

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA FIBRA
ÓPTICA CASO DE ESTUDIO: “FIBRA LEMO 3K.93C”

Omar Joao Castro Martínez

María Consuelo León Ortiz

Asesor

Ing. Miguel Ángel Urian Tinoco

Especialista En Gerencia de Mantenimiento

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Dirección de posgrados

Universidad ECCI

Bogotá D.C. febrero 2019

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA FIBRA
ÓPTICA CASO DE ESTUDIO: “FIBRA LEMO 3K.93C”

Omar Joao Castro Martínez

María Consuelo León Ortiz

Trabajo de grado para optar título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Dirección de posgrados

Universidad ECCI

Bogotá D.C. febrero 2019

Contenido

Índice de tablas.....	7
Índice de gráficos	8
Índice de imágenes.....	8
índice de anexos	10
Resumen.....	11
Palabras claves.....	12
Abstract	12
Key words.....	13
1. Título.....	14
Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para fibra óptica de cadena de cámara caso de estudio: “Fibra Lemo 3k.93c”	14
2. Problema De Investigación	14
2.1. Descripción Del Problema.....	14
2.2. Planteamiento Del Problema	15
2.3. Sistematización del problema.....	15
3. Objetivo de la investigación.....	16
3.1. Objetivo general	16
3.2. Objetivos específicos.....	16
4. Justificación y Delimitaciones	17

4.1. Justificación	17
4.2. Delimitación	19
4.3. Limitaciones	19
5. Marco Referencial	20
5.1. Estado del arte	20
5.1.1. Estado del arte Nacional	20
5.2.2 estado del arte internacional	23
5.2. Marco Teórico	27
5.2.1. Mantenimiento	27
5.2.2. Tipos de Mantenimiento	27
5.2.2.1. Mantenimiento Correctivo	28
5.2.2.2 Mantenimiento Preventivo.....	29
5.2.3 Plan de Mantenimiento Preventivo.....	30
5.2.4 Tareas de Mantenimiento.....	31
5.2.5. Auditoría de mantenimiento	32
5.2.6 Registro Mantenimiento	32
5.2.8.1 Tipos de Fibras Ópticas	33
5.3 Marco Normativo	35
6. Marco Metodológico	36
6.1. Recolección de la información	36

6.1.1. Tipos De Investigación	36
6.1.2. Fuentes de detección.....	37
6.1.3. Herramientas.....	37
6.1.4. Metodología de la investigación.....	37
6.1.5 Recopilación de la Información.....	38
6.2 Análisis de Información	44
6.2.1 Área de Mantenimiento	44
6.2.2 Criticidad	44
6.2.3 Frecuencia.....	45
6.2.4 Personal.....	45
6.2.5 Sistema de Registros	45
6.2.6 Documentación Técnica	46
6.2.7 Costos de Mantenimiento	46
6.3 Propuesta de Solución	49
6.3.1 Plan de Mantenimiento	49
6.3.1.1 Identificación Cable	49
6.3.2 Control Mantenimiento.....	50
6.3.3 Actividades Mantenimiento.....	50
6.3.4 Frecuencia.....	60
6.3.5 Capacitación.....	60

6.3.6 Cronograma	63
7. Impacto Esperado.....	63
8. Análisis Financiero.....	64
9. Conclusiones y Recomendaciones	66
9.1 Conclusiones.....	66
9.2 Recomendaciones	67
10. Referencias	68

Índice de tablas

tabla 1	marco normativo para el cableado y mantenimiento de fibra óptica. (autores, 2019)	35
tabla 2	tipos de investigación (eccí, 2019).....	36
tabla 3	resumen de los distintos aspectos del mantenimiento auditad. (félix espinoza), editado por los autores	39
tabla 4	resultado criticidad de rutas de inspección. (félix espinoza), editado por los autores	40
tabla 5	resultado manejo de la información sobre equipos. (félix espinoza), editado por los autores	40
tabla 6	resultado auditoría sobre el mantenimiento actual. (félix espinoza), editado por los autores	41
tabla 7	resultado antecedentes de costos de mantenimiento. (félix espinoza), editado por los autores	42
tabla 8	resultado efectividad de mantenimiento actual. (félix espinoza), editado por los autores	42
tabla 9	costos de elementos para reparación de fibra lemo 3k.93k. (autores, 2019)	46
tabla 10	costos mano de obra.	48
tabla 11	elementos para reparación de conector hembra	48
tabla 12	elementos para reparación de conector macho.....	48
tabla 13	costo total de la reparación de la fibra	49
tabla 14	actividades de inspección visual. (autores, 2019)	61
tabla 15	cronograma.....	63
tabla 16	costo cable de fibra lemo 3k.93c.....	64

Índice de gráficos

grafica 1 resumen para los distintos aspectos del mantenimiento auditado. (félix espinoza), editado por los autores.	39
grafica 2 detalle criticidad de rutas de inspección. (félix espinoza), editado por los autores	40
grafica 3 manejo de la información sobre equipos. (félix espinoza), editado por los autores.	41
grafica 4 auditoría sobre el mantenimiento actual. (félix espinoza), editado por los autores. .	41
grafica 5 antecedentes de costos de mantenimiento. (félix espinoza), editado por los autores ...	42
grafica 6 efectividad de mantenimiento actual. (félix espinoza), editado por los autores.	43

Índice de imágenes

imagen 1 tipos de mantenimiento (radical management, 2017)	28
imagen 2 conector de fibra lemo 3k.93c (lemo s.a, s.f.).....	34
imagen 3 contacto hembra estándar pss.f2. (lemo s.a, s.f.).....	34
imagen 4 orden de trabajo software almatec, (autores, 2019).....	43
imagen 5 parte contacto f2 lemo pssf2ba2lct10. (lemo s.a, s.f.)	46
imagen 6 parte lemo gmf3k085eanz. (lemo s.a, s.f.).....	47
imagen 7 parte protec fibra lemo gmp3k085eanz. (lemo s.a, s.f.).....	47
imagen 8 parte tapa de caucho lemo brf3k200ean. (lemo s.a, s.f.)	47
imagen 9 parte kit macho fuw.3k.93c.tlkc96 lemo. (lemo s.a, s.f.)	47
imagen 10 parte kit hembra puw.3k.93c.tlkc96 lemo. (lemo s.a, s.f.)	47
imagen 11 parte kit tapa hem bfg.3k.100.ean lemo, (lemo s.a, s.f.).....	48
imagen 12 rotulación de cable con información de número y longitud.	50

imagen 13	líneas de la fibra óptica lemo 3k.93c (autores, 2019).....	51
imagen 14	guía alineadora conector hembra y macho. (autores, 2019)	51
imagen 15	protector de fibra lemo gmp3k085eanz. (autores, 2019)	51
imagen 16	alineadores conectores hembra. (autores, 2019).....	52
imagen 17	página de almatec para creación de ordenes de trabajo (autores, 2019).....	52
imagen 18	medición de longitud de la fibra con otdr (autores, 2019).....	53
imagen 19	medición de niveles de potencia con fmec-ls-ls-1 (autores, 2019)	53
imagen 20	cámara portátil wst.fb.ci1.10us2. (autores, 2019)	54
imagen 21	inspección de conector macho con cámara portátil. (autores, 2019).....	54
imagen 22	extracción de alineadores del conector f2 de fibra con el dcs.f2.035.pn. (autores, 2019)	55
imagen 23	inspección de conector hembra con cámara portátil. (autores, 2019)	55
imagen 24	conector de fibra f2 con suciedad. (autores, 2019).....	55
imagen 25	conector de fibra óptica f2 limpia. (autores, 2019)	56
imagen 26	oneclick hebra limpiadora seca ibc m20 cleaner. (autores, 2019)	56
imagen 27	limpieza del conector de fibra con oneclick. (autores, 2019).....	57
imagen 28	wst.ki.125.34 kit limpiador de contactos f2. (autores, 2019).....	57
imagen 29	limpieza con copo limpiador. (autores, 2019)	58
imagen 30	caucho protector con tapón. (autores, 2019).....	58
imagen 31	guía alineadora conector hembra y macho. (autores, 2019)	59
imagen 32	llave para ajuste de carcasa. (autores, 2019)	59
imagen 33	saca pines (autores, 2019)	59

imagen 34 inspección física de tapas y guayas. (autores, 2019)	61
imagen 35 inspección física de conector. (autores, 2019)	61
imagen 36 inspección niveles en cámara. (autores, 2019).....	62
imagen 37 oneclick hebra limpiadora seca ibc m20 cleaner. (lemo s.a, s.f.)	65

índice de anexos

anexo 1 - planilla de auditoría	71
anexo 2 instructivo lemo	74
anexo 3 formato 5w+1h	77

Resumen

El enfoque de la siguiente propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para fibra óptica caso de estudio: “fibra Lemo 3k.93c” se basa en la investigación de los antecedentes del mantenimiento preventivo en cables de fibra óptica involucrados en la conexión del cabezal de la cámara con la unidad de control de la cámara (CCU), utilizando como herramienta una auditoría de la cual obtenemos la información del estado actual del mantenimiento de las fibras ópticas los procesos que se están realizando actualmente, los puntos a mejorar y las actividades necesarias para el diseño de un plan de mantenimiento utilizando las herramientas y los equipos existentes.

Se consulta con la marca Lemo fabricante de la fibra en estudio para obtener un despiece del elemento que conforman el cabezal de la fibra y una guía de los equipos necesarios para el mantenimiento preventivo, así como también se indaga en los estándares y la normativa existente en lo referente al procedimiento limpieza y certificación de la fibra.

Con los datos recopilados se plantea la propuesta de solución que incluye un paso a paso en las tareas de mantenimiento preventivo de la fibra Lemo 3k.93c, y el rango de los niveles de potencia que deben medir en el OTDR para garantizar que la fibra óptica queda operativa para poner en servicio, estos datos se colocan en el formato 5W+1H. Que será la herramienta de consulta del personal encargado del mantenimiento.

Se plantea un control por fechas de la ejecución del mantenimiento, en donde actualmente la empresa cuenta con el software de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos técnicos, en el cual no se encuentran incluidos los cables de fibra óptica, esto debido a que actualmente no cuentan con un código que los identifique, se propone un código con el número y la longitud del cable para que pueda ser ingresado a la base de datos del sistema y así realizar el respectivo control de mantenimiento que incluye los datos de tiempos fuera de servicio, recursos utilizados

en el mantenimiento, técnico encargado, numero de órdenes de trabajo por mantenimiento tanto preventivos como correctivos.

Palabras claves

Mantenimiento preventivo, Inspección, Normatividad, Tareas de mantenimiento, Ficha técnica, Cadena de cámara, Transmisión de video, Lemo, Fibra Óptica

Abstract

The focus of the following proposal for a preventive maintenance for fiber optic plan case study: "fiber Lemo 3k.93c" is based on the investigation of the background of the preventive maintenance in fiber optic cables involved in the connection of the the camera head with the (CCU) camera control unit, using as a tool an audit from which we obtain the information of the current status of the maintenance of optical fibers processes that are being currently carried out points to improve and activities necessary for the design of a maintenance plan using the tools and the existing equipment.

See Lemo-branded manufacturer of fiber in study for a cutting of the element that make up the head of the fiber and a guide to the necessary equipment for preventive maintenance, as well as also delves into standards and regulations in relation to the procedure cleaning and certification of the fiber.

With the data collected raises the solution proposal which includes a step by step in preventive maintenance of fiber Lemo 3k.93c, and the range of power levels to be measured in the OTDR to ensure that optical fiber remains operational for put into service, these data are placed in the format 5W +1 H. It will be the tool of consultation of the staff responsible for the maintenance.

Arises a control by dates of the performance of the maintenance, where the company currently with preventive and corrective maintenance of technical equipment software, in which fiber optic cables, are not included this since currently they do not have a code that identifies them, proposes a code with the number and the length of the cable so that it can be admitted to the database of the system and thus make the respective control of maintenance that includes time data out of service resources used in maintenance, technical manager, number of both preventive and corrective maintenance work orders.

Key words

Preventive maintenance, inspection, regulations, tasks of maintenance, technical data, camera, Video transmission, Lemo, fiber optic

1. Título

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para fibra óptica de cadena de cámara caso de estudio: “Fibra Lemo 3k.93c”

2. Problema De Investigación

2.1. Descripción Del Problema

Las fibras Lemo 3k.93C se usan en los canales públicos y privados de la televisión colombiana para la producción de televisión con cámaras de alta definición, teniendo como referente su uso frecuente, los canales se ven forzados a mantener una cantidad considerable de cables que les permitan surtir cada una de las producciones, en su uso diario pueden sufrir diversas complicaciones las cuales se les da una solución por medio del mantenimiento correctivo sin un análisis de costos idóneo, generando tiempos muertos en el proceso productivo y costos adicionales en el alquiler de equipos.

Es constante que las fibras Lemo 3k.93C presenten fallas debido al mal uso por parte de los operarios, condiciones naturales extremas, poca información por parte de los proveedores, se aplica mantenimiento correctivo el cual presenta costos excesivos y generan por otra parte una disponibilidad reducida de los equipos dado que deben permanecer un tiempo prolongado durante su respectiva reparación y se deben mantener en stock un mayor número de fibras para poder soportar la demanda de los mismos.

