

Procedimiento de Mejora al proceso de mantenimiento de Tecnologías de la Información en ETECSA

Procedure to improve the information technology maintenance process in ETECSA

Ing. Laura Müller Carrazana¹, Dr.C. José Alberto Vilalta Alonso²

Recibido: 04/2020 | Aceptado: 08/2020

Palabras clave

Proceso
Proceso de
Mantenimiento
Tecnologías de la
Información

Resumen

La mejora continua de la calidad es un principio que asegura la calidad de los productos y servicios de una empresa. El presente trabajo analizó el proceso de mantenimiento de la Vicepresidencia de Tecnologías de la Información (VPTI) de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA). La mejora del proceso permitirá identificar las principales deficiencias que afectan el desempeño de los procesos y reforzará la toma de decisiones, contribuyendo al aumento del nivel de la satisfacción de los clientes. Para el desarrollo de la investigación se diseñó un procedimiento respaldado en métodos y técnicas como la observación directa, entrevistas, encuestas y otras de trabajo en grupo como la tormenta de ideas, flujogramas, mapas de procesos, herramientas estadísticas para el análisis de datos. Se realizó un diagnóstico y se diseñó un plan de mejora al proceso de mantenimiento de Tecnologías de la Información de ETECSA evaluando las mejoras implementadas de forma parcial.

Keywords

Process
Maintenance Process
Information
Technologies

Abstract

The continuous quality improvement is a principle that ensures the quality of a company's products and services. This research analyzed the maintenance process in the Information Technologies Vice Presidency (VPTI, by its Spanish acronym) belonging to the Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA, by its Spanish acronym). The process improvement will allow to identify the main deficiencies impacting on the process performance and will reinforce the decision making, contributing to increase the customers' satisfaction level. In order to perform this research, a procedure was designed supported by methods and techniques such as direct observation, interviews, surveys and others teamwork such as brainstorming, flow charts, process maps, and statistical tools for data analysis. The key results of

¹ Empresa de telecomunicaciones de Cuba S.A. laura.muller@etecsa.cu <https://orcid.org/0000-0002-4433-0234>

² Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE. jvilalta@ind.cujae.edu.cu
<https://orcid.org/0000-0001-7505-8918>

this research are a diagnosis and the design of an improvement plan to ETECSA's information technologies maintenance process evaluating the partially implemented improvements.

Introducción

La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA) oferta sus servicios a la población cubana, las organizaciones económicas, sociales, culturales y científicas de carácter estatal, gubernamental o no, privado y mixto que lo requieran; tanto en el territorio nacional como en el extranjero. Esta empresa surge en el año 1994 como parte de un amplio proyecto de reanimación económica del estado cubano. En la actualidad las Tecnologías de la Información (TI) son un elemento imprescindible que permite a las empresas la gestión más eficiente de sus procesos. Con el avance de las TI, las organizaciones reconocen cada vez más la necesidad de realizar el diagnóstico de sus procesos como vía para registrar la situación de la organización en un momento dado y determinar sus problemas y oportunidades de mejora. Un gran número de organizaciones emplean Sistemas de Información Automatizados (SIA) para agilizar la ejecución de los procesos y la documentación de respaldo.

En ETECSA, el proceso TI fue diseñado bajo el marco de referencia COBIT (Objetivos de Control para la Información y Tecnologías Relacionadas); con el macro proceso TI de ETECSA; ITIL (Biblioteca de Infraestructura de Tecnología de Información); BSC —*Balanced Score Card*—; ISO 27001; ISO 9000 y PSP —*Personal Software Process*—.

El macro proceso TI aportó el conocimiento de los subprocesos de ETECSA (COBIT, 2019), (ISO - 9000, 2015), (ISO - 9001, 2015), (NC ISO/IEC - 20000, 2016):

ITIL para lograr un buen nivel de escalabilidad y granularidad en la Entrega y Soportes de Servicios TI.

BSC las mejores prácticas sobre la gestión de las métricas.

NC ISO/IEC 27001 para consolidar los aspectos de la seguridad de la información.

ISO 9000, NC ISO/IEC 20000 para profundizar la gestión de la calidad de los servicios de TI.

En ETECSA desde el año 2000 se utiliza el sistema SAP (Sistemas Aplicaciones Productos)

ERP —*Enterprise Resource Planning*— planificador de recursos empresariales, aplicación esencial para una gestión empresarial eficiente. La instalación de un sistema ERP es, para una empresa, un factor importante de éxito (SAP, 2019).

Los principales procesos del Sistema ERP planificador de recursos empresariales implementados en ETECSA son los siguientes:

Modelo contable y gestión de la doble moneda

Modelo de abastecimiento y de distribución

Modelo del proceso inversionista

Venta de productos y servicios

Modelo para el mantenimiento

Gestión de los Recursos Humanos (RRHH)

Interfaces con sistemas externos. Venta del servicio móvil y recarga del servicio.

