

Diseño de un modelo de optimización del servicio de mantenimiento por garantías en la empresa ASCAVI.

PABLO ANDRÉS HOYOS DUQUE

**PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRÓNICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA,
MECATRONICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, Noviembre 4 de 2015

**DISEÑO DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE
MANTENIMIENTO POR GARANTÍAS EN LA EMPRESA ASCAVI.**

PABLO ANDRÉS HOYOS DUQUE

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

Director: WILLIAN JAVIER MORA
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
wjme11@hotmail.com

**PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRÓNICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA,
MECATRONICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

Pamplona, Noviembre 4 de 2015

Dedicado a mi madre Beatriz E. Duque.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a DIOS por darme la pasión y el amor por mi carrera, por guiarme en el camino para realizarme como profesional.

Agradecerle a toda mi familia por la ayuda que me otorgaron para convertirme en un profesional, quiero agradecer a mi padre Juan Carlos Hoyos, a mi tía Clara Duque y a su esposo Héctor Castaño, por darme las herramientas para cumplir con todos los proyectos realizados en la universidad.

Agradecerle a la empresa ASCAVI por darme la oportunidad de realizar las prácticas empresariales.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	12
2. JUSTIFICACION.....	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo general.....	14
3.2 Objetivos específicos	14
4. ESTADO actual – marco teorico y estado del arte.....	15
4.1 Application of failure mode and effects analysis in a clinical chemistry laboratory.....	15
4.2 Risk management for outsourcing biomedical waste disposal – Using the failure mode and effects analysis	16
4.3 Risk evaluation in failure mode and effects analysis with extended VIKOR method under fuzzy environment	16
4.3 Failure mode and effects analysis by data envelopment analysis	17
4.4 Modelling and Analysis of Maintenance Service Contracts.....	17
4.5 Optimal decision making in a maintenance service operation	17
4.6 A model for maintenance service contract design, negotiation and optimization	18
4.7 Data management in maintenance outsourcing	18
5. METODOLOGIA de diseño	19
5.1 TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	19
5.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL para el diseño del modelo de optimización	20
5.3 metodologia de identificación del servicio más recurrente por garantía ...	23
5.3.1 CODIFICACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE INFORMES EN LOS EQUIPOS.....	23
5.3.1.1 BÚSQUEDA DE EQUIPO FRECUENTE EN GARANTÍA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN.....	32
5.4 estudio tecnico del equipo	35
5.4.1 FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES	35
5.4.2 FUNCIONAMIENTO DE LOS ACTUADORES	38
5.4.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE OPERACIÓN Y LIMPIEZA.	40
5.5 diseño de AMEF general para el equipo critico por garantía.	42
5.5.1 DISEÑO DE AMEF PARA ANALIZADOR DE LECHE LACTOSCAN BASADO CON LA EXPERIENCIA DE LOS INGENIEROS DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO DE ASCAVI.	43

5.6	TOMA DE DECISIONES BASADAS CON EL AMEF GENERAL.....	50
5.5	metodologia para fidelizar clientes y toma de datos para el amef del equipo.....	50
5.5.1	DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA INVESTIGACIÓN DE FALLAS.....	51
5.5.2	PLAN DE VISITAS A LOS CLIENTES CON FINES DE ASESORAMIENTO	53
5.6	rediseño del modelo de optimización.....	53
6.	RESULTADOS DE LA PRUEBA DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN.....	54
6.1	RESULTADO DE LA BUSQUEDA DEL EQUIPO DE PRUEBA PARA EL MODELO.....	54
6.2	RESULTADO DE LA PRUEBA DEL MODELO PARA LA TOMA DE DECISIONES.....	54
6.3	pruebas recojidas en las visitas de las empresas.....	55
6.3.1	Adquisición de datos del lugar de trabajo del equipo.....	55
6.3.1.1	VISITA TECNICA LACTEOS BUENA VISTA.....	55
6.3.1.2	VISITA TECNICA RIO GRANDE	56
6.3.1.3	PRUEBAS MEDIEMPRESA CENTRO LAB.....	62
6.3.1.4	Pruebas dulces flower	64
6.3.1.5	Pruebas de derivados lácteos el gustazzo	67
6.3.1.6	Pruebas Pasteurizadora La Mejor	71
6.3.2	Pruebas de las capacitaciones.....	74
6.3.2.1	Pruebas capacitaciones buena vista	74
6.3.2.2	Pruebas capacitaciones rio grande.....	76
6.3.2.3	Pruebas capacitaciones centro lab.....	79
6.3.2.4	Pruebas capacitaciones dulces flower.....	82
6.3.2.5	Pruebas capacitaciones gustazzo	85
6.3.2.6	Pruebas de capacitación Pasteurizadora La Mejor.....	88
6.4	encuesta de satisfacción sobre capacitación técnica del analizador de leche 90	
7.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	92
7.1	analisis del equipo mas critico por garantía.....	92
7.2	analisis del amef general.....	92
7.3	Análisis de las pruebas obtenidas en las visitas.....	93
7.3.1	Análisis de pruebas buena vista.....	93
7.3.1.1	Análisis de la encuesta buena vista.....	94

7.3.1.2	Acciones adoptadas buena vista	94
7.3.2	Análisis de pruebas rio grande.	94
7.3.2.1	Análisis de encuesta rio grande.....	94
7.3.2.2	Acciones adoptadas rio grande.	94
7.3.3	Análisis de pruebas centro lab.....	95
7.3.3.1	Análisis de encuesta centro lab.	95
7.3.3.2	Acciones adoptadas centro lab.....	95
7.3.4	Análisis de pruebas dulces flower.	95
7.3.4.1	Análisis de encuesta dulces flower.	96
7.3.4.2	Acciones adoptadas dulces flower.	96
7.3.5	Análisis de pruebas el gustazzzo.	96
7.3.5.1	Análisis de encuesta el gustazzzo.	96
7.3.5.2	Acciones adoptadas gustazzzo.	96
7.3.6	Análisis de pruebas pasteurizadora la mejor.	96
7.3.6.1	Análisis encuesta pasteurizadora la mejor.	97
7.3.6.2	Acciones adoptadas pasteurizadora la mejor.	97
7.4	analisis de formulario de satisfacción sobre capacitación técnica del analizador de leche.....	97
8.	CONCLUSIONES	100
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma y descripción de actividades	19
--	----

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma del modelo	21
Figura 2. Continuación flujograma inicial del modelo	22
Figura 3. Codificación	32
Figura 4. Esquemático de funcionamiento	41
Figura 5. División de AMEF	43
Figura 6. Gráfica de la primera pregunta del formulario	43
Figura 7. Gráfica de la segunda pregunta del formulario	43
Figura 8. Gráfica de la tercera pregunta del formulario	43
Figura 9. Gráfica de la cuarta pregunta del formulario	43
Figura 10. Gráfica de la quinta pregunta del formulario	43
Figura 11. Gráfica de la sexta pregunta del formulario	43

RESUMEN

ASCAVI es una empresa que se dedica a comercializar equipos especializados para laboratorios, empresas de alimentos, clínicas y hospitales; Además de realizar la venta de estos productos también ofrecen los servicios de mantenimientos correctivos, preventivos y la calibración o metrología de ellos.

EL trabajo de práctica empresarial (diseño de un modelo de optimización del servicio de mantenimiento por garantías en la empresa ASCAVI); es una estrategia para la toma de decisiones que busca ahorrar costos en la empresa por los servicios que se otorgan por garantías en los equipos que se trabajaron por mantenimiento.

Usando los informes de mantenimiento que genera la empresa se evalúan los equipos que son más reincidentes por garantías y se selecciona el más crítico por costos, se toma el equipo encontrado para realizar la prueba del modelo, cual en este caso fue el analizador de leche, después realizar el AMEF del equipo y si este tiene alguna falla de alto riesgo, se toma la decisión de realizar visitas a las empresas de los clientes para investigar el comportamiento de este equipo y de su entorno de trabajo, se aprovecha para realizar una capacitación técnica del equipo, generando las respectivas recomendaciones o correcciones, las pruebas obtenidas en la visita se usan para respaldar los servicios que se presenten en el futuro. Poniendo a prueba el modelo con el analizador de leche se encontró con el AMEF que el equipo contiene un modo de falla de alto riesgo, lo cual hace tomar la decisión de tomar pruebas en las empresas y medir variables que afectan al equipo como: temperatura, ruido, humedad relativa, calidad de la energía, campos electromagnéticos, mala limpieza. Por medio de equipos de medición para algunas variables ambientales como el termohigrómetro para la temperatura y la humedad, multímetro para la calidad de la energía, encuesta para saber cómo lo operan y su proceso de limpieza, inspección auditiva y visual con el ruido sonoro y maquinas cercanas que puedan generar campos electromagnéticos.

Este proyecto se realizó como una herramienta para la toma de decisiones en la gerencia de mantenimiento con los costos que se obtienen en los servicios de garantías, en los cuales es difícil identificar las causas de sus fallas, debido al desconocimiento que se tiene de la operación del equipo en las empresas de los clientes, para esto se realiza toma de pruebas del lugar del trabajo para tener de respaldo sobre la responsabilidad de la garantía a futuro, pero fuera de esto también se realiza una capacitación a los clientes para que tengan conocimiento completo del por qué estas variables afectan al equipo y como lo deben operar adecuadamente, pero esto no solo ayuda en el proceso interno de los clientes mejorando su producción, la calidad de sus productos y la vida útil de sus equipos; sino que disminuye las fallas y se logra hacer un acompañamiento donde se aumenta la confiabilidad y esto hace que ASCAVI fidelice al cliente.

PALABRAS CLAVES

Fidelizar, criticidad, analizador de leche lactoscan, numero de prioridad de riesgo, falla de alto riesgo, metrología, calibración, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, confiabilidad, AMEF, sensor ultrasónico, bomba peristáltica, ruido sonoro, campo electromagnético, limpieza, operación, termohigrómetro, temperatura ambiente, humedad relativa, calidad de la energía, inspección visual, multímetro, capacitación, encuesta.

1. INTRODUCCION

ASCAVI es una empresa que se dedica a comercializar equipos especializados para laboratorios, empresas de alimentos, clínicas y hospitales; Además de realizar la venta de estos productos también realizan los mantenimientos correctivos, preventivos y la calibración o metrología de ellos. Aunque ASCAVI es una empresa que presta estos servicios y donde sus clientes tercerizan o subcontratan el proceso de mantenimiento con la empresa o más definidamente con el departamento técnico (IASOTTECG), no cuenta con herramientas optimas de gerencia en mantenimiento. La problemática sobre las garantías que se daban por los equipos se convirtió en el objeto de investigación, por lo tanto surgió la necesidad de crear un lineamiento tipo estrategia a seguir para resolver o disminuir la frecuencia del problema en la empresa.

Debido al desconocimiento que se tiene sobre las condiciones o como, donde y quien, opera el equipo, es necesario hacer las visitas a los clientes para recoger todas las pruebas posibles y determinar el porqué de la falla, además contar con la obligación de realizar las debidas asesorías o capacitaciones al manejo del equipo, como acompañamiento de la empresa con los clientes.

EL trabajo de práctica empresarial (diseño de un modelo de optimización del servicio de mantenimiento y garantías en la empresa ASCAVI); es una metodología sistemática que busca ahorrar costos en la empresa disminuyendo las garantías, Usando los informes de mantenimiento que genera la empresa se buscara los equipos que son más reincidentes por garantía, y a su vez aumentar la confiabilidad y fiabilidad de los clientes con el acompañamiento que se ofrece, beneficiando al cliente directamente debido a que aumentara su producción, la vida útil del equipó y la calidad de sus productos.

2. JUSTIFICACION

Debido que la empresa ASCAVI ha tenido quejas y reclamos por algunos equipos específicos en los servicios de mantenimiento y apoyándose con el departamento técnico de la empresa se deduce o se infiere que algunas de las fallas son dadas por el mal uso o cuidado de ellos y de los malos ambientes de trabajo de sus equipos, este tipo de fallas pueden ser: las malas instalaciones eléctricas, ambientes muy húmedos, mala operación y calibración o el uso de materias primas inapropiadas. Debido que la empresa no ha podido conocer a fondo la problemática y por políticas de mercado decide asumir como garantía la reparación de los equipos; aunque esto se traduce en pérdidas monetarias, de trabajo y de tiempo para la empresa. Para resolver el inconveniente se piensa utilizar el AMEF como herramienta para el análisis de causas y efecto de fallas.

Una de las finalidades es de garantizar un acompañamiento a las empresas y brindar mayor confiabilidad, otra y la más importante es la de mitigar el problema del costo de la empresa por concepto de garantías. Para poder cumplir con estas metas se pretende tomar acciones correctivas o recomendaciones como asesoramiento técnico, capacitación, y mantenimientos preventivos y correctivos.

Lo que se busca con el desarrollo del proyecto, es beneficiar a los clientes aumentándole la vida útil de sus equipos, la calidad de sus productos y su óptima producción de sus productos en los procesos donde trabajan los equipos, también se busca beneficiar la propia empresa ASCAVI ahorrando costos por concepto de servicios que se otorgan por garantías y manteniendo fidelizados a los clientes para que estos no se desplacen hacia la competencia.

El AMEF es una herramienta que permite conocer los aspectos más críticos o nos permite definir las prioridades de riesgo de un equipo o de un proceso, conociendo las posibles modos de falla o las causas de las fallas potenciales por prioridad de riesgo, podremos antepoarnos o prepararnos para cuando esta falla ocurra, de tal manera teniendo en cuenta los repuestos o partes necesarias listos para su debido momento. También se podría mitigar al máximo la falla si se conoce que su causa no es normal al funcionamiento interno del equipo, por el contrario, si se detecta que la falla es causada por variables o entes externos que se involucran en el proceso, por ejemplo: su inadecuada operación o la calidad de la energía.

Para ser efectivos con la finalidad del proyecto se tendrá en cuenta una serie de pasos que se respaldaran con la herramienta AMEF y que ayudaran a guiar la investigación, facilitando la búsqueda de las pistas y ayudando a realizar las acciones correctivas requeridas según sea el caso. Todo esto integra el (diseño de un modelo de optimización del servicio de mantenimiento y garantías en la empresa ASCAVI).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

GENERAR UNA HERRAMIENTA DE GERENCIA EN MANTENIMIENTO PARA EL AHORRO DE LOS COSTOS POR GARANTÍA.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

IDENTIFICAR EN LOS INFORMES DE MANTENIMIENTO EL EQUIPO MÁS CRÍTICO POR GARANTÍA.

REALIZAR EL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA DEL EQUIPO (AMEF).

DETERMINAR LAS RESPECTIVAS ACCIONES PARA LA CORRECCIÓN Y DISMINUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE LA FALLA.

PROTEGER A LA EMPRESA ASCAVI DE LA RESPONSABILIDAD SOBRE LAS GARANTIAS CON INFORMACIÓN DE LAS PRUEBAS OBTENIDAS.

FIDELIZAR AL CLIENTE DANDO ACOMPAÑAMIENTO AL PROCESO DE SU EQUIPO.

4. ESTADO ACTUAL – MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

El análisis de modo y efecto de la falla (**AMEF**), ha sido una herramienta creada para determinar las posibles causas potenciales de una avería para un proceso o equipo, y determinar de tal forma los puntos críticos de estos, Para que al debido tiempo en que se origine el daño donde se halló el punto de criticidad del equipo o proceso la empresa se encuentre debidamente preparada para la corrección inmediata de la falla, anteponiéndose al daño y planeando su corrección como: teniendo listo el repuesto del punto más crítico y así de tal manera ahorrando costos en la producción del proceso o del equipo estudiado con el AMEF.