En los canales públicos y privados se busca mantener un contacto con el proveedor para brindar soluciones en las actividades de mantenimiento preventivo a pesar de la poca disponibilidad de información o la dificultad en la importación de los elementos de limpieza. Se

brindan capacitaciones al personal en el momento de su ingreso laboral pero su contenido es muy básico con lo cual no se tratan temas de cuidado o limpieza de los mismos.

Debido a las diversas soluciones que se han buscado en el sector no se implementan por completo, los canales han decidido mantener un plan de mantenimiento correctivo para evitar el aumento de costos realizando pruebas con los diferentes proveedores.

Al no poseer un plan de mantenimiento preventivo de las fibras se puede llegar a presentar, teniendo en cuenta la demanda, una reducción en la disponibilidad de los elementos con lo cual se tendría que llegar al punto de tener que solicitar mayor cantidad de fibras en préstamo a otros proveedores dándose un aumento en los costos de producción.

2.2. Planteamiento Del Problema

¿Cómo La realización de un mantenimiento preventivo en fibras ópticas Lemo de cadena de cámara para los canales públicos y privados de televisión en Colombia reducirá los costos en comparación al mantenimiento correctivo que se realiza actualmente?

2.3. Sistematización del problema

¿Como se ve afectada la productividad al no tener personal capacitado para el manejo de fibras ópticas?

¿Qué factores se deben tener en cuenta para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo?

¿Cuáles son los impactos económicos que genera la realización de un mantenimiento correctivo frente a uno preventivo?

3. Objetivo de la investigación

3.1. Objetivo general

Generar la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para el cableado de fibras ópticas de cadena de cámara de televisión caso de estudio: “Fibra Lemo 3k.93c”

3.2. Objetivos específicos

- Determinar la metodología usada actualmente en el mantenimiento correctivo y la capacidad del personal para responder a las fallas del equipo.
- Identificar las actividades necesarias para dar un mantenimiento preventivo adecuado a los elementos objeto de la investigación
- Proponer la metodología de implementación para el plan de mantenimiento seleccionado

4. Justificación y Delimitaciones

4.1. Justificación

A nivel mundial las fibras ópticas han tenido un auge importante por sus diversas aplicaciones. En el caso de la producción de televisión se ha estandarizado el uso de fibras ópticas por medio del desarrollo de conectores especiales para comunicación de cámaras con sus unidades de control, los cambios continuos de tecnología lleva a pensar cada vez más en el impacto ambiental, se debe tener en cuenta que el deterioro continuo de las fibras ópticas genera grandes volúmenes de residuos electrónicos los cuales no son biodegradables, y los costos por el manejo de residuos electrónicos se elevaran debido a la necesidad de contar en muchas ocasiones con proveedores externos los cuales brinden todas las garantías legales para realizar dicho trabajo.

Consultando de manera minuciosa los servicios que prestan los fabricantes de fibra óptica y los proveedores autorizados a nivel Latinoamérica se busca encontrar los procesos más asertivos a nivel económico y a la vez los que brinden la mayor cantidad de beneficios al realizar los mantenimientos preventivos. Basados en cada uno de los procesos necesarios para dicho mantenimiento preventivo se buscará la respectiva capacitación tanto para el personal técnico como el operativo en usos y cuidados de los recursos de fibras ópticas, teniendo en cuenta que si se mantiene en buen estado y libre de imperfecciones no solo se aumentara la vida útil de las fibras sino que además se conservaran los equipos que están conectados a las fibras ópticas a lo largo de la cadena de cámaras, manteniendo la disponibilidad de los equipos.

Con la recopilación y el análisis de la información acerca de la limpieza, buen uso y cuidados de la fibra óptica Lemo 3K.93C se pretende controlar los problemas más comunes en las cadenas de cámaras, cómo lo son los niveles bajos de intensidad de señal, la falta de comunicación entre cada uno de sus componentes, la posible ruptura de sus elementos y a su vez evitar las reparaciones pertinentes teniendo en cuenta los tiempos requeridos para las pruebas necesarias y además la parada de producción por los problemas antes descritos. Diseñando un plan de mantenimiento preventivo se puede generar una posible área de mantenimiento especializada en las fibras óptica Lemo 3K.93C, encargada de la capacitación, planeación y realización del mantenimiento, dando una base para implementar procesos que permitan a los canales públicos y privados minimizar el impacto de los costos.

La falta de información de los proveedores de fibras ópticas para cadena de cámaras en los canales públicos y privados de televisión en Colombia no permite la adquisición de elementos indispensables para el mantenimiento preventivo con lo cual se contribuirían con la conservación y aumento de la vida útil de las mismas, por el contrario los parámetros entregados por parte de los proveedores se refieren únicamente a los componentes utilizados en la parte del mantenimiento correctivo, esto se debe a que para efectos de costos es mucho más rentable para los fabricantes brindar este tipo de soporte.

Este proyecto se enfocará en la revisión de los costos y tiempo para la realización de un mantenimiento preventivo teniendo como precedente la desinformación y la falta de planeación existente en las áreas de ingeniería en los canales públicos y privados en Colombia, adicionalmente teniendo en cuenta que los proveedores a los cuales se les realiza las compras de cableado se enfocan en la venta, pero no en el soporte de mantenimiento.

4.2. Delimitación

El análisis se realizará en las fibras ópticas para cadena de cámaras durante 4 meses en Caracol Televisión S.A

4.3. Limitaciones

- Los representantes locales no facilitan la información debido a que solamente entregan cotizaciones de repuestos y equipos a compradores con empresas establecidas.
- La marca **LEMO** no tiene representación en latino América, con lo cual las comunicaciones para la solicitud de información técnica acerca de las capacitaciones se dificultan.
- Los cambios en la moneda pueden variar los costos definitivos del mantenimiento preventivo.

5. Marco Referencial

5.1. Estado del arte

5.1.1. Estado del arte Nacional

En el año 2016 la estudiante Paola Andrea Sainea Molina de la facultad de ingeniería electrónica de la universidad pedagógica y tecnológica de Colombia en su trabajo de grado titulado “Propuesta de un manual de procedimientos de instalación y mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica de la EBSA con canales de 10 Gbps” Analizó las características técnicas que deben cumplir los cable de fibra óptica y los equipos necesarios para la instalación, diagnóstico, monitoreo y mantenimiento de la red de datos considerando el margen de error, tiempo y tipo de certificación para su correcta operación. (Molina, 2016), su propuesta contribuye a con el actual proyecto al establecer los parámetros de calidad en transmisión y seguridad regidos por la norma de fibra óptica: ITU-T G.652.D, que proporcionan las condiciones idóneas en la mantenibilidad de calidad y velocidad de los niveles de transmisión en largos periodos de tiempo, y las normas de la ITU-T para el mantenimiento preventivo y correctivo de inspección de fibra orientado a procesos y técnicas de limpieza en los conectores de fibra óptica.

En el año 2013 La profesional Luz Marín de la facultad de Derecho y Ciencias Sociales de la Universidad ICESI en su trabajo de grado titulado “Siniestro Marítimo: ruptura del cable submarino de fibra óptica de Telecom” presento un análisis de la responsabilidad civil aplicable a las actividades marítimas en lo referente a la ruptura del cable submarino de fibra óptica de Telecom. (Gómez, 2013), el análisis contribuye en el proyecto mostrando la responsabilidad civil que tienen los contratistas en el momento de la realización de maniobras de reparación de

fibras ópticas, así como los alcances legales y el impacto hacia el medio ambiente que puede ocasionar un daño en un cable de fibra óptica y lo importante de un plan de mantenimiento para disminuir la probabilidad de daño de la misma.

En el año 2015 el estudiante Carlos Arturo Negrete López de la facultad de ingeniería de la Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña en su trabajo de grado titulado “apoyo a la sección de telemática del batallón de infantería no 15 “Santander” Ocaña, para el mantenimiento y sostenimiento de la red de telecomunicaciones” elaboro un cronograma de mantenimiento para los diferentes equipos y sitios perteneciente a la red de telecomunicaciones, realizando un acompañamiento en las labores de mantenimiento preventivo y correctivo. (Lopez, 2015), Su trabajo aporta al actual plan de mantenimiento con las herramientas necesarias para el proceso de capacitación del personal operativo, y con un análisis de los fallos que más se presentan en la red de telecomunicaciones con los que se logra organizar los equipos de la red de telefonía para la elaboración de un cronograma de mantenimiento preventivo que da como resultado el correcto funcionamiento de los servicios de telefonía.

En el año 2017 los ingenieros Daniel Rodrigo Acero Patiño, Harold Fabián Choles Mejía, Luis Carlos Ruiz Moreno de la facultad de posgrados de Institución Universitaria Politécnico Gran colombiano en su trabajo de grado titulado “Estudios técnicos para aportar en la disminución de mantenimientos de redes HFC” presentaron un estudio de los parámetros, información y características técnica de los equipos de la red HFC que les permitió la creación de un aplicativo de mantenimiento. (Patiño, Mejía, & Moreno, 2017). la implementación de un Listas de chequeo dentro de las rutinas diarias del personal técnico contribuye a la actual propuesta de plan de mantenimiento porque el método de verificación permite la identificación

de fallas a tiempo y garantiza el seguimiento de las mismas, disminuyendo la probabilidad de caída del servicio por fallas inesperadas.

En el año 2012 Los ingenieros Edwin Fernando Clavijo y Rubén Darío Pulido del programa académico Gerencia de mantenimiento de la facultad de posgrados de la UNIVERSIDAD ECCI en su trabajo de grado titulado “Plan de mantenimiento para equipos de empalme y medición de fibra óptica en la compañía FIBERTEC TELECOMUNICACIONES LTDA,” presentaron un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de empalme y medición de fibra. (Clavijo & Pulido, 2012), el plan de mantenimiento aporta en el desarrollo del proyecto teniendo en cuenta que su estrategia involucró un inventario general de equipos, una ficha técnica, formatos para el diligenciamiento de las órdenes de trabajo, una lista de verificación de equipos y análisis de criticidad.

En el año 2010 Los estudiantes Marisol Zapata y Robert Fernando Bustos Vásquez del programa académico telecomunicaciones de la facultad de ingeniería electrónica de la Universidad ECCI presentaron en su trabajo de grado titulado “Diseño de técnicas para el manejo y mantenimiento de enlaces de fibra óptica”. Realizaron una investigación dentro del campo de fibra óptica dando a conocer los daños comunes que se presentan en las instalaciones de los enlaces de fibra óptica, las características de transmisión de las fibras ópticas, la respectiva manipulación y manejo de las fibras al momento de la instalación. (Zapata & Vásquez, 2010), su investigación aporta al plan de mantenimiento con el análisis de los procesos de verificación y comprobación de transmisiones en los enlaces, así como los instrumentos de medida certificado y los niveles de señal que deben tener los enlaces para minimizar la pérdida de señal.

En el año 2015 el estudiante Luis Carlos Quiroz del departamento de ingeniería electrónica de la universidad de Nariño presentó en su trabajo de grado titulado “Diseño del plan de

mantenimiento de equipos de la emisora RCN RUMBA ESTEREO y cableado estructurado para el área de comunicaciones de la Diócesis de Ipiales” (Chamorro, 2015), Diseño un plan de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los equipos del sistema radial que complementa el actual proyecto con las especificaciones técnicas de los equipos que intervienen en el sistema de comunicación por fibra óptica proporcionada directamente por los fabricantes que permite el diseño del plan mantenimiento con material técnico y la guía necesarios para mantener los equipos operando reduciendo de este modo el número de fallas e imprevistos

5.2.2 estado del arte internacional

En el año 2017 El área de Comunicaciones de la universidad politécnica de valencia en España presentó la versión 6 de las normas para la instalación de la infraestructura de comunicaciones en los edificios de la universidad politécnica de valencia. (Valencia, 2017), Esta normativa aporta al actual plan de mantenimiento con la especificación de los parámetros en la certificación de los enlaces de fibra óptica, y los equipos necesarios para la medida de potencia óptica de cada enlace, con estos parámetros de certificación de cada punto nos da el margen de atenuación que no debe superar cada uno de los conectores y empalmes guiados en la norma de certificación de fibra óptica ISO/IEC 14763-3.

En el año 2009 la estudiante Evelyn Adriana García Victorino de la universidad Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior De Ingeniería Mecánica Y Eléctrica Unidad Profesional “Zacatenco” en su trabajo de grado titulado “Telefonía con fibra óptica” presento un análisis comparativo de la comunicación de telefonía por cable y por fibra óptica, obteniendo como resultado que la fibra óptica es el sistema de cableado más eficiente y efectivo para comunicaciones de larga distancia. (Victorino, 2009), su investigación aporta al proyecto datos de la implementación de la tecnología de fibra óptica a nivel mundial y los alcances de

conectividad y velocidad que tiene un sistema de transmisión con fibra óptica, que tiene implícito la necesidad de un plan de mantenimiento para los cables y conectores de fibra óptica que disminuya la probabilidad de tiempos muertos por reparación y si se generan daños el tiempo de respuesta sea conservando la confiabilidad del sistema de comunicaciones.