Implementación del proceso de la Nómina en SAP

Implementación del Proceso para la Gestión de los Agentes de Telecomunicaciones

En el caso del Modelo para el mantenimiento responde al módulo PM —*Plant Maintenance*— del sistema SAP para la gestión del mantenimiento a los activos informáticos. Su base de datos brinda características e informaciones relativas a los medios informáticos: fabricante, tiempo de explotación, cantidad de reparaciones y mantenimientos efectuados, partes y/o piezas cambiadas o añadidas. El registro de todos los componentes físicos que conforman esta base de datos, se inicia desde la asignación de los mismos y su estado se mantiene actualizado en todo momento de su ciclo de vida.

La Empresa presenta un parque informático que permite utilizar las Tecnologías de la Información en el trabajo diario de los usuarios. Incluye: computadoras personales o de escritorio y sus periféricos, monitores, impresoras, UPS (sistemas de alimentación ininterrumpida), estabilizadores, scanner, laptop y plotter. Los usuarios o clientes internos representan el 87% de los trabajadores de la Empresa. ETECSA apertura en el 2013 los servicios de Correo NAUTA e

Internet con acceso desde las salas de navegación. Con cierre diciembre 2018 la Empresa contaba con 630 salas de navegación, incluidas más de 230 en entidades hoteleras. En estas salas se accede al servicio público de correo electrónico NAUTA e Internet mediante cuentas de Internet NAUTA. Los clientes externos utilizan los equipos de las salas de navegación, los cuales representan el 8% del total (PC con periféricos, monitor, UPS y estabilizador).

Cada año la Empresa adquiere medios informáticos y, por consecuencia, aumentan los volúmenes de mantenimientos preventivos en aras de proteger la técnica instalada. Algunas interrupciones al ser diagnosticadas resultan baja técnica, tanto por concepto de obsolescencia tecnológica como por la no posible solución, al carecer de las partes y piezas para su reparación. La Empresa aplica como métodos de control los autocontroles, controles integrales y especializados. En todos los casos se utiliza una guía de 20 pregun-

tas para su evaluación. El contenido de la guía evalúa mediante 3 preguntas solo 2 actividades del proceso de mantenimiento. Se analizan 10 órdenes de mantenimiento correctivo y 5 de mantenimiento preventivo. Según órdenes anuales promedio, la muestra analizada en los controles resulta que no cumple con el tamaño requerido (Tabla 1).

Se plantea como objetivo diseñar un procedimiento de mejora al proceso mantenimiento de Tecnologías de la Información para la toma de decisiones en aras de lograr mejorar el proceso. Asimismo, para una mejor comprensión de la presente investigación y de los conceptos que se tratan, con su debida diferenciación, se anexan al final los términos y definiciones involucrados.

Materiales y métodos

Para lograr la mejora continua en el proceso de mantenimiento de TI se necesita un procedimiento aplicable a sus condiciones específicas. Se diseñó un

	Órdenes Anuales Promedio	Muestra representativa	Órdenes revisadas en los Controles	%
Mantenimiento Correctivo	8769	95	10	10.52%
Mantenimiento Preventivo	18510	95	5	5.26%

Tabla 1. Análisis de las muestras de las órdenes revisadas en los controles

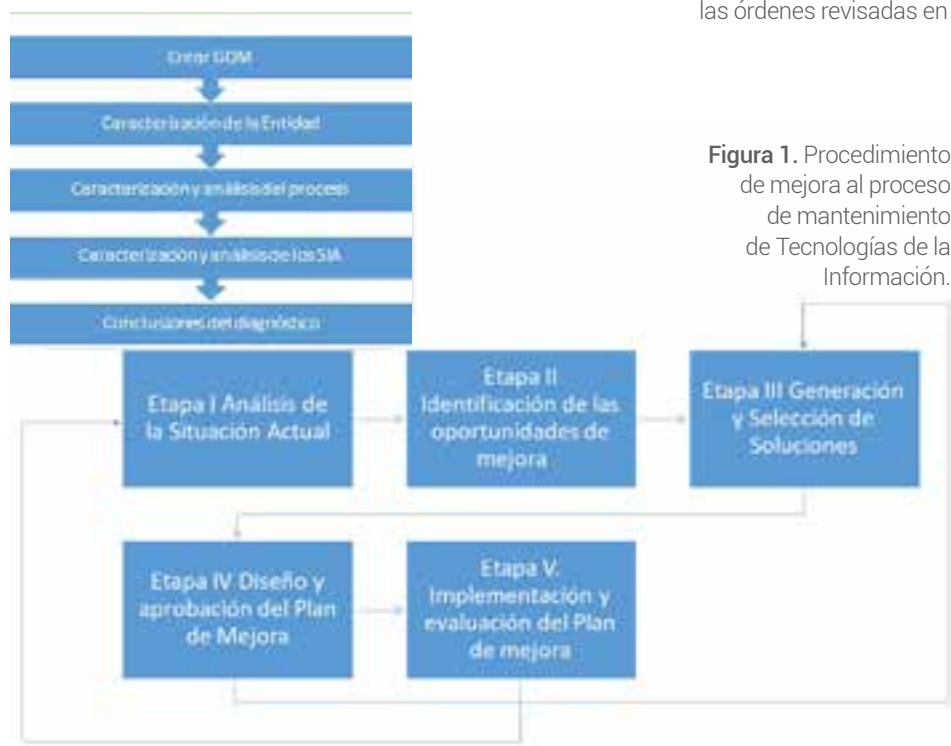


Figura 1. Procedimiento de mejora al proceso de mantenimiento de Tecnologías de la Información.

procedimiento de 5 etapas. En la figura 1 se muestra el esquema del procedimiento propuesto.