En las últimas décadas se ha usado el AMEF en diferentes sectores, empezando por la industria aeronáutica, luego en la industria automotriz y por último en nuevas áreas como lo son de servicio y salud. Para poder abarcar y centrar la idea de optimización del servicio de mantenimiento y garantías en la empresa ASCAVI, se encontró algunos estudios de AMEF en el área de servicios, agroindustria, salud o laboratorios. Debido a que los servicios de tercerización que presta ASCAVI, es a clientes que se desenvuelven en estos tipos de industrias, algunos de los artículos publicados relacionados con el **Diseño de un modelo de optimización del servicio de mantenimiento y garantías en la empresa ASCAVI**, son:

4.1 *APPLICATION OF FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS IN A CLINICAL CHEMISTRY LABORATORY*

Entrega oportuna de resultados correctos durante mucho tiempo ha sido considerando como el objetivo de la gestión de la calidad en laboratorio clínico. Con el aumento de la carga de trabajo, así como la complejidad de las pruebas de laboratorio y atención al paciente, la tradicional técnica adoptada como el control de calidad interno (IQC) y la evaluación externa de la calidad (EQA) podrá no ser suficiente para hacer frente a los problemas de gestión de la calidad para los laboratorios clínicos. Aplicamos modo de falla y efectos análisis (FMEA), una herramienta proactiva, para reducir los errores asociados con el proceso que comienza con la recogida de muestras y terminando con un informe de prueba en un laboratorio de química clínica. Nuestro principal objetivo fue investigar la viabilidad de FMEA en una situación del mundo real, es decir, en el entorno de trabajo del hospital. [1]

4.2 RISK MANAGEMENT FOR OUTSOURCING BIOMEDICAL WASTE DISPOSAL – USING THE FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Utilizando el análisis de modo de falla y efectos, este estudio examinó empresas de residuos biomédicos a través evaluación de riesgos. Además, se evaluó los supervisores de unidades de residuos biomédicos en los hospitales, y los factores relativos a la evaluación del riesgo de externalización de desechos biomédicos en los hospitales, haciendo referencia a la eliminación de residuos actuales. Una encuesta de expertos se llevó a cabo en el personal involucrado en la eliminación de residuos unidades en los hospitales, a fin de identificar los factores importantes relacionados con el riesgo de externalización de biomédica de los residuos en los hospitales. Este estudio calcula el número de prioridad de riesgo (RPN) y los artículos seleccionados con un valor de RPN superior a 80 para la mejora. Estos artículos incluyen " disponibilidad de dispositivos de congelación ", " Disponibilidad de contenedores para objetos punzantes ", " frecuencia de eliminación ", " volumen disposición ", " método de tratamiento ", " Vehículos que cumplen la normativa" y " declaración de tres listas ". Este estudio también apunta a identificar factores de selección importantes de un servicio de recogida biomédicos de hospitales en términos de riesgo. Estos hallazgos pueden servir como referencias para los hospitales en la selección de las empresas de *outsourcing* para biomédica depósito de basura. [2]

4.3 RISK EVALUATION IN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS WITH EXTENDED VIKOR METHOD UNDER FUZZY ENVIRONMENT

Modo de fallo y análisis de efectos (AMFE) es una herramienta de evaluación de riesgos ampliamente utilizada para definir, identificar, y la eliminación de fallas o problemas en productos, procesos, diseños y servicios potenciales. En tradicional FMEA, las prioridades de riesgo de modos de fallo se determinan mediante el uso de números de prioridad de riesgo (RPN), que se puede obtener multiplicando las puntuaciones de los factores de riesgo como ocurrencia (O), la gravedad (S), y detección (D). Sin embargo, el método RPN quebradizo se ha criticado a tener varias deficiencias. En este trabajo, lingüística variables, expresadas en forma trapezoidal o números borrosos triangulares, se utilizan para evaluar las calificaciones y ponderaciones de los factores de riesgo de O, S y D. Para la selección de los modos de fallo más graves, la Viktor extendido método se utiliza para determinar las prioridades de riesgo de los modos de fallo que se han identificado. Como resultado, una Se propone AMFE difuso basado en la teoría de conjuntos difusos y el método Viktor para la priorización de los modos de fallo, destinado específicamente para abordar algunas limitaciones del AMFE tradicional. Un estudio de caso, que evalúa el riesgo de proceso de la anestesia general, se presenta para demostrar la aplicación del modelo propuesto bajo ambiente difusa. [3]

4.3 FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS BY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Modo de fallo y análisis de efectos (AMFE) es un método que examina los posibles fallos en los productos o procesos y se ha utilizado en muchos sistemas de gestión de la calidad. Un tema importante de FMEA es la determinación de las prioridades de riesgo de los modos de fallo. En este trabajo se propone un FMEA que utiliza datos de análisis envolvente (DEA), una herramienta de medición del desempeño conocida, para determinar las prioridades de riesgo de modos de fallo. El AMFE propuesto mide los riesgos máximos y mínimos de cada modo de falla. Los dos riesgos son entonces geoméricamente promedio para medir los riesgos generales de los modos de fallo. Las prioridades de riesgo son determinada en función de los riesgos generales en lugar de sólo los riesgos máximos o mínimos. Dos ejemplos numéricos se proporcionan y se examinó mediante el AMFE propuesta para mostrar sus aplicaciones y beneficios potenciales. [4]

4.4 MODELLING AND ANALYSIS OF MAINTENANCE SERVICE CONTRACTS

Cuando el mantenimiento de un sistema poco fiable se lleva a cabo por un agente de servicio externo, en virtud de un contrato de servicios, tanto para el usuario y el agente de servicio tienen que elegir sus decisiones de manera óptima maximizar sus beneficios esperados. El artículo desarrolla un marco de teoría de juegos para ambas partes para determinar sus estrategias óptimas. [5]

4.5 OPTIMAL DECISION MAKING IN A MAINTENANCE SERVICE OPERATION

En los últimos años, ha habido un aumento dramático en el abastecimiento de mantenimiento de los equipos, con el mantenimiento, siendo llevado a cabo por un agente externo en lugar de en el local. A menudo, el agente ofrece más de una opción y los propietarios de equipos (clientes) se enfrentan con el problema de la selección de la opción óptima. La elección óptima depende de su actitud al riesgo y los parámetros de las diferentes opciones. El agente tiene que tomar estas cuestiones en cuenta en la selección óptima de los parámetros para las diferentes opciones y esto requiere una formulación teórica juego. Los papeles se ocupan de uno de estos, La formulación del modelo para determinar la estrategia óptima del agente con respecto a la estructura de precios, el número de clientes de servicio y el número de canales de servicio. [6]

4.6 A MODEL FOR MAINTENANCE SERVICE CONTRACT DESIGN, NEGOTIATION AND OPTIMIZATION

Un modelo se presenta en este trabajo para el contrato de servicio de mantenimiento de diseño, negociación y optimización. El modelo fue desarrollado bajo el supuesto de que hay un cliente y un proveedor de servicio único que es el fabricante de equipos originales (OEM) y se llama el agente en este trabajo. Esto es típicamente se aplica a la situación en la que el OEM es el único proveedor de servicio posible, como en el caso de equipo militar importante en el sector de la defensa. Se consideraron tres opciones de contrato, en función del alcance de las actividades de mantenimiento externalizados. Desde un punto de vista de agente, que son, (1), el agente lleva a cabo todas las reparaciones e inspecciones; (2), el agente realiza las reparaciones de fallos basada, y (3), el agente hace Inspecciones y reparaciones de los defectos identificados en las inspecciones. Para las opciones de dos y tres, el cliente hace el resto del mantenimiento. La relación entre las inspecciones y los fracasos se modeló utilizando el retraso concepto de tiempo y un ejemplo numérico se ilustra. Los casos de información perfecta para ambas partes y asimetría de la información también se discutieron en el ejemplo. El modelo desarrollado se puede utilizar para el diseño de contratos, negociación y optimización. [7]

4.7 DATA MANAGEMENT IN MAINTENANCE OUTSOURCING

La mayoría de las empresas ven el mantenimiento como las tareas llevadas a cabo por el área técnica, de los datos recogidos es en su mayoría, relacionados con los costos. Hay una tendencia creciente hacia la externalización del mantenimiento y los problemas de recolección de datos no se abordan adecuadamente en la mayoría de los contratos de servicios de mantenimiento. Gestión de mantenimiento eficaz requiere colección de datos de gestión de datos adecuada y análisis para la toma - haciendo. Esto requiere un marco adecuado y cuando se subcontrata el mantenimiento plantea varios problemas y desafíos. El artículo desarrolla un marco para la gestión de datos cuando se subcontrata el mantenimiento y mira a un verdadero estudio de caso que pone en relieve la necesidad de una gestión adecuada de los datos. [8]

5. METODOLOGIA DE DISEÑO

Se plantea inicialmente una estrategia a seguir que se pondrá a prueba bajo el servicio más crítico por garantía, para poder realizar correcciones en la estrategia y plantear finalmente un modelo optimo capaz de suplir las necesidades de la empresa.

5.1 TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1. Cronograma y descripción de Actividades

ACTIVIDAD	MESES				
	1	2	3	4	5
1 diseñar una estrategia para guiar la toma de decisiones	x				
2 detectar el equipo críticos por garantía	x				
3 estudiar el equipo de mayor frecuencia por garantía y crear el modelo de AMEF	x				
4 organizar capacitación y encuesta de recolección de información		x			
5 hacer visitas empresariales para la recopilación de información.			x	x	
6 organizar y estructurar la toma de datos o información de los resultados.					x
7 tomar acciones correctivas, preventivas o de recomendación. Según los resultados de la toma de datos.					x

Descripción de actividades:

1. plantear una estrategia a seguir que ayude a la toma de decisiones para la disminución de los servicios de garantías del equipo más recurrente y crítico en concepto de costo beneficio.
2. Determinar en los informes de mantenimiento el equipo más recurrente por garantía.
3. Estudiar el equipo de mayor frecuencia por garantía y crearle el modelo de AMEF contando con la experiencia en el tema del departamento técnico de ASCAVI, determinando sus modos, efectos, causas de sus fallas.
4. Crear una encuesta de operación y capacitación de uso del equipo.
5. Realizar visitas a las empresas de los clientes para hacer mediciones de variables ambientales en la zona de trabajo del equipo, capacitación y recopilación de información con encuesta de operación, si es necesario.
6. Organizar y estructurar la toma de datos o información de los resultados de los equipos e identificar la falla prioritaria de riesgo y causas de fallos potenciales.
7. Tomar acciones correctivas, preventivas o de recomendación. Según los resultados de la toma de datos de los equipos para cada empresa.

5.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL PARA EL DISEÑO DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN

La metodología experimental del Diseño de un modelo de optimización del servicio de mantenimiento y garantías en la empresa ASCAVI, se basa en un sistema de serie de pasos a seguir, donde se propone un flujograma, que se pone a prueba como modelo en la empresa ASCAVI. Con el servicio arrojado en la búsqueda del equipo más crítico, el cual es un servicio experimental para el modelo, de tal forma hallar los posibles errores y la eficiencia de este con el equipo experimental. Este método busca hacer un rediseño retroalimentado con los errores que se encuentran a medida que se pone a prueba con el servicio del equipo. El flujograma del modelo se muestra en las siguientes figuras (1; 2):

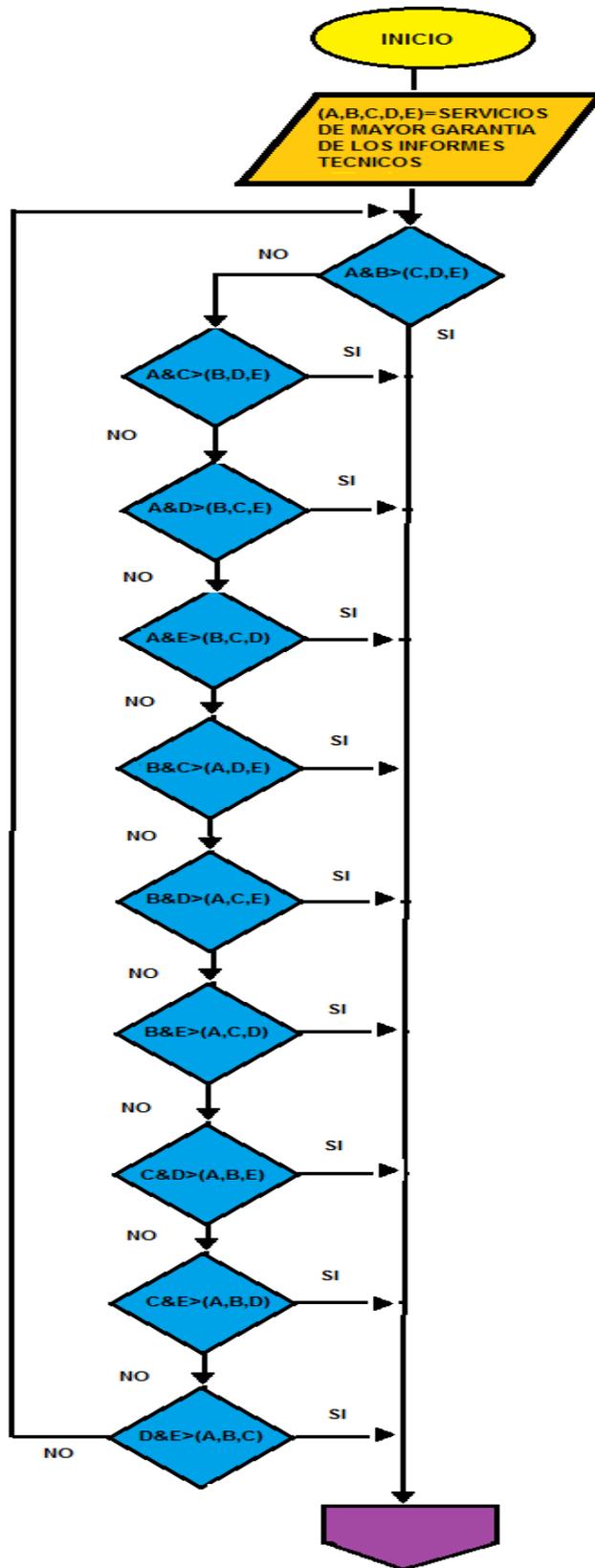


Figura 1. Flujograma del modelo

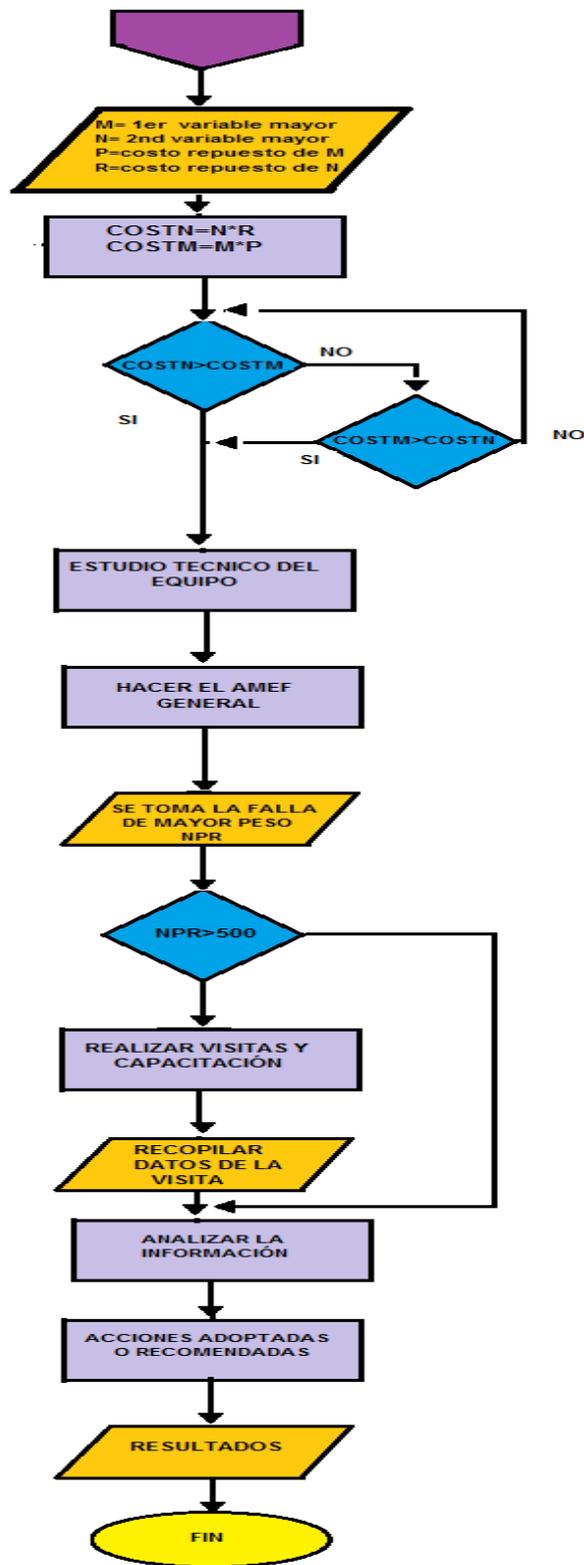


Figura 2. Continuación flujograma inicial del modelo

5.3 METODOLOGIA DE IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO MÁS RECURRENTE POR GARANTIA

El objetivo de identificar el equipo más crítico por concepto de garantías, es de priorizar y concentrar el problema que se presenta con más frecuencia para poder individualizar la solución del equipo, De esta manera se podrá afrontar el error que más esté afectando al servicio de mantenimiento y por el cual se considera que se obtiene más pérdidas monetarias y de productividad.

El departamento técnico cuenta con una base de datos con la información de todos los servicios que se presta tanto de calibración como de mantenimientos correctivos y preventivos, esta información son informes que se generan cada vez que se hace un servicio donde se registra la información de los clientes, del equipo, el trabajo realizado y todo el registro de pruebas, sean fotos o certificados de calibración. Para determinar de los informes el objeto de investigación, se sugiere realizar la búsqueda con los informes del año pasado hasta la actualidad y se recomienda no hacer la búsqueda con límites de tiempo muy extensos porque se podría perder el enfoque de la problemática de mayor efecto que se está presentando en el la actualidad y además se convertiría en una labor más tediosa para la persona o el técnico que realice la labor de búsqueda.

5.3.1 CODIFICACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE INFORMES EN LOS EQUIPOS

Como protocolo en la administración de los servicios de mantenimiento y calibración, todos los equipos se les agregan unos stickers, los cuales son; uno para calibración y otro para: diagnóstico, mantenimiento correctivo o mantenimiento preventivo. Ya sea el servicio programado para el equipo o el que se requiera, Por ejemplo si el cliente manda un equipo para su diagnóstico para averiguar el daño y el costo del arreglo, se realiza el diagnóstico y ya después de informar al cliente, el decidirá si se le realiza el mantenimiento correctivo y la calibración del equipo. En algunos casos cuando se realiza un mantenimiento correctivo se debe entregar el equipo calibrado.