En el año 2011 el estudiante Juan Diego Tinoco Alvear de la universidad Politécnica Salesiana de Ecuador en su trabajo de grado titulado “Estudio y diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar servicio de voz, video y datos para la urbanización los olivos ubicada el sector toctesol en la parroquia borrero de la ciudad de azogues” indago acerca de la tecnología FTTH realizando un estudio sobre las características del sistema, su arquitectura, ventajas y desventajas. (Alvear, 2011), su investigación fundamenta el marco metodológico con un análisis económico del mantenimiento del cableado y conectores de fibra óptica frente al capital total del proyecto. Disponiendo el 10 % del capital del proyecto para labores de mantenimiento garantiza el buen funcionamiento de la red cumpliendo con las velocidades recomendadas en la ITU-T g.982.

En el año 2014 los estudiantes Freddy Patricio Garzón Utreras y Carlos Herrera Muñoz de la universidad Escuela Politécnica Nacional. Presentaron un artículo titulado “Propuesta de un manual de procedimiento para el mantenimiento y detección de fallas para una red metropolitana que utiliza la tecnología DWDM”, mostraron una visión sobre el mantenimiento de una red que utiliza la tecnología DWDM. (Utreras & Muñoz, 2014), su propuesta aporta a la actual investigación el manual de procedimiento para la detección de fallas y la realización del mantenimiento preventivo en el que se pueden evidenciar: pruebas, rutinas, equipos, materiales necesarios y conocimientos que deben tener el personal encargado para la realización del mantenimiento preventivo.

En el año 2013 Ecopetrol presenta la versión 3 de las especificaciones técnicas para la prestación del “servicio de mantenimiento de la red de fibra óptica de los ductos de transporte de hidrocarburos de Ecopetrol y su grupo empresarial con uso de opción de ítems adicionales” (Ecopetrol , 2013), El ítem 4.2 de las especificaciones técnicas aporta con la propuesta mantenimiento con un plan de desarrollo que ejecuta un protocolo de mantenimiento para prevenir las fallas de los enlaces ópticos identificando los puntos de atenuación, inspeccionando en los puntos de patch que las conexiones estén aseguradas, y los conectores estén libres de impurezas, así mismo que las marquillas estén legibles y actualizadas. El proceso fundamenta el actual plan de mantenimiento al mostrar la importancia del marquillado de los cables, una oportuna identificación disminuye los tiempos de paro de procesos y permite identificar rápidamente un fallo en la línea de transmisión.

En el año 2016 el estudiante Hernán Bolívar Felicita Ushiña de la Universidad Tecnológica Israel en su trabajo de tesis titulado “Modelo de mantenimiento preventivo y correctivo aplicado a la implementación de fibra óptica en el edificio matriz de la universidad tecnológica Israel.” Identifica las fuentes de daño en el cable como en los conectores de fibra óptica y muestra técnicas de prevención para reducir las probabilidades de falla, destacando la importancia de la limpieza de los dispositivos de fibra y redes ópticas, basando los procedimientos de limpieza de la fibra óptica en las normas IEC 61300-3-35; IPC 8497-1. (Ushiña, 2016), con el modelo de mantenimiento que divide en tres pasos fundamenta el marco metodológico del proyecto, en el primer paso dan a conocer lo requerimientos básicos, abarcando planos de la red, marquillas del cableado, y personal calificado; en el segundo Rutinas de mantenimiento muestra como la revisión de niveles, conexiones y protecciones de los puestos y mejoran la calidad del servicio,

disminuyendo las fallas; el tercero es la ejecución del mantenimiento preventivo en el que ya se definen cronogramas, formatos, control de la ejecución mantenimiento preventivo.

En el año 2011 el ingeniero Julio César Verdecía Valdivia de la universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas en su trabajo de grado titulado “Sistema de Gestión para Redes Ópticas Territoriales” propone un sistema de gestión centralizado para redes de cables ópticos Logrando elevar la disponibilidad y la confiabilidad de la red. (Valdivia., 2011), complementando el actual proyecto al encontrar la manera de reducir el tiempo requerido para identificar las averías, para reducir este tiempo clasifico los tipos de fallas en: fallo de la fibra, aumento en la pérdida de la fibra y anormalidad de los conectores.

En el año 2009 el estudiante Sergio Rodolfo Román de la facultad de ingeniería de la universidad de San Carlos De Guatemala en su trabajo de grado titulado “propuesta de mejora en el servicio de reparación de la red secundaria de líneas telefónicas del área metropolitana, en una empresa de telecomunicaciones” en el que establecieron revisiones técnicas, que les permitieron identificar los puntos críticos en las líneas telefónicas, con estos datos propusieron nuevas estrategias en la realización del mantenimiento preventivo y capacitaciones a los técnicos encargados del mantenimiento de la red telefónica. (Yoque, 2009) En su propuesta seleccionaron ítems de verificación para la creación de un formato de Listas de chequeo que le aporta al desarrollo del actual proyecto una herramienta de recolección de datos para tener control en el mantenimiento preventivo, y garantizar el buen estado de los equipos después de ser sometido a una rutina de mantenimiento

5.2. Marco Teórico

Se pretende mostrar la teoría de mantenimiento, con el fin de identificar las herramientas de diagnóstico mediante las cuales se busca analizar las oportunidades de mejora y un modelo que permita integrar la planificación del mantenimiento preventivo en las fibras ópticas para cadena de cámara.

5.2.1. Mantenimiento

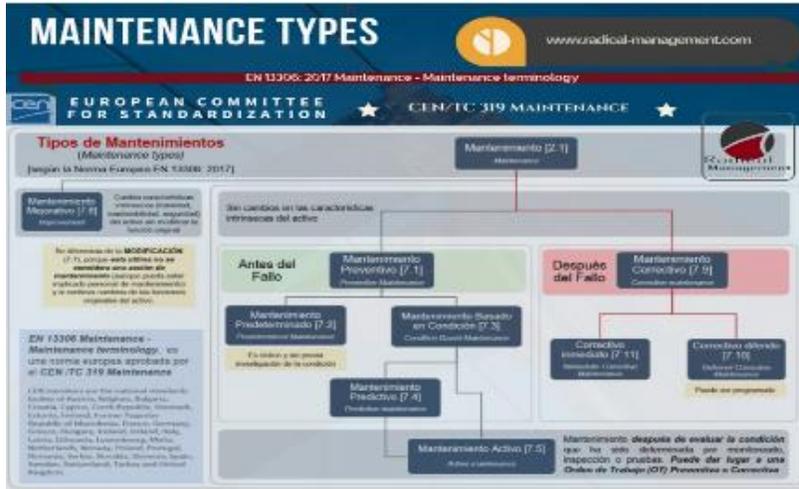
Se define como el grupo de técnicas usadas para conservar en operación durante un tiempo prolongado y con un rendimiento superior, un equipo que se encuentra en la línea de proceso de una instalación.

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos. (Garrido, 2013)

5.2.2. Tipos de Mantenimiento

Basados en el primer escenario de la norma UNE-EN 13306 (Imagen 1), se pueden dividir en dos grandes tipos de mantenimiento, teniendo en cuenta la diferencia entre las tareas realizadas por cada una.

Imagen 1
Tipos de mantenimiento (radical management, 2017)



5.2.2.1. Mantenimiento Correctivo

Son las tareas llevadas a cabo con el fin de realizar la reparación de averías o fallas que se presentan en equipos y maquinarias, teniendo como base que este tipo de mantenimiento requiere de cambio de piezas o reparaciones con lo cual se deba retirar el equipo de la producción este puede ser planificado o no planificado.

- Mantenimiento Correctivo no planificado

Se lleva a cabo de manera forzosa o imprevista debido a una falla en el equipo y se debe realizar inmediatamente con el fin de retornar el equipo a operación evitando la menor pérdida de tiempo fuera de la producción.

- Mantenimiento Correctivo planificado

Se lleva a cabo en un tiempo estipulado después de ejecutar diversos diagnósticos en el sistema encontrando los momentos oportunos para efectuar las respectivas reparaciones o cambios de piezas en los equipos.

- Ventajas Mantenimiento Correctivo

Alarga la vida útil de los equipos.

Se puede programar con anticipación en caso de tener diagnósticos previos.

Se puede utilizar la información de las reparaciones para mejorar el inventario de repuestos considerando las fallas que presentan.

- **Desventajas Mantenimiento Correctivo**

Se pueden presentar fallas en el momento que se ejecute la reparación.

El precio se eleva teniendo en cuenta que en ocasiones se deben realizar cambios de piezas.

Los tiempos de detención de la producción pueden cambiar debido a que no se puede asegurar el tiempo de reparación.

5.2.2.2 Mantenimiento Preventivo

Es aquel que se ejecuta de manera programada y se efectúa periódicamente con el objetivo principal de prevenir el surgimiento de averías o fallos en los equipos y evitar los paros imprevistos de los equipos en la producción.

Los diversos criterios utilizados para el mantenimiento están basados en el tiempo, la condición o la oportunidad.

- **Mantenimiento Preventivo Planificado**

Se ejecuta periódicamente asignando actividades basadas en un plan predeterminado teniendo en cuenta las horas de operatividad del equipo. La frecuencia con la cual se generan órdenes de trabajo está establecida según una tabla de criterios creada al realizar las inspecciones iniciales del equipo.

- **Mantenimiento Basado en Condición o Predictivo**

Se lleva a cabo después de implementar tecnologías que realizan análisis de los parámetros o condiciones de los equipos y basado en los criterios adquiridos por estos medios se genera un

plan de mantenimiento efectivo garantizando la detección de fallas tempranas y evitando detenciones en la producción.

- **Ventajas Mantenimiento Preventivo**

Disminuyen las detenciones imprevistas en los equipos.

Se mantiene la eficiencia en la producción, debido a que se alarga la vida útil de los equipos.

Se evitan averías y tiempos muertos en las respectivas reparaciones.

El costo se reduce en comparación con el mantenimiento correctivo.

Se logra realizar una depuración en los inventarios de repuestos, manteniendo las existencias según las prioridades de mayor consumo.

- **Desventajas Mantenimiento Preventivo**

Se necesita que el personal tenga experiencia en el equipo basados en las recomendaciones de los fabricantes.

No se logra determinar de manera exacta el desgaste de los componentes de los equipos.

5.2.3 Plan de Mantenimiento Preventivo

Se conforma por un grupo de actividades preventivas programadas que se ejecutaran a partir de una inspección realizada a los equipos. Estas inspecciones serán implementadas de manera periódica y repetitiva, y su respectivo tiempo de ejecución estará determinado por una frecuencia que permita prevenir fallas en los equipos.

El plan de mantenimiento será integrado por los siguientes componentes:

- El nombre que lo identifica.
- El régimen que determina si el control se llevara por fechas o lecturas
- Las partes y subpartes del equipo que se requiere incluir.
- Las actividades de mantenimiento que deben efectuarse a cada parte y subparte.

- La frecuencia con que debe realizarse cada una de las actividades. En casos específicos podría ser necesario decidir a qué componente del equipo debe asignarle una vida útil, y de cuánto tiempo deberá ser esta.
- La especialidad de quien realiza la actividad.
- La prioridad de la actividad.
- Un cronograma con imágenes de las partes críticas a inspeccionar.
- Los criterios de la revisión y métodos a realizar para cada caso.
- Si las fechas de las inspecciones se realizan fuera de tiempo, serán de gran valor los comentarios o hallazgos que se detecten, así como su nueva reprogramación de revisión.
- La frecuencia en la revisión de los equipos o componentes puede ajustarse conforme el historial de los mismos o la experiencia del personal de mantenimiento. (Medrano, 2017)

5.2.4 Tareas de Mantenimiento

- Las tareas de mantenimiento que se aplican en un preventivo son:
- Limpieza: Es el proceso que se realiza periódicamente con el fin de mantener los equipos libres de impurezas y de esta manera evitar fallas en el funcionamiento en el equipo.
- Inspección y revisión: mediante la observación de los equipos se busca obtener la mayor cantidad de información acerca de su funcionamiento y el estado físico actual.
- Ajuste o calibración: Debido a cambios en el funcionamiento del equipo, se busca a través de la corrección de algunas de sus partes, lograr retornar a producción con su apropiado funcionamiento.

- Cambio de piezas: Teniendo en cuenta los posibles desgastes en el equipo, se realiza el reemplazo de partes por otras que permitan volver la maquina a su buen funcionamiento operativo.
- Lubricación: Realizando la aplicación de líquidos en periodos establecidos y teniendo siempre como base las indicaciones del fabricante.

5.2.5. Auditoría de mantenimiento

Es el medio por el cual se busca realizar la comprobación del estado actual del mantenimiento de una empresa, revisando la gestión del departamento de mantenimiento, buscando los puntos de mejora y las actividades requeridas para el mejoramiento de los resultados.

5.2.6 Registro Mantenimiento

Es un documento en el cual permite relacionar diversos actos y sus particularidades, en el caso explícito del mantenimiento nos permite consignar todas aquellas actividades que realizamos sobre un equipo y mantenerlos como una base de datos que permita ser consultada.

