

**UNIVERSIDAD
HISPANOAMERICANA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE
ATENCIÓN QUE GARANTICE LA
CONECTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA
NACIONAL DE FUERZA Y LUZ EN UN 98%
ATENDIENDO LOS NODOS DE
COMUNICACIÓN CRÍTICOS PARA
MANTENER EL SERVICIO PARA LOS AÑOS
2021 Y 2022.**

**TESINA PARA OPTAR POR EL GRADO
DE BACHILLER EN INGENIERIA
INDUSTRIAL**

SUSTENTANTE: DEYVER ANTHONY RUIZ RODRÍGUEZ

TUTOR: ING. MANUEL MÉNDEZ FLORES

HEREDIA, FEBRERO 2021

I. Actas de aprobación.

CARTA DEL LECTOR

San José, 09 Agosto 2021

Destinatario
Carrera Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

En mi calidad de lector del proyecto de graduación presentado por el estudiante **DEYVER ANTHONY RUIZ RODRÍGUEZ**, cédula de identidad número 5 0343 0781, titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ATENCIÓN QUE GARANTICE LA CONECTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ EN UN 98% ATENDIENDO LOS NODOS DE COMUNICACIÓN CRÍTICOS PARA MANTENER EL SERVICIO PARA LOS AÑOS 2021 Y 2022."**, para optar por el grado académico de **Bachillerato** en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

Debido a lo anterior considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser trasladado al siguiente proceso.

Atentamente,



Ana Catalina Martínez Matarrita
Cédula identidad: 111510151



Acta de Graduación

Ante el Tribunal Calificador de la Universidad Hispanoamericana, integrado por: Ing. Ana Catalina Leandro Sandi, representante dirección de carrera, Ing. Manuel Méndez Flores tutor y Ing. Ana Catalina Martínez Matarrita lector, se presenta al postulante Ruiz Rodríguez Dever Anthony Cédula n° 5-0343-0781 quien hace defensa pública de su trabajo final de graduación, titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ATENCIÓN QUE GARANTICE LA CONECTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ EN UN 98% ATENDIENDO LOS NODOS DE COMUNICACIÓN CRÍTICOS PARA MANTENER EL SERVICIO PARA LOS AÑOS 2021 Y 2022". Para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

Una vez escuchada la exposición del postulante y habiendo procedido al periodo de preguntas por parte de los miembros del Tribunal, se procede en privado a la deliberación de rigor y se concluye que al estudiante: Ruiz Rodríguez Dever Anthony, ha aprobado su requisito de graduación con un puntaje de 92 en la escala de 0 a 100.

Firmado en la Universidad Hispanoamericana el día: miércoles 25 de agosto del 2021.

Director(a) de Carrera:	Ana Catalina Leandro Sandi <small>Firmado digitalmente por Ana Catalina Leandro Sandi Fecha: 2021.08.25 19:51:37 -06'00'</small>
Tutor(a):	 <small>MANUEL ALEJANDRO MENDEZ FLORES (FIRMA) Firmado digitalmente por MANUEL ALEJANDRO MENDEZ FLORES (FIRMA) Fecha: 2021.08.25 22:00:19 -06'00'</small>
Lector(a):	
Estudiante:	<small>DEVER ANTHONY RUIZ RODRIGUEZ (FIRMA) Firmado digitalmente por DEVER ANTHONY RUIZ RODRIGUEZ (FIRMA) Fecha: 2021.08.25 13:00:13 -06'00'</small>

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 26 de agosto de 2021

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Dever Anthony Ruiz Rodríguez con número de identificación 5 0343 0781 autor (a) del trabajo de graduación titulado IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ATENCIÓN QUE GARANTICE LA CONECTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ EN UN 98% ATENDIENDO LOS NODOS DE COMUNICACIÓN CRÍTICOS PARA MANTENER EL SERVICIO PARA LOS AÑOS 2021 Y 2022 presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar por el título de Bachillerato en ingeniería Industrial; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Firma y Documento de Identidad

DEVER
ANTHONY
RUIZ
RODRIGUEZ
(FIRMA)

Firmado
digitalmente por
DEVER ANTHONY
RUIZ RODRIGUEZ
(FIRMA)
Fecha: 2021.08.26
15:19:53 -06'00'

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

II. Dedicatoria.

Este trabajo está dedicado a mis seres queridos, los cuales me han apoyado para salir adelante y no desfallecer en el cumplimiento de mis sueños.

Si quieres mantener

Tu posición competitiva

Mejora continuamente lo que haces.

Contenido

Capítulo I. INTRODUCCIÓN	17
Introducción:	18
1.1. Descripción General del proyecto.	21
1.2. Identificación de la empresa.	23
1.2.1. Reseña histórica.	26
1.3. Planteamiento del Problema	29
1.3.1. Definición del problema.	29
1.4. Justificación	32
1.5. Objetivos del Proyecto	35
1.5.1. Objetivo General.	35
1.5.2. Objetivos específicos.	35
1.6. Alcances y Limitaciones.....	36
1.6.1. Alcances	36
1.6.2. Limitaciones.....	37
Capítulo II. Marco Teórico.	39
2.1. Marco Conceptual General Relativo a la Carrera.	40
2.1.1. Ingeniería Industrial.	40
2.1.2. DMAIC.	41
2.1.3. Lean Manufacturing.	42
2.1.4. VSM, Value Stream Mapping.....	44
2.1.5. 5S.	44
2.1.6. TPM	46
2.1.7. Kanban.	47
2.1.8. Diagrama Ishikawa.	47
2.1.9. Diagrama de Flujo.....	48
2.1.10. Diagrama de Gantt.....	48

2.1.11.	Mantenimiento.	49
2.1.12.	Manejo de inventarios ABC.	50
2.2.	Marco Conceptual Atinente a la Gestión del Proyecto.	50
2.2.1.	Aplicación Metodología DMAIC.	51
2.3.	Marco Conceptual Referente al Impacto del Proyecto.	59
2.4.	Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.	60
Capítulo III.	MARCO METODOLÓGICO	62
3.1.	Metodología para la definición del problema.....	63
3.2.	Metodologías para medición y respaldo cualitativo del proyecto. 67	67
3.3.	Metodología para la implementación del proyecto.....	67
3.4.	Metodología para la propuesta de mejora, puesta en marcha para el servicio requerido.....	69
3.5.	Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.	70
Capítulo IV.	LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS	71
4.1.	Descripción de situación actual.....	72
4.1.1.	Proceso de atención actual.	74
4.1.2.	Proceso de contratación actual.	78
4.1.3.	Equipos actuales.	82
4.2.	Descripción del PMI (Proceso de Mantenimiento de Infraestructura).	88
4.2.1.	Orden de trabajo.....	88
4.2.2.	Personal Técnico.	89
4.2.3.	Tercerización de procesos.	91
4.3.	Historial de atenciones.....	93
4.4.	Diagrama Ishikawa proceso de atención.	99
4.4.1.	Procesos.....	101
4.4.2.	Materiales.	106
4.4.3.	Mano de obra sub-contratada.....	107
4.4.4.	Equipos.....	108

4.4.5. Usuarios CNFL.....	117
4.4.6. Entorno.....	119
4.5. Diagrama de Pareto.....	122
4.6. Conclusiones finales de capitulo.....	124
Capítulo V. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN ...	129
5.1. Descripción.....	130
5.2. Medidas a seguir.....	131
5.3. Análisis Costo Beneficio.....	139
5.3.1. Implicaciones en costos de inversión inicial del proyecto. 140	
5.3.2. Beneficio de implementación.....	145
5.4. Plan de implementación del modelo.....	146
5.4.1. Requisitos indispensables.....	146
5.4.2. Métodos de aprobación.....	149
5.5. Diagrama de Gantt implementación proyecto.....	151
5.6. Controlar.....	156
5.7. Conclusiones finales del capítulo.....	159
Capítulo VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	161
6.1. Conclusiones.....	162
6.2. Recomendaciones.....	166
Capítulo VII. Bibliografía.....	170
Capítulo VIII. Apéndice.....	172
Capítulo IX. ANEXOS.....	174
7.1. Control regulatorio de tarifas.....	175
7.2. Capacidad de producción plantas Hidroeléctricas CNFL... ..	176
7.3. Energía producida en el 2018.....	177
7.4. Artículo Daños el Porvenir.....	178
7.5. Costos promedio de reparaciones no programadas.....	182
7.6. Minutas de reuniones realizadas.....	186
7.7. Diagrama de Gantt para implementación total del proyecto. 188	

7.8.	Labores mínimas a ejecutar en mantenimientos de sistemas.	192
7.9.	Norma TIER.....	196

Índice de tablas e ilustraciones.