Objetivo: Lograr la mejora continua del proceso de mantenimiento de TI para contribuir al aumento del nivel de la satisfacción de los clientes.

Herramientas: tormenta de ideas, entrevistas, listas de chequeo, trabajo en equipo, método de expertos, revisión de documentos, análisis de datos, diagrama causa-efecto, diagrama Pareto, matriz de selección, modelaje de procesos, análisis de datos e información y aplicación de técnicas estadísticas (regresión lineal y análisis de correlación).

Etapas I. Análisis de la Situación Actual: Comienza con la creación del Grupo de Diagnóstico y Mejora (GDM), caracterización de la entidad, caracterización y análisis del proceso, caracterización y análisis del SIA y finaliza con las conclusiones del diagnóstico. Esto constituye la retroalimentación, pues podrán ser identificadas nuevas oportunidades de mejora que darán lugar al inicio del nuevo ciclo.

Etapas II. Identificación de las oportunidades de mejora: El análisis de los resultados del diagnóstico realizado, debe arrojar las causas que inciden de manera desfavorable en el funcionamiento del proceso e identificar las posibles mejoras. Se deberá lograr el compromiso de la alta dirección de llevar a cabo el mejoramiento propuesto y la disposición de asignar los recursos necesarios.

Etapas III. Generación y Selección de Soluciones: Teniendo en cuenta las oportunidades de mejoras identificadas, se generan como mínimo cuantas soluciones como causas se encuentren. Se debe definir el presupuesto necesario para la implementación y sus ventajas.

Etapas IV. Diseño y aprobación del Plan de Mejora: En esta etapa se diseña el plan de mejora donde se describirán las soluciones, su duración, los responsables, el presupuesto y la disponibilidad de recursos. A las acciones de mejoras se les deberá dar un seguimiento teniendo en cuenta su carácter cíclico o de introducción paulatina. El plan de mejora deberá ser aprobado por la alta dirección de la Vicepresidencia de Tecnologías de la Información, si el 80% o más de sus 9 integrantes consideran prudente la mejora. En el caso que no sea aprobado se retorna a la Etapa III.

Etapas V. Implementación y evaluación del Plan de Mejora: En esta etapa se implementan, se da seguimiento y se evalúan las soluciones que impacten

sobre las principales causas de las deficiencias detectadas con anterioridad. A las acciones de mejoras se les deberá dar un seguimiento teniendo en cuenta su carácter cíclico o de introducción paulatina. Se realizará una comparación entre las condiciones iniciales determinadas en el diagnóstico y los resultados obtenidos después de introducidas las mejoras para verificar si se ha logrado el objetivo del plan.

Resultados

Para el desarrollo del procedimiento se ha adoptado una metodología generalizadora pues recoge diversas pautas establecidas por diferentes autores:

Dubé-Santana, Hevia-Lanier, Michelena-Fernández, Suárez-Ordaz, y Puerto-Díaz (año 2017)

Falcón-Acosta, Petersson-Roldán, Benavides-García, y Sarmenteros-Bon (año 2016)

López-García y Michelena-Fernández (año 2014)

Marrero-Hernández (año 2019)

Marrero-Hernández (año 2013)

Müller-Carrazana (año 2014).

Entradas: Revisión de la estructura documental del proceso de TI, hallazgos de auditorías internas y externas, resultados de las revisiones por la dirección, evaluación de objetivos y políticas de calidad, gestión de las no conformidades, acciones correctivas y preventivas, resultados de procedimiento de diagnóstico al proceso, resultados de los controles técnicos.

Salidas: Plan de mejora al proceso de mantenimiento de TI de ETECSA y evaluación de las mejoras implementadas.

Etapas I. Análisis de la Situación Actual: Se muestran los resultados del diagnóstico después de transitar por sus 5 sub-etapas mediante el uso de las herramientas: tormenta de ideas, entrevistas, listas de chequeo, trabajo en equipo, método de expertos, revisión de documentos, análisis de datos, la observación directa, diagrama causa-efecto, modelaje en BPMN, análisis de datos e información y aplicación de técnicas estadísticas.

Etapas I.1 Crear el Grupo de Diagnóstico y Mejora (GDM): Para llevar a cabo el diagnóstico y posteriormente la mejora se creó un equipo de trabajo encargado de diagnosticar la situación actual del proceso de mantenimiento de TI en ETECSA y materializar las mejoras al mismo. Se aplicó el procedimiento y de-

sarrollo del Método Artola para la conformación del GDM.

Etapa I.2 Caracterización de las TI en la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A: Esta sub-etapa tiene como objetivo conocer las características generales de la VPTI, a través de la reseña histórica, el mapa de procesos de la empresa y el de las TI.