5.2.7 Ficha Técnica Mantenimiento

Es una hoja de datos que permite establecer características específicas de un equipo y el accionar en este caso de las actividades de mantenimiento y las normas a seguir para desempeñar dichas acciones mediante parámetros establecidos previamente.

5.2.8 Fibra Óptica

Elemento compuesto por filamentos de vidrio y a través del que se envían haces de luz con la información requerida por el usuario, en el caso de las telecomunicaciones es el medio de transmisión de datos en bits y el que permite acceder a diversos servicios.

5.2.8.1 Tipos de Fibras Ópticas

Las fibras ópticas permiten diferentes capacidades para el envío de información, basándose en sus diversas aplicaciones puede tener características y precios distintos, de esta manera se pueden dividir en monomodo y multimodo:

5.2.8.1.1 Fibras Multimodo

Estas fibras permiten el envío de información por medio de varios haces de luz mediante el efecto de reflexión a través del núcleo de la fibra óptica. Este tipo de fibras se usan para distancias no mayores a 2 kilómetros y aplicaciones para solución empresariales.

5.2.8.1.2 Fibras Monomodo

Estas fibras permiten el envío de información por medio de un haz de luz teniendo como base que la longitud de onda es del mismo tamaño del núcleo de la fibra óptica. Este tipo de fibras se usan para distancias mayores a 2 kilómetros y aplicaciones que requieren un despliegue a nivel regional y nacional.

5.2.8.2 Fibras Para Cámaras de Televisión

Las fibras para cámara de televisión se basan en un estándar global el cual fue establecido de manera inicial por medio de la marca LEMO, requieren transmitir una señal Full HD la cual tiene un paquete de 1,5 gigas, con lo cual es necesario el uso de fibras monomodo.

5.2.8.2.1 Fibra Óptica Cámara HDTV

El estándar de TV de alta definición HDTV ha sido implementado inicialmente a nivel global por la empresa LEMO la cual permite por medio de sus conectores 3K.93C realizar el enlace

físico de diversos equipos usados para la producción de televisión, este conector (imagen 2), posee en su estructura los siguientes componentes:

- 2 contactos de fibra (Monomodo) con contactos F2
- 2 contactos de Alimentación
- 2 contactos de Señal

Los contactos de alimentación y señal son pines que permiten la conexión por medio eléctrico y sus cables están constituidos por filamentos de cobre.

Imagen 2
Conector De Fibra Lemo 3k.93c (LEMO S.A, s.f.)



Este tipo de contactos F2 (imagen 3) tienen un ensamblaje robusto que permite el uso sobre condiciones variables en exteriores y adicionalmente cuenta con diversos diámetros según el requerimiento. Su núcleo puede ser de 12 micras, 12,5 micras y 13 micras.

Imagen 3
Contacto Hembra Estándar PSS.f2. (LEMO S.A, s.f.)



5.3 Marco Normativo

Tabla 1

marco normativo para el cableado y mantenimiento de fibra óptica. (Autores, 2019)

<i>Norma</i>	<i>Numero</i>	<i>Observación</i>
UNE-EN 61300	Parte 3-35. Del 2015. Pasos para las revisiones y procedimiento de medida de los conectores de fibra óptica con documentación para la entrega de la fibra óptica en buen estado	Se cumple parcialmente, al realizar una medida de niveles de señal con el OTDR, tras la reparación del cable de fibra óptica
IPC 8497-1	1 dic 2015 métodos de inspección y limpieza para conectores de fibra óptica.	No se cumple, porque falta capacitación que incluya estándares técnicos del paso a paso del proceso de inspección y limpieza. El proceso que se realiza tras la reaparición se ha ido mejorando con forme a la experiencia y al hecho de prueba y error.
IEC 62627-01	Parte 1 ítem 8 herramientas y equipo necesario para realizar el procedimiento de limpieza de los conectores de fibra óptica	No se cumple, el mantenimiento actual está basado en reparación, conectorizar el F2, las herramientas que se tienen en el área de mantenimiento están siendo sub utilizadas. Y es necesario una capacitación que brinde información real de las herramientas utilizadas en cada proceso. Y la forma de usarlas correctamente.
EBU R100-1999	Comité de la EBU reeditado PMC 1999. Especificaciones técnicas y requerimientos estructurales del cable de fibra óptica tipo hibrido que conecta el cabezal de la cámara con la unidad de control de la cámara.	En Colombia los canales de televisión privados están cumpliendo con el estándar al comprar cables de fibra óptica con marcas que se encuentran certificadas y que cumplen con dicho estándar.
SMPTE 304	Estándar que estipula el tipo de conector y las características del cable para uso en la transmisión de video y que tendrá su uso en la conexión del cabezal de la cámara con la unidad de control de la cámara.	En Colombia los canales de televisión privados están cumpliendo con el estándar al comprar cables de fibra óptica con marcas que se encuentran certificadas y que cumplen con dicho estándar.

6. Marco Metodológico

6.1. Recolección de la información

6.1.1. Tipos De Investigación

Tabla 2
tipos de investigación (ECCEI, 2019).

Tipo De Investigación	Características
Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
Experimenta	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

El trabajo se desarrolla bajo el tipo de investigación Estudios de caso dado que se analiza Fibra Óptica Lemo 3K.93C.

6.1.2. Fuentes de detección.

6.1.2.1. Fuentes Primarias.

Las fuentes de investigación primarias para el desarrollo de la investigación es la planilla de auditoría al jefe de mantenimiento de Caracol Televisión, uno de los canales de televisión privado más grande del país y un contacto directo con la fibra Óptica Lemo 3K.93C, así como instructivos de la marca Lemo.

6.1.2.2. Fuentes Secundarias

Las fuentes de investigación secundarias para el desarrollo de la investigación fueron libros de texto, tesis de grado y páginas web.

6.1.3. Herramientas

- Plantilla de auditoría
- Manuales de las fibras ópticas
- Documentos de registro actuales del mantenimiento que se ejecuta.
- Instructiva marca Lemo
- Listas de chequeo
- Formato 5W+1H

6.1.4. Metodología de la investigación

A continuación, se describe la metodología que se va a seguir para el desarrollo de los objetivos.

Para el desarrollo del objetivo N^o1 “Determinar la metodología usada actualmente en el mantenimiento correctivo y la capacidad del personal para responder a las fallas del equipo.” Se

ejecuta la plantilla de auditoría en el área de mantenimiento de Caracol televisión, obteniendo la información directamente del Ingeniero Jefe de mantenimiento. Obteniendo los resultados de la situación actual del mantenimiento de las Fibras ópticas para Cadena de cámara, los equipos con los que cuentan.

Para el desarrollo del objetivo N°2 “Identificar las actividades necesarias para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.” Con la recopilación de información obtenida de la marca Lemo y los estándares internacionales para el mantenimiento de las fibras ópticas se genera un paso a paso con las herramientas necesarias y las acciones a seguir en el mantenimiento, esta paso a paso será incorporado en el formato 5W + 1H.

Para el desarrollo del objetivo N°3 “Definir la metodología a seguir para implementar un plan de mantenimiento preventivo.”

- Generar un código de marcación para la identificación de los cables de fibra óptica
- Ingresar los cables de fibra óptica al software de mantenimiento ALMATEC
- Control de mantenimiento por fechas con la base de datos de ALMATEC
- Capacitación del personal operativo y técnico involucrados en la manipulación de las fibras ópticas
- Cronograma de mantenimiento preventivo con imágenes del paso a paso del proceso registrados en el formato 5W+1H.

6.1.5 Recopilación de la Información

Se ejecuta la plantilla de auditoría en el área de mantenimiento, sobre la organización, control, ejecución y planificación de las actividades de mantenimiento que se realizan en las fibras ópticas de cadena de cámara en Caracol TV S.A. así como también, sobre los diferentes recursos que se manejan para la ejecución de dichas actividades, con el objetivo principal de obtener una

valoración general de la gestión actual del mantenimiento de las fibras ópticas de cadena de cámara. (Anexo 1 planilla auditoría Félix Espinoza, Universidad de Talca, Chile).

tabla 3

Resumen de los distintos aspectos del mantenimiento auditado. (Félix Espinoza), editado por los autores

RESUMEN DE LA AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO

Aspectos Considerados	Valor	Calificación
Criticidad de los equipos	2,3	Aspecto regular
Manejo de la información	2,5	Aspecto regular
Mantenimiento actual	1,9	Aspecto regular
Manejo de costos	3	Aspecto regular
Efectividad del mantenimiento	2,9	Aspecto regular

Grafica 1

resumen para los distintos aspectos del mantenimiento auditado. (Félix Espinoza), editado por los autores.

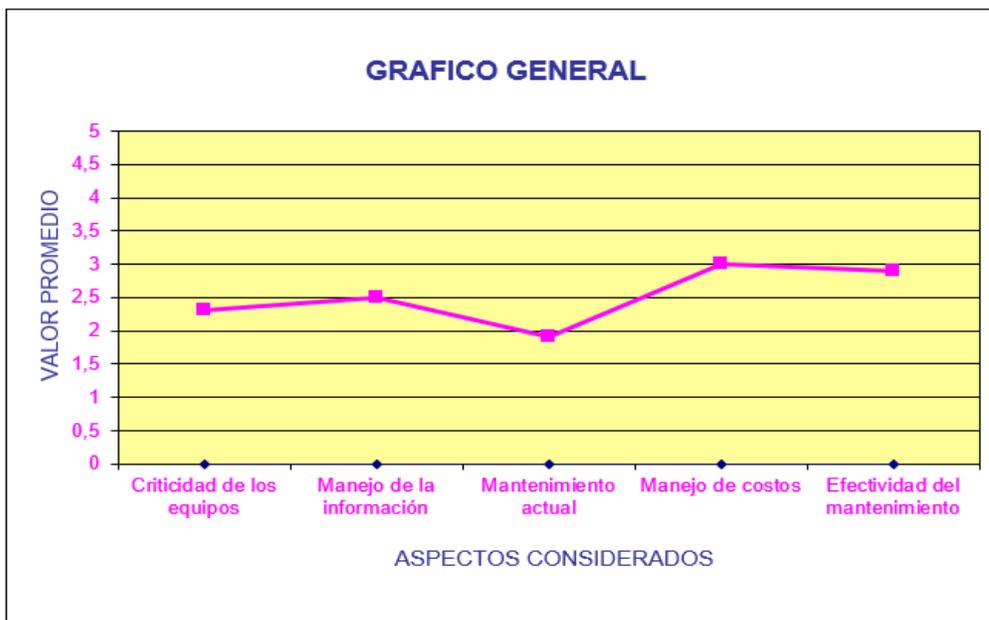


Tabla 4

Resultado criticidad de rutas de inspección. (Félix Espinoza), editado por los autores

B. CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCION

Valor Promedio Global= 2,3

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
B1,B2,B5,B6	Sectorización de la planta	3,7	Aspecto bien implementado
B3,B4,B7,B8,B9	Criticidad de los equipos	1,7	Aspecto regular
B10,B11,B12	Dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento	1,7	Aspecto regular

grafica 2

Detalle criticidad de rutas de inspección. (Félix Espinoza), editado por los autores

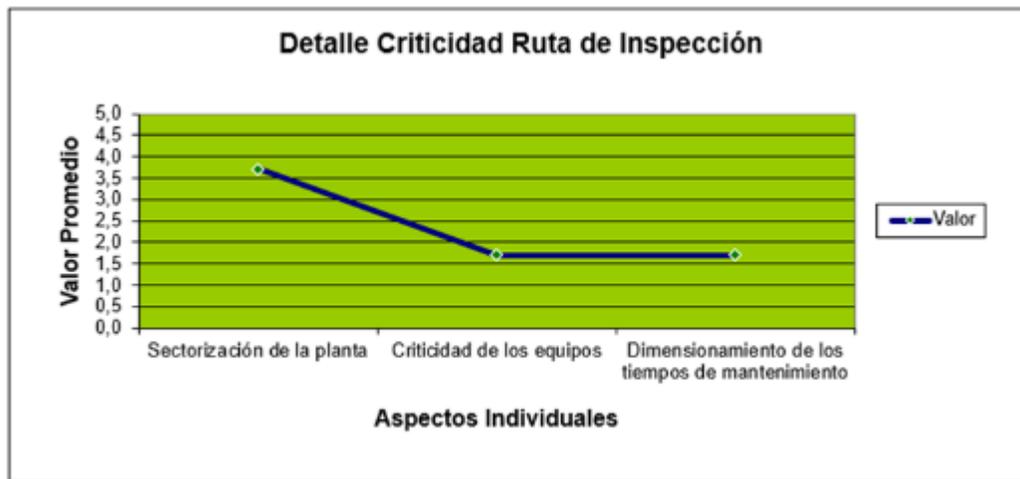


Tabla 5

Resultado manejo de la información sobre equipos. (Félix Espinoza), editado por los autores

C. MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS

Valor Promedio Global= 2,5

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
C1,C2,C4	Información sobre los equipos	2,3	Aspecto regular
C3,C5,C6	Información sobre el mantenimiento	1,7	Aspecto regular
C7,C8,C9,C12	Información sobre manejo de recursos	4,5	Aspecto bien implementado
C10,C11,C15	Información sobre indicadores	1,7	Aspecto regular
C13,C14	Información sobre manejo de personal	1,0	Aspecto con deficiencias

Grafica 3

Manejo de la información sobre equipos. (Félix Espinoza), editado por los autores.

