

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**“ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE
MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
MÓDULO PROBADOR DE MÁQUINA DE PRUEBA DE
MICROPROCESADORES.”**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

AUTOR: DIANA LUCÍA CALDERÓN BRENES

TUTOR: ING. ADOLFO ARIAS ECHANDI

SEDE ARANJUEZ

San José, marzo, 2022

CONTENIDO

Dedicatoria	6
Agradecimientos.....	7
Resumen ejecutivo.....	8
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	9
Planteamiento del problema	9
Objetivos.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos	9
Justificación.....	10
Antecedentes.....	11
Internacionales	11
Nacionales.....	13
Proyecciones.....	16
Limitaciones	16
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	17
Norma ISO 9001.....	17
Capítulo 4. Contexto de la organización.....	20
Capítulo 5. Liderazgo	20
Capítulo 6. Planificación.....	20
Capítulo 7. Apoyo.....	20
Capítulo 8. Operación	21
Capítulo 9. Evaluación de desempeño	21
Capítulo 10. Mejora	21
Definición de Mantenimiento.....	22

Administración de Mantenimiento	22
Modelo de Gestión de Mantenimiento	23
Estrategias de mantenimiento.....	24
Mantenimiento preventivo.....	24
Mantenimiento correctivo.....	26
Mantenimiento predictivo.....	28
Mantenimiento programado.....	29
Mantenimiento autónomo.....	32
Norma COVENIN 2500 – 93	32
Principio básico.....	33
Demérito.....	33
Metodología de los 7 Pasos	35
Estructuración de la metodología de los 7 pasos.....	35
Metodología AMFE.....	37
Pasos y criterios para elaborar el AMFE.....	37
Reducción de Costos	38
Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno	39
Retorno de Inversión.....	41
Diagrama de Ishikawa	42
Componentes Intel de Costa Rica S.A.	44
Descripción de la Corporación Intel	45
Descripción del proceso productivo de microprocesadores	45
Proceso de prueba de microprocesadores	46
CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO	50
Enfoque de la investigación.....	50

Enfoque cuantitativo	50
Enfoque cualitativo	50
Enfoque mixto.....	51
Fuentes de información.....	51
Unidades de análisis.....	52
Recolección y análisis de datos	53
CAPITULO IV ANÁLISIS DE DATOS	55
Tiempo inactivo en máquina debido a Probador	56
Eventos que provocan inactividad en Probador	56
Tiempo inactivo en máquina ligado a eventos de fallo más representativos	59
Repuestos consumidos por mes para dar mantenimiento correctivo a Probadores ..	61
Análisis de causa raíz para eventos de fallo más representativos	63
Falla por alta temperatura en tarjeta	64
Apagados repentinos.....	65
Fallo de carga de programa.....	67
Bin 9801 - Fallo de memorias DIMM	68
Bin 9901 – Tarjeta de potencia	69
Reestructuración de Manual de Mantenimiento Preventivo para Probador basado en requisitos de Norma ISO 9001:2015	69
Capítulo 6. Planificación.....	69
Capítulo 7. Apoyo.....	73
Capítulo 8. Operación	76
Capítulo 9. Evaluación del desempeño	78
Capítulo 10. Mejora	78
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80

Conclusiones.....	80
Recomendaciones	81
CAPITULO VI PROPUESTA	82
Referencias	83
Anexos.....	85
Apéndice A: Tiempo inactivo generado por Probador en celdas de módulo	85
Apéndice B: Gráfico de eventos que provocaron caídas a Probador completo....	86
Apéndice C: Gráfico de segmentación completa de evento “Bin de fallo”	87
Apéndice D: Diagrama Ishikawa de eventos de fallo más representativos	88
Apéndice E: Manual de mantenimiento preventivo – Versión desactualizada	89
Apéndice F: Manual de mantenimiento preventivo – Versión actualizada	97
Apéndice G: Certificado de terminación de curso ISO9001:2015	104

Resumen ejecutivo

El crecimiento exponencial del requerimiento de dispositivos electrónicos en la vida cotidiana de cada vez más personas hace necesario que en la industria actual donde se utilizan equipos de alta tecnología el mantenimiento preventivo, predictivo o programado tome un papel de suma relevancia, debido a que los procesos deben mantener un flujo cada vez más rápido y sin contratiempos que limiten la producción de alto volumen.

La manufactura de microprocesadores requiere de un proceso de pruebas exhaustivas con el fin de entregar la más alta calidad en el producto final. Para estos procesos de prueba se debe asegurar un flujo continuo en el cual las máquinas deben mantenerse trabajando idóneamente para no afectar los indicadores introduciendo señales incorrectas o deteniendo el proceso por fallas mecánicas, eléctricas, de software, entre otras. Es justo en la búsqueda de esa continuidad idónea en donde recae la importancia de implementar dentro del flujo de procesos de manufactura un plan de mantenimiento bien estructurado.

El proyecto se desarrolla en la empresa Componentes Intel de Costa Rica S.A., específicamente en el Laboratorio de Gran Volumen o Mega Lab, en el área de Probador Modular de Alta Densidad en el cual se ejecutan pruebas térmicas y de segregación de microprocesadores.

La propuesta conlleva la mejora e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para el módulo o colateral Probador perteneciente a la máquina llamada Probador Modular de Alta Densidad, para lo cual se va a generar una revisión del manual de mantenimiento actual, con el fin de aplicar mejoras al documento con base en el estudio del área respectiva, los componentes del módulo, las reparaciones correctivas actuales, los indicadores y alarmas de la máquina relacionada al módulo y por consiguiente, la implementación del plan.

Este proceso involucra también la implementación de las mejoras del plan a nivel corporativo. Además, el análisis de reducción de costos enfocado en ahorro de repuestos, mejora en vida útil de componentes que forman parte del módulo y reducción de tiempo inactivo en máquina.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

¿Cuáles deben ser los procesos correctos por seguir en un mantenimiento preventivo de Probador, para disminuir tiempo inactivo en máquina y generar ahorro en consumo de repuestos en el área de Probador Modular de Alta Intensidad en Intel?

Objetivos

Objetivo general

Implementar una mejora en el mantenimiento preventivo para el sistema de pruebas térmicas y segregación de microprocesadores e introducir mejoras al manual de mantenimiento del equipo.

Objetivos específicos

1. Establecer el programa de mantenimiento preventivo correspondiente al colateral Probador.
2. Evaluar el manual de mantenimiento preventivo de colateral Probador para la aplicación de mejoras a procesos ya establecidos.
3. Implementar la mejora del programa de mantenimiento preventivo a nivel corporativo.
4. Analizar la reducción de costos de reparaciones correctivas con la implementación del programa.
5. Validar la disminución de tiempo inactivo en máquina generado por afectación de colateral.

Justificación

Los estándares de calidad que mantiene una organización como Intel son rigurosos, no obstante, la mejora continua es parte del crecimiento y enriquecimiento para que los estándares establecidos no bajen su rango.

El área de Probador Modular de Alta Densidad se encarga de realizar pruebas térmicas a los microprocesadores, una vez que los mismos se encuentran ya en su etapa final de fabricación; estas pruebas evalúan el buen funcionamiento del microprocesador en ambientes extremos para asegurar que los clientes recibirán unidades de alta calidad.

En búsqueda de esa mejora continua del área, se establece un análisis de uno de los colaterales que componen la máquina, conocido como Probador, que es el encargado de gestionar los programas de pruebas, proveer señales eléctricas y almacenar datos de resultados a nivel eléctrico, de tiempo y térmicos.

El proyecto se basa en el análisis de los fallos presentes en el Probador a lo largo del año 2021, con el fin de determinar los procesos necesarios para implementar en el manual de mantenimiento preventivo y por ende en el plan de ejecución de este.

Además, se desea evaluar la reducción de tiempo inactivo en máquina generado por Probador y la reducción de costos por consumo de repuestos que conlleva la implementación de la mejora en el manual de mantenimiento preventivo. Adicional, contempla el entrenamiento del proceso y la futura evaluación.

Antecedentes

Internacionales

Tesis #1

INSTITUCIÓN: Revista Técnica Industrial, Madrid, España.

TÍTULO: Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo

AUTOR: Francisco Rey Sacristán.

FECHA: diciembre 2014

En el número 300 de la revista Técnica Industrial, de diciembre de 2012, el autor publicó un artículo técnico titulado ‘Determinación de la necesidad de un mantenimiento preventivo en una industria’. En él se identificaban los equipos que se debían incluir en un plan de mantenimiento preventivo en función de una serie de variables relacionadas con las características de la empresa y del sistema de producción. En esta ocasión, el autor presenta cómo determinar las tareas a incluir en los equipos identificados en el proceso seguido en dicho artículo. El objetivo de las tareas de mantenimiento preventivo que se van a aplicar sobre los componentes de un determinado sistema de producción es “mantener la funcionalidad” de dicho sistema.

Este artículo se tomará como guía paso a paso para la evaluación del programa actual y eventualmente para la aplicación de mejoras al mismo.

Tesis #2

INSTITUCIÓN: Universidad Nacional del Callao, Perú.

TÍTULO: Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción de la empresa Basa.

AUTOR: Daysi Avalos Chuquilin

FECHA: febrero, 2018

Describe el desarrollo de cuatro fases orientadas a incrementar la disponibilidad de los equipos de la manera siguiente: En la Fase I se realiza la Identificación de los diferentes equipos con los que cuenta la empresa, se toma el inventario, codificación y elaboración de tarjeta

maestra para cada uno de ellos. En la Fase II se lleva a cabo la evaluación de criticidad bajo una matriz de ponderación, la cual permite establecer prioridades entre los equipos. En la Fase III se diseña el plan de mantenimiento preventivo basado en la norma ISO 14224.2016, la cual describe diversos tipos de actividades preventivas a ejecutar en los equipos.

Esta tesis realiza una evaluación de criticidad a modo de generar una jerarquía de procesos, un aspecto importante en el análisis del presente proyecto.

Tesis #3

INSTITUCIÓN: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, Perú

TÍTULO: Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C.

AUTOR: Jorge Luis Gonzales Guzman

FECHA: Octubre, 2016

El trabajo propone la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo.

Se describen situaciones de caos en las líneas de producción cuando hay que recurrir momentáneamente al mantenimiento correctivo, además de pérdida de tiempo e incumplimiento en la demanda.

A partir del diagnóstico realizado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones a cada máquina con su respectivo inventario.

El método propone un programa de mantenimiento en el que se describe la tarjeta de activo de los equipos, en la que se anotan las características técnicas más relevantes de un cada uno y sus respectivos puntos de mantenimiento.

Como resultado se obtiene un programa mantenimiento preventivo que garantice la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por supuesto, el aumento su capacidad de funcionamiento en un instante determinado y también la seguridad de operar sin producir daños materiales o laborales. Se obtiene un aumento en la producción por cada tipo de ladrillo de un promedio de 12 %.

Se consideran dos aspectos relevantes de esta tesis: el primero el análisis de aumento de producción y el segundo, la reducción de mantenimiento correctivo.

Nacionales

Tesis #1

INSTITUCIÓN: Instituto Tecnológico de Costa Rica

TÍTULO: Revisar el Programa de Mantenimiento Preventivo para encontrar oportunidades de mejora e incorporación de las bases del Mantenimiento Autónomo como introducción al TPM.

AUTOR: Marcos Antonio Calvo Arce

FECHA: junio 2015

Las máquinas de Oberg tienen la capacidad de crear piezas con tolerancias del orden de millonésimas de pulgada. No obstante, el mantenimiento brindado a estas no ha sido del todo eficiente, debido, entre otras cosas, a que no se contaba con un programa de mantenimiento amoldado a las condiciones reales de operación de las máquinas. Las debilidades en la organización del mantenimiento también han sido señaladas por los auditores de la norma ISO 13485:2003. Se decidió evaluar al departamento de mantenimiento con la norma COVENIN 2500-93 Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria. Con el propósito de poder medir cuantitativamente las fortalezas y debilidades del departamento y así identificar oportunidades de mejora. Además, se generó un programa para desarrollar el primer nivel Mantenimiento Autónomo.

Se tomarán en cuenta las observaciones derivadas de la norma mencionada y las etapas consideradas por Jorge Valverde en el documento *Estrategias de mantenimiento* para la mejora del programa de mantenimiento preventivo.

Tesis #2

INSTITUCIÓN: Instituto Tecnológico de Costa Rica

TÍTULO: Propuesta de mejoramiento para la gestión de recursos humanos y del tiempo en el departamento de ingeniería de prueba y ensamble en la empresa componentes Intel de Costa Rica S.A.

AUTOR: Juan Pablo Zawadzki Wisniewski

FECHA: Febrero, 2011

En la actualidad, la corporación Intel es una de las empresas multinacionales de mayor renombre a nivel mundial y la número uno en la fabricación de microprocesadores para servidores y computadoras personales, tanto de escritorio como portátiles, entre otras cosas. Gran parte de este éxito se debe a la excelencia en sus procesos operativos, en los que mantiene un alto grado de estandarización en sus diferentes plantas productoras, independientemente de su ubicación geográfica y las culturas de los países en donde se encuentran. El principal objetivo de esta investigación fue el de aportar una propuesta de mejora en la gestión de proyectos, que permita progresivamente alcanzar ese nivel de excelencia que busca la empresa y la corporación en todas sus labores, tanto operativas y de servicios, como de proyectos. La propuesta de mejoramiento presentada se estructuró con base en cuatro entregables principales: investigación del estado actual del departamento en la gestión formal de proyectos, definición del estado ideal de este grupo a nivel de dirección de proyectos, análisis de brechas entre estos dos estados y la generación de recomendaciones concretas para mejorar en los procesos de administración de los proyectos. El trabajo de investigación presentado pretende crear una propuesta de mejoramiento en la dirección de proyectos dentro del departamento de ingeniería de procesos, alineado a la visión de la corporación, para poder ser parte de los esfuerzos de mejora continua en este ramo.

Esta tesis se toma en cuenta para el análisis por ser de la misma corporación sobre la que se plantea la nueva investigación planteada., utilizando referencias a nivel de explicación de procesos, reseña de la compañía y lenguaje adaptado.

Tesis #3

INSTITUCIÓN: Instituto Tecnológico de Costa Rica

TÍTULO: Propuesta de mejoras para el departamento de mantenimiento de la planta de producción de empaques flexibles del Grupo Ecoplast S.A.

AUTOR: Richard Enrique Rodríguez Murillo

FECHA: 2014

En este trabajo se realiza una evaluación del departamento de mantenimiento mediante la norma COVENIN 2500-93, para determinar el estado actual de la organización de mantenimiento. Se efectúa un análisis de la evaluación realizada para encontrar oportunidades

de mejora. Además, se realiza la propuesta de un modelo de gestión básico del mantenimiento, acorde con las capacidades y tamaño de la empresa que funcione como base para el departamento. Se sustenta en el mantenimiento preventivo de los equipos críticos de producción con el fin de evitar las paradas no programadas. Se realiza una propuesta con una serie de actividades de mantenimiento preventivo para los equipos de producción seleccionados mediante un análisis de criticidad. La intención es que estas sean las actividades de origen para continuar con la implantación del mantenimiento preventivo. Se diseñan los documentos administrativos principales para poder llevar un control de los trabajos de mantenimiento. Además, estos documentos se acompañan con los diagramas de flujo respectivos para su utilización en el contexto operacional de la planta. Finalmente, se realiza un sistema de bases de datos en Microsoft Access para el manejo de la bodega de materiales, repuestos y suministros.

En lo relacionado con el presente proyecto, se estudiará por medio de la referencia la norma COVENIN 2500-93, ya que la misma consiste en un manual de evaluación de los puntos importantes para la organización relacionados con el mantenimiento.

Proyecciones

- Se realizará un manual de mantenimiento preventivo mejorado basado en el estudio de las fallas más representativas a lo largo del año 2021.
- Se expondrá la reducción del tiempo de inactividad del módulo, provocado por el Probador, esperado con la implementación del plan de mantenimiento preventivo.
- Se evaluarán las oportunidades de ahorro en repuestos que se pueden generar con la aplicación del nuevo manual de mantenimiento preventivo.
- Se implementará el proceso de mantenimiento preventivo para Probador basado en manual mejorado.

Limitaciones

- La empresa Componentes Intel de Costa Rica S.A., tiene reglamentos claramente establecidos respecto a los derechos de propiedad intelectual, por lo que la información expuesta responde al cumplimiento de los ámbitos de responsabilidad y confidencialidad de esta, y limita en algunos aspectos el detalle de ciertos datos para proteger y cumplir estos reglamentos.
- El lenguaje técnico utilizado en este proyecto se considera básico para poder adaptarse al nivel de conocimiento general y entendimiento de este, restringiendo el uso de algunos términos técnicos comunes propios de la teoría para facilitar la lectura del documento.

En el punto que abarca el planteamiento de recomendaciones a nivel corporativo, la aceptación, implementación y seguimiento de ellas será competencia de cada administración.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

Norma ISO 9001

Toda organización debe ajustarse a un sistema de gestión de calidad para establecer sus procesos de la manera más fiable, estructurada y que permitan un flujo de desarrollo sostenible.

Existe una Norma Internacional en relación con los sistemas de gestión de calidad mencionados, es de suma relevancia conocer en primera instancia de dónde proviene la misma.

Tal como lo indica la referente Organización Internacional de Normalización (2015) “ISO” por sus siglas en inglés:

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica. (p. V).

Una vez que se tiene claro de dónde proviene la Norma, es importante definir de qué se trata la misma y cuáles son los beneficios de implementar un sistema de gestión de la calidad en una organización. ISO (2015) hace mención puntual de estos beneficios potenciales:

- a) La capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.
- b) Facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente.
- c) Abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos.
- d) La capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados. (p. VII).

Las ventajas de implantar un sistema ISO 9001 se basan en aumentar la satisfacción del cliente, pero eso lleva consigo mejora en la calidad de los productos, reducción de costos en

relación con el tiempo debido al análisis y revisión constante de los procesos que permite la optimización de estos, además de la mejora en la satisfacción de los empleados al contemplar las necesidades y expectativas.

Por otro lado, se pueden contemplar otros beneficios que trae consigo la implementación de la norma, como lo es que las empresas de mayor volumen de facturación o las de presencia internacional tienden a valorar que sus proveedores cuenten con el certificado, que en algunos casos es exigencia o requisito. La misma relevancia tiene cuando se participa en un concurso público, es decir, cuando el cliente es una administración pública o con el suficiente volumen y prestigio para seleccionar sus proveedores mediante concurso abierto o restringido a un número determinado de empresas. Lo anterior quiere decir que el certificado en la Norma ISO 9001 brinda una relevante diferenciación competitiva.

Por lo tanto, una organización certificada bajo la Norma ISO 9001 demuestra una gran voluntad de mejorar la satisfacción del cliente y además estabilidad financiera y de gestión.

Esta Norma se enfoca en procesos y se basa en el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) y el pensamiento basado en riesgos. La orientación a procesos permite a una organización estructurar sus procesos y la correlación entre ellos.

Además, ISO (2015) establece la relevancia del ciclo PHVA y el pensamiento basado en riesgos:

El ciclo PHVA permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente, y que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia.

El pensamiento basado en riesgos permite a una organización determinar los factores que podrían causar que sus procesos y su sistema de gestión de la calidad se desvíen de los resultados planificados, para poner en marcha controles preventivos para minimizar los efectos negativos y maximizar el uso de las oportunidades a medida que surjan. (p. VII).

La Norma se basa en 7 principios de la gestión de la calidad para desarrollar cada proceso y la interacción entre ellos, a su vez el ciclo PHVA puede aplicarse a todos los procesos que envuelven al sistema de gestión de la calidad.

Tal como se puede observar en la figura 1, los 7 principios específicos que a su vez constituyen los capítulos de procesos en la Norma son los siguientes:

- Contexto de la organización
- Liderazgo
- Planificación
- Apoyo
- Operación
- Evaluación de desempeño
- Mejora.

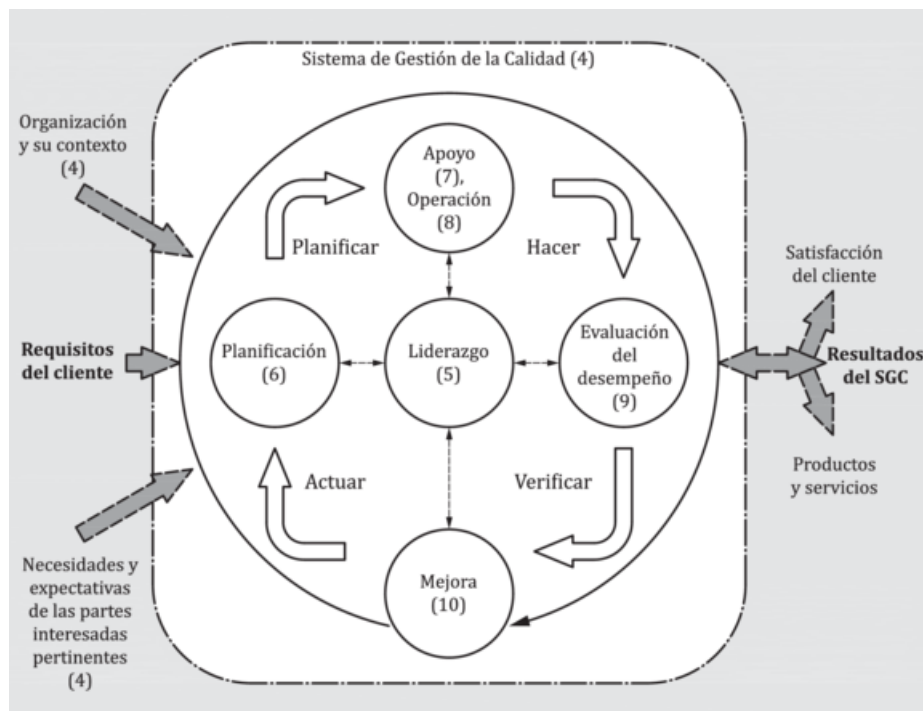


Figura 1. Representación de la estructura de la Norma Internacional ISO 9001 con el ciclo PHVA.

Fuente: ISO 9001 (2015).

Cada uno de los principios representa un capítulo de la norma, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo 4. Contexto de la organización

En este capítulo se exponen diversos aspectos que permitan comprender la organización y su contexto tanto interno como externo. Además, se explican las necesidades y expectativas de las partes interesadas que son aquellas que generan riesgo significativo para la sostenibilidad de la organización.

Por otro lado, habla de la determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad y sus procesos.

Capítulo 5. Liderazgo

Esta sección determina el liderazgo que maneja la organización y el compromiso con enfoque al cliente y en el aumento de su satisfacción.

Además, comprende el establecimiento y comunicación de la política de la calidad. Ahonda en los roles, responsabilidades y autoridades que se deben establecer en la organización.

Capítulo 6. Planificación

El capítulo de planificación evalúa el tema de acciones para abordar riesgos y oportunidades, las cuales deben ser proporcionales al impacto potencial en la conformidad de los productos y los servicios.

Se indica que la organización debe establecer objetivos sobre la calidad y cumplir con un proceso de planificación para lograrlos; esto involucra determinar la necesidad de cambios en el sistema de gestión de calidad que deben llevarse a cabo.

Capítulo 7. Apoyo

Establece que la organización requiere determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión de la calidad, recursos tales como personas, infraestructura, el ambiente para la operación de los procesos y recursos de seguimiento y medición para dar trazabilidad de las mediciones y determinar conocimientos de la organización.

De igual manera, establece el nivel de competencia que debe tener cada persona para ejecutar las labores y la toma de conciencia de cada una respecto a los temas que giran en torno a la política de calidad.

Por otro lado, determina los pasos a seguir respecto a la información documentada, desde la creación y actualización hasta el control de esta.

Capítulo 8. Operación

Este capítulo hace referencia a la planificación y control operacional que contempla los requisitos para los productos y servicios tales como comunicación con el cliente, la determinación, revisión y cambios en los requisitos.

Además, contempla la planificación del diseño y desarrollo de los productos y servicios junto con el control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente.

Capítulo 9. Evaluación de desempeño

Esta sección abarca el seguimiento, medición, análisis y evaluación tomando en cuenta la satisfacción del cliente, el análisis y evaluación de los datos que surgen por el seguimiento y medición.

De igual manera, establece la planificación de auditorías internas y revisión por la dirección del sistema de gestión de la calidad de la organización para asegurarse de su conveniencia, adecuación y alineación continuas.

