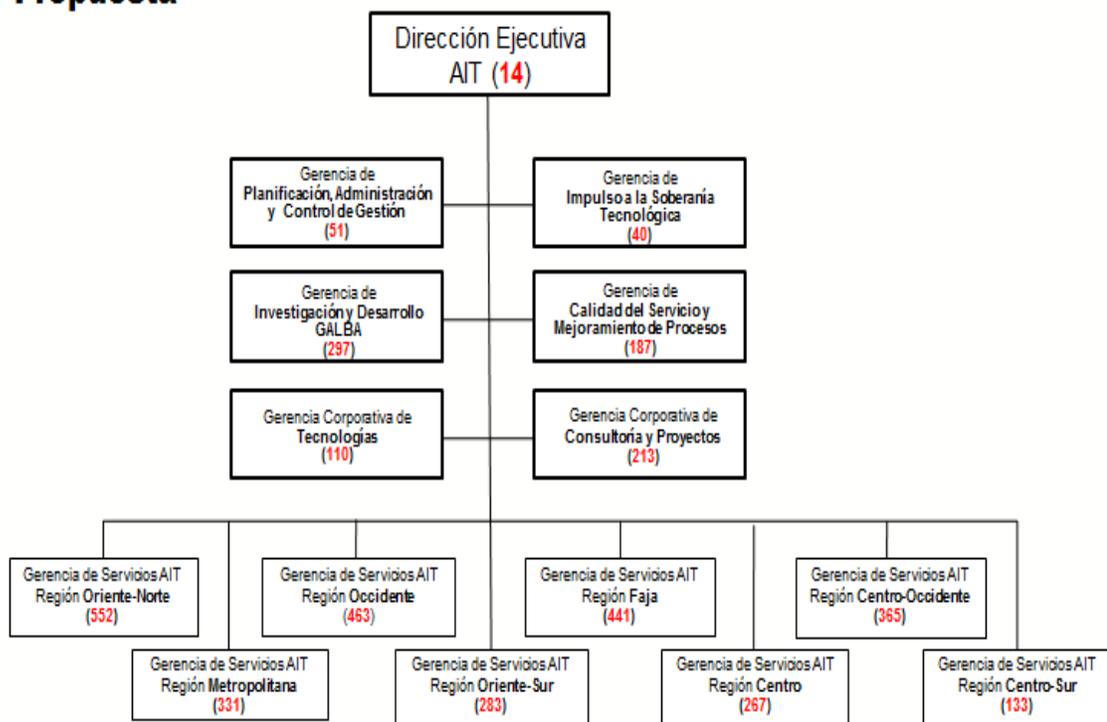


Figura 5. Estructura organizativa y fuerza de labor de AIT PDVSA
Fuente: Gerencia de Servicios AIT Jusepín PDVSA – Distrito Furrrial (2023)

Gerente de Servicios AIT Oriente-Sur
 Gerente de Servicios AIT El Furrial

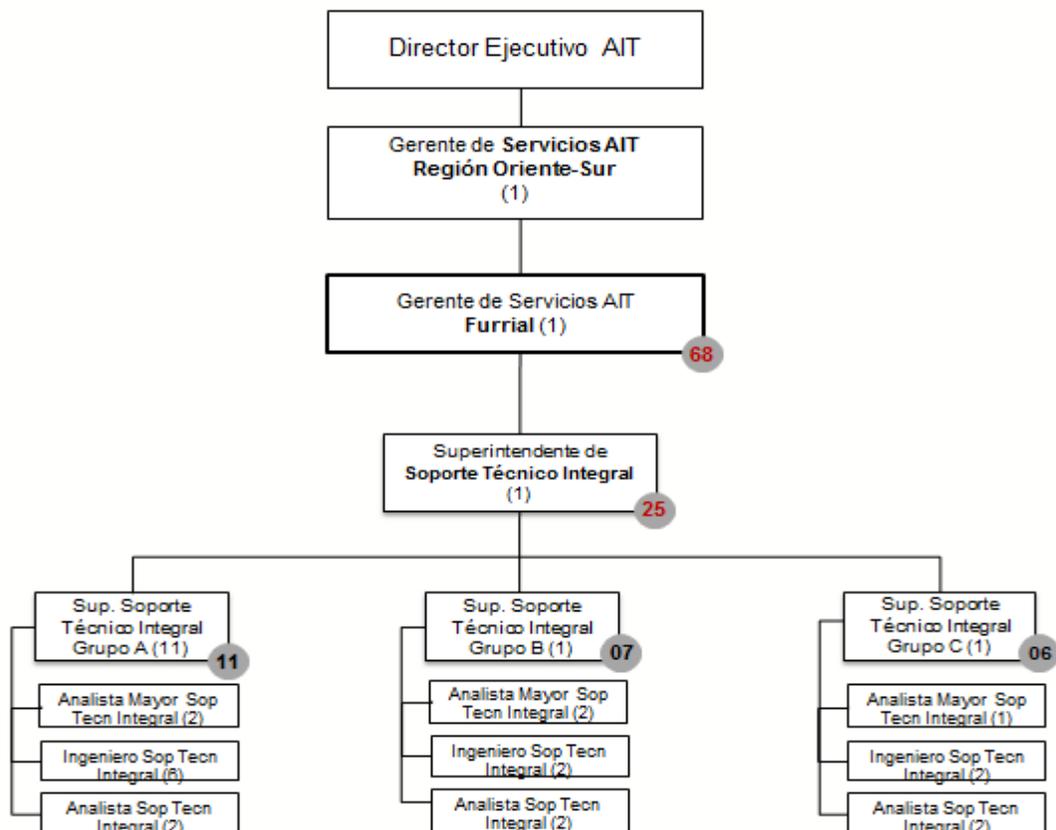


Figura 6. Organigrama gerencia de servicios AIT Furrial
 Fuente: Gerencia de AIT Jusepín PDVSA – División Furrial (2023)

1.1.5.2 Departamento de Soporte Técnico Integral (STI) AIT Jusepín

El departamento de STI Jusepín es el departamento encargado de atender los casos remitidos por los usuarios en materia de soporte técnico. En dichos casos se reportan las diferentes fallas presentadas por los equipos informáticos que conforman la plataforma tecnológica de la corporación petrolera. El departamento presta servicios de soporte técnico básico, que involucra el mantenimiento, reparación, sustitución, traslados e instalación de los equipos informáticos.

CAPITULO II

EL PROBLEMA Y SUS GENERALIDADES

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

"La tecnología no es sólo un conjunto de herramientas, sino también un proceso social que transforma la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos" (Castells, 2006). Sabemos que la tecnología es una herramienta que permite dar solución a una problemática, cambiando el entorno y mejorándolo; siendo notable el progreso de la sociedad. Con el paso del tiempo, la tecnología se ha vuelto más importante en el mundo, volviéndose imprescindible especialmente en las industrias, ya que sus ventajas ofrecen mayores niveles de competitividad frente a otras organizaciones. La competitividad es uno de los principales objetivos que persiguen las organizaciones. Por esta razón, cada organización busca tener las mejores herramientas tecnológicas para posicionarse como el mejor en su industria.

Las grandes empresas tales como Amazon, Google, Microsoft, IBM, son de las primeras industrias del mundo y cada una compite con sus rivales para tener el primer puesto en cuanto a producción, calidad, ventas y demás. Estas industrias invierten periódicamente en tecnología para tener una capacidad instalada cada vez mayor y hacer los procesos de producción más eficientes. Aun cuando estas empresas hacen grandes esfuerzos por mantener sus plataformas tecnológicas actualizadas, no escapan de los problemas que se presentan inesperadamente producto de alguna falla en sus sistemas.

Según (Grady Booch, 2000) "Una falla en un sistema tecnológico ocurre cuando este no cumple con las expectativas o requerimientos para los cuales fue diseñado, manifestándose a través de errores, interrupciones o resultados incorrectos." Una falla

desencadena situaciones no deseadas en las organizaciones, trayendo consigo consecuencias que pueden ser perjudiciales tanto para la organización como para sus usuarios, convirtiéndose en un dolor de cabeza para las empresas. Por esta razón es de vital importancia que las empresas se mantengan al día con los avances tecnológicos.

En 2011, Sony PlayStation Network experimentó una interrupción de seguridad que duró más de un mes y afectó a millones de usuarios. La interrupción fue causada por un ataque de hackers que comprometió la información personal de los usuarios, lo que provocó la pérdida de confianza en la plataforma y daños a la reputación de Sony. En 2016, la aerolínea Delta Airlines experimentó una interrupción de su sistema informático que duró varios días y afectó a miles de vuelos. La interrupción fue causada por un problema con el sistema de energía de su centro de datos principal, lo que provocó la cancelación de vuelos, retrasos y la pérdida de ingresos para la aerolínea.

Ambas empresas experimentaron un fallo en sus sistemas tecnológicos, provocando graves consecuencias que afectaron no solo a las empresas, sino también a sus usuarios. El devenir de la tecnología pone en marcha otro factor como lo es la obsolescencia, este factor hace referencia a la vida útil de una pieza de tecnología. Cuando la tecnología llega a su punto de obsolescencia y las empresas no buscan reemplazarla, se crean brechas que permiten la aparición de fallas, dejando expuesto los procesos que dependan de esa tecnología.

"Una plataforma tecnológica es una infraestructura que permite la creación y la oferta de servicios y productos innovadores, a menudo a través de la combinación de diferentes tecnologías y modelos de negocio." (Shapiro, 2003). Toda empresa en la actualidad cuenta con una plataforma de tecnología con la que logra llevar sus productos o servicios al mercado, esta plataforma le permite realizar todos los procesos que involucran la producción de un bien o servicio. La plataforma de tecnología es el corazón que impulsa la producción y mantiene a la organización en la jugada.

La estatal Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV) ha sido una de las empresas venezolanas más golpeada por el descuido de toda su plataforma de tecnología, lo cual ha desencadenado un sinnúmero de fallas y problemas que han afectado las comunicaciones a nivel nacional. Estos problemas han desmejorado la calidad del servicio que la estatal CANTV presta a sus usuarios, lo que ha ocasionado que muchos de sus afiliados hayan optado por cambiarse a otros proveedores de servicios de internet.

Por su parte, Petróleos de Venezuela, Sociedad Anónima. (PDVSA) tiene como actividad la explotación de los hidrocarburos venezolanos, lo que la convierte en la estatal que genera mayores ingresos en el país. Por ende, depende de una gran plataforma tecnológica que le permite mantener niveles altos de producción. PDVSA no solamente es la principal empresa petrolera del país, también está entre las más importantes del mundo. La importancia de PDVSA se puede comparar con la de las empresas del primer mundo, ya que los hidrocarburos que produce son exportados a muchos países del planeta, haciendo de PDVSA uno de los pilares más importantes que tiene la industria del petróleo y la energía.

No obstante, la situación política, social y económica que atraviesa Venezuela ha traído muchos problemas que afectan negativamente todos los procesos realizados por la estatal petrolera. La falta de inversión y mantenimiento ha provocado el deterioro de equipos e instalaciones, incluyendo sistemas de producción, refinación y transporte. En el 2017 por ejemplo, se registró una explosión en la refinería de Amuay, una de las refinerías más grandes del mundo, también se han reportado otras explosiones, derrames y fugas. Estos eventos han causado daños ambientales, pérdidas humanas y materiales, y han afectado la reputación de la empresa.

La falta de actualización tecnológica ha dejado a PDVSA con equipos y sistemas obsoletos, lo que dificulta la optimización de procesos, la eficiencia energética y la

adaptación a nuevas tecnologías. Esto se ha evidenciado en la falta de modernización de sus sistemas de control y automatización, lo que ha afectado la capacidad de la empresa para monitorear y controlar sus operaciones de manera eficiente. La falta de equipos de tecnología también ha provocado el uso excesivo de los que ya se tienen, lo que disminuye drásticamente el rendimiento y la durabilidad de los equipos.

La Estación Principal Jusepín 2 (EPJ-2) es una de las áreas pertenecientes al Complejo Operativo Jusepín de PDVSA en el Distrito Furrrial del Estado Monagas. Dicha área petrolera cuenta con una plataforma tecnológica constituida en su mayoría por equipos críticos, los cuales son claves para la producción de la empresa en esta zona. Tras varias semanas de recolección de datos en el departamento de Soporte Técnico Integral (STI) perteneciente a la gerencia de Automatización, Informática y Telecomunicaciones (AIT) se ha podido determinar la problemática existente en la continuidad operativa de la capacidad instalada, que afecta no solo a los equipos, sino también a los usuarios y, por ende, a la producción misma.

Todos los sistemas que manejan la producción dentro del complejo son controlados por diferentes dispositivos tecnológicos como servidores, PC, laptops, dispositivos de red (switches y routers) que conforman la plataforma de escritorio. Estos operan en lugares como la sala de control, sala SCADA, sala de videoconferencias (Che Guevara), Edificio de Producción Oriente, Planta RESOR, Planta de Inyección de Gas Furrrial (IGF), Planta Rusio viejo, así como el Centro Operativo Furrrial (COF), los cuales son los principales sectores y lugares que presentan mayores reportes de fallas en sus equipos.

Cuando uno de estos equipos presenta una falla, se interrumpen las actividades cruciales que realiza su usuario asignado. A su vez, esto afecta a otro usuario que está esperando la data procesada por el usuario que presenta el problema para tomar decisiones sobre procesos y la ejecución de actividades. La falla primaria pasa a

desencadenar un efecto en cascada de problemas que afecta negativamente las actividades en la empresa. Los trabajadores también se ven afectados, ya que deben optar por reportar la falla al departamento de STI, perdiendo así un tiempo valioso, mientras el departamento soluciona la problemática.

Un PC tiene una vida útil promedio de entre 6 a 10 años, dependiendo de la marca, el modelo y el uso que se le dé. Los equipos que actualmente se encuentran prestando servicio en EPJ-2 tienen en promedio un uso no menor de 10 años. Lo que deja en evidencia que los equipos que actualmente funcionan en el complejo, sobrepasaron su vida útil. En consecuencia, en el departamento de Soporte Técnico Integral de AIT se reciben no menos de 2 casos por día, con diagnósticos de daños en: fuentes de poder, discos duros, pilas, sistemas operativos, periféricos, placas, entre otros. Estos son algunos de los síntomas más comunes que presenta un equipo cuando ha sobrepasado su vida útil, y no se le presta el debido mantenimiento.

No obstante, no sólo basta con tener la mejor tecnología, también es importante saber usarla adecuadamente. En este sentido es de vital importancia el factor mantenimiento, el cual es el centro de esta investigación. "El mantenimiento es un conjunto de acciones dirigidas a conservar los equipos e instalaciones en condiciones de funcionamiento seguro y eficiente, previniendo fallas y corrigiéndolas cuando se presentan, con el objetivo de maximizar su vida útil y minimizar los costos." (Pérez E., 2005). El mantenimiento es un factor fundamental que permite, no sólo mantener los equipos operativos, sino que permite también garantizar la línea de producción. Esto se traduce en términos de eficiencia, producción y rendimiento.

Una vez recolectados los datos se pudo diagnosticar que la plataforma de escritorio de la EPJ-2 no cuenta con un plan de mantenimiento que permita mantener la continuidad operativa de los equipos. Según lo indica (Pinto, 2008) "Un plan de mantenimiento es un conjunto estructurado y coordinado de actividades técnicas y

administrativas, que se llevan a cabo para preservar la funcionalidad y confiabilidad de un activo o sistema durante su ciclo de vida, minimizando el riesgo de fallas y optimizando los costos."

Se propone a la Gerencia de AIT y al departamento de STI desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos que conforman la plataforma tecnológica de EPJ-2, los cuales son atendidos por el departamento de Soporte Técnico Integral de AIT en el Complejo Operativo Jusepín. Con este plan de mantenimiento se pretende maximizar el rendimiento de los equipos, con el propósito de garantizar la continuidad operativa de las zonas afectadas. Asimismo, se busca prevenir fallas futuras en la plataforma al aplicar el mantenimiento preventivo, de esta manera se previene que se detengan las actividades críticas realizadas por los equipos.

Se aplicará la metodología centrada en confiabilidad (MCC) para el diseño y desarrollo del plan de mantenimiento, debido a que es una metodología que se adapta perfectamente a la necesidad de la empresa. Aplicar el MCC permitirá devolverles a los equipos de EPJ-2 su confiabilidad operativa, sin que sea necesario realizar el remplazo del equipo. El mantenimiento planificado beneficiará tanto a la empresa como a los trabajadores, puesto que permitirá realizar mantenimiento en los momentos que los equipos no estén siendo manipulados, esto garantizará la continuidad en las operaciones dependientes de ese equipo. Además, los trabajadores no perderán tiempo en reportar fallas, por cuanto todas serán corregidas durante su mantenimiento programado.

Por otra parte, la ejecución del plan de mantenimiento propuesto traerá consigo una mejora en el rendimiento y desempeño del servicio prestado por el departamento de Soporte Técnico Integral. Esto como consecuencia de la planificación de actividades rutinarias que llevarán a cabo los analistas. También mejorará significativamente la capacidad de respuesta ante un fallo imprevisto, y se eliminara el tiempo de ocio de los

equipos que normalmente permanecen varios días en el departamento durante su proceso de restauración. El plan de mantenimiento también traerá beneficios económicos, al analizar el estado del equipo y sus componentes, se podrá determinar si es rentable repararlo o reemplazarlo.

2.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 Objetivo general

- Desarrollar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, que minimice las fallas en los equipos críticos que conforman la plataforma de escritorio de PDVSA en la Estación Principal Jusepín 2, División Furrial, municipio Maturín, estado Monagas.

2.2.2 Objetivos específicos

- Estudiar la situación actual de la plataforma de escritorio en la EPJ-2, con el fin de tener un diagnóstico acertado de la problemática existente.
- Determinar el nivel de criticidad que tienen los equipos de la plataforma de tecnología para el proceso de producción mediante un análisis de criticidad.
- Establecer las fallas, las causas y los efectos que presentan los equipos de la plataforma tecnológica mediante la aplicación de la herramienta AMEF.
- Determinar indicadores de gestión de mantenimiento para el seguimiento y aplicación de las labores de mantenimiento.
- Desarrollar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, que minimice las fallas en los equipos críticos de la plataforma de escritorio de la EPJ-2, garantizando su continuidad operativa.

2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La tecnología es una de las piezas fundamentales que tiene una organización, sin ésta lamentablemente no puede existir la organización en un entorno autosustentable y competitivo. Por esta razón, es imprescindible para la organización no solamente contar con la tecnología adecuada, también es necesario mantenerla en condiciones óptimas para garantizar su continuidad operativa. El esquema de trabajo y las metodologías utilizadas en el departamento de STI de la Gerencia de AIT PDVSA, está enfocado en realizar solamente labores de mantenimiento correctivo, dejando de lado los demás tipos de mantenimiento.

Es por ello que se ha iniciado esta investigación, con el propósito de mejorar la situación que afecta negativamente a los equipos, a los usuarios y a los analistas, mediante una propuesta de plan de mantenimiento preventivo y correctivo que mejore la calidad del mantenimiento, así como los procesos y estrategias que se utilizan actualmente y que no tienen el resultado deseado. El plan de mantenimiento propuesto aplicara el mantenimiento preventivo como una estrategia para disminuir significativamente las fallas en los equipos informáticos.

2.3.1 Justificación social

Esta investigación beneficiará a todas las partes involucradas en la problemática, tanto a la empresa como al departamento y a los usuarios. La solución que se plantea en el presente proyecto dejará en mejores condiciones a la plataforma tecnológica, por ende, se mejorará el envío, la recepción y el procesamiento de la información. Además, con la propuesta de mantenimiento, los usuarios tendrán equipos confiables y disponibles, lo que los afectará positivamente en el ejercicio de sus obligaciones laborales. Por último, las herramientas y estrategias que se proponen no solo repercuten en el mantenimiento, también tendrá un cambio positivo en la gestión administrativa

de los casos dentro del departamento de STI, lo que mejorará significativamente el ambiente laboral dentro del departamento.

2.3.2 Justificación teórica

Una investigación realizada anteriormente en el departamento de STI enfatizó en una de sus conclusiones, que en este departamento no existe un plan de mantenimiento para la atención de los casos que se generan frecuentemente. Luego de ejecutar las primeras actividades de esta investigación, se pudo constatar que la conclusión de la pasada investigación es verdadera. Por esa razón, la finalidad de esta investigación es proponer un plan de mantenimiento que mejore la gestión de los casos atendidos.

El mantenimiento correctivo es aquél que se aplica cuando ocurre una falla, lo que causa la interrupción y detenimiento de las actividades dependientes de ese equipo. Tomando en cuenta que la plataforma tecnológica de PDVSA representa una de las herramientas más importantes de la empresa para llevar a cabo sus actividades afines, el mantenimiento correctivo se hace insuficiente para mantener a los equipos en óptimas condiciones. Es necesario un plan de acción que involucre el mantenimiento preventivo, además del correctivo, con el fin de prevenir al máximo una falla que pueda interrumpir el proceso de producción. Por otra parte, esta investigación puede servir como antecedente para las futuras investigaciones que puedan realizarse dentro o fuera del recinto petrolero.

2.3.3 Justificación práctica

El plan de mantenimiento propuesto cambiará la forma en la que el departamento de STI gestiona el mantenimiento a los equipos informáticos. Haciendo uso de la herramienta digital incluida en el plan de acción, el equipo de analistas estará en la capacidad de saber el momento justo en el que se deberá aplicar mantenimiento

preventivo a un equipo, así como llevar el historial detallado del mantenimiento realizado. El plan de mantenimiento también propone el uso de indicadores de gestión de mantenimiento para el monitoreo del rendimiento de cada equipo, y poder determinar la intensidad con la que se harán las labores de mantenimiento, de esta manera se ahorrara tiempo, recursos y fuerza de trabajo.

2.4 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

Este proyecto fue realizado para el Departamento de Soporte Técnico Integral de la Gerencia de Automatización, Informática y Telecomunicaciones (AIT) perteneciente al circuito 3 de la División Furrrial de PDVSA. Está limitado al desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos críticos de la Estación Principal Jusepín 2 (EPJ-2), en el Complejo Operativo Jusepín, que permita mantener la continuidad operativa de dichos equipos.

Se hizo uso de la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) para el diseño y desarrollo de este plan de mantenimiento. El MCC, que está conformado por tres fases, permitió en su primera fase conocer el sistema en estudio, en la segunda fase analizar los datos recolectados, y en la tercera fase plantear una solución, cumpliendo además con los estatutos establecidos por la empresa. La investigación se llevó a cabo durante un período de 6 meses, el cual fue el tiempo estimado para la recolección y análisis de los datos, cuyos datos fueron sustraídos directamente en el área de la problemática.

Es importante resaltar que el plan de mantenimiento desarrollado en esta investigación, de ser consolidado, será aplicado únicamente a los equipos administrativos de la plataforma tecnológica de PDVSA, específicamente a los atendidos por el Departamento de Soporte Técnico Integral del Complejo Operativo Jusepín estado Monagas. Esto como medida de seguridad, debido a que en el complejo

petrolero se encuentran otros equipos con las mismas características de los equipos administrativos, pero que pertenecen al área operativa y están fuera de la jurisdicción del departamento de STI.

CAPITULO III

MARCO REFERENCIAL

3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes de la investigación lo conforman una serie de documentación e investigaciones que han sido realizadas en el pasado, y que guardan relación directa o indirecta con la problemática de la investigación en desarrollo. Durante la realización de esta investigación se consultaron varias investigaciones y trabajos de grado que, además de aportar información, sirvieron como soporte a esta investigación. Dichos antecedentes se describen a continuación:

(Figuroa & Moron, 2017) F&Z Obras y Servicios, C.A. Maturín, estado Monagas. *Plan de Mantenimiento y políticas de Reemplazo de los equipos industriales en F&Z Obras y Servicios, C.A. Maturín, estado Monagas*. Trabajo de grado modalidad Curso Especial de Grado realizado en la Universidad de Oriente Núcleo de Monagas, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Sistemas.

La investigación se llevó a cabo bajo la aplicación de la Metodología Centrada en Confiabilidad (MCC). Dicha metodología les permitió a los investigadores conocer el estado de los equipos, así como determinar los equipos críticos mediante el análisis de criticidad. Además de ello, se aplicó el análisis AMEF a los equipos críticos, y posteriormente se trazó un plan de mantenimiento. Esta investigación guarda relación directa con el presente trabajo, puesto que no sólo se basa en un plan de mantenimiento, sino que además se utiliza la misma metodología. De tal manera que la investigación permitió conocer la forma de aplicar la Metodología Centrada en la Confiabilidad, así como a realizar los análisis de criticidad y AMEF.

(Nuñez, 2016) Jusepín PDVSA Distrito Furrrial, Maturín, estado Monagas. *Diseño de un Sistema de Información para la Gestión de Mantenimiento de Equipos Informáticos del Departamento de Soporte Técnico Básico Jusepín-Gerencia AIT, Distrito Furrrial, PDVSA*. Tipo de investigación proyectiva, nivel comprensivo. Trabajo de Grado modalidad pasantía, realizado en la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Sistemas.

Esta tesis se desarrolló con el objetivo principal de diseñar un sistema de información, que le permitiera al Departamento de Soporte Técnico Básico (Departamento de Soporte Técnico Integral AIT Jusepín) gestionar el mantenimiento realizado a los equipos informáticos atendidos por dicho departamento. El investigador utilizó la metodología Blue Whatch, además de aplicar el Lenguaje de Modelado Unificado (UML), y su extensión UML Bussines para el desarrollo del modelado de negocios. De ser concretado el sistema propuesto, el Departamento de Soporte Técnico Básico contaría con una importante herramienta para gestionar las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo realizado a los equipos informáticos.

Como antecedente, este trabajo de grado permitió revisar información documentada sobre los procesos de gestión de mantenimiento preventivo del departamento de Soporte Técnico Integral, lugar donde se llevaron a cabo ambas investigaciones. El sistema de información, diseñado en el citado trabajo de grado, podría ser un complemento al plan de mantenimiento que se desarrolla en esta investigación. De concretarse, ambos proyectos serían una herramienta de gran utilidad para optimizar los procesos de dicho departamento.