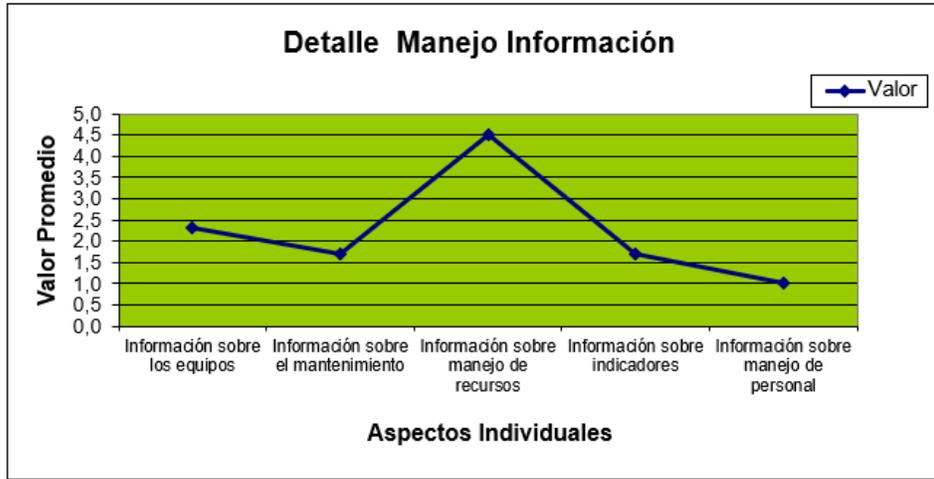


tabla 6

Resultado auditoría sobre el mantenimiento actual. (Félix Espinoza), editado por los autores.

D. AUDITORIA SOBRE EL MANTENIMIENTO ACTUAL

Valor Promedio Global= 1,9

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
D1,D2	Integración de la gente de operaciones	2,0	Aspecto regular
D3,D4,D10	Programación de las tareas de mantenimiento	1,7	Aspecto regular
D5,D6,D7,D9	Antecedentes para programar el mantenimiento	2,5	Aspecto regular
D8,D11,D12,D13,D14,D15	Generación de índices de control y retroalimentación	1,7	Aspecto regular

Grafica 4

Auditoría sobre el mantenimiento actual. (Félix Espinoza), editado por los autores.

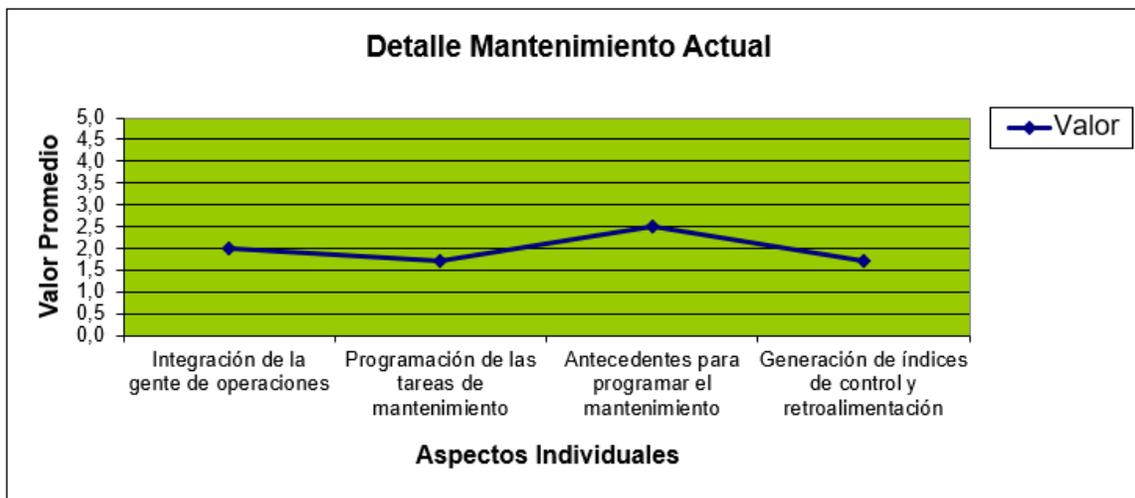


tabla 7

Resultado antecedentes de costos de mantenimiento. (Félix Espinoza), editado por los autores

E. ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Valor Promedio Global= 3

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
E1,E2,E3,E7	Análisis de reemplazo de equipos	2,0	Aspecto regular
E4,E5,E6,E8	Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes	3,0	Aspecto regular
E9,E14,E15	Análisis para mantenimiento propio o tercerización	5,0	Aspecto bien implementado
E10,E11,E12,E13	Análisis evolución de los costos	2,5	Aspecto regular

Grafica 5

Antecedentes de costos de mantenimiento. (Félix Espinoza), editado por los autores

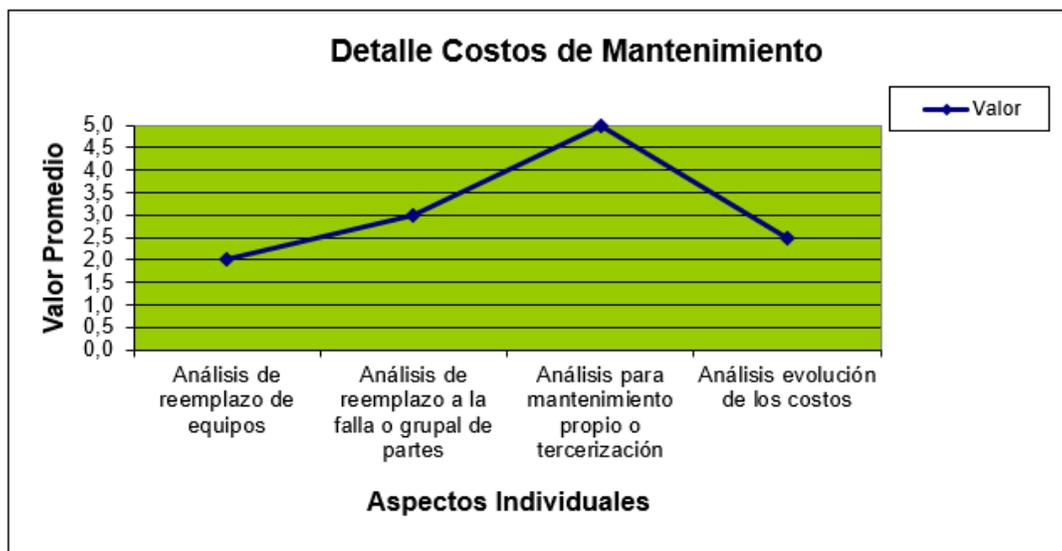


tabla 8

Resultado efectividad de mantenimiento actual. (Félix Espinoza), editado por los autores

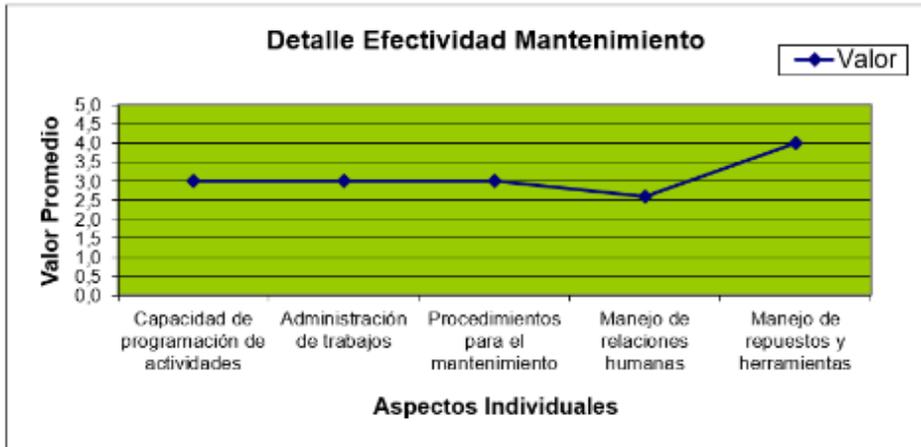
F. EFECTIVIDAD DE LA MANTENIMIENTO ACTUAL

Valor Promedio Global= 2,9

Aspecto regular

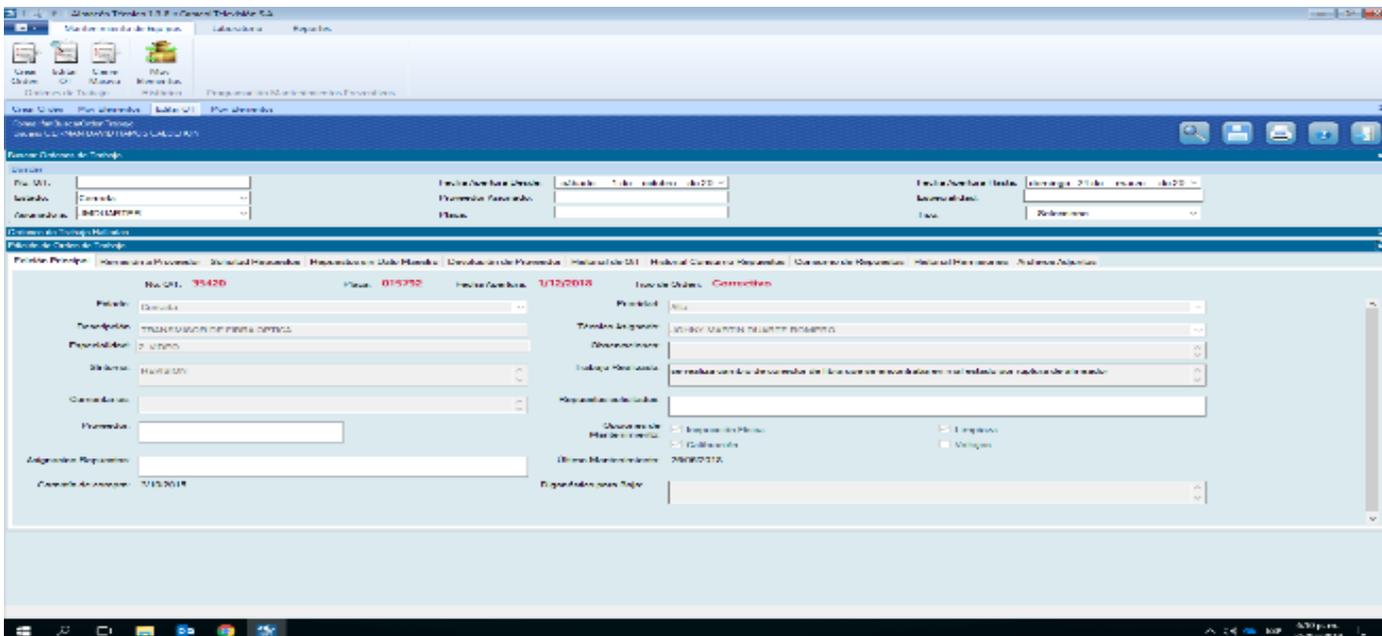
Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
F1,F2,F8,F9	Capacidad de programación de actividades	3,0	Aspecto regular
F3,F4,F5	Administración de trabajos	3,0	Aspecto regular
F6,F7	Procedimientos para el mantenimiento	3,0	Aspecto regular
F10,F11,F12,F13,F14	Manejo de relaciones humanas	2,6	Aspecto regular
F15,F16	Manejo de repuestos y herramientas	4,0	Aspecto bien implementado

grafica 6
 efectividad de mantenimiento actual. (Félix Espinoza), editado por los autores.



Desarrollando la plantilla de mantenimiento se obtiene acceso al software (Imagen 4) en el cual se inician las órdenes de trabajo y permite mantener un control sobre los equipos que se encuentran activos, así como también de cada uno de los registros de mantenimientos correctivos y preventivos en el área. Este sistema permite realizar consultas sobre historiales y los respectivos repuestos usados durante el ingreso de cada uno de los mantenimientos ejecutados.

Imagen 4
 Orden de trabajo software Almatec, (Autores, 2019)



Por medio de la página del fabricante LEMO obteniendo de su base de datos el instructivo, se tiene la información detallada de cada uno de los equipos que se deben usar para el diagnóstico de las fibras ópticas para cadena de cámara, así como también de los elementos requeridos para el respectivo mantenimiento correctivo y preventivo. (Anexo 2 Instructivo Lemo)

6.2 Análisis de Información

Con el objetivo principal de brindar una propuesta para un plan de mantenimiento de fibras ópticas, se debe precisar el estado actual del manejo de los procesos en el área de mantenimiento, basados en la ejecución de la plantilla de auditoría se puede determinar lo siguiente.