<i>Figura 1. Organigrama de CNFL; Fuente (CNFL, 2018)</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 2. Fundamentos de Lean Manufacturing.....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 3. Fuente Lean Manufacturing, Conceptos, metodología y aplicación, (Matías, Hernandez & Idoipe, 2013).....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 4. Base de análisis metodología DMAIC</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 5. Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Elaboración propia. 2021</i>	<i>65</i>
<i>Figura 6. Diagrama de flujo de trabajo. Fuente PMAF CNFL</i>	<i>77</i>
<i>Figura 7. Diagrama de flujo proceso actual de contratación de servicios de mantenimientos preventivos o correctivos. Fuente: Elaboración propia. ..</i>	<i>80</i>
<i>Figura 8. Boleta de solicitud de trabajos al PMI. Fuente: Proceso Mantenimiento de Infraestructura.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 9. Diagrama Ishikawa fuente: Elaboración propia. 2021</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 10. Minuta de reunión de nodo. Fuente: Unidad Logística CNFL: 2020.....</i>	<i>186</i>
<i>Ilustración 11. Norma TIER actualizada. (Uptime Institute, 2014)</i>	<i>209</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Simbología Diagrama de Flujo. (Niebel & Freivalds, 2009).....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables; Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 3. Metodología utilizada. Fuente basado en información; Fuente (Krajewski et al., 2018).....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 4. Tiempos promedio de atención para contrataciones de servicios. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 5. Niveles de categorización de equipos de aire acondicionado... ¡Error! Marcador no definido.</i>	
<i>Tabla 6. Producción promedio Planta Balsa Inferior. Fuente: Entrevista Jefa de planta, 2021</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 7. Producción promedio de plantas Hidroeléctricas(Gigawatts). Fuente: Entrevistas gerentes de Plantas, Elaboración propia.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 8. Comparativa costos de producción contra ganancias generadas. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 9. Distribución de Centros de Datos de CNFL. Fuente; Elaboración propia, levantamiento físico realizado.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 10. Distribución tipo de fallas. Fuente: Elaboración propia. (2021)</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 11. Desglose de costos mejoras eléctricas. Fuente, elaboración propia 2021</i>	<i>136</i>

<i>Tabla 12. Presupuesto mejoras climatización. Fuente: Elaboración propia</i>	
<i>2021.</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 13. Costos Generales de implementación de mejoras a nodos y centros de datos. Fuente: Elaboración propia. 2021</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 14. Resumen de costos requeridos para mejoras requeridas para certificación TIER. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 15. Primera etapa de diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia</i>	
<i>2021.</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 16. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia, 2021.</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 17. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia, 2021.</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 18. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia, 2021.</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 19. Matriz RACI implementación. Fuente: Elaboración propia, 2021.</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 20. Producción eléctrica 2018 CNFL. Fuente (Dirección de Generación CNFL)</i>	<i>177</i>

VI Acrónimos y Siglas:

CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz

PMI: Proceso de Mantenimiento de Infraestructura.

SICOP: Sistema Integral de Compras Públicas.

VSM. Value Stream Mapping (mapa de flujo de valor por sus siglas en ingles)

CPD: Centro de Proceso de Datos

TPM: Mantenimiento Productivo Total

Resumen:

El correcto manejo de la información que las empresas requieren para su operación diaria ha ganado importancia con el paso de los años, hasta convertirse en la piedra angular para la continuidad de los diferentes negocios que se manejan actualmente, las tecnologías de la información han comenzado a ganar terreno en la carrera por la modernización de los bienes y servicios que se adquieren hoy en día, en este sentido las empresas actualmente deben de contar con sistemas informáticos lo suficientemente robustos y eficientes para satisfacer el tráfico de datos que diariamente se maneja.

Para la correcta manipulación que se debe dar a los equipos y dispositivos encargados del tráfico de información, es requerida una plataforma acorde, capaz de respaldar el funcionamiento y brindar las condiciones de operación que este tipo de sistemas requieren, bajo esta premisa, se deben tener claros los requerimientos que los espacios destinados a centros de datos o nodos de comunicación deben de tener, los cuales cumplen condiciones específicas para garantizar que el porcentaje de conectividad de un centro de datos se mantenga lo más cercano al 100% que las condiciones puedan brindar.

En el presente proyecto se tendrá una perspectiva diferente de la forma de atender estos importantes sitios para las empresas, desarrollando paso a paso los procedimientos necesarios no solo para obtener un diagnóstico de las

condiciones actuales, tanto en la cantidad de puntos a diagnosticar como en la calidad del servicio que estos proveen, en aras de mantener la conectividad de CNFL por encima del 98%, esto brindando una radiografía funcional del modo actual en el que se manejan las distintas etapas de atención que los centros de datos requieren y el respaldo electromecánico con el que se cuenta actualmente.

Es importante para respaldar estos hechos el modo de abordaje que se establece para la identificación de los problemas que tiene CNFL, para garantizar la conectividad de los centros de datos, donde el uso de la matriz de operanilización de variables, metodología DMAIC juega un papel fundamental en el diagnóstico del estado actual de los centros de datos, el análisis de la información mediante diagramas de Pareto, la utilización de diagramas de flujo y más herramientas para dar el análisis del proceso actual.

Adicional a esto se presentarán propuestas para cambiar la incertidumbre actual en referencia al porcentaje de conectividad que se tiene por un porcentaje por encima del 98% y basado en una estructura electromecánica sólida con los niveles de redundancia requeridos para este tipo de edificaciones y planes de mantenimiento acordes a los requerimientos técnicos, inculcando la metodología TPM como la pauta a seguir para contar con un sistema de mejora continua en el modelo de atención a los sistemas

auxiliares y de esta manera brindar una garantía real de la conectividad de CNFL.

Capítulo I. INTRODUCCIÓN

Introducción:

El aprovechamiento del tiempo es una de las principales formas de elevar el rendimiento y la eficiencia de cualquier proceso, el área de servicios no es ajena a esta ideología, los constantes cambios presentados en la administración pública a nivel país invitan al cambio, pero este cambio debe ir orientado tanto en el modo de atacar el mantenimiento y también contar con la flexibilidad para poder solventar los problemas diarios que se presentan en las distintas locaciones de la empresa, esto sin afectar el funcionamiento normal de la institución, es por ello que el tiempo se transforma en un elemento crucial para garantizar que se cumplan los objetivos de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz en aras de garantizar el suministro eléctrico para el gran área metropolitana y de esta manera mantenerse a la vanguardia en la industria eléctrica, no solo a nivel país, sino también a nivel centroamericano.

En el caso de los centros de datos que actualmente funcionan en la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, la atención que se les brinde ha tomado una importancia creciente con el pasar de los años, esto debido a los cambios que la misma industria va demandando, donde las redes informáticas se han convertido en elementos fundamentales dentro del núcleo de operaciones de la empresa, haciendo que los niveles de atención requeridos para su correcto funcionamiento se eleven considerablemente, es por ello que CNFL debe

realizar un manejo adecuado de los recursos para la atención que brinda estos lugares y paralelamente de esta manera garantizar que se pueda seguir teniendo un control adecuado sobre la generación, distribución y administración de la red eléctrica y además cumplir a cabalidad con los demás procesos administrativos de primera necesidad de la empresa, es por ello que los Centros de datos deben contar con un nivel de conectividad sumamente elevado.

Los centros de datos funcionan como eje central para el tráfico de información que CNFL necesita para garantizar la continuidad del negocio, a través de ellos se maneja información muy sensible y en tiempo real, por ello se debe de garantizar que los mismos se encuentren en línea el mayor tiempo posible, el porcentaje de conectividad requerido es sumamente elevado por encima del 98%.

Los centros de datos son el centro de transferencia de información que une a los diferentes procesos de la CNFL, funcionando como eje central para el tráfico de estos, los mismos son necesarios para para mantener la continuidad del negocio, ya que toda la información de importancia es transmitida por estos medios, de ahí la importancia de garantizar en medida de lo posible la disponibilidad de estos lugares el mayor tiempo posible.

Actualmente en la gran mayoría de las empresas del país, los fallos que se detecten se centralizan en los departamentos de mantenimiento, esta área es, en gran medida, una empresa de servicios interna que vela por el correcto

funcionamiento de todos los sistemas de la empresa, en el caso de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), este departamento se denomina Proceso de Mantenimiento de Infraestructura, liderado por el Área de Servicios Generales; El presente proyecto se centra en la atención brindada a los equipos auxiliares en los centros de datos los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de los distintos emplazamientos de CNFL, esto para implementar durante el periodo del año 2021 al 2022, donde se realizara una categorización en la que se garantice la atención primaria a los puntos que así lo ameriten, analizando los procesos actuales, tanto de atención de fallas como los procesos de mantenimiento preventivo implementados a la fecha.

El entendimiento de las labores realizadas es de suma importancia, ya que no se puede saber hacia dónde se va sin un panorama claro de donde se está, es por ello que este proyecto generará una radiografía funcional del estado actual de todo el proceso de atención de fallas y marcará las pautas a seguir para así obtener los niveles de conectividad más cercanos a la normativa TIER-942 posible, la cual es la normativa internacional vigente actualmente y de esta forma elevar el porcentaje de conectividad de los centros de datos de la compañía.

Dentro del presente documento se realizará un recorrido por las diferentes técnicas para la resolución de los problemas que se tiene a disposición en la ingeniería Industrial, de esta manera se podrá visualizar los

puntos críticos dentro del proceso de atención de Centros de datos que actualmente maneja el Proceso de Mantenimiento de Infraestructura.

1.1. Descripción General del proyecto.

El presente proyecto hará uso de las herramientas disponibles dentro de la carrera de ingeniería industrial, mediante estas, se realizará un análisis cuantitativo de que tan efectivo es el proceso de atención de los equipos auxiliares en los CTD (centro de transferencia de datos) de CNFL por parte del proceso de mantenimiento de infraestructura o PMI según sus siglas.

La recolección de datos será el punto de arranque para comenzar el análisis, por ello la efectividad de este proceso es de suma importancia para establecer bases sólidas para iniciar una metodología de mejora continua; la línea de investigación de la Escuela de Ingeniería Industrial a la que respondería este proyecto estaría representada por la de operaciones industriales.