(Escobar, 2016) PepsiCo Venezuela S.A. Cagua, estado Aragua. *Elaboración de un Plan de Mantenimiento para los Equipos Críticos de la Sala de Jarabe Simple y Terminado de PEPSI-COLA Villa de Cura Basado en el Sistema de Gestión de*

Mantenimiento (SIGEMA). Tipo de investigación proyectiva, nivel comprensivo. Trabajo final de grado presentado ante la Universidad Central de Venezuela para optar al título de Ingeniero de Procesos Industriales.

Es una investigación de tipo proyectiva y de campo, aplicando la metodología SIGEMA, el investigador recolectó información sobre los equipos para determinar qué tipo de mantenimiento debería recibir cada maquinaria. Con su estudio determinó que había un 8% de equipos críticos, un 60% de equipos semicríticos y un 32% de equipos no críticos. Se trazó un plan de mantenimiento que aplica mantenimiento preventivo en un 65%, mantenimiento correctivo en un 31%, y un 4% de actividades de mejoras. Esta investigación sirvió de referencia para comprender de mejor manera el análisis de los equipos para determinar el nivel de mantenimiento que debe aplicarse a cada equipo, dependiendo de su criticidad.

3.2 BASES TEÓRICAS

“Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado”. (Arias, 2012, pág. 107) Las bases teóricas conforman el conjunto de conceptos, estudios, teoremas y demás argumentos teóricos que describen el punto de vista de la investigación. Permiten conocer detalladamente los aspectos teóricos ligados directamente con la investigación y la problemática en estudio. Los fundamentos teóricos permiten conocer cada aspecto de la investigación y conforman los cimientos de toda investigación. Las bases teóricas en las que se basa esta investigación son descritas a continuación:

3.2.1 El Mantenimiento

Según (García, 2006, pág. 2) define al mantenimiento como “todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico los equipos de producción, herramientas y demás propiedades físicas de las diferentes instalaciones de una empresa”.

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general. Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

El mantenimiento es parte fundamental de todo equipo dentro de una cadena de producción, toda maquinaria, o bien que ejecute un trabajo de producción, debe cumplir con un plan de mantenimiento que maximice su correcta operatividad y confiabilidad. En contraposición, si las actividades de mantenimiento son mínimas o nulas, existe una alta probabilidad de que el sistema o los subsistemas dependientes de las maquinarias se detengan parcial o completamente por la presencia de una falla en la maquinaria.

3.2.2 Evolución histórica del mantenimiento

La reparación de los equipos ha sido una necesidad desde que se utilizan herramientas y maquinarias. Sin embargo, es a partir de la Revolución Industrial que ésta toma conciencia de tecnología, y se desarrollan conceptos de aplicación técnica,

que mejoran la disponibilidad de las máquinas. Para antes de 1925 las industrias daban sus primeros pasos con el uso de maquinarias pesadas para sus procesos productivos; sin embargo, aún no se manejaba el concepto de mantenimiento, haciéndose notar la necesidad de éste cuando las maquinarias comenzaban a presentar fallas. Así, desde la Revolución Industrial hasta 1930-1945, la costumbre era actuar ante el fallo; es decir, se averiaba la máquina, y entonces se repara. Esto hoy es una limitación en su disponibilidad que no es competitiva.

No obstante, aun con la necesidad de mantenimiento, no se daban grandes avances en el desarrollo de nuevas técnicas de mantenimiento, puesto que se tenía el pensamiento de que el mantenimiento no era esencial, y que además era una pérdida de inversión. En consecuencia, sólo se aplicaba el mantenimiento correctivo para solucionar las fallas presentadas.

A partir de la década de los 60s, la industria, con fuertes inversiones y procesos productivos, cuya parada supone la pérdida de muchas horas de trabajo no productivas, introduce técnicas de previsión (preventivas) para alargar al máximo los tiempos entre fallos. Un ejemplo fue la industria espacial de la época, la cual ya poseía un alto grado de sofisticación comparativamente hablando, y cuyos procesos eran muy costosos. En ella, un fallo fuera, por ejemplo, la explosión de un cohete, que causaba no sólo importantísimas pérdidas económicas, sino la pérdida de vidas humanas. La implantación de este tipo de protocolos supuso un avance muy significativo para la misma.

A mediados de 1980 surge el mantenimiento predictivo, que intenta adelantarse a la aparición del fallo mediante técnicas de estimación razonada de la aparición de un posible defecto. El mantenimiento predictivo se apoyó en la creciente actividad de la electrónica que se vivía en la época para diseñar y desarrollar instrumentos, que permitieran predecir fallos. Entre esos instrumentos se encontraban los instrumentos

de medición (voltaje, temperatura, vibraciones, viscosidad, etc.), los cuales permitían monitorear el estado de las máquinas.

El mantenimiento ha sufrido innumerables cambios a lo largo de la historia, pasando por muchos procesos que han ido moldeando lo que hoy conocemos como mantenimiento. El proceso evolutivo del mantenimiento está comprendido principalmente por cuatro generaciones, cada generación ha dado algo que aportar a esta disciplina, en ocasiones los aportes eran correcciones y en otros avances industriales importantes. En la actualidad, el mantenimiento ha sido visto como uno de los pilares fundamentales del mundo industrial, su importancia puede verse reflejada en aquellos casos donde la ausencia del mantenimiento ha hecho desaparecer a las industrias, y aquellas industrias que lo aplican de forma correcta, han logrado crecer de forma exponencial.



Figura 7. Evolución histórica del mantenimiento

Fuente: Montilla (2019).

En la figura 7 se puede apreciar de forma gráfica la evolución histórica del mantenimiento en una línea de tiempo, dejando ver las diferentes características que

cada generación aportó al mantenimiento. Con el pasar del tiempo, el mantenimiento ha dejado de verse como una pérdida de dinero, y ha ido tomando un valor muy importante en la industria, por cuanto agrega valor a las cadenas de producción, y permite mantener la disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias.

3.2.3 Objetivos básicos del mantenimiento

De acuerdo con (Montilla, 2019, pág. 36) el mantenimiento es de las disciplinas que más ayuda a las empresas a alcanzar sus logros, establece los objetivos básicos del mantenimiento de la siguiente manera:

- a) Reducir las fallas funcionales (paradas imprevistas) de los equipos, y los costos asociados a ellas.
- b) Asegurar unos costos operativos razonables de los equipos, y procurar mejoras de ellos.
- c) Maximizar la inversión en plantas y equipos, asegurando el cumplimiento de mínimo su vida útil esperada.
- d) Garantizar que las máquinas/equipos operen de manera segura para los usuarios y para el medio ambiente.

3.2.4 Tipos de mantenimientos

(Montilla, 2019, pág. 37) indica que los tipos de mantenimientos más usados a nivel mundial son el mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo.

(Pérez, 2021) está de acuerdo con que “existen empresas donde sus estrategias de mantenimiento son enfocadas al correctivo, ya que no tienen los conocimientos, herramientas, personal calificado, presupuestos asignados, y tecnologías modernas para aplicar otros tipos de mantenimiento. La gestión del mantenimiento correctivo se activa por el fracaso de no poder diagnosticar justo a tiempo la posible falla que puede ocurrir en una máquina. Es muy importante determinar qué causó la falla y así tomar las medidas adecuadas”.

Por otra parte, el mantenimiento correctivo puede ser el mejor tipo de mantenimiento a aplicar, dependiendo de la máquina, el escenario y la falla que se presente. Si bien, es el tipo de mantenimiento que tiene menor preferencia, puede ser el más factible dependiendo del caso. No obstante, es importante llevar registro de las fallas que se corrigen aplicando este tipo de mantenimiento, el posterior análisis de los reportes de fallas puede arrojar que es más factible aplicar otro tipo de mantenimiento.

Por ejemplo, si se tiene una máquina que siempre presenta una falla por desgaste, pero sólo se aplica mantenimiento correctivo, el análisis de los datos de falla arrojaría que es más factible reemplazar la pieza que presenta el desgaste a través del mantenimiento preventivo. De esta manera, se evitaría la parada de la máquina, siendo posible predecir la ocurrencia de la falla. En la tabla que se presenta a continuación se muestran las ventajas y desventajas de aplicar el mantenimiento correctivo.

Tabla 1. Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Correctivo

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Prolongar la vida útil de los equipos por medio de reparaciones de componentes o piezas y corregir las fallas.	La avería o falla puede aparecer en el momento más inoportuno.
Es imposible determinar la falla.	Las averías o fallas no detectadas a tiempo pueden ocasionar daños más complejos e irreparables en los equipos.
No genera gastos fijos.	Alto inventario de repuestos.
Sin programar ni prever ninguna actividad.	La producción se vuelve impredecible y poco fiable.
Sólo se gasta dinero, cuando está claro que se necesita hacerlo.	Se asumen inseguridades económicas, que pueden ser muy relevantes.
A menor plazo se ofrece un buen resultado económico.	Se disminuye la vida útil de los equipos. No hay un diagnóstico confiable de las causas que provocan las fallas, pues se desconoce por qué falló. Por ello, la falla se puede repetir una y otra vez.
Hay sistemas, máquinas y equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.	Hay tareas o actividades que siempre son rentables, como la limpieza, lubricación, revisión. Determinados equipos necesitan continuamente ajustes y seguimiento.

Fuente: Pérez (2021).

3.2.4.2 Mantenimiento preventivo

(Montilla, 2019, pág. 48) está de acuerdo con que el mantenimiento preventivo “Es un sistema de Mantenimiento cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de

fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de unas tareas básicas (Observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular”.

Por su parte (Pérez, 2021, pág. 39) indica que: “el mantenimiento preventivo se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de períodos definidos, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos; como también hace referencia a diferentes acciones, como cambios o reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc., realizadas en períodos de tiempos por calendario o uso de estos (tiempos dirigidos)”. En el siguiente cuadro se muestran las ventajas y desventajas de aplicar este tipo de mantenimiento.

Tabla 2. Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Aumenta la confiabilidad de las máquinas/equipos, puesto que operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.</p> <p>Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.</p>	<p>Implica realizar una inversión inicial y sostenida en infraestructura y mano de obra.</p> <p>Si no se priorizan y eligen adecuadamente la cantidad y profundidad de las tareas de mantenimiento, se llegan a generar sobrecargas de trabajo que no aportan al desempeño y rendimiento de las máquinas.</p>

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Mayor duración de los equipos e instalaciones.</p> <p>Disminución de repuestos en existencia y los costos adicionados.</p> <p>Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de máquinas y equipos.</p> <p>Menor costo de reparaciones.</p>	<p>Alto costo en inspecciones.</p>

Fuente: Montilla (2019).

3.2.4.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo, según (Montilla, 2019) “Se basa en estudiar los síntomas de falla y predecir la ocurrencia de la falla de una máquina/equipo, midiendo y analizando los cambios en las variables de operación de ésta. El mantenimiento predictivo es una fase avanzada del preventivo, y se efectúan por un lado ensayos o pruebas sobre partes de las máquinas/equipos, y complementariamente se hacen mediciones de variables de operación”.

Este tipo de mantenimiento se vale de una serie de análisis que miden diferentes parámetros (vibración, ruido, temperatura, velocidad, etc.) mediante dispositivos de medición como ultrasonidos, cámaras térmicas, sensores de movimiento, sensores de vibración, entre otros.

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento donde su aplicabilidad depende de algunos factores. Entre los factores que intervienen en la aplicación del mantenimiento por condición, están los parámetros de control del funcionamiento de la maquinaria y la disponibilidad financiera de la que disponga la empresa para costear los equipos de diagnóstico, así como su mantenimiento y operatividad. La correcta aplicación del mantenimiento predictivo lleva a una detección temprana de fallas, así como dar las posibles soluciones que mantengan al equipo trabajando bajo condiciones óptimas.

Entre las maquinarias que cumplen con las características ideales para aplicarles mantenimiento predictivo están:

- Máquinas rotativas.
- Motores eléctricos.
- Equipos estáticos.
- Instrumentación.

La tabla 3 muestra las ventajas y desventajas de aplicar el mantenimiento predictivo.

Tabla 3. Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Brinda una alta posibilidad de anticiparse a la ocurrencia de las fallas, ya que se evidencia la gestación de ésta, en la medida que la variable de referencia se salga de control.	Muchas de sus técnicas y ensayos implican inversión en equipo costoso. Implica disponer de personal calificado tanto para la utilización del equipo como para el análisis de la información.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Muchos de los ensayos, pruebas y mediciones se hacen con la máquina en operación, por lo tanto, la afectación al proceso productivo es mínima.</p> <p>Reducción de los tiempos de intervención del equipo. El equipo se interviene cuando las pruebas y ensayos confirman que hay falla en gestación.</p>	<p>Muchas de las técnicas y ensayos del Mantenimiento Predictivo pueden indicar la falla en gestación, pero no su causa, por lo que es fundamental la labor de personal calificado.</p>

Fuente: Montilla (2019).

3.2.5 Mantenimiento programado

Según (Montilla, 2019) “Es aquél que se ejecuta deteniendo el equipo cada vez que se cumpla un lapso predeterminado, procediendo luego a llevar unas actividades de limpieza, lubricación, desarme, cambio de partes de recambio y posterior rearme; generalmente el lapso es el recomendado por el fabricante del equipo, desconociendo la cantidad e intensidad real de trabajo que haya efectuado el equipo”.

3.2.6 Parámetros de mantenimiento

El objetivo básico del mantenimiento es tener los recursos de infraestructura mantenibles y confiables para que estén disponibles para su uso en el lugar apropiado, y durante la mayor cantidad de tiempo posible. Estos 3 factores conforman el triángulo paramétrico de las funciones de mantenimiento y se interrelacionan de la siguiente manera:

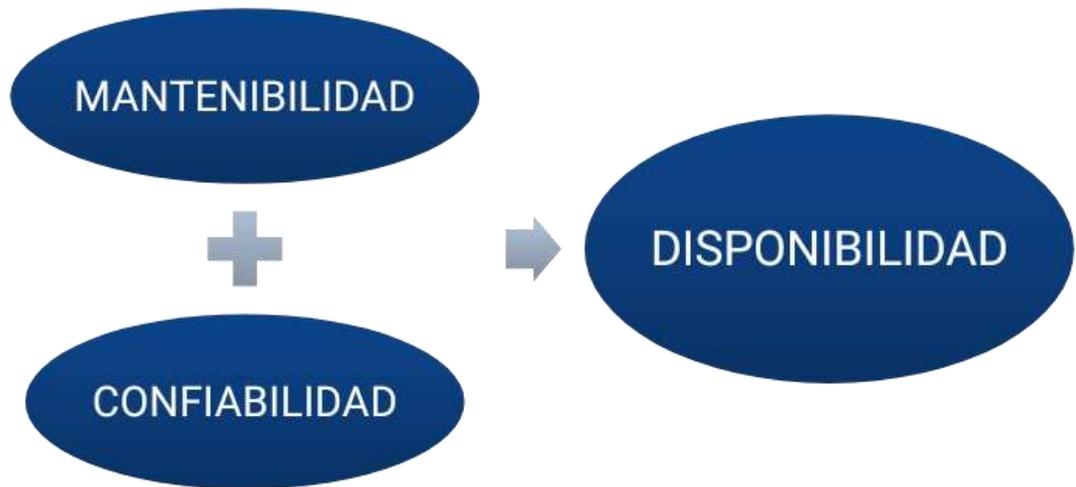


Figura 9. Triángulo paramétrico de las funciones del mantenimiento
Fuente: Autor (2023).

3.2.7 Gestión de mantenimiento

La gestión de mantenimiento es el trabajo de planificación y control que debe realizarse para maximizar la disponibilidad y efectividad de la infraestructura requerida por el sistema de producción. El propósito de la gestión de mantenimiento es optimizar la funcionalidad de los componentes de la infraestructura de producción, en función de los lineamientos y objetivos establecidos por la organización:

- Al menor costo (mantenimiento y falta de mantenimiento)
- La calidad adecuada (cumplimiento de requerimientos)
- En el lugar apropiado
- En el momento oportuno (optimización de tiempo)

3.2.8 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

De acuerdo con (Montilla, 2019, pág. 195) “El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM (Reliability Centered Maintenance por sus siglas en inglés) es una filosofía de gestión de mantenimiento, que optimiza la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, en función de cuán críticos son los activos, tomando en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de falla de dichos activos, sobre la seguridad, al ambiente, o a las operaciones”.

Por su parte, (Marquez, 2010) expresa que “el mantenimiento enfocado en la confiabilidad (MCC) se realiza con la finalidad de determinar los requerimientos de mantenimiento específicos de sistemas o componentes en un contexto operacional, y establecer e implementar planes de acción para minimizar la posibilidad de fallas”.

3.2.9 Orígenes de la Metodología MCC

En la década de 1950, en Estados Unidos, la frecuencia de ocurrencia de accidentes en vuelos aéreos era de sesenta por cada millón de despegues; de estos accidentes dos terceras partes se debían a fallas de los equipos y el crecimiento de los viajes aeronáuticos estaba en pleno auge. Si esa frecuencia fuera escalada a las condiciones actuales, se estaría hablando de un promedio de sesenta accidentes por mes y dos accidentes por día, en algún lugar del mundo, y teniendo en cuenta que la cantidad actual de vuelos de más de cien pasajeros es muy grande respecto de 1950, el panorama de la seguridad aérea sería escalofriante.

Dado este panorama, Stanley Nowlan y Howard Heap iniciaron una investigación muy concienzuda y meticulosa, sobre la accidentalidad de la aviación comercial de EE.UU. El estudio tenía como meta mejorar la seguridad aérea; la investigación duró aproximadamente veinte años y se condensó en el libro “Reliability

Centered Maintenance”. Con base a este libro, la Air Transport Association of America ATA publicó en 1968 el documento llamado Evaluación del mantenimiento y desarrollo del programa MSG - 1. Este documento sirvió de base para la planeación de programas de mantenimiento de fabricantes de aviones y aerolíneas. Con base en el MSG – 1, se publicó en 1980 el MSG – 3, el cual posteriormente fue revisado y actualizado en 1988 y en 1993.

El panorama actual de la accidentalidad de las aerolíneas en el mundo es alrededor de dos accidentes por cada millón de despegues. Esta evolución se debe en gran medida a los cambios de paradigmas propiciados por los resultados de los estudios de Nowlan y Heap, volviendo a la aviación en la forma más segura de viajar.

3.2.10 Implementación de la Metodología MCC

La metodología de mantenimiento centrada en confiabilidad se realiza generalmente aplicando tres fases, estas se explican a continuación:

Fase I: Comprende la recopilación de información y el análisis del sistema, luego se divide el sistema en subsistemas para estudiar cada subsistema por separado. De este análisis se seleccionan los elementos que componen el área del problema conocido como elementos críticos para posteriormente aplicar el MCC.

Fase II: La segunda fase encierra el estudio de los elementos seleccionados en la primera fase, este análisis se realiza con la herramienta Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF). Esta herramienta permite definir las funciones, los modos de fallos y sus causas. El AMEF permite determinar la gravedad de la falla, para clasificar los riesgos como alto, medio y bajo.

Fase III: Luego de recopilar y analizar toda la información necesaria en las fases anteriores, se establecen las acciones de mantenimiento necesarias para mejorar la productividad, la confiabilidad y la vida útil de los equipos. Las acciones de mantenimiento se aplicarán en el siguiente orden de prioridad:

- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Rediseño.

La figura 10 muestra gráficamente y de forma resumida como es la aplicación general del MCC. El color naranja, verde y azul representan a la fase 1, fase 2 y fase 3 respectivamente.

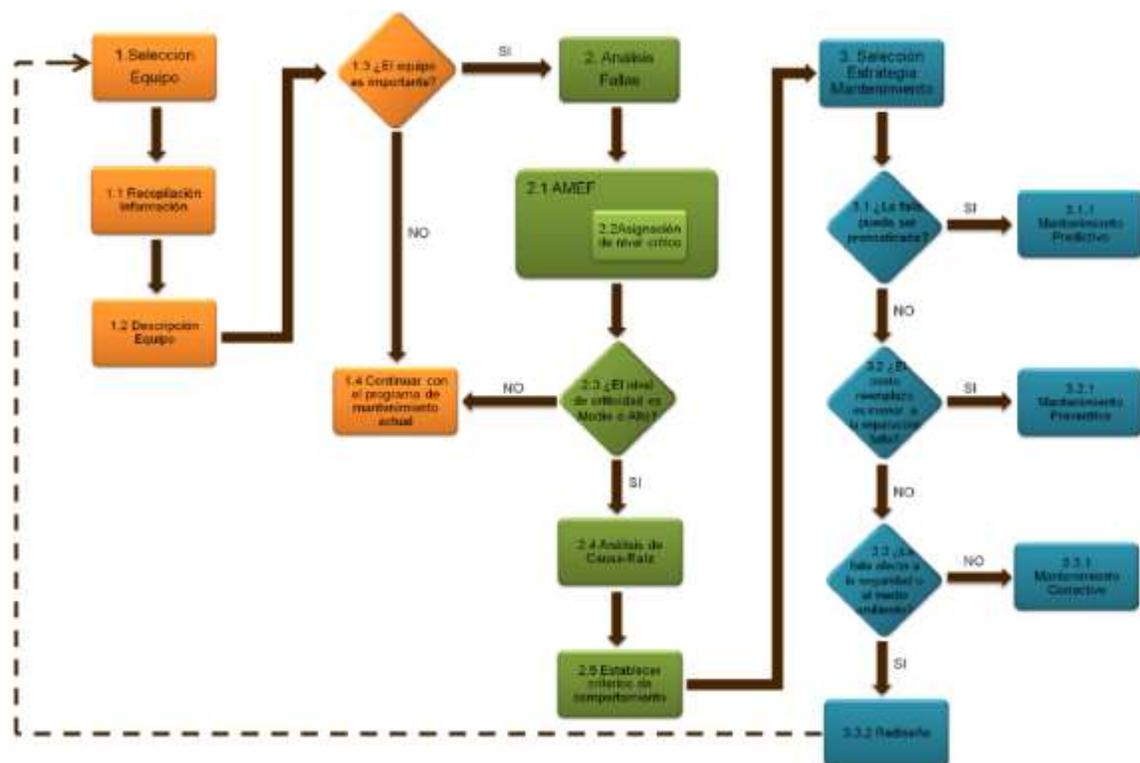


Figura 10. Diagrama de flujo de la aplicación general del MCC

Fuente: (Magaña Barajas, 2012)

3.2.11 Ventajas y desventajas de la Metodología MCC

Al aplicar el MCC la metodología puede aportar muchas ventajas, por otra parte, el MCC puede traer consigo algunas desventajas que deben evaluarse en función de los objetivos de aplicación de la metodología. En la tabla se muestran algunas de sus ventajas y desventajas.

Tabla 4. Ventajas y desventajas del MCC

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Aumento de la eficiencia</p> <p>El MCC aumenta en general la eficiencia del sistema, puesto que solamente se centra en la gestión del sistema, aumenta la actividad de rendimiento mediante la eliminación de los fallos, aumenta el uso de los activos por el simple hecho de conseguir que no haya errores y reduce las causas de mantenimiento.</p>	<p>Mantenimiento continuo</p> <p>Una de las principales desventajas del RCM es que requiere un mantenimiento continuo y regular para mantener los activos más fiables y a salvo de fallos.</p>
<p>Reducción de costes</p> <p>También reduce los costes de mantenimiento al eliminar los fallos no deseados antes de que se produzcan, ya que algunos fallos requieren más costes y más recursos para su reparación. Por lo tanto, reduce los costes generales de mantenimiento y de recursos.</p>	<p>Requiere formación y costes de puesta en marcha</p> <p>Antes de realizar el mantenimiento centrado en la confiabilidad, la formación es obligatoria y el coste de puesta en marcha del programa puede ser elevado.</p> <p>Los costes iniciales de la implantación son elevados. Realizar un análisis de RCM requiere que los equipos inviertan mucho tiempo, dinero y recursos para empezar. El</p>

VENTAJAS	DESVENTAJAS
	retorno de la inversión puede ser más lento de lo que los ejecutivos esperan.
<p>Mejora de la productividad.</p> <p>Al mantener con éxito el sistema y reducir cualquier fallo repentino, mejora la satisfacción del cliente y aumenta la confiabilidad.</p>	<p>Requiere tiempo y recursos</p> <p>En principio, requiere más tiempo y recursos para realizar con éxito el análisis de RCM, que es muy necesario para mantener las prioridades.</p>
<p>Sustitución de activos.</p> <p>Si algún activo falla por cualquier razón o se destruye, entonces es importante la sustitución de un activo particular por otro nuevo que mejorará de manera sencilla las características que tienen la capacidad de hacer la misma función.</p> <p>En general, esta estrategia de mantenimiento reduce las posibilidades de que se produzcan fallos repentinos en los equipos o activos, ya que mantiene un activo concreto y minimiza todas las formas posibles de que se produzcan fallos.</p>	<p>Complejidad</p> <p>Aunque es efectivo, por otro lado, es un método complejo y difícil de llevar a cabo.</p>

Fuente: (Cama, 2024)

3.2.12 Análisis de modos y efectos de fallas.

El AMEF es una metodología diseñada para estudiar un producto o servicio, y detectar de forma anticipada los posibles modos en que éste puede fallar, la causa que pudiera generar la falla y los efectos que pueden generarse a raíz de la ocurrencia del modo de fallo. Esta metodología permite analizar cuantitativamente, dándole un valor numérico a cada modo de fallo, tomando en cuenta tres factores, la severidad, la ocurrencia y el nivel de detección de los controles actuales para detectar el modo de fallo. Al multiplicar estos tres valores, se halla el Número Prioritario de Riesgo (NPR), el cual se usa para clasificar la importancia del modo de fallo. Dependiendo de los resultados obtenidos, se aplican los controles necesarios para minimizar al máximo la ocurrencia de los modos de fallo.

Los tipos de AMEF pueden ser tres: AMEF de diseño, aplicado para detectar errores en un producto o servicio en su etapa de diseño; AMEF de proceso, el cual detecta posibles fallas en un proceso; y el AMEF de sistema, aplicado para verificar la compatibilidad entre los componentes del sistema.