6.2.1 Área de Mantenimiento

Con los datos revelados en la planilla de auditoría podemos determinar que el mantenimiento correctivo es la base principal del área para las fibras ópticas de cámara, esto considerando que no se cuenta con un mantenimiento preventivo programado para este tipo de elementos y su rotación constante por cada una de las áreas de producción no permite llevar un control.

6.2.2 Criticidad

En la auditoría se puede observar un gran inconveniente en el indicador de criticidad, esto debido en gran parte a que no existe una medida cuantificable de las incidencias en los cables de fibras ópticas, el software con el que cuenta el área de mantenimiento se usa para los equipos en general, pero para este tipo de elementos no se usa aun teniendo presente que los costos que genera este tipo de actividades son bastante altos. Adicionalmente los procesos que se realizan sobre los cables de fibra óptica no se basan en prioridades específicas y en este caso en mayor medida es basada únicamente en mantenimiento correctivo o en algunas ocasiones en un mantenimiento preventivo al azar sin un control o registro.

6.2.3 Frecuencia

La falta de marcación de los cables de fibra óptica conlleva a que su control solo sea por consumo de repuestos y no es posible identificar el número de veces que un cable de fibra óptica pasa por el área de mantenimiento para una reparación. Revisando el registro de órdenes de trabajo se puede evidenciar que los cables de fibra óptica no están incluidos como parte del control de mantenimiento.

6.2.4 Personal

Basados en los datos entregados en la auditoría observamos que el personal de mantenimiento no se encuentra totalmente capacitado para esta especialidad, debido a que cada uno de los conocimientos que han logrado obtener se basan en la experiencia del manejo de este tipo de elementos y se han logrado obtener algunas bases en el tratamiento por medio de tutoriales en la página web de la FOA (The Fiber Optic Association). Teniendo como base este tipo de datos se puede advertir que muchos de los conocimientos que posee el personal son adquiridos por medios que encuentran su fundamentación en entrenamientos adquiridos de manera previa y que les permite tener la facilidad de diagnosticar y prever posibles fallas en dichos materiales.

6.2.5 Sistema de Registros

La falta de marcación de los cables de fibra óptica conlleva a que su control solo sea por consumo de repuestos y no es posible identificar el número de veces que un cable de fibra óptica pasa por el área de mantenimiento para una reparación. Revisando el registro de órdenes de trabajo se puede evidenciar que los cables de fibra óptica no están incluidos como parte del control de mantenimiento.

6.2.6 Documentación Técnica

Se poseen diversos manuales obtenidos por parte del fabricante principal (LEMO), así como también se han logrado obtener videos que permiten tener un acercamiento más profundo hacia el diagnostico de los cables de fibra óptica para cámara.

6.2.7 Costos de Mantenimiento

El área de mantenimiento maneja un consumo de repuestos aproximado por bimestre teniendo en cuenta la cantidad de elementos que se deben usar por cada reparación que realizan, aunque este promedio se toma como una base inicial que se ha mantenido con el tiempo, pero no se basa en indicadores o estadísticas debido a los ya comentados problemas de registro y control.

A pesar de esto el área tiene entre sus grandes puntos positivos el tener los diversos equipos de inspección y reparación de cables de fibra óptica que le permiten realizar las diversas actividades de mantenimiento que se requieren.

En la tabla 9 observamos los precios actuales de los repuestos para la reparación de un cable de fibra óptica para cámara:

*Tabla 9
costos de elementos para reparación de fibra Lemo 3K.93K. (Autores, 2019)*

Texto breve de material	Cant.	Valor COP
<i>Imagen 5 Parte contacto f2 lemo pssf2ba2lct10. (LEMO S.A, s.f.)</i> 	1	124,952

<p><i>Imagen 6</i> <i>Parte lemo gmf3k085eanz. (LEMO S.A, s.f.)</i></p> 	1	101,303
<p><i>Imagen 7</i> <i>Parte protec fibra lemo gmp3k085eanz. (LEMO S.A, s.f.)</i></p> 	1	100,718
<p><i>Imagen 8</i> <i>Parte tapa de caucho lemo brf3k200ean. (LEMO S.A, s.f.)</i></p> 	1	45,470
<p><i>Imagen 9</i> <i>Parte kit macho fuw.3k.93c.tlkc96 lemo. (LEMO S.A, s.f.)</i></p> 	1	652,494
<p><i>Imagen 10</i> <i>Parte kit hembra puw.3k.93c.tlkc96 lemo. (LEMO S.A, s.f.)</i></p> 	1	580,184

<p><i>Imagen 11</i> <i>Parte kit tapa hem bfg.3k.100.ean lemo, (LEMO S.A, s.f.)</i></p> 	1	8,425
--	---	-------

Basado en el costo de los elementos requeridos para la reparación de los cables de fibra óptica, podemos determinar el valor de unitario inicialmente contando con el costo de la mano de obra observados en la tabla número 10 de la siguiente manera:

Tabla 10
Costos mano de obra.

Costo Mano de Obra	Sueldo Mensual	Sueldo Diario	Sueldo Por Hora
Técnico de Mantenimiento	\$ 1.700.000	\$ 56.667	\$ 7.083

Para la reparación completa de un conector hembra requerimos de los elementos mostrados en la tabla 11:

Tabla 11
Elementos para reparación de conector hembra

Elementos Reparación Conector Hembra	Costo
Parte Lemo GMF3K085EANZ	\$ 101.303
Parte kit macho FUW.3K393C3TLKC96 Lemo	\$ 652.494
Total	\$ 753.797

Para la reparación completa de un conector macho requerimos de los elementos mostrados en la tabla 12:

Tabla 12
Elementos para reparación de conector macho

Elementos Reparación Conector Macho	Costo
Parte protector fibra Lemo GMP3K085EANZ	\$ 100.718
Parte kit hembra PUW3K93CTLKC96 Lemo	\$ 580.184
Total	\$ 680.902

Tomando los datos anteriores se determina el costo de las reparaciones de la siguiente manera

Tabla 13
costo total de la reparación de la fibra

Costo de Reparaciones	Materiales	Mano de obra	No de Horas	Total
Reparación Solo Fibra óptica	\$ 249.904	\$ 14.000	2	\$ 263.904
Reparación Conector Completo Hembra	\$ 753.797	\$ 28.000	4	\$ 781.797
Reparación Conector Completo Macho	\$ 680.902	\$ 28.000	4	\$ 708.902

Las herramientas (saca pines, llaves para apertura de conector, etc.) necesarias para la reparación de las fibras ópticas, no son tomadas en estos costos debido a que no son fungibles que deban ser reemplazados o en otros casos son costos despreciables debido a su larga duración (paños de limpieza para fibra, silicona, alcohol isopropílico, etc.).

6.3 Propuesta de Solución

6.3.1 Plan de Mantenimiento

Basados en el análisis de los datos revelados por parte de Caracol TV S.A. se plantea el diseño de un plan de mantenimiento preventivo teniendo como premisa el paso a paso de Medrano antes descrita.

6.3.1.1 Identificación Cable

En el primer paso se inicia con la identificación actual de los cables de fibra óptica considerando que en las observaciones realizadas al equipo y en el software de mantenimiento (ALMATEC) no se encuentra ningún código que permita llevar un seguimiento continuo en cada uno de los procesos que se realicen en las actividades de mantenimiento.

Para la identificación se usa una marca (Imagen 5), para cable que permita su reutilización debido a que su numeración que inicia en 001 también llevara en su contenido la cantidad de metros de longitud.

Imagen 12
rotulación de cable con información de número y longitud.



6.3.2 Control Mantenimiento

En el segundo paso se determina usar el control de mantenimiento por fechas debido a que la rotación de cada uno de los cables en los diversos espacios de grabación es continua y permitirá almacenar los datos necesarios para llevar los seguimientos, además de que entregará a partir de ellos los informes necesarios para tomar las decisiones necesarias según sea el caso.

6.3.3 Actividades Mantenimiento

El tercer paso se enfoca en el mantenimiento preventivo de las fibras ópticas, las partes de protección y alineación son componentes esenciales en el mantenimiento de los cables, teniendo presente lo anterior, en el instructivo de la marca Lemo se logra obtener un despiece de las partes que involucran el conector de fibra óptica (Anexo 2 Instructivo Lemo)

Imagen 13
líneas de la fibra óptica lemo 3K.93C (Autores, 2019)



Imagen 14
guía alineadora conector hembra y macho. (Autores, 2019)



Imagen 15
protector de fibra lemo gmp3k085eanz. (Autores, 2019)



*Imagen 16
alineadores conectores hembra. (Autores, 2019)*

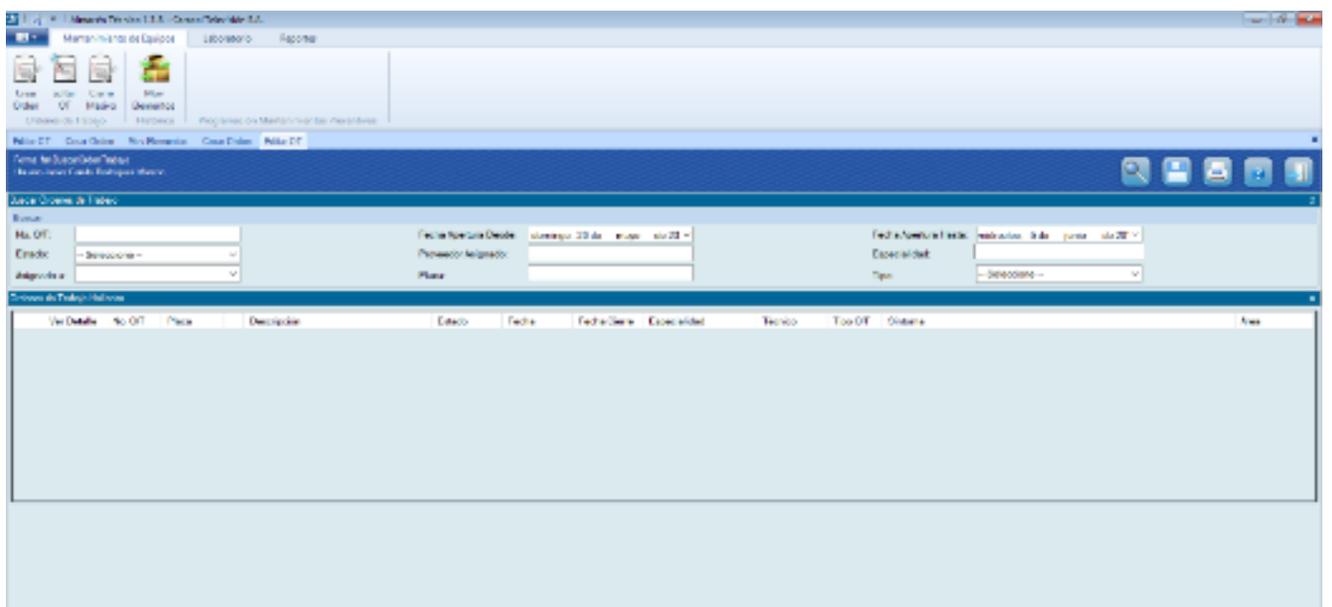


Se inicia con los parámetros necesarios para la respectiva inspección y mantenimiento preventivo de cada una de las partes, así como la valoración de los equipos requeridos en cada uno de los pasos que se llevaran a cabo. Para dicho mantenimiento se iniciará el procedimiento de la siguiente manera:

6.3.3.1. Paso 1 inicio de ordenes de trabajo

Se debe iniciar la Orden de Trabajo desde el sistema de mantenimiento (ALMATEC), imagen 17 esto para llevar el respectivo registro y verificación de actividades de mantenimiento, de esta manera su seguimiento se basará en el código ya instalado en los cables de fibra óptica para cámara.

*Imagen 17
página de almatec para creación de ordenes de trabajo (Autores, 2019)*



6.3.3.3. Paso 2. Inspección con equipos de medición

se procede a iniciar la inspección del cable de fibra óptica con equipos de medición de potencia (imagen 19) y distancia (OTDR imagen 18), determinando los parámetros iniciales.

Imagen 18
medición de longitud de la fibra con OTDR (Autores, 2019)



Imagen 19
medición de niveles de potencia con FMEC-LS-LS-1 (Autores, 2019)



Apoyado en los parámetros iniciales se inicia la inspección con la cámara para fibra óptica, teniendo en cuenta primero si la fibra es macho o hembra para realizar el procedimiento adecuado de la siguiente manera:

Para la fibra macho se procede a revisar directamente la fibra con la cámara como se observa en las imágenes 20 y 21:

Imagen 20
cámara portátil WST.FB.C11.10US2. (Autores, 2019)



Imagen 21
inspección de conector macho con cámara portátil. (Autores, 2019)



Para la inspección de la fibra con conector hembra se debe retirar los alineadores para tener acceso directo a las fibras y paso siguiente realizar la revisión directamente sobre la fibra como se evidencia en las imágenes 22 y 23:

Imagen 22

extracción de alineadores del conector F2 de fibra con el DCS.F2.035.PN. (Autores, 2019)



Imagen 23

inspección de conector hembra con cámara portátil. (Autores, 2019)



Durante la inspección con la cámara se pueden encontrar las siguientes alteraciones: Fibra óptica sucia, fibra óptica rota, fibra óptica en perfectas condiciones.