Un panorama claro del escenario actual es importante para el arranque del proyecto, es por ello que se tiene que analizar a profundidad la manera en que se desenvuelve el departamento de mantenimiento de infraestructura en esta área, para ello es importante conocer tanto en la capacidad instalada para respuesta de atenciones como también la demanda actual de trabajos, todo esto en base a los estudios correspondientes a este tipo de labores que nos brinden un panorama de actual, para ello se realizara una medición meticulosa

de los tiempos de respuesta, número de fallas entre otras variables que se tendrán en cuenta dentro de los análisis del proceso actual.

Mediante la recolección detallada de datos sobre el estado actual de los centros de datos se logrará obtener la ruta más apropiada de atención, para ello se tomará en cuenta la cantidad de equipos, modelos y marcas a tratar, es gracias a la recapitulación de esta información que se conocerá la capacidad actual de respuesta para sostener la transferencia de información de los centros de datos de CNFL, gracias al conocimiento de este escenario el PMI tendrá un panorama claro de la capacidad de respuesta requerida para una correcta atención y así poder garantizar la conectividad de la información de manera tal que se cumpla con lo requerido según la norma vigente.

El desarrollo del análisis detallado se llevará a cabo mediante la utilización de las distintas herramientas que la Ingeniería Industrial nos provee, tales como, diagramas de flujo, diagramas causa y efecto los cuales nos permitirán mediante la aplicación de la metodología DMAIC, principios de la metodología Lean y tomando de referencia la matriz de operanibilización de variables, realizar un análisis profundo de no solo el problema raíz sino también las causas del mismo, con ello se obtendrán los pasos a seguir para la implementación de una solución a las debilidades que se encuentren dentro del modelo actual de funcionamiento, no solo en el departamento a cargo, sino también en la CNFL como un todo.

Posterior a esto, es de suma importancia marcar el camino a seguir, basándonos en los resultados que nos brinde el análisis , también es necesario realizar una priorización de atención para cada uno de los centros de datos de forma personalizada, todo esto tomando en cuenta que deben seguirse las iniciativas de la norma TIA-942* correspondiente a las especificaciones mínimas que este tipo de edificaciones requieren, esto a nivel latinoamericano, y de esta manera se podrá obtener una mejora no solo en el rendimiento de cada uno de los centros de datos sino que adicionalmente se lograra elevar los porcentajes de eficiencia de los equipos catalogados como críticos para el funcionamiento de CNFL.

Las medidas de innovación propuestas, tomando la Ingeniería Industrial como punto de partida serán un punto importante para elevar el nivel de competitividad empresarial que brinda la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, desarrollando la solución más adecuada para marcar una diferencia cuantitativa en el desempeño del PMI para la atención de los centros de datos.

1.2. Identificación de la empresa.

El desarrollo de este proyecto se dará en la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, empresa dedicada desde el año de 1941, esto mediante el contrato-ley N° 2 denominado “contrato Eléctrico” del 8 de abril, este fue

modificado por la ley N°4197 del 20 de septiembre de 1968 y la ley N°4977 del 19 de mayo de 1972.

El principal desarrollo de la empresa se centra en la distribución y comercialización de la energía eléctrica en la gran área Metropolitana de Costa Rica, con un área de cobertura de 932,49 Km², con una cobertura del 100%.

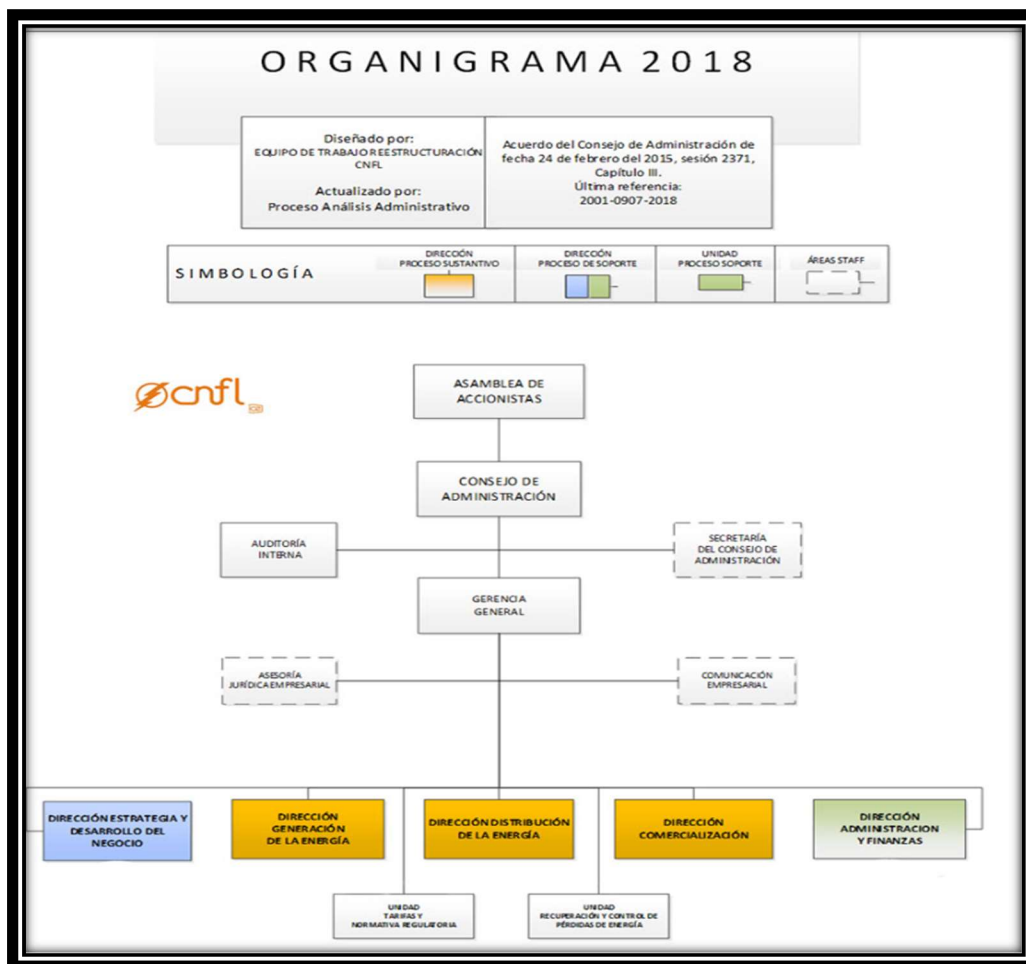


Figura 1. Organigrama de CNFL; Fuente (CNFL, 2018)

De igual forma la empresa también tiene la función de generación de energía a partir de energías limpias y renovables por medio de las siguientes plantas Hidroeléctricas:

- Planta Balsa Inferior: Localizada en la provincia de Alajuela, en el cantón 10° San Carlos, distrito 2° Florencia.
- Planta Belén: Se encuentra localizada en la provincia de San José, en el cantón 9° Santa Ana, distrito 3° Pozo.
- Planta Brasil: Se ubica en la cuenca del Río Virilla, provincia de San José, cantón 9° Santa Ana, distrito 6° Brasil, a 20 km de la ciudad capital.
- Planta Cote: Construida aproximadamente a 24 km al noreste del Cantón de Tilarán, provincia de Guanacaste.
- Planta Daniel Gutiérrez: Localizada en la provincia de Alajuela, cantón de San Ramón, distrito 8° "Los Ángeles", 30 km al norte de la ciudad de San Ramón.
- Planta El Encanto: En la provincia de Puntarenas, distritos Acapulco y Pitahaya, aproximadamente 3,5 km de la población de Bajo Caliente, aguas abajo sobre el Río Aranjuez.
- Planta Electriona: Se ubica en la provincia de San José, cantón 1°, distrito 7°.

- Planta Río Segundo: Localizada en la provincia de Alajuela, cantón 1° Central, distrito 9° Río Segundo.
- Planta Ventanas: Se encuentra en la provincia de Alajuela, en el cantón Central, distrito 5° La Guácima.

También generan energía eléctrica a través del viento:

- Planta Eólica Valle Central: Se ubica en el distrito de Salitral, cantón de Santa Ana, en la provincia de San José, específicamente en la parte alta de la fila montañosa entre el Cerro Tacuacorí en Corralar, a 1.800 m sobre el nivel del mar.

Dirección Generación de la Energía (CNFL, 2018)

1.2.1. Reseña histórica.

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A. (CNFL), nació en 1941, fruto de un esfuerzo político por nacionalizar los servicios eléctricos a la ciudadanía, dejando atrás la propiedad privada y garantizando la cobertura total, incluyendo a los grupos sociales menos favorecidos económicamente.

Desde entonces, el norte de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A. de Costa Rica ha sido brindar un servicio de calidad a todos los sectores de la población de la Gran Área Metropolitana (GAM), definida geográficamente como la zona de cobertura.

El servicio en forma expedita y la atención pronta de los requerimientos al cliente, forman parte vital del quehacer de la CNFL, al igual que el interés por preservar el planeta con una gestión ambiental responsable interna y externamente.

El 8 de abril de 1941, en la historia de Costa Rica quedaría plasmado el nacimiento de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, con el “ejecútese” a la Ley No. 2.

La fusión de The Costa Rica Electric Light and Traction Company, Limited; Compañía Nacional de Electricidad y Compañía Nacional Hidroeléctrica (o Compañía Electriona) en Compañía Nacional de Fuerza y Luz, se registró legalmente el 15 de mayo de 1941.