Capítulo 10. Mejora

Este corresponde al último capítulo de la norma y hace referencia a la determinación y selección de las oportunidades de mejora y acciones para cumplir los requisitos y aumentar la satisfacción del cliente.

Además, establece que la organización debe mejorar continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia del sistema de gestión de la calidad.

Componentes Intel de Costa Rica S.A. ya cuenta con la certificación ISO 9001, por lo tanto, sus procesos se basan en la norma. La mejora continua es parte de la cultura que existe en sus empleados lo que da paso a proyectos que estén en constante búsqueda del incremento de calidad en procesos y productos, de disminución de tiempo inactivo, de fallas y de costos alrededor de toda su metodología.

Definición de Mantenimiento

La importancia del mantenimiento se basa en obtener la mayor productividad con el uso racional, eficiente y económico de una planta industrial y del recurso humano, sin el cual difícilmente se llegaría a culminar de forma continua un proceso industrial para obtener un determinado producto.

Por lo tanto, tal como lo indica Rey (2001):

El Mantenimiento Total de una línea de producción lo podemos definir como el conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización de una línea automática de producción pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un determinado Plan de Producción en constante evolución (p.27).

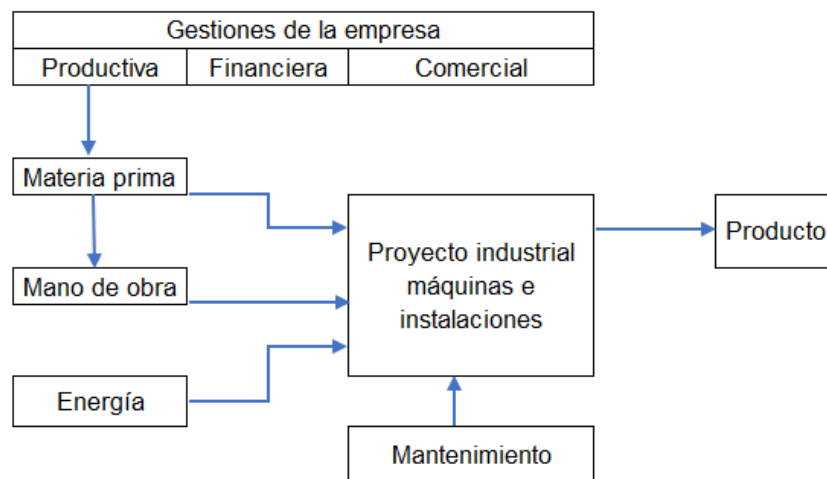


Figura 2. Papel de mantenimiento en gestión empresarial

Fuente: Creación propia adaptado de Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa (2001)

La figura muestra el papel que tiene el mantenimiento dentro de toda la estructura de gestión empresarial, totalmente ligado al área productiva.

Administración de Mantenimiento

Se deben tener equipos que cumplan sus funciones con la menor cantidad de actividades de reparación innecesarias. Por esta razón, se dejó de ver el mantenimiento como un gasto de poca relevancia a una herramienta valiosa que genere beneficio para la empresa.

La administración de mantenimiento ha ido evolucionando al pasar de los años, pues se han visto mejoras. De igual manera, se buscan alternativas y estrategias para que el mantenimiento se dé con costos más bajos; también, se requiere que los índices de confiabilidad y disponibilidad sean muy altos.

Modelo de Gestión de Mantenimiento

Meneses (2016) establece que el modelo de gestión de mantenimiento ayuda a que se integren todos los aspectos de gran importancia del departamento de mantenimiento, para colaborar a determinar los objetivos del mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. Esto se realiza por medio de la planificación, del control y de la supervisión del mantenimiento, así como al mejorar los métodos organizativos, y, por supuesto, los aspectos económicos.

Un modelo de gestión debe ser lo más eficiente posible, enfocado en cumplir con los objetivos de la empresa, y con ello reducir los costos indirectos asociados con las pérdidas de producción; debe lograr operar y producir al menor costo posible y reducir los costos directos de mantenimiento al máximo. Además, debe mermar el riesgo para el personal y el medio ambiente y enfocarse en el funcionamiento óptimo de los equipos, lo cual aumenta su vida útil. De esta forma se pueden generar indicadores claves del proceso de gestión de mantenimiento, los cuales ayudarán a evaluar el modelo. Pues bien, para asegurar un sistema eficaz se deben tomar en cuenta factores determinantes, como disponibilidad de recursos y manejo de estos.

Un modelo de gestión debe contemplar el contexto estratégico y operacional existente. En este sentido, propone 7 etapas que, como mínimo, debe tener un modelo de gestión de mantenimiento. Las etapas son las siguientes:

1. Análisis de la situación actual
2. Jerarquización de equipos
3. Análisis de puntos débiles
4. Diseño de planes de mantenimiento óptimos
5. Programación del mantenimiento
6. Evaluación y control de la ejecución de mantenimiento
7. Análisis del ciclo de vida

Para desarrollar cada una de las etapas, la empresa debe disponer de información suficiente de sus activos y organización para analizar cada una de ellas. Además, que el modelo se enfoque en ser una herramienta estratégica de la empresa y se integre con las demás áreas.

Estrategias de mantenimiento

Mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento se destina a aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, contribuyendo en la vida útil de los mismos. En este mantenimiento se incluyen indicadores para mantener un control sobre todas las acciones que se lleven a cabo o bien, valorar y analizar las que ya se efectuaron.

Tal como lo menciona Rey (2014):

El plan de mantenimiento preventivo (PMP) va a definir la estrategia del mantenimiento más pertinente que aplicar sobre un equipo, frente a las consecuencias de no aplicarlo. Al realizar el estudio, es posible encontrar los fallos juzgados como críticos definiendo:

- El tipo de mantenimiento que realizar.
- El contenido y descripción de las tareas.
- La frecuencia o intervalos entre dos intervenciones (p.31).

Un programa de mantenimiento preventivo correctamente enfocado ayuda a prevenir fallas y, en caso de detectar una avería, es posible minimizar las consecuencias provocadas. De esta forma, se reducen significativamente los costos de administración de los activos por medio de una planificación más eficaz de los recursos.

De acuerdo con Calvo (2015) un plan de mantenimiento preventivo puede ser enfocado de diferentes maneras:

Reemplazo de equipos o componentes.

Los elementos de máquinas se desgastan como consecuencia de su operación normal o por el tipo de ambiente en el que se desenvuelven, por ende, se hace necesario restaurar el estado original de las máquinas.

Conservación o restauración.

Consiste en revisar los equipos en forma programada para mantener sus condiciones básicas, frecuentemente se realizan desmontajes para analizar componentes internos.

Rutinas de inspección.

Se realizan recorridos de chequeo de los equipos y aunque no se realizan desarmes ni reemplazos, aportan información valiosa.

Limpieza, ajuste y lubricación.

Mediante rutinas periódicas de limpieza y lubricación, se pueden mantener las máquinas en condiciones óptimas de operación.

Calibración.

La calibración permite ajustar y controlar los parámetros de calidad con que deben fabricarse los productos de acuerdo con normas y estándares establecidos. Existen dos indicadores ampliamente utilizados por los profesionales en mantenimiento, los cuales permiten monitorear la efectividad con que se aplica un plan de mantenimiento preventivo; esos indicadores son: disponibilidad y confiabilidad. La disponibilidad es definida como la probabilidad de que una máquina funcione siempre que se requiere, mientras que la confiabilidad se encarga de medir la frecuencia con que se dan las fallas, entonces si no hay fallas la confiabilidad será de 100% (p.21).

Según Dixon, Duffuaa y Raouf (2000), las siguientes 4 razones son las que generan enfoque en mantenimiento preventivo:

- La frecuencia de fallas prematuras puede reducirse mediante una lubricación adecuada, ajustes, limpieza e inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y el posible efecto dominó en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias negativas para la seguridad, el ambiente o la capacidad de producción.

- En donde se pueda vigilar la degradación gradual de una función o un parámetro, como la calidad de un producto o la vibración de una máquina, puede detectarse el aviso de una falla inminente.
- Finalmente, hay importantes diferencias en costos tanto directos (por ejemplo, materiales) como indirectos (por ejemplo, pérdidas de producción) debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma, y debido también a que el costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que uno planeado y a que la calidad de la reparación puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia (p.78).

Según Rey (2001) las primeras condiciones que se le deben exigir al mantenimiento son:

Evitar averías y que los trabajos de mantenimiento no absorban el tiempo de producción de las máquinas e instalaciones, o en todo caso, en la mínima proporción posible. La continuidad se consigue inspeccionando y reparando antes de que los desgastes puedan producir averías, realizando reparaciones de forma planificada. Éste (*sic*) es el llamado Mantenimiento Preventivo. Ahora bien, a pesar de aplicarse este, no se podrán evitar averías imprevistas, producidas por deficiencias no aparentes y, por tanto, no detectadas en inspecciones preventivas, o bien por posibles errores o negligencias del personal que utiliza los equipos, por falta de preparación, instrucciones, formación, etc. Cuando esto ocurre, el servicio de mantenimiento ha de intervenir en una reparación de emergencia, llamándose a este tipo de actividad “Mantenimiento de Rotura” o “Correctivo”, el cual difícilmente puede ser planificado en primera intervención (pp. 44-46).

Justamente, la definición de Mantenimiento Correctivo se estará abordando a continuación.

Mantenimiento correctivo.

De acuerdo con Gonzáles (2016) se entiende por mantenimiento correctivo a la corrección de las averías o fallas que se van presentando en los equipos. Es la frecuente reparación tras una avería que obligó a detener los equipos o máquina afectada por el fallo, la cual ha dejado de prestar el servicio parcial o total correspondiente a su diseño. El

mantenimiento correctivo exige atención inmediata, por lo tanto, esta no puede ser debidamente programada. Es ejecutada por técnicos especializados que tienen por objetivo recuperar equipos descompuestos. Este tipo de mantenimiento requiere tener disponibilidad de repuestos debido a que en cualquier momento pueden fallar los componentes pertenecientes a la máquina o equipo, por lo que es un tipo de mantenimiento costoso en caso de no poseer otros tipos implementados. Se caracteriza por tener poco planeamiento y grandes pérdidas productivas por la baja disponibilidad que pueden llegar a tener los equipos.

El mantenimiento correctivo se clasifica en:

- No planificado
- Planificado

González (2016, p.26-27) establece la definición de ambos mantenimientos correctivos de la siguiente manera:

a. Mantenimiento correctivo no planificado.

Es el mantenimiento correctivo de emergencia que debe llevarse a cabo con la mayor celeridad para evitar que se incrementen costos e impedir daños materiales o humanos.

Si se presenta una avería imprevista se procederá a repararla en el menor tiempo posible para que el sistema, equipo o instalación siga funcionando normalmente sin generar perjuicios o se reparará aquello que por una condición imperativa requiera su arreglo.

b. Mantenimiento correctivo planificado.

El mantenimiento correctivo planificado prevé lo que se hará antes que se produzca el fallo, de manera que cuando se detiene el equipo para efectuar la reparación, ya se dispone de los repuestos y del personal técnico asignado con anterioridad en una programación de tareas.

Al igual que el anterior corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

Este tipo de mantenimiento difiere del no planificado en que se evita ese grado de apremio del anterior, porque los trabajos han sido programados con antelación.

Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo ha evolucionado generando variables más complejas. Tal como lo indican Botero, Cañon y Olarte (2010):

El mantenimiento predictivo consta de una serie de ensayos de carácter no destructivo orientados a realizar un seguimiento del funcionamiento de los equipos para detectar signos de advertencia que indiquen que alguna de sus partes no está trabajando de la manera correcta. A través de este tipo de mantenimiento, una vez detectadas las averías, se puede, de manera oportuna, programar las correspondientes reparaciones sin que se afecte el proceso de producción y prolongando con esto la vida útil de las máquinas (p.224).

Para entender cómo darse cuenta de que se está próximo al desencadenamiento de una falla, se hace referencia a lo indicado por Gonzáles (2016):

Si bien ésta (*sic*) es tarea para especialistas, se puede decir que, previo al surgimiento de una falla, la característica seguida se genera de la evolución que venía llevando hasta ese momento, el seguimiento permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallas repetitivas, puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

Como inconveniente, se puede mencionar que se necesita constancia, ingenio, capacitación y conocimientos, aparatos de medición y un adecuado registro de todos los antecedentes para formar un historial (p.31).

Hasta este punto se han estudiado tres tipos de mantenimiento, tal como se puede observar en la tabla 1, la diferencia de costos entre ellos es marcada y queda definido que el Mantenimiento Predictivo es el que genera mayor ahorro a la compañía en su momento de operación, pero siendo el más costoso en temas de implementación.

COSTOS	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
Para implementar	Bajo	Mediano	Altos
Improductivos	Altos	Medianos	Muy bajos
Tipo de parada	Altos e indefinidos	Predefinidos	Mínimos
Asociado a existencia de repuestos	Alto consumo e indefinidos	Alto consumo y definidos	Consumo mínimo

Tabla 1. Comparación de costos entre tres tipos de mantenimiento

Fuente: (Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C., 2016)

Mantenimiento programado.

Agrupar al preventivo y al predictivo los que son realizados de acuerdo con una periodicidad establecida con anterioridad.

En esta etapa se programan todas las tareas relacionadas con las estrategias que van de la mano con los tiempos de producción de la empresa. Su objetivo es señalar cuándo se deben realizar las actividades de mantenimiento. Según el proceso se programan para periodos semanales, mensuales o anuales.

Según Dixon *et al.* (2000) el mantenimiento programado o planeado consiste en:

El mantenimiento planeado es un esfuerzo integrado para convertir la mayor parte del trabajo de mantenimiento, en mantenimiento programado. Incluye la inspección y el servicio de trabajos que se realizan a intervalos recurrentes específicos. También incluye el mantenimiento con base en las condiciones.

En el mantenimiento planeado, todas las actividades se organizan previamente. Esto incluye la selección y abastecimiento de materiales. La planeación de los materiales permite una programación más confiable, además de los ahorros de costos en entrega y pedidos de materiales. Asimismo, los trabajos se planifican en momentos que no alteren los programas de entregas y de producción. Los ahorros con la introducción del mantenimiento planeado son significativos en términos de la reducción del tiempo muerto y los costos de materiales. El mantenimiento planeado ofrece un

enfoque acertado para mejorar el mantenimiento y cumplir con los objetivos establecidos (p.68).

A continuación, se presentan los pasos para desarrollar un programa de mantenimiento planeado de acuerdo con Dixon *et al.* (2000):

Administración del plan.

El primer paso en el desarrollo de un programa completo de mantenimiento planeado consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo; además, es esencial el compromiso de la dirección para el cumplimiento exitoso del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.

Inventario de las instalaciones.

El inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas, de un sitio. Se labora con fines de identificación.

Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de este, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).

Identificación del equipo.

Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada pieza del equipo. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en este proceso de identificación. El código deberá indicar la ubicación, tipo y número de máquina. Este sistema de códigos deberá diferir de planta a planta y su diseño reflejará la naturaleza de la instalación.

Registro de las instalaciones.

El registro de las instalaciones es un archivo (electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo (partida) debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio,

detalles de conexión, detalles de cimentación, dimensiones generales, tolerancias, número de plano de referencia, número de referencia para los manuales de servicio, intercambiabilidad con otras unidades, etc.

Programa específico de mantenimiento.

Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre y número de identificación del equipo, su ubicación, número de referencia del programa, lista detallada de las tareas que se llevarán a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.

Especificación del trabajo.

La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento y los detalles para cada tarea dentro del programa de mantenimiento. La especificación del trabajo deberá indicar el número de identificación de la pieza (equipo), ubicación de esta, referencia del programa de mantenimiento, número de referencia de especificación del trabajo, frecuencia del trabajo, tipo de técnicos requeridos para el trabajo, detalles de la tarea, componentes que se van a reemplazar, herramientas y equipos especiales necesarios, planos de referencia, y manuales y procedimientos de seguridad a seguir.

Programa de mantenimiento.

El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento debe realizarse mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción.

Esta es la etapa en donde se programa el mantenimiento planeado para su ejecución.

Control del programa.

El programa de mantenimiento debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa. Si se observan desviaciones, es necesaria una acción de control.

Mantenimiento autónomo.

Pretende responsabilizar del mantenimiento mínimo a los usuarios de los equipos, ya que, si este tiene el conocimiento técnico para lograr darle mantenimiento parcial o total a su máquina, esto ayudará a aumentar la vida útil de los equipos y disminuirá los trabajos que deban realizar los técnicos o ingenieros a cargo del departamento de mantenimiento, dándoles más tiempo para dedicarse a otras labores y a su vez requiriendo menos personal técnico según las necesidades de la empresa.

Para una formación efectiva de los operarios, el programa de capacitación debe abarcar desde lo más simple hasta lo más complejo. Inicialmente, se pretende que los trabajadores de producción conozcan los estándares básicos para luego ir incrementando su conocimiento sobre los criterios necesarios para saber discernir cuando el funcionamiento de una máquina es normal o anormal, lo cual permitiría atacar la falla antes de que se produzca.

Norma COVENIN 2500 – 93

La norma fue creada en 1958 por la comisión venezolana de normas industriales y su aplicación está enfocada a empresas o plantas manufactureras que se encuentren en funcionamiento. Fue desarrollada con el fin de poder medir cuantitativamente el grado de madurez en el que se encuentran los departamentos de mantenimiento en las empresas manufactureras. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye comités y comisiones técnicas de normalización donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con su área específica.

Según lo establece Calvo 2015, la norma contempla cuatro factores específicos que se dividen en 12 áreas. Cada área está compuesta por principios básicos y deméritos, los cuales se definen como:

Principio básico.

Es aquel concepto que refleja las normas de organización y funcionamiento, sistemas y equipos que deben existir y aplicarse en mayor o menor proporción para lograr los objetivos del mantenimiento.

Demérito.

Es aquel aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o su incidencia negativa origina que la efectividad de este no sea completa, disminuyendo en consecuencia la puntuación total del principio.

Cada principio básico cuenta con una puntuación máxima establecida, los deméritos restan al principio básico y pueden restar cualquier valor comprendido entre cero y el valor máximo indicado para cada uno de ellos.

Dicho lo anterior, se puede observar la composición las métricas de evaluación:

Área	Principio básico
Organización de la empresa	Funciones y responsabilidades
	Autoridad y autonomía
	Sistema de información
Organización de mantenimiento	Funciones y responsabilidades
	Autoridad y autonomía
	Sistema de información
Planificación de mantenimiento	Objetivos y metas
	Políticas para la planificación
	Control y evaluación
Mantenimiento (Rutinario, Programado, Circunstancial, Correctivo)	Planificación
	Programa de implantación
	Control y evaluación
Mantenimiento Preventivo	Determinación de parámetros
	Planificación
	Programa de implantación
	Control y evaluación

Área	Principio básico
Mantenimiento por avería	Atención a las fallas
	Supervisión y ejecución
	Información sobre las averías
Personal de mantenimiento	Cuantificación de las necesidades del personal
	Selección y formación
	Motivación e incentivos
Apoyo logístico	Apoyo administrativo
	Apoyo gerencial
	Apoyo general
Recursos	Equipos
	Herramientas
	Instrumentos
	Materiales
	Repuestos

Tabla 2. Áreas y rubros de evaluación según norma COVENIN 2500-93

Fuente: (Elaboración propia)

Con respecto a la escala de medición para rubros mencionados anteriormente se define, según los puntos obtenidos, una calificación, la cual se observa en tabla 3.

EXCELENCIA	(80 - 100) %
COMPETENCIA	(61 - 80) %
ENTENDIMIENTO	(41 - 60) %
CONCIENCIA	(25- 40) %
INCONSCIENCIA	(0 - 24) %

Tabla 3. Escala de medición para norma COVENIN 2500-93

Fuente: (Elaboración propia)

Tal como lo menciona Rodríguez (2014) cada criterio se determina de la siguiente manera:

- **Excelencia:** Existe una gestión de mantenimiento de clase mundial con las mejores prácticas operacionales.
- **Competencia:** Existe una gestión de mantenimiento con tendencia a clase mundial, pero existen pequeñas brechas por cerrar. Es un sistema muy bueno con nivel de operaciones efectivas.
- **Entendimiento:** Existe una gestión de mantenimiento básica, por encima del promedio. Se aplican algunas de las mejores prácticas de mantenimiento clase mundial.
- **Conciencia:** Existe una gestión de mantenimiento básica, pero se desconocen las mejores prácticas de mantenimiento clase mundial o de las filosofías de mantenimiento existente. En promedio y con oportunidades para mejorar.
- **Inconsciencia:** No existe una gestión de mantenimiento básica. Por debajo del promedio con muchas oportunidades de mejorar (pp.23-24).

Metodología de los 7 Pasos

Es una técnica de mejora continua que busca robustecer las debilidades que presenta una compañía, tanto en sus procesos como en su entorno laboral. Adicional, es un método estructurado y consistente para solucionar problemas de forma rápida, económica y segura, donde la realización detallada de los 7 pasos determina el éxito de la realización de la metodología. Los pasos por seguir se detallan seguidamente.

Estructuración de la metodología de los 7 pasos.

Como lo indica el nombre, se deben realizar 7 pasos para que la metodología se desarrolle con éxito. Dentro de cada paso se utilizará una técnica que permitirá profundizar más en la solución del problema.

Definir el problema.

Esta es la parte más importante, pues si el problema se logró definir correctamente, la forma para solucionarlo estaría incluida en la etapa definir, y las opciones de mejora se convierten en un tema fácil de resolver.

Para facilitar la delimitación del problema, se le deben buscar varias características que sean medibles, concisas y factibles de cambio. Entre ellas, se debe identificar a la de mayor impacto y que objetivamente pueda ser cambiada. Documentación de la situación actual.

En esta fase se debe asegurar que el problema está correctamente dirigido, considerando que el contenido es el necesario en cuanto a partes interesadas y la situación existente de la empresa.

Se debe documentar sobre quiénes participan en la solución del problema y la importancia que tiene este para la empresa; en el archivo documental se evaluará ¿cuándo llegó a ser un problema?, ¿cuál es el impacto a los accionistas? y, sobre todo, ¿cuánto le cuesta a la empresa este problema?

Identificar causas.

Cuando se presenta un problema para análisis, lo recomendable es lanzar una lluvia de causas que contemplen las 7M (mano de obra, método, máquinas, materiales, máquina, medio ambiente y medible) mediante datos e indagaciones se identifican las más relacionadas al problema, y de ellas se define la raíz de la situación.

Desarrollar soluciones.

Se debe realizar una lista de soluciones con base en la causa raíz, en la que se establecerá un análisis de cada una de ellas para llegar a la solución correcta. También, se debe analizar si dicha solución es la mejor en cuanto, tiempo, costo y aplicación.

Implementar soluciones.

En esta etapa se implementa la solución que fue aprobada en la etapa anterior; se establecen metas e indicadores para fomentar el progreso de la solución. Asimismo, se identifican los recursos necesarios y el tiempo de implementación.

Estandarización y pasos por seguir (control).

Estos son los últimos pasos de la metodología, los cuales buscan que existan estándares para la elaboración de la solución y que las mejoras se mantengan en el tiempo. También, se debe llevar un control donde se evalúen los logros y lecciones aprendidas, así como establecer a dónde se quiere llegar.

Metodología AMFE

La metodología de análisis de modo y efecto de falla (AMFE) es una herramienta de análisis que permite identificar las fallas que ocurren en un determinado proceso, donde según la frecuencia y la severidad de la falla, esta se clasifica mediante una jerarquización previamente establecida, para así tomar las medidas pertinentes del caso. Esta herramienta es muy eficaz, económica y simple de ejecutar en los diferentes procesos, y ayuda a que se tomen decisiones que mejoren las prácticas de mantenimiento, siempre que se siga un orden y se distingan los criterios de severidad para así hacer un análisis confiable.

El AMFE anteriormente se orientó a detectar fallas durante del diseño o rediseño de los productos, así como las fallas que presenta el proceso de producción. Sin embargo, en los últimos años esta metodología se vio aplicada a campos que presentan los siguientes problemas.

- En las fallas o impedimentos en la instalación de un equipo y que provocan que no sea rápida o fácil.
- Los modos de falla potenciales que obstaculizan que el mantenimiento a un equipo sea rápido.
- La facilidad de utilización de un equipo.
- Seguridad y riesgos ambientales.

Pasos y criterios para elaborar el AMFE.

Para la efectiva realización de esta metodología se deben seguir una serie de pasos, donde lo primero es formar un equipo de trabajo que tenga el conocimiento técnico necesario y establecer qué proceso o equipos se van a incluir para el análisis. Ya realizado este paso, se deben analizar todos los puntos que permitan elaborar la tabla resumen del método.