Etapa I.3 Caracterización del Proceso de Mantenimiento de TI: Esta sub-etapa tiene como objetivo identificar el proceso de mantenimiento, analizar los resultados de los controles y analizar el proceso de mantenimiento de TI. Para la identificación del flujo del proceso se realizó la modelación ya que permite conocer las áreas problemáticas y susceptibles a mejoras, los niveles y la delegación de autoridad, las áreas de alto riesgo, el volumen de sus operaciones y el ciclo de vida de sus procesos.

Principales conclusiones

- Los usuarios o clientes internos representan el 87% de los trabajadores de la Empresa.
- Las salas de navegación y puntos acceso representan el 8% de las configuraciones finales (PC con

periféricos, monitor, UPS y Estabilizadores), y son utilizadas por los clientes externos.

- La estrategia de mantenimiento preventivo está enfocada a las configuraciones finales de los clientes.

Quejas

- Las quejas registradas de los clientes externos, están vinculadas principalmente al equipamiento de servidores y equipos de respaldo (UPS y estabilizadores).

- Incumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo.

- Incremento de mantenimientos correctivos que resultan baja técnica.

Control

- Se estudió la guía de control utilizada en los controles integrales, autocontroles, controles especializados, detectándose que sólo evalúa el 15% del proceso de mantenimiento.

- Las principales dificultades recogidas en los controles del año 2018 son por dificultades en el funcionamiento del proceso y el bajo nivel del uso de las aplicaciones.



Figura 2. Diagrama Ishikawa resultante del diagnóstico al proceso de mantenimiento de Tecnologías de la Información

- El % muestra de los documentos revisados no cumple con el tamaño requerido.
- Las deficiencias detectadas en el análisis del proceso están directamente relacionadas con la aplicación automatizada.

SAP PM

- El resultado obtenido utilizando las técnicas de BPMN se encuentra interrelacionado con el sistema que se utiliza para la gestión de los mantenimientos.

- En el modelaje del proceso se identificaron 4 de las actividades para ser automatizadas.

Etapa I.4 Caracterización del Sistema para la Gestión del Proceso de Mantenimiento de TI SAP-PM: Esta etapa tiene como objetivo identificar y analizar el Sistema para la gestión del proceso de mantenimiento además del procesamiento de la información estadística del proceso. Permite definir los puntos fuertes y débiles, así como determinar las oportuni-

dades de mejora mediante la aplicación de la Guía de evaluación de la implementación del Módulo PM de SAP. Se analizó la información estadística del proceso de mantenimiento de Tecnologías de la Información.

SAP PM

- Se aplicó la guía de evaluación del uso del sistema de gestión de mantenimiento a los medios de cómputo, obteniéndose un 37% de utilización.

- Los análisis de los datos estadísticos evidenciaron la importancia de incidir en los mantenimientos preventivos para mitigar la generación de los correctivos.

- Los mantenimientos correctivos definidos como baja técnica los presentan los equipos *switch*, monitores y estabilizadores.

- Los mantenimientos correctivos calificados de interrupciones evitables se corresponden con equipos que conforman la estrategia de mantenimiento preventivo actual.

No	Causas	E1	E2	E3	E4	E5	Nivel de concordancia Cc=80% > 60%
1	El % muestra de los documentos revisados no cumple con el tamaño requerido	N	N	N			40%
2	Principales deficiencias en las categorías de proceso y aplicación	N					80%
3	Guía de control evalúa el 15% del proceso de mantenimiento de TI	N	N	N		N	20%
4	4 actividades identificadas para ser automatizadas						100%
5	Baja explotación de las funciones del sistema						100%
6	Incumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo						100%
7	Incremento de mantenimiento correctivos que resultan Baja Técnica						100%

Tabla 2. Nivel de concordancia entre los expertos

Causa 2	Principales deficiencias en las categorías de proceso y aplicación
Causa 4	4 actividades identificadas para ser automatizadas
Causa 5	Baja explotación de las funciones del sistema
Causa 6	Incumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo
Causa 7	Incremento de mantenimiento correctivos que resultan Baja Técnica

Tabla 3. Causas fundamentales de la insuficiente mejora del proceso del Mantenimiento de Tecnologías de la Información por tipo de equipo

Solución 1: Establecer nueva estrategia de Mantenimiento de Tecnologías de la Información.	Causas 7,6 y 2
Solución 2: Parametrizar el Sistema SAP PM para el Proceso de Tecnologías de la Información.	Causas 5 y 2
Solución 3: Explotar funcionalidades del Sistema SAP PM para el Proceso de Tecnologías de la Información.	Causas 5, 4 y 2

Tabla 4. Generación de soluciones

Etapa I.5 Informe del diagnóstico: El diagnóstico concluye con el uso del diagrama causa-efecto donde resulta lo siguiente: Insuficientes mejoras al proceso de Mantenimiento de TI. Entre las principales causas se encuentra el bajo porcentaje de explotación del módulo de PM de SAP. En la figura 2 se presenta el resultado del diagnóstico realizado.