El sticker de calibración ayuda para tener un respaldo sobre el servicio que se realizó al equipo, el cual contiene una codificación que se identifica con las siglas GI (servicio por calibración) y una serie de números que hace referencia a la identificación individual del servicio. Cuando se realiza el servicio se marca el sticker con la fecha en que se ejecutó el servicio, y la labor que se le hizo sea calibración, verificación, validación. Observar la imagen (1).



Imagen 1. Sticker calibración

El sticker de mantenimiento ayuda para tener un respaldo sobre el servicio que se realizó al equipo, el cual contiene una codificación que se identifica con las siglas GM (servicio de mantenimiento) y una serie de números que hace referencia a la identificación individual del servicio. Cuando se realiza el servicio se marca el sticker con la fecha en que se ejecutó el servicio, y la labor que se le hizo sea mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, diagnostico. Observar la imagen (2).



Imagen 2. Sticker mantenimiento

los stickers que se pegan a el equipo realizan un control visual, tanto como para los clientes como para la empresa ASCAVI, para el cliente debido a que de esta forma determinan cuando se le hizo calibración o mantenimiento preventivo o correctivo por lo cual les sirve al momento que les realicen una auditoria y apoyados con la copia de los informes que se generan poder demostrar la calidad de sus equipos, para la empresa ASCAVI sirve para tener un control interno de los servicios que han desarrollado a sus clientes ya que al momento de algún reclamo el informe sirve de respaldo o soporte sobre el trabajo implementado, de tal manera se podrá hacer un seguimiento del equipo. Un claro ejemplo del control visual que ejercen los stickers, se muestra en la siguiente imagen (3):



Imagen 3. Control visual de los servicios

El informe de servicio de mantenimiento contiene información del cliente, información del instrumento o equipo, servicio técnico solicitado, procedimiento implementado, partes reemplazadas o repuestos, conclusiones (recomendaciones), pruebas de registro fotográfico de antes del mantenimiento, registro fotográfico después del mantenimiento y en la parte superior derecha de cada página se puede encontrar la información de la fecha y el código asignado correspondiente al el sticker del equipo; un claro ejemplo se muestra en las imágenes a continuación, con respecto al sticker de mantenimiento **GM-0182** que se muestra en la Imagen (3):



INFORME TÉCNICO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO

CERTIFICADO: GM-0182
FECHA: 2705/2015

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA	:	SAMARA COSMETICS S.A.S		
DEPENDENCIA / SEDE	:	PLANTA	Dir.	Carrera 54 # 4-41
CIUDAD	:	MEDELLÍN (Antioquia)	Tel.	(574) 4448438
NOMBRE DE CONTACTO	:	JOSEFINA OCHOA	Carg.	DIRECTORA DE CALIDAD

2. INFORMACIÓN DEL INSTRUMENTO O EQUIPO

INSTRUMENTO / EQUIPO	:	BÁSCULA ELECTRÓNICA		
FABRICANTE/MARCA	:	AND	CAPACIDAD MÁXIMA	: 200000 g
MODELO	:	AD-4329	DIVISIÓN DE ESCALA	: 50 g
CODIGO INTERNO	:	NR	SERIAL	: NR
UBICACIÓN / PROCESO	:	PLANTA	FRECUENCIA DE MTTO.	: SEMESTRAL

3. SERVICIO TECNICO SOLICITADO

i) DIAGNOSTICO	:		iii) MTTO CORRECTIVO	:	X
ii) MTTO PREVENTIVO	:		iv) OTRO (S) CUAL?	:	

BREVE DESCRIPCIÓN DEL OTRO (S) SERVICIO

4. PROCEDIMIENTO IMPLEMENTADO

Se revisa indicador presentando problemas en la indicación.
Se procede a desarmar conector de celda se confirma ruptura de conductores de celda de carga.
Se realiza conexiones y refuerzo de conector.
Se verifica funcionamiento y se realiza ajuste.
El equipo funciona correctamente y dentro de los errores máximos permisibles.

Se anexa registro fotográfico

5. PARTES REMPLAZADAS (REPUESTOS)

Ninguna

6. CONCLUSIONES / RECOMENDACIONES

Se recomienda usar equipo según recomendaciones del fabricante.
No se debe dejar masas sobre la plataforma de pesaje.
Se recomienda realizar mantenimiento preventivo al equipo dentro de un periodo de 6 meses.
El presente informe contiene tres páginas

Ing. Dainer Sierra Fierro
Realizado por / Made by

Ing. Alexander Cárdenas Quintero
Revisado por / Checked by

Imagen 4. Informe de mantenimiento

7. REGISTRO FOTOGRÁFICO ANTES DE MANTENIMIENTO



Imagen 5. Registro antes del mantenimiento

8. REGISTRO FOTOGRÁFICO DESPUÉS DE MANTENIMIENTO



Imagen 6. Registro después del mantenimiento.

De los informes de calibración cabe aclarar que cada reporte varía según para que este diseñado el equipo o el instrumento, según la variable física, química o fisicoquímica que tiene que medir, obsérvese que los parámetros de calibración son diferentes según la variable a medir debido a que contienen patrones diferentes, por el mismo caso deben contener protocolos de calibración específicos para cada una. Un ejemplo de las diferencias de informes de calibración son los informes de temperatura y de pesaje, donde el de temperatura usa un procedimiento de comparación directa con un instrumento de precisión, mientras el de pesaje es un informe de mayor complejidad en su protocolo, ya que este contiene información cálculos de estimación de incertidumbre, cálculo de cargas según su carga máxima; para realizar pruebas de calibración como: prueba de excentricidad, repetibilidad y de exactitud. Pero aun así todos los informes de calibración cuentan con la información general administrativa y de control del servicio, cual es la que sustenta, sigue y verifica la labor prestada. Esta información se muestra en la parte superior derecha de los informes de calibración como fecha, certificado o código. Un claro ejemplo se muestra en las imágenes a continuación con respecto al sticker de calibración **GI-0289** de la imagen (3):

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA	SAMARA COSMETICS S.A.S		
DEPENDENCIA / SEDE:		DIRECCIÓN:	Carrera 54 # 4-41
CIUDAD:	Medellín	TELÉFONO:	+574 2558432
NOMBRE DE CONTACTO:	JOSEFINA OCHOA	CARGO:	DIRECTORA DE CALIDAD

2. INFORMACIÓN DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO:	Báscula electrónica	CARGA MÁXIMA:	200000 g
FABRICANTE:	AND	CARGA MÍNIMA:	100 g
MODELO:	AD4329	CLASE:	III
CODIGO INTERNO:	NR	d:	10 g
UBICACIÓN / PROCESO:	PLANTA	e(Escala de verificación):	20 g
SERIAL:	N1500685		

3. CARGAS UTILIZADAS EN LAS PRUEBAS

VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	CLASE	TRAZABILIDAD	NÚMERO DE CERTIFICADO	FECHA DE CALIBRACIÓN
1000 g	(1000)g	16 mg	F1	DETECTO DE COLOMBIA	26099C	2014-12-06
20000 g	(20000)g	330 mg	F1	DETECTO DE COLOMBIA	5385M	2014-11-14
40000 g	(20000)g	660 mg	F1	DETECTO DE COLOMBIA	5385M	2014-11-14
80000 g	(20000)g	1320 mg	F1	DETECTO DE COLOMBIA	5385M	2014-11-14
100000 g	(20000)g	1650 mg	F1	DETECTO DE COLOMBIA	5385M	2014-11-14
CARGA PARA EXCENTRICIDAD		CARGAS PARA REPETIBILIDAD		PRUEBAS DE REPETIBILIDAD		
40000 g		1000g - 100000 g		2 ciclos de medición con 10 repeticiones		

4. PRINCIPIO PARA ESTIMACIÓN DE INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida U fue estimada con un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza aproximado del 95% según curva de distribución normal de Gauss.

5. OBSERVACIONES

- i) El Instrumento se encuentra dentro del error maximo permitido.
- ii).La estampilla fue adherida al instrumento.
- iii) Los resultados contenidos en el presente certificado (informe/reporte) se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
- iv) El laboratorio que lo emite no se hace responsable de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- v) El signo para separacion decimal en este documento es la coma.

Dainer Sierra Fierro

Calibrado por/ Calibrated by

Wilfrank Badillo Munillo

Revisado por/ Checked by

Imagen 7. Informe de calibración

DESPUES DE AJUSTE

PRUEBA DE EXCENTRICIDAD

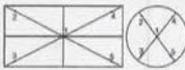
CARGA:	40000 g	
POSICIÓN	INDICACIÓN	ERROR
1	40000 g	0,000000 g
2	40020 g	20,000000 g
3	40020 g	20,000000 g
4	40020 g	20,000000 g
5	40010 g	10,000000 g
1	40000 g	0,000000 g
AMAX exc:	20000,0000 mg	

PRUEBA DE EXACTITUD

CARGA	INDICACIÓN	ERROR	INCERTIDUMBRE-U
0 g	0 g	0,000 mg	6.343,61 mg
1000 g	1000 g	0,00 mg	16 mg
20000 g	20000 g	0,00 mg	330 mg
40000 g	40000 g	0,00 mg	660 mg
80000 g	80000 g	0,00 mg	1320 mg
100000 g	100000 g	0,00 mg	1650 mg
m	R²	b	
0,230562	0,999761	6.343,608025	

CONDIC. AMBIENTALES

Temperatura	Humedad R
Tf: 28.3 °C	HRf: 43 %
Tf: 28.5 °C	HRf: 44 %



PRUEBA DE REPETIBILIDAD 1

Carga:	1000 g
Repetición	Indicación
1	1000 g
2	1000 g
3	1000 g
4	1000 g
5	1000 g
6	1000 g
7	1000 g
8	1000 g
9	1000 g
10	1000 g
Desviación estándar:	0,000000 g 0 mg

PRUEBA DE REPETIBILIDAD 2

Carga:	100000 g
Repetición	Indicación
1	100000 g
2	100000 g
3	100000 g
4	100000 g
5	100000 g
6	100000 g
7	100000 g
8	100000 g
9	100000 g
10	100000 g
Desviación estándar:	0,000000 g 0 mg

FUNCIÓN DE INCERTIDUMBRE (U[W]=mR+b)

Función de Incertidumbre para una medición con una carga específica R: $[W](mg) = 0,23056197686713R(g) + 6343,6080253926$

El error máximo encontrado en la prueba de exactitud es de: **0,99976098672933 mg**

OBSERVACIONES

Los datos fueron tomados DESPUÉS de AJUSTAR el instrumento con las masas patrón. Los resultados contenidos en el informe se refieren al momento y condiciones durante las pruebas de medición.

Imagen 8. Página 2 del informe de calibración

5.3.1.1 BÚSQUEDA DE EQUIPO FRECUENTE EN GARANTÍA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN.

Los informes de mantenimiento y calibración que se crean sobre los servicios hechos por el departamento técnico de ASCAVI (IASOTECG); se guardan en la red de la empresa con el dominio de IASOTECG, en este sitio se encuentra una carpeta que se llama informes técnicos donde se clasifican por años desde el 2011 hasta el 2015.

En las carpetas los informes tienen un estándar para nombrarlos al momento de ser guardados y su forma es:

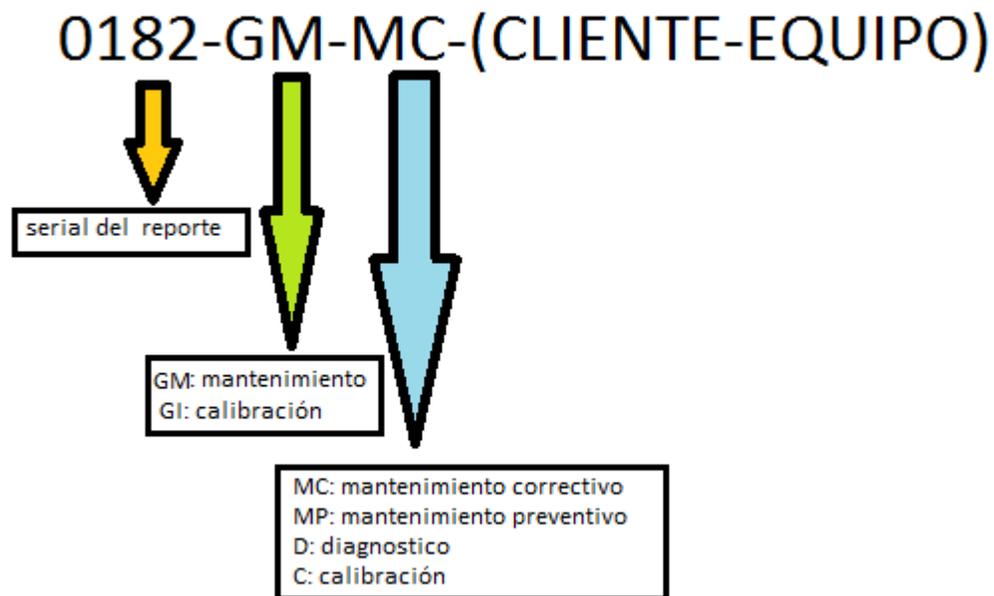


Figura 3. Codificación

De las carpetas que se encuentran en informes técnicos se decide solamente usar las carpetas de 2014 y el 2015, por practicidad se concentrara la búsqueda del equipo más frecuente por garantía en un lapso de tiempo mucho más cercano al momento actual, para poder definir el problema más crítico que afecta a la empresa en los últimos años.

Se plantea que la metodología de búsqueda, sea una metodología sistemática y secuencial donde primero se cuenta con un listado de equipos o instrumentos a los que la empresa ofrece su servicio, segundo estos equipos se ingresan en la búsqueda de las carpetas por años de los informes técnicos y se contarán cuantos informes o servicios se le realizaron a cada equipo, a continuación se presentara la lista de la cantidad de informes por equipos o instrumentos:

1. Analizador de leches.....	(49)
2. Autoclave.....	(2)
3. Balanza electrónica.....	(216)
4. Balanza analítica.....	(2)
5. Balanza romana.....	(2)
6. Bascula.....	(69)
7. Bascula romana.....	(1)
8. Baño maria.....	(1)
9. Brilladora.....	(2)
10. Bomba de vacío.....	(1)
11. Cabina de flujo laminar.....	(1)
12. Cabina de bioseguridad.....	(1)
13. Colorímetro.....	(6)
14. Controlador hach.....	(1)
15. Determinador de humedad.....	(7)
16. Floculador.....	(1)
17. Indicador digital de temperatura.....	(61)
18. Indicador análogo de temperatura.....	(14)
19. Indicador solo peso.....	(1)
20. Incubadora.....	(7)
21. Luminómetro.....	(53)
22. Microscopio.....	(5)
23. Medidor de pH y cloro.....	(1)
24. Micropipeta boeco.....	(1)
25. Medidor de cloro libre.....	(3)
26. Nebulizador.....	(2)
27. PH metro.....	(32)
28. Refractómetro.....	(8)
29. Plancha de calentamiento.....	(1)
30. Selladora.....	(1)
31. Turbidímetro.....	(5)
32. picnómetro.....	(1)
33. termohigrómetro.....	(15)
34. vaporizador.....	(5)

De la lista se toman los cinco equipos de mayor cantidad de informes técnicos, los cuales en este caso son: analizador de leches (49), balanza electrónica (216), báscula (69), indicador de temperatura (61), Luminometro (53). De estos informes se determinan cuántos de estos son por garantía en cada equipo, los cuales en este caso son: analizador de leche (10), balanza electrónica (15), bascula (5), indicador de temperatura (0), Luminometro (1).

Por concepto de costo en refracciones o repuestos de los equipos, costo en si del equipo y el costo de los servicios técnicos se opta por elegir por el equipo de los dos más recurrentes y costosos que se presente. En este caso los equipos que se disputen por ser el más crítico en costos son el analizador de leche y la balanza electrónica. De los dos equipos, el que se ha determinado para tal fin es el analizador de leches. Según la cotización realizada de los equipos y sus repuestos como se demuestra en la tabla a continuación:

Tabla 2. Cotización de los dos equipos más recurrentes por garantía.

EQUIPO	MARCA	MODELO	RANGO DE PRECIOS	RESPUESTOS	PRECIO REPUESTOS
Analizador de leche	lactoscan	SA	\$3650000- \$5750000	Sensor Tarjeta Display Bomba	\$541500 \$1228000 \$365000 \$255000
Analizador de leche	lactoscan	MCC	\$6610000- \$8781000	Sensor Tarjeta Display Bomba	\$541500 \$1228000 \$365000 \$255000
Balanza electrónica	lexus	Fénix	\$297000	Celda de carga	\$57000
Balanza electrónica	lexus	MIX H-600	\$508000	Celda de carga	\$71500
Balanza electrónica	lexus	MIX A-3000	\$457000	Celda de carga	\$71500

5.4 ESTUDIO TECNICO DEL EQUIPO

Los equipos pueden variar según su aplicación y por lo cual sus sistemas pueden diferir según su proceso, o para que, este diseñado, estos pueden ser: eléctrico, electrónico, mecánico, neumático e hidráulico. Pero todo sistema está compuesto por elementos de control, sensado y accionamiento. La metodología del estudio del equipo comienza descifrando bajo qué principio de funcionamiento trabaja sus sensores y actuadores. Los elementos de accionamiento y sensorica son el principal objetivo de estudio del equipo elegido para la mejora y optimización del servicio de mantenimiento, ya que la arquitectura y el principio de funcionamiento de los componentes del sistema de control y de potencia son los mismos, estos componentes no se tendrán en cuenta a la hora del estudio técnico y se intuirá su funcionamiento debido a que la gran diferencia entre los equipos se encuentran en los componentes de accionamiento y sensorica. Para mejor desarrollo del estudio se tomara en cuenta la información que brinda el fabricante sobre sus equipos, usando los manuales técnicos o de uso.