Modo potencial de falla.

Es la manera en que el equipo o proceso pueda fallar al no cumplir con sus labores. Se completa contestando la pregunta ¿Cómo el proceso o equipo puede llegar a fallar?

Efecto potencial de falla.

Son los efectos que produce el modo de falla, donde una forma efectiva de identificación es realizando la pregunta ¿Qué ocasiona el modo de falla?

Severidad.

Se clasifica en una escala de 1 a 10 y representa la gravedad de la falla para el cliente o para una operación posterior, donde el 1 indica una consecuencia sin efecto y el 10 una consecuencia grave. Se debe aclarar qué cliente, para este caso, es gerencia, producción o personal a cargo.

Causa de fallo potencial.

La causa de fallo se define como la acción que puede provocar el modo de fallo, es decir, la causa que provoca la aparición de la falla.

Ocurrencia.

Es la clasificación que se genera para evaluar cada cuánto ocurre la falla mencionada, debido a la causa asignada. Por ello, se tiene un rango de 1 a 10, siendo 1 muy poca frecuencia y 10 consistentemente se da la falla.

Controles actuales del proceso para detección.

Para esta etapa se deben listar los controles o las acciones que se realizan para detectar o prevenir una causa de falla, incluso aquellas que detecten el modo de falla y corregirlo a tiempo.

Detección.

Es una clasificación que se genera para determinar cómo los controles establecidos detectan la falla. Se debe suponer que la falla ha sucedido y entonces se evalúa la eficiencia del control, y al igual que los otros aspectos se clasifica entre un rango de 1 a 10.

Reducción de Costos

En toda organización es de suma relevancia establecer proyectos que mantengan los gastos bajo control y mejor aún, que establezcan reducciones ya sea en procesos, adquisición de capital, repuestos, subcontrataciones, entre otros. Dicho esto, establecer procesos de mantenimiento a los equipos contribuye a la reducción de costos debido a la estabilidad que se les otorga a los equipos y al control de repuestos.

Tal como lo menciona Dixon *et al.* (2000):

El mantenimiento puede contribuir a reducir el costo del producto mediante un esfuerzo continuo de reducción de costos en las operaciones de mantenimiento. La

reducción de costos en el mantenimiento puede obtenerse aplicando técnicas de ingeniería de métodos. Estas técnicas estudian la forma en que el trabajo se está llevando a cabo con el fin de desarrollar una mejor forma de realizar el mantenimiento. La ingeniería de métodos tiene pasos bien definidos para examinar el trabajo de mantenimiento a fin de simplificar y eliminar pasos innecesarios. Esta reducción y simplificación del trabajo da como resultado ahorros en costos. En los esfuerzos dirigidos a la reducción de costos, se debe considerar lo siguiente:

1. Materiales y refacciones alternos.
2. Método alternativo para inspección y reparación general.
3. Equipos y herramientas alternos.
4. Procedimientos alternos para la planeación y la programación.
5. Estándares de tiempo alternos para los trabajos.

La técnica de la ingeniería de métodos ofrece medios valiosos para mejorar el mantenimiento y controlar los costos.

Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno

Cuando se inicia un proyecto empresarial es importante visualizar tanto su viabilidad financiera como su rentabilidad. Estos datos pueden conocerse con la ayuda de varias fórmulas, entre ellas el VAN y TIR.

Tal como lo indica Pérez (2021) se explican las diferencias, importancia y características de VAN y TIR de la siguiente manera:

Diferencia entre VAN y TIR.

Son dos fórmulas financieras empleadas con frecuencia para analizar cuán oportuno puede ser un proyecto para una empresa, independiente del área en el que opere o del tipo de producto al que se apunte.

Las siglas VAN corresponden al Valor Actual Neto, mientras que el TIR es la Tasa Interna de Retorno. Ambas fórmulas se relacionan de forma directa con el flujo de caja de los negocios y buscan hacer más preciso el cálculo del tiempo que un negocio tardará en recuperar su inversión inicial.

Para que un negocio sea realmente rentable, el valor del VAN debe ser siempre mayor que cero. Esto indicará que en un plazo estimado se podrá recuperar la inversión que ha puesto en marcha el negocio y se tendrá más beneficio que si el dinero se hubiese invertido en renta fija.

En cuanto a TIR, hace referencia al tipo de interés en el que el número de VAN es cero. Su función es señalar la tasa a la cual se recupera la inversión inicial del negocio transcurrido cierto tiempo.

Lo anterior significa que, cuanto menor sea el TIR, más rentable será un proyecto. Por el contrario, si su valor es mayor del esperado, querrá decir que se trata de un proyecto poco rentable y vulnerable ante las tasas de interés de cada momento.

Importancia de estas fórmulas de cálculo.

VAN y TIR no son las únicas fórmulas para calcular la viabilidad de un proyecto de negocio o una inversión, existen otras. Sin embargo, en lo que sí parece que están de acuerdo buena parte de los profesionales del sector financiero es de que se trata de herramientas idóneas para las primeras fases del proceso.

Medir la viabilidad es fundamental para saber si una empresa debe apostar de lleno por un proyecto. Lo contrario es andar a tuestas en el mercado y esperar que las dinámicas de este sean favorables. Algo que, por lo general, no ocurre sin una planificación.

Además, no es solo ese proyecto lo que está en juego, sino también otros tantos que se pueden derivar de lo que se obtenga en un primer momento.

¿Cuándo usar el VAN?

Lo normal es que las empresas recurran a esta variable cuando quieren homogeneizar los flujos de caja neta. Es decir, convertir todos los montos de dinero generados o aportados en una única cifra.

Por tanto, se usa cuando se quiere saber si el beneficio neto de un negocio es el adecuado o si se están teniendo pérdidas.

¿Cuándo usar el TIR?

Se usa para saber si un negocio es o no rentable. El problema es que el resultado al aplicar esta fórmula no se puede comparar con los resultados de otros proyectos, porque en la rentabilidad influyen otras variables.

En definitiva, el VAN y el TIR son dos herramientas para calcular la viabilidad de un proyecto empresarial, independiente de sus características o área de desempeño. Sin embargo, la diferencia radica en que el primero calcula la rentabilidad y el segundo el tiempo que la empresa tardará en recuperar la inversión inicial.

Retorno de Inversión

El Retorno de Inversión o ROI por sus siglas en inglés para “Retorno Sobre la Inversión”. Es una métrica usada para saber cuánto la empresa ganó a través de sus inversiones. Para calcular el ROI es necesario levantar los ingresos totales, sustraer de estos los costos y, finalmente, dividir ese resultado por los costos totales.

Tal como lo define Custódio (2020), el ROI es un indicador que permite saber cuánto dinero la empresa perdió o ganó con las inversiones hechas (en anuncios pagados, nuevas herramientas, entrenamientos...).

De esta forma, se puede saber cuáles inversiones valen la pena y cómo optimizar aquellas que ya están funcionando para que tengan un rendimiento todavía mejor.

La métrica es importante porque permite que se evalúe cómo ciertas iniciativas contribuyen con los resultados de la empresa.

De la misma forma, con base en el ROI, es posible planificar metas basadas en resultados tangibles y entender si está valiendo la pena o no invertir en determinados canales.

Existe una fórmula simple para calcular el ROI, que consiste en:

$$ROI = \frac{GANANCIA - INVERSIÓN}{INVERSIÓN}$$

Figura 3. Fórmula para calcular ROI

Fuente: (RD Station, 2020)

El ROI es un indicador eficaz cuando se trata de calcular el retorno de una acción y puede ser aplicado a todas las inversiones.

Estar atento a este indicador también permite que la empresa planee sus metas con base en resultados posibles de alcanzar, observando los rendimientos anteriores. Puede identificar, también, el tiempo que las inversiones demoran para traer retorno.

Diagrama de Ishikawa

En búsqueda de metodologías que ayuden a entender el origen de fallas, mejor conocido como causas raíz, de algún proceso, evento o actividad, es donde surge el diagrama de Ishikawa o diagrama de pescado, también se puede encontrar bajo el nombre de diagrama de causa-efecto o de las 6 M.

Kaoru Ishikawa es el creador de esta metodología que desarrolló en 1943. El esquema se basa en la proposición de que todo problema tiene una causa, la falla solo es el efecto de algo que está mal en un proceso. Luego entonces hay que identificar de dónde parten las acciones que están conformando ese problema.

El método se caracteriza por ser un análisis gráfico que lo vuelve fácil de comprender, además, otro valor es su flexibilidad para adaptarse a cualquier tipo de industria, empresa, actividad, contexto o situación.

Tal como lo indica Johanna Rodriguez (2021), la metodología consiste en investigar para identificar las causas y el proceso es el siguiente:

1. Escoge un problema

Una de tus guías son los objetivos, metas e indicadores, ya que si no se logran tienes un verdadero problema. Piensa en cuál es la situación problemática a la que se enfrenta tu equipo.

2. Piensa en términos de las 6 M

En el esquema original, Kaoru Ishikawa hablaba de 6 M o grandes bloques que todo negocio posee para su funcionamiento. Puedes usarlos, omitir algunos o hacer tus propias categorías.

Los 6 bloques o grandes áreas donde se pueden alojar las causas de un problema son:

Método: se refiere a las acciones que llevas a cabo para ejecutar un proceso.

Maquinaria: se trata del equipo técnico o tecnológico que se ocupa para ese proceso.

Mano de obra: implica al personal involucrado en ese proceso.

Materiales: cualquier accesorio, instrumento o material que se ocupa como parte del proceso o para que este se realice.

Medición: aquí se contempla el control que se tiene para lograr el proceso.

Medio ambiente: se refiere más bien del contexto, espacio o lugar.

3. Dibuja el pescado

Tu diagrama debe verse así:

Diagrama de Ishikawa

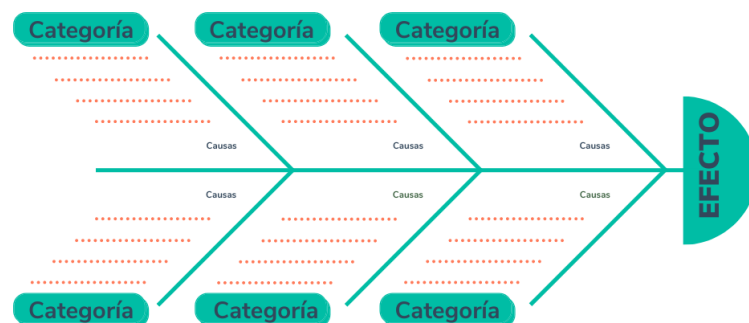


Figura 4. Estructura de diagrama de Ishikawa

Fuente: HubSpot (2021)

Primero haz una línea recta: esta es la espina del pescado; al extremo derecho, en lo que sería la cabeza, anota el problema (efecto).

Posteriormente, en la espina del pescado dibuja unas líneas hacia arriba y otras hacia abajo (como vertientes). Justo esas líneas representan cada una de las categorías o bloques, es decir, las 6 M.

Luego en cada uno de esos bloques anota las causas que se suman a la columna y generan el problema. Por ejemplo:

En método, puede ser la falta de control de calidad.

En maquinaria, el mantenimiento ineficiente de las computadoras.

En mano de obra, disponer de poco personal.

En medición, quizá no se han establecido indicadores de venta.

En materiales, puedes tener proveedores que no entregan a tiempo.

En medio ambiente, una oficina con poca luz y espacios reducidos.

4. Analiza los resultados y da seguimiento

Con lo anterior, tu esquema ya está listo para que anotes los resultados de tu investigación. Esto lo obtienes al organizar reuniones de equipo entre los colaboradores o todos aquellos que tienen que ver con el proceso. Hay que analizar qué obstruye, qué falta o qué sobra mediante una lluvia de ideas.

En este momento ya contarás con un panorama amplio y podrás hacer un análisis más profundo, ya que cada causa se nutre de fallas menores o causas secundarias. Genera grupos que tengan que ver con cada una de ellas para investigar y hallar siempre una causa primaria. Puedes generar encuestas, entrevistas, enviar un correo interno, preguntar a clientes o hablar con proveedores; todo es válido para que tu investigación sea más robusta.

Cuando ya has llenado tu diagrama de Ishikawa llega la hora de que determines las acciones necesarias para corregir desde las fallas pequeñas hasta las causas mayores. Haz un plan, delega las funciones para que quede claro qué resuelve cada uno, qué se cambia, qué se deja de hacer o qué novedad se implementa para lograrlo.

Después de planificar y ejecutar las acciones, es necesario que lleves un control de seguimiento y verificación; realiza una nueva junta en el tiempo establecido para ver un cambio progresivo o el resultado total. Será momento de que vuelvas a tu diagrama de Ishikawa y junto con tu equipo verifiques qué está hecho. Una vez que el problema esté resuelto, la cabeza (efecto) habrá cambiado de ser un problema a un factor de competencia o una mejora.

Componentes Intel de Costa Rica S.A.

La empresa en donde se lleva a cabo el proyecto es Componentes Intel de Costa Rica S.A. Esta es una empresa de manufactura de alta tecnología en donde se ensamblan y prueban

microprocesadores para exportación al mundo entero. Además del proceso principal de manufactura de microprocesadores, se diseñan circuitos electrónicos, se realizan investigaciones, se prestan servicios financieros y contables para la Corporación Intel y se ponen en práctica programas modelo en responsabilidad social empresarial, en las áreas de educación, ambiente y calidad de vida. Intel Costa Rica inició operaciones en marzo de 1998, bajo la figura de sociedad anónima perteneciente a la corporación Intel. El centro de operaciones de manufactura de Intel Costa Rica se ubica en el distrito de la Ribera, cantón de Belén, en la provincia de Heredia, y en la actualidad cuenta con dos plantas de manufactura (CR1 y CR3) y un centro de distribución (CR2).

Descripción de la Corporación Intel

“Intel Corporation” es el más grande fabricante de “chips” semiconductores, basado en ingresos. La compañía es la creadora de la conocida serie de procesadores x86, los procesadores más comúnmente encontrados en la mayoría de las computadoras personales.

Tal como lo indica Zawadzki (2011), Intel fue fundada el 18 de julio de 1968 como “**I**ntegrated **E**lectronics Corporation” por los pioneros en semiconductores Robert Noyce y Gordon Moore, y muchas veces asociados con la dirección ejecutiva y la visión de Andrew Grove – este nombre derivó en el nombre actual (aunque un error común es el de que "Intel" viene de la palabra “**i**ntelligence”).

Por décadas, la Corporación Intel ha desarrollado tecnología que ha sido base del cambio mundial en el uso de la computadora y la revolución global del Internet. En sus orígenes Intel se fundó para la fabricación de productos de memoria e introdujo al mercado en 1971 el primer microprocesador.

Actualmente, Intel es el líder mundial en la innovación del silicio, desarrolla tecnologías, productos e iniciativas para mejorar continuamente la manera en que la gente trabaja y vive.

Descripción del proceso productivo de microprocesadores

El microprocesador, es el circuito integrado más importante, de tal modo que se le considera el cerebro de una computadora. Está constituido por millones de transistores integrados. Puede definirse como “chip”, un tipo de componente electrónico en cuyo interior existen miles o en ocasiones millones, según su complejidad, de elementos llamados

transistores cuyas interacciones permiten realizar las labores o funciones que tenga encomendado el chip.

Este incorpora en su interior una unidad central de proceso (CPU) y todo un conjunto de elementos lógicos que permiten enlazar otros dispositivos como memorias y puertos de entrada y salida (I/O), formando un sistema completo para cumplir con una aplicación específica dentro del mundo real.

Para que el sistema pueda realizar su labor debe ejecutar paso a paso un programa que consiste en una secuencia de números binarios o instrucciones, almacenándolas en uno o más elementos de memoria, generalmente externos al mismo.

La fabricación de microprocesadores en la corporación se compone de Divisiones de trabajo por productos, las cuales administran el diseño, la fabricación, prueba y comercialización de estos. A nivel general, el proceso de fabricación se compone de tres etapas principales:

1. La creación de la oblea (“*wafers*”) que contiene todos los circuitos interconectados del microprocesador.
2. El ensamble del microprocesador, que es la unión de la oblea con el encapsulado final.
3. La prueba estructural y funcional del microprocesador. En cuanto a las dos últimas etapas, estas se llevan a cabo en la planta de manufactura, en este caso la empresa Componentes Intel de Costa Rica S.A., donde los chips son producidos para las compañías ensambladoras de computadoras, que a su vez las distribuyen mediante centros autorizados a los usuarios finales que adquieren computadoras de escritorio y portátiles.

Proceso de prueba de microprocesadores

El proceso de prueba es el que tiene relevancia en este proyecto, debido a que el módulo o colateral Probador al que se desea implementar el proceso de mantenimiento pertenece a una de las máquinas de pruebas, de la cual se detalla a continuación:

Probador Modular de Alta Intensidad.

La máquina se compone de varias secciones para ingreso, registro y prueba de los microprocesadores, se mencionan siguiendo el recorrido que hace el microprocesador de principio a fin:

1. Módulo de puerto de carga, entrada / salida.
2. Escaneo de trazabilidad a nivel de unidad.
3. Sistema de transferencia de bandejas.
4. Búfer de selección y colocación.
5. Columna del probador. El cual contiene tres colaterales:
 - Unidad de Interfaz del Probador
 - Bandeja de Actuación
 - Probador

Esta columna consta de 5 niveles cada uno con dos celdas, es decir, 10 celdas que contienen cada una los tres colaterales mencionados.

Este último módulo o colateral llamado Probador es el punto de estudio, el cual se detalla más adelante.

6. Gabinete de ordenadores y módulo de facilidades, que contiene:
 - Enfriador.
 - Proceso del sistema de agua helada (el que se llamará “PCW” por sus siglas en inglés).
 - La infraestructura de material térmico de interfaz líquida.
 - La unidad de distribución de energía y el panel de control, la línea de alta tensión y las mangueras que transportan los fluidos necesarios para las pruebas.

¿Qué pruebas ejecuta el Probador Modular de Alta Intensidad?

El Probador Modular de Alta Intensidad ejecuta pruebas térmicas que estresan la unidad a muy altas o muy bajas temperaturas de forma aislada, es decir, un proceso a la vez (ya sea caliente o frío).

El proceso de prueba recae en los tres colaterales mencionados en donde la Unidad de Interfaz del Probador funciona como conexión entre el microprocesador y el módulo Probador, el cuál recibe toda la información del lote de microprocesadores que contiene recetas de temperaturas tiempo de prueba, entre otras características, y envía instrucciones a la Bandeja

de Actuación para que actúe sobre la unidad e inicie una rampa de temperatura hasta llegar a la necesaria para la prueba.

Se registran patrones de respuesta para determinar la funcionalidad del dispositivo bajo prueba y los resultados se almacenan en una base de datos para su clasificación inmediata o diferida.

Módulo Probador

Tal como se mencionó anteriormente, el Probador funciona como el cerebro de la operación de prueba, leyendo y generando señales.

Dado a que es un dispositivo complejo es importante que se entienda cómo está constituido, por lo tanto, se detallan las partes que lo componen a continuación:

- Chasis, que consta de tres partes:
 1. El cuerpo del chasis
 2. El panel frontal / cubierta del ventilador
 3. Módulo de actuación de prueba o base del Probador (al que se llamará “TAM” por sus siglas en inglés)
- 2 fuentes de alimentación.
- Tarjetas de extensión de fuente de alimentación (primaria, secundaria).
- Placa de plano o base posterior, también llamada tarjeta de conexión posterior.
- Tarjeta de recursos / térmica.
- Placa de controlador de sitio.
- Cubierta del ventilador con placa del panel frontal.
- Paquete de cables del panel frontal.
- 2 colectores de agua enfriada procesada (“PCW” por sus siglas en inglés) con conexiones rápidas
- Placa y cables de Interfaz de Equipo Universal (“UEP” por sus siglas en inglés)
- Sensor térmico PCW

- 4 sensores de fugas

Adicional a esto, el Probador utiliza placas de instrumentos para crear diferentes configuraciones para la validación de diferentes productos de Intel. Los tableros de instrumentos son dispositivos de medición que se dividen en tarjetas de canal y fuentes de alimentación del dispositivo o a los que se nombran como tarjetas de potencia.

Los tableros de instrumentos utilizan una placa fría de PCW para proporcionar control térmico y estabilidad de temperatura.

Cada Probador contiene 2 fuentes de alimentación del dispositivo de alta densidad y de 5 a 8 tarjetas de canal de alto rendimiento, esto según la configuración por producto.

Cada tarjeta de canal contiene 8 memorias DIMM, que corresponden a módulos de memoria RAM.

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

Enfoque de la investigación

Cuando se habla de enfoque de investigación se hace referencia a la naturaleza del estudio, es decir, el método o la forma en la que se aborda el objeto de estudio. Los tres tipos de enfoques propuestos son Cualitativo, Cuantitativo y Mixto. Con el fin de tener mayor claridad en el concepto y sus diferencias se da una breve explicación a continuación:

Enfoque cuantitativo

Tal como lo indica Yanez (2020), en el enfoque cuantitativo el análisis de la información se basa en cantidades o dimensiones. Es decir, el elemento numérico tiene protagonismo. Cuando en una investigación se usa un enfoque cuantitativo, las hipótesis del investigador se someten a mediciones numéricas y sus resultados se analizan de forma estadística. Se trata de una investigación objetiva y rigurosa en la que los números son significativos.

Este enfoque permite lograr un conocimiento muy particular y comprobable del objeto de estudio. Aunque hay números y estadísticas involucradas, no hace falta ser matemático para hacer un análisis cuantitativo. Hay múltiples herramientas que automatizan y facilitan esta tarea. Se trata de un trabajo secuencial y deductivo en el que la comprobación de las hipótesis suele ser más rápida.

Enfoque cualitativo

Un enfoque cualitativo de la investigación, según Yanez (2020), permite alcanzar un análisis sistemático de información más subjetiva. A partir de ideas y opiniones sobre un determinado asunto, se abre el análisis no estadístico de los datos, que luego son interpretados de una forma subjetiva pero lógica y fundamentada. A diferencia de lo cuantitativo, en este caso el conocimiento que se produce es más generalizado y se orienta de lo particular a lo general.

La forma de recolección e interpretación de los datos suele ser más dinámica, puesto que no obedece a un estándar en esos procesos. Este enfoque favorece la comparación de resultados y la interpretación.

Enfoque mixto

En el enfoque mixto se presentan las características de ambos diseños mencionados anteriormente. La recolección y el análisis de los datos combinan los métodos estandarizados e interpretativos. Se cruzan resultados de uno u otro enfoque.

El presente proyecto, se ejecuta bajo un enfoque de investigación mixto debido a que combina objetivos medibles y realistas tales como la evaluación e implementación de mejoras a procesos de mantenimiento ya establecidos, la aplicación del programa como tal y la validación de disminución de tiempo inactivo en máquina de estudio. Así como objetivos de índole de indagación como el análisis de reducción de costos de reparaciones correctivas con la implementación del programa.

Fuentes de información

Debido al enfoque del estudio es necesario determinar cuáles serán las fuentes de información en las que se basará la recolección de los datos para el desarrollo del proyecto.

El objeto de estudio corresponde al módulo Probador perteneciente a la máquina Probador Modular de Alta Densidad, las cual se encuentran en la empresa Componentes Intel de Costa Rica S.A.

Se contemplan todas las configuraciones ya que comparten las mismas características y condiciones en el área de laboratorio, así como el mismo proceso de ejecución de pruebas y el mismo diagnóstico para su reparación en caso de fallo.

La flota de Probadores contempla más de 350 unidades, de las cuales se toman análisis generales de procesos y ciclos de reparación, vida útil de componentes y señales en máquina. En caso de requerir un muestreo se considera probabilística de aleatoria simple.

Cabe resaltar que, dentro de la población antes mencionada, no se excluye ningún objeto.