Imagen 24

conector de fibra F2 con suciedad. (Autores, 2019)



Si la imagen mostrada en la cámara WST.FB.CI1.10US2 presenta suciedad, en el conector de la fibra óptica F2 (imagen 24), se debe proceder al paso 3.

En este caso la fibra debe pasar al proceso de mantenimiento correctivo, el cual ya se encuentra implementado por parte del área.

Imagen 25
conector de fibra óptica f2 limpia. (Autores, 2019)



En la imagen 25 encontramos un conector de fibra en buen estado y totalmente limpio en este caso se procede al paso 5.

6.3.3.4. Paso 3 limpieza

Se inicia el proceso de limpieza con los elementos pertinentes que se colocan a continuación:

Imagen 26
oneclick hebra limpiadora seca IBC M20 Cleaner. (Autores, 2019)



Elemento de mantenimiento con lápiz especial, imagen 26 se utiliza para procedimiento de limpieza.

Imagen 27
limpieza del conector de fibra con oneclick. (Autores, 2019)



Cuando la fibra óptica presenta suciedad se procede a realizar la limpieza del conector con el lápiz oneclick (imagen 27) y realizar de nuevo el procedimiento del paso 3.

En algunos casos se requiere del uso adicional de un copo con alcohol (imagen 28) para retirar rastros de suciedad que no se logran quitar con el lápiz oneclick, para esto se usa el Kit limpiador que contiene dos copos uno con alcohol isopropílico y uno seco, para limpiar más profundamente los conectores F2

Imagen 28
WST.KI.125.34 Kit limpiador de contactos F2. (Autores, 2019)



Para la limpieza de la fibra se presiona suavemente el copo sobre el conector F2 y se gira alrededor del copo hasta que la totalidad de la superficie de la fibra este limpia como se muestra en la imagen 29, luego de realizar la limpieza se procede a verificar por medio del paso 3.

*Imagen 29
limpieza con copo limpiador. (Autores, 2019)*



6.3.3.5. Paso 5 Inspección

Se procede a inspeccionar los cauchos de protección (imagen 30) de los cables de fibra óptica, revisando los posibles cambios en la estructura de cada una de las partes y ejecutando los cambios según sea necesario.

Se inspecciona físicamente el estado del protector de caucho, que protege y aísla el conector de fibra

*Imagen 30
caucho protector con tapón. (Autores, 2019)*



Inspección física del componente de alineación del conector. Que no estén vencidas las partes plásticas impidiendo que los pines eléctricos y de fibra de hundan en el momento de la conectorización, imagen 32

Imagen 31
guía alineadora conector hembra y macho. (Autores, 2019)



En el caos que exista la necesidad de cambiar la guía alineadora, o ajustar alguno de los pines se requiere de los siguientes elementos:

Imagen 32
lleve para ajuste de carcasa. (Autores, 2019)



Imagen 33
saca pines (Autores, 2019)



Para finalizar se realiza el cierre de la orden de trabajo, llevando el registro de los cambios realizados y de los parámetros con los cuales se entrega la fibra óptica.

Para resumir las anteriores actividades de mantenimiento se utiliza el formato 5W + 1H con el cual se pretende dar a conocer la rutina de mantenimiento preventivo para los cables de fibra óptica para cámara de manera más accesible y brindando la posibilidad de mantenerlo en el área como instructivo de consulta continuo. Anexo 3

6.3.4 Frecuencia

Los cables de fibra óptica para cámaras son elementos que tienen una alta rotación en cada uno de los sitios de producción de televisión con lo cual el mantenimiento preventivo se debe realizar cada mes, con el propósito de mantener la mayor cantidad de tiempo el equipo en el área de producción y evitando posibles fallas a corto plazo.

Igualmente se debe mantener un enlace con el personal operativo el cual debe llevar a cabo la tarea de realizar una inspección de niveles por medio de la cámara, la cual cuenta con un dispositivo de medición de niveles de potencia de transmisión de la fibra óptica y la cual permite mantener un seguimiento continuo de estos elementos que acompañado con la marcación dará mayor información acerca de la vida útil de estos elementos.

6.3.5 Capacitación

Las actividades de mantenimiento preventivo requieren de conocimientos básicos acerca de las fibras ópticas para cámara, así como también de los procedimientos que se deben llevar a cabo para la inspección y posterior ejecución.

Al observar los conocimientos que demuestran los técnicos encargados del mantenimiento correctivo de las fibras ópticas para cámara se puede determinar que no se requiere de capacitaciones adicionales para este personal, pero en la parte operativa se hace muy necesario

realizar capacitaciones periódicas a cada uno de los nuevos operarios de estos elementos, debido a que no poseen información acerca de los errores que se comenten en la operación de estos equipos y las consecuencias de la mala manipulación.

La capacitación será otorgada a cada uno de los operarios como parte de su inducción a las labores del canal, abordando los puntos que deben ser inspeccionados a diario y entregando los parámetros que se tienen que cumplir para una óptima calidad en la transmisión de datos. De esta manera los puntos que se indicaran al personal operativo se pueden observar en tabla 14

*Tabla 14
actividades de inspección visual. (Autores, 2019)*

Actividad	Imagen
Inspección física de tapas y guayas	<p data-bbox="646 930 1110 1031"><i>Imagen 34 Inspección física de tapas y guayas. (Autores, 2019)</i></p> 
Inspección física de conector	<p data-bbox="646 1415 1019 1516"><i>Imagen 35 Inspección física de conector. (Autores, 2019)</i></p> 
Inspección niveles en cámara	

Imagen 36
Inspección niveles en cámara.
(Autores, 2019)



Para la Inspección física de las tapas y guayas se debe tener en cuenta el correcto funcionamiento y su buen estado físico debido a que de esto depende la protección de las fibras. Para la Inspección física del conector se debe tener en cuenta que los componentes eléctricos, componentes de alineación y la estructura del conector se encuentre en buen estado.

Para la inspección de niveles en la cámara se debe acceder al menú de mantenimiento con la fibra conectada, obteniendo una imagen en la cual nos revelara la calidad en la recepción de la señal, en caso de estar el indicador en rojo nos revelara que existe una falla en la transmisión, en caso de estar en amarillo nos revelara un inicio de falla en la transmisión de datos y por último en rojo nos indicara que presenta una falla en la cual no se logra transmitir los datos requeridos.

6.3.6 Cronograma

Tabla 15
cronograma

TIEMPO ESTIMADO EJECUCION PROYECTO						
Actividades	1	2	3	4	5 a 10	11
Presentación proyecto de la propuesta						
Capacitación inserción de datos (ALMATEC)						
Capacitación de personal operativo						
Instalación de marcación de cables						
Inicio mantenimiento preventivo						
Retroalimentación de datos obtenidos						

7. Impacto Esperado

A pesar de que el impacto esperado que se desea obtener solo será cuantificable en una etapa posterior , se puede determinar que los beneficios que se tendrán al aplicar la propuesta del plan de mantenimiento preventivo sobre los cables de fibra para cadena de cámara serán múltiples debido a que permitirá entre otros , iniciar un análisis veraz con la retroalimentación de los datos entregados por parte del software de mantenimiento que se tiene actualmente (ALMATEC) y el cual evidenciara por medio de sus datos los indicadores de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad de los mismos.

Adicionalmente al iniciar una capacitación con el personal operativo, se logrará inculcar una cultura del buen uso sobre estos elementos y su revisión continuará como parte de las rutinas diarias antes y después de finalizada la operación en producción. Este tipo de actividades diarias le entregara al área de mantenimiento otra herramienta para mantener el seguimiento sobre los cables de fibra óptica y así obtener datos directos sobre las posibles fallas sobre los mismos.

Por otra parte, la instalación de la marcación en los cables de fibra óptica permitirá mantener un control estricto y a su vez le brindará al área de mantenimiento las herramientas necesarias para llevar un registro que proporcione la información necesaria para los componentes requeridos no solamente en para el mantenimiento preventivo sino también a su vez del correctivo.

Con los indicadores de gestión de mantenimiento se logrará determinar no solamente la cantidad de insumos reales necesarios para el mantenimiento correctivo, sino que a su vez se logrará determinar el ciclo de vida de los cables de fibra óptica, así como también la disponibilidad que se maneja en los mismos y por supuesto revisar los avances a nivel de confiabilidad al tener la posibilidad de tener datos fiables a su disposición.

Por último, se espera que las diversas actividades realizadas en el mantenimiento preventivo permitan afianzar los procesos de mantenimiento preventivo en el área y se logren obtener resultados positivos no solamente en el área financiera sino a su vez en el tema de disponibilidad de los elementos en el área de producción.

8. Análisis Financiero

El valor actual de los cables de fibra óptica para cadena de cámara tiene un costo según su metraje como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 16
costo cable de FIBRA LEMO 3K.93C.

Medida metros	50 mts.	100 mts.	250 mts.
Medida pies	164 ft	328 ft	820 ft
Costo Fibra óptica en pesos	\$ 5.044.884	\$ 5.917.964	\$ 8.567.572
Costo Fibra óptica en euros	€ 1.329,00	€ 1.559,00	€ 2.257,00
Valor Euro 3 junio 2019	\$ 3.796	\$ 3.796	\$ 3.796

Al verificar los costos del mantenimiento correctivo que se ejecuta actualmente podemos observar inicialmente que la reparación en los cables de fibra óptica requiere de elementos de un alto valor y adicionalmente contar con el personal capacitado para los mismos. Teniendo presente que las herramientas y talento humano requerido para el mantenimiento preventivo se encuentran disponibles, la inversión necesaria para la posterior implementación del proyecto será mínima y su costo- beneficio será muy alto.

Por otra parte, los elementos para la realización del respectivo mantenimiento preventivo son mínimos y a su vez en el caso de los limpiadores pueden ser utilizados para más de 500 limpiezas, lo que brindaría una mayor facilidad a la hora de dar el apoyo para la aplicación del mismo en la empresa.

El principal elemento requerido para el mantenimiento de las fibras ópticas para cadena de cámara es el siguiente:

Texto breve de material	Cantidad	Valor COP
<p><i>Imagen 37</i> <i>oneclick hebra limpiadora seca IBC M20 Cleaner.</i> <i>(LEMO S.A, s.f.)</i></p> 	1	245,309

Por otra parte, los tiempos requeridos para el mantenimiento preventivo, se pueden determinar teniendo como base que la limpieza de cada cable de fibra en un tiempo aproximado de 10 minutos, basados únicamente en una limpieza y logrando realizar todas las actividades en un tiempo adecuado.

9. Conclusiones y Recomendaciones

9.1 Conclusiones

- La auditoría permitió establecer los puntos de mejora que requiere el mantenimiento de los cables de fibra óptica para cadena de cámara en Caracol Televisión. Se encontró que el personal cuenta con el entrenamiento requerido para las actividades necesarias.
- El área de mantenimiento cuenta con todas las herramientas requeridas para realizar un mantenimiento preventivo óptimo, lo cual permite que los costos sean mínimos y su base principal sean los procesos y la capacitación del personal operativo.
- El plan de mantenimiento preventivo se diseñó teniendo en cuenta las diversas necesidades de la empresa, en la cual se puede tener acceso a un sistema de registros en el que se tiene un control detallado de los repuestos, tiempo de ejecución y actividades realizadas.
- El desarrollo posterior del sistema de registro para los cables de fibra óptica de cadena de cámara permitirá obtener indicadores de mantenimiento que darán las herramientas necesarias para realizar mejoras sobre cada uno de los procedimientos de mantenimiento.
- Se elabora un manual de actividades de mantenimiento preventivo con el formato 5W + 1H, basado en las recomendaciones del personal de mantenimiento y los manuales del fabricante.

9.2 Recomendaciones

- Los indicadores deben ser parte de la continua mejora de los procesos, con lo cual su verificación al finalizar cada mantenimiento será necesario para analizar los resultados obtenidos.
- La capacitación al personal operativo debe ser uno de los pilares del mantenimiento preventivo, realizándola de manera continua y manteniendo un constante control para verificar el correcto funcionamiento de las fibras ópticas.
- El personal técnico debe mantener un estricto control del mantenimiento preventivo evitando repetir las actividades sobre las fibras ópticas y logrando encontrar los tiempos exactos de ejecución del plan.