Etapa II. Identificación de las oportunidades de mejora: Con el objetivo de detectar oportunidades de mejora y establecer prioridades se analizó el diagrama Ishikawa. Se empleó el método *Delphi* sobre las principales causas que exponen la insuficiente mejora del proceso de mantenimiento de TI para decidir las de mayor importancia. Se muestra en la tabla 2 el nivel de concordancia de los expertos.

El GDM constituido por 5 especialistas, efectuó el cálculo de concordancia mostrando estas causas para ser analizadas (Tabla 3).

Etapa III. Generación y selección de soluciones: La planificación de la estrategia es la manera de conseguir un salto cualitativo en el servicio que presta. Se proponen diversas alternativas de solución a cada una de las causas identificadas (Tabla 4).

Estrategia de mantenimiento de las Tecnologías de la Información

Actualmente se aplica la estrategia de mantenimiento preventivo a los equipos que conforman las configuraciones finales de los clientes y se gestionan los mantenimientos correctivos a todos los equipos exceptuando los *switch* y *plotter*. Las operaciones diseñadas de los mantenimientos preventivos se basan

Equipo	Mantenimiento Reactivo		Mantenimiento Proactivo	
	Correctivo Planificado	Correctivo No Planificado	Preventivo Planificado	Preventivo no Planificado
PC	x	x	x	x
Monitor		x		x
UPS		x		x
Estabilizador		x		x
Impresora	x	x		x
Switch				
Plotter				
Laptop		x		
Servidor		x		x
Mantenimiento Preventivo				
Frecuencia anual		2 veces bajo condiciones normales y veces bajo condiciones desfavorables		3
Tiempo de duración		1.5 horas		

Tabla 5. Estrategia de mantenimientos de Tecnologías de la Información por tipo de equipo

en los ajustes, limpiezas y revisiones. Se utilizan insumos de limpieza especializados (Tabla 5).

Se diseña la estrategia de mantenimiento de TI siguiendo la clasificación antes expuesta, incluyendo a todos los equipos informáticos que integran actualmente el parque informático. En el caso de la configuración final de los clientes, se establece mantener su concepción inicial, solo excluyendo las impresoras. Para los restantes equipos se organizan las operaciones a realizar, así como su periodicidad, para proyectar como parte de la estrategia los mantenimientos proactivos (Tabla 6).

Se realizó una investigación sobre las métricas y se tomó como referencia la experiencia de los especialistas para definir una estrategia de mantenimiento de TI. Se

establece como estrategia la implementación de los mantenimientos reactivos y proactivos por tipo de equipo, con los detalles de las operaciones y frecuencia (Tabla 7).

Parametrizaciones al Sistema SAP PM para el Proceso de Tecnologías de la Información

En los controles se identificaron 4 actividades que responden a revisión y asociación, que se realizarían de forma automática de estar interrelacionados el módulo de Control de Activos Fijos con el Módulo PM.

Esta interrelación garantizaría la calidad de la información de las bases de datos de los equipos. Se propone la sincronización de los datos maestros activos fijos y equipos.

	Mantenimiento Reactivo		Mantenimiento Proactivo		
	Correctivo Planificado	Correctivo No Planificado	Preventivo Planificado	Preventivo no Planificado	Predictivo
PC	x	x	x	x	
Monitor	x	x		x	
UPS	x	x		x	
Estabilizador	x	x		x	
Impresora	x	x	x	x	
Switch (Rack)	x	x	x	x	
Plotter	x	x	x	x	
Laptop	x	x	x	x	
Servidor	x	x			x

Tabla 6. Mantenimiento de Tecnologías de la Información por tipo de equipo

Frecuencia Anual	Tiempo de Duración	Equipo	
2	1,5 horas	Unidad Central	Físico
			Lógico
		Monitor	
		Teclado y Mouse	
		UPS-Estabilizador	
3	2 horas	Impresora	Gama baja-Media
12	2 horas		Gama Alta
1	24 a 44 horas	Rack (Switch)	
1	6 horas	Plotter	
1	2 horas	Laptop	

Tabla 7. Estrategias de mantenimiento proactivos de Tecnologías de la Información



Figura 3. Contenido de los segmentos del módulo de PM –SAP

Las parametrizaciones consistirán en asignar a una clase de activos fijos un tipo de equipo y/o una clase de objeto.

Al crear un registro maestro de activos fijos el sistema genera automáticamente un equipo y sincroniza sus campos según las asignaciones efectuadas. A la inversa también es posible, al crear un registro maestro de equipos, generar automáticamente un activo fijo con los correspondientes valores.

La depuración entre las bases de datos de los activos fijos y equipos para la sincronización de las mismas, será la base que responderá al flujo de trabajo adecuado para la lograr la actualización de los datos maestros.

Funcionalidades Sistema SAP PM para el Proceso de TI

El proceso de mantenimiento de TI presenta un bajo porcentaje de explotación del *software* SAP PM. Se propone potenciar las bases de datos creando las clases y características de los objetos técnicos, la actualización de los catálogos asociados a los equipos, la utilización de las instrucciones de trabajo y la planificación de las capacidades.