Unidades de análisis

Investigaciones con Enfoque Cuantitativo					
Objetivo	Variable	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Definición Instrumental
Establecer programa de mantenimiento programado correspondiente al colateral.	Manual con mejoras implementadas	Cantidad de módulos dentro del cumplimiento y porcentaje de cumplimiento de la tarea	Aplicación de mantenimiento preventivo para optimización de tiempo en proceso de manufactura	Observación y análisis de fallos	Base de reparación de módulo y señales de máquina
Implementar la mejora del programa de mantenimiento programado a nivel corporativo.		Cantidad de sedes que acepten implementación de manual con mejoras	Propagación de manual con mejoras	Aceptación de manual nuevo por parte de sedes	Unidad compartida de documentos oficiales
Validar la disminución de tiempo inactivo en máquina generado por afectación de colateral.	Ejecución de pruebas en máquina	Tiempo inactivo por celda de máquina debido a módulo Probador	Validación de disminución de tiempo inactivo por causa de reparación de módulo	Análisis de indicadores de máquina	Software de máquina, base de datos de registro de indicadores
Analizar la reducción de costos de reparaciones correctivas con la implementación del programa.	Análisis de historial de consumo de repuestos y tiempo perdido en máquina	Reducción de costos	Reducción de mantenimiento correctivo debido a implementación de mantenimiento programado	Obtención de registro de consumo de repuestos y tiempo invertido en reparación	Registro de base de datos

Tabla 4. Investigaciones de Enfoque Cuantitativo

Fuente: (Elaboración propia)

Investigaciones con Enfoque Cualitativo					
Objetivo	Categoría de Análisis	Subcategoría	Definición Conceptual	Instrumento	Ítem
Evaluar el manual de mantenimiento preventivo de colateral probador para la aplicación de mejoras a procesos ya establecidos.	Manual de mantenimiento actual del módulo Probador	Procesos establecidos	Aplicación de mantenimiento preventivo para optimización de tiempo en proceso de manufactura	Observación y análisis de fallos	Base de reparación de módulo y señales de máquina

Tabla 5. Investigaciones de Enfoque Cualitativo

Fuente: (Elaboración propia)

Recolección y análisis de datos

Se inicia evaluando cada segmento del manual de mantenimiento preventivo actual del Probador, como acción complementaria se estudian los procesos de reparación existentes con el fin de establecer claridad sobre las actualizaciones tanto física como de software para el módulo como tal, para las herramientas y para las estaciones de trabajo que se utilizan en la reparación.

Adicional, se analizan las bases de datos de señales emitidas en máquina respecto a fallos o posibles daños en los Probadores, de manera que se pueda tomar un registro periódico de estos. Con lo anterior, se establecen puntos en común o repeticiones en comportamientos que guíen en el enfoque de acción.

Una vez completado el análisis se procede a aplicar las mejoras en el manual tomando como referencia los hallazgos obtenidos. Seguidamente, se establece la implementación del programa de mantenimiento tomando como referencia el manual actualizado, organizando el inicio de la ejecución con los probadores cuyos indicadores muestren una mayor propensión a fallo.

Por otro lado, se utiliza el registro de consumo de repuestos en un plazo establecido antes de la aplicación del programa de mantenimiento, con el fin de establecer objetivos a corto plazo, según segmentación del registro para comparación adecuada de tiempo, y tener un punto de referencia en análisis de mejora después de aplicación del programa.

CAPITULO IV ANÁLISIS DE DATOS

El área de Probador Modular de Alta Densidad se encarga de realizar pruebas térmicas para asegurar el correcto funcionamiento de los microprocesadores a temperaturas extremas, que supone una evaluación exhaustiva para el desempeño adecuado en cualquier ambiente donde vaya a ser utilizada la unidad, siendo un proceso relevante de control de calidad. En resumen, se enfoca en la validación eléctrica y funcional de microprocesadores de 10 a 7 nm para asegurar el cumplimiento de la cobertura de defectos por millón comprometidos por Intel.

El objeto de estudio corresponde a uno de los colaterales de la máquina que ejecuta estas pruebas, conocido como Probador, este es el cerebro de la operación dado a que en él se cargan los programas y las recetas que seguirán el flujo de prueba; además, conserva el registro de todos los valores eléctricos, térmicos y de tiempo aplicados en cada una de las actuaciones de cada microprocesador analizado. La máquina cuenta con un servicio exclusivo, ubicado en la computadora principal, para comunicación y transferencia de datos con el Probador. Al hablar de miles de actuaciones ejecutadas al día, una tras otra, es sencillo determinar la relevancia que tiene mantener el Probador estable para no interrumpir el flujo continuo necesario.

En función de establecer un plan de mantenimiento preventivo, que permita abordar de manera directa los principales problemas que generan tiempo inactivo en máquina debido al Probador, se desarrolla un análisis de parámetros obtenidos durante un periodo que consta de enero a diciembre 2021.

Los parámetros revisados incluyen: tipos de eventos que provocaron caídas a Probador, así como cantidad por mes, tiempo inactivo en máquina ligado a caídas de Probador, el costo que representa este tiempo inactivo, repuestos consumidos por mes utilizados para dar mantenimiento correctivo a Probadores y el costo ligado al consumo.

Gracias a este análisis se logran definir los principales 5 eventos que representan aproximadamente el 70% de los fallos que provocan afectación.

Adicional, a cada uno de los 5 eventos principales se les asigna un análisis, utilizando diagrama de Ishikawa, profundizando en 5 variables como lo son: mano de obra, método, materiales, máquina, metrología y medio ambiente, con el fin de segmentar cada elemento que

podría estar causando afectación directa o indirecta y de esta manera establecer las causas raíz para dirigir los esfuerzos en torno a las correcciones o adendum requeridos en el plan de mantenimiento.

Por otro lado, se toma como base del análisis los requisitos contemplados en la Norma ISO 9001, los cuales son el marco de referencia para las acciones a tomar considerando principalmente en la mejora continua y alineándose al control de cambios en documentos, que en este caso se trata del manual de mantenimiento preventivo, así como el análisis y evaluación del mismo, sin dejar de lado las acciones para abordar riesgos y oportunidades, y tomando en cuenta la competencia a nivel de evaluación de eficacia de capacitación, que es un punto que se aborda a nivel de desarrollo del personal.

Todos los puntos de análisis y estudios mencionados anteriormente se detallan a continuación:

Tiempo inactivo en máquina debido a Probador

El tiempo inactivo es aquel en el que una celda de la máquina deja de funcionar por fallos de hardware o de software; en este caso, los fallos analizados se ligan directamente a los provocados o que suceden en el colateral Probador, que es el objeto del presente estudio.

Tal como se puede observar en el apéndice A, la columna de *disponibilidad*, que es lo contrario a tiempo inactivo, ronda de 99.864% a 99.962% teniendo un promedio de 99.923% a lo largo de los meses del año. ¿Por qué es importante mencionar esto? Justo porque esto representa una de las métricas con las que se mide el éxito o el avance de los cambios establecidos en el manual de mantenimiento preventivo y la implementación de este. Dicho esto, se plantea como objetivo una reducción del tiempo inactivo al 0.01% por mes, lo que daría una disponibilidad de 99.99%.

Eventos que provocan inactividad en Probador

¿Cuáles son las razones por las que un Probador generó tiempo de inactividad en máquina? Se tomó la información disponible de todos los eventos registrados a lo largo del año 2021, con lo que se pudo subdividir las razones que provocan fallos en un Probador, haciendo referencia al gráfico 10 en el apéndice B, se puede observar 38 tipos de eventos, de los cuales los 10 primeros representan casi un 80% de las razones por las que falla el Probador, obsérvese que solo 5 de ellos están marcados, ver gráfico 1 con detalle, esto se debe a que son los 5

eventos más representativos, es decir, con mayor cantidad de eventos durante el año que se relacionan directamente a fallos en el Probador.

Si se compara el gráfico 10 con el detalle brindado en el gráfico 1, se puede observar que hay 3 eventos antes del último correspondientes a errores de memorias en tarjeta, que no se toman en cuenta dentro de los 5 eventos principales debido a que no están directamente relacionados a fallos que induce el Probador sino errores ligados al módulo donde se desempeña el Probador. Esta clase de errores están fuera del rango de estudio ya que se busca eliminar o disminuir el impacto que genera el Probador al módulo, es decir, no atacar directamente el módulo.

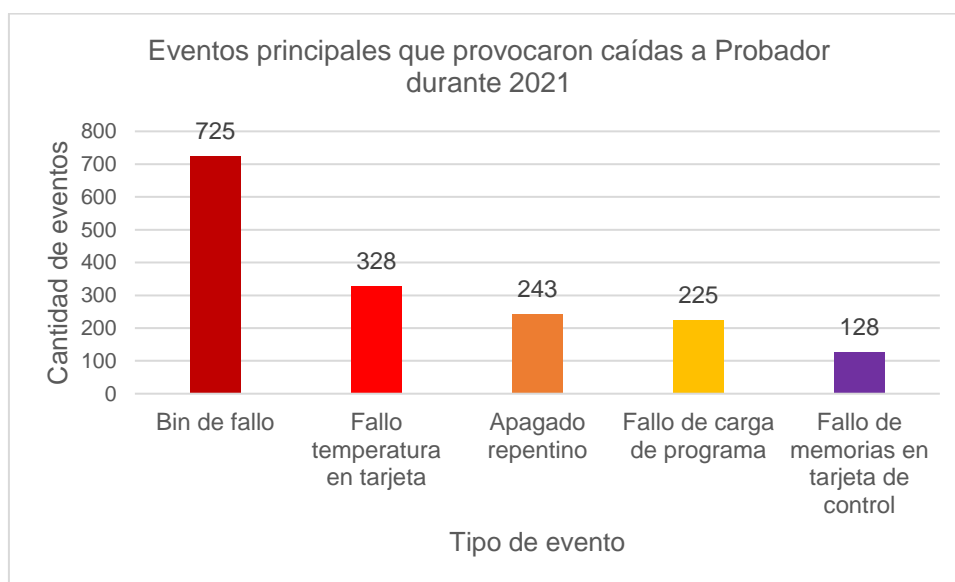


Gráfico 1. Eventos más representativos que provocaron caídas a Probador durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Por otro lado, con un enfoque en la columna que muestra el fallo más representativo que corresponde a “*Bin de fallo*”, es necesario realizar una segmentación de estos bins o códigos que conforman el conteo para encontrar los que realmente constituyen una cantidad considerable de casos que guie hacia los fallos más comunes.

Se puede observar en el gráfico 11 del apéndice C el despliegue completo (descartando los bins o códigos que solamente se dieron 1 vez al año por motivos de visibilidad y relevancia de los datos), obteniendo así solamente dos códigos representativos que corresponden a 9901 y 9801, tal como lo muestra el gráfico 2.

Estos dos bins o códigos se pueden ligar a dos eventos específicos, siendo 9801 parte del segmento de fallos de memorias (ya sumado desde el inicio) y 9901 fallos en tarjeta de potencia, el cual se deja como un evento aislado denominado con el mismo nombre de código, ver detalle de segmentación y los 5 eventos más representativos definidos en gráfico 3, esto corresponde a los 5 eventos que se analizan en profundidad, lo que se detalla más adelante.

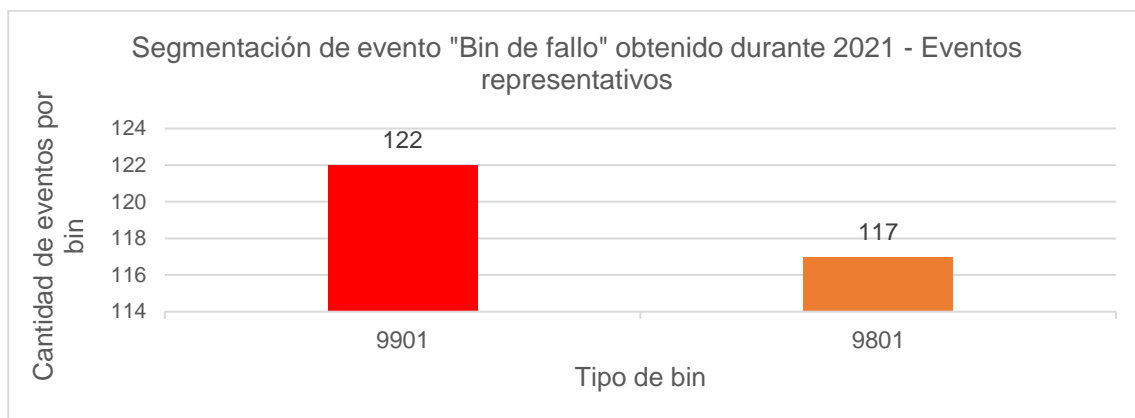


Gráfico 2. Principales 2 códigos en segmentación de evento “Bin de fallo” obtenido durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

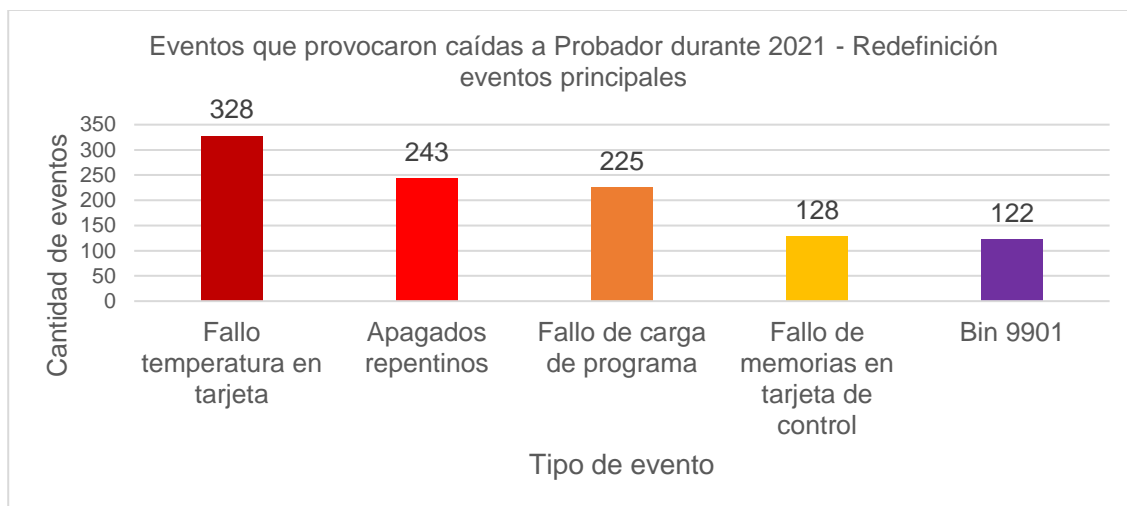


Gráfico 3. Definición final de eventos más representativos que provocaron caídas a Probador durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Por otro lado, se distribuye la cantidad por mes de cada uno de los 5 eventos más representativos, con el fin de identificar si en algún mes hubo un evento que haya generado un

pico considerable y que constituya un evento aislado que genere ruido en los datos ya que no podría obtenerse una mejora sustancial directamente ligada a las mejoras del plan de mantenimiento preventivo.

Fallos más representativos distribuidos por mes durante 2021					
Mes	Eventos				
	Fallo de temperatura en tarjeta	Apagado repentino	Fallo de carga de programa	Fallo de memorias en tarjeta de control	Bin 9901
Enero	46	22	16	8	14
Febrero	26	19	18	16	27
Marzo	15	21	14	13	13
Abril	9	10	14	11	5
Mayo	27	12	20	8	7
Junio	19	20	14	10	19
Julio	25	25	17	11	6
Agosto	25	11	12	9	7
Septiembre	22	20	22	7	8
Octubre	33	31	15	10	6
Noviembre	47	22	30	17	6
Diciembre	34	30	33	8	4
Total	328	243	225	128	122

Tabla 6. Fallos más representativos distribuidos por mes durante año 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Tiempo inactivo en máquina ligado a eventos de fallo más representativos

De igual manera, junto con la distribución presentada anteriormente en tabla 6, se logra definir el tiempo inactivo en máquina que generó cada evento por mes, de esta forma se puede definir el impacto de cada uno y calcular el porcentaje de mejora que se debe obtener de manera más precisa.

Se puede observar en el gráfico 4, la distribución por mes del porcentaje de tiempo inactivo por evento.

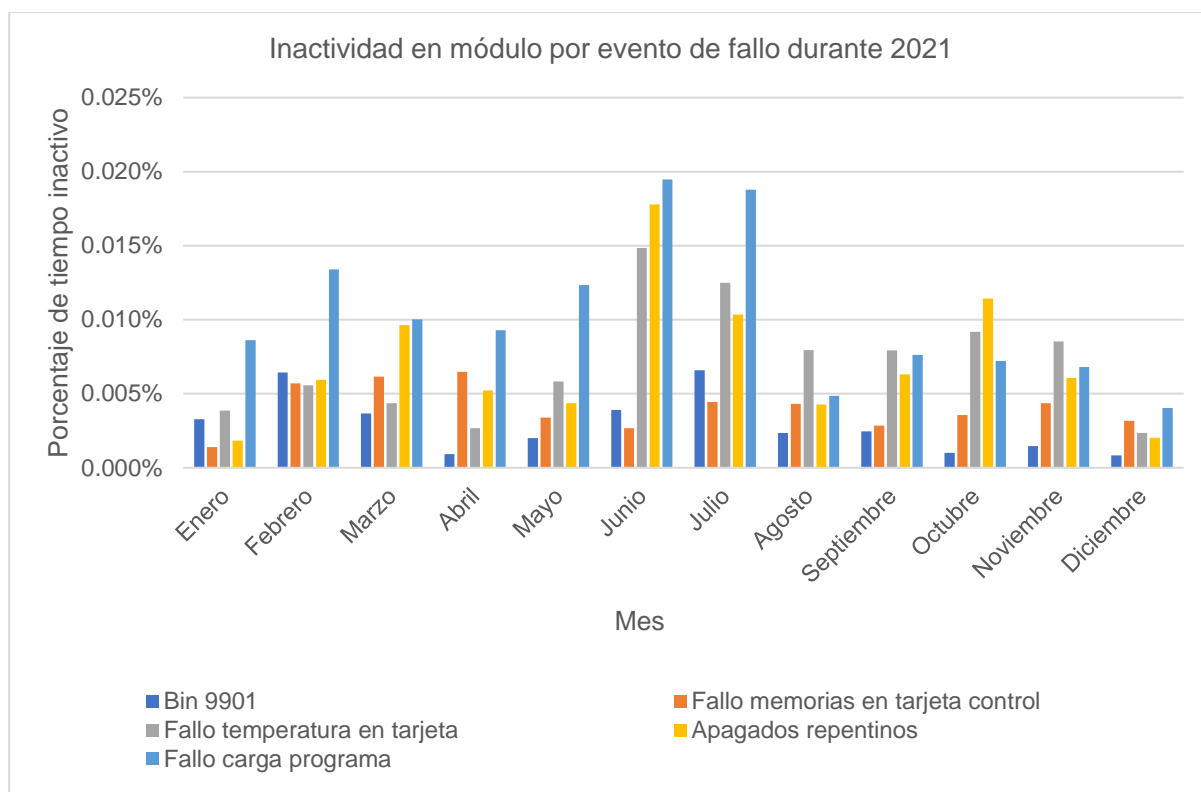


Gráfico 4. Porcentaje de tiempo inactivo en módulo por evento de fallo durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Se puede observar que eventos como fallo de carga de programa, problemas de temperatura en tarjeta y apagado inesperado en Probador son los que lideran los porcentajes más altos de causas de tiempo inactivo en módulo.

Para que los datos se puedan apreciar de manera más exacta y a modo de ampliar el detalle se hace referencia a la tabla 7, en donde se puntualizan los porcentajes de tiempo inactivo por cada evento, donde se pueden observar marcados en rojo aquellos números que superan el 0.010%, que corresponde al objetivo, de esta forma se conocen los eventos a los que hay que prestar especial atención a la hora de generar un estudio de las causas raíz a modo de encontrar él o los métodos con los que se deben atacar los fallos de una manera preventiva con ayuda del manual de mantenimiento.

Mes	Porcentaje de inactividad en módulo distribuido por evento de fallo durante 2021				
	Bin 9901	Fallo memorias en tarjeta control	Fallo temperatura en tarjeta	Apagados repentinos	Fallo carga programa
Enero	0.003%	0.001%	0.004%	0.002%	0.009%
Febrero	0.006%	0.006%	0.006%	0.006%	0.013%
Marzo	0.004%	0.006%	0.004%	0.010%	0.010%
Abril	0.001%	0.006%	0.003%	0.005%	0.009%
Mayo	0.002%	0.003%	0.006%	0.004%	0.012%
Junio	0.004%	0.003%	0.015%	0.018%	0.019%
Julio	0.007%	0.004%	0.012%	0.010%	0.019%
Agosto	0.002%	0.004%	0.008%	0.004%	0.005%
Septiembre	0.002%	0.003%	0.008%	0.006%	0.008%
Octubre	0.001%	0.004%	0.009%	0.011%	0.007%
Noviembre	0.001%	0.004%	0.009%	0.006%	0.007%
Diciembre	0.001%	0.003%	0.002%	0.002%	0.004%

Tabla 7. Porcentaje de inactividad en módulo, distribuido por evento de fallo durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Repuestos consumidos por mes para dar mantenimiento correctivo a Probadores

Una vez obtenidos los datos que guían en el análisis específico de eventos relevantes, es importante establecer el costo en repuestos que está ligado a esos fallos dado a que se trata exclusivamente de mantenimiento correctivo.

Para este punto se define como gasto en repuestos tanto el costo de una parte nueva, así como un costo de reparación asociado, es decir, no se consumen solamente partes nuevas, sino que en su mayoría siguen un ciclo de reparación.

Durante todo el año 2021, los repuestos utilizados para reparar los Probadores cuando estos fallaron equivalen a la suma de aproximadamente \$1.000.000.

En el gráfico 5, se pueden observar los ítems que se encuentran arriba de un consumo de \$1000 al año. Además, se pueden definir las partes que generan un consumo mayor y las

cuales deben ser un enfoque dado al ahorro que se puede generar, siendo este otro de los objetivos principales.

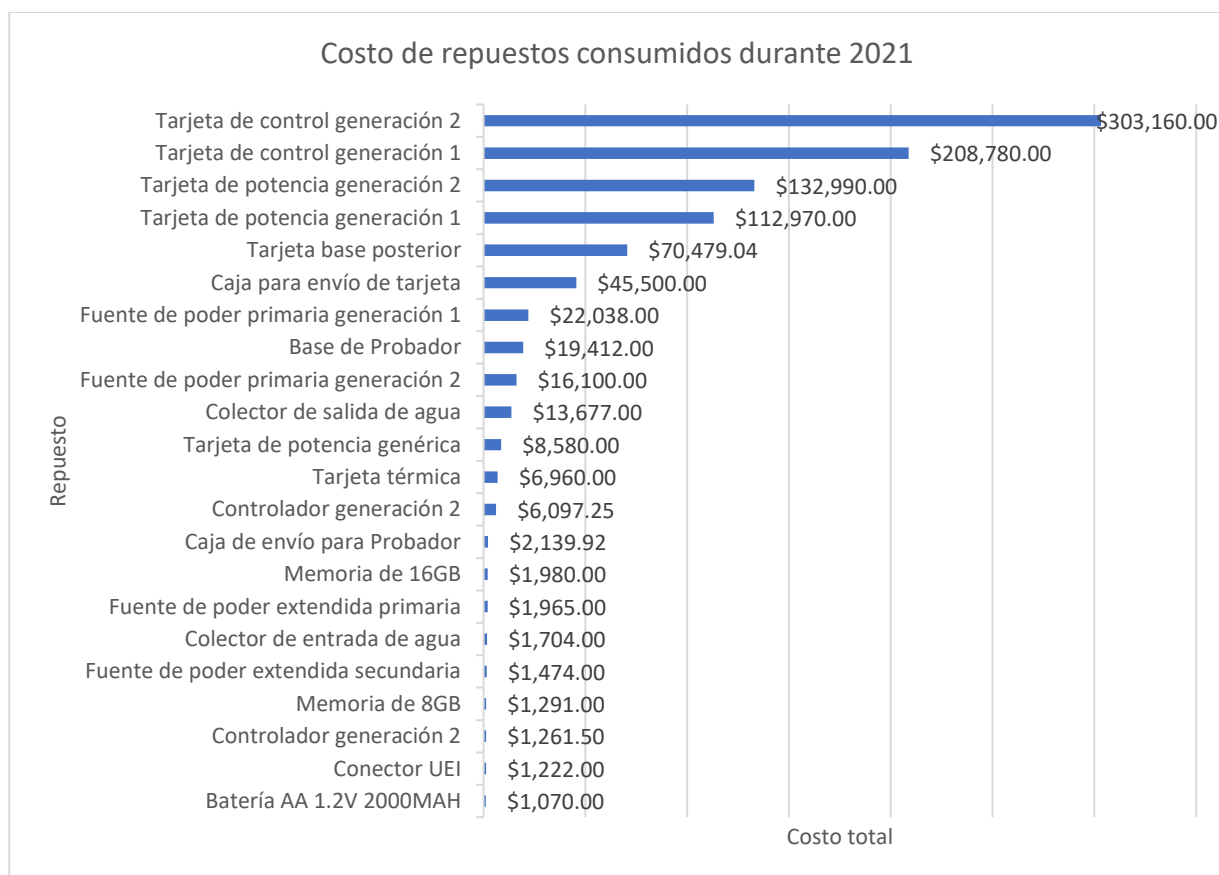


Gráfico 5. Repuestos consumidos con un costo arriba de \$1000 durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

No obstante, debido a que está claro que algunos repuestos son más caros que otros y que basarse solamente en costo podría inducir a un error de análisis de recurrencia de algún ítem y su enfoque en búsqueda de causa raíz, se añade también la distribución de consumo por cantidad de ítems al año, el cual se puede detallar en gráfico 6.