10. Referencias

- Alvear, J. D. (2011). *studio y diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar servicio de voz, video y datos para la urbanización los olivos ubicada el sector toctesol en la parroquia borrero de la ciudad de azogues.,*” universidad politecnica salesiana. Cuenca, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
- Autores. (2019). Propuesta Para Un Plan De Mantenimiento Preventivo Para Fibra Optica Caso De Estudio: “Fibra Lemo 3k.93c”. En M. L. Omar Castro. UNIVERSIDAD ECCI.
- Chamorro, L. C. (2015). *Diseño del plan de mantenimiento de equipos de la emisora RCN RUMBA ESTEREO y cableado estructurado para el área de comunicaciones de la Diócesis de Ipiales.* Pasto: Universidad de Nariño.
- clavijo, E., & Pulido, R. (2012). *Plan de mejoramiento para equipos de empalme y medicion de fibra optica en la compañía FIBERTEC TELECOMUNICACIONES LTDA.* Bogota: Universsidad ECCI.
- ECCI, U. (2019). *guía metodológica para el desarrollo de trabajos de grado.* Bogota: Universidad ECCI.
- ECOPETROL. (2013). *especificaciones técnicas. Servicio de mantenimiento de la red de fibra óptica de los ductos de transporte de hidrocarburos de ecopetrol y su grupo empresarial con uso de opción de ítems adicionales.* COLOMBIA: ECOPETROL.
- Félix Espinoza. (s.f.). *planilla auditoria.* Chile: Universidad de Talca.
- Garrido, S. G. (2013). *Organizacion y gestion integral de mantenimiento.* Madrid: Diaz de Santos. S.A.
- Gómez, L. A. (2013). *Siniestro Marítimo: ruptura del cable submarino de fibra óptica de Telecom.* Santiago de Cali: Universidad ICESI.

LEMO S.A. (s.f.). *www.lemo.com* . Obtenido de *www.lemo.com* :

https://www.lemo.com/catalog/ROW/Spanish/HDTV_es.pdf

Lopez, C. A. (2015). *Apoyo a la seccion de telemática del batallón de infanteria no 15*

“santander” ocaña, para el mantenimiento y sostenimiento de la red de

telecomunicaciones . Ocaña: Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña.

Medrano, J. (2017). *Mantenimiento. Tecnicas Y Aplicaciones Industriales*. Grupo Editorial

Patria.

Molina, P. A. (2016). *Propuesta de un manual de procedimientos de instalación y*

mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica de la EBSA con canales

de 10 gbps. Tunja, Boyaca, Colombia: Universidad Pedagógica Y Tecnológica De

Colombia.

Patiño, D. R., Mejía, H. F., & Moreno, L. C. (2017). *Estudios técnicos para aportar en la*

disminución de mantenimientos de redes hfc . Bogota: Nstitución Universitaria

Politécnico Grancolombiano.

Radical Management. (06 de julio de 2017). *Radical Management*. Obtenido de Copyright

©2006-2019. Master Blog de Luis Felipe Sexto (Radical Management): [http://se-](http://se-gestiona.radical-management.com/2017/07/tipos-de-mantenimiento-cuantos-y-cuales_6.html)

[gestiona.radical-management.com/2017/07/tipos-de-mantenimiento-cuantos-y-](http://se-gestiona.radical-management.com/2017/07/tipos-de-mantenimiento-cuantos-y-cuales_6.html)

[cuales_6.html](http://se-gestiona.radical-management.com/2017/07/tipos-de-mantenimiento-cuantos-y-cuales_6.html)

Ushiña, H. B. (2016). *Modelo De Mantenimiento Preventivo Y Correctivo Aplicado A La*

Implementación De Fibra Óptica En El Edificio Matriz De La Universidad Tecnológica

Israel. Quito: Universidad Tecnológica Israel.

- Utreras, F. P., & Muñoz, C. H. (2014). *Propuesta de un manual de procedimiento para el mantenimiento y detección de fallas para una red metropolitana que utiliza la tecnología DWDM*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional (EPN).
- Valdivia., J. C. (2011). *Sistema de Gestión para Redes Ópticas Territoriales* . Santa Clara, Cuba : Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas .
- Valencia, U. P. (2017). *Normas para la instalación de la infraestructura de comunicaciones en los edificios de la universidad politécnica de valencia*. España: Universida Politecnica De Valencia.
- Victorino, E. A. (2009). *Telefonía Con Fibra Óptica*. Mexico: Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior De Ingeniería Mecánica Y Eléctrica Unidad Profesional Zacatenco.
- Yoque, S. R. (2009). *Propuesta De Mejora En El Servicio De Reparación*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Zapata, M., & Vásque, R. F. (2010). *Diseño de técnicas para el manejo y mantenimiento de enlaces de fibra optica*. Bogota: Universidad ECCI.

ANEXO 1 - Planilla de Auditoría

A. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

A1. Nombre de la empresa:	Caracol TV S.A.			
A2. Fecha de la auditoria:	24/03/2019			
A3. Nombre del Auditor:	Omar Castro / Maria Leon			
A4. Nombre encargado del Mantenimiento	Edgar Gomez			
A5. Clase de equipamiento y número de equipos involucrados en cada clase	Estándar	Diseño especial	Específico	Total
		200		200
A6. Posee Depto. de Mantenimiento	SI -----> A7			
	NO ----->A9			
A7. Número de turnos de la jornada	1			
A8. Número de personal de mantenimiento en cada turno	Primer turno	Segundo turno	Tercer turno	Total
	1	1		2
A9. Dependencia del departamento de mantenimiento	Jerarq. Propia	Depend. Produc.	Sin Organización	
	x			
A10. Realización del Mantenimiento	Contratista	Operarios Equipo	Especialistas	No hay mant.
			x	
A11. Cómo clasifica el mantenimiento	Correctiva	Preventiva	Sintomática	Otro tipo
	x			
A12. Tiene definida alguna concepción del mantenimiento	Si ¿Cuál?			
	No ¿Por qué?			
A13. Posee bodega de repuestos	SI -----> A14			
	NO -----> A15			
A14. Dependencia de la bodega	Mantenimiento	Producción	Otra	
			x	
A15. Satisfacción del abastecimiento de repuestos, partes y piezas	Bueno	Regular	Malo	
	x			

B. CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCION

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

B1. ¿Tiene las áreas de producción separadas por algún criterio?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Todas (5)
			5
B2. ¿Tiene identificados por algún código sus equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
B3. ¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
B4. ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro(s)?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	1		
B5. ¿Tiene un layout de planta que describa e identifique todos los equipos?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	1		
B6. ¿Tiene líneas en paralelo en su sistema de producción?	No (X)		Si (X)
	x		
B7. ¿Tiene identificadas las líneas según su criticidad para el proceso?	No (X)	Es única (X)	Si (X)
	x		
B8. ¿Algún(os) equipo produce cuello de botella?	No (X)		Si (X)
	x		
B9. ¿Tiene identificado para cada equipo los riesgos para el operario?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
B10. ¿Sabe cuanto tiempo toma cada proceso en la línea de producción?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
B11. ¿Tiene estipulado tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
B12. ¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantenimiento que puede hacer al mes?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		

C. MANEJO DE LA INFORMACIÓN SOBRE EQUIPOS

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

C1. ¿Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C2. ¿Posee fichas de inventario para cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C3. ¿Tiene procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C4. ¿Posee cada equipo un programa de trabajos de mantenimiento?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C5. ¿Posee registros de los mantenimientos realizados para cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C6. ¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizado?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C7. ¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
C8. ¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
C9. ¿Tiene un registro de los implementos usados para el mantenimiento?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C10. ¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C11. ¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C12. ¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
C13. ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C14. ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
C15. ¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Completa (5)
	1		

D. ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

D1. ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
D2. ¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantenimiento?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
D3. ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diaria?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
D4. ¿Se mantiene una bitácora de mantenimientos diarios?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Completa (5)
		3	
D5. ¿Se sabe cuanto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
D6. ¿Sabe cuanto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
			5
D7. ¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
D8. ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
			5
D9. ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
		3	
D10. ¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Toda (5)
	1		
D11. ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
D12. ¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
D13. ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva el mantenimiento?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
D14. ¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
D15. ¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?	No (1)	A veces (3)	Si (5)
	1		

E. ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

E1. ¿Sabe en que año adquirió cada uno de sus equipos?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)
E2. ¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5) 5
E3. ¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)
E4. ¿Sabe cuál es el costo de los repuestos para cada equipo?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5) 5
E5. ¿Sabe cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento por especialidad?	No (1)	Aproximado (3) 3	Si (5)
E6. ¿Sabe cual es el costo de pérdida de producción por falla de cada equipo?	No (1)	Aproximado (3) 3	Si (5)
E7. ¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos a su cargo?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)
E8. ¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del producto?	No (1) 1	Aproximado (3)	Si (5)
E9. ¿Tiene una relación de cantidad entre personal de mantenimiento y producción?	No (1)	Aproximada (3)	Si (5) 5
E10. ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) 5
E11. ¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por equipo y por tipo?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
E12. ¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por equipo?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
E13. ¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad dada del equipo?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)
E14. ¿Sabe donde es más rentable subcontratar que trabajar con recursos propios ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) 5
E15. ¿Puede definir las políticas de mantenimiento en base a los costos alternativos ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) 5

F. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

F1. ¿Sabe cuál es la relación de paros programados y paros imprevistos?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F2. ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F3. ¿Se lleva un control del estado de avance de las ordenes de trabajo (O.T.) ?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)
F4. ¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T. ?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F5. ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) 5
F6. ¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo ?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F7. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) 5
F8. ¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados ?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)
F9. ¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) 5
F10. ¿Cómo es la relación entre la gente de operación y la gente de mantenimiento?	Mala (1) 3	Regular (3)	Buena (5)
F11. ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia mantenimiento ?	Mala (1) 3	Regular (3)	Buena (5)
F12. ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con mantenimiento?	Mala (1) 3	Regular (3)	Buena (5)
F13. ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F14. ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantenimiento?	Bajo (1) 3	Normal (3)	Alto (5)
F15. ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) 5
F16. ¿Tiene definido el punto de equilibrio de los repuestos necesarios por equipo?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)

833 Tipos de cables con conectores para PDM y PDC



Paneles de conexión

File: Panel de conexiones



Panel de 710 de cable con una línea P.D. 30 conectada al rack o conectores terminales de tipo D50K, D50C.



File	Descripción	Panel de 710 de cable con una línea P.D. 30 conectada al rack o conectores terminales de tipo D50K, D50C.
Panel de 710 de cable con una línea P.D. 30 conectada al rack o conectores terminales de tipo D50K, D50C.	Panel de 710 de cable con una línea P.D. 30 conectada al rack o conectores terminales de tipo D50K, D50C.	Panel de 710 de cable con una línea P.D. 30 conectada al rack o conectores terminales de tipo D50K, D50C.

Montaje de cables

MFT: Instalación de cables

Mostramos el cable con conectores PDM y PDC con sus respectivos conectores GNE (MFT) y sus respectivos cables.



Modelo	Descripción	Tipo de cable
Modelo 1	Descripción 1	Tipo de cable 1
Modelo 2	Descripción 2	Tipo de cable 2
Modelo 3	Descripción 3	Tipo de cable 3

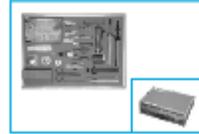
Cables en paneles



Modelo	Descripción	Tipo de cable
Modelo 1	Descripción 1	Tipo de cable 1
Modelo 2	Descripción 2	Tipo de cable 2
Modelo 3	Descripción 3	Tipo de cable 3

Interconexión

Interconexión de cables con conectores para cables de fibra óptica



Modelo	Descripción
Modelo 1	Descripción 1
Modelo 2	Descripción 2

Este tipo de interconexión permite conectar cables de fibra óptica de diferentes tipos.

Modelo	Descripción	Panel de 710 de cable con una línea P.D. 30 conectada al rack o conectores terminales de tipo D50K, D50C.
Modelo 1	Descripción 1	Panel de 710 de cable con una línea P.D. 30 conectada al rack o conectores terminales de tipo D50K, D50C.
Modelo 2	Descripción 2	Panel de 710 de cable con una línea P.D. 30 conectada al rack o conectores terminales de tipo D50K, D50C.

D50K, D50C: Tipo de cable



Este tipo de cable D50K o D50C se utiliza para conectar cables de fibra óptica de diferentes tipos.

Instrumentos para terminación en campo

Modelo	Descripción	Modelo	Descripción
Modelo 1	Descripción 1	Modelo 2	Descripción 2
Modelo 3	Descripción 3	Modelo 4	Descripción 4

Este tipo de instrumentos se utilizan para la terminación de cables en campo.

Instrumentos para cables



Instrumentos para fibra



Instrumentos para fibra



Instrumentos para fibra



Instrumentos de mantenimiento

D50K, D50C: Tipo de cable

D50K, D50C: Tipo de cable



Este tipo de instrumentos se utilizan para el mantenimiento de cables.

Este tipo de instrumentos se utilizan para el mantenimiento de cables.

Instrumentos de mantenimiento

D50K, D50C: Tipo de cable

D50K, D50C: Tipo de cable



Este tipo de instrumentos se utilizan para el mantenimiento de cables.

Este tipo de instrumentos se utilizan para el mantenimiento de cables.

Instrumentos de mantenimiento

D50K, D50C: Tipo de cable

D50K, D50C: Tipo de cable



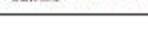
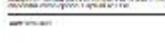
Este tipo de instrumentos se utilizan para el mantenimiento de cables.

Este tipo de instrumentos se utilizan para el mantenimiento de cables.

Instrumentos de mantenimiento

D50K, D50C: Tipo de cable

D50K, D50C: Tipo de cable



Este tipo de instrumentos se utilizan para el mantenimiento de cables.

Este tipo de instrumentos se utilizan para el mantenimiento de cables.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.

LEMO soluciones

LEMO ofrece soluciones para la terminación de cables de fibra óptica.