En el caso de las instrucciones se crearían utilizando las operaciones y normas de servicios, esto lograría aumentar la efectividad en el trabajo e incrementar el rendimiento del equipamiento tecnológico, a cuenta de la implantación de métodos de trabajo más racionales.

La planificación de capacidades permitirá organizar racionalmente el uso de la fuerza de trabajo en el proceso de mantenimiento correctivo.

La figura 3 detalla los contenidos propuestos según los segmentos del módulo PM de SAP.

Implementadas las funcionalidades en el Sistema SAP PM para TI, se puede hacer uso de su sistema de información y control del proceso. SAP PM ofrece una diversidad de informes para la mejora del proceso de mantenimiento, control de gastos, control de tiempos, etc. Además, se alcanzarían las funcionalidades siguientes:

Objetos técnicos estructurados (equipos, subequipos, conjuntos).

Definición flexible de planes de mantenimiento preventivo.

Paquetes de mantenimiento basados en el tiempo.

Gestión de avisos correctivos o de averías.

Gestión de órdenes de mantenimiento.

Stocks de recambios.

Estadísticas de intervenciones y de averías en los sistemas de información.

Gestión de operaciones de mantenimiento subcontratadas.

Costes de mantenimiento integrados en la contabilidad analítica y liquidándose al receptor adecuado (centro de coste productivo o de estructura, activo, proyecto, etc.).

Asignación de técnicos y evaluación de carga de trabajo.

Posibilidad de conectar con una gestión de catálogos de recambios (OCI).

Posibilidad de gestión documental.

Integración con activos.

Se diseña un documento con las funcionalidades del módulo mantenimiento de planta (PM) del *software* de gestión empresarial (SAP) para el proceso de mantenimiento de TI con el fin de dotar a los especialistas de un documento que viabilice el uso eficiente de la herramienta. El documento consta de 4 epígrafes: Objetos Técnicos, Avisos de Mantenimiento, Orden de Mantenimiento y Mantenimiento Preventivo.

Etapas IV. Diseño y aprobación del Plan de Mejora: Se presenta un plan de mejoras al proceso de mantenimiento de las TI. Después de realizar el diagnóstico, se diseñan las acciones de mejoras junto a las necesidades de recursos, presupuesto, e indicadores de impacto (Tabla 8).

Se presenta un cronograma para la implementación de las tareas de las acciones de mejoras al proceso de mantenimiento de tecnologías de la información.

Estrategia de Mantenimiento de Tecnologías de la Información: Inicia el Plan de mejoras. Durante un período de 60 días se realizarán 10 tareas secuenciales de acciones de mejoras.

Parametrizaciones al Sistema SAP PM para el proceso de TI: Se inicia el día 42, durante este periodo se realizarán 3 tareas paralelas de acciones de mejoras con una duración total de 88 días.

Funcionalidades del sistema SAP PM para el proceso de TI: Se inicia el día 128, durante este perio-

do se realizarán 6 tareas secuenciales de acciones de mejoras con una duración total de 128 días.

El cronograma para la implementación de las tareas de las acciones de mejoras al proceso de mantenimiento de TI fue sometido a debates técnicos por el consejo de dirección de la VPTI. El mismo fue aprobado para su implementación.

Etapas V. Implementación y evaluación del Plan de mejora: El plan ha sido cumplido en un 100% sobre los equipos de impresión de gama alta. En el caso de los restantes equipos se planificó para etapas posteriores. Considerando las variables que se relacionan a continuación, se efectuó un análisis de correlación y regresión con la finalidad de determinar el grado de asociación entre dichas variables y, por consiguiente, evaluar el impacto que presentan sobre el mantenimiento reactivo para verificar la estrategia propuesta.

Se estableció un análisis de correlación para evidenciar estadísticamente si existe relación lineal entre las variables estudiadas. Mediante la utilización del *software Minitab* se puede afirmar que la salida mostrada evidencia que en el 90.8% de las veces existe una relación lineal entre el mantenimiento proactivo y reactivo.

Análisis de Correlación

Variables:

Mantenimientos proactivos PM02 (preventivo planificado, preventivo no planificado y predictivo)

Mantenimientos reactivos PM01 (correctivo planificado y correctivo no planificado)

Acción de mejora	Estrategia de Mantenimiento de Tecnologías de la Información	Parametrizaciones al Sistema SAP PM para el Proceso de Tecnologías de la Información.	Funcionalidades Sistema SAP PM para el Proceso de Tecnologías de la Información.
	8 meses	5 meses	7 meses
Responsable	1. Director de Informática y Microinfraestructura	1. Director de Informática y Microinfraestructura 2. Director de Plataformas Empresariales	1. Director de Informática y Microinfraestructura
Recursos	Propios	Propios	Propios
Presupuesto	Propios	Propios	Capacitación
Indicador	1. Disponibilidad de la técnica instalada	1. Mejora del proceso de mantenimiento	1. Mejora del proceso de mantenimiento, 1. Control de gastos, control de tiempos 1. Disponibilidad de la técnica instalada

Tabla 8. Plan de mejoras al proceso de mantenimiento de Tecnologías de la Información

Correlation: Pm01; PM02

Correlación de Pearson Pm01 y PM02 = 0,908

P-Value = 0,033

Al existir una fuerte correlación entre las variables se hace necesario evaluar mediante un modelo matemático el impacto del mantenimiento proactivo sobre el mantenimiento reactivo. La salida de regresión del *software Minitab* arrojó en la ecuación obtenida que los mantenimientos reactivos se minimizan con el aumento de los mantenimientos proactivos.