El sustento jurídico para esta fusión se promulgó en la Ley No.2 del 8 de abril de 1941, con el Contrato Ley conocido como Contrato Eléctrico de 1941.

Está legalmente constituida como Sociedad Anónima inscrita en el Registro de la Propiedad y su vigencia está garantizada hasta el año 2107 (Ley 8660, Ley de Fortalecimiento y Modernización de las Entidades Públicas del Sector Telecomunicaciones, artículo 54, alcance 31 de La Gaceta 156, del 13 de agosto de 2008).

Con el fin de marcar sus ámbitos de acción y establecer una política de coordinación de esfuerzos, en 1970 el Instituto Costarricense de Electricidad

(ICE) y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A. suscribieron un Convenio para la Prestación Mutua de Servicios, el cual entró en vigencia el 1 de julio de 1971, con el aval de la Contraloría General de la República.

La CNFL es la principal empresa distribuidora de electricidad en Costa Rica y su área de servicio abarca 932,49 km², donde registra una electrificación total del 100%.

Para su sistema de generación, cuenta con diez (10) subestaciones elevadoras. Para su sistema de distribución de electricidad, dispone de veintiuna (21) subestaciones reductoras para su sistema de distribución aéreo; tres (3) subestaciones para su sistema de

Distribución subterránea, tres (3) patios de interruptores y dos (2) subestaciones móviles como respaldo.

Además, su sistema de distribución comprende 6.887 km de líneas en operación, de las cuales 3.404 son primarias y 3.483 son líneas secundarias y de ese total (6.887 km), 6.138 km son líneas aéreas y 749 km son subterráneas; cuenta con 2.363 MVA de capacidad instalada en transformadores de distribución.

Su área de servicio abarca un total de 564.010 servicios facturados (clientes) del Gran Área Metropolitana, donde se concentra la mayor cantidad

de la población, la vida institucional pública y las principales actividades comerciales y productivas del país.(CNFL, 2018)

1.3. Planteamiento del Problema

Los equipos ubicados en los Centros de Datos de CNFL tienen una importancia preponderante para la continuidad del servicio brindado por la empresa mediante la implementación de redes eléctricas inteligentes, actualmente los niveles de conectividad y las condiciones en las que los mismos operan no son las requeridas, estas condiciones impactan directamente en el porcentaje de disponibilidad que cada uno de los Centros de datos tiene y por ende en la garantía que se puede dar sobre la continuidad del servicio brindado.

1.3.1. Definición del problema.

El principal campo de acción de CNFL, se centra en la energía eléctrica, su generación, su distribución a lo largo y ancho de la gran área metropolitana y su respectiva comercialización, es por ello que el funcionamiento adecuado del engranaje que permite que todas estas tareas se realicen de manera fluida es de suma importancia, todos los componentes para dar continuidad al servicio deben estar disponible el 100% del tiempo.

El conjunto de procesos de CNFL está conformados por diferentes actividades, dentro de las mismas se encuentran algunas que son consideradas como críticas y en caso de que éstas fallen pueden provocar un descenso en

el nivel de servicio brindado por la institución, a continuación, se enlistan las tres principales actividades críticas detectadas:

Control y seguimiento del funcionamiento de las plantas Hidroeléctricas:

Consiste en la supervisión del funcionamiento total de todas las tareas que la planta de generación realiza, mediante paneles de control digitales de alta tecnología, los cuales requieren temperaturas de operación entre los 19°C y los 21°C, respaldos eléctricos acordes a los consumos de los equipos instalados para de esta manera evitar salidas de sistema que afecten negativamente la producción eléctrica de la planta, también es importante contar con medidas de monitoreo y control de manera remota que sean confiables y en tiempo real.

Comercialización de la energía y atención al cliente:

Para brindar un adecuado servicio a los abonados de CNFL se requiere de sucursales con condiciones idóneas que permitan brindar un servicio competitivo, esto comprende no solo una atención ágil, sino un ambiente confortable que permita al abonado realizar sus trámites sin comprometer su salud, por lo que se requiere que la sensación térmica sea la adecuada y para ellos los sistemas de comunicación deben trabajar en tiempo real para reflejar los pagos y trámites realizados, tanto para esta finalidad como para la recolección de pagos de agentes externos las plataformas virtuales que las sucursales utilicen deben ser lo suficientemente robustas para lograr manejar

el tráfico de información que se necesita para la recepción de los pagos en línea, en el caso de las sucursales se requiere que los centros de datos de estos lugares operen a su máxima capacidad.

Tecnologías de información:

Los cuartos de servidores principales, son espacios en donde la compañía por medio de hardware almacena y custodia la información en forma digital de todos los procesos que se desarrollan, desde correos electrónicos hasta bases de datos de clientes y abonados, proyectos, estados financieros y demás, por ello estos sitios requieren de condiciones idóneas para que los equipos de los racks de comunicaciones trabajen en óptimas condiciones, para ello es importante tomar en cuenta las condiciones de operación que este tipo de sistemas demanda, tales como temperatura, la cual debe estar dentro de los rangos de operación para este tipo de instalaciones con el propósito de reducir el calentamiento de los equipos que el centro de datos alberga, por lo que estos espacios requieren una temperatura entre los 19°C y los 21°C, adicionalmente se debe controlar los niveles de humedad relativa presentes en el nodo, de igual forma la garantía de alimentación eléctrica adecuada para el funcionamiento debe ser tomada en cuenta donde los respaldos eléctricos pertinentes para garantizar el funcionamiento adecuado de los equipos que ahí se encuentran toma un papel de suma importancia para garantizar el servicio de manera adecuada.

Por lo descrito anteriormente se denota la importancia de la conectividad para mantener en operación los diferentes procesos que en CNFL se desarrollan, de ahí que los nodos o centros de datos toma un papel preponderante en aras de garantizar la continuidad del servicio, los sistemas auxiliares a los centros de datos son los encargados de garantizar que dichos lugares no salgan de línea, son sistemas electromecánicos que incluyen sistemas eléctrico, de climatización, de monitoreo y control, es por ello que la atención que se les brinde debe ser confiable y garantizada; lamentablemente actualmente CNFL no puede garantizar esta continuidad, esto debido a la obsolescencia que presenta en sus instalaciones referente a este tema.

Los procesos erróneos traen consigo una serie de consecuencias que se traducen en fallos de los equipos de manera inesperada, los mismos provocan una atención en grado de emergencia que conlleva gastos adicionales para la solución del problema detectado, incrementando los costos de mantenimiento, tanto preventivos como correctivos.

1.4. Justificación

Aportar un crecimiento en el porcentaje de conectividad que los centros de datos presenten, teniendo como objetivo la normativa TIER-942, para garantizar de esta manera el servicio que se brinda a los clientes de la gran área metropolitana y elevar el nivel de confianza de cada uno de los centros de datos disponibles para CNFL.

De igual manera este proyecto busca actualizar y estandarizar los sistemas que actualmente se encuentran instalados en los emplazamientos de CNFL, a la vez que marca las pautas a seguir para establecer un modelo de atención que satisfaga las necesidades en un 100% que los centros de datos demandan, enfocando los esfuerzos en los sistemas auxiliares instalados o por instalar en los diferentes emplazamientos de la CNFL.

En esta área de trabajos, la eficiencia con la que se desarrollen las diferentes actividades tiene un peso significativo en inclinar la balanza para liderar la industria eléctrica a nivel nacional y marcar la línea a seguir también a nivel internacional, es por ello que este se convierte en un punto crucial para así mantener siempre el nivel de competencia que la Compañía nacional de Fuerza y luz requiere.

Las actividades que garanticen la continuidad del funcionamiento de los centros de datos significara una ampliación sustancial de la conectividad o disponibilidad de la red de comunicación de la compañía, en el caso de los equipos auxiliares, los mismos cumplen una muy importante función en el respaldo de las operaciones de las plantas de generación eléctrica y los sistemas de distribución de la red eléctrica a nivel del GAM (gran área metropolitana).

En el caso de las Sucursales, se garantiza un servicio en condiciones de punta que permita la correcta implementación de pagos, vista de registros

actualización constante de datos y condiciones de servicio para las personas que se presentan diariamente a realizar sus trámites, de igual forma las plataformas informáticas son igual de importantes, esto para el cliente externo como para los sistemas de información internos de CNFL.

Es importante que los métodos de atención establecidos para estos equipos sean los mejores posibles, debido a su importancia, sobre esta afirmación hay una frase que nos recuerda que establecer estos parámetros es un respaldo sustancial para que sea realmente aplicable, “pensar es el trabajo más difícil que existe, quizás esa sea la razón por la que tan pocas personas lo practiquen”. Henry Ford.

1.5. Objetivos del Proyecto

1.5.1. Objetivo General.

Establecer un sistema de planificación para la mejora de las condiciones actuales y ejecución de los mantenimientos preventivos de los equipos auxiliares de los centros de datos críticos de CNFL tomando como referencia las normativas internacionales vigentes para reducir al mínimo las fallas no programadas.

1.5.2. Objetivos específicos.

Dentro de los objetivos específicos que se abarcaran en el presente proyecto se pueden denotar los siguientes:

- Realizar una medición de la capacidad de atención instalada en el PMI mediante la aplicación de estudios de trabajo para así conocer el porcentaje de atención con que el departamento cuenta.
- Identificar el tipo y tamaño de la población que se atenderá mediante un estudio de manejo de activos para conocer el escenario total a intervenir.
- Analizar el estado general de los sistemas auxiliares de CNFL mediante la información recopilada para brindar un diagnóstico integral sobre las condiciones de operación de los sistemas.