Entre los objetivos principales que se persiguen al aplicar el AMEF son los siguientes:

- Identificar los modos de fallo potenciales, y calificar la severidad de su efecto.
- Evaluar objetivamente la ocurrencia de causas y la habilidad de los controles para detectar la causa cuando ocurre.
- Clasifica el orden potencial de deficiencias de producto y proceso.
- Se enfoca hacia la prevención y eliminación de problemas del producto y proceso.

3.3 BASES LEGALES

Las bases legales son todos los artículos, gacetas, decretos, entre otros, que están establecidos en una ley, constitución, normativa, reglamento, u otra forma de registro legal por las que se rige una región o país, y que guardan una relación con el tema de la investigación. Las bases legales le dan soporte y respaldo legal a la investigación. Durante el desarrollo de este proyecto se consultaron varias bases legales respecto al tema en estudio, estos se citan a continuación:

3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)

Artículo 110: El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de estas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para los mismos. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica.

El artículo 110 de la constitución de la República respalda toda iniciativa de las empresas para la investigación y desarrollo de ciencia y tecnología, que realice un aporte a las tecnologías y contribuya con el desarrollo económico, social y político del país. Así pues, este proyecto pretende mantener en funcionamiento los equipos informáticos de EPJ-2, permitiendo el buen desenvolvimiento de las actividades dependientes de ellos y aportando al desarrollo de PDVSA y, por consiguiente, de la nación.

Artículo 117: Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen, a la libertad de elección y a un trato equitativo y digno. La ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, las normas de control de calidad y cantidad de bienes y servicios, los procedimientos de defensa del público consumidor, el resarcimiento de los daños ocasionados y las sanciones correspondientes por la violación de estos derechos.

Basado en el artículo 117 de la Constitución Nacional, los trabajadores tienen derecho a utilizar bienes y servicios de calidad para una correcta utilización de los mismos y un buen desempeño en sus puestos de trabajo; considerando que estos bienes son utilizados como herramientas de trabajo y fuentes de información vital para el desarrollo de las operaciones propias de la empresa.

3.3.2 Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2010)

Artículo 2. Las actividades científicas, tecnológicas, de innovación y sus aplicaciones son de interés público para el ejercicio de la soberanía nacional en todos los ámbitos de la sociedad y la cultura.

Según este artículo, toda persona tiene derecho a realizar actividades científicas, tecnológicas y de innovación que generen beneficios a la sociedad en general.

3.3.3 Políticas de Seguridad de Información de PDVSA (2006)

PSI-050201: Implantación de actualizaciones de seguridad al software: La Gerencia Responsable de la Plataforma Tecnológica deberá crear mecanismos que permitan la implantación controlada y oportuna de las actualizaciones de seguridad,

sugeridas por el fabricante, al software de la Plataforma Tecnológica de la Corporación, y realizado sólo por personal debidamente calificado, de conformidad con las Políticas de Control de Cambio.

PSI-060403: Mantenimiento de Hardware: Todos los equipos instalados en la Plataforma Tecnológica de la corporación deberán contar con programas de mantenimiento predictivos, preventivos y correctivos, los cuales serán realizados y ejecutados por el personal debidamente calificado y autorizado formalmente por la Gerencia Responsable de la Plataforma Tecnológica, avalado por la Gerencia Responsable de la Seguridad de la Plataforma Tecnológica de la Corporación, y de conformidad con las Políticas establecidas para tal fin.

Tanto la norma PSI-050201 como la norma PSI-060403 de la Normativa de Políticas de Seguridad de Información de PDVSA, establecen que debe existir un mecanismo que permita realizar el mantenimiento necesario y oportuno a todos los activos de la corporación, basándose en los tipos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo. Asimismo, establece la implementación de mecanismos que permitan realizar las respectivas actualizaciones de seguridad que necesitan los equipos de informática para el manejo seguro de los datos de la corporación. Es importante resaltar que el incumplimiento de las citadas normas podría poner en riesgo la seguridad e integridad de la empresa y de sus trabajadores.

3.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

La definición de términos consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucradas en el problema y en los objetivos formulados. (Arias, 2012, pág. 108).

Análisis de Criticidad: Un análisis de criticidad permite identificar las áreas y secciones o grupos más críticos de la planta. Una vez definidas éstas, el Análisis de Criticidad permite definir las máquinas/equipos más críticos dentro de dichas áreas o secciones. (Montilla, 2019, pág. 201).

Análisis de Modos y Efectos de Falla: El AMEF es una metodología analítica usada para asegurar qué problemas potenciales se han considerado y abordado a través del proceso de desarrollo del producto y proceso (APQP – Planeación Avanzada de la Calidad de un Producto). (Manual de referencia AMEF, 2008, pág. 2).

Causa: Es el medio por el cual un elemento particular del proyecto o proceso resulta en un modo de falla. (Montilla, 2019, pág. 196).

Confiabilidad: Se puede definir, como la capacidad de una máquina, equipo o sistema para cumplir funciones específicas o requeridas, bajo condiciones de operación dadas, en un tiempo o período determinado. (Pérez, 2021, pág. 23).

Criticidad: La criticidad se determina considerando la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, asegurando que los recursos se enfoquen en los activos más vitales (Mobley, 2014)

Efecto: Síntoma generado por la ocurrencia de una falla potencial o funcional (ruido, vibración, goteo o fuga, elevación o disminución de una temperatura, etc.) (Montilla, 2019, pág. 196).

Equipo: Regularmente, en el ámbito industrial, se asume que un equipo presta un servicio o modifica las propiedades de la materia prima/pieza verde/producto semi o terminado que transite por él. Ejemplos: equipos de ventilación, acondicionadores de aire, de cómputo, para temple de piezas, etc. (Montilla, 2019, pág. 28).

Falla: Situación dada, afectando la capacidad de un equipo, de cumplir su función. (Pérez, 2021, pág. 23).

Mantenibilidad: Es la facilidad de realizar tareas de mantenimiento en un equipo o máquina, para así devolver a sus condiciones de operación en el menor tiempo posible, utilizando procedimientos definidos. (Pérez, 2021, pág. 24).

Mantenimiento: Las actividades de mantenimiento son aquellas encaminadas a la conservación de los equipos productivos a fin de que estos puedan trabajar de manera efectiva. (Baca Urbina, 2013, pág. 137).

Mantenimiento Correctivo: Conjunto de actividades conducentes a la corrección de fallas y anomalías en los equipos a medida que se van presentando y con la maquinaria fuera de servicio. (García, 2006, pág. 9).

Mantenimiento Preventivo: Conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos. (García, 2006, pág. 18).

Modo de falla: Corresponde a la descripción de las fallas funcionales/potenciales que pueden ocurrir. (Montilla, 2019, pág. 196).

Planificar: Planificar es una serie de actividades, acciones o pasos que se deben realizar con el objetivo principal de ejecutar el mantenimiento, de tal manera que minimice las paradas imprevistas, las paradas programadas, aumentando y mejorando la productividad de las plantas industriales. (Pérez, 2021, pág. 75).

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con (Hurtado, 2000, pág. 36) “La investigación es un proceso evolutivo, continuo y organizado, mediante el cual se pretende conocer algún evento, partiendo de lo que ya se conoce, ya sea con el fin de encontrar leyes generales o simplemente con el propósito de obtener respuestas particulares a una necesidad o inquietud determinada”. (Hurtado, 2000, pág. 224) También indica que: “la investigación descriptiva se realiza cuando la experiencia y la exploración previa indican que no existen descripciones precisas del evento en estudio, o que las descripciones existentes son insuficientes o han quedado obsoletas debido a un flujo distinto de información, a la aparición de un nuevo contexto, a la invención de nuevos aparatos, o tecnología de medición, etc.”.

(Hurtado, 2000, pág. 325) Expresa que la investigación proyectiva “consiste en la elaboración de una propuesta o de un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y las tendencias futuras”. Con base en lo expuesto por estos autores, se establece que esta investigación es de tipo Descriptiva-Proyectiva, puesto que la investigación busca solucionar una problemática que ya ha sido abordada, pero sigue existiendo. Por otra parte, la investigación se centra en la propuesta de un modelo de plan de mantenimiento como posible solución a la problemática descrita.

4.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

“El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”. (Arias, 2012, pág. 23). El nivel establecido para esta investigación es comprensivo, debido a que permitió estudiar y entender los procesos realizados por el departamento de STI y de esta manera determinar las causas de la problemática existente. “En el nivel comprensivo se estudia al evento en su relación con otros eventos, dentro de un holos mayor, enfatizando por lo general las relaciones de causalidad, aunque no exclusivamente; los objetivos propios de este nivel son explicar, predecir y proponer” (Hurtado, 2000, pág. 19).

4.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En términos de diseño (Arias, 2012, pág. 31) establece que: “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental”. Considerando lo establecido por este autor, se puede decir que esta investigación tiene un diseño de campo, por cuanto los datos que fueron recolectados, se obtuvieron directamente del lugar donde se llevó a cabo la investigación, aplicando las técnicas de recolección de datos.

4.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

“La población de una investigación está constituida por el conjunto de seres en los cuales se va a estudiar el evento, y que además comparten, como características comunes, los criterios de inclusión; es a la población a quien estarán referidas las conclusiones del estudio” (Hurtado, 2000, pág. 152). Para esta investigación, la

población estuvo constituida por el personal administrativo que labora en el departamento de Soporte Técnico Integral Jusepín, el cual está conformado por 4 analistas, un supervisor y un analista de Gestión de Activos para un total de 6 personas.

Según (Behar, 2008, pág. 51) “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Se puede decir que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus necesidades al que llamamos población. De la población es conveniente extraer muestras representativas del universo”. Tomando en cuenta el tamaño de la población de esta investigación, se determinó que la muestra sería igual a ésta, por cuanto según lo establece (Arias, 2012, pág. 83) “Si la población, por el número de unidades que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra. En consecuencia, se podrá investigar u obtener datos de toda la población objetivo”.

4.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Según (Behar, 2008, pág. 55) “La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevista, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos”. Durante el desarrollo de esta investigación, se utilizaron varias técnicas de recolección de datos, las cuales permitieron recolectar la totalidad de la información. Estas técnicas fueron aplicadas en el campo dependiendo del lugar, el personal y el tipo de información. Las técnicas utilizadas se explican a continuación:

4.5.1 Observación Directa

Esta técnica se usó para conocer e identificar tanto los equipos que conforman la plataforma de escritorio como para identificar las fallas que presentan los mismos. A través de esta técnica fue posible obtener información sobre las actividades que se realizan en el departamento de STI, así como revisar, diagnosticar y aplicar mantenimiento a los diferentes equipos atendidos durante el desarrollo de esta investigación. Además de ello, se utilizó un diario de campo que permitió realizar anotaciones y registrar información sobre los equipos atendidos. Por otra parte, se pudieron conocer todas las áreas pertenecientes a la Estación Principal Jusepín 2 (EPJ-2) y demás plantas y espacios del Complejo Operativo Jusepín, Centro Operativo Furrial, Centro Operativo Rusio viejo y la Planta IGF.

4.5.2 Entrevistas con el personal

Mediante las entrevistas fue posible recolectar información vital para la investigación. Se pudo conocer el funcionamiento de los equipos, las metodologías de trabajo que utilizan los analistas, las fallas comunes que presentan los equipos, así como las causas y las posibles soluciones a estas fallas. Las entrevistas se realizaron principalmente a los analistas que laboran en el departamento de Soporte Técnico Integral, también se entrevistaron a los supervisores, gerentes y a los usuarios que hacen uso de los equipos informáticos.

4.5.3 Registro fotográfico

A través de esta técnica se logró recolectar información sobre los equipos, componentes, fallas, labores de mantenimiento, reparación, áreas de trabajo, entre otras informaciones vitales para la investigación. Las fotografías permitieron recolectar información visual de los trabajos de campo. Por otra parte, las imágenes registradas

también permitieron dejar evidencia que sirva de referencia y soporte para esta y posteriores investigaciones.

4.5.4 Análisis de documentación y registros

El análisis de documentación permitió recolectar información desde los manuales de instalación y mantenimiento de los diferentes programas y aplicaciones que se utilizan en la empresa. A través de esta técnica, también fue posible conocer cómo se realizan las labores de mantenimiento y atención a los equipos informáticos mediante los manuales suministrados por el departamento de STI. Además de ello, también se consultaron los manuales de reparación y mantenimiento de los fabricantes.

4.5.5 Focus Group

Mediante la técnica del Focus Group se realizaron reuniones entre el investigador y los analistas del departamento, con el fin de discutir temas como las fallas y soluciones en los equipos atendidos. Uno de los objetivos de estas reuniones era discutir y planificar el plan de acción a ejecutar para los equipos en labores de mantenimiento, así como las metodologías que se aplicarían en cada caso. Usando esta técnica fue posible optimizar el tiempo y los recursos al momento de realizar el mantenimiento.

4.6 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

Según (Arias, 2012, pág. 111) estas técnicas pueden ser... “Las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis-síntesis), o estadísticas (descriptivas o inferenciales), que serán empleadas para descifrar lo que revelan los datos recolectados”. Basado en este autor, en esta investigación se aplicó la técnica de análisis de contenido, con la cual se pudo organizar, representar y analizar los datos que sirvieron como fuente de información para entender la situación actual del sistema estudiado. También se

podieron extraer los aspectos más relevantes para proponer una solución. “El análisis de contenido puede ser utilizado en investigaciones descriptivas, cuando se pretende hacer un diagnóstico y agrupar contenidos significativos de una serie de entrevistas, conversaciones u observaciones” (Hurtado, 2000, pág. 37).

4.7 DISEÑO OPERATIVO

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo aplicando la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC). Esta metodología es aplicable a cualquier industria, y permite trazar políticas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo a cualquier equipo o maquinaria. El MCC propone un modelo que permite estudiar la operatividad de las maquinarias, empleando el AMEF como su herramienta principal. Con esta estrategia es posible estudiar los equipos desde el punto de vista operativo, detectando modos de fallo, las causas y sus consecuencias. Con ello, es posible aplicar las acciones de mantenimiento necesarias para contrarrestar los modos de fallo, previniendo problemas y aumentando la confiabilidad y disponibilidad de la máquina. Esta metodología se aplica en tres fases:

- **Fase I:** Identificación de los elementos de estudio para el MCC.
- **Fase II:** Análisis de fallas.
- **Fase III:** Selección de estrategias de mantenimiento.

Se eligió esta metodología de desarrollo, puesto que el objetivo principal de esta investigación es desarrollar una propuesta de plan de mantenimiento para equipos informáticos que han perdido significativamente sus niveles de confiabilidad, disponibilidad y rendimiento, producto de la falta de un mantenimiento apropiado. Por otra parte, la metodología cumple y se adapta a las políticas de mantenimiento emitidas por parte de la empresa.

4.7.1 Fase I. Identificación de los elementos de estudio para el MCC

La primera fase tiene como objetivo principal la recopilación de la información necesaria para el estudio y aplicación de la metodología. Para ello se recurren a tres fuentes de información principales, tales como el fabricante, la empresa y el cliente. El fabricante aporta información como manuales de uso, instrucciones de mantenimiento, instalación y políticas de remplazo demandadas por los equipos. De igual forma, la empresa puede aportar información relacionada con el uso, historial de mantenimientos, fallas, esquemas u otra información relacionada los equipos. Por último, es importante la opinión del cliente, debido a que éste será su usuario final.

La planificación de actividades en esta fase enmarca la visita a las diferentes plantas que conforman la EPJ-2, con la intención de conocer y comprender el proceso de producción. Así como conocer cómo están conectadas las plantas mediante la plataforma de tecnología del recinto petrolero. También se tomará nota de los equipos informáticos que prestan servicio en cada planta, entrevistando, además, a sus usuarios sobre el funcionamiento de los mismos y las fallas que suelen presentar. Siguiendo con la recolección de información en el departamento de STI, entrevistando a los analistas y revisando información documentada sobre los procedimientos que siguen al momento de atender a un equipo.

Con la finalidad de tener información acertada sobre los procedimientos reales de mantenimiento que deben realizarse al momento de atender a un equipo, serán consultados los portales web de los fabricantes de los equipos con el propósito de revisar los manuales de mantenimiento y reparación, así como las recomendaciones y sugerencias de los fabricantes. Con ello también se busca que el plan de mantenimiento diseñado para la investigación garantice que los equipos tendrán el mantenimiento adecuado.

4.7.2 Fase II. Análisis de fallas

En esta fase se hace uso de dos herramientas importantes para el análisis, el Análisis de Criticidad y el Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF). Con estas herramientas se hace un estudio analítico de los elementos para determinar qué estrategias de mantenimiento puede aplicarse a cada equipo por separado. El AMEF reflejará las fallas y sus posibles causas, así como los efectos que éstas pueden provocar. Esta herramienta de análisis asigna valores cuantitativos a cada falla, y permite visualizar la criticidad e importancia de cada una de ellas. De esta manera se pueden aplicar medidas preventivas que eviten dichas fallas.

De acuerdo con lo anterior, al finalizar la fase 1 se realizará un análisis de criticidad a los equipos estudiados durante la primera fase, con el propósito de identificar el nivel de criticidad para cada equipo en la cadena de producción de la empresa. También se aplicará el análisis AMEF con lo que se buscará identificar cuáles son los modos de fallo, las causas y las consecuencias de dichas fallas. Posteriormente, se determinarán las acciones que deberán aplicarse para corregir los modos de fallo detectado, mejorando significativamente la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

4.7.3 Fase III. Selección de estrategias de mantenimiento

La tercera etapa enmarca la selección de las estrategias de mantenimiento a aplicar, para ello la metodología MCC prioriza los tipos de mantenimiento de la siguiente manera:

1. Mantenimiento predictivo.
2. Mantenimiento preventivo.
3. Mantenimiento correctivo.

4. Rediseño.

Dado que el objetivo principal de la investigación es la creación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, aunado a que la empresa no dispone de equipos de monitoreo de mantenimiento, el mantenimiento predictivo no será tomado en cuenta. Con base en los resultados obtenidos en la fase 2, se procederá a planificar las acciones de mantenimiento que serán aplicadas en el plan de mantenimiento. Antes de desarrollar un plan, será necesaria la creación de una lista de acciones de mantenimiento recomendada por el fabricante de cada equipo, la frecuencia con la que se hará mantenimiento a cada equipo, y la aplicación de indicadores de mantenimiento que determinen las condiciones reales del equipo.

El plan de mantenimiento contemplará diagramas de flujo para registrar tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo, lista de procedimientos de mantenimiento para cada tipo de equipo (portátil/escritorio). También se incluirán listas de verificación, las herramientas necesarias para los procedimientos de mantenimiento, formatos para llevar registro manual del mantenimiento y un cronograma para el mantenimiento programado. Además, se planea utilizar una plataforma de gestión de proyectos para controlar todo el plan de mantenimiento. En la tabla que se presenta a continuación (ver tabla 5) se detallan las actividades planificadas para cumplir con los objetivos de esta investigación. Las actividades están dispuestas según el objetivo y la fase de la metodología.

Tabla 5. Modelo operativo

OBJETIVOS	FASE	METODOLOGIA	ACTIVIDADES
1. Estudiar la situación actual de la plataforma de escritorio en la EPJ-2 con el fin de tener un diagnóstico acertado de la problemática existente.	I. Identificación de los elementos de estudio para el MCC	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observación directa en todas las áreas que conforman la EPJ-2. 2. Ubicación y función de los equipos que conforman la plataforma de escritorio de EPJ-2. 3. Descripción general del departamento de STI. 4. Descripción de la gestión de casos. 5. Diagnóstico de la plataforma de escritorio.
2. Determinar el nivel de criticidad que tienen los equipos de la plataforma de tecnología para el proceso de producción mediante un análisis de criticidad.	II. Análisis de Fallas		<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecimiento de criterios de evaluación. 2. Aplicación del análisis de criticidad. 3. Determinación de los equipos críticos.
3. Establecer las fallas, las causas y los efectos que presentan los equipos de la plataforma tecnológica mediante la aplicación de la herramienta AMEF.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicación del Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF).
4. Determinar indicadores de gestión de mantenimiento para el seguimiento y	III. Selección de estrategias de		<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de los indicadores adecuados para medir el rendimiento de los equipos. 2. Calculo los indicadores ideales.

OBJETIVOS	FASE	METODOLOGIA	ACTIVIDADES
aplicación de las labores de mantenimiento.	mantenimient o		3. Calculo los indicadores reales. 4. Establecimiento de valores de referencia para la evaluación y comparación cuantitativa de los valores obtenidos en el cálculo de indicadores.
5. Desarrollar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad que minimice las fallas en los equipos críticos de la plataforma de escritorio de la EPJ-2 garantizando su continuidad operativa.			1. Definición del mantenimiento según los fabricantes. 2. Establecimiento de la frecuencia de mantenimiento. 3. Conformación del plan de mantenimiento.

Fuente: Autor (2024)

CAPITULO V

RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos luego de aplicar la Metodología Centrada en Confiabilidad, con la que se dio cumplimiento a los objetivos propuestos para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo y correctivo. Se exponen a continuación los resultados de aplicar la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, en conjunto con el modelo operativo desarrollado para esta investigación.

5.1 FASE I: IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE ESTUDIO PARA EL MCC

Las actividades desarrolladas en esta fase permitieron recopilar información precisa sobre las áreas que conforman el perímetro de la investigación. Con la ejecución de las actividades planificadas para esta fase, también se pudieron conocer los equipos, sus funciones y sus usuarios. Gracias a esta primera fase fue posible saber la situación actual en la que se encuentra la plataforma tecnológica, y posteriormente se pudo diagnosticar la problemática que existe en el área de la investigación.

5.1.1 Descripción general del área de EPJ-2

Tras iniciar el desarrollo de las actividades de la primera fase, se pudo observar la situación actual que vive no sólo el departamento de STI, sino también en toda la zona de la EPJ-2. La empresa está conectada por una serie de dispositivos tecnológicos que permiten la interconectividad entre los diferentes módulos y áreas del complejo operativo. Estos dispositivos son los que conforman la plataforma de escritorio que permite, además, establecer comunicación con las demás plantas y con la red de la

empresa a nivel nacional. Entre los dispositivos se encuentran computadores de escritorio, computadores portátiles, teléfonos de oficina, impresoras, servidores y los dispositivos de redes (Switches y routers), además de la red de cableado que conforma la Intranet de la empresa. A continuación, se muestran algunos de los lugares visitados durante el desarrollo de esta investigación:



Figura 11. Sala de reuniones edificio de producción – EPJ-2 Distrito Furrrial
Fuente: Autor (2023)

La sala “Che Guevara” es una sala de reuniones donde se realizan conferencias y videoconferencias locales, regionales y nacionales. En esta sala se debaten temas de interés y relevancia para los procesos de producción y todos los subprocesos de la empresa. En estos debates participan en su mayoría personal de la primera línea de mando, entre los que se encuentra el Gerente General de Distrito, los Gerentes de cada área (Recursos Humanos, Producción, Mantenimiento, Servicios Organizacionales, AIT, Subsuelo, etc.) y los Superintendentes de cada gerencia.



Figura 12. Edificio administrativo planta RESOR – EPJ-2 Distrito Furrial
Fuente: Autor (2023).

La Planta de Recuperación Secundaria Oriente (RESOR) es una de las plantas que conforman el Complejo Operativo Jusepín, su edificio administrativo es uno de los que reporta mayores casos de fallas en los equipos informáticos que prestan servicio en ese lugar.



Figura 13. Sala de control planta IGF – PDVSA Distrito Furrial
Fuente: Autor (2023).

La sala de control de la Planta IGF es una de las más importantes en el Distrito Furrial, esto se debe a que esta Planta suministra gas de alta presión a la mayoría de las plantas de la zona, esta acción es fundamental para la extracción del crudo. Una de las principales funciones de esta sala de control, es monitorear los sistemas de oleoductos, gasoductos y acueductos. Los equipos informáticos que prestan servicio en esta sala trabajan las 24 horas del día, debido a la criticidad de las operaciones que se llevan a cabo en el lugar.



Figura 14. Centro operativo Furrial (COF) – PDVSA Distrito Furrial
Fuente: Autor (2023).



Figura 15. Planta de deshidratación – EPJ-2 Distrito Furrial
Fuente: Autor (2023).

La planta de deshidratación cuenta con un área de oficinas donde los operadores se encargan de realizar las actividades inherentes de dicha planta, en el lugar se encuentran varios equipos informáticos críticos para el procesamiento de crudo llevado a cabo por la planta.



Figura 16. Planta de compresión de gas Jusepín 9 – EPJ-2 Distrito Furrial
Fuente: Autor (2023).

También llamada Planta 9, es una de las plantas de importancia en la EPJ-2, sus instalaciones cuentan con un Módulo Operativo, una sala de control y varias oficinas. Durante el desarrollo de esta investigación, varios de los equipos informáticos que prestan servicio en dicha planta fueron ingresados al departamento de STI para mantenimiento correctivo.



Figura 17. Centro operativo Rusio Viejo – PDVSA Distrito Furrial
Fuente: Autor (2023)

El lugar cuenta con oficinas administrativas y una sala de control donde se monitorean los sistemas automatizados de la planta. Durante la investigación se realizaron varias visitas a esta estación, y se pudo observar que muchos de los equipos informáticos que se encuentran en este recinto petrolero, presentan signos de falta de mantenimiento, razón por la cual, varios de esos equipos fueron remitidos al departamento de STI por la presencia de fallas en sus componentes.



Figura 18. Clínica industrial Manuela Sáenz – EPJ-2 Distrito Furrial
Fuente: Autor (2023).

La clínica “Manuela Sáenz” es el centro de salud del Complejo Operativo Jusepín, aquí se atienden a los trabajadores, se realizan consultas de medicina general, y se realizan despachos de medicamentos. En sus oficinas se encuentran operando varios equipos computacionales, que permiten realizar a los trabajadores de la salud sus actividades administrativas.



Figura 19. Laboratorio de prueba de crudo – PDVSA Distrito Furrial
Fuente: Autor (2023)

El laboratorio de crudo está ubicado en la Planta “Mata de Aceite” en el Complejo Operativo Jusepín, aquí se realizan las pruebas de calidad al crudo extraído de los pozos del área.