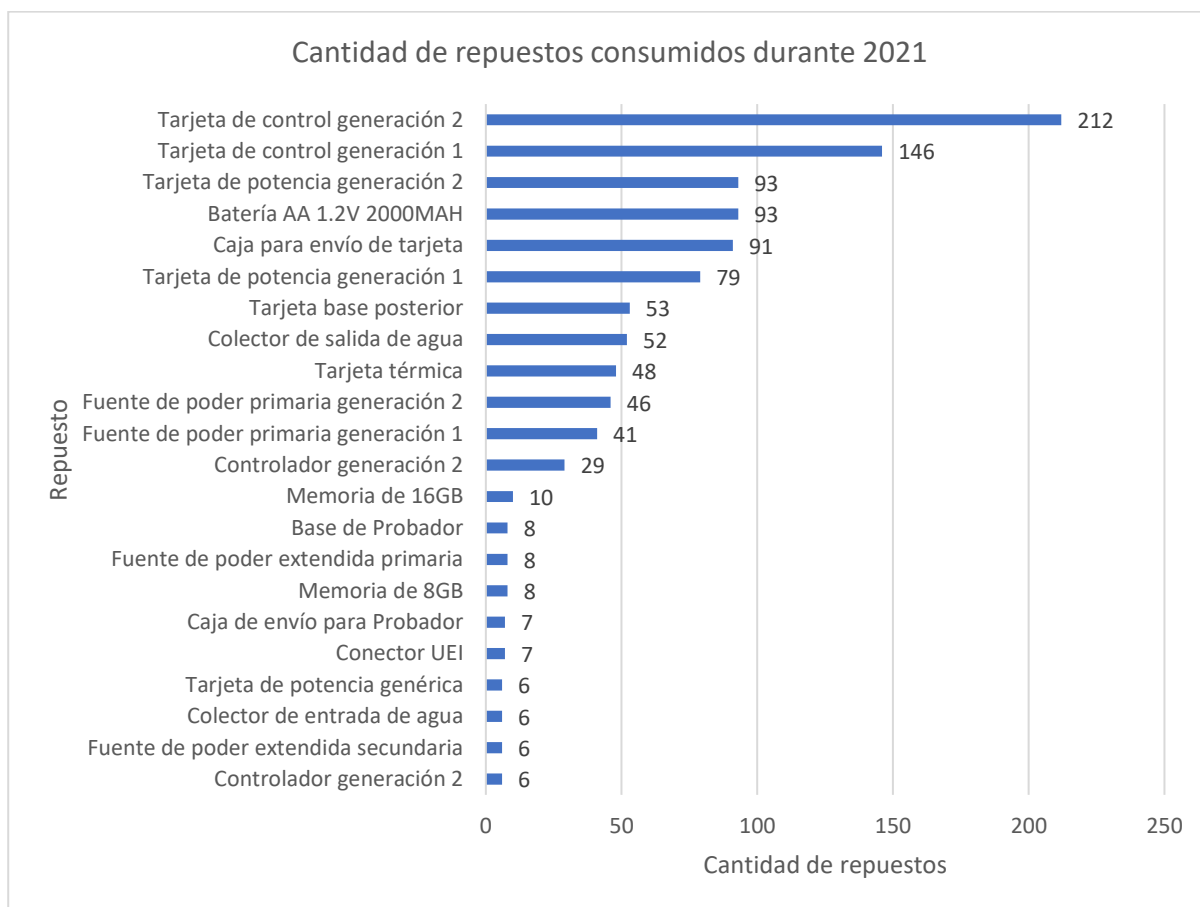


Gráfico 6. Cantidad de repuestos consumidos durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Ambos gráficos muestran que los consumos por arriba de \$1000 al año concuerdan con los ítems más consumidos por cantidad, pero es importante destacar un factor común presente liderando ambos gráficos, el cual corresponde a las tarjetas tanto de control como de potencia.

Lo mencionado anteriormente es de suma relevancia dado que coincide con el análisis que involucran los eventos de fallo más representativos y su causa raíz, lo que se detalla seguidamente.

Análisis de causa raíz para eventos de fallo más representativos

Para este apartado se realiza un diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa-efecto o diagrama causal, el cual analiza 6 factores para cada evento con el fin de hilar profundo en la búsqueda de la causa raíz y por ende guiar en los procesos que deben adaptarse a modo preventivo en el manual de mantenimiento. Estos factores corresponden a: mano de obra, método, materiales, máquina, metrología y ambiente.

A nivel de referencia el diagrama completo se puede observar en el apéndice D. Cada elemento considerado en cada uno de los factores de cada evento contiene un ícono ya sea de color rojo, amarillo o verde, esto con el fin de poder clasificarlo según su impacto, el significado de cada color se detalla en la figura 5. Tomar en cuenta la abreviación “MP” como Mantenimiento Preventivo.

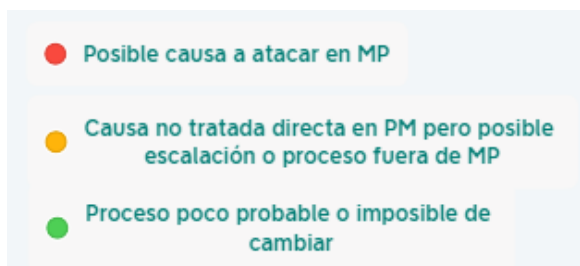


Figura 5. Significado de color de ícono según impacto asociado a cada elemento.

Fuente: (Elaboración propia)

El detalle individual de cada evento se expone a continuación:

Falla por alta temperatura en tarjeta

Tal como se puede observar en el gráfico 3, este evento corresponde al más representativo de los 5 evaluados, es decir, el que generó más tiempo inactivo en módulo a lo largo del año 2021.

Por lo tanto, se hace de suma relevancia entender qué es lo que está ocasionado altas temperaturas en las tarjetas ya sean de control o de potencia. La respuesta se basa en el sistema de enfriamiento por medio de agua enfriada procesada que contiene el Probador. Se puede observar claramente en la figura 6, que todos los íconos rojos están ligados a este sistema mencionado.

En primera instancia, se debe cubrir el punto de una correcta conexión de las tarjetas al sistema de enfriamiento por medio de los conectores que van hacia el colector, esto constituye un tema meramente de comportamiento, el cual se puede cubrir con capacitación y procesos establecidos claramente en manuales y documentos de ejecución de procesos.

Seguidamente, existe un tema de partículas e impurezas presentes en el agua procesada. Estas partículas fluyen a través del sistema de enfriamiento que con el tiempo empieza a presentar un proceso de sedimentación, el cual llega a provocar obstrucciones tanto en el colector que distribuye el agua a las tarjetas, como en el mismo canal de enfriamiento de la

tarjeta. Para este punto se debe implementar un proceso de purga en las tarjetas de manera continua y preventiva, para remover esta sedimentación antes de que genere una obstrucción que conlleve a un sobrecalentamiento de las tarjetas, lo cual también puede ocasionar fallos en memorias DIMM de la tarjeta de control, así como apagados repentinos del Probador, que se detallan más adelante.

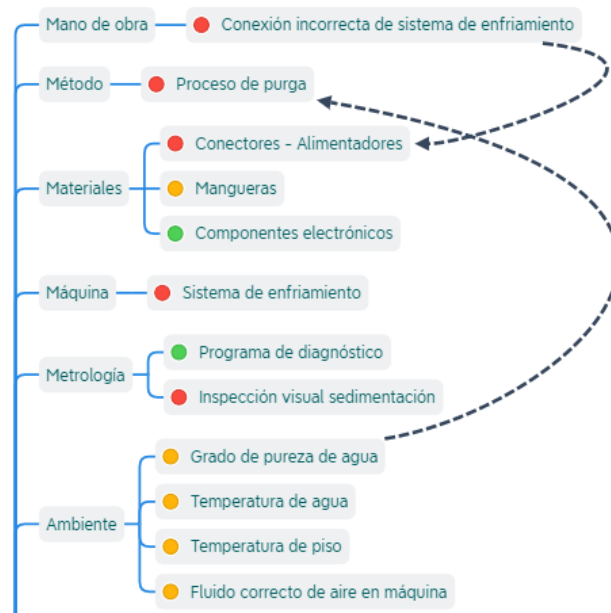


Figura 6. Evaluación de factores para evento de falla por alta temperatura en tarjeta.

Fuente: (Elaboración propia)

Apagados repentinos

Este evento es el que más variables considera ya que un apagado repentino en Probador puede generarse por bastantes razones, debido a los ajustados parámetros de seguridad que maneja el sistema con el fin de proteger los elementos que lo constituyen.

En este punto se consideran variables como la manipulación que se le dé a los cables tanto de potencia como de datos y por ende la revisión de estos. Además, se considera la ejecución de un control de puesto a tierra, que revisa que no haya elementos que puedan estar generando un falso contacto a lo largo de todos los componentes y el chasis del Probador.



Figura 7. Evaluación de factores para evento apagados repentinos.

Fuente: (Elaboración propia)

Por otro lado, tal como se mencionó anteriormente, los eventos de fallo por sobrecalentamiento de tarjetas pueden estar ligados a apagados repentinos, esto involucra obstrucciones presentes en colector de agua, de igual manera los errores de memoria y el evento de Bin 9901 relacionado a tarjeta de potencia, los cuales se detallan posteriormente.

Adicionalmente, es necesaria la revisión del estado de los sensores de fuga tanto si se encuentran mal posicionados como si tienen algún daño que vaya a generar errores en lecturas, lo que podría ocasionar daños graves a nivel de componentes electrónicos en caso de presentarse alguna fuga y que el sensor no la detecte. Esto conlleva a la implementación de pruebas de estado de sensores de manera preventiva.

Finalmente, la revisión del estado físico y limpieza de los diferentes componentes del Panel Frontal, así como de las fuentes de poder involucra una mejora en el proceso de mantenimiento.

Fallo de carga de programa

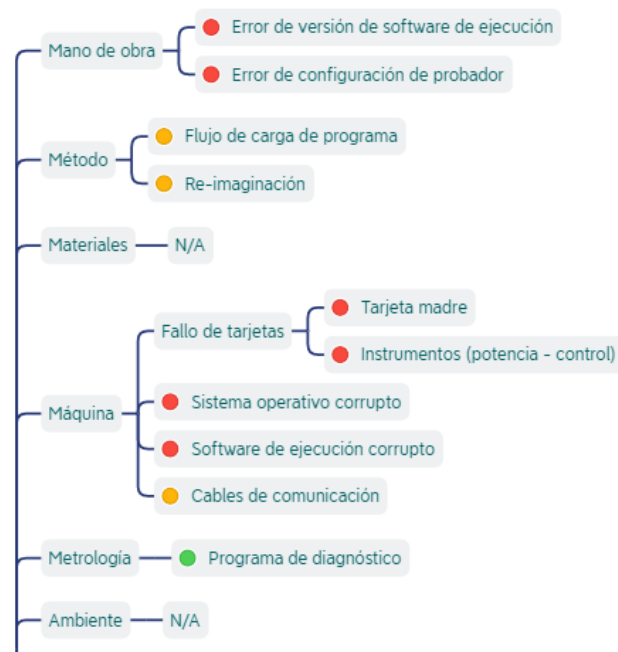


Figura 8. Evaluación de factores para evento fallo de carga de programa.

Fuente: (Elaboración propia)

Un fallo de carga de programa en Probador, tal como se observa en la figura 8, puede deberse tanto a errores en hardware como directamente en software y también errores de ejecución humana.

A nivel de ejecución humana se pueden dar errores en el momento de selección de versiones del software de ejecución de pruebas, así como en el tipo de configuración de Probador necesaria, este tema se debe atacar directamente con capacitación tanto en conocimiento del tema, así como en el uso de herramientas de visualización al alcance para referirse a las versiones correctas según necesidad.

Por otro lado, a nivel de hardware, fallos directos en las tarjetas de control, potencia y en la tarjeta madre o controlador de sitio, que puede ligarse a falta de calibraciones y errores generados por módulo o, en lo que se concentra el análisis del proyecto, errores a nivel de componentes electrónicos o factores físicos como temperatura, contaminación por partículas, estado de contactos, entre otros también mencionados anteriormente.

Finalmente, a nivel de software se toman en cuenta posibles estados corruptos en sistema operativo y software de ejecución, para los cuales se requiere una revisión de archivos, enlaces y aplicación de actualizaciones de manera anticipada.

Bin 9801 - Fallo de memorias DIMM



Figura 9. Evaluación de factores para evento Bin 9801 – fallo de memorias.

Fuente: (Elaboración propia)

Los aspectos relevantes por evaluar se basan en una incorrecta manipulación que se le pueda dar a las memorias DIMM de la tarjeta de control, en donde es de suma importancia establecer un proceso de instalación a seguir. Además, los componentes electrónicos y sus respectivos contactos están propensos a desgastes con el tiempo, en donde también influye la calidad del ambiente en el que se encuentre, es decir, las partículas que generan contaminación o suciedad y que pueden provocar falsos contactos.

Por otro lado, hay que tomar en cuenta la tarjeta de control en donde se posiciona la memoria DIMM, ya que corresponde a una interacción directa donde temas como cambios de temperatura abruptos pueden provocar mal funcionamiento de las memorias, este punto

especifico se liga directamente al evento de fallo de alta temperatura en tarjeta el cual se menciona anteriormente.

Bin 9901 – Tarjeta de potencia

Los principales aspectos por tomar en cuenta según la experiencia y los sucesos de fallo estudiados entorno a este punto corresponden a la interacción que existe entre la tarjeta de potencia y la tarjeta de conexión posterior, algún desperfecto en los conectores ortogonales, por medio de los cuales se realiza la conexión de una con la otra, puede ocasionar corto circuitos o circuitos abiertos que generan fallos inmediatos en el funcionamiento del Probador. A nivel de ambiente, la contaminación por partículas que se acumule a nivel de los conectores mencionados y a lo largo de los componentes de la tarjeta también puede influir en el funcionamiento incorrecto de la misma.

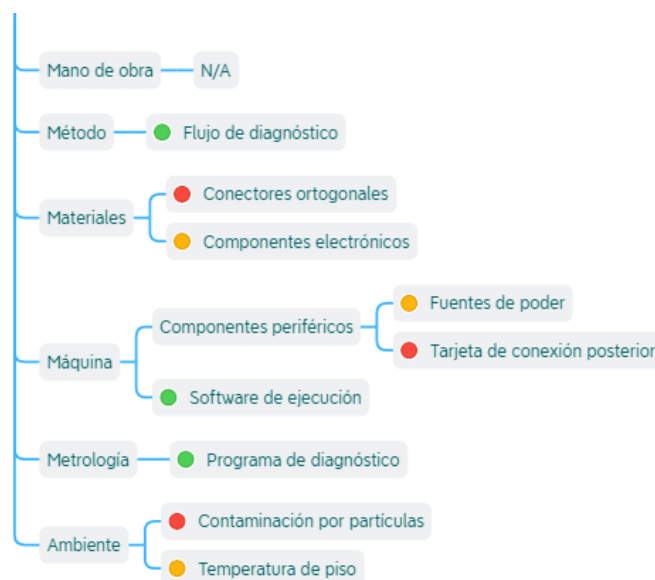


Figura 10. Evaluación de factores para evento Bin 9901 – tarjeta de potencia.

Fuente: (Elaboración propia)

Reestructuración de Manual de Mantenimiento Preventivo para Probador basado en requisitos de Norma ISO 9001:2015

Capítulo 6. Planificación

Requisito 6.1

En primera instancia, se toma como guía el requisito 6.1 del capítulo 6 que indica que se deben tomar acciones para abordar riesgos y oportunidades.

Para la identificación de estos riesgos y oportunidades se genera una matriz de riesgos, tabla 8, que se basa en los eventos de fallo más representativos analizados anteriormente y en el análisis del manual actual (apéndice E).

Para entender cómo se valora el nivel en el que se encuentra el riesgo se toma como rubro el impacto o consecuencia que puede generar (rubro de 1 a 3), así como la probabilidad de que ocurra (rubro de 1 a 3), tal como lo muestra la figura 11.

		IMPACTO o CONSECUENCIA		
		1 (Menor)	2 (Moderado)	3 (Mayor)
Probabilidad	1 (Raro)	B	B	M
	2 (Posible)	B	M	A
	3 (Seguro)	M	A	A

B: Bajo
M: Medio
A: Alto

Figura 11. Rubros para valoración de riesgo.

Fuente: (Curso ISO 9001:2015 Interpretación y guía para su implementación)

RESULTADO ESPERADO	RIESGO	CAUSA DEL RIESGO	VALORACIÓN DEL RIESGO			ACCIÓN PARA TRATAR EL RIESGO	RESPONSABLE
			Probabilidad de ocurrencia de la falla	Impacto o consecuencia que causaría el riesgo	Valoración		
Probador ejecutando pruebas continuamente sin fallos en hardware	Probador inactivo debido a tarjetas sobrecalentadas	Obstrucción de canal de agua helada dentro de tarjetas	3	3	A	Proceso de purga preventivo	Departamento de reparaciones
	Probador inactivo por fallo de memorias de tarjetas	Partículas acumuladas en contactos de memorias o sobrecalentamiento	3	3	A	Limpieza y/o cambio preventivo de memorias	
	Fallo o desajuste de sensores de fugas	Sensor dañado, obstruido o en posición incorrecta	1	3	M	Inspección visual y prueba de funcionamiento de sensor	
	Fallos de comunicación	Pines de conectores dañados y/o cable dañado	2	3	A	Inspección visual	
	Desalineamiento y daño de conectores posteriores del Probador	Desgaste o quebradura en riel de base de Probador	1	3	M	Inspección visual y cambio preventivo del riel	
Calibración efectiva de Probador siguiendo procesos actualizados	Duración de proceso prolongada y/o errores de ejecución por falta de información correcta	Proceso desactualizado en documento oficial	2	2	M	Actualización de documento oficial	Encargados de documentación (Manual)
Diagnóstico efectivo de Probador siguiendo procesos actualizados	Duración de proceso prolongada y/o errores de ejecución por falta de información correcta	Proceso desactualizado en documento oficial	2	2	M	Actualización de documento oficial	Encargados de documentación (Manual)

Tabla 8. Matriz de riesgo respecto a análisis de eventos de fallo más representativos a lo largo del 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Por lo tanto, tomando como base la matriz de riesgos y considerando los eventos más representativos se listan a continuación los cambios efectuados en el manual de mantenimiento preventivo, manual actualizado se puede observar en apéndice F.

1. Como punto principal y basado en que es el evento con más incidencia a lo largo del 2021, para atacar de manera preventiva los problemas de temperatura en las tarjetas tanto de control como de potencia, se añade el proceso de purga específicamente en la sección A8 del punto 6.2.2. Este proceso de purga realiza una limpieza de la sedimentación que se pueda estar generando internamente en los canales del sistema de PCW de las tarjetas, con el fin de evitar obstrucciones que sobrecalienten las mismas.

2. En la sección A7, como punto c, se añade el proceso de limpieza de los alimentadores del colector de entrada y de salida, como refuerzo al tema mencionado en punto anterior. Si existe sedimentación presente en el colector esto va a obstruir el paso del agua hacia la tarjeta, lo que genera un incremento de temperatura y posible daño.

3. Por otro lado, abordando el tema de errores de memorias en las tarjetas de control, se incluye la revisión de alarmas y el cambio, de ser necesario según condiciones, de estas memorias DIMM. Este punto se aborda en la sección 6.2.2 en el paso A10.

Para este punto hay que tomar en cuenta que los errores de memorias se atacan actualmente de manera correctiva enviando toda la tarjeta a reparación. La mejora incluye la adición de las memorias como repuesto disponible y la posibilidad de cambiar las memorias de manera preventiva antes de que generen tiempo inactivo en máquina y generando un ahorro tanto en tiempo de reparación como de dinero. Este punto se amplía más adelante en capítulo 7.

4. Como paso A6 para la misma sección 6.2.2 se incluye la revisión y prueba detallada de sensores de fuga, esto dado a que en la versión anterior se indica en el paso A5, punto C, la revisión de una manera muy escueta. Este punto es de suma relevancia para abordar directamente los apagados repentinos, debidos a cualquier error en la posición o daño en el sensor que puede provocarlos, Además, en caso de que ocurra una fuga y los sensores no se encuentren funcionando correctamente, puede provocar daños graves en todo el sistema.

5. Como punto A9 se incorpora un proceso de limpieza interna de todo el chasis ya que las partículas de suciedad que tienden a acumularse en esa zona y especialmente cerca de la placa del controlador de sitio, son significativas y pueden interferir en la transferencia de

señales si se acumulan en algún pin o bien, pueden causar contaminación en el ambiente de prueba en máquina.

6. En la sección A12 se adiciona el punto “b”, que establece la limpieza de los conectores de la tarjeta posterior y en el punto “a”, se aclara que la revisión de pines debe ser tanto de los que se encuentran a nivel externo como los internos. Este punto tiene relación con mantenimiento de los pines que pueden provocar errores de bins 9901 en tarjetas de potencia si se encuentran quebrados, doblados o con suciedad.

7. A modo de asegurar una buena alineación de la base del Probador en el momento en que se posicione en módulo o en la celda de reparación y deban conectarse sus pines, se adiciona el punto 3 en la sección A13, que indica la revisión y cambio de rieles en caso de que se encuentren quebrados o desgastados. Esto contempla una acción preventiva ante el daño de pines y conectores de la tarjeta posterior del Probador.

8. Se modifica la sección A3, en donde se especifica la ejecución del control de puesto a tierra, el cambio principal consiste en subdividir la prueba en dos dependiendo del resultado de la ejecución de una prueba corta inicial, esto supone la oportunidad de, según condiciones, que se pueda ahorrar más de 3 horas en el procedimiento.

El control de puesto a tierra es de suma relevancia para asegurarse de que no haya ningún corto entre el chasis, las tarjetas de control, potencia y los componentes en general del Probador, para de esta manera evitar apagados repentinos o alarmas de panel frontal.

9. Se elimina el paso A13 de la sección 6.2.2. de la lista de tareas, ya que consiste en una prueba obsoleta debido a la actualización de las versiones del programa en cuestión.

10. Para las secciones 6.3 y 6.4 en las que se detallan los procesos a seguir para ejecutar calibración y diagnóstico respectivamente, se realiza una actualización de la guía, ya que las imágenes de los procesos corresponden a una versión de software antigua. Es necesario que el manual sea fiel a los procesos actuales para no generar confusión en el usuario que a su vez pueda incurrir en errores de ejecución.

Nota: Las imágenes de los procesos no se incluyen en los apéndices correspondiente a los manuales, tanto el antiguo como el actualizado, debido a requisitos de confidencialidad de Intel.

Capítulo 7. Apoyo

Requisito 7.1

El requisito 7.1 contempla el tema de los recursos, como punto principal la parte de la infraestructura y como segundo el seguimiento y la medición. En este tema se establece el inventario de repuestos, el consumo anual determinado anteriormente y el plan de ahorro por medio de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Un punto para destacar es que en el mes de diciembre se implementó un plan piloto para aplicar el proceso de purga (punto A8 de sección 6.2.2 de manual), directamente en máquina, a las tarjetas que se alarmaran por temperatura, gracias a este plan los datos de consumo de tarjetas tanto de control como de potencia tuvieron una disminución, tal como se muestra en el gráfico 7, pasó de un promedio por mes de aproximadamente \$65000 a \$44000, lo que equivale a un ahorro de 32%.



Gráfico 7. Gasto de reparación de tarjetas en octubre, noviembre y diciembre comparado con promedio de gasto anual durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Por lo tanto, gracias a este plan piloto ejecutado en diciembre, se contempla que en el momento de iniciar con la implementación de mantenimiento preventivo con mejoras se pueda obtener un ahorro de al menos un 25% al mes, manteniendo un promedio igual o menor de \$48000 de gasto por reparación de tarjetas de control y potencia.