5.4.1 FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES

La naturaleza del funcionamiento del sensor principal del analizador de leche es por ultrasonido, los sensores por ultrasonido se utilizan en la industria para hacer mediciones de flujo y nivel, pero el sensor ultrasónico de analizador de leches sirve para determinar variables o propiedades de la leche por ejemplo: porcentaje de grasa, densidad, porcentaje de agua, proteína, solidos no grasos. Otras variables se miden con sensores alternos por ejemplo: el sensor de temperatura, el phmetro, y el conductimetro determinan la conductividad de la leche, la cantidad de sales, la temperatura y pH de la muestra en la leche. Pero la base de la aplicación se centra en el sensor ultrasónico, a continuación se muestra dos ejemplos de sensores ultrasónicos que se pueden encontrar en este tipo de equipos:



Imagen 9. Sensor ultrasónico EKOMILK

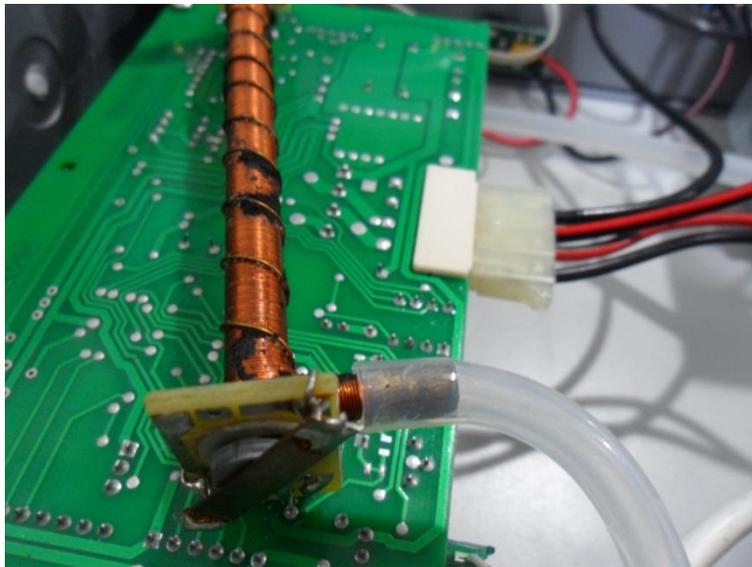


Imagen 10. Sensor ultrasónico EKOMILK

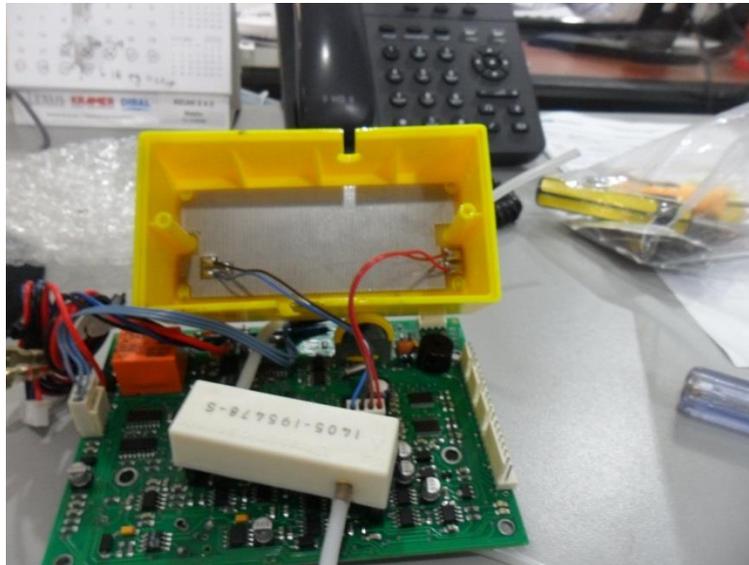


Imagen 11. Sensor ultrasónico LACTOSCAN

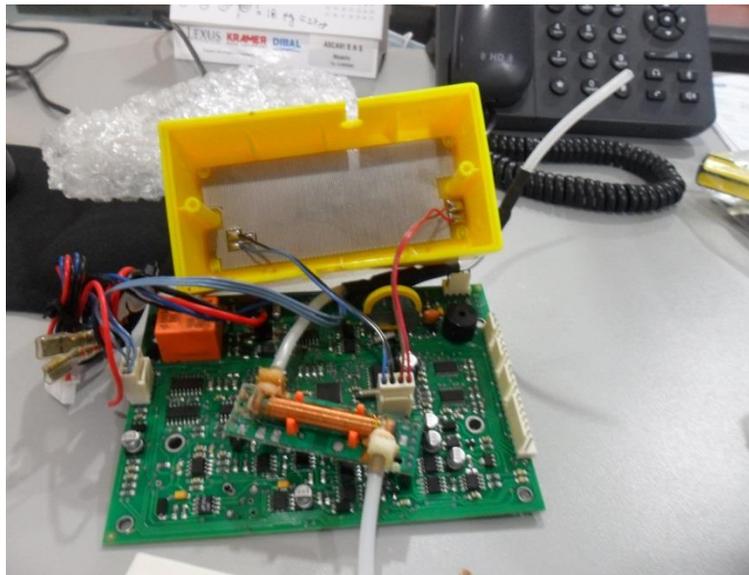


Imagen 12. Sensor ultrasónico LACTOSCAN

estos sensores contienen en sus extremos laterales unos dispositivos piezoeléctricos, como se muestra en la imagen (10), estos dispositivos sirven de emisores y receptores de la onda de sonido, al dar un pulso eléctrico este dispositivo crea un impacto mecánico el cual genera un sonido como el efecto de percusión a un tambor, este sonido viaja hasta el extremo del sensor donde impacta con el otro dispositivo piezoeléctrico el cual al ser golpeado por la onda de sonido crea una señal electromagnética, esta señal electromagnética es amplificada por el embobinado que recubre el sensor y esta señal es leída por una antena receptora que se encuentra ensamblada en la parte superior de la carcasa amarilla como se muestra en la imagen (12).

El efecto de sonido que causa la percusión en un recipiente se puede explicar con un ejemplo de experimento; la marimba de botellas, el cual primero se debe colocar varios recipientes de la misma forma geométrica y llenarlos con la misma sustancia a diferentes niveles, luego golpearlos con una vara, se notara que cada uno realiza un sonido diferente; segundo se realiza el experimento pero con sustancias diferentes al mismo nivel, y se notara que también el sonido provocado por cada uno es diferente. Bajo este mismo principio la medida de la muestra de leche se determina según el efecto sonoro que se produce en la cavidad del sensor, el cual siempre mantendrá el mismo volumen y por ende la cantidad de muestra de leche en el recipiente siempre será constante. La onda ultrasónica provocada son oscilaciones de pulso en el piezoeléctrico y la señal recibida es el efecto que tiene este en la leche, según esta señal se puede interpretar la masa de la muestra, y el volumen constante del recipiente del sensor ayuda a calcular su densidad. Con estas variables y por medio de cálculos de cómputo que realiza el equipo se despejan las demás variables de la leche, teniendo en cuenta que hay unas que se determinan por su respectivo sensor.

Por la arquitectura del sensor, lo hace ser un sensor muy sensible a cambios de variables ambientales o variables físicas que pueden ser altamente contaminantes a su medición, por ejemplo: los ruidos altos externos, campos electromagnéticos, caídas de tensión en el equipo, la temperatura de la muestra, la humedad relativa y la temperatura ambiente.

El conductímetro mide la resistencia eléctrica en el fluido de la muestra por medio de dos electrodos, el phmetro es una sonda que trabaja con un electrodo que al cambio de pH en la sustancia hace cambios en una señal en mv, la termocupla mide la diferencia de potencial por la unión de dos metales diferentes a una determinada temperatura.

5.4.2 FUNCIONAMIENTO DE LOS ACTUADORES

Las bombas peristálticas se usan en la industria de alimentos debido a que su diseño no permite que el producto sea contaminado por contacto directo y por su fácil mantenimiento. El equipo de la lactoscan cuenta con dos bombas peristálticas que hacen de actuadores estas bombas tienen un motor paso a paso, el cual mantiene un revolución fija aun así tenga o no tenga fluido interno de leche, esto

quiere decir que la bomba podrá operar con aire sin que esta se llegue a quemar, el mecanismo de la bomba está constituido por tres rodamientos o balineras que realizan el empuje o succión del fluido, las cuales estrangulan la manguera interna de material elastómero que contiene la muestra de leche como se muestra en la imagen (14) , a medida que el motor realiza sus pasos impulsa el producto por estrangulamiento del elastómero, este mecanismo permite operar la bomba en cualquier sentido, el cual puede hacer que succione o expulse el líquido, este modo de operación se usa para la limpieza del sistema para que pueda limpiar todo los conductos y de tal manera no quede ningún sedimento o piedras de leches al interior de las mangueras. El equipo cuenta con dos bombas la cual una es para la operación de medida y la otra opera cuando se realiza la limpieza con la ayuda de su compañera. Estos actuadores se muestran en la imagen (13) a continuación:

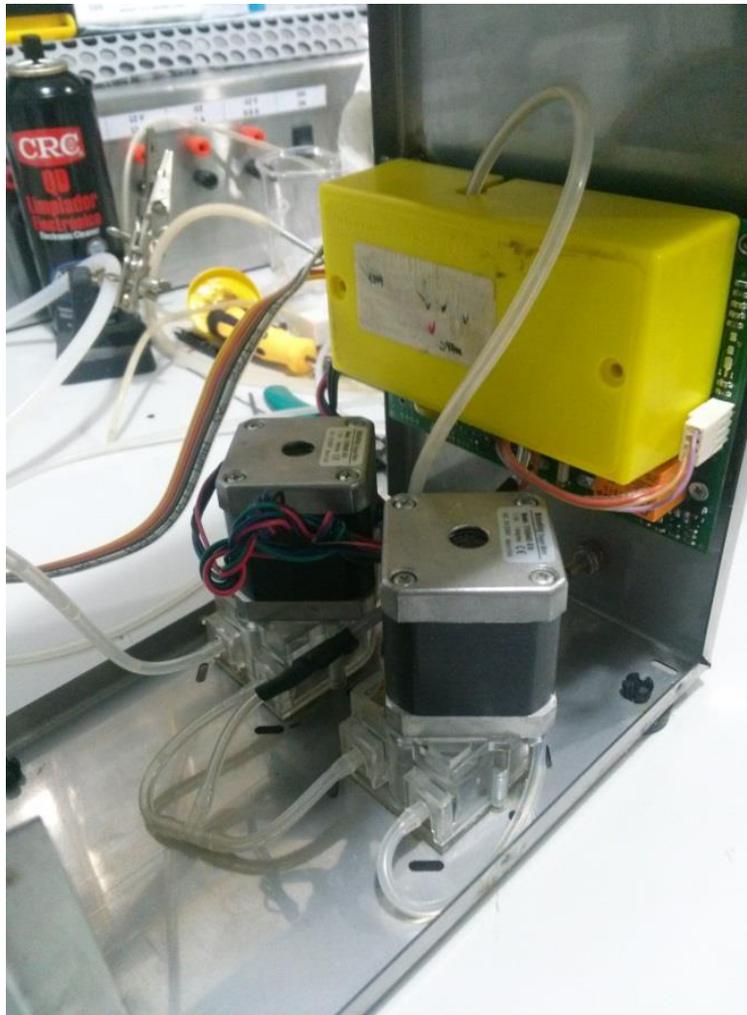


Imagen 13. Bombas peristálticas de la lactoscan.

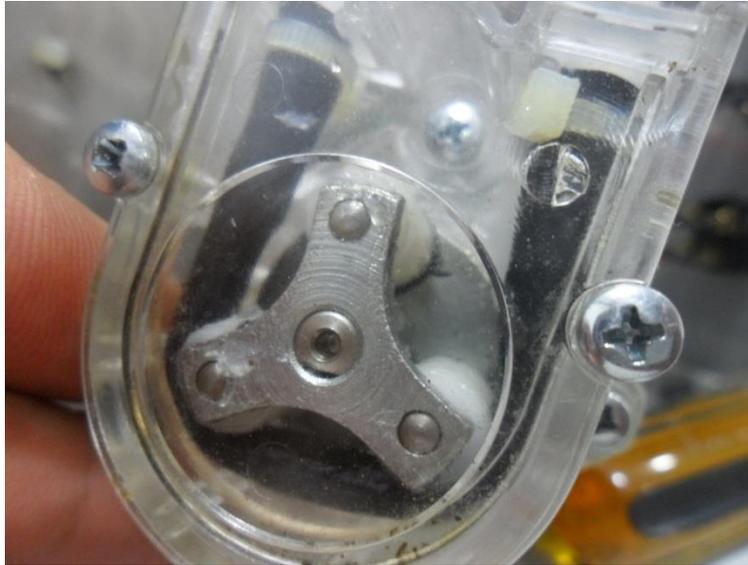


Imagen 14. Mecanismo bomba

5.4.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE OPERACIÓN Y LIMPIEZA.

Modo de funcionamiento de medida y trabajo, como se muestra en la figura (4), se puede observar es esquemático de funcionamiento de un analizador de leches lactoscan, en la parte inferior se encuentra la bomba de trabajo la cual realiza succión y manda la muestra de leche hasta el sensor ultrasónico, como la otra bomba de limpieza no se encuentra en operación esta hace el efecto de válvula cerrando el paso, haciendo que el fluido del producto tenga un solo camino llegando así hasta los sensores, primero llega hasta el sensor ultrasónico y la termocupla, después pasa por el phmetro y por ultimo por el conductímetro. Cuando la bomba de trabajo toma una cantidad de muestra de leche, este se para mientras espera que el sensor ultrasónico realice su función, luego el equipo se toma un tiempo para calcular los patrones de la leche.

El equipo se limpia con frecuencia para que la leche no se solidifique internamente, ya que si por ejemplo al interior del sensor se encuentra leche solidificada, pues esto cambiara al momento de realizar su medida, por el comportamiento del sonido al cambio del estado de la leche. Para realizar la limpieza se usan unas soluciones una acida que es para la limpieza de cada tres días, y la alcalina que es la solución que se trabaja diariamente. El modo de limpieza del equipo empieza realizando succión del detergente alcalino por medio de la bomba de limpieza y mientras su compañera se encuentra inactiva cerrando el paso, la solución pasa por el ducto hacia los sensores limpiando todo el sistema interno de ellos, luego al tiempo se activa su compañera con sentido contrario a la de su trabajo normal, trabajando las dos bombas peristálticas al mismo tiempo para que de tal forma se limpie el sistema hasta el ducto donde se pone la muestra de leche, se termina enjuagando con agua destilada. Todo esto para que

la leche no se solidifique internamente en el sistema y no haya problemas internas en el sistema, el fabricante recomienda trabajar el equipo en unos rangos de condiciones ambientales correctas como: “temperatura del aire (10°C a 40°C), humedad relativa (30% a 80%), fuente de energía AC (110V o 220V)” [9]. “El límite para la variación máxima de repetibilidad cuando el voltaje de la fuente de energía es de +10 a - 15 % de los valores de voltaje nominales” [10] .A continuación se presenta el esquemático de funcionamiento:

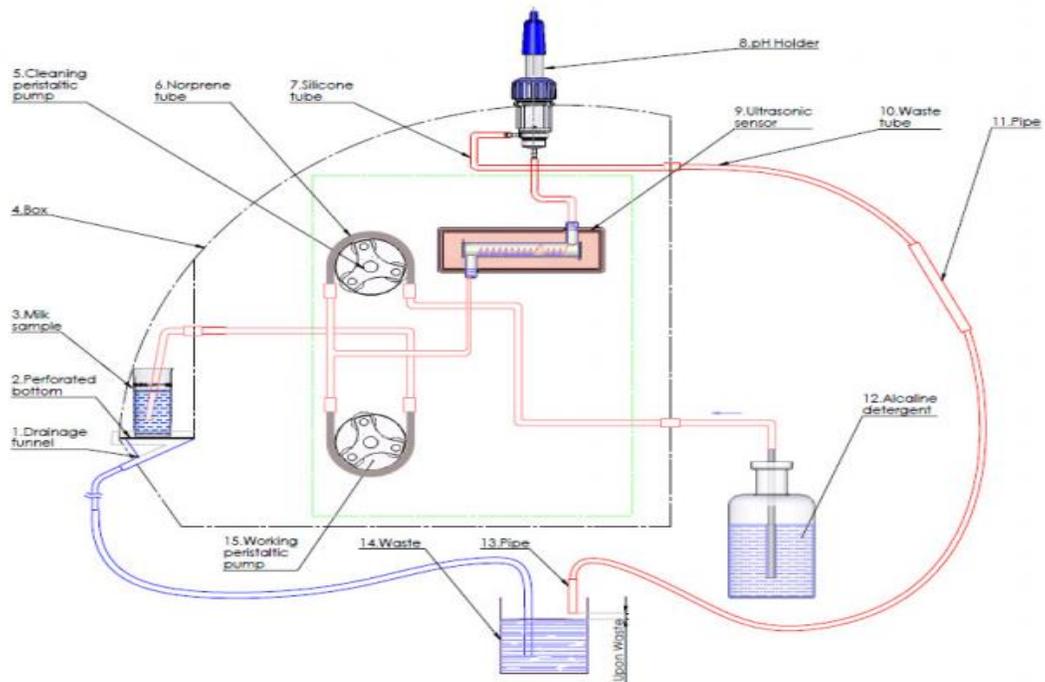


Figura 4. Esquemático de funcionamiento.