5.1.2 Equipos de la plataforma tecnológica de EPJ-2

Durante la visita a las diferentes áreas del Complejo Operativo Jusepín, especialmente a las áreas que conforman la EPJ-2, se pudieron conocer los diferentes equipos que conforman la plataforma tecnológica de la empresa. Se conoció la función que ejerce cada equipo, y en algunos casos se pudo conocer el historial de fallas que

presentan los mismos. Un alto porcentaje de los equipos que conforman la plataforma de tecnología se encuentran en estado de obsolescencia, debido a las políticas que implementa la empresa sobre los sistemas que son utilizados para sus procesos de producción. Para los equipos más modernos, en los cuales no pueden ser utilizados los sistemas de la empresa por los requerimientos mínimos que exigen los equipos, es necesario utilizar una máquina virtual para hacer uso de los sistemas de la empresa.

A continuación, se presentan algunos de los equipos informáticos conocidos tras darle cumplimiento a las primeras actividades del modelo operativo planificado para esta investigación.

Tabla 6. Dell Optiplex GX620

DATOS GENERALES	
TIPO	PC de escritorio
FABRICANTE	DELL
MODELO	OPTIPLEX GX620
UBICACION	Edificio de Producción
FUNCION	Envío de informes de producción



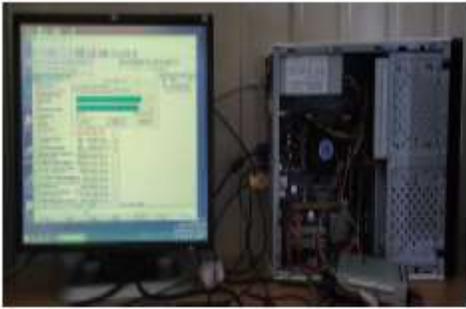
El edificio de Producción Oriente en la EPJ-2 es el edificio administrativo más importante del complejo operacional. Es, además, el lugar donde se encuentran las oficinas gerenciales, y donde se realiza la mayoría de las actividades administrativas de la estación petrolera. Entre los equipos que se encuentran en este edificio está el Dell Optiplex GX620 de la tabla 6, el cual se usa para elaborar y enviar reportes de producción.

Tabla 7. VIT M2421

	DATOS GENERALES	
	TIPO	Portátil
	FABRICANTE	VIT
	MODELO	VIT M2421
	UBICACIÓN	Departamento de Planificación
	FUNCION	Elaboración de Informes de Planificación

El Departamento de Planificación es uno de los departamentos que se encuentran en el Edificio de Producción Oriente. Entre sus actividades está la de realizar los informes de planificación del complejo. En este departamento se encuentran cuatro equipos informáticos, incluyendo el VIT M2421 mostrado en la tabla 7.

Tabla 8. Síragon 1320

	DATOS GENERALES	
	TIPO	PC de escritorio
	FABRICANTE	SIRAGON
	MODELO	SIRAGON 1320
	UBICACIÓN	Departamento STI
	FUNCION	Actividades de Mantenimiento Lógico

El departamento de STI cuenta con 7 equipos informáticos que son utilizados para realizar las actividades propias del departamento, tanto la planificación, la comunicación, el mantenimiento como la recepción y la atención de los casos que se

reciben. Entre estos equipos se encuentra el Síragon 1320 mostrado en la tabla 8, utilizado para labores de mantenimiento lógico.

Tabla 9. Dell Optiplex 755

	DATOS GENERALES	
	TIPO	PC de Escritorio
	FABRICANTE	DELL
	MODELO	DELL 755
	UBICACIÓN	Edificio Producción Oriente
	FUNCION	Actividades administrativas

Tabla 10. Lenovo T500

	DATOS GENERALES	
	TIPO	Portátil
	FABRICANTE	Lenovo
	MODELO	T500
	UBICACIÓN	Delegación de Seguridad Integral (DSI)
	FUNCION	Actividades administrativas

La Delegación de Seguridad Integral (DSI) es la institución de seguridad de la empresa, la cual vela por la seguridad y el resguardo de las instalaciones, además es la gerencia responsable de hacer cumplir los protocolos de seguridad integral establecidos por la empresa. Entre los equipos que disponen los trabajadores de la seguridad para sus actividades rutinarias, se encuentra el Lenovo T500, mostrada en la tabla 10.

Tabla 11. VIT 2910-02

	DATOS GENERALES	
	TIPO	PC de Escritorio
	FABRICANTE	VIT
	MODELO	VIT 2910-02
	UBICACIÓN	Departamento de Coordinación
	FUNCION	Actividades administrativas

Tabla 12. VIT M2100-01-01

	DATOS GENERALES	
	TIPO	PC de Escritorio
	FABRICANTE	VIT
	MODELO	VIT M2100-01-01
	UBICACIÓN	Departamento de Automatización (AIT)
	FUNCION	Mantenimiento de Sistemas

En algunos casos se pudo evidenciar la falta de mantenimiento que presentan los equipos informáticos. A nivel de hardware se pudo observar que algunos equipos presentan signos de oxidación y corrosión, tomas de aires obstruidos por el polvo, condiciones externas inadecuadas, etc. También se pudo conocer que algunos equipos trabajan en formato 24/7, lo que significa que no tienen horarios de descanso. En cuanto al software, se observó que algunos equipos presentan lentitud en el sistema operativo, lentitud en el sistema de arranque y apagado, información basura en exceso, etc. Algunos de los equipos en los que se observaron fallas se muestran a continuación:

Tabla 13. VIT 2910-01

	DATOS GENERALES	
	TIPO	PC de escritorio
	FABRICANTE	VIT
	MODELO	VIT-2910-01
	UBICACIÓN	Planta Múltiple Full 1 Furrial
	FUNCION	Envío de reportes de producción
OBSERVACIONES: El gabinete presenta signos de corrosión		

Tabla 14. Siragon 1420

	DATOS GENERALES	
	TIPO	PC de escritorio
	FABRICANTE	SIRAGON
	MODELO	SIRAGON 1420
	UBICACIÓN	Planta de Extracción Jusepin
	FUNCION	Envío de reportes de producción
OBSERVACIONES: Presenta suciedad y obstrucción en los sistemas de ventilación		

Tabla 15. Teclado Dell SK-8115

	DATOS GENERALES	
	TIPO	Periférico de entrada
	FABRICANTE	DELL
	MODELO	SK-8115
	UBICACIÓN	STI
FUNCION	Ingreso de datos	
OBSERVACIONES: Presenta suciedad excesiva		

Tabla 16. Dell Precisión 690

	DATOS GENERALES	
	TIPO	PC de Escritorio
	FABRICANTE	DELL
	MODELO	DELL PRECISION 690
	UBICACIÓN	Planta 9
FUNCION	Actividades administrativas	
OBSERVACIONES: Exceso de polvo y obstrucción de las rejillas de ventilación.		

5.1.3 Descripción general del departamento de STI

El departamento de STI se especializa en la atención de los equipos de informática, tanto portátiles como de escritorio; además de dar soporte a los casos básicos de redes. El departamento está conformado por 6 analistas, uno de ellos es el analista de Gestión de Activos (GDA), quien no forma parte directa del equipo de Soporte Técnico, pero gestiona los procesos administrativos ligados a los activos informáticos de la empresa, donde están involucrados los equipos que se atienden en

el departamento. Además de realizar las acciones de mantenimiento, el departamento también realiza las actividades de instalación, traslado y desincorporación de los equipos.

5.1.4 Gestión de casos

La atención a los equipos ocurre cuando el usuario (personal que labora en las áreas administrativas de la empresa, y utiliza una computadora para realizar sus actividades) genera un caso. Los casos se pueden generar por medio de tres canales:

1. Llamando al Centro de Llamadas (Call Center) de AIT, marcando el 105 a través de la red de voz de la empresa, y reportando la falla al operador.
2. Llamando a cualquiera de los teléfonos del departamento de STI.
3. Reportando el caso a través del correo electrónico interno de la empresa, a las respectivas direcciones de los analistas.

En caso de reportar la falla por el primer canal, los reportes de casos llegan al departamento a través de la red de la empresa por medio del Sistema Integral de Gestión Automatizada de la Gerencia de AIT (SIGA-AIT). Posteriormente, el analista administrador de la cartelera se encarga de asignar los casos a cada analista, dependiendo de la disponibilidad de los mismos.

Actualizar · Reportes SIGA NACIONAL - SIGA AIT Ver. 3.3 Viernes, 02 de Noviembre de 2017

SIGA AIT - CARTELERA

SIGA AIT - Cartelera

Actualizar árbol Filtrar por: [Elija una opción] Leyenda(+)

Asignados(2) En Progreso(1) Pendientes(33)

N°	Caso	Resumen	Negocio	Zona	Área	Localidad
<input type="checkbox"/>	1 1889287	REQUERIMIENTO PARA EVALUACION DE REEMPLAZO DE TONNER (CONSUMIBLE DE IMPRESORA)	Exploración y Producción	Oriente	El Furrial	Planta de Inyección de Gas Furrial (IGF)
<input type="checkbox"/>	2 1870814	INCIDENTE DE CONEXION A LA RED	Exploración y Producción	Oriente	El Furrial	Taladros

Ocultar Detalles Caso

Figura 20. Cartelera del sistema integral de gestión automatizada de AIT
Fuente: Manual de Pasantes de la Gerencia AIT Jusepín.

El analista asignado al caso debe acudir al lugar de la falla para la revisión del equipo. Si la falla no puede ser solucionada en el lugar, el analista traslada el equipo hasta el departamento de STI, donde se realizan las acciones de mantenimiento respectivas. Finalmente, el equipo es restaurado a su estado óptimo, y puesto en servicio nuevamente. El procedimiento de mantenimiento que actualmente se aplica en el departamento de STI se puede expresar gráficamente de la siguiente manera:

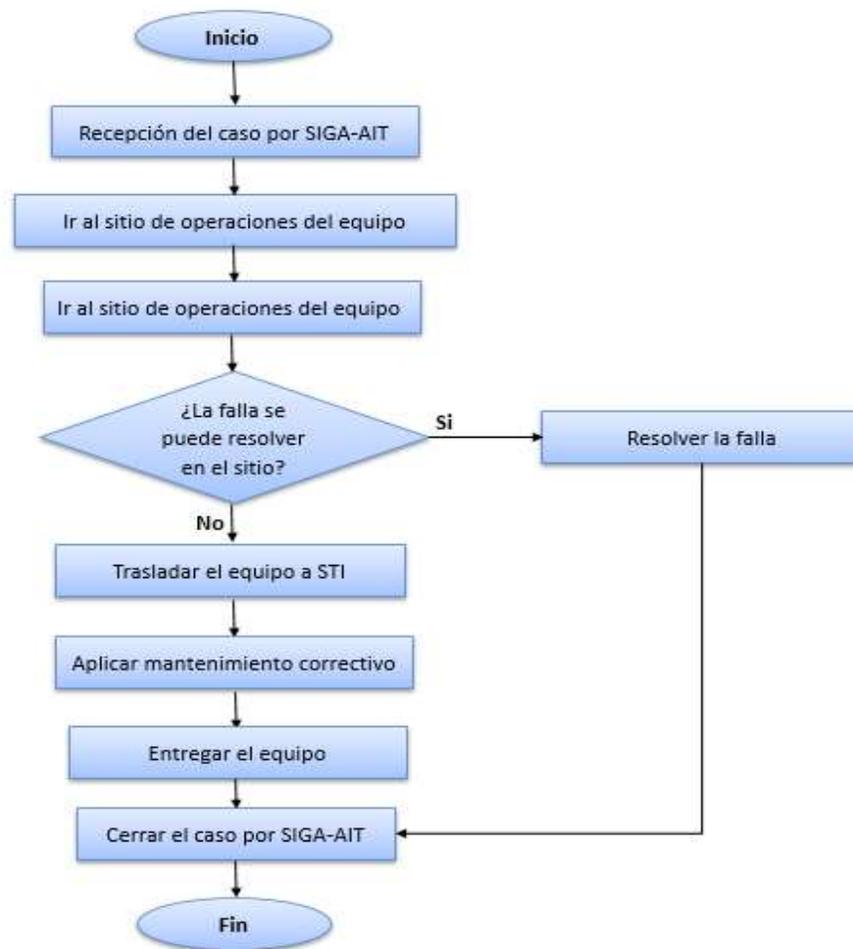


Figura 21. Diagrama de flujo del mantenimiento en STI

Fuente: Autor (2023).

Según el diagrama de flujo, mostrado en la figura 21, se puede evidenciar la ausencia del mantenimiento preventivo en la filosofía de mantenimiento del departamento de STI. Ésta es una de las principales fallas detectadas en la primera fase de aplicación de la metodología MCC. Según la filosofía del MCC, no puede haber confiabilidad en un equipo al que sólo se le aplica mantenimiento correctivo, pues, su disponibilidad será una total incertidumbre. Algunos de los casos atendidos durante el desarrollo de esta investigación se muestran a continuación:



Figura 22. Falla en el navegador web



Figura 23. Ralentización del sistema operativo

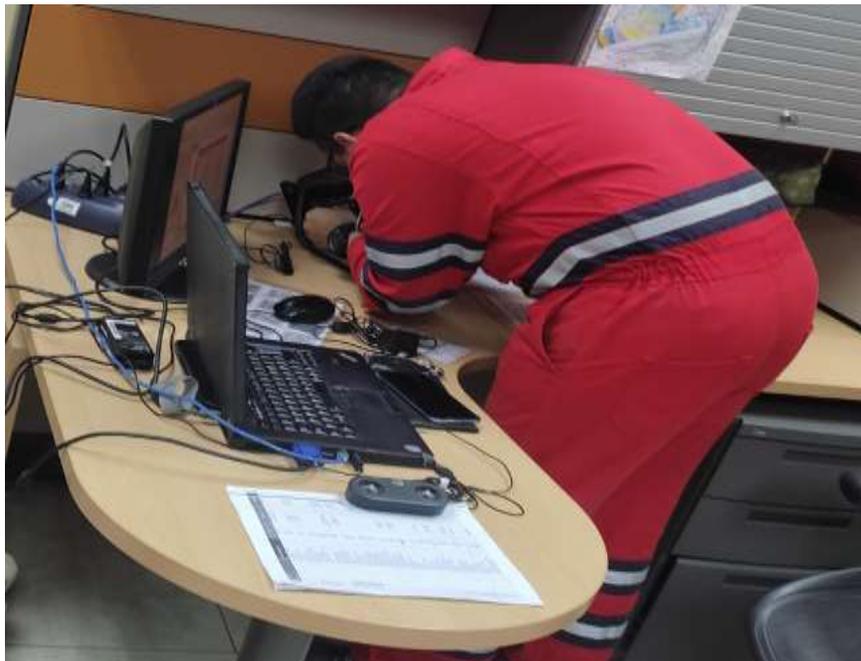


Figura 24. Falla en el cableado de la red



Figura 25. Falla en el encendido



Figura 26. Falla al iniciar el sistema operativo

5.1.5 Aplicación de mantenimiento en el departamento de STI

Durante la investigación, aplicando las técnicas de recolección de datos con la entrevista y la observación directa, se pudieron conocer los diferentes diagnósticos que suelen dar los analistas. Los diagnósticos más comunes se muestran en la tabla 17 con su respectiva solución.

Tabla 17. Diagnósticos comunes con soluciones

DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN
Deterioro de la fuente de poder.	Reemplazo.
Error del inicio del sistema operativo.	Formateo y reinstalación del sistema.
Ralentización del sistema operativo.	Reinstalación del sistema/Análisis CHKDSK/Limpieza de archivos basura.
Deterioro de capacitores de la placa base.	Cambio del capacitor.
Deterioro de la memoria RAM.	Reemplazo.
Agotamiento de la pila de la BIOS.	Reemplazo.
Reinicio por recalentamiento del procesador.	Mantenimiento de hardware/cambio de pasta térmica/lubricación del disipador.

Fuente: Autor (2023).

Las acciones de mantenimiento que realizan los analistas dependen de las fallas que presenten los equipos, el mantenimiento correctivo se aplica sólo a las partes que

fallan, y se aplica un mínimo mantenimiento preventivo al resto de los componentes del equipo problema. Esta práctica imposibilita la detección de otros modos de fallos, que pueden llevar al equipo a una falla potencial, debido a que no existen protocolos establecidos de revisión para descubrir otros posibles modos de fallo. En algunos casos, a los equipos se le aplican las actividades de mantenimiento en el sitio donde se presenta la falla, por lo que no llegan al departamento de STI, y por consiguiente no se le realiza el respectivo chequeo total de sus componentes. A continuación, se muestran algunas actividades de mantenimiento ejecutadas por parte del personal.



Figura 27. Aplicación de mantenimiento



Figura 28. Aplicación de mantenimiento



Figura 29. Aplicación de mantenimiento

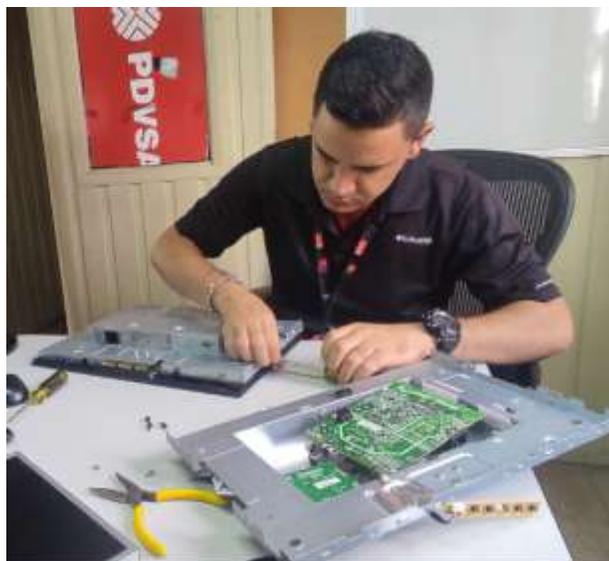


Figura 30. Aplicación de mantenimiento

5.1.6 Situación actual de la plataforma de escritorio

Con base en los datos obtenidos en esta primera fase, se pudo analizar la situación actual que atraviesa el complejo petrolero, dejando ver el deterioro de la plataforma de tecnología. Con las visitas a las diferentes áreas del complejo se pudo elaborar un gráfico que refleja con claridad las áreas vulnerables, como se muestra en la figura 31. El área más afectada es el edificio de producción, en el cual existe un número elevado de casos mensuales. Es importante mencionar que dicho edificio es donde se realiza la gran mayoría de las actividades administrativas del complejo, lo que significa que cada fallo inesperado que ocurre en un equipo retrasa las labores diarias de su usuario.

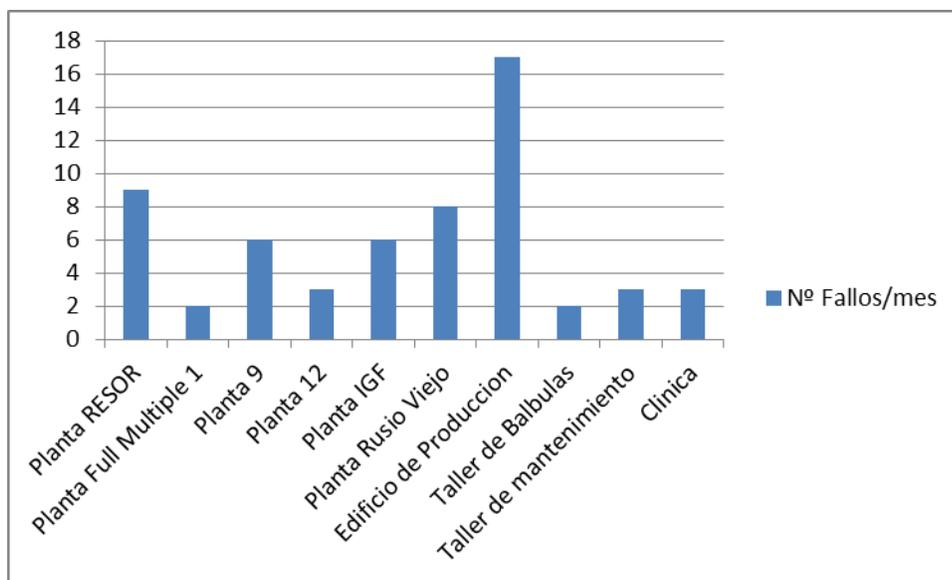


Figura 31. Gráfica de la situación actual de la plataforma

Fuente: Autor (2024)

También se tomaron en cuenta las opiniones de los usuarios, haciendo una pequeña encuesta para conocer cuál era el estado actual del funcionamiento de sus equipos. En esta encuesta se dieron las opciones: funcionamiento normal, ralentización, cambio de equipo y sin equipos para aquellos usuarios que no disponen de uno. Al

analizar los datos, se pudo observar que sólo el 11% de los usuarios encuestados estuvieron de acuerdo con que su computador funcionaba con normalidad; 33% de ellos manifestaron ralentización en sus equipos; 25% pide que le sea cambiado el equipo; y un 31% de los usuarios manifestaron no tener equipos. La figura 32 muestra de forma gráfica los resultados obtenidos.

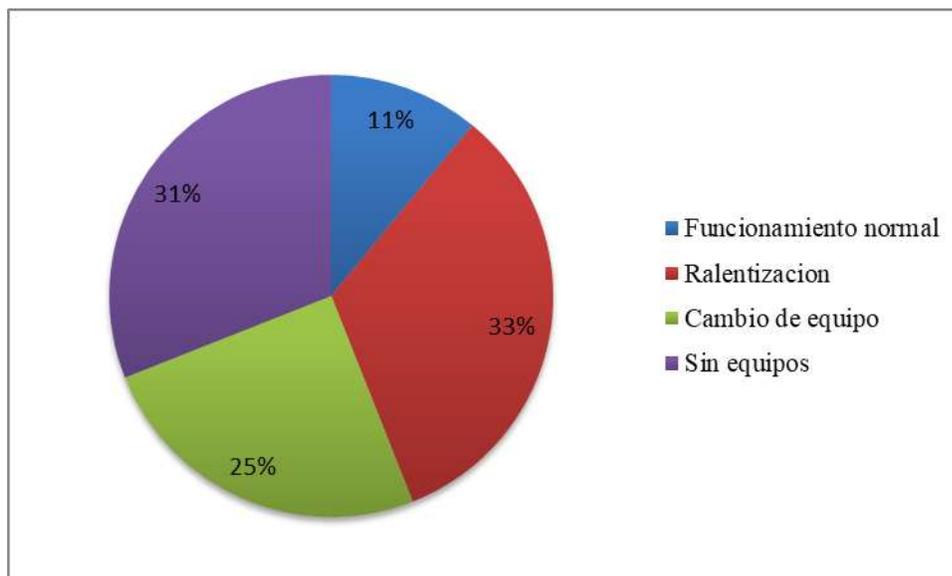


Figura 32. Gráfica de la opinión de los usuarios
Fuente: Autor (2024)

Cabe destacar que según las políticas del departamento de STI, los equipos activos en el complejo sólo son asignados a usuarios a los cuales le sea imprescindible un equipo para sus actividades laborales. Esto se debe a que no se cuenta con las unidades necesarias para cubrir la demanda. Por tal razón, sólo a esos usuarios se les da prioridad cuando hay disponibilidad. Del 31% que expresó no tener equipo, la mayoría son usuarios que necesitan de uno para sus labores. Es importante mencionar que al 77% de los usuarios que disponen de un equipo en su área de trabajo, se les aplica la misma normativa. En consecuencia, cuando un equipo presenta una falla, y

no es posible repararlo, el usuario queda sin equipo hasta que haya disponibilidad de uno, causando que aumente el porcentaje de usuarios sin equipos.

5.1.7 Diagnóstico de la plataforma de escritorio

Una vez conocidos todos los elementos que requiere la metodología MCC, se produjo el diagnóstico de la problemática que arropa la plataforma de escritorio en el área de EPJ-2. El diagnóstico arroja que no existe un plan o un conjunto de pasos lógicos y ordenados, que permitan dar el mantenimiento adecuado a los equipos informáticos, lo cual ocasiona que los equipos no obtengan el debido mantenimiento. No se aplica ni se tiene en cuenta el mantenimiento preventivo; en consecuencia, los equipos no reciben un mantenimiento periódico, sino que sólo se les hace mantenimiento al momento de fallar.

La falta de una base de datos que resguarde el historial de mantenimiento de los equipos imposibilita el seguimiento del mantenimiento aplicado, lo cual deja en el olvido las fallas presentadas por los equipos con anterioridad. El seguimiento del mantenimiento es crucial para evaluar periódicamente los indicadores de confiabilidad y disponibilidad de los equipos informáticos. Si no se evalúan estos indicadores, no se tienen datos precisos de qué tan confiable y disponible será el equipo durante su funcionamiento.

5.2 FASE II: ANÁLISIS DE FALLAS

Para el análisis de las fallas se hizo uso del Análisis de Criticidad para identificar los equipos críticos dentro del proceso productivo de la empresa. También se utilizó la herramienta principal de la metodología MCC, el Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF). Estas herramientas permitieron analizar los datos que fueron recopilados en la primera fase. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

5.2.1 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad utilizado en esta investigación, se basa en el modelo de criticidad semicuantitativa Criticidad Total por Riesgo (CTR), aplicado con la intención de conocer la criticidad de los equipos informáticos en el proceso de producción de la empresa. Para realizar el análisis de criticidad, primero se llevó a cabo una entrevista con los analistas de STI, debido a que en el departamento no se cuenta con un sistema automatizado, que registre el histórico de fallas de los equipos. La entrevista tuvo como finalidad conocer el número de fallas aproximado y los costos de mantenimiento.

Por otra parte, debido a que no se cuenta con la cantidad exacta de los equipos de la plataforma, y tomando en cuenta que todos los equipos cumplen con la misma función, a manera de facilitar el análisis, se decidió en conjunto con los analistas aplicar la estrategia de muestreo representativo, con el propósito de seleccionar un ejemplar de cada marca y modelo. En este sentido, la información que se presenta en la tabla 18, muestra los datos para un único equipo que va a representar a todos los equipos informáticos de esa marca y modelo. Aplicando esta estrategia estadística fue posible realizar el análisis sin perder la objetividad y transparencia de los resultados.