- Diseñar un modelo de atención mediante un plan de mejora continúa tomando como base el sistema TPM para así garantizar la conectividad de los centros de datos en más del 98% anual que contemple
- Implementar medidas de control y monitoreo de para los centros de datos mediante sistemas instalados y software de atención para garantizar que el porcentaje de conectividad se mantenga.

1.6. Alcances y Limitaciones

Para la elaboración del presente proyecto se debe tener claro los alcances de este y las limitantes que se pueden presentar en la ejecución de las tareas programadas, en los siguientes puntos se detallara los pormenores correspondientes.

1.6.1. Alcances

La ejecución del proyecto se llevará a cabo en los distintos emplazamientos de CNFL, abarcando las oficinas centrales, Planteles como la Uruca, Virilla, Anonos, Calle 21 así como las plantas hidroeléctricas y sucursales, esto abarca ubicaciones en Heredia, San José, Santa Ana, San Ramón, Nuevo Arenal y Miramar de Puntarenas, estas zonas albergan los equipos críticos para CNFL.

Los quipos críticos representan 167 centros de datos instalados, los mismos se distribuyen en diferentes niveles en base a su importancia y relevancia para la sostenibilidad de la conectividad de CNFL

1.6.2. Limitaciones.

Dentro de las limitaciones presentadas para la correcta ejecución de cada uno de los pasos para el presente proyecto se tienen algunas de carácter presupuestario; al manejarse mediante recursos públicos las asignaciones de los presupuestos pertinentes se desarrolla de manera anticipada, cada uno de los proyectos debe ser debidamente aprobado por el comité, es por ellos que el recurso presupuestario llega de manera tardía, esto implica que los trabajos se comiencen a ejecutar fuera de tiempo.

El método que se tiene actualmente para la asignación del presupuesto de operación para cada año contable hace que no se permita la asignación de recursos sin la confirmación de ejecución de las obras o servicios dentro del mismo periodo, es por ello que no se puede dejar pagados materiales o servicios de un año para otro. Esto provoca que se deba de tener un periodo de espera para las respectivas aprobaciones para proceder con la ejecución de las obras seleccionadas.

En el caso de las Sucursales de atención al público la ejecución de las labores de mantenimiento debe de adaptarse a los horarios de atención regular

(de 7 AM a 3 PM), esto puede ocasionar gastos extras por concepto de pago de horas extras.

De igual forma esta adaptación debe de tomarse en cuenta para áreas de oficina específicas, donde por la información que se maneja, el personal no puede trabajar sin supervisión.

Los trabajos deben ser desarrollados en áreas de oficinas y de atención al público donde los horarios de trabajo en ocasiones chocan con los de ejecución de las labores, por ello las labores deben de adecuarse a los lapsos de tiempo disponibles de trabajo.

El personal disponible para las supervisiones de las labores realizadas por los contratistas es limitado, se cuenta solamente con dos técnicos para estas labores y a la vez deben desempeñar otros trabajos de índole técnico que conlleva tiempo laboral.

Capítulo II. Marco Teórico.

2.1. Marco Conceptual General Relativo a la Carrera.

Uno de los principales puntos que se deben de tener claro es bajo el enfoque que se van a trabajar el presente proyecto, para ello se definen los conceptos apremiantes a la carrera que se estarán observando el documento.

2.1.1. Ingeniería Industrial.

El enfoque analítico y la búsqueda de la mejora constante son dos de las principales características que la ingeniería Industrial abarca, el uso de las herramientas de esta área facilitara a sobremanera la obtención de las mejores opciones para mejorar los procesos existentes dentro del PMI.

Dentro de las premisas como ingenieros industriales se impulsa el sacar el máximo provecho para los recursos implementados, para ello el uso de las herramientas adecuadas para analizar el estado actual del proceso, detección de oportunidades de mejora y la resolución de los problemas detectados es de suma importancia, en el caso del servicio de mantenimiento, el mismo conlleva una parte sumamente importante en el desarrollo de las funciones normales de la empresa.

Valor añadido. Es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente.

Despilfarro. Actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente (no aportan valor al cliente)

La ingeniería industrial nos brinda un panorama ideal para buscar el mejoramiento del proceso que se utiliza actualmente para brindar el servicio de mantenimiento de los equipos seleccionados. Esta rama de la ingeniería nos brinda un panorama y percepción de cómo son desarrollados los diferentes procesos, ya sean de manufactura o del área de servicios, para cumplir esta finalidad tenemos una amplia gama de recursos a disposición, sin embargo, es relevante conocer el significado y la importancia de aquellos que por su naturaleza o afinidad nos dan ese valor añadido que necesita el presente proyecto. (Matías, Hernandez & Idoipe, 2013)

2.1.2. DMAIC.

La metodología DMAIC es uno de los principales sistemas de gestión para la optimización de los procesos, es por ello que es una de las principales cartas en el análisis que se lleva a cabo para la atención de los equipos críticos de CNFL, pero como se compone el DMAIC, esta metodología se basa en cinco actividades que dan pie a su acrónimo.

D. Definir

M. Medir

A. Analizar

“I” Improve, Mejorar

“C” Controlar

La aplicación adecuada de esta metodología nos brindara las bases para le elaboración del presente trabajo.(Matías, Hernandez & Idoipe, 2013)

2.1.3. Lean Manufacturing.

Entendemos por lean Manufacturing (en castellano "producción ajustada"), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.(Matías, Hernandez & Idoipe, 2013)

Esta metodología nos brindara un método para encontrar las mejores opciones y de esta manera buscar la optimización de la línea de servicios que se está analizando en el presente proyecto, de igual forma inicialmente se debe de identificar claramente el problema a tratar,

“La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas”.

La metodología Lean Manufacturing contempla una amplia gama de elementos que nos pueden ayudar a comprender y desarrollar de una mejor manera lo procesos que se empleen en la ejecución de los servicios de Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.

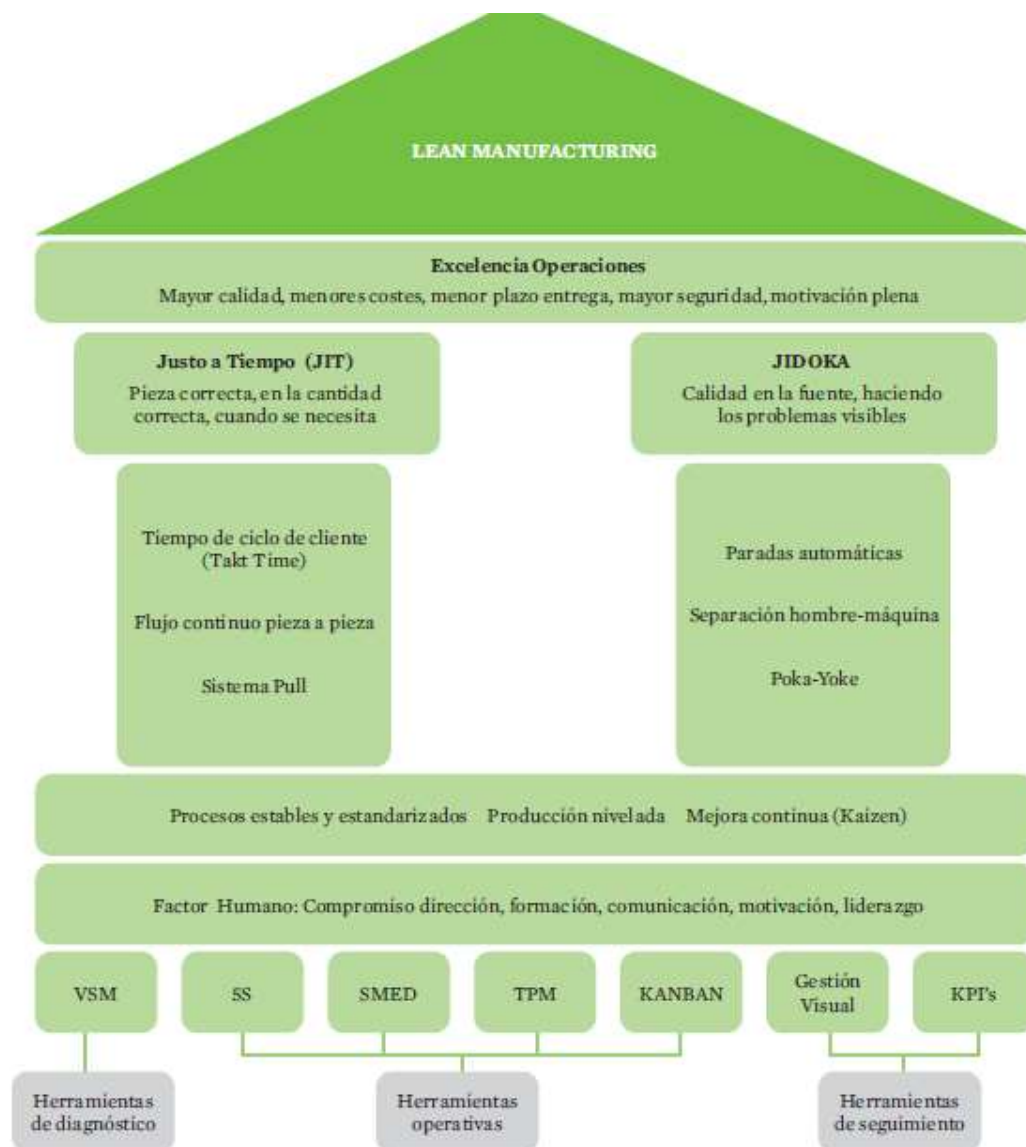


Ilustración 2. Fundamentos de Lean Manufacturing.