Por otro lado, respecto al tema de ahorro tratado en punto 3 de la sección que analiza el capítulo 6, durante el 2021 se enviaron a reparación 212 tarjetas de control donde 98 de estas presentaron errores de memoria que pudieron ser abordadas con cambio de memoria en sitio (este proceso de cambio se estipula en el punto A10 de la sección 6.2.2 del manual).

Nótese la disminución del gasto que pudo haber representado este proceso de haber sido aplicado durante 2021, el gráfico 8 muestra el gasto real versus el gasto objetivo, generando una disminución o ahorro de un 85%.

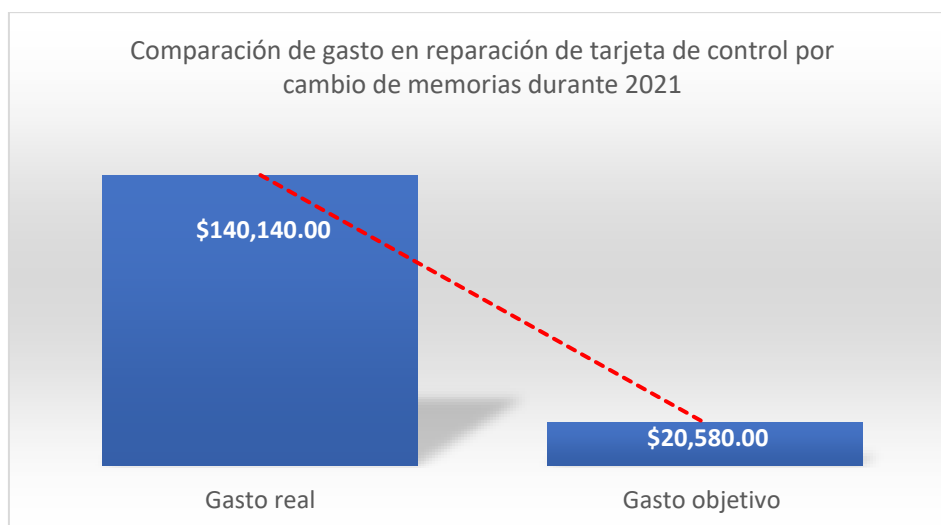


Gráfico 8. Comparación de gasto en reparación de tarjeta de control por cambio de memorias durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

De igual manera, si se analiza el consumo a nivel general de las tarjetas de control y se toma en cuenta la reducción mencionada anteriormente, el ahorro en gasto por reparación representa un 39%, tal como se puede observar en el gráfico 9. El total de gasto fue de aproximadamente \$303000, si se hubiese aplicado el cambio de memorias, hubiese sido menor a \$184000 generando un ahorro alrededor de \$120000.

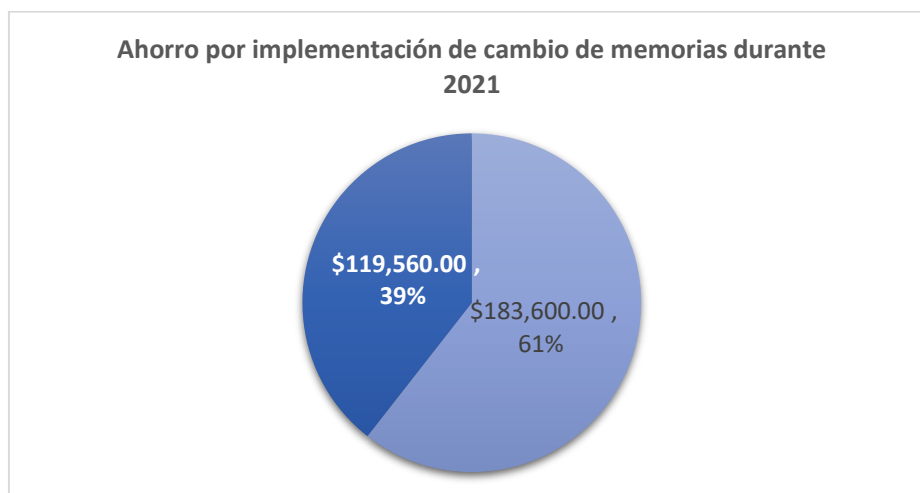


Gráfico 9. Ahorro visualizado por implementación de cambio de memorias en tarjetas de control durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Dicho esto, se plantea una disminución de gasto en reparación de tarjetas de control de al menos un 20% anual específicamente para las tarjetas de generación 2. Se indica un 20% ya que para el 2022 se tiene previsto un aumento considerable de la flota de tarjetas y esto conlleva un aumento en las posibilidades de fallo respecto a 2021, según rotación de ciclo de reparación de estas.

Por lo tanto, tomando solamente estas dos variables principales de ahorro mencionadas anteriormente, se plantea un ahorro anual de un 30% para 2022 respecto a 2021, aplicando el mantenimiento preventivo basándose en el manual actualizado.

No se contempla adición de personal a la planilla, debido a la distribución por turno de la ejecución de mantenimiento preventivo. No obstante, en caso de requerir adicionar un técnico que se dedique exclusivamente a ejecutar dicha labor, el gasto equivale a que el ahorro estipulado previamente de 30% pase a ser de un 28%.

Requisito 7.2

Dado que se requieren procesos adicionales o se varían algunos en el manual de mantenimiento preventivo, y debido a que todo el proceso de mantenimiento debe implementarse, es necesario definir un plan de capacitación o entrenamiento. El requisito 7.2 de la Norma ISO 9001 establece que a nivel de competencia se debe realizar una evaluación de eficacia de capacitación.

El plan de entrenamiento se subdivide en 4, para abarcar la cantidad de turnos y se brinda de manera presencial, en el mismo se explica el manual de mantenimiento preventivo paso por paso, se detallan tiempos y se aclara el proceso de documentación, así como el cronograma a seguir.

Cronograma capacitación MP Probador				
Turno	Turno 4	Turno 5	Turno 6	Turno 7
Fecha	22 marzo	22 marzo	24 marzo	24 marzo
Hora	10 a.m	8 p.m	10 a.m	8 p.m
Duración (h)	2	2	2	2

Tabla 9. Cronograma ejecución de capacitación de mantenimiento preventivo para Probador, 2022.

Fuente: (Elaboración propia)

No se deben asignar costos adicionales al proceso de capacitación, ya que contempla las horas regulares de trabajo por turno tomando solamente 1 técnico representante para no desajustar el servicio de soporte a producción.

Requisito 7.5

Este requisito contempla la información documentada y el control de cambios en los documentos. En este caso la información documentada corresponde al manual de mantenimiento preventivo.

El registro de los cambios se almacena en una unidad compartida y se comunica con la organización de manera oficial por medio de correo. Además, en la capacitación mencionada en punto anterior, se asegura que los ejecutores del proceso tengan claro en donde se encuentra el repositorio del manual de mantenimiento preventivo actualizado y, por ende, vigente.

Capítulo 8. Operación

Requisito 8.3

La sección 8.3.6 del requisito 8.3 establece que los cambios deben identificarse, documentarse, controlarse, verificarse y validarse respecto al diseño y desarrollo de los productos y servicios.

Junto con la implementación del mantenimiento preventivo, se introduce un cambio en el sistema de control, registro y trazabilidad de la ejecución del plan de mantenimiento para cada uno de los Probadores que componen la flota del Mega Lab de Costa Rica.

Este cambio de sistema conlleva un registro manual de todas las entidades de la flota de Probadores y una asignación de fecha de ejecución de mantenimiento, la cual se renueva de forma automática según el tipo de mantenimiento, que en este caso es anual.

El registro se realiza respecto a un cronograma planteado, tomando en cuenta una flota de Probadores de 347 unidades, realizando una distribución por turno, de manera que la ejecución diaria se divida secuencialmente entre día y noche para contemplar los 4 turnos y no sobrecargar las tareas diarias de ningún equipo de técnicos.

La subdivisión de los turnos se da de la siguiente manera:

Turno 4: domingo a martes y miércoles bisemanal. 6 p.m. a 6 a.m.

Turno 5: domingo a martes y miércoles bisemanal. 6 a.m. a 6 p.m.

Turno 6: miércoles bisemanal y jueves a sábado. 6 p.m. a 6 a.m.

Turno 7: miércoles bisemanal y jueves a sábado. 6 a.m. a 6 p.m.

La distribución semanal de aplicación de mantenimiento preventivo puede observarse en tabla 10.

Horario MP Probador							
Turno	D	L	K	M	J	V	S
Día	1		1		1		1
Noche		1		1		1	

Clasificación			
Turno 4	Turno 5	Turno 6	Turno 7

Tabla 10. Horario para ejecución de mantenimiento preventivo por turno durante la semana.

Fuente: (Elaboración propia)

La capacitación por brindar, mencionada en requisito 7.2, también contempla la explicación de la utilización del nuevo sistema de registro.

Capítulo 9. Evaluación del desempeño

Requisito 9.1

La sección 9.1.3 especifica la necesidad de análisis y evaluación, en este aspecto se contemplan 3 puntos importantes:

1. Si lo planificado se ha implementado de forma eficaz, es decir, tanto los cambios en el manual, así como el entrenamiento brindado a los técnicos. Para asegurar este aspecto se realiza una auditoría dos semanas después de haber realizado el entrenamiento, se da continuidad a la misma dos veces cada trimestre y siempre que haya rotación de personal. La auditoría contempla en primera instancia conocimiento de ubicación del manual de mantenimiento, además, el entendimiento de los procesos de mantenimiento y el alcance de conocimiento de la herramienta de registro.

2. La eficacia de las acciones tomadas para abordar los riesgos y oportunidades, por consiguiente, los resultados obtenidos una vez implementado el plan de mantenimiento preventivo anual basado en el manual actualizado. Para este punto, deben analizarse datos de tiempo inactivo en máquina, costos de consumo de repuestos y eventos con mayor incidencia. Los datos deben ser tomados y analizados un mes después de dar inicio al plan y dar seguimiento mes a mes, en donde se espera una mejora en los indicadores conforme se avanza en la cantidad de Probadores abordados.

3. La necesidad de mejoras en el sistema de gestión de la calidad, por lo tanto, analizar cuál o cuáles son puntos en donde se puede seguir mejorando con referencia al análisis de resultados obtenidos después de ejecución de plan de mantenimiento.

Capítulo 10. Mejora

Requisito 10.1

Justamente, tal como se menciona en el requisito 10.1, la base del proyecto es corregir, prevenir o reducir los efectos no deseados, los cuales han sido identificados como riesgos que generan tiempo inactivo en máquina, el costo ligado a este tiempo y mayor gasto en repuestos.

Requisito 10.3

A pesar de ser el último capítulo de la norma, el mismo constituye la base de este proyecto, en el que, siguiendo como referencia el requisito 10.3, se busca la mejora continua utilizando el análisis y la evaluación de los procesos actuales para la toma de acciones de mejoras, la cual corresponde a la mejora del manual de mantenimiento preventivo e implementación del mismo, brindando capacitación a los entes ejecutores con el fin de generar las herramientas necesarias para la mejor ejecución posible.

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se estableció el programa de mantenimiento preventivo correspondiente al colateral Probador de módulo de pruebas de alta densidad, tomando en cuenta los fallos más representativos durante el año 2021, para establecer los procesos ideales a abarcar en búsqueda de corrección o mitigación de causas raíz de los fallos.
- Se evaluó cada sección y punto del manual ya existente de mantenimiento preventivo, con el fin de estudiar las debilidades de este y aplicar las mejoras a procesos ya establecidos e incluir procesos inexistentes, basado en el análisis previo de los fallos más representativos del año 2021, su incidencia y las causas raíz.
- Se implementó la mejora del programa por medio de la actualización del manual de mantenimiento preventivo, estableciendo el cronograma para abarcar la capacitación a los entes ejecutores respecto a los nuevos procesos, iniciando de forma local con la sede de Costa Rica para seguir paulatinamente con la recomendación hacia las diferentes sedes con participación en los procesos estudiados a nivel global.
- Se analizó la reducción de costos por reparaciones correctivas, que constituían el 100% de los procesos ya existentes, con la implementación del programa, con lo que se contempla una reducción aproximada de 30% anual respecto a consumo de repuestos y procesos de reparación de estos.
- Se logró validar la disminución de tiempo inactivo en máquina generado por afectación de colateral Probador, determinando un incremento de disponibilidad de máquina que va de 99.90% a 99.99%.
- Se implementó una mejora en el mantenimiento preventivo para el sistema de pruebas térmicas y segregación de microprocesadores, tomando en cuenta la introducción de mejoras al manual de mantenimiento del equipo correspondiente al módulo Probador.

Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de las mejoras al plan de mantenimiento preventivo de colateral Probador para el área de Módulo Probador de Alta Densidad a las diferentes sedes de Intel que cuentan con la misma área de desarrollo.
- Se recomienda establecer un plan de auditorías en donde se evalúe el conocimiento de los procesos en el personal ejecutor o posible ejecutor del mantenimiento preventivo.
- Se recomienda el constante análisis de datos obtenidos de la ejecución de pruebas diarias, una vez finalizada la implementación completa del plan de mantenimiento preventivo, con el fin de asegurar que los procesos establecidos en el plan se están ejecutando correctamente y a cabalidad, además de mantener una constante búsqueda de mejora continua.
- Se recomienda realizar un análisis de fallos ligados directamente a la máquina modular a la que pertenece el colateral Probador y a los otros dos colaterales que componen la máquina, para establecer planes de reducción de tiempo inactivo más allá que están fuera de los alcances del presente proyecto.

CAPITULO VI PROPUESTA

El proyecto se basa en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, el cual es parte de los procesos de gestión de calidad de una organización. En este caso, la organización corresponde a Componentes Intel de Costa Rica S.A específicamente se aborda el área de Probador Modular de Alta Densidad, la cual se encarga de realizar pruebas térmicas a los microprocesadores, estas pruebas evalúan el buen funcionamiento del microprocesador en ambientes extremos para asegurar que los clientes recibirán unidades de alta calidad.

La investigación se centra en establecer un análisis de uno de los colaterales que componen la máquina, conocido como Probador, que es el encargado de gestionar los programas de pruebas, proveer señales eléctricas y almacenar datos de resultados a nivel eléctrico, de tiempo y térmicos.

Para establecer los pasos a seguir en la implementación de procesos que cumplan con una adecuada gestión de la calidad se hace referencia a la Norma ISO 9001, la cual es elegida debido a que Intel ya cuenta con la certificación de esta norma y, por ende, los procesos deben ajustarse a esta.

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se establece la mejora del manual ya existente, para lo cual se realiza el análisis de los fallos presentes en el Probador a lo largo del año 2021 con el fin de determinar los procesos necesarios.

Adicionalmente, se evalúa la reducción de tiempo inactivo en máquina generado por el Probador y la reducción de costos por consumo de repuestos que conlleva la implementación del mantenimiento preventivo. Por otro lado, se contempla el entrenamiento al personal ejecutor y la futura evaluación de los conocimientos.

La propuesta consta de un manual actualizado con las mejoras establecidas que se fundamentan en los datos obtenidos a lo largo de la investigación y su implementación.

REFERENCIAS

- Avalos, D. (2018). Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción de la empresa Basa. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Callao, Perú. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3330>
- Calvo, M. (2015). Revisar el programa de mantenimiento preventivo para encontrar oportunidades de mejora e incorporación de las bases del mantenimiento autónomo como introducción al TPM. (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6117>
- Custodio, M. (20 octubre 2020). ¿Qué es el ROI? Aprende cómo calcularlo. <https://www.rdstation.com/es/blog/roi/>
- Gonzáles, J. (2016). Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C. (Tesis de licenciatura). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú. <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/830>
- ISO (2015). ISO 9001©: Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos.
- Olarte C., W., Botero Arbeláez, M., y Cañon Zabaleta, B. (2010). Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. *Scientia Et Technica*, 2(45). <https://doi.org/10.22517/23447214.355>
- Pérez, A. (24 abril 2021). VAN y TIR, dos herramientas para la viabilidad y rentabilidad de una inversión. <https://www.obsbusiness.school/blog/van-y-tir-dos-herramientas-para-la-viabilidad-y-rentabilidad-de-una-inversion>
- Rey, F. (2001). Manual del mantenimiento integral en la empresa. FC Editorial.
- Rey, F. (2014). Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. *Técnica Industrial*, 308, 30-41.
- Rodríguez, J. (21 julio 2021). Qué es el diagrama de Ishikawa y cómo aplicarlo a tus procesos. <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>
- Rodriguez, R. (2014). Propuesta de mejoras para el departamento de mantenimiento de la planta de producción de empaques flexibles del Grupo Ecoplast S.A. (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6123>

Yanez, D. (19 mayo 2020). Enfoque de la investigación: tipos y características.
<https://www.lifeder.com/enfoque-investigacion/>

Zawadzki, J. (2011). Propuesta de mejoramiento para la gestión de recursos humanos y del tiempo en el departamento de ingeniería de prueba y ensamble en la empresa Componentes Intel de Costa Rica S.A. (Tesis de maestría). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5744>

ANEXOS

Apéndice A: Tiempo inactivo generado por Probador en celdas de módulo

Mes	Tiempo inactivo	Disponibilidad
Enero	0.053%	99.947%
Febrero	0.102%	99.898%
Marzo	0.087%	99.913%
Abril	0.064%	99.936%
Mayo	0.089%	99.911%
Junio	0.136%	99.864%
Julio	0.110%	99.890%
Agosto	0.054%	99.946%
Septiembre	0.054%	99.946%
Octubre	0.068%	99.932%
Noviembre	0.064%	99.936%
Diciembre	0.038%	99.962%
Promedio	0.077%	99.923%

Tabla 11. Tiempo inactivo generado por Probador en las celdas del módulo durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Apéndice B: Gráfico de eventos que provocaron caídas a Probador completo

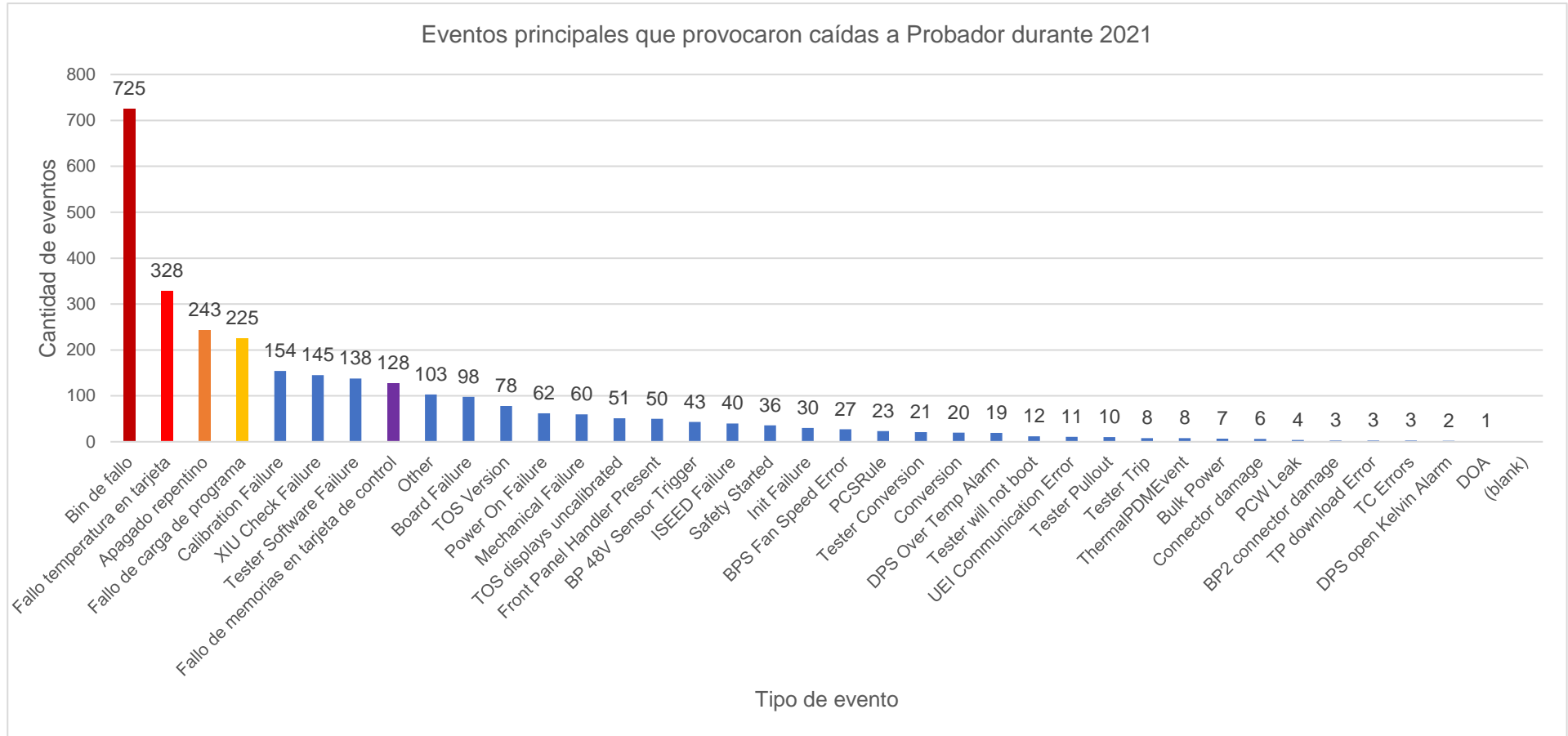


Gráfico 10. Eventos que provocaron caídas a Probador durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Apéndice C: Gráfico de segmentación completa de evento “Bin de fallo”

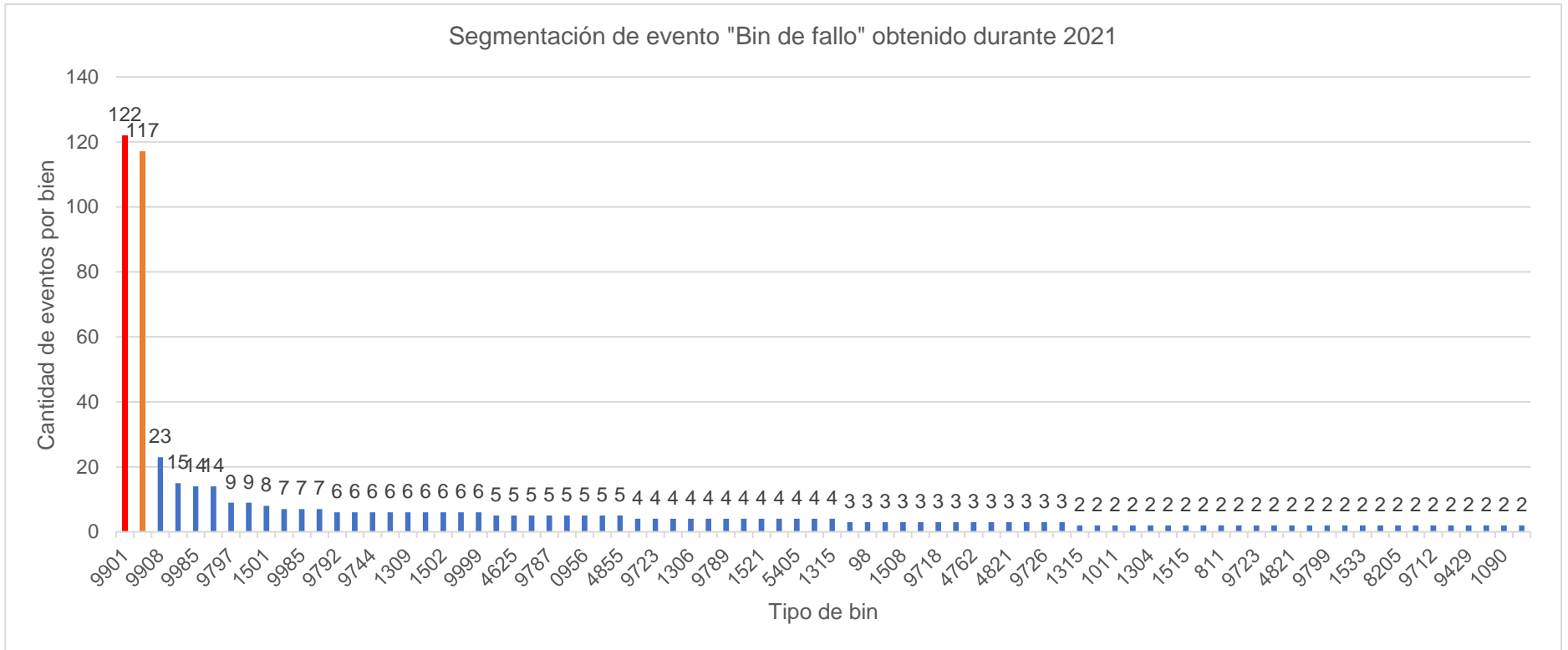


Gráfico 11. Segmentación completa de evento “Bin de fallo” durante 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Apéndice D: Diagrama Ishikawa de eventos de fallo más representativos en 2021