Tabla 18. Número de fallas y costos de mantenimiento de los equipos

Item	Equipo		Numero de fallas (Falla/año)	Costo por falla (Bs.D)	Costo total de mantenimiento (Bs.D)
	Marca	Modelo			
1	DELL	OPTIPLEX 755	4	945,00	3780,00
2	DELL	LATITUDE D830	2	787,50	1575,00
3	DELL	PRECISION 690	2	945,00	1890,00
4	HP	COMPAQ 8100 PRO	3	945,00	2835,00
5	VIT	M2910-01	2	945,00	1890,00
6	SIRAGON	1420	4	945,00	3780,00
7	LENOVO	T500	2	787,50	1575,00
8	LENOVO	R500	2	787,50	1575,00
9	LENOVO	B40	2	787,50	1575,00
10	VIT	M2421	2	787,50	1575,00
11	VIT	M2401	2	787,50	1575,00
12	VIT	M2910-02	3	945,00	2835,00
13	SIRAGON	1320	4	945,00	3780,00
14	DELL	OPTIPLEX GX620	4	945,00	3780,00
15	HP	COMPAQ DC 7900	3	945,00	2835,00
16	VIT	M2100-01-01	2	787,50	1575,00

El número de fallas indicadas en la tabla 18 representa la cantidad de fallas aproximadas que se registran cada año en los equipos de las marcas y modelos especificados. El costo de mantenimiento representa el gasto que se genera cada año al multiplicar el costo individual de mantenimiento por cada falla que presenta el equipo. El costo por falla se calcula en base a los precios estimados por los analistas, los cuales consideran que el mantenimiento completo de un equipo portátil y de escritorio ronda los 25 y 30 dólares americanos, respectivamente. Los precios fueron calculados en bolívares digitales, según la tasa oficial publicada por el Banco Central de Venezuela (BCV).

5.2.1.1 Criterios de evaluación

Para una evaluación objetiva y acorde con la criticidad de cada equipo, se aplicaron los criterios de evaluación establecidos por (Parra & Crespo, 2015). No obstante, los valores de referencia fueron establecidos en mutuo acuerdo en reunión efectuada con algunas de las personas involucradas en la investigación, incluyendo al supervisor y los analistas encargados de realizar las labores de mantenimiento. En la tabla 19 se muestra la ponderación de cada criterio.

Tabla 19. Criterios de evaluación

Criterio	Puntaje
Frecuencia de Fallos (FF)	
Menos de 1 falla por año	1
Entre 2 y 3 fallas por año	2
Entre 4 y 5 fallas por año	3
Mas de 6 fallas por año	4
Impacto Operacional (IO)	
Parada total del equipo	10
Parada parcial	7
Impacta en niveles de calidad	3
No genera efectos significativos	1
Flexibilidad Operacional (FO)	
No existe unidades de repuesto	4
Existen unidades de repuesto	2
Existe opcion de produccion	1
Costos de M antenimiento (CM)	
Igual o menos de 2.000,00 Bs.D	1
Mas de 2.000,00 Bs.D	2
Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA)	
Afecta gravemente la seguridad humana	8
Afecta considerablemente la seguridad humana y las instalaciones	6
Provoca daños menores	3
No afecta a la seguridad humana ni a las instalaciones	1

Luego de establecer los criterios de evaluación se definieron los parámetros para jerarquizar los equipos. Para ello se consultó con el jefe del proyecto, quien es el supervisor de STI, y se estableció un valor acorde y equitativo para la evaluación, debido a que los resultados obtenidos oscilaban entre 60 y 129, los parámetros quedaron de la siguiente manera:

$CTR \leq 70$ no crítico.

$70 \leq CTR < 120$ Semi-crítico.

$CTR \geq 120$ crítico.

La criticidad de un equipo está dada por la estimación del factor de riesgo, se calcula con la siguiente expresión:

$$CTR = FF * C$$

Donde:

CTR: criticidad total de riesgo.

FF: frecuencia de fallos.

C: consecuencia de los eventos de fallo.

La consecuencia viene dada por la expresión:

$$C = (IO * FO) + CM + SHA$$

De la cual:

IO: Factor de impacto en la producción.

FO: Factor de flexibilidad operacional.

CM: Factor de costes de mantenimiento.

SHA: Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente.

5.2.1.2 Matriz de criticidad

Establecidos todos los parámetros y los criterios de evaluación, se procedió a realizar los cálculos en la matriz de criticidad (tabla 20) con ayuda de la herramienta Microsoft Excel para facilitar en el vaciado de los datos.

Tabla 20. Resultados de la Matriz de Criticidad

Item	Equipo		N° de Fallas	FF	IO	FO	CM	SHA	C	CTR
	Marca	Modelo								
1	DELL	OPTIPLEX 755	4	3	10	4	2	1	43	129
2	DELL	LATITUDE D830	2	2	10	4	1	1	42	84
3	DELL	PRECISION 690	2	2	10	4	1	1	42	84
4	HP	COMPAQ 8100 PRO	4	3	10	4	2	1	43	129
5	VIT	M2910-01	2	2	7	4	1	1	30	60
6	SIRAGON	1420	4	3	10	4	2	1	43	129
7	LENOVO	T500	2	2	10	4	1	1	42	84
8	LENOVO	R500	2	2	10	4	1	1	42	84
9	LENOVO	B40	2	2	10	4	1	1	42	84
10	VIT	M2421	2	2	10	4	1	1	42	84
11	VIT	M2401	2	2	10	4	1	1	42	84
12	VIT	M2910-02	3	2	7	4	2	1	31	62
13	SIRAGON	1320	2	2	10	4	2	1	43	86
14	DELL	OPTIPLEX GX620	4	3	10	4	2	1	43	129
15	HP	COMPAQ DC 7900	4	3	10	4	2	1	43	129
16	VIT	M2100-01-01	2	2	7	4	1	1	30	60

5.2.1.3 Equipos críticos

Los resultados obtenidos del análisis de criticidad en los 16 equipos tomados en representación de la totalidad de los equipos que prestan servicio en la EPJ-2, se muestran en la figura 33. Los equipos críticos se muestran en color rojo, los semi-críticos en amarillo, y los no críticos en verde. El análisis arrojó que de los 16 modelos

de equipos que predominan en la EPJ-2, 5 de ellos son críticos, 8 son semi-críticos y 3 son no críticos.

Los equipos que obtuvieron una clasificación crítica corresponden a los modelos Dell Optiplex 755, Dell Optiplex GX620, HP COMPAQ 8100 PRO, HP COMPAQ DC 7900 y Síragon 1420. Durante la investigación se pudo observar que los primeros dos modelos son los que tienen mayor existencia en el complejo, y además son los equipos que tienden a generar mayor número de casos por fallas, seguidos por los modelos de la marca HP, y por último el modelo de Síragon 1420.

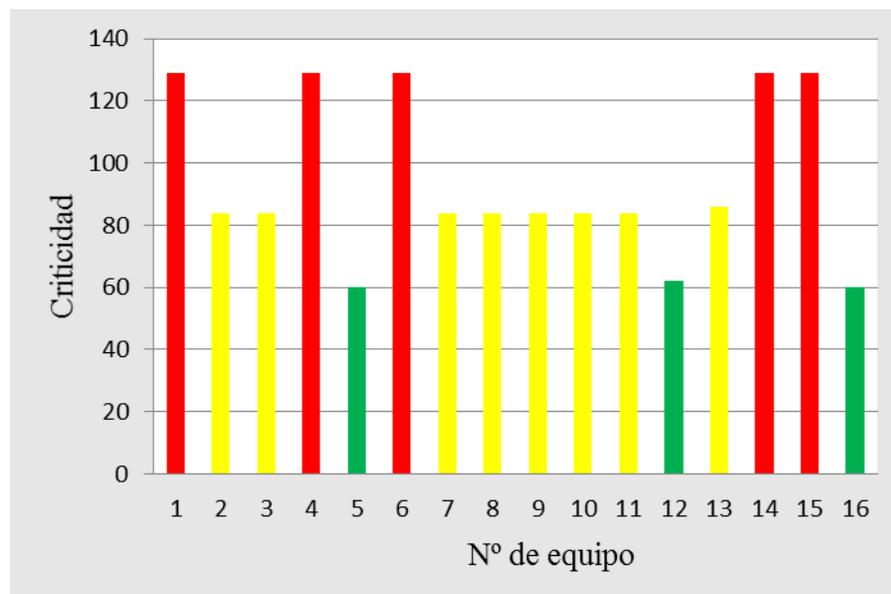


Figura 33. Clasificación de la criticidad de los equipos de EPJ-2

Una vez terminado el análisis de criticidad, se procedió a validar los resultados con los analistas del departamento de STI, los cuales estuvieron de acuerdo con los resultados.

5.2.2 Análisis de modos y efectos de fallos

Tabla 21. AMEF de Hardware para equipos de escritorio

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLOS						
Nombre del Sistema (Título):		HARDWARE DE EQUIPOS TIPO ESCRITORIO			EF de Sistema:	
Responsable (Dpto. / Área):		Soporte Técnico Integral (STI) AIT EPJ-2			EF de Proceso: X	
Responsable de AMEF (persona):		Pedro Rodríguez			Lugar: EPJ-2	
					Fecha: 29/07/2023	

Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	6 gravedad	0 ocurrencia	0 detección	NPR inicial
Fuente de poder	Paralización del fan	Recalentamiento del circuito	Falta de lubricación Exceso de polvo	Mantenimiento correctivo	8	3	6	144
	Daño en un componente electrónico	Voltajes irregulares	Alto voltaje	Mantenimiento correctivo	8	3	6	144
Disco duro	Daño en el sistema mecánico	Perdida de la data	Golpes fuertes	Mantenimiento correctivo	8	3	6	144
	Daño en los sectores	Perdida de la data Diminución de la vida del disco duro	Paradas forzadas Errores de lectura y escritura	Mantenimiento correctivo	8	6	5	240
Tarjeta madre	Daño en componentes electrónicos	Fallos al encender el equipo	Alto voltaje	Mantenimiento correctivo	8	5	5	200
		Apagado inesperado del equipo	Corto circuito					
	Daño en los puertos	Inutilización del puerto	Corto circuito Dobles de pines	Mantenimiento correctivo	7	4	5	140
Memoria RAM	Error de lectura	Error al encender el equipo	Contactos de la RAM sucios	Mantenimiento correctivo	8	5	6	240
		Pitidos emitidos por la tarjeta madre	Puerto de la RAM obstruido					
Sistema de refrigeración (Disipador)	Paralización del fan	Recalentamiento del procesador	Falta de lubricación	Mantenimiento correctivo	7	2	5	70
		Apagado inesperado del equipo	Obstrucción por exceso de polvo u otros objetos					
Procesador	Recalentamiento	Apagado inesperado del equipo	Paralización del disipador Pasta térmica en mal estado o inexistente	Mantenimiento correctivo	7	6	5	210

Fuente: Autor (2023).

Tabla 22. AMEF de Hardware para equipos portátiles

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLOS			
Nombre del Sistema (Título):	HARDWARE PARA EQUIPOS PORTÁTILES	AMEF de Sistema:	
Responsable (Dpto. / Área):	Soporte Técnico Integral (STI) AIT EPJ-2	AMEF de Proceso:	X
Responsable de AMEF (persona):	Pedro Rodriguez	Lugar:	EPJ-2
		Fecha:	29/07/2023

Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	6 gravedad	0 ocurrencia	5 detección	NPR inicial
Disco duro	Daño en el sistema mecánico	Perdida de la data	Golpes fuertes	Mantenimiento correctivo	8	3	6	144
	Daño en los sectores	Perdida de la data	Paradas forzadas	Mantenimiento correctivo	8	6	5	240
Diminución de la vida del disco duro		Errores de lectura y escritura						
Memoria RAM	Error de lectura	Error al encender el equipo	Contactos de la RAM sucios	Mantenimiento correctivo	8	5	6	240
		Pitidos emitidos por la tarjeta madre	Puerto de la RAM obstruido					
Tarjeta madre	Daño en componentes electrónicos	Fallos al encender el equipo	Alto voltaje	Mantenimiento correctivo	8	5	5	200
		Apagado inesperado del equipo	Corto circuito					
	Daño en los puertos	Inutilización del puerto	Corto circuito Doles de pines	Mantenimiento correctivo	7	4	5	140
Sistema de refrigeración (Disipador)	Paralización del fan	Recalentamiento del procesador	Falta de lubricación	Mantenimiento correctivo	7	2	5	70
		Apagado inesperado del equipo	Obstrucción por exceso de polvo u otros objetos					
Procesador	Recalentamiento	Apagado inesperado del equipo	Paralización del disipador	Mantenimiento correctivo	8	6	6	288
			Pasta térmica en mal estado o inexistente					
Batería	Falla de autonomía	Conexión indispensable a la fuente de energía	Deterioro de la batería	Mantenimiento correctivo	3	8	5	120
Tarjeta WIFI	Error de lectura	Imposibilidad de conectar con la red inalámbrica	Contactos de la tarjeta sucios	Mantenimiento correctivo	7	3	5	105
			Puerto de la tarjeta obstruido					

Fuente: Autor (2023).

Tabla 23. AMEF de Software para equipos de escritorio/portátiles

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLOS			
Nombre del Sistema (Título):	SOFTWARE DE EQUIPOS TIPO ESCRITORIO/PORTATIL	AMEF de Sistema:	
Responsable (Dpto. / Área):	Soporte Técnico Integral (STI) AIT EPJ-2	AMEF de Proceso:	X
Responsable de AMEF (persona):	Pedro Rodriguez	Lugar:	EPJ-2
		Fecha:	29/07/2023

Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	G gravedad	O ocurrencia	D detección	NPR inicial
BIOS	Configuración errónea	Problema al iniciar el sistema operativo	Restablecimiento de la configuración de fábrica por pérdida de energía	Mantenimiento correctivo	7	5	6	210
		Falla en el funcionamiento de algunas características del sistema						
Sistema operativo	Error en el arranque	Imposibilidad para iniciar el sistema	Perdida o daño en los archivos del sistema	Mantenimiento correctivo	8	9	3	216
		Reinicio del equipo	Apagados indebidos Virus					
	Error de pantalla azul	Paralización de las actividades que estaban en ejecución	Desbordamiento de la memoria Incompatibilidad con hardware	Mantenimiento correctivo	7	5	5	175
		Reinicio inesperado del equipo	Falta de mantenimiento físico y lógico					
			Inexistencia de controladores necesarios Virus					
	Ralentización	Lentitud en la ejecución de programas	Exceso de información basura	Mantenimiento correctivo	6	7	6	252
Falta de mantenimiento								
Virus Falta de memoria								
Programas	Error de inicio	Imposibilidad para iniciar el programa	Daño o pérdida de archivos importantes	Mantenimiento correctivo	5	6	5	150
			Virus					

Fuente: Autor (2023).

Tabla 24. Acciones AMEF de Hardware equipos de escritorio

Función o Componente del Servicio	Nº Modo de Fallo	Modo de Fallo	NPR inicial	Acciones recomendadas	Responsable	G gravedad	O ocurrencia	D detección	NPR final
Fuente de poder	1	Paralización del fan	144	Lubricación, limpieza y mantenimiento preventivo	Analista	8	3	2	48
	2	Daño en un componente electrónico	144	Cambio del componente y mantenimiento preventivo		8	3	2	48
Disco duro	3	Daño en el sistema mecánico	144	Reemplazo del disco	Analista	8	3	2	48
	4	Daño en los sectores	240	Análisis CHKDSK Mantenimiento preventivo		8	5	3	120
Tarjeta madre	5	Daño en componentes	200	Cambio del componente y mantenimiento preventivo	Analista	8	4	3	96
	6	Daño en los puertos	140	Implementación de tarjetas adicionales (Red, video, audio, USB)		7	3	3	63
Memoria RAM	7	Error de lectura	240	Limpieza de contactos de la RAM	Analista	8	3	3	72
				Soplar la ranura del puerto					
				Cambiar la RAM de puerto					
Sistema de refrigeración (Disipador)	8	Paralización del fan	70	Limpieza, lubricación y mantenimiento preventivo	Analista	7	3	3	63
Procesador	9	Recalentamiento	210	Cambio de pasta térmica	Analista	7	3	3	63
				Limpieza y lubricación del disipador					

Fuente: Autor (2023).

Tabla 25. Acciones AMEF de Hardware equipos portátiles

Función o Componente del Servicio	Nº Modo de Fallo	Modo de Fallo	NPR inicial	Acciones recomendadas	Responsable	G gravedad	O ocurrencia	D detección	NPR final
Disco duro	1	Daño en el sistema mecanico	144	Reemplazo del disco	Analista	8	3	3	72
	2	Daño en los sectores	240	Analisis CHKDSK Mantenimiento preventivo		8	5	3	120
Memoria RAM	3	Error de lectura	240	Limpiar contactos de la RAM Soplar la ranura del puerto	Analista	8	3	3	72
				Cambiar la RAM de puerto					
Tarjeta madre	4	Daño en componentes	200	Cambio del componente y mantenimiento preventivo	Analista	8	4	3	96
	5	Daño en los puertos	140	Implementacion de tarjetas adicionales (Red, video,		7	3	3	63
Sistema de refrigeracion (Disipador)	6	Paralizacion del fan	70	Limpieza, lubricacion y mantenimiento preventivo	Analista	7	3	3	63
Procesador	7	Recalentamiento	210	Cambio de pasta termica	Analista	7	3	3	63
				Limpieza y lubricacion del disipador					
Bateria	8	Falla de autonomia	120	Cambio de la bateria	Analista	3	5	3	45
Tarjeta WIFI	9	Error de lectura	105	Limpiar contactos de la tarjeta	Analista	7	3	3	63
				Soplar la ranura del puerto					

Fuente: Autor (2023).

Tabla 26. Acciones AMEF de Software equipos de escritorio/portátiles

Función o Componente del Servicio	Nº Modo de Fallo	Modo de Fallo	NPR inicial	Acciones recomendadas	Responsable	G gravedad	O ocurrencia	D detección	NPR final
BIOS	1	Configuración errónea	210	Realizar las configuraciones de la BIOS	Analista	7	2	3	42
				Cambiar la pila de la BIOS					
Sistema operativo	2	Error en el arranque	216	Mantenimiento preventivo	Analista	8	3	3	72
				Intentar restaurar el sistema					
	3	Error de pantalla azul	175	Respalidar la data, formatear e instalar el sistema nuevamente	Analista	7	3	3	63
				Verificar la memoria RAM					
				Verificar la funcionalidad y compatibilidad con el hardware					
				Realizar mantenimiento físico y lógico					
	4	Ralentización	252	Verificar la existencia de los controladores necesarios	Analista	6	3	3	54
				Realizar mantenimiento físico y lógico					
Programas	5	Error de inicio	150	Cambiar la memoria RAM por una de mayor capacidad	Analista	5	3	3	45
				Verificar la activación del antivirus					
				Desinstalar y reinstalar el programa					

Fuente: Autor (2023).

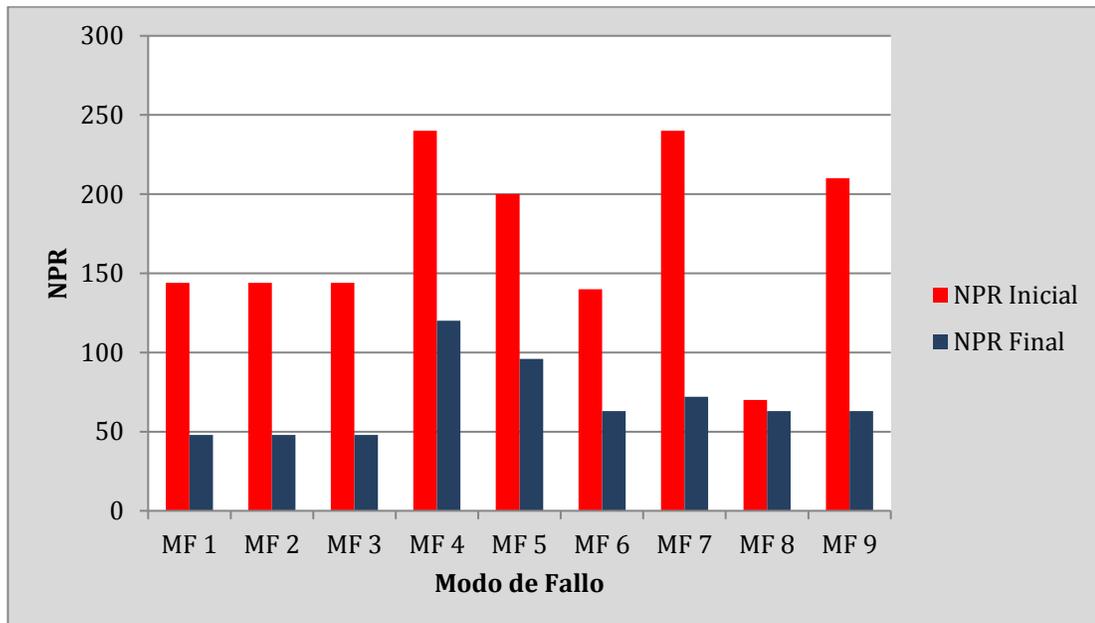


Figura 34. Resultados del AMEF de hardware para equipos de escritorio

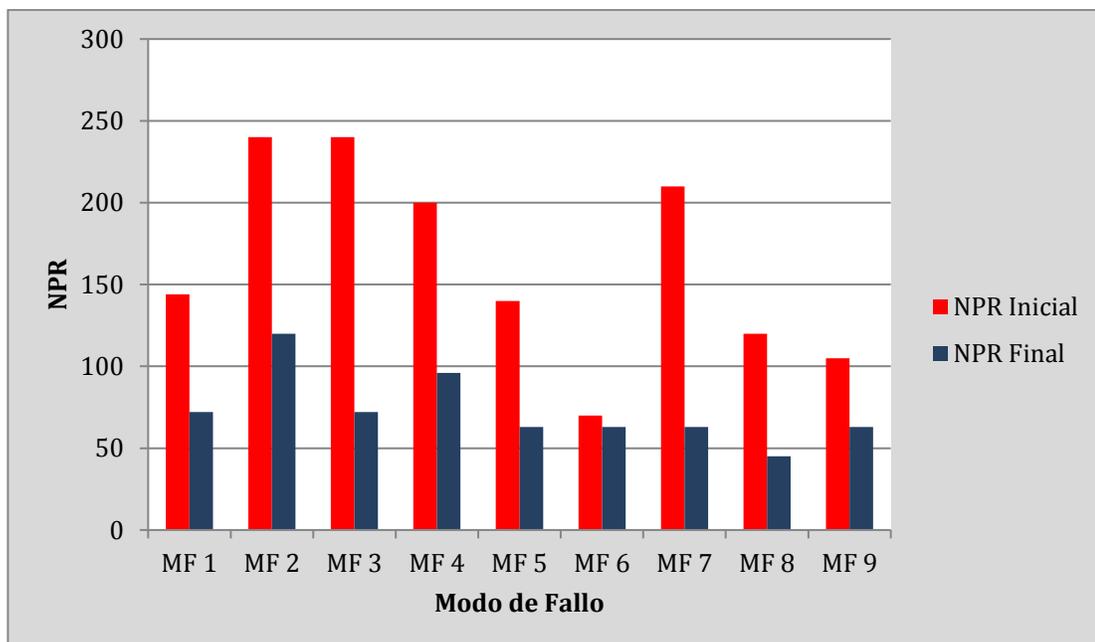


Figura 35. Resultados del AMEF de hardware para equipos portátiles

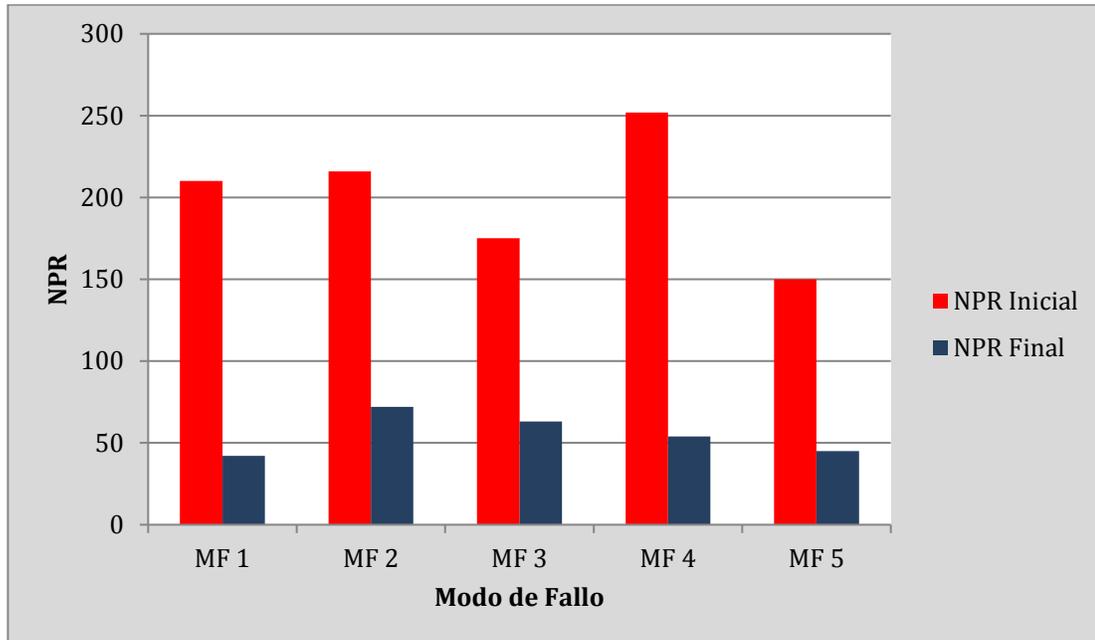


Figura 36. Resultados del AMEF de Software equipos de escritorio/portátiles

Luego de aplicar las acciones recomendadas, los valores del Número Prioritario de Riesgo (NPR) disminuyeron drásticamente, pudiéndose notar la mejora al aplicar estas acciones, que no sólo contrarrestan los modos de fallo, sino que además los evitan. En las figuras 34, 35 y 36 se muestra gráficamente el resultado final para los equipos de escritorio, los equipos portátiles y para el software respectivamente. En las gráficas se comparan los NPR iniciales y los NPR finales de cada modo de fallo.

5.3 FASE III: SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

La presente investigación tiene como objetivo final, desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la plataforma de escritorio de la EPJ-2 de PDVSA. En este sentido, las estrategias seleccionadas para dicho plan de mantenimiento serán el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Correctivo, siguiendo con el orden de estrategias propuesto por la metodología MCC. Todas las

actividades de mantenimiento que se establecen en esta investigación están basadas en los tipos de mantenimiento antes mencionados.