Dentro de las aplicaciones para las áreas de mantenimiento, se tiene que dar especial énfasis a las herramientas operativas, las herramientas de diagnóstico y por último las herramientas para el seguimiento adecuado de las soluciones que se obtengan, esto nos brindará una ruta adecuada para el

análisis de los datos necesarios y de esa manera realizar una toma de decisiones en función de situaciones controladas y escenarios previsualizados gracias a un estudio previo.

Dentro de las muchas herramientas que se pueden utilizar para el análisis pertinente de la información recolectada tenemos las siguientes:

2.1.4. VSM, Value Stream Mapping.

El mapa de flujo de valor es una herramienta de Lean Manufacturing para analizar el flujo de información que se requiere para la correcta ejecución del servicio, esta herramienta fue desarrollada por Toyota donde se conocía con el nombre de mapa de flujo de materiales e información.

Los fundamentos del VSM se basan en ver y entender a profundidad un proceso de igual forma identificar los desperdicios dentro del mismo, mediante la implementación de un mapa de flujo de valor se establecen las secuencias pertinentes para la ejecución de los servicios solicitados, desde el nacimiento de la solicitud o la necesidad hasta el cumplimiento de las labores requeridas y el recibido conforme por parte del cliente.(Matías, Hernandez & Idoipe, 2013)

2.1.5. 5S.

La herramienta de 5S es una ideología de origen japonés que colabora en gran medida a la optimización de las áreas de trabajo y los procesos como tal, la limpieza que la herramienta realiza se aplica en diferentes maneras, no solo de forma física.

La herramienta 5S corresponde a la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo o en este caso, las ubicaciones de cada uno de los centros de datos, todo esto de una manera menos formal y metodológica, estas ideologías ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción.

El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito. (Matías, Hernandez & Idoipe, 2013)

Que son las 5S

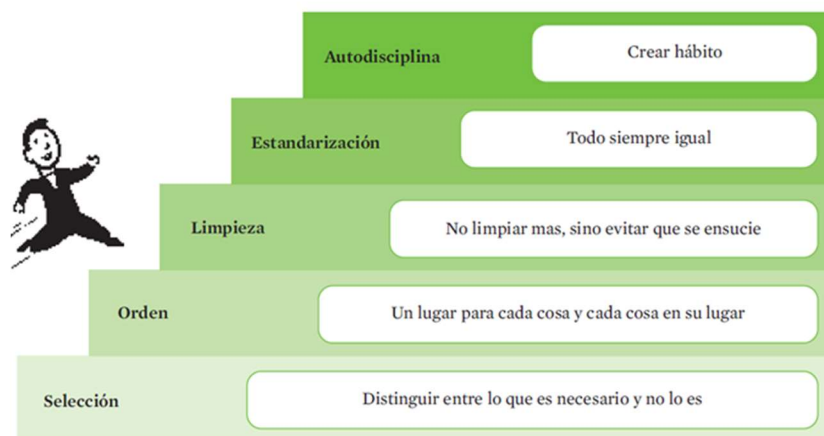


Ilustración 3. Fuente Lean Manufacturing, Conceptos, metodología y aplicación, (Matías, Hernandez & Idoipe, 2013)

2.1.6. TPM

Sistema TPM (mantenimiento productivo total), dentro de este modelo se busca la optimización de los equipos esto según lo indicado por el señor Jorge Acuña, reduciendo las posibilidades de fallas imprevistas casi a 0%; sin embargo, para tener una idea clara se debe de establecer el significado y las aplicaciones correspondientes a un sistema TPM, algunas de las definiciones de este modelo son las siguientes:

El TPM se fundamenta en los principios del Lean Manufacturing, el mismo se sustenta para su correcto desarrollo en algunos denominados pilares, dentro de los que podemos destacar los siguientes:

- Mejoras enfocadas.
- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento planificado.
- Mantenimiento de calidad.
- Educación y entrenamiento.
- Seguridad y medio ambiente.
- Excelencia Administrativa.
- Gestión Temprana.

Los pilares mencionados anteriormente nos brindaran un escenario en el cual el desempeño de los equipos será siempre el mejor posible.

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios.(Matías, Hernandez & Idoipe, 2013)

2.1.7. Kanban.

Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado. (Matías, Hernandez & Idoipe, 2013)

2.1.8. Diagrama Ishikawa.

Mediante el uso de este tipo de diagramas se logra tener un panorama de no solo el problema en cuestión, sino también los síntomas que nos llevan a ese resultado.

Según menciona Jorge Acuña, este es un medio para la recolección de la información sobre las características de calidad generadas, ya sea en la elaboración de productos o el suministro de servicios y ordenarlos en categorías que funcionen para una adecuada orientación de las causas raíz del problema. (Jorge Acuña (Tecnológico de, 2002)

2.1.9. Diagrama de Flujo.

El diagrama de flujo registra el curso normal de las labores realizadas para la obtención de los resultados esperados, se desarrolla de manera sencilla siguiendo los lineamientos y simbología adecuada, representa una imagen clara y sencilla de el paso a paso del proceso. (Jorge Acuña (Tecnológico de, 2002)

2.1.10. Diagrama de Gantt.

El diagrama de Gantt se trata de una representación espacio temporal de las tareas relacionadas con un proyecto, son de mucha ayuda en la planeación de los proyectos, permitiendo visualizar la duración del mismo, las interrelaciones entre las tareas a ejecutar y el impacto del no cumplimiento de dichas labores.

“El diagrama de Gantt constituyó probablemente la primera técnica de control y planeación de proyectos que surgió durante los años cuarenta como respuesta a la necesidad de administrar proyectos y sistemas complejos de defensa de una mejor manera. El diagrama de Gantt muestra anticipadamente

de una manera simple las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal".(Niebel & Freivalds, 2009)

2.1.11. Mantenimiento.

La palabra mantenimiento tiene sus fundamentos más arraigados en la conservación de los equipos o sistemas que se estén manejando, el caso específico de este proyecto, se contempla el mantenimiento de las unidades de aire acondicionado.

Dentro de los distintos tipos de mantenimiento, se encuentran tres dentro del área de la conservación que son los siguientes:

Mantenimiento Preventivo: como su título lo indica, es un tipo de mantenimiento que busca prever o reducir al máximo las posibles fallas en el funcionamiento de los equipos, realizando tareas de limpieza, ajustes y cambio de componentes de desgaste para asegurar el funcionamiento adecuado la mayor parte del tiempo.

Mantenimiento correctivo: en este tipo de mantenimiento se tiene una conducta más del tipo reactivo, trabajando en función de las fallas detectadas, normalmente este tipo de trabajos tienen la etiqueta de emergencias, por lo que una atención rápida es de suma importancia.

Mantenimiento Predictivo: En estos casos, las bases de estos mantenimientos responden a datos estadísticos de los equipos, también al criterio de experto en función de cada uno de los equipos, con este tipo de mantenimiento se busca responder antes de que las fallas se presenten, en especial con componentes costosos o de difícil adquisición.

2.1.12. Manejo de inventarios ABC.

Política de Inventario según tipo de inventario

– A: Control exhaustivo – bajo inventario, demanda precisa

– B: Meno atención que los A.

– C: Baja periodicidad en revisión de parámetros. Bajo costo del inventario

2.2. Marco Conceptual Atinente a la Gestión del Proyecto.

El proyecto como tal se desarrollará aplicando la metodología DMAIC, dentro de la cual se encierran gran número de maneras en las cuales se puede tratar el problema encontrado, esto brindara una forma sistemática de analizar los pasos a seguir para la resolución de los problemas encontrados.

2.2.1. Aplicación Metodología DMAIC.

La metodología DMAIC, tiene sus raíces en una de las herramientas de calidad más completas, el Six Sigma, entendemos por esto “Six Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, que persigue reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente”.(Matías, Hernandez & Idoipe, 2013)

Cuando se habla de la metodología DMAIC, es importante recalcar que la misma contempla una serie de elementos que ayudaran a realizar mejoras sustanciales en los procesos, ya sea de producción o de servicios, una de las principales finalidades de esta metodología es la de reducir los defectos al mínimo posible, casi a 0, es por ello que las fases del mismo van orientadas a desarrollar la mejor estrategia posible.