5.5 DISEÑO DE AMEF GENERAL PARA EL EQUIPO CRITICO POR GARANTÍA.

Análisis de modo y efecto de la falla (AMEF), es una herramienta que permite evaluar las fallas de un proceso o un equipo, dando una calificación o peso a una falla determinada, para tal fin encontrar la prioridad de riesgo en el proceso o equipo. En el caso de la empresa ASCAVI, el AMEF sirve para identificar la prioridad de riesgo en el equipo, y si esta falla es por servicio de mantenimiento o por servicio de calibración, la cual se otorga la garantía.

También se deduce el estado actual de las fallas que se presentan en los servicios y las fallas potenciales. De tal método trazar un lineamiento a seguir para enfocar el camino de los correctivos que se vayan a plantear, sea acciones recomendadas o acciones adoptadas para la disminución de la falla, e identificar el causante y el responsable de la falla. De tal manera la empresa ASCAVI conociendo toda la información anterior podrá decidir si toma las fallas por garantía o no. A continuación se muestran las tablas que indican la calificación del peso de las fallas.

Tabla 3. Escala de severidad, ocurrencia y probabilidad de detección.

INTERVALO	SEVERIDAD (S)	OCURRENCIA (O)	DETECCIÓN (P)
10-9	Efecto principal/ muy alta severidad	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Prácticamente imposible de detectar
8-6	Inconveniente mayor	Alta probabilidad de ocurrencia	Baja capacidad de detección
5-3	Inconveniente menor	Moderada probabilidad de ocurrencia	Alta capacidad de detección
2-1	Mínimo efecto / sin efecto	Baja probabilidad de ocurrencia	Muy alta capacidad de detección.

Tabla 4. Numero de prioridad de riesgo NPR.

ALTO RIESGO DE FALLA	500-1000
PROBABILIDAD MEDIA DE RIESGO	125-499
BAJO RIESGO DE FALLA	1-124
NO EXISTE RIESGO	0

5.5.1 DISEÑO DE AMEF PARA ANALIZADOR DE LECHE LACTOSCAN BASADO CON LA EXPERIENCIA DE LOS INGENIEROS DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO DE ASCAVI.

Con la ayuda y la experiencia del departamento técnico de ASCAVI sobre las fallas que se han presentado con el equipo, se comienza a recopilar las fallas más comunes, para el diseño del AMEF del equipo. El diseño comienza por clasificar por el modo de la falla, el efecto de la falla, causa de la falla; se llenan todos los datos generales del equipo y de las posibles fallas. A continuación se muestra la división del formato de AMEF para el analizador de leches lactoscan:

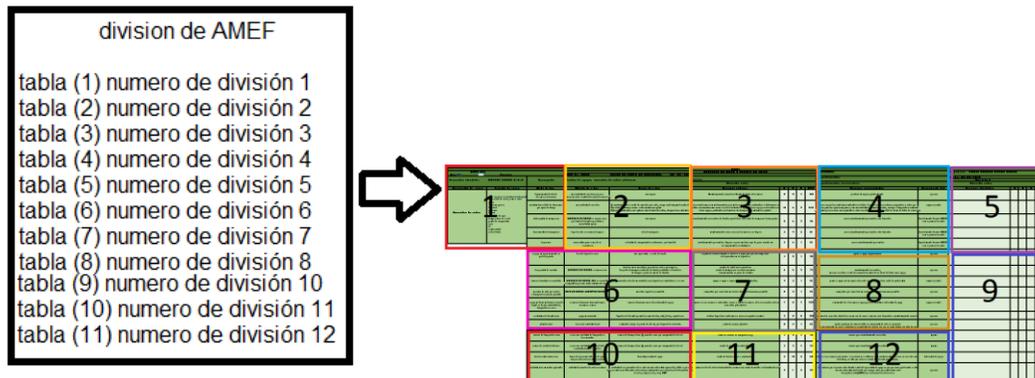


Figura 5. División de AMEF

Tabla 5. Información del equipo

AMEF DE:		
Equipo	Proceso	
Proveedor afectado.	ASCAVI GROUP S.A.S	Descripción
Descripción del equipo	Función del equipo	Modo de falla
Analizador de leches	medir variables que afectan directamente en la calidad de la leche, como lo son: grasa solidos no grasos densidad proteínas lactosa contenido de agua temperatura de la leche punto de congelación sales ph conductividad solidos totales	taponamiento del ducto del sensor ultrasonico
		medición desajustada del ultrasonico por lapsos de tiempo
		obstrucción de mangueras
		desconexión de mangueras
		display malo

Tabla 6. Tipos de fallas

AMEF No. 0000		FECHA DE JUNTA DE REVISIÓN: 25-08-2015
Nombre del equipo: analizador de leches lactoscan		
Efecto de la falla	Causa de la falla	
mala medición de variables por que el sensor no mide la cantidad de muestra necesaria	mala limpieza	
mala medición de variables	1) contaminación a la señal de sensado por: ruido, campo electromagnetico inducido 2) calidad de la energía como: voltaje nominal no optimo 3) variables ambientales no optimas como: humedad relativa, temperatura ambiente.	
MENSAJE DE ERROR: la camara vacia. por bombeo de bombas peristalticas sin medición alguna	mala limpieza	
fuga de leche o soluciones de limpieza	afloje de mangueras	
visualización parcial o nula de los caracteres	oxidación de componentes electronicos por humedad	

Tabla 7. Peso de NRP.

AMEF				
ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA				
Modelo:				
Situación actual				
Acciones actuales	O	S	D	NPR
Mantenimiento correctivo: Cambio de ducto y/o sensor	8	5	4	160
realizar mediciones con instrumentos para medir las condiciones ambientales y determinar las debidas recomendaciones como el uso de estabilizador o ups, trabajar el equipo lejos de motores u otros equipos, ambientes no humedos y de temperatura ambiente aceptable.	10	6	9	540
mantenimiento correctivo: de bombas peristalticas con cambio de mangueras de neopreno	8	6	2	96
mantenimiento colocar correillas de amarre a las boquillas	3	9	3	81
mantenimiento preventivo. Limpieza y aplicar una fina capa de grasa aislante en los componentes electrónicos	3	6	1	18

Tabla 8. Acciones recomendadas.

EMPRESA:	
Departamento:	
Departamentos involucrados:	
Acciones recomendadas	Responsable (s)
protocolo de limpieza periodicamente	operario
utilizar el equipo bajo condiciones ambientales estables fuera de campos electricos, magneticos y ruidos que pueden generar algunas maquinas, con una medición de humedad relativa, energia y temperatura ambiente constante para realizarle un seguimiento a estas variables y garantizar la calidad de la toma de datos de la muestra	empresa cliente
realizar mantenimiento preventivo cada trimestre	departamento tecnico ASCAVI con el permiso del cliente
realizar mantenimiento preventivo cada trimestre	departamento tecnico ASCAVI con el permiso del cliente
realizar mantenimiento preventivo	departamento tecnico ASCAVI con el permiso del cliente

Tabla 9. Acciones adoptadas.

Ingeniero: PABLO ANDRÉS HOYOS DUQUE					
Fecha: 25-08-2015					
Hoja 1 de 1					
Situación actual					
Responsable (s)	Acciones adoptadas	O	S	D	NPR
operario					
empresa cliente					
departamento tecnico ASCAVI con el permiso del cliente					
departamento tecnico ASCAVI con el permiso del cliente					
departamento tecnico ASCAVI con el permiso del cliente					

Tabla 10. Datos de fallas

el equipo en algun momento se queda bloqueado	teclado bloqueado o malo	mala operación y ajuste de teclado
baja presión de succión	MENSAJE DE ERROR: la camara vacia	burbujas en las muestras, quejado de la leche y mala limpieza, desgaste de manguera interna de bomba peristáltica o descuadre de tiempos o pasos de una de las bombas
sensor ultrasónico recalentado	MENSAJE DE ERROR: MA se recalentó acompañado por una señal continua de sonido.	el analizador situado en contacto con dispositivos calentadores o luz solar
muestra de leche que excede la temperatura maxima permitida	MENSAJE DE ERROR: MUESTRA RECALENTADA	muestra aspirada recalentada
el equipo no toma mediciones correctas exepcto las de ph, conductividad, temperatura y sales	el sensor ultrasonico toma mediciones erroneas o nulas	sensor ultrasonico malo o descalibración del equipo
electrónica de fuente mala	equipo no enciende	dispositivos de fuente quemados como: fusible, relé, diodos, reguladores.
phmetro malo	error en la medición de ph	el phmetro cumple su periodo de vida util, por desgaste del electrodo.

Tabla 11. Datos de peso

requintar adecuadamente el teclado y el display para que no tenga una sobrepresión en los dispositivos	4	5	1	20
control de calidad en las muestras cambio de mangueras y cuadrar mecanica o manualmente los pasos de la bomba	6	6	2	72
apagar el equipo y esperar entre 5-10 minutos.	9	2	1	18
comprobar que la muestra no exeda la temperaturamaxima permitida	5	3	1	15
<hr/>				
determinar si es por sensor o calibración, realizar el cambio de sensor y/o su respectiva calibración con leches patronadas	7	8	7	392
chekear dispositivos electronicos y realizar respectivos cambios	3	8	5	120
cambio de sensor phmetro	5	3	1	15

Tabla 12. Datos de acciones

operar el equipo amigablemente	operario
mantenimiento correctivo, mesclar y verificar la leche de las muestras antes de su toma de datos con el equipo	operario
poner el equipo en un espacio adecuado como un laboratorio alejado de producción	empresa cliente
comprobar que la muestra no exeda la temperaturamaxima permitida	operario
<hr/>	
al momento de la falla enviar el equipo para corrección o calibración del equipo	empresa cliente
no conectar con otro adaptador que no sea del equipo y enviarlo para diagnostico y mantenimiento correctivo.	operario
cambio oportuno del sensor debido ala composición de este se convierte en un consumible del equipo y tambien uso constante del sensor por que se puede dañar por falta de uso.	operario

Tabla 13. Continuación de datos de fallas

sensor de temperatura malo	error en la medición de temperatura de la muestra	sensor de temperatura () quemado o malo por cumplimiento de vida util
sensor de conductividad malo	error en la medición de conductividad o medición nula de la muestra	sensor de temperatura () quemado o malo por cumplimiento de vida util
tarjeta controladora mala	bloqueo del programa interno del equipo sin que este se deje ajustar o calibrar	desconfiguración del equipo
medición mala sin motivo aparente	medición de muestra de leche erronea	medición de los parametros de la leche en una calibración equivocada, debido a que el equipo cuenta con diferentes calibraciones configurables para muestras de diferentes tipos de leche, ejemplo: vaca, oveja, UHT

Tabla 14. Continuación de datos de peso

cambio de sensor de temperatura ()	2	6	3	36
cambio de sensor de conductividad	2	3	4	24
cambio de tarjeta madre o controladora	2	10	3	60
determinar que tipo de leche estan midiendo y ponerla en el modo de medida o calibración adecuado	9	1	3	27

Tabla 15. Continuación de datos de acciones

enviarlo para mantenimiento correctivo	niguno
enviarlo para mantenimiento correctivo	niguno
debido a que la empresa no maneja el programa ni el software para configuración del equipo ya que este viene de fabrica, se obta por realizar el cambio de la tarjeta por completo.	fabricante del equipo
se aconseja que el operario este atento al modo de operación del equipo ya que por error puede medir la leche en una calibración inadecuada por ejemplo: estar queriendo medir leche ultrapasteurizada(UHT) en la calibracion de leche de oveja	operario

5.6 TOMA DE DECISIONES BASADAS CON EL AMEF GENERAL.

Con el AMEF general realizado por el departamento técnico de ASCAVI, se toman los pesos de número de prioridad de riesgo, y se decide si este peso es mayor a 500, cual si es mayor, es de alto riesgo de falla, donde se procede a realizar las visitas a las empresas para detectar sus causas in situ, si la falla tiene un peso menor a 500 se procede a tomar acciones internas preventivas como gestión de mantenimiento por parte del departamento ASCAVI, como por ejemplo manteniendo en almacén los repuestos debidos.

5.5 METODOLOGIA PARA FIDELIZAR CLIENTES Y TOMA DE DATOS PARA EL AMEF DEL EQUIPO.

Con la información técnica ya conocida sobre el equipo se creara una capacitación, para el cuidado y buen uso de este, donde se ofrecerá a los clientes requeridos y de esta manera agendar las visitas, la idea de ofrecer las capacitaciones en las empresas no es solo para dar un acompañamiento a las empresas en sus procesos o de capacitar al personal y dar las debidas recomendaciones, si no también es la carta de entrada, para que ellas nos abran sus puertas, donde el fin es recoger los datos de la operación y bajo qué

condiciones trabaja el equipo, ya que es mucho más difícil que los clientes nos permitan entrar solo por extraer información de un proceso de su empresa, si no, que nos permitan recoger datos con la excusa de realizar una capacitación, para poder sustentar las posibles fallas, la responsabilidad de ellas y minimizar los servicios por garantía. Como primera impresión esta medida parece contraproducente para la empresa del cliente, ya que pareciera que la empresa ASCAVI se quiere librar de la responsabilidad de las garantías, pero la idea general es la de reducir este tipo de fallas en las empresas, todo si y solo si, hacen uso del conocimiento transmitido en la capacitación y atienden las debidas recomendaciones.

Para poder identificar las causas que afectan al equipo en cada empresa, se debe tener en cuenta el diseño de AMEF ya echo sobre el equipo, para determinar los parámetros que lo pueden afectar y basándose con esto plantear una encuesta que busque otorgar información de cómo se opera el equipo en el lugar de trabajo, además buscar variables ambientales que le puedan causar problemas en su operación, para este objetivo se puede usar herramientas de medición especializadas para la detección de estas, o dependiendo del lugar de trabajo del equipo también se puede inferir sobre los factores que pueden afectar al equipo o al proceso por medio de los sentidos, pericia e intuición del ingeniero investigador, haciendo de sus sentidos y habilidades pruebas verídicas, porque su detección seria percibida por cualquier personal.

Con los datos recogidos en la visita empresarial se prosigue en realizar el AMEF de cada equipo en cada empresa para determinar el peso y la prioridad de sus posibles fallas, y determinar las debidas acciones a tomar, para la prevención o corrección de la falla.

5.5.1 DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA INVESTIGACIÓN DE FALLAS.

Con el estudio técnico de todo el sistema del equipo y como este opera, se puede definir las variables en el que este podría fallar, estas variables pueden ser como la mala limpieza del equipo, saturar el equipo con cargas para cual este no es diseñado, temperatura ambiente inadecuada para el equipo, humedad relativa inadecuada en el ambiente, mala calidad de la energía, contaminación en el ambiente, indebida ajuste e instalación del equipo. Ya definiendo estas variables se procede a buscar el método detección de estas, sea por inspección o con herramientas diseñadas para a su medición. Para el caso del analizador de leches cual su sistema se centra en el principio de funcionamiento del sensor ultrasónico se determinan variables que son contaminantes para su medición, los cuales son:

- El ruido sonoro externo: debido a que el sensor trabaja por ultrasonido, otras máquinas que generen alto decibeles de sonido, pueden afectar directamente a la medición de la muestra, donde incluso los mismos operarios de la zona deben trabajar con tapa oídos. Para este caso no es necesario trabajar con un sonómetro para determinar si el lugar de trabajo

es apto para el equipo, sino que, esto lo puede determinar el ingeniero investigador observando y escuchando el ambiente donde trabaja.

- Campos electromagnéticos: los campos electromagnéticos son contaminantes para la señal, debido a que el sensor convierte las ondas ultrasónicas en señales electromagnéticas las cuales recibe otro dispositivo, esto quiere decir que si por ejemplo existe un motor eléctrico cercano a el equipo este puede generar conflicto con el equipo ya que este genera un campo electromagnético. Para este caso el ingeniero investigador observa si este trabaja cerca de un equipo o máquina que contenga algún elemento como un motor que pueda generar este tipo de dificultad.
- Calidad de la energía: el voltaje nominal en que el equipo debe trabajar es 110v, pero en las empresas grandes este es un valor muy inestable, por la naturaleza misma del trabajo que se ejerce en la empresa, creando caídas de tensión en la red, este problema genera conflicto en la electrónica del equipo y hace que este tenga problemas de operación e inclusive puede llevar a dañar el equipo. Para este caso esta variable no es tan perceptible para el ser humano, o solo lo pueden determinar cuándo de un momento dado en la empresa se cae la intensidad de luz de sus lámparas, pero esto no es una detección del problema confiable y para esto se usa un multímetro que mida el voltaje en los tomas del lugar de trabajo del equipo.
- Temperatura ambiente: el rango de temperatura que recomienda el fabricante para trabajar el equipo es de 10°C a 43°C, aunque son rangos muy amplios de trabajo, se sabe, que hay casos donde existen plantas de alimentos que en sus procesos, tienen cuartos climatizados, donde estos pueden ser menores a 10°C, pero lo que no se sabe, es en qué proceso manejen temperaturas más de 43°C ya que esta temperatura es una temperatura ambiental demasiado alta, inclusive la gran mayoría de los países no superan los 40°C. entonces para el caso del analizador de leches se puede medir la temperatura solo en caso en que este trabaje en un ambiente frío y la temperatura se puede medir con un termómetro.
- Humedad relativa: es la cantidad de agua que existe en el aire, esta variable ambiental puede afectar directamente a la electrónica y los sensores del equipo ya que si la humedad relativa es muy alta esta puede provocar mayor oxidación o sulfatación de los componentes electrónicos. El rango de humedad relativa que recomienda el fabricante es de 30% a 80%. Donde factiblemente las plantas de lácteos puedan manejar un porcentaje mayor a 80% de humedad relativa. Para medir esta variable se usa un termohigrómetro.
- Mala operación: la mala operación del equipo, donde esta información se puede saber realizando un encuesta de como manejan el equipo. En el caso de la lactoscan se realizó preguntas muy concretas, por ejemplo, ¿Qué tipos de productos utiliza para la limpieza del equipo?, ¿Qué modo de limpieza por control realiza?, ¿cada cuánto realizan limpieza en el equipo?