Análisis de Regresión

Se realizó un análisis de regresión lineal simple, utilizando las mismas variables.

Análisis de regresión: Pm01 versus PM02

Análisis de Varianza

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regresión	1	16,497	16,497	14,13	0,033
PM02	1	16,497	16,497	14,13	0,033
Error	3	3,503	1,168		
Total	4	20,000			

Resumen del Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,08063	82,48%	76,64%	0,00%

Coefficientes

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-0,713	0,664	-1,07	0,362	

PM02 0,03038 0,00808 3,76 0,033 1,00

Ecuación de regresión

$Pm01 = -0,713 + 0,03038 PM02$

Para validar la calidad del modelo se emplea el coeficiente de determinación (R-sq), indicando que el 82.48% de las veces el modelo proporciona un buen ajuste.

Al analizarse el impacto del mantenimiento proactivo sobre el reactivo, para un nivel de significación del 5% se puede evidenciar que es significativo.

p-Value

$0.033 \leq 0.05$.

Análisis económico

Se evaluó de manera porcentual la incidencia del mantenimiento proactivo en la disponibilidad de las impresoras de gama alta. La figura 4 muestra la técnica instalada por años y su relación con los costos de mantenimiento en miles de pesos.

Costos de mantenimiento y Técnica instalada de impresoras de gama alta (MP)

A partir de la implementación de la estrategia de mantenimiento proactivo por tipo de equipo se evidencia una tendencia favorable en la correlación entre el costo de mantenimiento y el valor de los activos beneficiados. Se evidenció la efectividad de la estrategia trazada para los equipos de impresión de

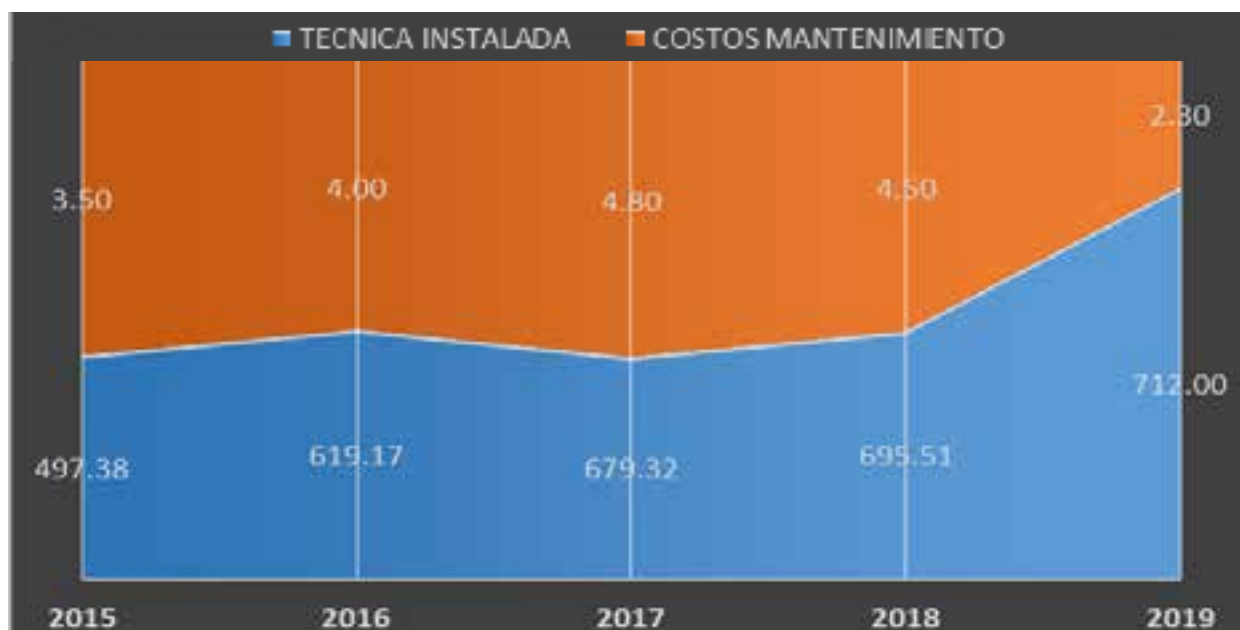


Figura 4. Costos de mantenimiento y Técnica instalada de impresoras de gama alta

gama alta. Se clasifica el mantenimiento proactivo como una acción de bajo costo y alto impacto.

Conclusiones

El análisis realizado mediante el procedimiento de diagnóstico al proceso de mantenimiento de TI en ETECSA permitió definir las principales deficiencias, evidenciando la necesidad de mejorar el proceso.