DMAIC sigue el proceso universal de solución de problemas

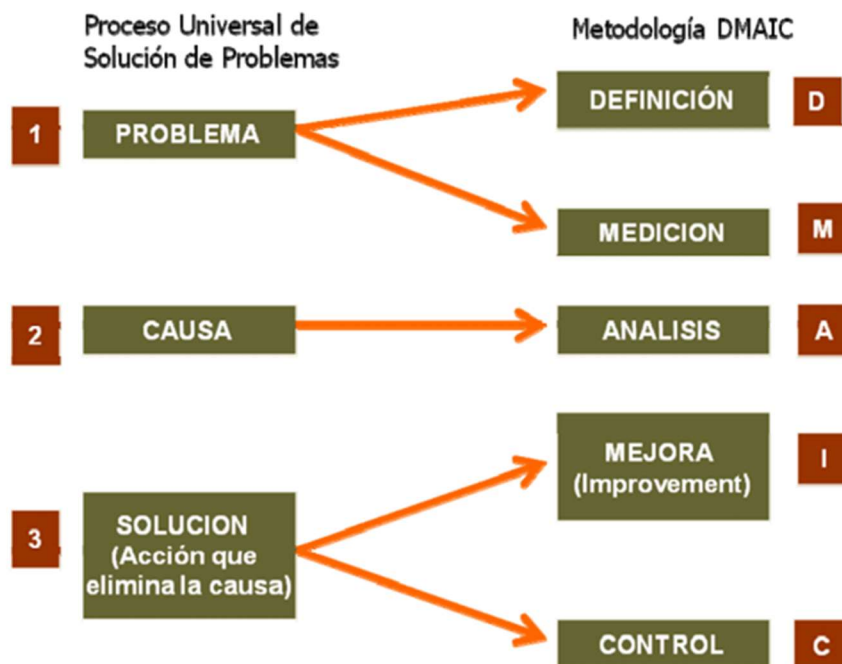


Ilustración 4. Base de análisis metodología DMAIC

Esta metodología fue desarrollada por Motorola en la década de los 90's

El detalle de las fases de la metodología DMAIC no dará pie a una secuencia lógica para la resolución de problemas, estas fases son las siguientes:

2.2.1.1. **Definir:**

Dentro de la etapa de definición se establecen las prioridades del proyecto a tratar, es importante que en esta etapa se defina claramente:

Los objetivos del proyecto: de esta manera el rumbo del proyecto se tiene claramente establecido desde el arranque.

Las necesidades que deben ser abarcadas dentro de la ejecución del proyecto, que se debe de solventar.

Se debe realizar una radiografía de la situación actual, esto permitirá manejar a conciencia el estado del proceso que se está utilizando.



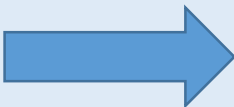



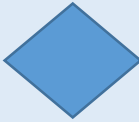
Todo lo anterior colaborara a tener un panorama más claro del problema que se debe de tratar en el proyecto para logra el máximo objetivo que es el mejoramiento continuo.





Las herramientas que se pueden utilizar para lograr estos puntos son varias, dentro de las mismas tenemos las siguientes:

Diagrama de Flujo.

Ya esta definición se mencionó en el punto 2.1.9., sin embargo, en este apartado, repasaremos un poco más el tema de la simbología que se debe de utilizar en la representación de cada una de las etapas del análisis que se realice.

Tabla 1. Simbología Diagrama de Flujo. (Niebel & Freivalds, 2009)

Simbología	Definición
	<p>Limite inicio o final, indica el inicio o final del proceso, el mismo debe llevar la palabra inicio o final según sea el caso</p>
	<p>Operación: Indica una actividad, tarea o proceso que modifica un insumo, lleva en su interior la descripción del proceso</p>
	<p>Transporte: Indica movimiento o transporte de producto o insumo que se esté manejando de un lugar a otro.</p>
	<p>Inspección: Identifica los paros en el flujo del proceso para el análisis de calidad pertinente.</p>
	<p>Demora: Se ejemplifica cuando algo es puesto espera, ya sea por la línea o por que debe almacenarse temporalmente.</p>
	<p>Almacenamiento: Contempla los estados donde el insumo es almacenado a la espera de un cliente o a la espera de una directriz, difiere de las demoras porque en la mayoría de los caso se requiere autorización para movilizarlo nuevamente.</p>
	<p>Decisión: Designa un punto de toma de decisión o alguna división en el proceso, en el interior se anota la decisión a tomar, ramifica las opciones que resultan de la decisión tomada</p>

	<p>Documento: Designa la documentación o registros que se realicen de manera periódica.</p>
	<p>Base de datos: Se indica cuando alguna salida de la actividad se ingresa a algún medio electrónico</p>
	<p>Conector: Representa entradas y salidas del flujograma</p>
	<p>Flechas (flujo de entradas y salidas). Indican la dirección y secuencia del proceso y por lo general representan una transferencia de resultados</p>

Estudio de tiempos.

El estudio de tiempos es un método sistemático de desarrollo de centros de trabajo eficientes, es el establecimiento de estándares de tiempo. Éstos pueden determinarse mediante el uso de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo.

Realiza una serie de mediciones de los procesos operativos pertinentes para obtener así la media estándar para cada uno de los procesos. (Niebel & Freivalds, 2009)

2.2.1.2. **Medir.**

En esta etapa se realizan las mediciones de los datos pertinentes para la obtención de un panorama más concreto de la situación del proceso a

analizar, esto se realiza mediante la recolección de datos pertinentes que nos ayude a presentar un análisis detallado de la situación actual.

Dentro de esta etapa algunas herramientas que se pueden de utilizar para obtener datos precisos pueden ser:

Value Stream Mapping (Mapa de flujo de valor).

El mapa de flujo de valor es una representación de la situación actual con mucho más detalle de las labores que se realizan en cada una de las etapas del proceso, desde el traslado de la información hasta los tiempos muertos, realizando una toma de datos de manera personalizada en cada una de las etapas, el inicio suele darse desde el nacimiento de la necesidad por parte del cliente hasta la entrega del producto o servicio terminado.

¿Pero concretamente de que se trata el VSM?

Una definición puede ser, “Herramienta cualitativa de los sistemas esbeltos para eliminar el desperdicio o muda, que incluye un diagrama del estado actual, un diagrama del estado futuro y un plan de implementación”.(Krajewski et al., 2018)

Diagramas de Pareto.

En el diagrama de Pareto se utiliza un gráfico de barras en el que los factores están representados a lo largo del eje horizontal por orden decreciente de frecuencia, “El concepto de Pareto conocido como la regla del 80-20, sostiene que el 80% de la actividad es causada por el 20% de los factores. Con

solo concentrarse en el 20% de los factores (los pocos factores vitales), los gerentes pueden atacar el 80% de los problemas de calidad” (Krajewski et al., 2018)

2.2.1.3. **Analizar.**

Dentro de esta etapa se realiza un análisis detallado de toda la información recolectada en las fases anteriores, convirtiendo los datos en información, esta fase se identifican las variables y los factores claves de los problemas detectados en etapas anteriores, algunas de las herramientas que se pueden utilizar para sacar el máximo provecho son las siguientes:

Diagrama de Ishikawa:

El diagrama de Ishikawa o diagrama causa y efecto es una representación de todos los síntomas que ocasionan el problema detectado, de esta manera es posible atacar las raíces del problema y así brindarle la mejor solución.(Krajewski et al., 2018)

2.2.1.4. **Mejorar.**

En base a los datos recolectados en las fases anteriores en esta etapa se deben de modificar y rediseñar los procesos necesarios para el mejoramiento de proceso en base a los problemas detectados.

Algunas de las herramientas que se utilizan para la obtención de los resultados son:

- TPM (mantenimiento productivo total).

- 5S.
- Ingeniería de métodos.

2.2.1.5. **Controlar.**

En esta etapa debe de brindarse un seguimiento constante a las labores implementadas, esto con el fin de no dejar perder el avance que se ha obtenido hasta el momento, es importante el compromiso total para el cumplimiento de los estándares establecidos para así mantener el rendimiento logrado.

Es importante realizar controles constantes tanto de manera visual con muestreos aleatorios de calidad que permitan mantener de manera constante el comportamiento.

Medidas de control son necesarias para asegurar el correcto cumplimiento de las acciones implementadas

Kanban.

Mediante esta herramienta se logrará tener un panorama claro de los puntos a controlar después de la implementación de las mejoras seleccionadas, el uso de este tipo de herramienta es sumamente importante para realizar una labor de fiscalización sobre las medidas implementadas y así asegurar su correcta implementación.(Jorge Acuña (Tecnológico de, 2002)

2.3. Marco Conceptual Referente al Impacto del Proyecto.

Una de las finalidades principales de este proyecto es la de la implementación de un modelo de atención que permita un funcionamiento más fluido ante la atención de las fallas en los equipos de los sistemas auxiliares críticos para CNFL.

Una definición adecuada del problema actual en la atención y contratación será el punto de partida para el correcto arranque de toda la línea del resolución y optimización de las labores que se realizan, derivado de esto, nos arrojará una imagen clara de la situación que se maneja actualmente.

La recolección de la información necesaria para el correcto análisis es de suma importancia para marcar correctamente el camino a seguir, inventario físico de las unidades de aire acondicionado existente, diagramas de flujo de los procesos actuales tanto de atención como de subcontratación, diagramas causa y efecto, mapa de valor, son solo algunos elementos de la ingeniería industrial que se pueden aprovechar para obtener la información necesaria para los pasos consiguientes.

Todos estos análisis siguiendo la metodología DMAIC para guiar el proceso de resolución de manera adecuada.

Los análisis pertinentes de la información recolectada permitirán realizar un enfoque práctico en la búsqueda de las mejores opciones para elevar el rendimiento del departamento, actualmente el rendimiento de este se valora en base a las cantidades de metas del plan anual que el PMI es capaz de cumplir, cada una de las metas lleva implícitas diferentes actividades de mantenimiento sobre los equipos seleccionados.

Todos estos métodos brindaran un panorama más claro de la problemática dentro del desarrollo actual de las labores y lo que es más importante, brindara una serie de soluciones dentro de las cuales se debe analizar con detalle las más convenientes para los intereses de la CNFL.

2.4. Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.