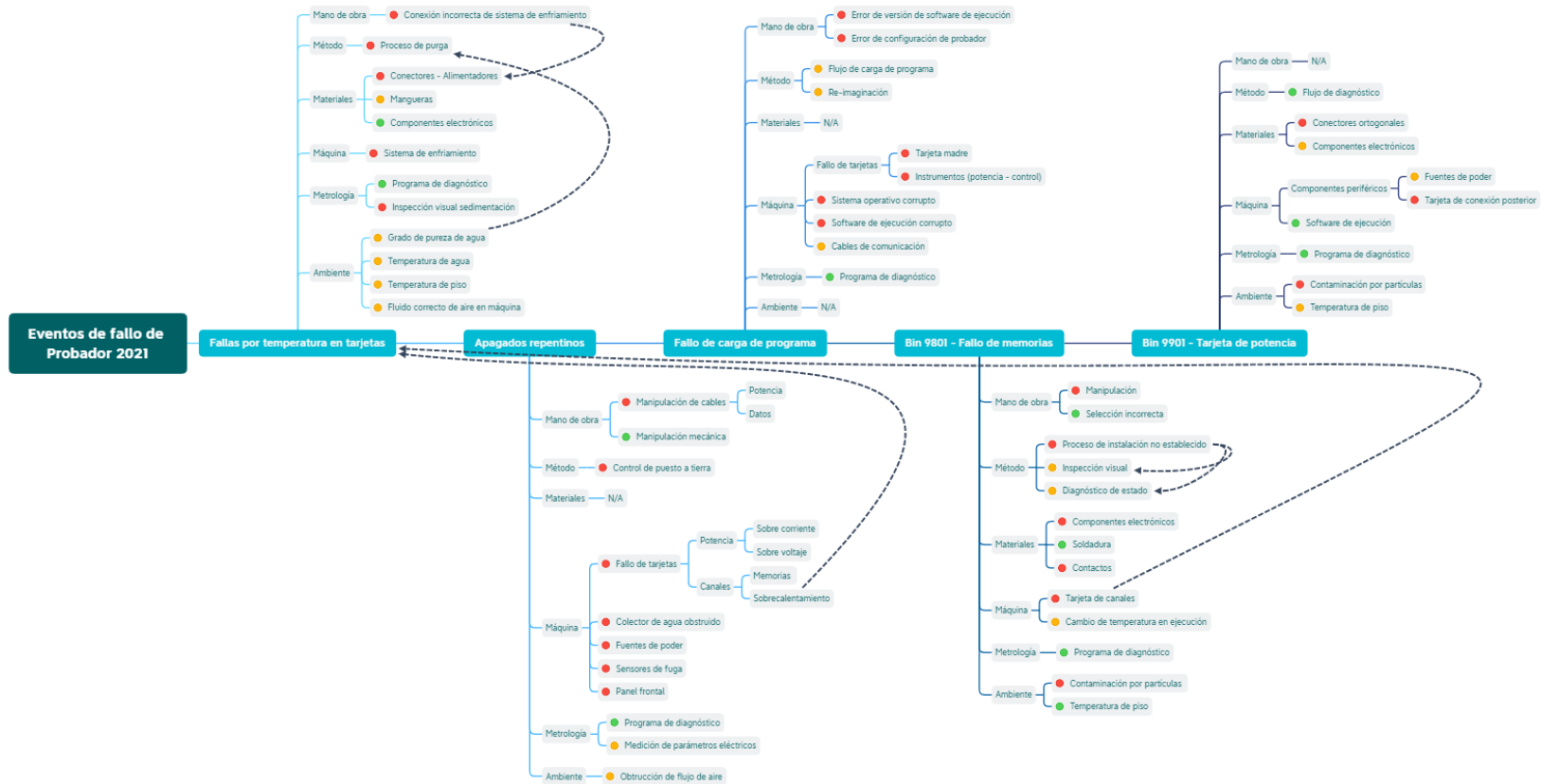


Gráfico 12. Diagrama causal de eventos de fallo más representativos a lo largo del 2021.

Fuente: (Elaboración propia)

Apéndice E: Manual de mantenimiento preventivo – Versión desactualizada

6. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS (REFIÉRASE A LA SECCIÓN 14 PARA EJEMPLOS)

6.1. Tiempo estándar y lista de verificación para mantenimiento preventivo

Tipo MP	Semanal	Bisemanal	Mensual (1 Tec)	Trimestral (1 Tec)	Semestral (1 Tec)	Anual (1 Tec)	Bianual
Tiempo requerido (hr.)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8hrs	N/A

6.2. Lista de verificación de actividades de preparación del MP

Lista de verificación	Descripción	Actividades de preparación para MP	Duración estimada
	A	Verifique que el carrito de MP tiene todas las herramientas descritas en la sección "Herramientas de mano para colaterales". Deben estar listas y en buenas condiciones.	10 min
	B	Obtenga las herramientas de metrología requerida para el MP como se lista en "Tabla de metrología", según el tipo de MP.	10 min
	C	Solicite los REPUESTOS/CONSUMIBLES listados en "Tabla de Repuestos/Consumibles" basado en el tipo de MP.	10 min
	D	Preinspección mecánica.	10 min

Herramientas de mano para colaterales

Lista de verificación	Tipo de MP	Cantidad	Colaterales	# parte/Foto
	T/A	1	Estación de trabajo de pie.	
	T/A	1	Lifter	
	T/A	2 veces	Llaves hexagonales (mm y pulgadas)	
	T/A	1	Aspiradora para limpieza	
	T/A	2	Destornillador Phillips	

Herramientas de metrología

Lista de verificación	Tipo de MP	Cantidad	Actividades de preparación de metrología	Estatus de verificación	Consideraciones
-----------------------	------------	----------	--	-------------------------	-----------------

	T/A	1	Carro de mantenimiento / Bastidor de prueba múltiple	Encienda y verifique la postal de calibración.	
--	-----	---	--	--	--

Repuestos / Consumibles

Lista de verificación	Tipo MP	Cantidad	Repuestos/Consumibles	# parte/Foto de la parte (si aplica) / Comentario
	T/A	1 botella	IPA	
	T/A	1 botella	Agua destilada	
	T/A	1 bolsa	Toalla	
	T/A	1 bolsa	Hisopo Q-Tips / hisopo de espuma	
	T/A	1 bolsa	Guantes de látex	
	T/A	1 rollo	Cita tipo Kapton	
	T/A	1	Intel SSD DC S3700 Series 6GB	
	T/A	2	Dongle de UEI	

Tareas de Mantenimiento Preventivo Anual

6.2.1. Lista de verificación de Mantenimiento Preventivo Anual

Siga los siguientes procesos para completar las tareas de mantenimiento para este colateral.

Nota: Sea consciente de los riesgos y requerimientos de EPP mientras ejecuta estos procesos. Puntos de atrape, riesgos eléctricos, mecánicos y neumáticos. Asegúrese de utilizar lentes de seguridad en todo momento.

Lista de verificación MP Anual			
Casilla de verificación	Paso	Tarea	Duración estimada
	A0	Lista de verificación de actividades de preparación de MP	--
	A1	Cambiar el estatus a "PM" en CMMS y referirse a la lista de verificación de MP de la página de estatus de CMMS	2 min
	A2	Mover Probador de celda de módulo al área de reparación, utilizando un <i>Lifter</i> .	5 min
	A3	Ejecute el control de puesto a tierra.	30 min
	A4	Ejecute verificación CE! de elementos	30 min
	A5	Inspección del panel frontal del Probador	5 min
	A6	Inspección visual de fugas en el tubo de refrigerante PCW del Probador	5 min
	A7	Verificación de los pines guía del Probador	5 min
	A8	Verificación del conector de la tarjeta posterior del Probador	5 min

	A9	Verificación de los tornillos en las ruedas del TAM del Probador	10 min
	A10	Limpieza general del carrito de mantenimiento / Bastidor de prueba múltiple	2 min
	A11	Examinar la aldaba de sujeción de la base del Probador	5 min
	A12	Escaneo de virus en el Probador	6 min
	A13	Verificación de ISEED	1 min
	A14	Calibración del Probador	Depende de la configuración del Probador (~2.5 hr -3.5 hr)
	A15	Diagnóstico del Probador	Depende de la configuración del Probador (~2.5 hr – 3.5 hr)
	A16	Limpieza de la carcasa/chasis del probador utilizando toallas de cuarto limpio	1 min

6.2.2. Detalle de la lista de tareas del Mantenimiento Preventivo anual

Detalle de la lista de tareas del Mantenimiento Preventivo anual	
Paso	Detalle de las tareas
A1	Cambie el estado en CMMS a "PM" y refiérase a la lista de verificación del estado en CMMS
A2	Mueva el Probador de la celda al área de mantenimiento utilizando un <i>lifter</i> . a. Asegúrese que la celda se encuentre en modo manual. b. Desacople el Probador de la celda. c. Utilizando el <i>lifter</i> remueva el Probador de la celda y llévelo al área de mantenimiento. d. Coloque el Probador en el carrito de mantenimiento o bastidor de prueba múltiple
A3	Ejecute una verificación de tierras. Refiérase a la sección 10.7 para el detalle.
A4	Ejecute verificación CE! de elementos 100% asociado con la matriz de CE. https://intel.sharepoint.com/sites/sttdall/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?csf=1&web=1&e=2ZYJvw%2F&FolderCTID=0x01200080D7CA3EE046C14AA62B1CA80CCA5F97&viewid=765661db%2D6428%2D47cf%2Dbc7d%2D7d090186ef75&id=%2Fsites%2Fsttdall%2FShared%20Documents%2FSTTD%20CE%20Site%2FTRB%2FTRB%20HDMT y busque la documentación 5M+E.
A5	Inspección de Panel Frontal de Probador a. Remueva el cobertor del Panel Frontal del Probador. b. Inspeccione visualmente el aspa del ventilador, asegúrese de que no esté dañada o rota. Reemplace si encuentra daños; de lo contrario, aspire las aspas del ventilador si se ve polvo en ellas. c. Asegúrese de que la tira del sensor de fugas esté completamente conectada al conector de la placa del panel frontal como se muestra a continuación. Si la tira se encuentra separada del chasis, ajuste de nuevo hacia atrás. d. Inspección del conector del panel frontal. Asegúrese de que el conector esté en buenas condiciones. Sin daños en el orificio del pasador. Reemplace un cable nuevo si está dañado y no se puede reparar.
A6	Inspección visual de fugas en la tubería refrigerante del probador PCW. a. Use toallas para comprobar si hay fuga en la unión del conector de tubería de E/S PCW. Asegúrese de que no se observen fugas en el conector.

	<p>a. Verifique el conector PCW de la tarjeta HPCC/HDDPS usando toallas. Ajuste el conector PCW de salida/entrada; asegúrese de que no se observen fugas en la unión del conector.</p> <p>Si detecta una fuga, cambie todo el colector o solo el O-ring del conector.</p>
A7	<p>Revisión de pines guía del Probador.</p> <p>a) Compruebe si el pin guía está completamente apretado. No se debe mover con la mano de lo contrario volver a tocar si está flojo.</p> <p>b) Comprobaciones de pines de alineación del probador (medidas que determinan si los pines cumplen o no con las especificaciones)</p> <p>a. Dimensión exterior pin a pin -19.500 +/-0.003"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parte superior del pasador a la parte superior de Ortho = 24,1 mm +/-0,3 mm (0949 pulgadas +/-0,012 pulgadas)
A8	<p>Comprobación del conector de tarjeta posterior del Probador.</p> <p>a. Asegúrese de que no haya pines dañados o doblados en el conector de la placa base.</p> <p>B. Compruebe si la cinta se ha roto. Vuelva a pegar con cinta kapton si se encuentra rota.</p>
A9	<p>Verificación de la base del probador</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usando el elevador del probador, voltee el probador y colóquelo encima de una superficie plana y estable. 2. Compruebe si el tornillo de la rueda de la base del Probador está en buenas condiciones. <ol style="list-style-type: none"> a. Si el tornillo se salió, soque el tornillo. b. Si falta el tornillo, instale uno. c. Si falta el cojinete, agregue uno. d. Si falta la tapa del rodillo, instale uno. 3. Verifique el espacio entre ganchos para asegurarse de cumplir con el requisito de 5 mm +/-1 mm. <ol style="list-style-type: none"> a. Use una llave Allen de 5 mm para medir el espacio del gancho con el Probador. b. Si necesita ajustar el espacio de separación, gire las tuercas del tornillo de la varilla hasta que la llave Allen encaje correctamente. 4. Verifique el estado del gancho de pestillo del Probador: <ol style="list-style-type: none"> a. Si el gancho está atascado en el medio o no puede bajar, reemplace el TAM. b. Si el gancho esta desgastado, reemplace el TAM. 5. Asegúrese de que todos los tornillos del TAM estén bien apretados. <p>Acople el probador con Cal Cage/TIU en el carro de mantenimiento o estación del bastidor e intente sacar el probador hacia atrás. Si el probador no sale, esta correctamente. Si el probador sale, escale a Ingeniería</p>
A10	<p>Aspirado general de la superficie del Carro de Mantenimiento o estación del bastidor para limpiar cualquier partícula de contaminación.</p>
A11	<p>Examinación general del pestillo del módulo de ensamblaje del probador (TAM)</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Comprobando el rendimiento del acoplamiento, asegúrese de que el pasador guía esté completamente insertado en el orificio de guía. b. Compruebe que el conector está al mismo nivel c. Mida el espacio entre el conector de la tarjeta posterior del Probador y la barra TIU. Asegúrese que el espacio está entre 46,1 mm y 48,5 mm d. Asegúrese de que el pestillo de la base del probador esté completamente socado.
A12	<p>Escaneo de virus del probador</p> <p>Ejecute una de las siguientes opciones para el análisis de virus:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Escaneo de virus Ejecute el análisis de virus "Stinger32.exe" ubicado en "c:\Herramientas\VirusScan\ Si se detecta un virus, limpie/elimine y repita el escaneo para asegurarse de que el probador esté limpio de cualquier virus detectado. 2. O vuelva a generar la imagen del SSD y siga los procedimientos de reimaginación.
A13	<p>Nota: Esta verificación ISEED solo es aplicable para el probador que se ejecuta con ISEED 1.3.0.x únicamente a continuación</p>

	<p>Skyline RC2.3, no se requiere que el probador ejecute ISEED 3.0 para ISEED 3.0 de ISEED verificación en TRB.</p> <p>Nota: para el uso del sitio "ISEEDHealthCheckTool" siga "BKM-TRB-2018-008 - GEN2 TST BKM Bin9200 ISEED_rev1.pdf" para verificar.</p> <p>Abra las configuraciones de conexión de red y elija la versión del protocolo de Internet 4 (TCP/IPv4).</p> <p>Haga clic en Propiedades para abrir y establecer las configuraciones de red.</p> <p>Configurar conexiones de red</p> <p>Esta es la configuración específica del sitio.</p> <p>Siga la asignación del servidor de TI para el sitio local.</p> <p>Haga clic en Avanzado... y seleccione la pestaña DNS. Esta es la configuración específica del sitio.</p> <p>Por favor siga la asignación del servidor de TI para el sitio local.</p> <p>Agregue los siguientes sufijos de DNS:</p> <p>- Sufijos del sitio local:</p> <ul style="list-style-type: none">o ch.intel.como ss.intel.como png.intel.como ksm.intel.como cd.intel.com <p>- intel.com</p> <p>- Local Site Corp Address:</p> <ul style="list-style-type: none">o amr.corp.intel.com (Americas)o gar.corp.intel.com (PGAT, KUAT, CDAT)o ccr.corp.intel.com (SOLO VNAT) <p>Seleccione la pestaña "WINS" en Avanzado... y agregue las siguientes direcciones:</p> <p>Esta es la configuración específica del sitio. Por favor siga la asignación del servidor de TI para el sitio local.</p> <p>El propietario del probador TRB local debe solicitar acceso al servidor del cliente ISEED para obtener una copia de la última versión. \\ccbdist\release\ATM\Prod\iSEED\iSEED_Client\ POR ISEED Version (date: 5/7/2018): 1.3.0.2 (x64) Copiar el paquete en "C:\Tools\ISEED"</p> <p>En una ventana de CMD > cd c:\tools\ISEED</p> <p>Abra la ventana CMD y cambie el directorio a: c:\tools\ISEED</p> <p>Nota: tenga en cuenta que si necesita volver a instalar el cliente ISEED (o actualizarlo) primero deberá desinstalar el cliente existente antes de continuar con la instalación de una nueva versión.</p> <p>Ejecute el script de instalación de ISEED en la ventana de CMD.</p>
--	--

	<p>Nota: HDMT_<XXXXX> se refiere a la identificación del probador. Elimine < > y solo use el número, es decir.</p> <p>HDMT_60078. El ID de fábrica hace referencia al campo asignado requerido por la base de datos de ISEED:</p> <p>CATD: ATD CDAT: CD6 KUAT: KMCO PGAT: PG VNAT: VNAT</p> <p>msiexec /i ISEEDClient_1.3_x64.msi /qn Name=HDMT_<XXXXX> FactoryID=ATD ModuleType=HDMT InstallMode=PROD /!* msiexecinstallLog.txt</p> <p>Verificar una instalación exitosa Tenga en cuenta que este archivo dirá que el nombre del producto es ISEED Client 1.3.0.0</p> <p>no se alarme, esta es la versión del instalador.</p> <p>Abra "C:\herramientas\ISEED\msiexecinstallLog.txt"</p> <p>Busque: "Installation completed successfully." (La instalación se completó con éxito) en la parte inferior del archivo.</p> <p>Verificar un registro exitoso Tenga en cuenta que este archivo dirá que el producto Proxy es "ISEED Client 1.3.0.2" esta es la versión correcta para instalar.</p> <p>Ir a "C:\Program Files\Intel\ISEED\Logs"</p> <p>Busque: "Instalación y registro exitosos"; en la parte inferior del archivo.</p> <p>Ejecutar un simulador de ISEED no administrado. Busque el texto marcado en amarillo.</p> <p>En una ventana de CMD > cd C:\Program Files\Intel\ISEED\Tools Ingrese "UnManagedISEEDSimulator_x64.exe" y haga clic en entrar Verifique que el texto resaltado a continuación coincida con su salida</p> <p>Configure la IP automática antes de devolver el probador a la planta de producción</p>
--	--

6.3. Tarea de calibración del probador HDMT Gen2 en carro de mantenimiento o bastidor múltiple de pruebas.

Se requiere calibración para verificar la funcionalidad de los módulos en el carro de mantenimiento durante el mantenimiento programado y reparación de sistema de prueba HDMT GEN2.

Paso	Nombre de la tarea
A14 - 1	Compruebe la conexión de DMM/frecuencímetro con la jaula de calibración
2	Inserte el Probador en el carro de mantenimiento o bastidor de prueba

3	Acople el probador en la jaula de calibración correctamente. Ajuste el acoplamiento si es necesario para asegurarse de que se ensamble sin problemas.
4	Conecte los conectores de PCW, DB9, Potencia, Video, UEI y USB a los medidores en el probador.
5	Encienda la celda presionando/cambiando el botón de encendido en el carro de mantenimiento o celda del bastidor, luego presione el botón de encendido en el Probador.
6	Espere a que el probador se inicie por completo y tenga el Sistema Operativo o Servicios de seguridad (HAL, Capa Abstracta de Hardware) en ejecución.
7	Verifique el tablero o el registro común para asegurarse de que no haya ninguna alarma de problema de hardware. Si tiene algún problema de hardware, debe solucionar el problema antes de ejecutar la calibración.
8	Ejecutar "AutoConfigure Calibration" abriéndolo desde "C:\Intel\HDMT3\TOS <i>release</i> folder\Runtime\Release" (TOScarpeta de lanzamiento * el nombre depende de TOS rev) Abra "HDMT-AutoConfigure_Cal.pkg".
9	Una vez que se abre el paquete, el usuario debe seleccionar el botón "Configurar". Esto iniciará el proceso de configuración de la tarjeta del instrumento. Si es la primera ejecución, tardará entre 30 y 40 min.
10	Ingrese el número de placa para su configuración de probador HDMT Gen 2 específica: Ejemplo: para configuración 204-560 – <i>El usuario ingresara: 0 2 3 8 9 10 11</i>
11	El proceso de configuración automática comenzará a ejecutarse. Espere a que termine. Si es la primera ejecución, tardará entre 30 y 40 min. Si el usuario desea detenerse en medio de la ejecución de auto configuración, puede seleccionar el botón "Detener". Entonces, regrese al paso 9.
12	Los usuarios deben esperar hasta que Autoconfig se ejecute por completo para continuar con el siguiente paso Los usuarios deben asegurarse de que los parámetros de la lista de tarjetas de la calibración HDDPS y la calibración HPCC en el árbol de configuración estén actualizados con las tarjetas reales presentes en el probador.
13	Pantalla de apertura del paquete de calibración. Envíe los mensajes de registro de datos a un archivo haciendo clic en Opciones de registro ubicado en la barra Verbosidad de herramientas. Ubicación predeterminada para los archivos de registro c:/ProgramFiles(x86)/Intel/gDTS. O puede crear su carpeta y luego redirigir todos los archivos de registro que desea guardar haciendo clic en el ícono de archivo abierto en cada registro Ejemplo: 1. Cree las nuevas carpetas en "D:\logs\Calibration\Folder name". 2. Marque las casillas e ingrese la ruta y el nombre del archivo como se muestra en la figura de la izquierda para Resumen, Información y Error. Haga clic en "OK."
14	Después de guardar todos los registros que desee, haga clic en el botón derecho "Flujo de plantilla." luego, al hacer clic en "Run this", comenzará la ejecución de calibración.
15	Durante la ejecución de la calibración, aparecerá Desactivar la TIU y Activar la TIU. Los usuarios deben asegurarse de notarlo y proceder.
16	Resultado de la calibración: Pase de calibración: Fondo verde Calibración fallida: Fondo rojo

	Si la calibración falló, debe leer el registro común/error de calibración para cualquier problema de hardware, solucionar el problema en consecuencia y realizar recalibración.
--	---

6.4. Tarea de diagnóstico del probador HDMT GEN2 en carro de mantenimiento o bastidor múltiple de pruebas.

El equipo de prueba HDMT GEN2 debe calibrarse completamente cada año. También se requieren calibraciones siempre que un módulo físico es reemplazado o intercambiado.