La sincronización de los activos y equipos en el sistema optimizará el proceso de mantenimiento automatizando 4 actividades.

La implementación de las funcionalidades propuestas en el Sistema SAP PM para TI, redundará en un mejor uso del sistema de información y control del proceso, al aumentar su uso en un 53%.

Los mantenimientos proactivos es una acción de bajo costo y alto impacto en las impresoras de gama alta, evidenciando una disminución en un 25%.

El procedimiento "Diseño e implementación de mejoras al proceso de mantenimiento de TI en ETECSA" establece las herramientas y técnicas necesarias para la toma de decisiones factibles.

Recomendaciones

Se hace necesaria la aplicación de esta investigación al resto de los equipos tecnológicos para evaluar el impacto del procedimiento presentado.

Términos y definiciones

Mantenimiento: es una combinación de acciones técnicas definidas a partir de una concepción del mantenimiento, de acciones administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de la máquina en la intención de mantener o retomarla al estado donde pueda cumplir su función. El mantenimiento se divide en reactivos y proactivos, básicamente los reactivos contienen a los mantenimientos correctivos planificados y no planificados. En el caso de los mantenimientos proactivos sujetan a los mantenimientos preventivos y predictivos.

Mantenimiento correctivo: Es la acción que se realiza para la corrección de la falla o del desempeño menor que el esperado. Estas están condicionadas

por: desempeño deficiente indicado por el control de las variables operacionales y ocurrencia de fallo. De ese modo, la acción principal en el mantenimiento correctivo es corregir o restaurar las condiciones de funcionamiento del equipamiento o sistema. El mantenimiento correctivo puede ser dividido en: mantenimiento correctivo no planificado y planificado.

Mantenimiento correctivo no planificado: es la corrección de la falla de manera aleatoria.

Mantenimiento correctivo planificado: es la corrección del desempeño menor que el esperado, o de la falla, por decisión general; es decir, por decisión tomada en función de un control predictivo o por la decisión de operar hasta la rotura.

Mantenimiento Preventivo: El mantenimiento preventivo es la acción realizada con el objetivo de reducir o evitar la falla, o la caída del desempeño, obedeciendo a un plan previamente elaborado, basado en intervalos de tiempo definidos. Este mantenimiento será más conveniente cuanto mayor sea la facilidad de la reposición; cuanto más alto sean los costos de las fallas; cuanto más la falla perjudique la producción y cuanto mayor sean las consecuencias de las fallas en la seguridad personal y operacional.

Mantenimiento Preventivo planificado: Servicios preventivos preestablecidos a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina), definidos en unidades calendario (día, semana) o en unidades no calendario (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos etc.).

Mantenimiento Preventivo no planificado: Servicios preventivos ejecutados en función de la condición operativa del equipo (reparación de defectos, predictivo, reforma o revisión general etc.).

Mantenimiento predictivo: Es la acción realizada sobre la base de la modificación de un parámetro tomado como parámetro de condición o desempeño, y cuyo control obedece a una sistemática protección. Su objetivo es prevenir fallas en los equipamientos o sistemas a través del control de diferentes parámetros, permitiendo la operación continua del equipamiento por el mayor tiempo posible.

Referencias bibliográficas

COBIT (2019). Obtenido en: www.isaca.org.

- Dubé-Santana, M., Hevia-Lanier, F., Michelena-Fernández, E., Suárez-Ordaz, D. I., y Puerto-Díaz, O. (2017). Procedimiento de mejora de la cadena inversa utilizando metodología seis sigma. *Ingeniería Industrial*, 38 (3), 247-256.
- Falcón-Acosta, O., Petersson-Roldán, M., Benavides-García, S., y Sarmenteros-Bon, I. (2016). Los métodos cuantitativos en la mejora de los procesos del catering. *Ingeniería industrial*, 37 (1), 70-77.
- ISO – 9000. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario*.
- ISO - 9001. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos*.
- López-García, Z., y Michelena-Fernández, E. (2014). Mejora del proceso de prestación del servicio en una instalación de servicios gastronómicos. *Ingeniería industrial*, 35 (1), 34-44.
- Marrero-Hernández, R. (2013). *Modelo para el Diagnóstico planificación y control del mantenimiento aplicado en la Empresa de Servicio a Grupos Electrógenos (DPCM)*. Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”. La Habana. Cuba.
- Marrero-Hernández, R. A., Vilalta-Alonso, J. A., y Martínez-Delgado, E. (2019). Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 40(2), 148-160.
- Müller-Carrazana, L. (2014). *Procedimiento para el estudio de la organización del trabajo del mantenimiento a medios de cómputo del Taller de Servicios Telemáticos*. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”. La Habana.
- NC ISO/IEC-20000. (2016). *Tecnologías de la Información - Gestión de Servicios*.
- NC ISO/IEC - 27001. (2016). *Tecnología de la Información - Técnicas de Seguridad- Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información- Requisitos*.
- SAP (2019). *Manuales de consultaría SAP. ¿Qué es un ERP? ¿Qué es SAP?* Obtenido en: <http://www.mundosap.com/foro/downloads.php?do=cat&id=4>.