5.5.2 PLAN DE VISITAS A LOS CLIENTES CON FINES DE ASESORAMIENTO Y ACOMPAÑAMIENTO.

La capacitación es una herramienta importante para guiar a los clientes en el buen uso de sus equipos, muchas veces los clientes desconocen el funcionamiento del equipo y por esto no le dan un buen uso a este, en el caso de la lactoscan se informa a los clientes no solo el uso y operación de este sino también como su tecnología funciona y que cosas la pueden afectar, donde se recomienda trabajar el equipo con estabilizadores de energía en un lugar como un laboratorio y no en la planta de producción, donde este alejado del ruido, campos electromagnéticos, ambientes sucios, ambientes no húmedos. Este trabajo es planteado para las empresas que han adquirido el equipo. La cantidad de clientes los cuales manejan el equipo de analizador de leches lactoscan se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16. Lista de clientes que usan lactoscan.

CLIENTE	CONTACTO	UBICACIÓN	MODELO	Fecha visita
Lácteos Buena Vista	Gloria López	Unión	SA	25-08-2015
Lácteos Riogrande	Mauricio Munera	Plato Magdalena	SA	01-09-2015
Centro lab	Johana Rua	Medellín	SA	07-09-2015
Dulces flowers	Claudia Saldarriaga	Itagui	MCC	08-09-2015
Lacteos el gustazo	proes	Yarumal	SA	08-10-2015
Pasteurizadora La mejor	Yolima Florez	Cúcuta	MCC	13-10-2015

5.6 REDISEÑO DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN.

Buscando cumplir con los objetivos del proyecto y a medida que se realizaba el trabajo de campo, con el equipo experimental hallado en los servicios más críticos por garantías. Se encuentran situaciones donde el modelo es ineficiente para suplir las necesidades de la empresa, donde debe cumplir para todo tipo de casos en el que, el modelo se ponga bajo prueba, en cualquier equipo.

6. RESULTADOS DE LA PRUEBA DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN

Los resultados obtenidos de los experimentos realizados, las simulaciones calculadas, el software desarrollado o de la aplicación de los protocolos propuestos.

En esta sección del trabajo se plasmará los resultados arrojados de la prueba del modelo de optimización del servicio de mantenimiento y garantías en la empresa ASCAVI. Colocándolo a prueba con el servicio más crítico por garantía encontrado.

6.1 RESULTADO DE LA BUSQUEDA DEL EQUIPO DE PRUEBA PARA EL MODELO

De los 5 cinco equipos con mayor número de servicios sean por mantenimientos preventivos, correctivos y garantías se toman los cinco equipos de mayor cantidad de informes técnicos, los cuales en este caso son: analizador de leches (49), balanza electrónica (216), báscula (69), indicador de temperatura (61), Luminometro (53). De estos informes se determinan cuántos de estos son por garantía en cada equipo (analizador de leche 10, balanza electrónica 15, bascula 5, indicador de temperatura 0 y Luminometro 1), de estos se toma los dos con mayor servicio por garantía los cuales son el analizador de leche y la balanza electrónica. Por concepto de costo beneficio se hace un comparativo de precios en equipo y repuestos de los equipos como se muestra en la tabla (2). Y por esto se decide trabajar el modelo sobre el analizador de leche por el costo que este representa.

6.2 RESULTADO DE LA PRUEBA DEL MODELO PARA LA TOMA DE DECISIONES.

El modelo puesto a prueba inicialmente arroja los dos equipos de mayor servicios de garantías para realizar acciones de decisión y descarte de equipos como se muestra en la figura (1), luego de estos dos se toma el que por concepto de costos el que indica más pérdida donde se realiza el AMEF y se determina si es necesario realizar un estudio del lugar donde trabajan estos equipos o simplemente se realiza acciones internas en la empresa, como se muestra en la figura (2).

En la primera parte se arroja como resultado de búsqueda el analizador de leche al cual se realiza el estudio técnico y su AMEF general, el cual arroja en una de sus fallas más frecuentes un peso de 540 de numero de prioridad de riesgo por el cual se decide hacer el seguimiento de los equipos en cada empresa para saber cómo este está operando.

6.3 PRUEBAS RECOJIDAS EN LAS VISITAS DE LAS EMPRESAS.

Las mediciones y la toma de datos recogidos en cada visita que se realizó a las empresas se toman como pruebas para hacer un pronóstico de fallas en ellas, estas pruebas son las mediciones que se realizaron con registro fotográfico de las mediciones y del lugar de trabajo, también quedan como evidencia las imágenes de los documentos que respaldan la capacitación como la encuesta realizada y la firma de la asistencia del personal. Toda esta información se queda en la empresa ASCAVI para poder sustentar los posibles daños que puedan ocurrir en la empresa del cliente, de tal manera tener una decisión consistente en el momento de alguna avería o de alguna solicitud de garantía.

6.3.1 Adquisición de datos del lugar de trabajo del equipo.

Para cada empresa se cuenta con un conjunto de registros fotográficos, donde se tomaron las pruebas en el lugar de trabajo.

6.3.1.1 VISITA TECNICA LACTEOS BUENA VISTA



Imagen 15. Medición de variables buena vista.



Imagen 16. Error de calibración del termohigrómetro

6.3.1.2 VISITA TECNICA RIO GRANDE



Imagen 17. Laboratorio rio grande



Imagen 18. Lugar de trabajo lactoscan



Imagen 19. Medición de temperatura, humedad relativa y voltaje.



Imagen 20. Medición de temperatura, humedad relativa y voltaje.



Imagen 21. Variación de las medidas



Imagen 22. Variación de las medidas



Imagen 23. Variación de las medidas



Imagen 24. Variación de las medidas



Imagen 25. contaminación del lugar de trabajo para el equipo



Imagen 26. Medición de tierra rio grande



Imagen 27. Medición de tierra rio grande

6.3.1.3 PRUEBAS MEDIEMPRESA CENTRO LAB



Imagen 28. Laboratorio centro lab.



Imagen 29. Medición de voltaje.



Imagen (30). Medición del termohigrómetro centro lab.



Imagen 31. Medición de la tierra centro lab.

6.3.1.4 Pruebas dulces flower



Imagen 32. Lugar de trabajo del lactoscan



Imagen 33. Equipos que acompañan el lactoscan



Imagen 34. Lugar de trabajo de la lactoscan



Imagen 35. Medición de voltaje



Imagen 36. Medición de voltaje



Imagen 37. Medición de temperatura y humedad relativa.

6.3.1.5 Pruebas de derivados lácteos el gustazzo



Imagen 38. Laboratorio el gustazzo

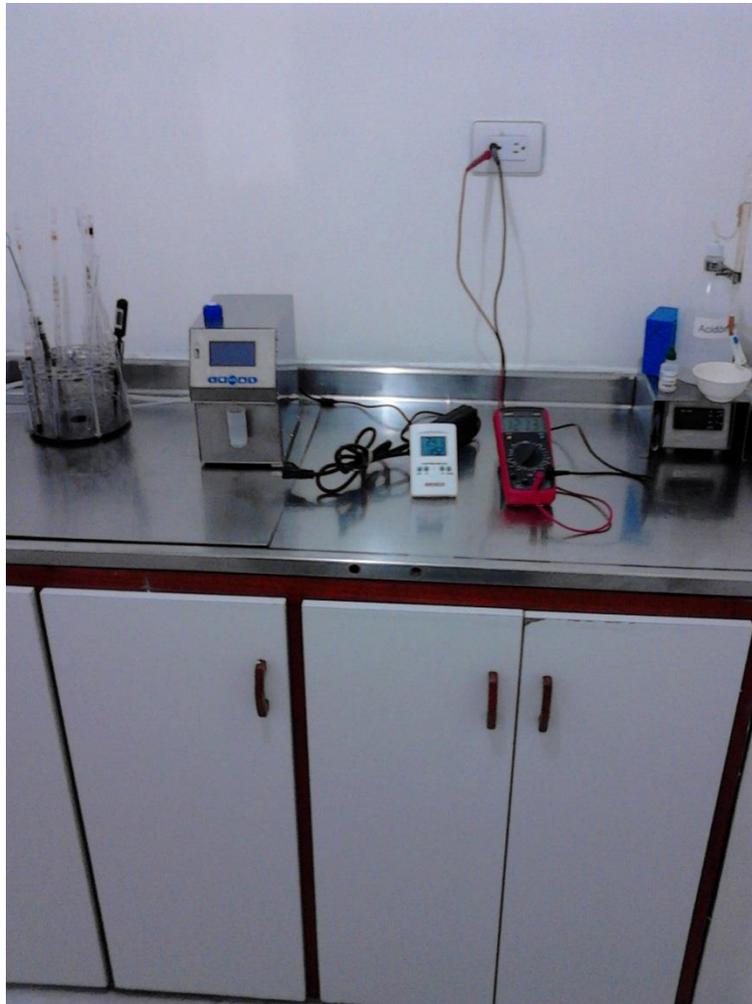


Imagen 39. Mediciones lugar de trabajo



Imagen 40. Voltaje nominal de la red



Imagen 41. Temperatura y humedad relativa.



Imagen 42. Medición de tierra en la red

6.3.1.6 Pruebas Pasteurizadora La Mejor



Imagen 43. Laboratorio calidad la mejor

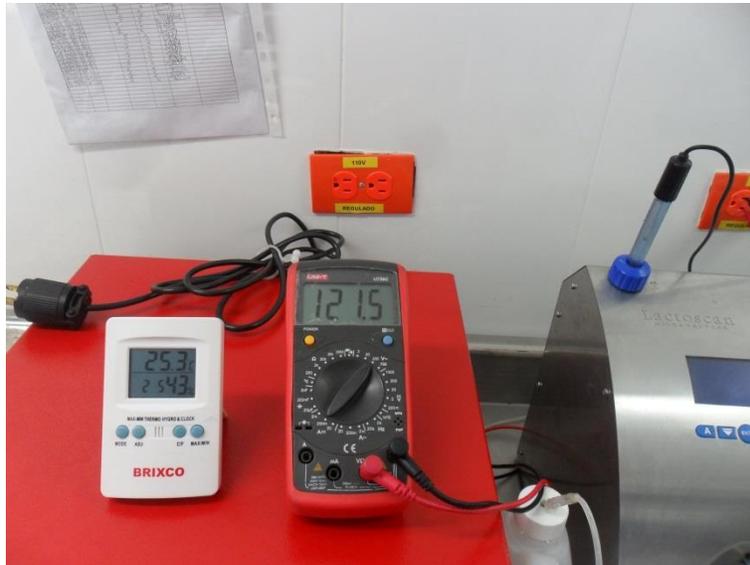


Imagen 44. Mediciones variables ambientales



Imagen 45. Medición polo a tierra

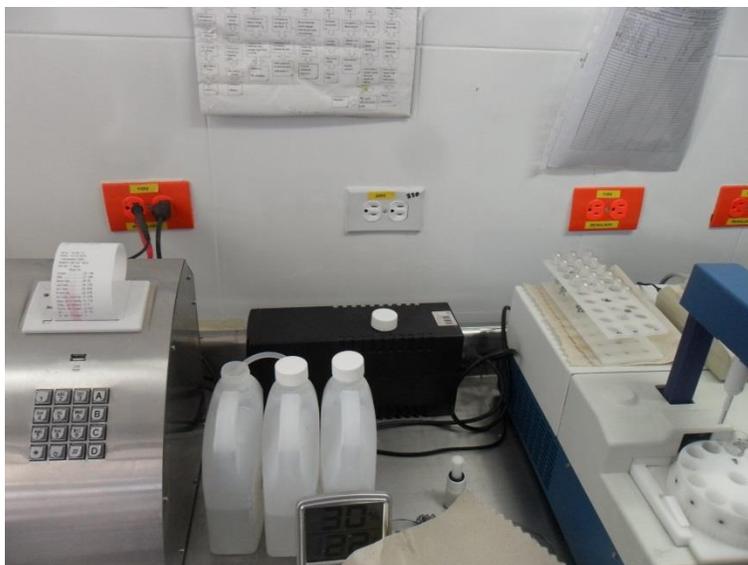


Imagen 46. Estabilizador de energía



Imagen 47. Equipos laboratorio.

6.3.2 Pruebas de las capacitaciones.

6.3.2.1 Pruebas capacitaciones buena vista

Lacteos Buena Vista.

ENCUESTA TECNICA DEL ANALIZADOR DE LECHE LACTOSCAN

1) ¿Alguna vez ha leído el manual del equipo?
Si

2) ¿Alguna vez ha tenido capacitación del equipo?
Si

SI LA RESPUESTA ES SI, DEFINA QUE TIPO DE CAPACITACIÓN:

a) Capacitación técnica
 b) Capacitación de operación o uso
c) Otros _____

3) ¿Sabe el principio de funcionamiento del equipo o como este realiza su medida?
Si

4) ¿sabe usted a qué condiciones ambientales trabaja el equipo?
Como por ejemplo: a que voltaje trabaja, a que temperatura ambiente o a que humedad relativa.
Si

5) ¿Sabe por qué el equipo no puede trabajar cerca de un campo eléctrico, magnético o algún ruido externo?
Si

Imagen 48. Página 1 de la encuesta.

6) ¿Qué tipo de productos utilizan para la limpieza del equipo?

solución de limpieza alcalina

solución de limpieza acida

c) todas las anteriores

d) otros: _____

7) ¿Qué proceso de limpieza realiza en el equipo?

a) Limpieza corriente

b) Limpieza automática

c) Limpieza final

Todas las anteriores

e) Otras: _____

8) ¿Cada cuanto realizan limpieza en el equipo, según el proceso o los procesos de limpieza que usan? por favor especifique el tiempo de cada proceso.

Limpieza diaria con solución alcalina y día x 1/2
con solución acida

Imagen 49. Página 2 de la encuesta.

6.3.2.2 Pruebas capacitaciones rio grande.

ENCUESTA TECNICA DEL ANALIZADOR DE LECHEs LACTOSCAN

EMPRESA: Lacteos Rio Grande

OPERARIO: Oscar Mendoza Peruz

FECHA: 04-09-2019

1) ¿Alguna vez ha leído el manual del equipo?

SI NO

2) ¿Alguna vez ha tenido capacitación del equipo?

SI NO

SI LA RESPUESTA ES SI, DEFINA QUE TIPO DE CAPACITACIÓN:

a) Capacitación técnica
b) Capacitación de operación o uso
c) Otros _____

3) ¿Sabe el principio de funcionamiento del equipo o como este realiza su medida?

No

4) ¿sabe usted a qué condiciones ambientales trabaja el equipo?
Como por ejemplo: a que voltaje trabaja, a que temperatura ambiente o a que humedad relativa.

No

Imagen 50. Página 1 de la encuesta.

5) ¿Sabe por qué el equipo no puede trabajar cerca de un campo eléctrico, magnético o algún ruido externo?

No

6) ¿Qué tipo de productos utilizan para la limpieza del equipo?

a) solución de limpieza alcalina

b) solución de limpieza acida

c) todas las anteriores

d) otros: _____

7) ¿Qué proceso de limpieza realiza en el equipo?

a) Limpieza corriente

b) Limpieza automática

c) Limpieza final

d) Todas las anteriores

e) Otras: _____

8) ¿Cada cuanto realizan limpieza en el equipo, según el proceso o los procesos de limpieza que usan? por favor especifique el tiempo de cada proceso.

*Cada 30 minutos cuando se terminan de analizar
Las muestras de cada ruta se de Hacer limpieza*

Imagen 51. Página 2 de la encuesta.



FORMATO DE ASISTENCIA CAPACITACIÓN EN EL
USO O MAEJO DE EQUIPOS

Código _____
Fecha 07-09-2015

EMPRESA: Factes Rio Grande

TEMA(S)
Capacitación técnica del funcionamiento de la lactoscan para el debido uso y cuidado del equipo.

FECHA 07-09-2015 HORA (Inicio - Fin) _____
LUGAR Factes Rio Grande

INSTRUCTOR(ES)
Pablo Andres Hoyos Olague

Nro	NOMBRES Y APELLIDOS	IDENTIFICACIÓN	ÁREA O DEPENDENCIA	TELÉFONO	FIRMA
1	<u>Dora Mardaga Pariz</u>	<u>4087923550</u>		<u>3207909334</u>	<u>Dora Mardaga</u>
2	<u>Stefany Melica Moreno</u>	<u>1081919999</u>		<u>3008107044</u>	<u>Stefany Melica</u>
3	<u>Janis Santos Suarez</u>	<u>49722212</u>		<u>326328453</u>	<u>Janis Santos</u>
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Imagen 52. Asistencia de la capacitación.