Paso	Tarea
A15 - 1	<p>➤ Repita desde el paso 1 al paso 7 de la sección 6.2 si se requiere que el probador ejecute solo el diagnóstico.</p> <p>c) Si el probador ejecuta el diagnóstico después de ejecutar la calibración, vaya al paso 2.</p>
2	Ejecutar "Diagnóstico de configuración automática" ábralo desde "C:\Intel\HDMT3\TOS release folder*\Runtime\Release" (TOS carpeta de lanzamiento * el nombre depende de TOS rev) Abra la "HDMT-AutoConfigure_Diag.pkg".
3	Una vez que se abre el paquete, el usuario debe seleccionar el botón "Configurar". Esto iniciará el proceso de configuración de la tarjeta del instrumento. Si es la primer ejecución, tardará de 20 a 30 min.
4	Ingrese el número de placa para la configuración del probador HDMT Gen 2 específica: Ejemplo: para la configuración 204-560: el usuario ingresará: 0 2 3 8 9 10 11
5	Una vez que la configuración automática se haya completado con éxito, el usuario verá el mensaje de información "Configuración automática exitosa" seguido del resultado de las tarjetas configuradas mostradas.
6	<p>Pantalla de apertura del paquete de diagnóstico.</p> <p>Envíe los mensajes de registro de datos a un archivo haciendo clic en Opciones de registro ubicado en la barra Verbosidad de herramientas.</p> <p>Ubicación predeterminada para los archivos de registro c:/ProgramFiles(x86)/Intel/gDTS. (O haga clic en el icono de abrir archivo).</p> <p>Igualmente puede crear su carpeta y luego redirigir todos los archivos de registro que desea guardar haciendo clic en el icono de archivo abierto en cada registro</p> <p>Ejemplo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cree las nuevas carpetas en "D:\logs\Calibration\Folder name." 2. Marque las casillas e ingrese la ruta y el nombre del archivo como se muestra en la figura de la izquierda para Resumen, Información y Error. Haga clic en "ok"
7	Haga clic derecho en "Flujo de plantilla", luego haga clic en "Ejecutar esto" para iniciar la ejecución de diagnósticos. Se ejecutará hasta su finalización.
8	<p>Resultado de diagnóstico</p> <p>Pase de diagnóstico: Fondo verde</p> <p>Diagnóstico fallido: Fondo rojo</p> <p>El usuario debe leer el registro de errores "commonlog/Diag" para averiguar la causa del error. Solucione los problemas en consecuencia y luego vuelva a ejecutar diagnóstico.</p>

Apéndice F: Manual de mantenimiento preventivo – Versión actualizada

6. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS (REFIÉRASE A LA SECCIÓN 14 PARA EJEMPLOS)

6.1. Tiempo estándar y lista de verificación para mantenimiento preventivo

Tipo MP	Semanal	Bisemanal	Mensual (1 Tec)	Trimestral (1 Tec)	Semestral (1 Tec)	Anual (1 Tec)	Bianual
Tiempo requerido (hr.)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8hrs	N/A

6.2. Lista de verificación de actividades de preparación del MP

Lista de verificación	Descripción	Actividades de preparación para MP	Duración estimada
A		Verifique que el carrito de MP tiene todas las herramientas descritas en la sección "Herramientas de mano para colaterales". Deben estar listas y en buenas condiciones.	10 min
B		Obtenga las herramientas de metrología requerida para el MP como se lista en "Tabla de metrología", según el tipo de MP.	10 min
C		Solicite los REPUESTOS/CONSUMIBLES listados en "Tabla de Repuestos/Consumibles" basado en el tipo de MP.	10 min
D		Preinspección mecánica.	10 min

Herramientas de mano para colaterales

Lista de verificación	Tipo de MP	Cantidad	Colaterales	# parte/Foto
	T/A	1	Estación de trabajo de pie.	
	T/A	1	Lifter	
	T/A	2 veces	Llaves hexagonales (mm y pulgadas)	
	T/A	1	Aspiradora para limpieza	
	T/A	2	Destornillador Phillips	

Herramientas de metrología

Lista de verificación	Tipo de MP	Cantidad	Actividades de preparación de metrología	Estatus de verificación	Consideraciones
	T/A	1	Carro de mantenimiento / Bastidor de prueba múltiple	Encienda y verifique la postal de calibración.	

Repuestos / Consumibles

Lista de verificación	Tipo MP	Cantidad	Repuestos/Consumibles	# parte/Foto de la parte (si aplica) / Comentario
	T/A	1 botella	IPA	
	T/A	1 botella	Agua destilada	
	T/A	1 bolsa	Toalla	
	T/A	1 bolsa	Hisopo Q-Tips / hisopo de espuma	
	T/A	1 bolsa	Guantes de látex	
	T/A	1 rollo	Cita tipo Kapton	
	T/A	1	Intel SSD DC S3700 Series 6GB	
	T/A	2	Dongle de UEI	

Tareas de Mantenimiento Preventivo Anual**6.2.1. Lista de verificación de Mantenimiento Preventivo Anual**

Siga los siguientes procesos para completar las tareas de mantenimiento para este colateral.

Nota: Sea consciente de los riesgos y requerimientos de EPP mientras ejecuta estos procesos. Puntos de atrape, riesgos eléctricos, mecánicos y neumáticos. Verifique utilizar lentes de seguridad en todo momento.

Lista de verificación MP Anual			
Casilla de verificación	Paso	Tarea	Duración estimada
	A0	Lista de verificación de actividades de preparación de MP	--
	A1	Cambiar el estatus a "PM" en CMMS y referirse a la lista de verificación de MP de la página de estatus de CMMS	2 min
	A2	Mover Probador de celda de módulo al área de reparación, utilizando un <i>Lifter</i> .	5 min
	A3	Ejecute el control de puesto a tierra.	30 min – 4 h
	A4	Ejecute verificación CEI de elementos	15 min
	A5	Inspección del panel frontal del Probador	5 min
	A6	Revisión de sensores de fuga	5 min
	A7	Inspección visual de fugas en el tubo de refrigerante PCW del Probador	10 min
	A8	Purga de instrumentos	1 h
	A9	Limpieza interna de chasis	5 min
	A10	Cambio de memorias en tarjetas de control	10 min
	A11	Verificación de los pines guía del Probador	5 min
	A12	Verificación del conector de la tarjeta posterior del Probador	5 min

	A13	Verificación de la base del Probador	10 min
	A14	Limpieza general del carrito de mantenimiento / Bastidor de prueba múltiple	2 min
	A15	Examinación de aldaba de sujeción de la base del Probador	5 min
	A16	Escaneo de virus en el Probador	10 min
	A17	Calibración del Probador	Depende de la configuración del Probador (~2.5 h -3.5 h)
	A18	Diagnóstico del Probador	Depende de la configuración del Probador (~3 h – 8 h)

6.2.2. Detalle de la lista de tareas del Mantenimiento Preventivo anual

Detalle de la lista de tareas del Mantenimiento Preventivo anual	
Paso	Detalle de las tareas
A1	Cambie el estado en CMMS a "PM" y refiérase a la lista de verificación del estado en CMMS
A2	Mueva el Probador de la celda al área de mantenimiento utilizando un <i>lifter</i> . a. Asegúrese que la celda se encuentre en modo manual. b. Desacople el Probador de la celda. c. Utilizando el <i>lifter</i> remueva el Probador de la celda y llévalo al área de mantenimiento. d. Coloque el Probador en el carrito de mantenimiento o bastidor de prueba múltiple
A3	Control de puesto a tierra 1. Ejecute el script de 48V. a. Si pasa, proceda solamente con las secciones 2 a 10 del control de puesto a tierra. b. Si no pasa, proceda a ejecutar el control de puesto a tierra completo. Refiérase a CSN-045 para el detalle.
A4	Ejecute verificación CE! de elementos 100% asociado con la matriz de CE. https://intel.sharepoint.com/sites/sttdall/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?csf=1&web=1&e=2ZYJvw%2F&FolderCTID=0x01200080D7CA3EE046C14AA62B1CA80CCA5F97&viewid=765661db%2D6428%2D47cf%2Dbc7d%2D7d090186ef75&id=%2Fsites%2Fsttdall%2FShared%20Documents%2FSTTD%20CE%20Site%2FTRB%2FTRB%20HDMT y busque la documentación 5M+E.
A5	Inspección de Panel Frontal de Probador a. Remueva el cobertor del Panel Frontal del Probador. b. Inspeccione visualmente el aspa del ventilador, asegúrese de que no esté dañada o rota. Reemplace si encuentra daños; de lo contrario, aspire las aspas del ventilador si se ve polvo en ellas. c. Limpie con toallas o aplicadores las aspas de los ventiladores. d. Inspección del conector del panel frontal. Asegúrese de que el conector esté en buenas condiciones. Sin daños en el orificio del pasador. Reemplace con cable nuevo si está dañado y no se puede reparar.
A6	Revisión de sensores de fugas

	<p>a. Compruebe que las tiras de sensor de fuga ubicadas en el panel frontal y en la parte superior e inferior dentro del chasis en la zona donde se ubican los instrumentos, se encuentren bien posicionados, adheridos al chasis, sin ningún dobles, obstrucción o quebradura.</p> <p>b. Acerque una toalla con agua hasta tocar el sensor con el Probador apagado, encienda el Probador, debe generarse una alarma que indique "Fault" al intentar encender, pero no debe completarse el proceso de encendido, esto asegura el correcto funcionamiento.</p> <p>c. En caso de que no genere alarma, el Probador encienda o haya algún sensor con desperfecto físico, cambiarlo por uno nuevo.</p>
A7	<p>Inspección visual de fugas en la tubería refrigerante del probador PCW.</p> <p>a. Use toallas para comprobar si hay fuga en la unión del conector de tubería de E/S PCW. Asegúrese de que no se observen fugas en el conector.</p> <p>b. Verifique el conector PCW de la tarjeta HPCC/HDDPS usando toallas. Ajuste el conector PCW de salida/entrada; asegúrese de que no se observen fugas en la unión del conector.</p> <p>Si detecta una fuga, cambie todo el colector o solo el O-ring del conector.</p> <p>c. Realice una limpieza con alcohol e hisopos de todos los alimentadores a lo largo del colector de PCW tanto de entrada como de salida.</p>
A8	<p>Purga de instrumentos</p> <p>a. Extraiga de una en una las tarjetas para este proceso.</p> <p>b. Posicione la tarjeta en un carrito con espumas, remueva los conectores de las mangueras.</p> <p>c. Coloque toallas debajo de las mangueras y cubriendo la manguera de salida de PCW (la manguera más corta).</p> <p>d. Sople con OFA a una presión no mayor de 60 psi por la manguera de entrada de PCW (manguera más larga).</p> <p>e. Repetir el proceso de manera viceversa (soplar desde la manguera de salida de PCW y la manguera de entrada de PCW están cubiertas con toallas)</p> <p>f. Limpiar ambos conectores de mangueras con alcohol y utilizando hisopos por ambos lados del conector.</p> <p>g. Posicionar la tarjeta en la estación 2 u 8 del bastidor múltiple, conectar la manguera de PCW y dejar correr durante 5 minutos aprox. Verificar que no exista ninguna fuga.</p> <p>h. Limpie las tarjetas con OFA, no exceda los 25 psi, puede utilizar toallas con alcohol para las zonas de empaques.</p>
A9	<p>Limpieza de chasis</p> <p>Realice una limpieza del interior del chasis utilizando toallas y alcohol, utilice OFA a no más de 25 psi para limpiar la placa de controlador de sitio especialmente el disipador de cobre.</p>
A10	<p>Cambio de memorias en tarjetas de control</p> <p>a. Refiérase al reporte de Bin 9801 en TEDS: https://teds.app.intel.com/AdvancedReportView.aspx?id=2533</p> <p>b. Si el Probador que usted está revisando se encuentra dentro de las columnas del reporte, verifique la recurrencia de alarmas.</p> <p>c. Cambie la memoria de la ranura que figure en el reporte si:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En las últimas 5 semanas se registraron 8 o más alarmas por semana. 2. El total de alarmas durante las 5 semanas son 40 o más. 3. La alarma <i>UNCORRECTABLE_ECC_COUNT_#</i>: #, se muestra al ejecutar el proceso de calibración o diagnóstico de la sección 6.3 o 6.4. Refiérase a CSN-048 para proceso de lectura de alarma.
A11	<p>Revisión de pines guía del Probador.</p> <p>a) Compruebe si el pin guía está completamente apretado. No se debe mover con la mano</p>

	<p>de lo contrario volver a socar si está flojo.</p> <p>b) Comprobaciones de pines de alineación del probador (medidas que determinan si los pines cumplen o no con las especificaciones)</p> <p>a. Dimensión exterior pin a pin -19.500 +/-0.003"</p> <p>• Parte superior del pasador a la parte superior de Ortho = 24,1 mm +/-0,3 mm (0949 pulgadas +/-0,012 pulgadas)</p> <p>Referirse a BKM-TRB-2020-001 Docking Alignment R1</p>
A12	<p>Comprobación del conector de tarjeta posterior del Probador.</p> <p>a. Asegúrese de que no haya pines dañados o doblados en el conector de la placa base, tanto en la sección externa como interna.</p> <p>b. Realice una limpieza con OFA, a no más de 25 psi, en los conectores ortogonales, asegúrese de que la estructura de plástico no presente ninguna quebradura.</p> <p>c. Compruebe si la cinta se ha roto. Vuelva a pegar con cinta kapton si se encuentra rota.</p> <p>*Revisar cambio entre 4kW y 6kW</p>
A13	<p>Verificación de la base del probador</p> <p>1. Usando el elevador del probador, voltee el probador y colóquelo encima de una superficie plana y estable.</p> <p>2. Compruebe si el tornillo de la rueda de la base del Probador está en buenas condiciones.</p> <p>a. Si el tornillo se salió, soque el tornillo.</p> <p>b. Si falta el tornillo, instale uno.</p> <p>c. Si falta el cojinete, agregue uno.</p> <p>d. Si falta la tapa del rodillo, instale uno.</p> <p>3. Revise detalladamente los rieles de la base, si existe algún desgaste o quebradura, sustituya por uno nuevo.</p> <p>4. Verifique el espacio entre ganchos para asegurarse de cumplir con el requisito de 5 mm +/-1 mm.</p> <p>a. Use una llave Allen de 5 mm para medir el espacio del gancho con el Probador.</p> <p>b. Si necesita ajustar el espacio de separación, gire las tuercas del tornillo de la varilla hasta que la llave Allen encaje correctamente.</p> <p>5. Verifique el estado del gancho de pestillo del Probador:</p> <p>a. Si el gancho está atascado en el medio o no puede bajar, reemplace el TAM.</p> <p>b. Si el gancho esta desgastado, reemplace el TAM.</p> <p>6. Asegúrese de que todos los tornillos del TAM estén bien apretados.</p> <p>Acople el probador con Cal Cage/TIU en el carro de mantenimiento o estación del bastidor e intente sacar el probador hacia atrás. Si el probador no sale, esta correctamente. Si el probador sale, escale a Ingeniería.</p>
A14	<p>Aspirado general de la superficie del Carro de Mantenimiento o estación del bastidor para limpiar cualquier partícula de contaminación.</p>
A15	<p>Examinación general del pestillo del módulo de ensamblaje del probador (TAM)</p> <p>a. Comprobando el rendimiento del acoplamiento, asegúrese de que el pasador guía esté completamente insertado en el orificio de guía.</p> <p>b. Compruebe que el conector está al mismo nivel</p> <p>c. Mida el espacio entre el conector de la tarjeta posterior del Probador y la barra TIU. Asegúrese que el espacio está entre 46,1 mm y 48,5 mm</p> <p>d. Asegúrese de que el pestillo de la base del probador esté completamente socado.</p>
A16	<p>Escaneo de virus del probador</p> <p>Ejecute una de las siguientes opciones para el análisis de virus:</p> <p>1. Escaneo de virus</p> <p>Ejecute el análisis de virus "Stinger32.exe" ubicado en</p> <p>"c:\Herramientas\VirusScan\"</p> <p>Si se detecta un virus, limpie/elimine y repita el escaneo para asegurarse de que el probador esté limpio de cualquier virus detectado.</p>

	2. O vuelva a generar la imagen del SSD y siga los procedimientos de reimaginación.
--	---

6.3. Tarea de calibración del probador HDMT Gen2 en carro de mantenimiento o bastidor múltiple de pruebas.

Se requiere calibración para verificar la funcionalidad de los módulos en el carro de mantenimiento durante el mantenimiento programado y reparación de Sistema de prueba HDMT GEN2.

Paso	Tarea
A17 - 1	Compruebe la conexión de DMM/frecuencímetro con la jaula de calibración
2	Inserte el Probador en el carro de mantenimiento o bastidor de prueba
3	Acople el probador en la jaula de calibración correctamente. Ajuste el acoplamiento si es necesario para asegurarse de que se ensamble sin problemas.
4	Conecte los conectores de PCW, DB9, Potencia, Video, UEI y USB a los medidores en el probador.
5	Encienda la celda presionando/cambiando el botón de encendido en el carro de mantenimiento o celda del bastidor, luego presione el botón de encendido en el Probador.
6	Espere a que el probador se inicie por completo y tenga el Sistema Operativo o Servicios de seguridad (HAL, Capa Abstracta de Hardware) en ejecución.
7	Verifique el tablero o el registro común para asegurarse de que no haya ninguna alarma de problema de hardware. Si tiene algún problema de hardware, debe solucionar el problema antes de ejecutar la calibración.
8	Ejecutar "AutoConfigure Calibration" abriéndolo desde "C:\Intel\HDMT3\TOS <i>release folder</i> \Runtime\Release" (TOS carpeta de lanzamiento * el nombre depende de TOS rev) Abra "HDMT-AutoConfigure_Cal.pkg".
9	Una vez que se abre el paquete, el usuario debe seleccionar el botón "Configurar". Esto iniciará el proceso de configuración de la tarjeta del instrumento. Si es la primera ejecución, tardará entre 30 y 40 min.
10	El proceso de configuración automática comenzará a ejecutarse. Espere a que termine. Si es la primera ejecución, tardará entre 30 y 40 min. Si el usuario desea detenerse en medio de la ejecución de auto configuración, puede seleccionar el botón "Detener". Entonces, regrese al paso 9.
11	Los usuarios deben esperar hasta que <i>Autoconfig</i> se ejecute por completo para continuar con el siguiente paso Los usuarios deben asegurarse de que los parámetros de la lista de tarjetas de la calibración HDDPS y la calibración HPCC en el árbol de configuración estén actualizados con las tarjetas reales presentes en el probador.
12	Pantalla de apertura del paquete de calibración. Envíe los mensajes de registro de datos a un archivo haciendo clic en Opciones de registro ubicado en la barra Verbosidad de herramientas. Ubicación predeterminada para los archivos de registro c:/ProgramFiles(x86)/Intel/gDTS. O puede crear su carpeta y luego redirigir todos los archivos de registro que desea guardar haciendo clic en el ícono de archivo abierto en cada registro Ejemplo:

	<p>1. Cree las nuevas carpetas en "D:\logs\Calibration\Folder name".</p> <p>2. Marque las casillas e ingrese la ruta y el nombre del archivo como se muestra en la figura de la izquierda para Resumen, Información y Error. Haga clic en "OK."</p>
13	Después de guardar todos los registros que desee, haga clic en el botón derecho "Flujo de plantilla." luego, al hacer clic en "Run this", comenzará la ejecución de calibración.
14	Durante la ejecución de la calibración, aparecerá Desactivar la TIU y Activar la TIU. Los usuarios deben asegurarse de notarlo y proceder.
15	<p>Resultado de la calibración:</p> <p>Pase de calibración: Fondo verde</p> <p>Calibración fallida: Fondo rojo</p> <p>Si la calibración falló, debe leer el registro común/error de calibración para cualquier problema de hardware, solucionar el problema en consecuencia y realizar recalibración.</p>

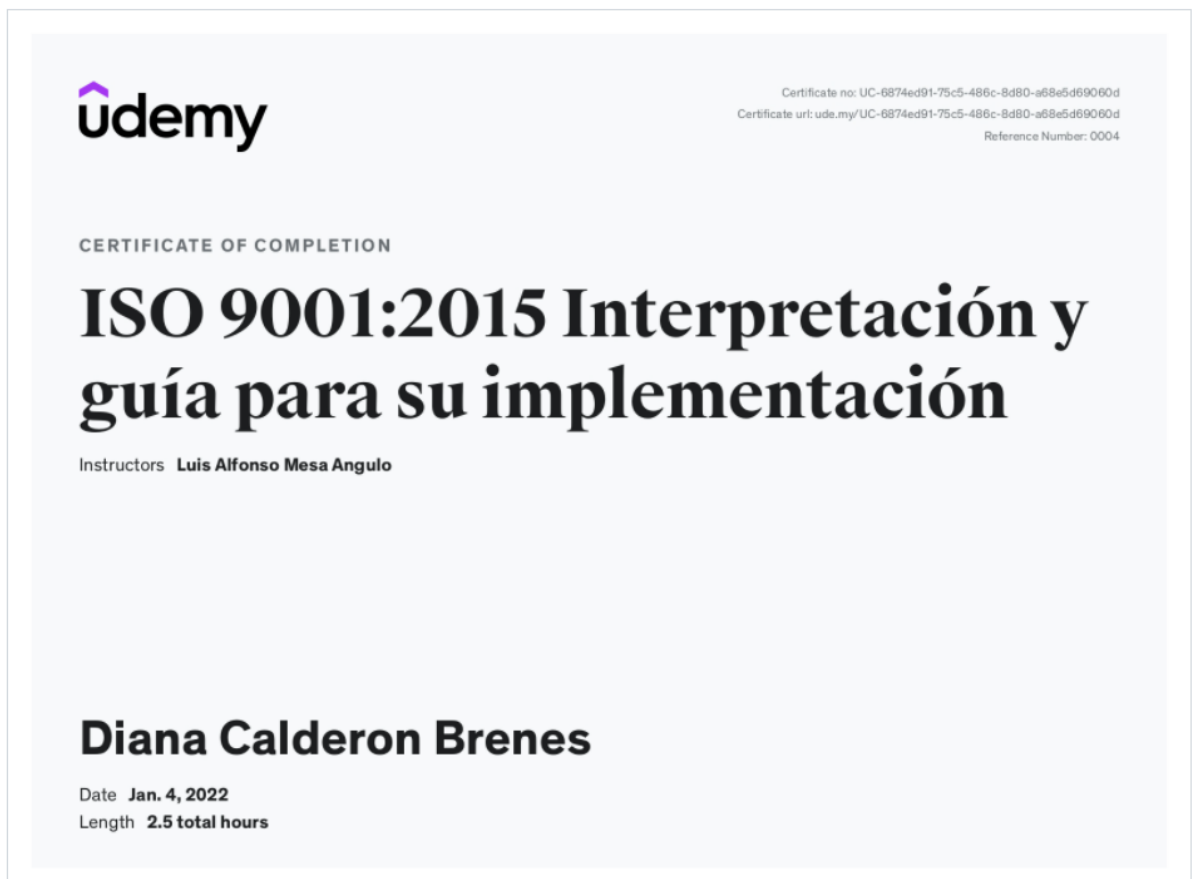
6.4. Tarea de diagnóstico del probador HDMT GEN2 en carro de mantenimiento o bastidor múltiple de pruebas.

El equipo de prueba HDMT GEN2 debe calibrarse completamente cada año. También se requieren calibraciones siempre que un módulo físico es reemplazado o intercambiado.

Paso	Tarea
A18 - 1	<p>➤ Repita desde el paso 1 al paso 7 de la sección 6.2 si se requiere que el probador ejecute solo el diagnóstico.</p> <p>c) Si el probador ejecuta el diagnóstico después de ejecutar la calibración, vaya al paso 2.</p>
2	Ejecutar "Diagnóstico de configuración automática" ábralo desde "C:\Intel\HDMT3\TOS release folder*\Runtime\Release" (TOS carpeta de lanzamiento * el nombre depende de TOS rev) Abra la "HDMT-AutoConfigure_Diag.pkg".
3	Una vez que se abre el paquete, el usuario debe seleccionar el botón "Configurar". Esto iniciará el proceso de configuración de la tarjeta del instrumento. Si es la primer ejecución, tardará de 20 a 30 min.
4	Una vez que la configuración automática se haya completado con éxito, el usuario verá el mensaje de información "Configuración automática exitosa" seguido del resultado de las tarjetas configuradas mostradas.
5	<p>Pantalla de apertura del paquete de diagnóstico.</p> <p>Envíe los mensajes de registro de datos a un archivo haciendo clic en Opciones de registro ubicado en la barra Verbosidad de herramientas.</p> <p>Ubicación predeterminada para los archivos de registro c:/ProgramFiles(x86)/Intel/gDTS. (O haga clic en el icono de abrir archivo).</p> <p>Igualmente puede crear su carpeta y luego redirigir todos los archivos de registro que desea guardar haciendo clic en el icono de archivo abierto en cada registro</p> <p>Ejemplo:</p> <p>1. Cree las nuevas carpetas en "D:\logs\Calibration\Folder name."</p> <p>2. Marque las casillas e ingrese la ruta y el nombre del archivo como se muestra en la figura de la izquierda para Resumen, Información y Error. Haga clic en "ok"</p>

6	Haga clic derecho en Flujo de plantilla, luego haga clic en "Ejecutar esto" para iniciar la ejecución de diagnósticos. Se ejecutará hasta su finalización.
7	<p>Resultado de diagnóstico</p> <p>Pase de diagnóstico: Fondo verde</p> <p>Diagnóstico fallido: Fondo rojo</p> <p>El usuario debe leer el registro de errores "commonlog/Diag" para averiguar la causa del error. Solucione los problemas en consecuencia y luego vuelva a ejecutar diagnóstico.</p>

Apéndice G: Certificado de terminación de curso ISO9001:2015



This certificate above verifies that [Diana Calderon Brenes](#) successfully completed the course [ISO 9001:2015 Interpretación y guía para su implementación](#) on 01/04/2022 as taught by [Luis Alfonso Mesa Angulo](#) on Udemy. The certificate indicates the entire course was completed as validated by the student. The course duration represents the total video hours of the course at time of most recent completion.