Para llevar a cabo los dos últimos objetivos específicos de esta investigación, se dio cumplimiento a las actividades establecidas en el modelo operativo diseñado para este proyecto. Por ende, esta tercera y última fase se centra en el diseño y desarrollo de las actividades, métodos y procedimientos que se consideraron necesarios en pro de dar solución a la problemática que arroja actualmente a la plataforma de escritorio de la EPJ-2. Por otra parte, lo establecido en esta fase ha sido diseñado principalmente para evitar los fallos que normalmente presentan los equipos informáticos, en especial los denominados equipos críticos que fueron conocidos en la fase anterior.

5.3.1 Indicadores de gestión de mantenimiento

Los indicadores de gestión de mantenimiento son variables medibles, que hacen posible saber cuantitativamente el estado, el rendimiento y la evolución de los sistemas y sus componentes, así como también el de los operadores. Con los indicadores de gestión de mantenimiento es posible evaluar las diferentes características de los equipos, con el objetivo de lograr el mejor desempeño y rendimiento.

Ya que en la actualidad el departamento de STI Jusepín no cuenta con este tipo de indicadores, el plan de mantenimiento que se desarrolla en esta investigación tendrá como apoyo el uso de indicadores de gestión de mantenimiento, para determinar el momento y la intensidad del mantenimiento aplicado a los equipos informáticos. De acuerdo con los aspectos de la problemática, y los objetivos de esta investigación, se establecieron los siguientes indicadores:

TMEF (Tiempo Medio Entre Fallos).

También llamado MTBF (Mean Time Between Failure) es un indicador que establece la relación entre las horas de buen funcionamiento de la máquina y la cantidad de fallos. Esta herramienta es importante para el mantenimiento, por cuanto permite conocer la confiabilidad de la maquinaria.

$$TMEF = \frac{\text{Horas de trabajo en buen estado}}{\text{Numero de fallas para mantenimiento correctivo}}$$

TMPR (Tiempo Medio Para Reparar).

Este indicador también se le conoce como MTTR (Mean Time To Repair), es útil para calcular el promedio del tiempo en el que la máquina se encuentra en mantenimiento correctivo. El TMPR permite conocer la mantenibilidad de la maquinaria.

$$TMPR = \frac{\text{Tiempo total de reparacion}}{\text{Numero de intervenciones}}$$

Disponibilidad.

El indicador de disponibilidad permite conocer la capacidad que tiene la máquina de estar en condiciones óptimas para ejercer una tarea en un momento dado, y bajo condiciones específicas.

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

Confiabilidad.

La confiabilidad es la probabilidad de que una máquina realice su función en unas condiciones dadas, y en un intervalo de tiempo específico.

La diferencia entre este indicador y la disponibilidad, es que la confiabilidad mide la probabilidad de que un equipo se mantenga disponible en un período de tiempo determinado; mientras que la disponibilidad evalúa el índice porcentual en que la máquina estará disponible en un período determinado, de ser necesaria su utilización.

$$\text{Confiabilidad} = R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \text{tasa de fracaso}$$

$$\lambda(t) = \frac{1}{TMEF}$$

$$t = \text{tiempo}$$

$$e = \text{numero de Euler}$$

CPMV (Costo de Mantenimiento Sobre Valor de Reposición).

El CPMV es un indicador financiero que permite analizar la rentabilidad del mantenimiento aplicado a un equipo. Analizar la relación entre el costo de mantenimiento y el costo de reemplazar la máquina por una nueva, puede prevenir la pérdida de capital. Se calcula utilizando la expresión:

$$CPMV = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Precio de compra de los nuevos equipos}} * 100$$

Los datos para el cálculo de los indicadores estarán expresados en horas, y serán tomados como referencia las horas que trabajan los equipos informáticos que se

encuentran en el departamento de STI Jusepín. El horario regular de trabajo es de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 3:00 p.m., lo que da un total de 8 horas diarias. Por otro lado, el horario de guardia le suma sábado y domingo a la jornada, lo que supone 16 horas adicionales.

Tabla 27. Horario regular y de guardia

Turno Regular		Turno de Guardia	
Día	Horas/máquina	Día	Hora/máquina
Lunes	8	Sábado	8
Martes	8		
Miércoles	8		
Jueves	8	Domingo	8
Viernes	8		
Total horas regulares	40	Total horas de Guardia	16

Fuente: Autor (2024)

Considerando que cada máquina se encuentra de guardia por lo menos una (1) veces al mes, las horas de guardia mensuales para cada máquina serían de 16 horas. Al multiplicar las horas semanales por las 52 semanas del año, da un total de 2080 horas, en las cuales la máquina debería operar en condiciones normales. Por otra parte, se multiplican las 16 horas mensuales que operan las máquinas de guardia por los 12 meses del año, para un total de 192 horas de guardia; que sumados al total de horas regulares da como resultado 2272 horas.

Tabla 28. Horas totales de operación

Turno Regular (horas/año)	Turno de Guardia (horas/año)
2272	192
TOTAL HORAS ANUALES	2272

5.3.2 Cálculo de los indicadores ideales

Los indicadores que se muestran a continuación fueron calculados utilizando los parámetros normales en los que los equipos deben funcionar, con el propósito de establecer valores referenciales. Según la tabla 28, el tiempo anual estimado que trabaja un equipo es de 2272 horas, el número de fallas de los equipos para efectos del cálculo será igual al número de intervenciones por mantenimiento preventivo, el cual se estableció en dos (2) intervenciones anuales según la frecuencia de mantenimiento programado. El cálculo de los indicadores se realizó a los equipos críticos en el período de un año, utilizando las fórmulas establecidas.

Tabla 29. Resultados del indicador TMEF

Equipo	TMEF		
	Tiempo en buen estado (Horas/año)	Fallos (N° Mtto. Programado)	Promedio (Horas/año)
DELL OPTIPLEX 755	2272	2	1136
DELL OPTIPLEX GX620	2772	2	1136
HP COMPAQ 8100 PRO	2272	2	1136
HP COMPAQ DC 7900	2272	2	1136
SIRAGON 1420	2272	2	1136

Para un equipo crítico el promedio de horas que este está en buen estado, es de unas 1136 horas anuales. A modo de evitar problemas o retrasos en las actividades del equipo, el mantenimiento programado no deberá exceder las 48 horas por intervención, lo cual será el tiempo referencial para el tiempo de reparación.

Tabla 30. Resultados del indicador TMPR

Equipo	TMPR		
	Tiempo de reparación (Horas/año)	Nº Intervenciones	Promedio (horas/año)
DELL OPTIPLEX 755	96	2	48
DELL OPTIPLEX GX620	96	2	48
HP COMPAQ 8100 PRO	96	2	48
HP COMPAQ DC 7900	96	2	48
SIRAGON 1420	96	2	48

El Tiempo Medio Para Reparar será de unas 48 horas anuales como máximo, si el valor del TMPR aumenta, puede afectar el tiempo de servicio del equipo, lo cual traería consecuencias desfavorables para las actividades del usuario.

Tabla 31. Resultados del Indicador de Disponibilidad

Equipo	Disponibilidad	
	Normal	Porcentual
DELL OPTIPLEX 755	0,95	95%
DELL OPTIPLEX GX620	0,95	95%
HP COMPAQ 8100 PRO	0,95	95%
HP COMPAQ DC 7900	0,95	95%
SIRAGON 1420	0,95	95%

La tabla 31 muestra que, bajo condiciones normales de mantenimiento, los equipos deben funcionar con una disponibilidad mínima del 95%.

Tabla 32. Resultados del indicador de confiabilidad

Equipo	Confiabilidad		
	Tiempo (Horas)	Normal	Porcentual
DELL OPTIPLEX 755	1136	0,36	36%
DELL OPTIPLEX GX620	1136	0,36	36%
HP COMPAQ 8100 PRO	1136	0,36	36%
HP COMPAQ DC 7900	1136	0,36	36%
SIRAGON 1420	1136	0,36	36%

Para un período de 1136 horas de funcionamiento, los equipos deben funcionar con normalidad con un 36% de confiabilidad.

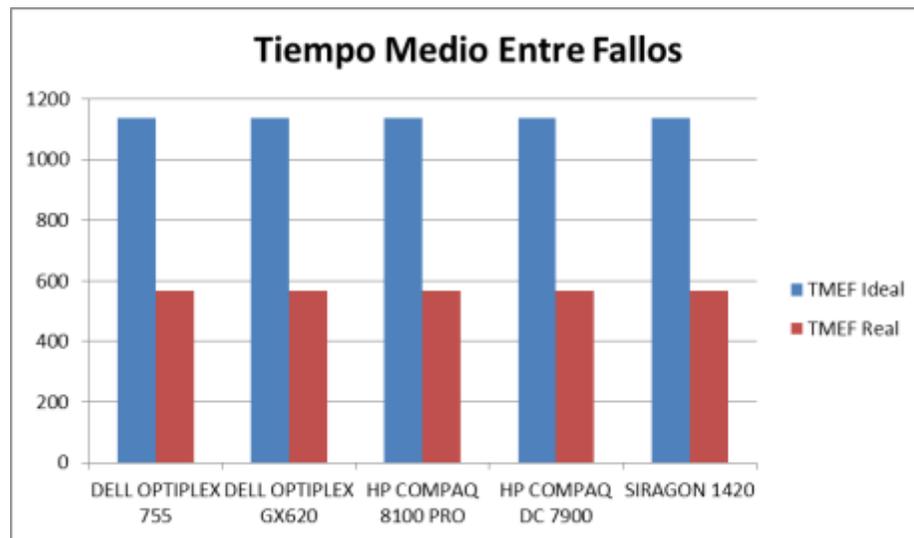
5.3.3 Cálculo de los indicadores reales

Al recalculer los indicadores de gestión de mantenimiento con las condiciones reales en las que funciona el departamento de Soporte Técnico Integral, se pueden comparar las condiciones ideales con las reales, dando una panorámica clara de la situación. Para las condiciones reales sólo se pudieron calcular el TMEF y la confiabilidad, debido a que el departamento de STI no dispone de la información necesaria para el resto de los indicadores.

Tabla 33. Resultados del indicador TMEF

Equipo	TMEF		
	Tiempo en buen estado	Fallos/año	Promedio (Horas/año)
DELL OPTIPLEX 755	2272	4	568
DELL OPTIPLEX GX620	2772	4	568
HP COMPAQ 8100 PRO	2272	4	568
HP COMPAQ DC 7900	2272	4	568
SIRAGON 1420	2272	4	568

El cálculo del TMEF revela que los equipos informáticos sufren fallas en promedio cada 568 horas, lo cual significa que los equipos presentan unas 4 paradas inesperadas al año en relación con las 2272 horas que deben funcionar. Por cada parada inesperada se pierden horas importantes para el envío y recepción de información vital para la producción.

**Figura 37. Tiempo medio entre fallos ideal y real de equipos críticos**

Al comparar gráficamente el TMEF real con el TMEF ideal se puede visualizar que el no aplicar las acciones de mantenimiento adecuadas puede disminuir el tiempo entre cada fallo; en consecuencia, incrementar el número de fallos y paradas imprevistas.

Tabla 34. Resultados del indicador de confiabilidad

Equipo	Confiabilidad		
	Tiempo (Horas)	Normal	Porcentual
DELL OPTIPLEX 755	1136	0,13	13%
DELL OPTIPLEX GX620	1136	0,13	13%
HP COMPAQ 8100 PRO	1136	0,13	13%
HP COMPAQ DC 7900	1136	0,13	13%
SIRAGON 1420	1136	0,13	13%

La confiabilidad de los equipos críticos es de un 13% en el período de 1136 horas que representan la mitad de su servicio anual.

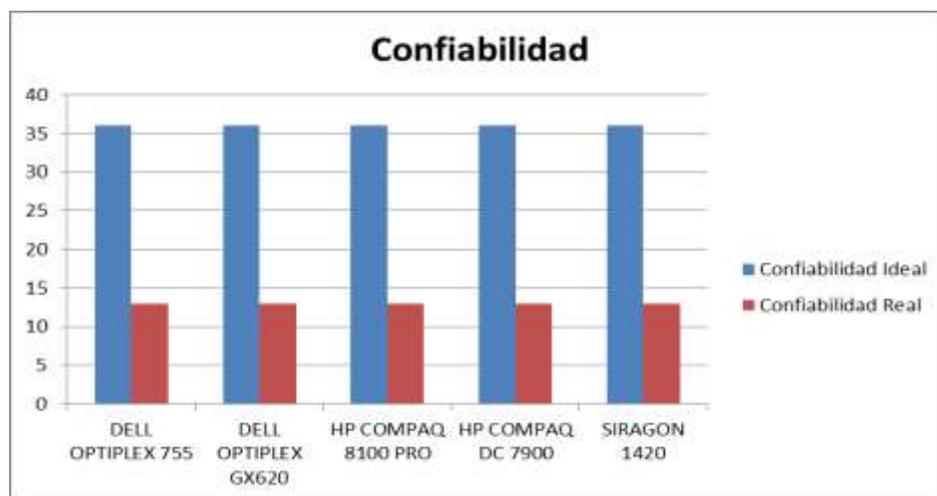


Figura 38. Confiabilidad ideal y real de equipos críticos

La gráfica que se muestra en la figura 38 indica que la confiabilidad real es notoriamente baja frente a la confiabilidad ideal. Estos resultados dejan en evidencia que las acciones de mantenimiento que aplican los analistas, son insuficientes para mantener a los equipos operando en óptimas condiciones en periodos de tiempo largos. Aun cuando el equipo egresa del departamento en buen estado, el no aplicar el mantenimiento correspondiente provocará que el equipo sea poco confiable.

5.3.4 Valores de referencia para el cálculo de los indicadores

Con la finalidad de facilitar la toma de decisiones al equipo de Soporte Técnico Integral y como guía, se ha considerado establecer un valor de referencia para cada indicador, estos valores referenciales son los resultados de aplicar los indicadores bajo las condiciones normales en las que deben funcionar los equipos al aplicar el plan de mantenimiento propuesto.

Tabla 35. Valores de Referencia para los Indicadores

Indicador	Valor referencial
TMEF	1136 Horas aprox.
TMPR	≤ 48 Horas
Disponibilidad	$\geq 90\%$
Confiabilidad	$\geq 36\%$
CPMV	-

5.3.5 Mantenimiento según los fabricantes

Para garantizar que los procedimientos de mantenimiento propuestos en la investigación sean eficientes y no dejar pasar aspectos importantes, fueron consultados los procedimientos de mantenimiento establecidos por los fabricantes de los equipos críticos. La siguiente información fue consultada de la página web oficial de los

fabricantes, y establece los procedimientos regulares que deben realizarse para mantener los equipos funcionando en óptimas condiciones.

Procedimiento de mantenimiento (DELL).

- Limpiar el equipo.
- Organizar los cables.
- Apagar o reiniciar la computadora con regularidad.
- Descargar e instalar actualizaciones del sistema operativo.
- Descargar e instalar los controladores más recientes.
- Ejecutar un análisis antivirus con frecuencia.
- Ejecutar una prueba de diagnóstico de hardware.
- Desfragmentar el disco duro.
- Depurar archivos no deseados y aplicaciones no utilizadas.
- Cambiar o actualizar contraseñas con regularidad.
- Organizar sus datos.
- Respalidar los datos.

Los puntos anteriores son acciones clave recomendadas por DELL en su portal web para realizar mantenimiento a sus equipos, de esta manera garantizan que los equipos sigan funcionando con normalidad, manteniendo su confiabilidad y disponibilidad. No obstante, estos lineamientos son flexibles, debido a que la calidad y la intensidad del mantenimiento pueden variar dependiendo de las condiciones de trabajo del equipo. Según lo indicado por DELL, estos procedimientos deben realizarse cuando:

- Se debe realizar un mantenimiento regular.
- La computadora se deje de utilizar por un tiempo prolongado.
- Se mueva la computadora a una nueva ubicación.

- La computadora funcione lenta.

Procedimientos de mantenimiento (HP).

La Guía de Resolución de Problemas y Mantenimiento del PC de HP menciona una serie de pautas para realizar mantenimiento lógico a sus equipos. Aplicando estas estrategias de mantenimiento, el fabricante asegura que el equipo funcionará correctamente, y en caso de tener algún inconveniente, será posible restablecer el equipo a un estado funcional sin perder la información. Los aspectos a tener en cuenta para realizar el mantenimiento lógico de sus equipos son los siguientes:

- Creación de discos de copia de respaldo de datos.
- Creación de discos de recuperación del sistema.
- Eliminación de programas no utilizados.
- Ejecución de la utilidad Liberador de espacio en disco.
- Ejecución de la utilidad desfragmentador de disco.
- Comprobación de errores en el disco duro.
- El espacio en la unidad de disco duro.

5.3.6 Frecuencia de mantenimiento programado

Según lo indica el fabricante HP en su portal web, la frecuencia de mantenimiento para un equipo informático va a depender del entorno y de las condiciones en las que se encuentre la unidad. El fabricante sugiere realizar un mantenimiento preventivo por lo menos una vez al año, si las condiciones son las adecuadas. Sin embargo, si el equipo está funcionando bajo condición mínima, y expuesta al polvo y a la suciedad, lo recomendable es que el mantenimiento se realice cada seis meses.

Durante las visitas a las áreas de la EPJ-2 conociendo los diferentes equipos de cada planta, se pudo observar que aproximadamente el 40% de las oficinas no disponen del servicio de aire acondicionado. En entrevistas con los usuarios de dichas oficinas, éstos mencionaron que el calor es un factor presente en sus puestos de trabajo. Una ventilación inadecuada contribuye a la acumulación de polvo y suciedad en los equipos, además de causar sobrecalentamiento en los componentes internos. Por otra parte, los equipos que actualmente funcionan en el campus petrolero son equipos que ya sobrepasaron su vida útil, pero que siguen teniendo buen rendimiento en sus operaciones. No obstante, se debe tomar en cuenta que con el pasar del tiempo sus componentes internos son más propensos a sufrir fallas.

Con base en lo anterior, se decidió que la frecuencia de mantenimiento para los equipos críticos, semicríticos y no críticos, sea de seis (6) meses, con la finalidad de tener mayor probabilidad de detectar modos de fallos, y evitar la interrupción inesperada de las actividades dependientes del equipo. Se aplicará la misma frecuencia de mantenimiento para todos los equipos, incluyendo los semicríticos y no críticos, dado que casi la totalidad de los equipos ya han sobrepasado su vida útil, lo que los hace más propensos a presentar fallas.

5.3.7 Plan de mantenimiento

Con el propósito de cumplir con el último objetivo de esta investigación, a continuación, se establecen las estrategias, los pasos, las herramientas y las condiciones que se consideraron necesarias para dar solución a la problemática que actualmente se vive en el departamento de Soporte Técnico Integral de la EPJ-2.

Procesos para cada tipo de mantenimiento.

A manera de agilizar las labores de mantenimiento y de mantener el orden y la coherencia de las actividades, se estableció una serie de pasos ordenados, que los analistas deben seguir para cumplir con las actividades de mantenimiento. En tal sentido, a la hora de realizar un mantenimiento se realizará de acuerdo con lo siguiente:

Mantenimiento preventivo.

1. El analista deberá notificar al usuario del equipo siete (7) días antes del mantenimiento programado, la notificación podrá hacerse de forma escrita (vía correo electrónico), o por vía telefónica (a través de la extensión del usuario).
2. Se realizará un segundo aviso un (01) día antes del mantenimiento programado.
3. El analista deberá solicitarle al usuario la emisión de un caso a través del Call Center de AIT por mantenimiento preventivo.
4. Si llegado el día del mantenimiento programado el usuario no puede prescindir del equipo, el mantenimiento podrá ser reprogramado en mutuo acuerdo entre el analista y el usuario, en un lapso de tiempo no superior a diez (10) días.
5. El supervisor emitirá el formato para mantenimiento preventivo con su firma y la del analista responsable.
6. El analista deberá acudir al lugar para recoger el equipo.
7. Solicitar al usuario que firme la orden de mantenimiento preventivo.
8. Realizar el cálculo de los indicadores de gestión de mantenimiento.
9. Realizar las labores de mantenimiento según indican los procedimientos de mantenimiento y las listas de verificación.
10. Registrar los datos obtenidos durante el mantenimiento en la herramienta digital.
11. Solicitar al usuario que firme nuevamente la orden de mantenimiento.
12. Entregar el equipo al usuario.
13. Notificar al usuario el próximo mantenimiento programado.

14. Archivar la orden de mantenimiento en el registro histórico del departamento de Soporte Técnico Integral.

A continuación, se ilustran los pasos para el mantenimiento preventivo a través del siguiente diagrama:

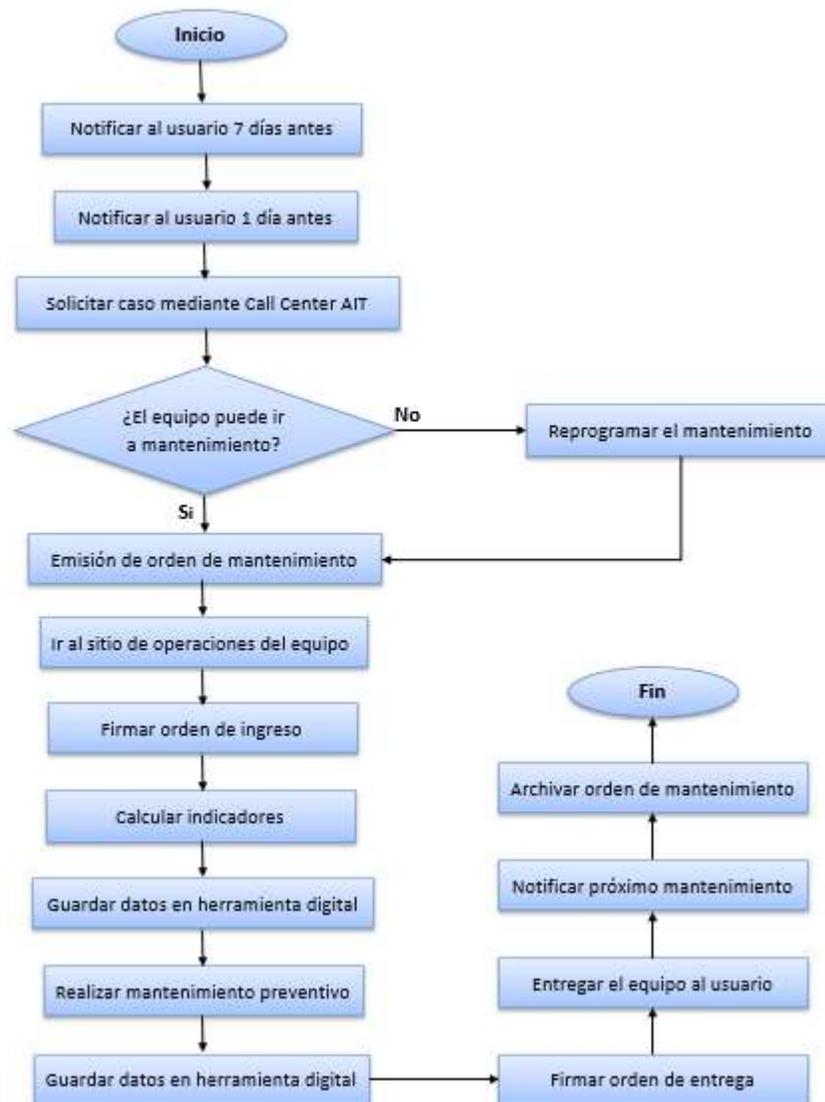


Figura 39. Diagrama de flujo para mantenimiento preventivo

Mantenimiento correctivo.

1. Se recibe la información del caso mediante la oficina del supervisor de STI o el manejador de la cartelera del sistema SIGA-AIT.
2. El supervisor emite el formato de mantenimiento correctivo con los datos del caso y los detalles de la falla.
3. El analista encargado acude al lugar de la falla para recoger el equipo.
4. Solicitar al usuario firmar la orden de mantenimiento correctivo.
5. Se le da solución a la falla, aplicando las acciones recomendadas por los AMEF según el modo de fallo.
6. Aplicar mantenimiento preventivo siguiendo los procedimientos de mantenimiento y las listas de verificación.
7. En caso de ser un equipo fuera del plan de mantenimiento, añadir el equipo a la herramienta digital para su posterior monitoreo.
8. Registrar los datos recopilados durante el mantenimiento en la herramienta digital.
9. Solicitar al usuario firmar nuevamente la orden de mantenimiento correctivo.
10. Entregar el equipo al usuario.
11. Notificar al usuario del próximo mantenimiento programado.
12. Archivar la orden de mantenimiento en el registro histórico del departamento de Soporte Técnico Integral.