6.3.2.3 Pruebas capacitaciones centro lab.

ENCUESTA TECNICA DEL ANALIZADOR DE LECHE LACTOSCAN

EMPRESA: Mediempresca SAS (centro-lab)

OPERARIO: Manuela Loiza Naranjo

FECHA: 08 de septiembre de 2015

1) ¿Alguna vez ha leído el manual del equipo?

SI NO

2) ¿Alguna vez ha tenido capacitación del equipo?

SI NO

SI LA RESPUESTA ES SI, DEFINA QUE TIPO DE CAPACITACIÓN:

a) Capacitación técnica
b) Capacitación de operación o uso
c) Otros _____

3) ¿Sabe el principio de funcionamiento del equipo o como este realiza su medida?

No

4) ¿sabe usted a qué condiciones ambientales trabaja el equipo?
Como por ejemplo: a que voltaje trabaja, a que temperatura ambiente o a que humedad relativa.

110 mV

Temperatura ambiente 22-27°C

Humedad 30-50%

Imagen 53. Página 1 de la encuesta.

5) ¿Sabe por qué el equipo no puede trabajar cerca de un campo eléctrico, magnético o algún ruido externo?

No

6) ¿Qué tipo de productos utilizan para la limpieza del equipo?

a) solución de limpieza alcalina

b) solución de limpieza ácida

c) todas las anteriores

d) otros: _____

7) ¿Qué proceso de limpieza realiza en el equipo?

a) Limpieza corriente

b) Limpieza automática

c) Limpieza final

d) Todas las anteriores

e) Otras: _____

8) ¿Cada cuanto realizan limpieza en el equipo, según el proceso o los procesos de limpieza que usan? por favor especifique el tiempo de cada proceso.

Nota= como el laboratorio pretender realizar el servicio de analisis de leches y se encuentran en proceso de certificación no han echo uso del equipo y no han tenido ningun tipo de capacitación externa.

Imagen 54. Página 2 de la encuesta.



FORMATO DE ASISTENCIA CAPACITACIÓN EN EL
USO O MAEJO DE EQUIPOS

Código
Fecha 08/09/2015

EMPRESA: Meditempra SAS (centro-lab)

TEMA(S)
Capacitación técnica del funcionamiento
de la lactoscop para el debido
uso y cuidado del Equipo.

FECHA 08/09/15 HORA (Inicio - Fin) 3:00 pm
LUGAR Laboratorio Meditempra

INSTRUCTOR(ES)
Pablo Andrés Hoyos Duque

Nro	NOMBRES Y APELLIDOS	IDENTIFICACIÓN	ÁREA O DEPENDENCIA	TELÉFONO	FIRMA
1	Hansela Loiza Norango	7013743939	Análisis Fisiología	4443288	Hansela Loiza N
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Imagen 55. Asistencia centro lab.

6.3.2.4 Pruebas capacitaciones dulces flower.

ENCUESTA TECNICA DEL ANALIZADOR DE LECHE LACTOSCAN

EMPRESA: Dulces Flower

OPERARIO: _____

FECHA: 9-09-15

1) ¿Alguna vez ha leído el manual del equipo?
SI NO

2) ¿Alguna vez ha tenido capacitación del equipo?
SI NO

SI LA RESPUESTA ES SI, DEFINA QUE TIPO DE CAPACITACIÓN:

a) Capacitación técnica
* b) Capacitación de operación o uso
c) Otros _____

3) ¿Sabe el principio de funcionamiento del equipo o como este realiza su medida?
Como bien es para la medición de parámetros de calidad que deben de cumplir por normativa Bacteriológica

4) ¿Sabe usted a qué condiciones ambientales trabaja el equipo?
Como por ejemplo: a que voltaje trabaja, a que temperatura ambiente o a que humedad relativa.
NO

Imagen 56. Página 1 de la encuesta.

5) ¿Sabe por qué el equipo no puede trabajar cerca de un campo eléctrico, magnético o algún ruido externo?

por que hay interferencia magnetica.

6) ¿Qué tipo de productos utilizan para la limpieza del equipo?

solución de limpieza alcalina

solución de limpieza ácida

c) todas las anteriores

d) otros: _____

7) ¿Qué proceso de limpieza realiza en el equipo?

a) Limpieza corriente

b) Limpieza automática

c) Limpieza final

Todas las anteriores

e) Otras: _____

8) ¿Cada cuanto realizan limpieza en el equipo, según el proceso o los procesos de limpieza que usan? por favor especifique el tiempo de cada proceso.

una vez al dia. ya que el equipo solo se utiliza en la mañana
y 3 veces a la semana. la limpieza profunda con las
soluciones

Imagen 57. Página 2 de la encuesta.



FORMATO DE ASISTENCIA CAPACITACIÓN EN EL
USO O MAEJO DE EQUIPOS

Código _____
Fecha 09/09/2015

EMPRESA: Dulces Placeres

TEMA(S)
Capacitación técnica del funciona-
miento del amalgamador de leche
para el debido uso y cuidado del
equipo.

FECHA 09/09/15 HORA (Inicio - Fin) _____
LUGAR sala de juntas

INSTRUCTOR(ES)
Pablo Andrés Flórez Duque

Nro	NOMBRES Y APELLIDOS	IDENTIFICACIÓN	ÁREA O DEPENDENCIA	TELÉFONO	FIRMA
1	Gustavo A. Villalpando	15 527984	Producción	372 34 29	Gustavo A.
2	Johanna Torres	1010442 094	producción	4627186	Johanna T.
3	Marcelo Ríos	21 816 870	JEFE de planta	372 39 12	Marcelo R.
4	Xiomara Marín	31-246-219	CAJADOR	371-65 91	Xiomara M.
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Imagen 58. Asistencia de capacitación.

6.3.2.5 Pruebas capacitaciones gustazzzo

ENCUESTA TECNICA DEL ANALIZADOR DE LECHEs LACTOSCAN

EMPRESA: Derivados lacteos El gustazzzo.

OPERARIO: Daniela Gomez jefe de calidad

FECHA: 07 de octubre de 2015

1) ¿Alguna vez ha leído el manual del equipo?

SI NO

2) ¿Alguna vez ha tenido capacitación del equipo?

SI NO

SI LA RESPUESTA ES SI, DEFINA QUE TIPO DE CAPACITACIÓN:

a) Capacitación técnica
b) Capacitación de operación o uso
c) Otros _____

3) ¿Sabe el principio de funcionamiento del equipo o como este realiza su medida?

no

4) ¿sabe usted a qué condiciones ambientales trabaja el equipo?
Como por ejemplo: a que voltaje trabaja, a que temperatura ambiente o a que humedad relativa.

no

Imagen 59. Página 1 de la encuesta

5) ¿Sabe por qué el equipo no puede trabajar cerca de un campo eléctrico, magnético o algún ruido externo?

no

6) ¿Qué tipo de productos utilizan para la limpieza del equipo?

a) solución de limpieza alcalina

b) solución de limpieza ácida

todas las anteriores

d) otros: _____

7) ¿Qué proceso de limpieza realiza en el equipo?

a) Limpieza corriente

b) Limpieza automática

c) Limpieza final

Todas las anteriores

e) Otras: _____

8) ¿Cada cuanto realizan limpieza en el equipo, según el proceso o los procesos de limpieza que usan? por favor especifique el tiempo de cada proceso.

Limpieza automática en el transcurso de los análisis,
limpieza corriente mientras el transcurso del día de 7
a dos veces según el tiempo que este en uso, limpieza final
cuando se termina el proceso diario.

Imagen 60. Página 2 de la encuesta



FORMATO DE ASISTENCIA CAPACITACIÓN EN EL
USO O MAEJO DE EQUIPOS

Código
Fecha 08-10-13

EMPRESA: *Derivados Lacteos el gustazzo*

TEMA(S)
Capacitación técnica del funcionamiento de lacteos para el debido uso y cuidado del equipo.

FECHA *08-10-13* HORA (Inicio - Fin) *11:00 am*
LUGAR *Gustazzo (familiar)*

INSTRUCTOR(ES)
Pablo Andres Hoyos Duque

Nro	NOMBRES Y APELLIDOS	IDENTIFICACIÓN	ÁREA O DEPENDENCIA	TELÉFONO	FIRMA
1	<i>Daniela Gomez Ruiz</i>	<i>1000500135</i>	<i>calidad</i>	<i>3117463520</i>	<i>Daniela Gomez Ruiz</i>
2	<i>Mario Bedoya Restrepo</i>	<i>1042772329</i>	<i>Administración</i>	<i>3113523563</i>	<i>Mario Bedoya</i>
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Imagen 61. Asistencia el gustazzo

6.3.2.6 Pruebas de capacitación Pasteurizadora La Mejor

ENCUESTA TECNICA DEL ANALIZADOR DE LECHE LACTOSCAN

EMPRESA: Pasteurizadora La Mejor

OPERARIO: Lorena Garcia, Wilmer Cagua, Sindy Yanez

FECHA: 13-10-15

1) ¿Alguna vez ha leído el manual del equipo?

SI NO

2) ¿Alguna vez ha tenido capacitación del equipo?

SI NO

SI LA RESPUESTA ES SI, DEFINA QUE TIPO DE CAPACITACIÓN:

a) Capacitación técnica
b) Capacitación de operación o uso
c) Otros _____

3) ¿Sabe el principio de funcionamiento del equipo o como este realiza su medida?

si, por medio de ultrasonido.

4) ¿sabe usted a qué condiciones ambientales trabaja el equipo?
Como por ejemplo: a que voltaje trabaja, a que temperatura ambiente o a que humedad relativa.

voltaje de 110.

Imagen 62. Página 1 de la encuesta

5) ¿Sabe por qué el equipo no puede trabajar cerca de un campo eléctrico, magnético o algún ruido externo?

Si, porque puede afectar la medición, ya que
trabaja por ultrasonido.

6) ¿Qué tipo de productos utilizan para la limpieza del equipo?

a) solución de limpieza alcalina

b) solución de limpieza ácida

c) todas las anteriores

d) otros: _____

7) ¿Qué proceso de limpieza realiza en el equipo?

a) Limpieza corriente

b) Limpieza automática

c) Limpieza final

d) Todas las anteriores

e) Otras: _____

8) ¿Cada cuanto realizan limpieza en el equipo, según el proceso o los procesos de limpieza que usan? por favor especifique el tiempo de cada proceso.

Limpieza alcalina -> diaria.
Limpieza ácida -> Semanal

Imagen 63. Página 2 de la encuesta.


FORMATO DE ASISTENCIA CAPACITACIÓN EN EL USO O MAEJO DE EQUIPOS

Código: _____
 Fecha: 13/10/2015

EMPRESA: Pasteurizadora La Mejor

TEMA(S): capacitación técnica del funcionamiento de lactoscans para el debido uso y cuidado del equipo.

FECHA: 13/10/2015 HORA (Inicio - Fin): 2:00 - 5:00 pm
 LUGAR: Sala Calidad Pasteurizadora

INSTRUCTOR(ES): Pablo Andrés Flores Duque

Nro	NOMBRES Y APELLIDOS	IDENTIFICACIÓN	ÁREA O DEPENDENCIA	TELÉFONO	FIRMA
1	Jenny Wenny Rojas E.	109038658	Analista Fisicoquímica	310285855	Jenny Wenny
2	Johana Garcia Galdoin	1092338939	Analista Fisicoquímica	3124264970	Johana Garcia
3	Yolima Rosaly Flores	60.26.091	Directora Control Calidad	3227018523	Yolima Flores
4	Sirela Carolina Pérez	1090478006	Analista Fisicoquímica	3212743715	Sirela Pérez
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Imagen 64. Asistencia Pasteurizadora La Mejor

6.4 ENCUESTA DE SATISFACCIÓN SOBRE CAPACITACIÓN TÉCNICA DEL ANALIZADOR DE LECHE

El formulario se realizó usando las herramientas de google drive y fue enviada a los correos de los clientes a cuales se les hizo la capacitación técnica, para saber su satisfacción del servicio y en qué grado de fidelización las empresas se encuentran con ASCAVI.

La herramienta de formularios de google drive permite tabular automáticamente las respuestas que ya han sido contestadas.

El objetivo de la encuesta es conocer la apreciación de los clientes sobre la capacitación realizada y el acompañamiento de ASCAVI.

***Obligatorio**

¿Cree usted que la capacitación técnica que se dictó sobre el analizador de leche, fue de ayuda para su proceso? *

Califique de 1 a 5, siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

1 2 3 4 5

de muy poca ayuda de bastante ayuda

¿Cree usted que otros proveedores realizan este tipo de capacitaciones y acompañamiento? *

Responda sí o no según su apreciación.

- si
- no

¿Considera que el servicio post-venta es de ayuda para generar confianza en la relación comercial? *

Responda sí o no según su apreciación.

- si
- no

¿Cómo calificaría el grado de compromiso del departamento técnico de ASCAVI con sus procesos? *

Califique de 1 a 5, siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

1 2 3 4 5

muy mala muy buena

¿Con el servicio prestado género en usted confianza, seguridad y disposición. Logrando que grado de fidelización? *

Califique de 1 a 5, siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

1 2 3 4 5

poco fidelizada muy fidelizada

¿Cada cuánto se deben realizar este tipo de acompañamientos? *

Seleccione la opción que crea conveniente.

- cada año
- cada dos años
- nunca.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

El Diseño de un modelo de optimización del servicio de mantenimiento y garantías en la empresa ASCAVI. Se toma como una herramienta de ayuda para la toma de decisiones para la solución del proceso crítico a evaluar, donde se decide prácticamente dos caminos a seguir según sea el caso de severidad de un equipo, el cual se determina su prioridad de riesgo con un AMEF general echo para el caso del equipo. Esto ayuda a decidir si el departamento técnico IASOTECG puede encontrar las posibles causas de las fallas directamente con el equipo, o si este, debe ir a visitar los lugares donde operan estos y determinar sus posibles causas de las fallas. La condición de decisión para el camino a seguir con el proceso es que en el AMEF exista un peso de numero de prioridad de riesgo mayor a 500, el cual si es mayor indica que la falla es de difícil detección y se debe visitar el lugar de trabajo para medir las variables que lo afecten y evaluar sus posibles fallas, si este es menor a 500 solamente se toma en cuenta el análisis del AMEF general para la realización de acciones adoptadas.

7.1 ANALISIS DEL EQUIPO MAS CRITICO POR GARANTÍA

Debido a la tediosa búsqueda de los informes por garantía se recomienda o se plantea ejecutar un nuevo código para en las siglas para la identificación de los servicios que se realizan en los informes técnicos, de tal forma se podrá realizar un seguimiento a las garantías y poder hacer un análisis estadístico anual de las garantías por equipo.

El equipo elegido en la búsqueda no solo es el equipo que más frecuente entre en los servicios de garantía si no el más costoso por mantenimiento por eso se evalúa entre el más frecuente y el costo para determinar el equipo en la búsqueda. Los resultados de la búsqueda arrojó como objeto de estudio al analizador de leche LACTOSCAN.

7.2 ANALISIS DEL AMEF GENERAL.

Con el equipo arrojado en la búsqueda, el analizador de leche, se coloca a prueba el modelo, donde el departamento técnico comienza realizando el AMEF general del equipo, el cual determino que el equipo contiene un alto riesgo de falla, con un peso de 540 el cual es número de prioridad de riesgo, se decide realizar las visitas técnicas de las empresas que trabajan con el analizador de leche debido a la calificación dada en el AMEF,

7.3 ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS OBTENIDAS EN LAS VISITAS.

Según el estudio técnico que se le realizó al analizador de leche se encuentran todas las variables físicas o químicas que afectan al equipo, estas son: el alto ruido sonoro y vibraciones, campos electromagnéticos de máquinas, la humedad relativa, la temperatura y la calidad de la energía. De este estudio se recogió la información dada por el fabricante de los rangos de las condiciones ambientales en los que trabaja el equipo y realiza su medición sin problemas, estos rangos son: temperatura ambiente (10°C a 43°C), humedad relativa (30°C a 80°C), voltaje nominal de 110v (93.5V a 121V).

En el lugar de trabajo de cada empresa se toma la temperatura y la humedad relativa con el termohigrómetro, se mide la red eléctrica para saber el voltaje nominal y si tiene tierra, primero midiendo la tensión entre el neutro y la línea, y por último midiendo entre la tierra y la línea, si la medición de la tensión entre la tierra y la línea se acerca bastante al de la línea y neutro, quiere decir que este tiene polo a tierra, sino la tensión que se mide es normalmente de 23V, entre la tierra y la línea. Para las variables del campo electromagnético, ruido y vibraciones depende de la observación del entorno de trabajo del equipo y determinar si este es libre de máquinas o equipos que produzcan estas condiciones contaminantes.

7.3.1 Análisis de pruebas buena vista.

En la imagen (15), se puede observar que el equipo trabaja al lado de una tajadora de queso, la cual puede ser nociva para la medición ya que este puede generar ruido y campos electromagnéticos contaminantes. En esta medición se nota las constantes subidas de tensión de 103 voltios AC hasta 122 voltios. En esta imagen también se puede notar que la humedad relativa se encuentra en un 71%, pero en la imagen (16), se identifica que el primer termohigrómetro se encuentra descalibrado 8% de humedad relativa por debajo de la real, esto quiere decir que la humedad relativa en el ambiente de trabajo no es de 71% sino de 79% la cual es una medida alta, llegando casi al 80% que es el máximo permisible que aconseja el fabricante trabajar con el equipo, y con pronóstico que esta medida pueda aumentar considerablemente según el clima y la temperatura ambiente del sitio de trabajo.

7.3.1.1 Análisis de la encuesta buena vista.

Aunque la encargada de calidad tenía conocimiento de las condiciones ambientales que afectan el equipo, lo trabajan en un lugar no apto por la humedad relativa alta. Realizan el proceso de limpieza del equipo de manera efectiva.

7.3.1.2 Acciones adoptadas buena vista

Se recomienda el uso de estabilizador de energía, ya que la variación del voltaje puede llegar a quemar el equipo y dar malas mediciones. También se recomienda trabajar el equipo en un lugar fuera de máquinas que lo puedan afectar como la tajadora y en un lugar poco húmedo que mantenga la humedad relativa entre el 30% y el 80%, ya que como su humedad en el sitio es alta y puede sobrepasar los 80%, puede causar hongos y oxidación de sus componentes. Se realizó capacitación técnica sobre el uso y cuidado del equipo.

7.3.2 Análisis de pruebas rio grande.

Como se puede observar en las imágenes 17 y 25 las condiciones del laboratorio no son las mejores, donde el equipo está expuesto a contaminación externa de ruido y de suciedad. En las mediciones ambientales como temperatura y humedad relativa del sitio de trabajo, se encuentran en los rangos permisibles que recomienda el fabricante para trabajar el equipo como se puede observar en la imagen (23). En las imágenes 19 y 24 se puede notar la variación del voltaje en la red eléctrica y en las imágenes 26 y 27 se puede observar que el laboratorio no cuenta con polo a tierra.

7.3.2.1 Análisis de encuesta rio grande.

El grupo encargado del equipo no han tenido capacitación sobre el manejo de este, no tienen en cuenta sobre las condiciones ambientales que debe trabajar el equipo y no sabían que su mala limpieza puede afectar a la medida del sensor.

7.3.2.2 Acciones adoptadas rio grande.

Se le recomendó al cliente usar un estabilizador de energía, colocar polo a tierra en el laboratorio, realizar reformas de adecuación para el laboratorio, así de esta manera el equipo pueda operar aislado de toda contaminación. Se realizó capacitación técnica sobre el uso y cuidado del equipo.

7.3.3 Análisis de pruebas centro lab.

El voltaje nominal del laboratorio es de 120.4V (AC) como se observa en la imagen (29), este voltaje está en el rango de trabajo del equipo el cual no afecta en la medición aunque está muy cercano al valor máximo permitido que es de 121 V, las condiciones ambientales de temperatura y de humedad relativa se encuentran en condiciones óptimas, cuales trabajan dentro de los rangos establecidos para su buen funcionamiento, como se muestra en la imagen (30), el laboratorio cuenta con polo a tierra como se demuestra en la medición de la imagen (31).

7.3.3.1 Análisis de encuesta centro lab.

La persona encargada ha leído el manual del equipo pero no ha tenido ninguna capacitación externa o por parte de la empresa ASCAVI, tiene conocimiento de las condiciones ambientales de temperatura, humedad y voltaje en que trabaja el equipo, pero no tiene conocimiento sobre las condiciones de sonido y de campos electromagnéticos que lo afectan. Realiza adecuadamente el proceso de limpieza.

7.3.3.2 Acciones adoptadas centro lab.

Se recomienda el uso de estabilizador debido a que el voltaje nominal anda un poco alto y el rango de operación del equipo en voltaje nominal de 110V es de +10%, esto quiere decir con un voltaje de 121V y -15% cual es de 93.5V. El uso del estabilizador ayuda a regular el voltaje y prevenir que este sobre pase el valor máximo permisible. Se realizó capacitación técnica sobre el uso y cuidado del equipo.

7.3.4 Análisis de pruebas dulces flower.

El equipo es operado en una zona de producción de proceso de materia prima, como se puede observar en las imágenes (32-33-34), en el cual las máquinas de esta zona de trabajo producen un alto ruido sonoro donde los empleados deben usar utilizar tapa oídos.

El voltaje nominal del lugar es de 129.9V (AC), como se observa en la imagen (36), el cual es un valor que supera al valor máximo permisible. Las condiciones ambientales se encuentran en valores óptimos de operación como se puede observar en la imagen (37), cual contiene dos termohigrómetros donde el que se encuentra en el fondo es del cliente, también se puede notar que los termohigrómetros obtienen las mismas mediciones. La empresa cuenta con polo a tierra en la red como se muestra en la medición del multímetro de la imagen (37).

7.3.4.1 Análisis de encuesta dulces flower.

El grupo de trabajo del equipo no han leído el manual y tampoco han tenido capacitación sobre el equipo, por lo cual no saben, bajo qué condiciones debe trabajar, realizan adecuadamente el proceso de limpieza del equipo.

7.3.4.2 Acciones adoptadas dulces flower.

Se recomienda cambiar el sitio de trabajo del equipo por que las maquinas cercanas pueden afectar la medición de las muestras de leche, ya que el alto sonido que producen es contaminante para el sensor ultrasónico del equipo.

Se recomienda el uso de un estabilizador de energía para regular el voltaje y llevarlos a valores de tensión óptimos para la operación. Se realizó capacitación técnica sobre el uso y cuidado del equipo.

7.3.5 Análisis de pruebas el gustazzo.

El equipo trabaja en un ambiente libre de contaminación de ruido y suciedad como se puede observar en las imágenes (38-39), el voltaje de la red es de 119.7V (AC) como se muestra en la imagen (40), pero aun así el equipo lo trabajan con un estabilizador de energía. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa son buenas para la operación como se evidencia en la imagen (41), la red eléctrica no tiene polo a tierra como se muestra en la medición de la imagen (42).

7.3.5.1 Análisis de encuesta el gustazzo.

La persona encargada del equipo ha leído el manual mas no ha tenido capacitación alguna, no saben cómo funciona el equipo y cuales condiciones ambientales lo afectan. Realizan adecuadamente el proceso de limpieza del equipo.

7.3.5.2 Acciones adoptadas gustazzo.

Se recomienda la puesta a tierra en el laboratorio de calidad para el cuidado de los equipos. Se realizó capacitación técnica sobre el uso y cuidado del equipo.

7.3.6 Análisis de pruebas pasteurizadora la mejor.

El laboratorio de calidad de pasteurizadora la mejor tiene los tomas de la red eléctrica reguladas a 121.5V (AC) como se muestra en la imagen (44), aunque esta tensión supere el valor máximo permitido, el equipo trabaja con un estabilizador de energía que se puede observar en la imagen (46), las variables ambientales de humedad relativa y de temperatura se encuentran en los rangos de trabajo como se verifica en la imagen (44). Se hizo medición de tierra en el laboratorio como se muestra en la imagen (45), la cual se encontró en bien.

7.3.6.1 Análisis encuesta pasteurizadora la mejor.

El equipo de trabajo de calidad y análisis fisicoquímico, no han leído el manual del equipo, saben el principio de funcionamiento del equipo que es por ultrasonido y saben que la calidad de la energía lo afecta, por eso tienen cuidado con el voltaje por medio de estabilizador y polo a tierra, saben las condiciones ambientales que lo afectan.

El laboratorio de pasteurizadora la mejor, es de alta calidad con equipos muy especializados como por ejemplo el analizador de crioscopia que se puede observar en la imagen (47), que determina el porcentaje de agua y en punto de congelación de la leche. Prácticamente para cada parámetro de la leche tienen un equipo o instrumento de verificación, por lo cual realizan un comparativo con las mediciones del equipo, las cuales algunos valores no son precisos y más bien son de valores cercanos, debido a que el analizador de leche computa unas variables guiándose de las que mide directamente.

7.3.6.2 Acciones adoptadas pasteurizadora la mejor.

Se recomienda no trabajar el equipo sin su estabilizador. Se realizó capacitación técnica sobre el uso y cuidado del equipo. Se aconsejó tomar el análisis de la muestra de sus leches usando los valores más óptimos del analizador de leche con respecto a la medida de sus otros equipos para garantizar su calidad. La confiabilidad del lactoscan es verificada con el análisis que se respalda de la universidad de Antioquia, que certifica los patrones para la calibración del analizador de leche.

7.4 ANALISIS DE FORMULARIO DE SATISFACCIÓN SOBRE CAPACITACIÓN TÉCNICA DEL ANALIZADOR DE LECHE

Se enviaron los formularios a los 6 clientes que se les prestó el servicio de capacitación del analizador de leche, de los cuales solo se recibió 5 respuestas.

¿ cree usted que la capacitación técnica que se dictó sobre el analizador de leche, fue de ayuda para su proceso?

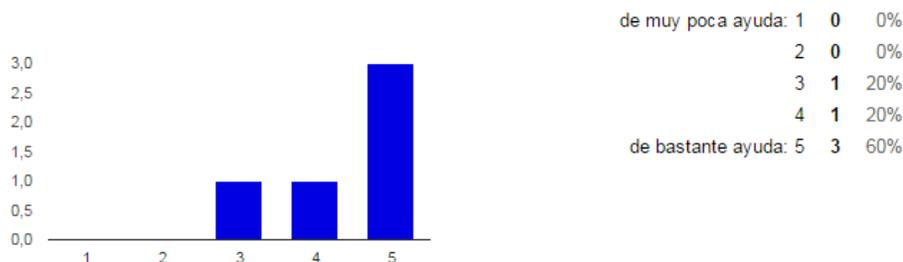


Figura 6. Grafica de la primera pregunta del formulario

¿ cree usted que otros proveedores realizan este tipo de capacitaciones y acompañamiento?



Figura 7. Grafica de la segunda pregunta del formulario

¿ considera que el servicio post-venta es de ayuda para generar confianza en la relación comercial?



Figura 8. Grafica de la tercera pregunta del formulario

¿ como calificaría el grado de compromiso del departamento técnico de ASCAVI con sus procesos?

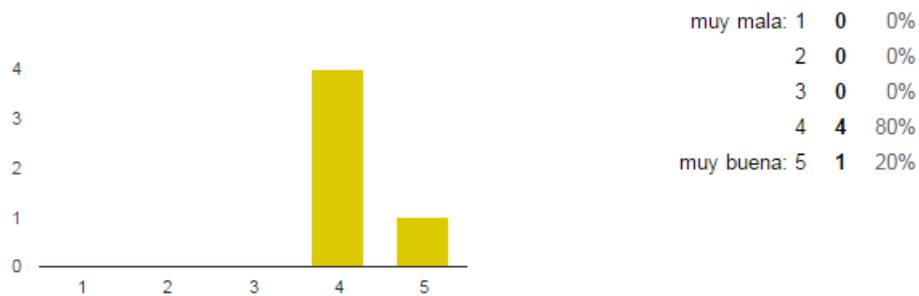


Figura 9. Grafica de la cuarta pregunta del formulario

¿con el servicio prestado genero en usted confianza, seguridad y disposición. Logrando que grado de fidelización?

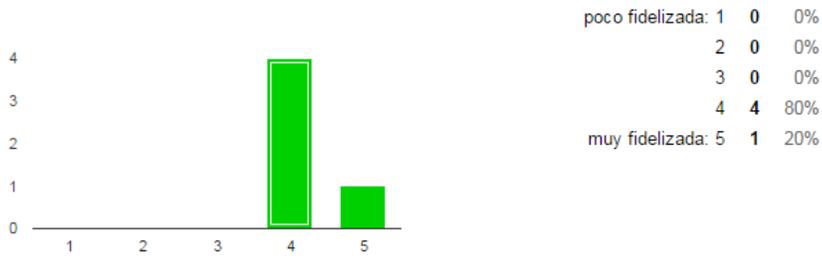


Figura 10. Grafica de la quinta pregunta del formulario

¿cada cuanto se deben realizar este tipo de acompañamientos?



Figura 11. Grafica de la sexta pregunta del formulario

8. CONCLUSIONES

Se encontró una limitante en el momento de realizar la búsqueda de los servicios de garantía, ya que se tienen que leer los informes, siendo una manera tediosa y poco práctica para verificar si es un servicio por garantía o no.

Se recomendó que al momento de generar los informes de garantía, se archiven agregando una sigla G en su codificación, para que de esta manera encontrar con mayor facilidad los servicios de garantía por equipo y poder realizar una estadística anual con mayor facilidad, así de esta manera hacer un seguimiento más práctico.

Se concluyó que una falla de difícil detección debe tener un número alto de prioridad de riesgo, mayor a 500 y si un modo de falla tiene un peso igual o mayor a este, se tiene que hallar las pruebas requeridas y la información en el lugar de trabajo del equipo.

Se obtuvo con el AMEF del analizador de leche, un modo de falla de alto riesgo (medición desajustada del ultrasónico, por lapsos de tiempo), con una calificación de un peso de 540 (número de prioridad de riesgo). Este modo de falla es el peso más alto que obtuvo y la cual se acercaba más a la mayoría de servicios de garantía por calibración.

Se estudió el funcionamiento del sensor ultrasónico del analizador de leche, el cual es sensible a variables externas que son contaminantes como la temperatura, humedad relativa, calidad de la energía, campos electromagnéticos, alto ruido sonoro y mala limpieza.

Se concluyó además que alguna de las variables, puede ser contaminante para la medición del ultrasónico y que la mala limpieza deja leche solidificada interna en el sensor, la cual provoca una medición errada.

Se investigó el lugar de trabajo de los equipos para saber qué condiciones son perturbadoras para el sensor ultrasónico, tomando fotos in situ y haciendo mediciones de la calidad de la energía, temperatura ambiente y humedad relativa.

Se encontró que la mayoría de lugares visitados tienen algún factor que es contaminante.

Se recomendó usar los equipos lejos de variables contaminantes, usar polo a tierra como medida de protección, el estabilizador como instrumento regulador y también usar el termohigrómetro como instrumento de verificación y seguimiento de humedad y temperatura.

Se recopilaron las pruebas físicas y la asistencia de la capacitación técnica, como respaldo a futuro, para determinar si se incurre en una garantía o no. De tal forma proteger o blindar a la empresa ASCAVI de la responsabilidad.

Se demostró con los resultados de las encuestas que la mayoría de los operarios no tenían conocimiento sobre los factores que son contaminantes para la medición del analizador de leche.

Se realizaron las capacitaciones técnicas para dar acompañamiento y asistencia a los clientes, brindando conocimiento y asesoría para la mejora de sus procesos. De esta manera fidelizando a los clientes y darle un seguimiento a sus equipos.

Se logró diseñar un modelo como herramienta que ayuda a la toma de decisiones para ahorrar costos de los servicios de garantías por medio de las pruebas adquiridas con el AMEF y las capacitaciones.

Se logró fidelizar a los clientes, con la encuesta de satisfacción que se realizó y que a pesar que solo uno no contestó el formulario se demostró en los resultados que la gran mayoría se sienten muy satisfechos con la empresa.

Se logró reducir las solicitudes de garantías en las descalibraciones o desajustes en las mediciones de los equipos, por lo cual se ahorran costos por este concepto debido a que los clientes siguieron las recomendaciones de uso del equipo, aun así ASCAVI recomienda hacer una recalibración del equipo cada seis meses.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Yuanyuan Jiang, Hongmin Jiang, Siyi Ding, Qin Liu. Application of failure mode and effects analysis in a clinical chemistry laboratory. ScienceDirect [en línea], 19 de Agosto del 2015. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009898115003162>.
- [2] Ching-Jong Liao, Chao Chung Ho. Risk management for outsourcing biomedical waste disposal - Using the failure mode and effects analysis. ScienceDirect [en línea], 19 de Agosto del 2015. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X14000981>
- [3] Hu-Chen Liu, Long Liu, Nan Liu, Ling-Xiang Mao. Risk evaluation in failure mode and effects analysis with extended VIKOR method under fuzzy environment. ScienceDirect [en línea], 19 de Agosto del 2015. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417412007373>
- [4] Kwai-Sang Chin, Ying-Ming Wang, Gary Ka Kwai Poon, Jian-Bo Yang. Failure mode and effects analysis by data envelopment analysis. ScienceDirect [en línea], 19 de Agosto del 2015. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923609001997>
- [5] D. N. P. MURTHY AND V. YEUNG. Modelling and Analysis of Maintenance Service Contracts. ScienceDirect [en línea], 19 de Agosto del 2015. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089571779500199C>
- [6] D.N.P. Murthy *, E. Asgharizadeh. Optimal decision making in a maintenance service operation. ScienceDirect [en línea], 19 de Agosto del 2015. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221798902028>
- [7] Wenbin Wang. A model for maintenance service contract design, negotiation and optimization. ScienceDirect [en línea], 19 de Agosto del 2015. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221709001131>
- [8] D.N.P. Murthy, M.R. Karim, A. Ahmadi. Data management in maintenance outsourcing. ScienceDirect [en línea], 19 de Agosto del 2015. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095183201500143X>
- [9] Narodni Buditeli Str. LACTOSCAN S Analizador de Leche Pantalla LCD 4 líneas x 16 caracteres Manual de Operaciones, 8900 Nova Zagora BULGARIA, p.7
- [10] Narodni Buditeli Str. LACTOSCAN S Analizador de Leche Pantalla LCD 4 líneas x 16 caracteres Manual de Operaciones, 8900 Nova Zagora BULGARIA, p.7