A continuación, se muestra gráficamente el procedimiento para el mantenimiento correctivo a través del siguiente diagrama:

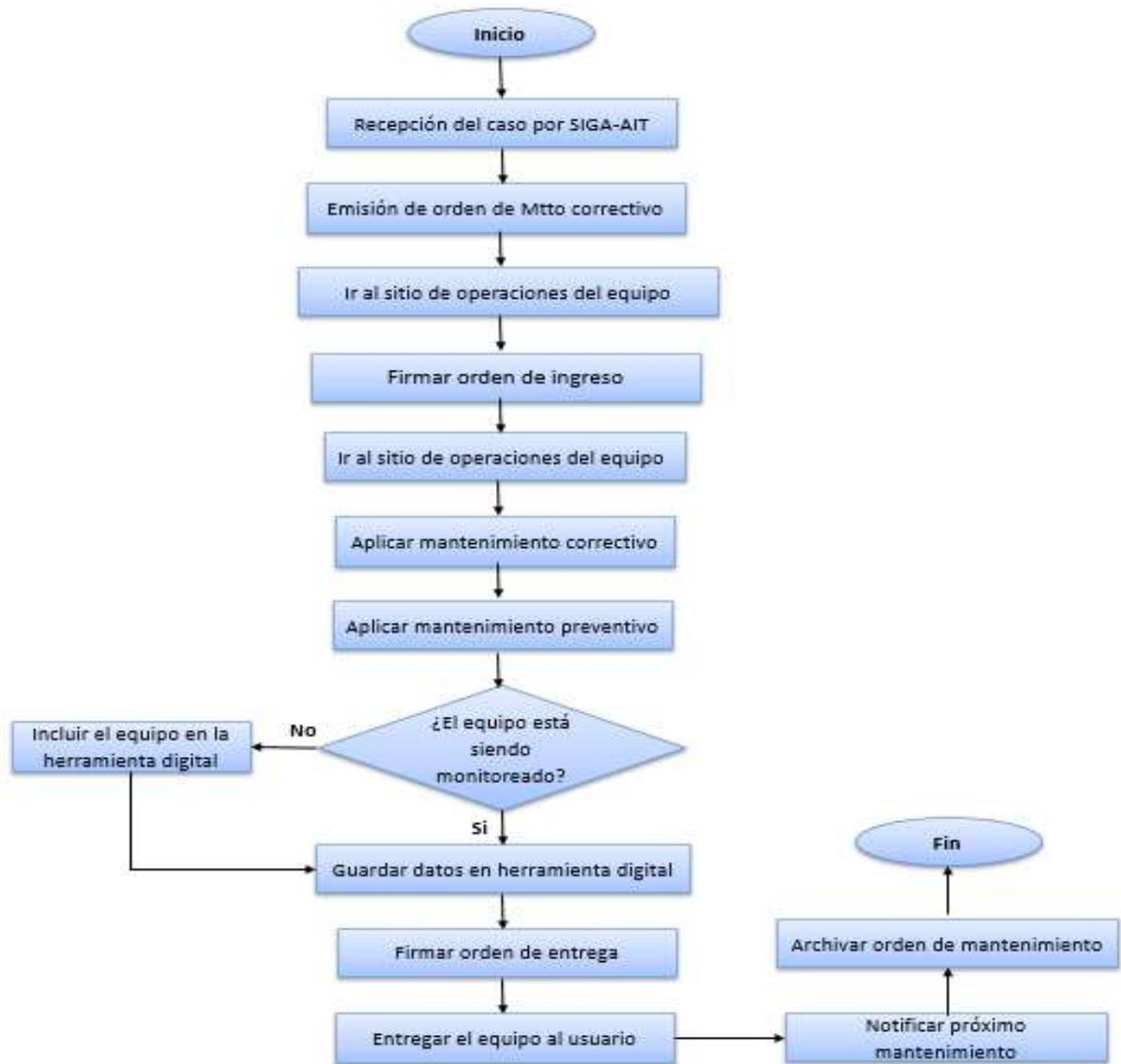


Figura 40. Diagrama de flujo para mantenimiento correctivo

Herramientas necesarias para el mantenimiento.

Con base en la investigación realizada, se pudo construir una lista de las diferentes herramientas que son necesarias a la hora de aplicar el mantenimiento.

Tabla 36. Herramientas para mantenimiento físico

HERRAMIENTA MTO FISICO
Multímetro.
Probador para fuentes de poder.
Sopladora de aire.
Cautín.
Estación de calor.
Destornilladores.
Alicates.
Estaño.
Pasta térmica.
Pinceles.
Spray limpiador de circuitos.
Spray lubricante de electrónicos.
Alcohol isopropílico.
Goma para borrar.
Extensión eléctrica.
Paños de microfibra.
Bridas de plástico.
Guantes de látex.

Tabla 37. Herramientas para mantenimiento lógico

HERRAMIENTA MTO LÓGICO.
Unidad USB booteable.
Unidad USB con programas básicos.
Disco duro portátil.
Adaptadores USB para HDD.
Laptop con antivirus.
Antena USB para Wi-Fi.

Tabla 38. Software para mantenimiento lógico

SOFTWARE	FUNCION
CCleaner.	Limpieza de archivos basura
Antivirus McAfee.	Desinfectar sistema
Crystal Disk Info.	Escaneo y diagnóstico de disco duro
Partition Guru / DiskGenius.	Crear, eliminar, formatear y modificar particiones
Ghost32.	Instalar imagen del sistema operativo / Clonar discos
Rufus.	Bootear unidad USB
Total Commander.	Copiar archivos
Hiren's.BootCD/Sergei Strelec.	Sistema de arranque por USB
DriverPack Solutions.	Instalación de Drivers

Listas de verificación



LISTA DE VERIFICACION PARA MANTENIMIENTO DE HARDWARE

Nº	ACCION
1	Verificar que el equipo contenga los componentes básicos necesarios para su correcto funcionamiento (Tarjeta madre, Procesador, Fuente de poder, Disco Duro, Memoria RAM, Pila de BIOS, Cables SATA/IDE)
2	Verificar los voltajes de la fuente de poder
3	Verificar estado de los componentes electrónicos de la fuente de poder
4	Verificar funcionamiento y lubricación del fan de la fuente de poder
5	Verificar el voltaje de la pila de la BIOS
6	Revisar horas de encendido del disco duro (utilizar el software Crystal Disk Info)
7	Verificar estado de los clusters, sectores y demás datos arrojados por el software Crystal Disk Info
8	Verificar funcionamiento del procesador
9	Verificar el estado de la pasta térmica
10	Verificar funcionamiento de la memoria RAM
11	Revisar funcionamiento y lubricación del sistema de ventilación
12	Revisar el estado de la tarjeta madre y sus componentes electrónicos
13	Verificar funcionamiento de los puertos (USB, RJ-45, PS2, PCI, audio, video)
14	Verificar funcionamiento de las tarjetas adicionales (Red, audio, video)
15	Verificar de funcionamiento de dispositivos de lectura (Lector de CD, Floppy, Extensión USB)
16	Verificar funcionamiento de los mecanismos de encendido
17	Revisar cableado interno y conexiones
18	Verificar estado del gabinete
19	Verificar funcionamiento de periféricos y dispositivos de entrada y salida (Mouse, teclado, Monitor)

NOTA: Se recomienda que los componentes del equipo sean de la marca, modelo y número establecidos por el fabricante. La utilización de piezas diferentes a las recomendadas puede ocasionar un funcionamiento no deseado en el equipo.

Figura 41. Lista de verificación para mantenimiento de hardware



LISTA DE VERIFICACION PARA MANTENIMIENTO DE SOFTWARE

Nº	ACCION
1	Verificar la configuración de la BIOS
2	Validar funcionamiento y fluidez del Sistema Operativo
3	Realizar análisis CHKDSK al disco duro (solo de ser necesario)
4	Verificar existencia y funcionamiento de los drivers necesarios (Usar Driver Pack de faltar alguno)
5	Verificar Licencia, activación y Service Pack del Sistema Operativo
6	Borrar archivos temporales, archivos en papelera de reciclaje, caches y datos del navegador. (utilizar software de apoyo CCleaner)
7	Validar dirección IP
8	Verificar conexión a los servidores e Internet
9	Verificar funcionamiento y fluidez de aplicaciones básicas (Microsoft Office, Antivirus McAfee, Navegador Firefox, Visor de PDF, reproductores de audio y video)
10	Verificar versión y proxy del navegador Firefox
11	Verificar Licencia y activación de aplicaciones como Microsoft Office, McAfee, Adobe y Oracle
12	Verificar funcionamiento y fluidez de los gestores de correo electrónico (Zimbra, Lotus Note, Thunderbird)
13	Verificar funcionamiento y fluidez de las aplicaciones especializadas (CIOC, SAP, Centinela, Siret)
14	Validar VPN (si aplica)
15	Validar acceso a la cuenta de los usuarios
16	Actualizar las políticas de la empresa

NOTA: La plataforma tecnológica de PDVSA se encuentra estandarizada, dicho estándar establece que el sistema operativo que deben utilizar los equipos es Windows XP. Se podrá instalar el sistema operativo Windows 7 o Windows 8 en aquellos equipos que requieran un sistema operativo más actualizado, esto se realizará con la previa autorización por parte del supervisor de Soporte Técnico Integral. Asimismo, el paquete ofimático establecido en el estándar es Microsoft Office 2003. Al igual que en el caso anterior, solo se instalaran versiones superiores de este software a aquellos equipos que así lo requieran y con la previa autorización del supervisor de Soporte Técnico Integral. Para la protección del equipo según el estándar de PDVSA se utilizará el antivirus McAfee.

Figura 42. Lista de verificación para mantenimiento de software

Procedimientos para mantenimiento.

Las indicaciones establecidas a continuación son las acciones generales recomendadas para el correcto mantenimiento de un equipo informático. Están basadas en las sugerencias de los fabricantes y las acciones de mantenimiento que realizan los analistas de STI. Estas indicaciones son flexibles y pueden variar dependiendo de la marca y modelo del equipo.

Mantenimiento físico para equipos de escritorio.

1. Haciendo uso de destornilladores quitar la tapa posterior del equipo.
2. Desmontar:
 - Fuente de poder.
 - Disipador del procesador.
 - Memoria RAM.
 - Disco Duro.
 - Cables SATA/IDE.
 - Pila de la BIOS.
 - Cables de USB y audio.
3. Quitar el polvo utilizando una sopladora de aire.
4. Utilizar una brocha para limpiar el resto de los componentes.
5. Usando un multímetro, chequear los voltajes de la fuente de poder (Utilizar como referencia la tabla de voltajes ubicada en la etiqueta de la fuente de poder)
6. Desarmar la fuente de poder.
7. Limpiar el polvo y suciedad de la fuente de poder.
8. Lubricar el disipador de calor de la fuente de poder.
9. Ensamblar la fuente de poder.
10. Limpiar cuidadosamente el disipador de calor del procesador.
11. Lubricar el ventilador del disipador con spray lubricante.

12. Limpiar la Memoria RAM con spray limpiador, alcohol isopropílico, o usando un borrador.
13. Medir el voltaje de la pila de la BIOS. El estándar es de 3 voltios para las pilas del modelo CR 2032. En caso de estar muy por debajo del valor estándar, se deberá cambiar por una nueva.
14. Limpiar el gabinete y verificar que la placa base no esté en corto con el gabinete.
15. Revisar el cableado en busca de rasgaduras o fallos en los cables.
16. Limpiar la parte superior del procesador con alcohol isopropílico, y añadir una porción de pasta térmica.
17. Instalar el disipador del procesador.
18. Ensamblar el resto del equipo teniendo cuidado de ordenar los cables para un mejor manejo de los componentes.

Mantenimiento físico para equipos portátiles.

1. Quitar la batería del equipo.
2. Desmontar el teclado.
3. Remover los tornillos y quitar la carcasa del equipo.
4. Desmontar:
 - Disipador de calor.
 - Memoria RAM
 - Tarjeta Wi-Fi
 - Cornetas
5. Usando una brocha quitar el polvo de la placa base.
6. Limpiar y lubricar el disipador de calor con spray lubricante.
7. Limpiar la memoria RAM y la tarjeta Wi-Fi con alcohol isopropílico, spray limpiador o usando un borrador.
8. Limpiar bien la placa base y sus componentes con un paño de microfibra humedecido con alcohol isopropílico.

9. Medir el voltaje de la pila de la BIOS. El estándar es de 3 voltios para las pilas del modelo CR 2032. En caso de estar muy por debajo del valor estándar, se deberá cambiar por una nueva.
10. Limpiar bien el procesador y agregar una porción de pasta térmica.
11. Instalar el disipador de calor.
12. Instalar la memoria RAM, la tarjeta Wi-Fi y las cornetas.
13. Completar el armado colocando la carcasa del equipo, instalando el teclado, la batería y limpiando su exterior con un paño de microfibra.

Mantenimiento lógico para equipos de escritorio y portátiles.

1. Verificar la configuración de la BIOS. Asegúrese principalmente de que el equipo tenga activos los puertos USB, tenga la fecha y hora actualizada, y esté activada la opción de reconocimiento del protocolo de datos SATA.
2. Verificar que el sistema operativo, inicie correctamente y con fluidez.
3. En caso de lentitud en el sistema operativo, considere realizar un análisis CHKDSK al disco duro, desfragmentar el disco, eliminar los archivos basura o reinstalar el sistema operativo.
4. Analizar el disco duro con el software Crystal Disk Info para determinar su estado y tiempo de vida. En caso de que el disco esté en el estado “Malo”, se deberá realizar un respaldo inmediatamente, y cambiar el disco duro por uno nuevo. Si el disco está en el estado “Riesgo”, se sugiere hacer un respaldo y solicitar un disco nuevo para el próximo mantenimiento.
5. Verificar que el equipo tenga instalados todos los controladores necesarios. Si falta algún controlador, se sugiere utilizar DriverPack, DriverBooster o descargarlos mediante la página web del fabricante.
6. Chequear que el sistema operativo esté activado y con la licencia vigente.
7. Chequear que los parches de seguridad estén instalados.

8. Limpiar el equipo utilizando un software limpiador (se sugiere usar CCleaner) al limpiar el equipo considere lugares como la memoria cache, la papelera de reciclaje, los archivos temporales, y el historial de búsqueda de los navegadores.
9. Verificar que el equipo tenga una dirección IP válida, y que tenga conexión a los servidores e internet. De lo contrario, compruebe que el equipo esté conectado a la red, y establezca una nueva dirección IP mediante el CMD con el comando `ipconfig renew`.
10. Chequear si el equipo cuenta con todos los programas necesarios (Ofimática, reproductores de audio y video, navegadores, antivirus).
11. Revisar el funcionamiento de los programas básicos y verificar su activación y licencia.
12. Verificar que el equipo cuente con los programas especializados.
13. Realizar un análisis completo utilizando el antivirus del equipo.

Monitoreo y control del plan de mantenimiento.

En consulta realizada vía telefónica con el supervisor del departamento de Soporte Técnico Integral, se propuso utilizar una herramienta digital para realizar el seguimiento del mantenimiento aplicado a los equipos. Luego de discutida la propuesta, y de analizar las ventajas y desventajas de las diferentes opciones, se llegó al acuerdo de utilizar la plataforma Trello para llevar a cabo el monitoreo y control del plan de mantenimiento

Trello es una plataforma digital de gestión y planificación de proyectos desarrollada por Trello, Inc; y propiedad de Atlassian. Es una plataforma desarrollada en JavaScript, y tiene versiones tanto para web como para Android y iOS. Esta plataforma permite hacer seguimiento a las actividades planificadas para un determinado proyecto, además, es posible agregar y modificar las tareas, así como

modificar su estado. Trello permite el trabajo en equipo, por lo que todo el departamento de STI podrá interactuar en el tablero de trabajo.

La plataforma Trello, además de tener acceso gratuito, utiliza características que permiten un fácil acceso y control de las actividades. Esta plataforma ofrece un excelente dinamismo, y facilita su uso en gran manera, por lo que se destaca como la herramienta ideal para monitorear el plan de mantenimiento propuesto en esta investigación. Entre las características de la plataforma que se utilizarán para el plan de mantenimiento están las siguientes:

- Tablero de trabajo.
- Listas.
- Tarjetas.

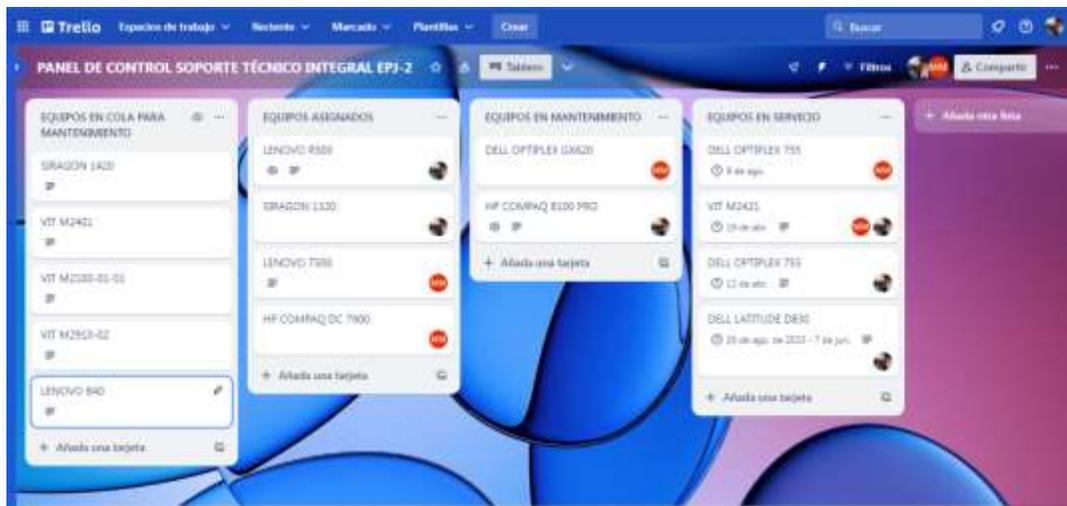


Figura 43. Tablero de trabajo

El tablero es el área donde se desarrollan las actividades del proyecto, contiene las listas y las tarjetas. Todos los miembros del tablero tienen acceso a él, y pueden modificar tanto las listas como las tarjetas. En la figura 43 se muestra el tablero del

panel de control en la versión web, donde se monitorearán las actividades de mantenimiento para cada equipo. El tablero contiene, además, todas las funciones de la plataforma como la configuración, los filtros, los miembros y el acceso a otros tableros.



Figura 44. Lista de equipos en mantenimiento

Las listas contienen las tarjetas, permiten organizar y clasificar las tarjetas por categoría, cada lista puede contener el número de tarjetas que sean necesarias, y pueden recibir tarjetas desde otras listas. La figura 44 representa la lista que contiene los equipos que se encuentran actualmente en mantenimiento. Al final de cada lista se encuentra la opción para añadir una nueva tarjeta. Adicionalmente, en la esquina superior derecha de la lista se encuentra un menú de opciones para su configuración.



Figura 45. Tarjeta VIT M2421

Cada tarjeta representa una actividad, la tarjeta contiene en su interior toda la información relacionada a dicha actividad. Las tarjetas pueden ser movidas de una lista

a otra a medida que el proyecto va avanzando, y las actividades van siendo ejecutadas. La tarjeta de la figura 45 representa al equipo VIT M2421. En la imagen se puede observar el nombre del equipo, los miembros del tablero que están a cargo del mantenimiento, y la fecha de su próximo mantenimiento programado.

Al abrir una tarjeta se mostrarán los detalles de dicha actividad. En el plan de mantenimiento, las tarjetas pasan a ser los equipos informáticos del campus petrolero. Pulsando cada tarjeta se muestran detalles de cada equipo, tales como información relacionada con su ficha técnica, información del usuario, y el historial de mantenimiento, tal como se muestra en la figura 46.



Figura 46. Detalles de la tarjeta Dell Optiplex 755

Por otra parte, la plataforma Trello cuenta con las versiones para los sistemas operativos Android y iOS, lo que les permitirá a los miembros del tablero administrar

las tareas desde sus dispositivos móviles. Gracias a esta ventaja, los analistas podrán atender y gestionar un caso aun estando fuera del departamento de STI. La aplicación móvil de Trello cuenta con notificaciones que alertarán a los analistas cuando le sea asignado un nuevo caso.

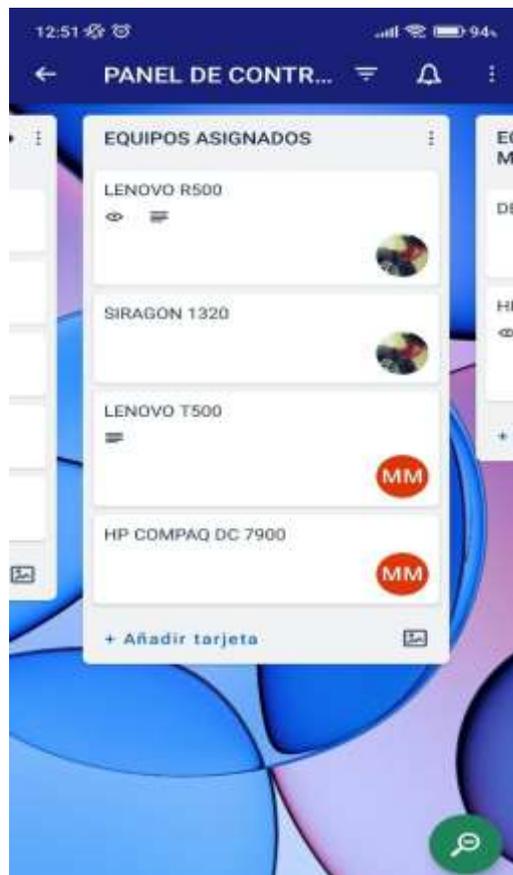


Figura 47. Tablero de trabajo en sistema operativo Android

Manejo de la plataforma.

Desde la lista de equipos en cola para mantenimiento, el administrador del tablero deberá crear una tarjeta para cada equipo. El nombre de la tarjeta estará compuesto por la marca y el modelo del equipo. Posteriormente, se añadirán a la descripción de la tarjeta los datos del equipo como se indica a continuación:

FICHA TÉCNICA.

- Nombre.
- Etiqueta.
- MAC ADDRESS.
- MAC WIFI.
- Almacenamiento.
- Memoria.
- Sistema Operativo.
- Procesador.

DATOS DEL USUARIO.

- Nombre y apellido.
- Indicador.
- Extensión.
- Teléfono.
- Lugar.

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

- Fecha y tipo de mantenimiento.
- Modos de fallo.
- Acciones realizadas.
- Observaciones.
- Indicadores de gestión de mantenimiento.

Para asignar el equipo a un analista, el administrador deberá abrir los detalles de la tarjeta, y en la opción de miembros añadir el perfil del analista que realizará el mantenimiento. Posteriormente, el administrador procederá a mover la tarjeta a la lista de equipos asignados.

El analista encargado del mantenimiento recibirá una notificación en su perfil web, y en su teléfono sobre la nueva tarea asignada; deberá proceder a tomarla, revisando los detalles del equipo y moviendo la tarjeta a la lista de equipos en mantenimiento. Una vez realizado lo anterior, el analista seguirá los lineamientos de mantenimiento propuestos.

Al finalizar el mantenimiento, el analista encargado registrará los datos generados durante el mantenimiento a la sección de historial de mantenimiento en los detalles del equipo. Luego, el analista debe asignar a la tarjeta la fecha del próximo mantenimiento programado, y finalmente mover la tarjeta a la lista de equipos en servicio.

El administrador del tablero debe estar atento a la lista de equipos en servicio, cuando la fecha de un equipo esté próxima a vencer (10 días antes del mantenimiento programado), el administrador deberá mover la tarjeta a la lista de equipos en cola para mantenimiento. La tarjeta permanecerá en esa lista mientras se define quien será el analista encargado del mantenimiento. Este período no debe exceder las 72 horas. Una vez definido quién será el analista responsable del mantenimiento le será asignada la tarea y se procederá a mover la tarjeta a la lista de equipos asignados.

Recomendaciones al usar la plataforma Trello.

Todos los miembros del tablero deberán ordenar las listas por fecha de vencimiento, de esta manera los equipos que estén próximos a recibir mantenimiento

estarán primeros en la lista. Esta configuración se puede llevar a cabo haciendo clic en los tres puntos ubicados en la parte superior derecha de la lista, y seleccionando la opción ordenar por fecha de vencimiento. Terminada la jornada de mantenimiento, el analista deberá eliminar su perfil de la tarjeta luego de moverla a la lista de equipos en servicio.

Cronograma de mantenimiento programado.

El cuadro 35 muestra el cronograma de mantenimiento diseñado para el plan de mantenimiento propuesto. Este cronograma comprende las actividades rutinarias que se deben hacer para mantener los equipos funcionando en óptimas condiciones. De igual manera muestra las actividades, así como el responsable de ejecutarlas; además, en él se detallan las herramientas que se utilizarán para realizar la actividad y la frecuencia con la que se debe llevar a cabo.

Tabla 39. Cronograma de mantenimiento programado

Actividad	Responsable	Herramienta	Frecuencia					Al presenta se la anomalía
			Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	
Monitorear la herramienta digital.	Analista manejador de cartelera.	Plataforma Trello.	X					
Mantenimiento preventivo.	Analistas.	Formato 1.					X	
Mantenimiento correctivo.	Analistas.	Formato 2.						X

Actividad	Responsable	Herramienta	Frecuencia					
			Di ari o	Se ma nal	Me ns ual	Tri me str al	Se me str al	Al pres enta rse la ano malí a
Jornada de inspección de equipos.	Supervisor/ Analistas.	Formato 3.				X		
Enviar reporte de mantenimiento a la gerencia de AIT.	Supervisor	-			X			
Cálculo de indicadores de gestión de mantenimiento.	Analistas	-					X	

Fuente: Autor (2024).

Las jornadas de inspección se programarán tomando como referencia las fechas manejadas en la plataforma digital. Se establecerán los equipos a los que se realizará la inspección, y se asignará el personal que llevará a cabo la jornada. Esta actividad será organizada por el supervisor. Para ver los formatos ir a la sección de anexos (Figuras 52,53,54).

5.4 ANÁLISIS COSTO–BENEFICIO

El análisis costo–beneficio es una herramienta donde se establecen todos los recursos financieros necesarios para llevar a cabo el presente proyecto. Además, se establecen los beneficios tangibles e intangibles que se obtendrían al ejecutar dicho proyecto. Esta estrategia se aplica con el objetivo de relacionar los costos y los beneficios del proyecto, a fin de que sirvan como referencia para la toma de decisiones.

Este análisis se realizó con la finalidad de justificar económicamente el proyecto, y establecer los beneficios futuros que traería la implementación del plan de mantenimiento desarrollado en esta investigación.

5.4.1 Costos de desarrollo

El costo es el valor monetario necesario para el pago de los recursos utilizados para llevar a cabo el proyecto. En este punto se incluyen los gastos invertidos en el pago del recurso humano.

Costo de personal.

Estos costos involucran el salario demandado por el personal que estuvo involucrado en el desarrollo del proyecto. Por parte del autor, quien se considera que realizó su trabajo de grado en calidad de pasante, contratado por un período de seis (6) meses; durante el curso percibió un sueldo de tesista establecido por la empresa, cuyo monto era de ciento diez, con cincuenta bolívares digitales (Bs.D 110,50) mensuales, para un total de seiscientos sesenta y tres bolívares digitales (Bs.D 663,00); los cuales serán considerados como el salario percibido en ejercicio de los roles desempeñados.

Costo de equipos y herramientas.

Se refiere al costo generado por la adquisición de los equipos y herramientas necesarios para realizar el proyecto. En este caso no se generaron costos, puesto que el departamento de Soporte Técnico Integral de AIT Jusepín contaba con los equipos y herramientas necesarios.

Costo de adiestramiento.

Son los costos generados por la capacitación del personal involucrado en el proyecto, tales como charlas y cursos. Durante el desarrollo de este proyecto no se generaron gastos por adiestramiento, debido a que el investigador contó con el apoyo de los analistas del departamento de STI, quienes como profesionales proporcionaron la información necesaria para el manejo de las estrategias implementadas en el proyecto. Por otra parte, el investigador buscó tutoriales en internet para la comprensión de algunas herramientas aplicadas en el proyecto.

Costos de papelería.

Durante el desarrollo del presente trabajo no se incurrieron gastos por papelería. Los materiales de oficina necesarios para elaborar la propuesta fueron suministrados por el departamento de STI y por la empresa.

A continuación, se muestra en la tabla 40 el resumen de los costos totales resultantes del desarrollo del presente proyecto.

Tabla 40. Costo total de desarrollo

Concepto	Costo Total (Bs.D)
Personal (Desarrollador).	663,00
Equipos y Herramientas.	0
Adiestramiento.	0
Material de Oficina.	0
Costo Total:	663,00

Fuente: Autor (2025)

5.4.2 Costos de implementación

Son los costos generados por concepto horas-hombre (h-h) que se generarían en caso de implementar el plan de mantenimiento desarrollado en el proyecto, sumado al costo de las herramientas y equipos necesarios para la implementación del plan. Estos gastos aplican para el período de un año, y se detallan a continuación:

Tabla 41. Costos de implementación

Concepto:	Costo Total (Bs.D)
Personal.	0
Equipos y herramientas.	0
Costo total:	0

Fuente: Autor (2025).

5.4.3 Resumen de costos de desarrollo

Tabla 42. Resumen de los costos de desarrollo

Concepto:	Costo Total (Bs.D)
Personal.	663,00
Equipos y herramientas.	0
Adiestramiento.	0
Material de oficina.	0
Costo total:	663,00

Fuente: Autor (2025).

5.4.4 Costos de desarrollo en la actualidad

El plan de mantenimiento propuesto busca mitigar el desgaste de la plataforma de tecnología de la EPJ-2, además de prevenir interrupciones en la continuidad operativa de la empresa. Al calcular el sueldo para un desarrollador externo, fue considerado el sueldo para un ingeniero de sistemas con 2 o 3 años de experiencia, según lo indicado en el tabulador publicado por el Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV) para el año 2025. El tiempo estimado de desarrollo considerado es de seis (6) meses, dando como resultado un sueldo de cuatrocientos veintidós mil seiscientos ochenta y dos bolívares digitales (Bs.D 422.682,00). Estos costos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 43. Costos de desarrollo actual

Concepto:	Costo Total (Bs.D)
Personal (desarrollador).	422.682,00
Equipos y herramientas.	0
Adiestramiento.	0
Material de oficina.	0
Costo total:	422.682,00

Fuente: Autor (2025)

Tabla 44. Costos de implementación actual (anual)

Concepto	Costo Total (Bs.D)
Personal	0
Equipos y Herramientas	0
Costo Total	0

Fuente: Autor (2025)

5.4.5 Resumen de costos en la actualidad

Tabla 45. Resumen de costos actuales

Concepto:	Costo Total (Bs.D)
Personal	422.682,00
Equipos y herramientas.	0
Adiestramiento.	0
Material de oficina.	0
Costo total:	422.682,00

Fuente: Autor (2025)

5.4.6 Beneficios

Los beneficios que se presentan a continuación representan las ventajas o ganancias que se obtendrían al implementarse el Plan de Mantenimiento desarrollado en este proyecto, estos beneficios incurren en el ahorro de tiempo y recursos financieros. Estos beneficios pueden ser tangibles, puesto que pueden ser medidos; o intangibles, cuando éstos no pueden ser cuantificables, pero que claramente dejan mejoras en la empresa.

Una vez especificados los costos que representan el desarrollo y la implementación del plan de mantenimiento, se pueden determinar los beneficios netos que dejaría a la empresa. La implementación del proyecto realizado en este trabajo de grado tiene un costo total de seiscientos treinta bolívares (Bs 630,00), lo que se considera bajo en comparación con los cuatrocientos veintidós mil seiscientos ochenta y dos bolívares (Bs. 422.682,00) que costaría realizar el proyecto externamente. Los beneficios netos se pueden calcular de la siguiente manera:

Beneficio = costo de operación actual – costo de operación propuesto

$$\text{Beneficio} = 422.682,00 \text{ Bs} - 663 \text{ Bs}$$

$$\text{Beneficio} = 422.019 \text{ Bs}$$

El beneficio económico de implementar el plan de mantenimiento propuesto es claramente notorio por sí mismo, pero para verificar su viabilidad, se utilizará el índice $\frac{B}{C}$ (Beneficio/Costo) planteado por (Blank & Tarquin, 2006, pág. 334), el cual indica que:

- Si $\frac{B}{C} \geq 1.0$, se indica que el proyecto es económicamente aceptable para los estimados y la tasa de descuento aplicada.
- Si $\frac{B}{C} \leq 1.0$, el proyecto no es económicamente aceptable.

Siendo el resultado:

$$\frac{B}{C} = \frac{422.019 \text{ Bs}}{663 \text{ Bs}} = 636,52$$

Dado que el resultado es mucho mayor a 1, se puede concluir que la aplicación del plan de mantenimiento propuesto en la investigación es totalmente viable para la empresa.

5.4.6.1 Beneficios tangibles.

Los beneficios tangibles son los beneficios económicos cuantificables que son provechosos para la empresa mediante la implementación del Plan de Mantenimiento. Al aplicar la planeación realizada en el proyecto se obtendrán los siguientes beneficios tangibles:

- a. Disminución de h-h, al implementar el plan de mantenimiento preventivo y correctivo será posible corregir fallas en el momento oportuno, así como al aplicar el mantenimiento preventivo, será posible reducir al mínimo la cantidad de fallas en los equipos y por consiguiente se logra disminuir las horas de trabajo.

Tabla 46. Comparación de h-h en tipos de mantenimiento

	Mantenimiento correctivo (h-h).	Mantenimiento preventivo (h-h).	Diferencia.
Tiempo de ejecución.	15	3	12

Fuente: Autor (2024).

- b. Reducción del tiempo de espera del usuario, lo que antes tomaba 15 h-h ahora tardará 3 h-h, por tanto, el tiempo que el equipo estará fuera de servicio será menor, lo que se traduce en un aumento de la disponibilidad del equipo y una mayor eficiencia en el desempeño laboral del usuario.
- c. Reducción de los gastos por remplazo de equipos y componentes, debido a la implementación del mantenimiento preventivo se extiende la vida útil de los equipos y componentes.
- d. Menor cantidad de casos, como otra de las ventajas de aplicar el mantenimiento preventivo, se disminuyen la cantidad de casos que se generan por mantenimiento correctivo.

Tabla 47. Comparación de casos en tipos de mantenimiento

Casos mantenimiento correctivo (Casos/semana)	Casos mantenimiento preventivo (Casos/semana).	Diferencia.
13	4	9

Fuente: Autor (2024).

5.4.6.2 Beneficios intangibles.

Se refiere a las ventajas que no pueden ser cuantificadas, pero que tienen un gran aporte a la organización, estos beneficios también son muy importantes para la toma de decisiones sobre el proyecto. Entre los beneficios intangibles que tiene este proyecto están los siguientes:

- a. Aumento de la eficacia y mejor manejo del mantenimiento, el plan de mantenimiento está diseñado para realizar las acciones preventivas y correctivas de manera ordenada y eficaz, sin dejar pasar acciones importantes.
- b. Facilidad para seguir el mantenimiento preventivo realizado a los equipos.
- c. Almacenamiento del histórico del mantenimiento realizado a los equipos.
- d. Aumento de la calidad del servicio ofrecido por el departamento de STI.
- e. Posibilidad para calcular la confiabilidad de los equipos gracias a los indicadores de mantenimiento establecidos en el plan.
- f. Estimula el interés de los analistas en la implementación de un mantenimiento de calidad a los equipos informáticos de la empresa.

CONCLUSIONES

Una vez realizado el presente trabajo de investigación que tuvo por objetivo principal desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la plataforma de tecnología de la EPJ-2 de PDVSA, la cual es atendida por el departamento de Soporte Técnico Integral AIT Jusepín. Se cumplió con este objetivo y con los objetivos específicos, los cuales permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

1. Estudiada la situación y el funcionamiento del departamento de Soporte Técnico Integral, se determinó que no existe actualmente un plan de mantenimiento preventivo para los equipos informáticos, lo cual genera un sinnúmero de casos reportados por múltiples fallas en los equipos.
2. La principal falla diagnosticada en el departamento de STI es que sólo se aplica mantenimiento correctivo; en consecuencia, los equipos que son atendidos en el departamento vuelven a ingresar en un corto período de tiempo.
3. El departamento de STI no maneja ninguna estadística sobre los casos que son atendidos, aun cuando cuentan con un sistema automatizado que permite procesar cada caso. Este sistema no le permite al STI ver los historiales de mantenimiento aplicados a los equipos. Por tal razón, no fue posible realizar un análisis estadístico completo sobre el rendimiento y la eficiencia del mantenimiento aplicado por el departamento.
4. Según el análisis de criticidad realizado en la investigación, se determinó que los equipos críticos son aquellos que tienen mayor número de existencia y que, además, son los que generan mayor número de casos por año. Por tal motivo, son éstos los equipos que producen mayores gastos de mantenimiento a la empresa.
5. La herramienta digital seleccionada para el plan de mantenimiento permitirá controlar y monitorear el avance del mantenimiento aplicado a los equipos. Con

esta importante herramienta será posible administrar las labores de mantenimiento, y tener registros cronológicos de los mantenimientos programados. Además, permitirá guardar un historial de mantenimiento personalizado para cada equipo.

6. Los procedimientos, esquemas, cronogramas y demás estrategias que fueron propuestas en esta investigación, están diseñadas para mejorar considerablemente la mantenibilidad, la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos informáticos del complejo. No obstante, también fueron diseñadas para mejorar el ambiente laboral, y aumentar la capacidad del departamento de brindar un servicio más eficiente.

El plan de mantenimiento desarrollado en este proyecto permitirá más prontitud y un mejor servicio a los usuarios; también evitará el tiempo ocioso de los equipos. Gracias al cronograma de mantenimiento programado, los equipos informáticos tendrán una cita de atención previa para realizarles las respectivas acciones de mantenimiento preventivo, y serán puestos en servicio con un nivel de confiabilidad aceptable.

RECOMENDACIONES

- ✓ Aplicar el plan de mantenimiento propuesto en el desarrollo de este trabajo de investigación.
- ✓ En caso de llegar a aplicar el plan de mantenimiento desarrollado en el presente trabajo, se recomienda no incumplir con el cronograma de mantenimiento propuesto.
- ✓ Instruir al personal del departamento de Soporte Técnico Integral AIT Jusepín, sobre la metodología MCC para que tengan un conocimiento amplio sobre cómo aplicar el mantenimiento, siguiendo esa metodología.
- ✓ Motivar al personal de AIT a implementar esta metodología en las demás áreas de la organización.
- ✓ Crear bases de datos para almacenar el historial de mantenimiento de los equipos atendidos.
- ✓ Motivar al equipo de trabajo del departamento de Soporte Técnico Integral a prestar un servicio de calidad, compenetrándose más con el proceso de mantenimiento de los equipos informáticos de la empresa.
- ✓ Debido al devenir y la inestabilidad actual de la economía venezolana, de ser llevado a cabo este proyecto, se recomienda realizar nuevamente el estudio económico para verificar la factibilidad del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación (6° ed.). Caracas: Episteme.
- Arquitectura y Gestión de Seguridad Lógica PDVSA. (2006). Políticas de Seguridad de Información.
- Asamblea Nacional. (2010). Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. Caracas: Gaceta Oficial Extraordinaria N.° 39.575.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1999). Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas: Gaceta Oficial Extraordinaria N.° 5.453.
- Baca Urbina, G. (2013). Evaluacion de Proyectos (7° ed.). Mc Graw Hill.
- Behar, D. (2008). Metodología de la investigación. Shalom.
- Cama, E. (2024). Aula21. Obtenido de Aula21: <https://www.cursosaula21.com/que-es-el-mantenimiento-centrado-en-la-confiabilidad-rcm/>
- Castells, M. (2006). La sociedad red. Alianza Editorial.
- Escobar, M. (2016). Elaboración de un plan de mantenimiento para los equipos críticos de la sala de jarabe simple y terminado de PEPSI-COLA Villa de Cura basado en el sistema de gestión de mantenimiento (SIGEMA). Cagua, Estado Aragua.
- Figueroa, A., & Moron, D. (2017). Plan de mantenimiento y políticas de reemplazo de los equipos industriales en F&Z Obras y Servicios. Maturín.
- García, O. (2006). El mantenimiento general. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Grady Booch, J. R. (2000). El proceso unificado de desarrollo de software. Addison Wesley.
- Hurtado, J. (2000). Metodología de la investigación holística (3° ed.). Caracas: Sypal.
- Magaña Barajas, M. (2012). Una estrategia para apoyar el mantenimiento de generadores de vapor, mediante aplicación de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC). Hermosillo, México: Universidad de Sonora.

- Manual de referencia AMEF. (2008). Análisis de modos y efectos de fallas potenciales (4° ed.).
- Márquez, M. (2010). Manual de ingeniería de la calidad. Caracas.
- Mobley, K. (2014). Maintenance fundamentals. Oxford, U.K: Elsevier.
- Montilla, C. (2019). Mantenimiento industrial y su administración (1° ed.).
Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Núñez, K. (2016). Diseño de un sistema de información para la gestión de mantenimiento de equipos informáticos del departamento de soporte técnico básico Jusepín-gerencia AIT, distrito Furrial, PDVSA. Maturín.
- Parra, C., & Crespo, A. (2015). Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos (2° ed.). Sevilla: Ingeman.
- Pérez, E. (2005). Mantenimiento industrial: Un enfoque integral. Limusa.
- Pérez, F. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Bucaramanga, Colombia: USTA.
- Pinto, J. M. (2008). Mantenimiento Integral: Hacia una gestión eficiente. Diaz de Santos.
- Shapiro, M. L. (2003). Network Effects and Antitrust. Yale Univetsity Press.

ANEXOS

NIVEL	EFFECTO	SEVERIDAD DEL DAÑO
10	<i>PELIGROSO (Sin Aviso)</i>	Puede poner en peligro al operador, afecta la seguridad de la operación y/o involucra NO conformidades, la falla se presenta SIN AVISO.
9	<i>PELIGROSO (Con Aviso)</i>	Puede poner en peligro al operador, afecta la seguridad de la operación y/o involucra NO conformidades, la falla se presenta CON AVISO
8	<i>MUY ALTO</i>	Interrupción Total, productos o servicios NO conformes, inoperables, clientes muy molestos e insatisfechos
7	<i>ALTO</i>	Interrupción menor, buena parte de los productos y servicios NO conformes, clientes inconformes
6	<i>MODERADO</i>	Interrupción menor, productos y servicios con imperfecciones, algunos clientes inconformes
5	<i>BAJO</i>	Interrupción menor, Algunos productos o servicios defectuosos, algunos clientes con insatisfacción
4	<i>MUY BAJO</i>	Interrupción menor, devoluciones de productos y servicios, defectos percibidos por clientes
3	<i>PEQUEÑO</i>	Interrupción menor, productos y servicios reprocesados, defectos de baja incidencia.
2	<i>MUY PEQUEÑO</i>	Interrupción mínima, defectos de producto o servicio imperceptibles detectados exclusivamente por expertos
1	<i>NINGUNO</i>	Productos y servicios conformes, clientes satisfechos

Figura 48. Valores de referencia para la gravedad del modo de fallo – AMEF

NIVEL	VALOR CUALITATIVO DE OCURRENCIA DE LA FALLA	RATA DE OPORTUNIDADES DE FALLA	CONCEPTO
10	<i>EXTREMADAMENTE ALTA</i>	<i>1 en 2</i>	<i>CERTEZA CASI ABSOLUTA DE FALLA</i>
9	<i>MUY ALTA</i>	<i>1 en 3</i>	<i>FALLA CASI INEVITABLE</i>
8	<i>ALTA</i>	<i>1 en 8</i>	<i>ASOCIADA CON PROCESOS SIMILARES</i>
7	<i>RECURRENTE</i>	<i>1 en 20</i>	<i>SUSESOS DE FALLAS FRECUENTES</i>
6	<i>MODERADA</i>	<i>1 en 80</i>	<i>ASOCIADA CON PROCESOS PREVIOS</i>
5	<i>OCASIONAL</i>	<i>1 en 400</i>	<i>ES TIPICO PRESENTAR FALLAS</i>
4	<i>ESPORADICA</i>	<i>1 en 2.000</i>	<i>DE CUANDO EN VEZ HAY FALLAS</i>
3	<i>BAJA</i>	<i>1 en 15.000</i>	<i>HAY FALLAS EXEPCIONALES</i>
2	<i>MUY BAJA</i>	<i>1 en 150.000</i>	<i>FALLAS MUY AISLADAS E IMPERCEPTIBLES</i>
1	<i>REMOTA</i>	<i>1 en 1'500.000</i>	<i>ES IMPROBABLE QUE HAYA FALLA</i>

Figura 49. Valores de referencia para la ocurrencia del modo de fallo – AMEF

NIVEL	CAPACIDAD DE DETECCIÓN	SENSIBILIDAD EN LOS CONTROLES PARA LA DETECCIÓN DE FALLAS O DESVIACIONES
10	<i>IMPROBABLE</i>	Controles detectan menos del 40% de las fallas
9	<i>MUY REMOTA</i>	Controles detectan el 40% de las fallas
8	<i>REMOTA</i>	Controles detectan el 50% de las fallas
7	<i>MUY BAJA</i>	Controles detectan el 60% de las fallas
6	<i>BAJA</i>	Controles detectan el 70% de las fallas
5	<i>MODERADA</i>	Controles detectan el 80% de las fallas
4	<i>MODERADA ALTA</i>	Controles detectan el 85% de las fallas
3	<i>ALTA</i>	Controles detectan el 90% de las fallas
2	<i>MUY ALTA</i>	Controles detectan el 95% de las fallas
1	<i>CASI SEGURO</i>	Controles detectan el 99,5% de las fallas

Figura 50. Valores de referencia para la capacidad de detección – AMEF

ATRIBUTO DE PRIORIDAD	Nivel NPR	CODIGO CALOR
Riesgo de falla ALTO	500 – 1000	
Riesgo de falla MEDIO	125 – 499	
Riesgo de falla BAJO	1 – 124	
No existe riesgo de falla	0	

Figura 51. Mapa de calor para prioridades del NPR – AMEF



ORDEN PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

INGRESO					
SUPERVISOR	ANALISTA ENCARGADO	USUARIO		FECHA	
FIRMA	FIRMA	FIRMA		HORA	
DATOS DEL EQUIPO					
ETIQUETA	NOMBRE	MARCA	MODELO	DISCO	MEMORIA
DATOS DEL ULTIMO MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
FECHA	ANALISTA ENCARGADO	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	TMEF	
RESULTADOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
MODOS DE FALLO DETECTADOS	MODOS DE FALLO CORREGIDOS	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	TMPR	
EGRESO					
USUARIO	FECHA	IMPORTANTE			
		Al firmar el egreso el usuario reconoce su conformidad con los resultados del Mantenimiento Preventivo realizado por el Departamento de Soporte Tecnico Integral (STI) Jusepin y declara que el equipo esta operativo y funcionando en optimas condiciones.			
FIRMA	HORA				
OBSERVACIONES					

Figura 52. Orden para mantenimiento preventivo (formato 1)



ORDEN PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO

INGRESO					
SUPERVISOR	ANALISTA ENCARGADO	USUARIO	HORA		
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FECHA		
DATOS DEL EQUIPO					
ETIQUETA	NOMBRE	MARCA	MODELO	DISCO	MEMORIA
DATOS DEL LA FALLA					
TIPO	DESCRIPCION				
HARDWARE					
SOFTWARE					
RESULTADOS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO					
MODOS DE FALLO DETECTADOS	MODOS DE FALLO CORREGIDOS	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	TMPR	
EGRESO					
USUARIO	FECHA	IMPORTANTE			
		Al firmar el egreso el usuario reconoce su conformidad con los resultados del Mantenimiento Correctivo realizado por el Departamento de Soporte Tecnico Integral (STI) Jusepin y declara que el equipo esta operativo y funcionando en optimas condiciones.			
FIRMA	HORA				
OBSERVACIONES					

Figura 53. Orden para mantenimiento correctivo (formato 2)



INSPECCION PROGRAMADA

DATOS GENERALES

SUPERVISOR	ANALISTA ENCARGADO	USUARIO	HORA	
FIRMA	FIRMA	FIRMA	FECHA	
LUGAR	ETIQUETA DEL EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	MODELO

INSPECCION DE HARDWARE

Nº	CRITERIO	SI	NO
1	¿EL EQUIPO PRESENTA VIBRACION?		
2	¿EL EQUIPO PRESENTA O EMITE ALGUN RUIDO?		
3	¿EL EQUIPO PRESENTA RECALENTAMIENTO EN ALGUNO DE SUS COMPONENTES?		
4	¿EL EQUIPO HA PRESENTADO ALGUNA FALLA O INCOMPATIBILIDAD EN ALGUNO DE SUS PUERTOS?		
5	¿EL EQUIPO EMITE ALGUN OLOR A QUEMADO U OTRO TIPO DE OLOR?		
6	¿EL EQUIPO REQUIERE DE UNA MEMORIA MAYOR?		
7	¿EL EQUIPO REQUIERE DE UN AMACENAMIENTO MAYOR?		

INSPECCION DE SOFTWARE

Nº	CRITERIO	SI	NO
1	¿EL SISTEMA PRESENTA RALENTIZACION?		
2	¿EL SISTEMA A SUFRIDO PANTALLA AZUL?		
3	¿EL EQUIPO SE HA REINICIADO INESPERADAMENTE?		
4	¿EL SISTEMA A MOSTRADO MENSAJES DE ERROR?		
5	¿EL EQUIPO ESTA INFESTADO CON VIRUS?		
6	¿LOS PROGRAMAS PRESENTAN ALGUN PROBLEMA AL ABRIR O DURANTE SU EJECUCION?		
7	¿FALTA ALGUN PROGRAMA EN EL EQUIPO?		

OBSERVACIONES

--

Figura 54. Inspección programada (formato 3)

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para la plataforma de escritorio de epj-2 en la división furrial PDVSA estado Monagas
Subtítulo	

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código ORCID / e-mail	
	Rodríguez Milano, Pedro Miguel	ORCID
	e-mail	pedro05miguelrm@gmail.com
	e-mail	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: “Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2”. Si el autor está registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el número de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

Palabras o frases claves:

plan de mantenimiento
mantenimiento centrado en confiabilidad
mantenimiento preventivo
equipos críticos
análisis de modos y efectos de falla
pasantía

El representante de la subcomisión de tesis solicitará a los miembros del jurado la lista de las palabras claves. Deben indicarse por lo menos cuatro (4) palabras clave.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Área o Línea de investigación:

Área	Subáreas
Tecnología y Ciencias Aplicadas	Ingeniería de Sistemas

Resumen

El presente trabajo de investigación está basado en el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, centrado en la confiabilidad para la plataforma de escritorio de EPJ-2, atendida por el departamento de Soporte Técnico Integral de la Gerencia de AIT de PDVSA, Distrito Furrrial, estado Monagas, con el objetivo de dar una propuesta de mantenimiento para los equipos informáticos que conforman dicha plataforma. La investigación estuvo enmarcada en el tipo de investigación descriptiva-proyectiva, y con un nivel comprensivo. Se utilizó la metodología de mantenimiento, basado en la confiabilidad (MCC), puesto que se adapta a las necesidades y políticas de la empresa. El MCC está conformado por tres fases, las cuales permitieron conocer en primera instancia la situación actual de los equipos informáticos; luego se aplicó un análisis de criticidad para determinar los equipos críticos; posteriormente se realizó un Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF). Se establecieron indicadores de mantenimiento que permitieran determinar el momento oportuno para aplicar el mantenimiento, y finalmente se establecieron estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo. La investigación demostró la falta de mantenimiento que presentaban los equipos informáticos por la carencia de un plan de mantenimiento. El análisis de la problemática también arrojó que el departamento de Soporte Técnico Integral sólo aplicaba mantenimiento correctivo, provocando que los equipos atendidos fallaran poco tiempo después de ser atendidos.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código ORCID / e-mail								
Ing. /MSc. Roger Diaz	ROL	CA		AS	■	TU		JU	
	ORCID	C.I. V-9.901.823							
	e-mail	rogercab321@gmail.com							
	e-mail								
Ing. /MSc. José Navarro	ROL	CA		AS		TU		JU	■
	ORCID	C.I V-16.816.960							
	e-mail	josenavarrog@gmail.com							
	e-mail								
Ing. /MSc. Aníbal Fariñas	ROL	CA		AS		TU		JU	■
	ORCID	C.I V-23.539.583							
	e-mail	anibal.antonio1409@gmail.com							
	e-mail								

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: “Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2”. Si el autor está registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el número de la Cedula de Identidad). La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2025	05	16

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

Lenguaje: spa

Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para inglés es en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
NMOPTG_RMPPM2025

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: PDVSA división furrrial estado Monagas. Venezuela

Temporal: noviembre 2022- mayo 2023

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero de Sistemas

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarium en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

Nivel Asociado con el trabajo:	Ingeniería
---------------------------------------	------------

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

Área de Estudio:

Tecnología y Ciencias Aplicadas

Usualmente es el nombre del programa o departamento

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

Si como producto de convenciones, otras instituciones además de la Universidad de Oriente, avalan el título o grado obtenido, el nombre de estas instituciones debe incluirse aquí.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago, a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUMPELE
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telemática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

Pedro Rodríguez

Pedro Rodríguez

Autor



MSc. Roger Diaz

Asesor Académico