Dentro de algunos de los proyectos que se hacen referencia al tema tratado en el presente proyecto, dentro de los mismos podemos mencionar los siguientes:

- La modalidad según demanda:

Este trabajo nos habla de los alcances de esta modalidad de contratación en las empresas públicas en Costa Rica, dicho trabajo fue desarrollado por:

Irene Jiménez Fonseca

Carné Universitario: A32656

Andrés Sancho Simoneau

Carné Universitario: A34956

El trabajo fue desarrollado para la UNIVERSIDAD DE COSTA RICA SEDE RODRIGO FACIO, FACULTAD DE DERECHO en el año 2011.

Dentro del mismo se toca temas de suma importancia como los alcances legales de la implementación de sistemas de contratación sobre lineamientos establecidos.

La implementación de sistemas de mejora para los procesos, por sí sola no es una idea que se considere innovadora, más tratándose de procesos de producción industrial, sin embargo, cuando se habla de la industria de servicios las cosas son diferentes, las evaluaciones tradicionales no son funcionales en su totalidad, se les debe dar un enfoque diferente para obtener datos que puedan servir para los análisis pertinentes de los diferentes procesos.

A nivel de los departamentos de mantenimiento, los estándares de manejo de maquinaria, herramientas y personal se tienden a manejar buscando un tipo de reacción proactiva y no reactiva ante las diferentes fallas que se puedan presentar, los departamentos de mantenimiento de las diferentes instituciones, ya sean públicas o privadas siempre buscaran una mejora en el aprovechamiento al máximo de las horas hombre y las horas máquina para así elevar la productividad de la empresa.

Capítulo III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Metodología para la definición del problema.

Para el desarrollo del presente proyecto se manejará inicialmente una metodología basada en DMAIC, donde se definirá claramente el problema a tratar, realizar la captura de datos relevante que el proyecto como tal requiera para su respectivo análisis, todo esto nos ira arrojando información necesaria para trazar una ruta adecuada que busque la excelencia del proceso en estudio.

Las características del proyecto nos indican que se está manejando un análisis cualitativo (“Aquel que toma en cuenta la calidad, no la cantidad, es decir, la naturaleza de las cosas, no su acumulación en categorías.”), sin embargo, la investigación realizada nos da una orientación cuantitativa basado en la cantidad de datos reales que se estarán empleando en todos los análisis realizados a las diferentes fases del proceso.

Se manejaran fuentes de información primarias, que nos brindaran información de primera mano sobre el desarrollo actual del proceso y las limitantes que el plan propuesto puede encontrarse a lo largo de la implementación, dentro de estas fuentes tenemos el personal del Proceso de Mantenimiento de Infraestructura, jefaturas, personal técnico y clientes del proceso, de esta manera abarcaremos los temas con los expertos en el servicio y los equipos analizados y también con el cliente que recibe los servicios suministrados por el PMI, adicional a esto se tendrá un apoyo sustancial en las

normativas internacionales para el manejo de los centros de datos teniendo de esta manera el panorama completo del proceso.

Como apoyo sustancial del desarrollo de la definición del problema también se utiliza la matriz operacionalización de variables, misma que nos arroja un escenario sumamente acorde al escenario que se encuentra actualmente y las mejores maneras de atacar los problemas encontrados.

Mediante el desarrollo de la misma se nos facilita considerablemente la definición clara de los objetivos que se manejan en el presente documento, brindando panoramas claros de los puntos a tomar en cuenta para el adecuado desarrollo de las distintas actividades que se requieran.

Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables; Fuente: Elaboración propia.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ATENCIÓN QUE GARANTICE LA CONECTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ EN UN 98% ATENDIENDO CENTROS DE DATOS CRÍTICOS PARA LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO PARA LOS AÑOS 2021 Y 2022.							
OBJETIVO GENERAL: Establecer un sistema de planificación para la mejora y ejecución de los mantenimientos preventivos de los equipos auxiliares de los centros de datos críticos de CNFL de acuerdo a las necesidades de los equipos y reducir al mínimo las fallas no programadas para garantizar la conectividad de los mismos a mas del 98%.							
Descp.	N	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR (como se mide)	MÉTODO	HERRAMIENTAS
Cada Objetivo	1	Realizar una medición de la capacidad de atención instalada en el PMI mediante la aplicación de estudios de trabajo para así conocer el porcentaje de atención con que el departamento cuenta.	Tiempos de atención de las fallas.	El tiempo estándar es el patrón que mide el tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y una actitud promedio para el trabajo. Este se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estándar de tiempo.	Tiempo de duración para atención de averías o llamadas.	<ul style="list-style-type: none"> •Mapeo de Procesos. Para el estudio de tiempos correspondientes se utilizara el método de regreso a cero. •Elaboración de estudio de procesos de atención actuales. •Elaboración de entrevistas y obtención de datos por medio de la investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> Cronómetros, el ordinario y el de vuelta a cero. Tabla de tiempos Hoja de observaciones. Tabla electrónica de tiempos.
Cada Objetivo	2	Identificar el tipo y tamaño de la población que se atenderá mediante un estudio de manejo de activos para conocer el escenario total a intervenir.	Cantidad de sistemas auxiliares que serán atendidos.	Población estadística finita: Es aquella en la que el número de valores que la componen tiene un fin. Por ejemplo, la población estadística que nos indica la cantidad de árboles de una ciudad es finita. Es cierto que puede variar con el tiempo, pero en un instante determinado es finita.	Inventario total de los sistemas auxiliares instalados en la compañía.	Se establecerá una metodología ABC para el control del inventario con un completo de conteo cíclico.	<ul style="list-style-type: none"> •Lista de verificación de sistemas Auxiliares para control de existencias. •Entrevistas
Cada Objetivo	3	Analizar el estado general de los sistemas auxiliares de CNFL mediante la información recopilada para brindar un diagnóstico integral sobre las condiciones de operación de los sistemas.	Cantidad de sistemas auxiliares.	Consiste en un sistema mediante el cual se determinan las necesidades de mantenimiento o reparación de un equipo, comparando sus parámetros de funcionamiento con los establecidos por el fabricante o estándares pre- establecidos para esa área específica de operaciones.	<ul style="list-style-type: none"> •Mapas de procesos. •Normativa internacional para centros de datos. •Entrevistas y conclusiones del proceso. •Cuestionamientos e investigaciones de causa efecto •Datos relevantes al histórico y presente de la problemática presentada. 	<ul style="list-style-type: none"> •Mapeo de procesos. •Comparativa general de estado actual vs normativa vigente para centros de datos. •Elaboración de estudio de procesos •Elaboración de Procedimientos e Instrucciones de Trabajo. •Elaboración de entrevistas y obtención de datos por medio de la investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> •Estructura Documental. •Diagnostico General •Diagrama Ishikawa (Causa-Efecto) •Datos Históricos •Datos Actuales
Cada Objetivo	4	Diseñar un modelo de atención mediante un plan de mejora continua tomando como base el sistema TPM para así garantizar la conectividad de los centros de datos en mas del 98% anual que contemple	Tiempo de ejecución, costos económicos para implementación	Definición de actividades en función de tiempos, responsables, y recursos para completar el objetivo de manera integral.	Cantidad de tiempo fuera de línea de los nodos o centros de datos antes de la implementación y proyección de datos posterior la implementación.	Se toma como base el desarrollo de la metodología DMAIC, orientándola a los servicios de mantenimiento tanto preventivo, correctivo y predictivo para los sistemas auxiliares.	<ul style="list-style-type: none"> •Value Stream Mapping •Diagrama de Gantt •TPM
Cada Objetivo	5	Implementar medidas de control y monitoreo de para los centros de datos mediante sistemas instalados y software de atención para garantizar que el porcentaje de conectividad se mantenga.	Capacidad de control.	Capacidad del PMI para controlar el estado de los centros de datos, sus condiciones en climatización, eléctricas y monitoreo en tiempo real de condiciones de operación.	<ul style="list-style-type: none"> •Cantidad de reportes o fallos detectados, rutinas de mantenimiento o check list para verificar condiciones. •Estadísticas de fallas post implementación 	<ul style="list-style-type: none"> •Control programado de revisión de puntos de control. •Elaboración de controles pos-proceso, alarmas de condiciones incorrectas. •Elaboración de un análisis costo-beneficio. 	<ul style="list-style-type: none"> •Programa de monitoreo y control de actividades •Matriz RASCI •Kanban •Metodología 5 S

Como fuentes secundarias de información se contemplan las boletas de trabajo implementadas en el Proceso, tablas de información, registros de información de CNFL (historiales de atención, registros de compras etc.)

Tabla 3. Metodología utilizada. Fuente basado en información; Fuente (Krajewski et al., 2018)

Metodología DMAIC				
Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
Se define	Se	Se debe,	Las guías a	El control
claramente la	establecen	basándose en un	seguir para la	pos-implementación
cantidad de	parámetros	análisis	mejora dentro del	es de suma
equipos a	para medir el	cuantitativo de	proceso deben ser	importancia, para
abarcar dentro	desempeño del	los datos,	debidamente	ello se
del proceso así	proceso actual,	vislumbrar las	implementadas,	desarrollarán fichas
como el	permitiendo	oportunidades de	sustituyendo el	de revisión,
principal	obtener la	mejora que el	proceso anterior,	auditorías al
problema que	información	proceso presenta	de esta manera se	proceso que
estos pueden	necesaria para	en cada una de	lograra desarrollar	verifique la
representar para	un correcto	las etapas	un sistema que	continuidad del
CNFL	análisis de la situación.		permita la correcta atención de las fallas.	proceso implementado.

3.2. Metodologías para medición y respaldo cualitativo del proyecto.

Los datos que se recolectan tiene el respaldo en las informaciones obtenidas del control interno que se lleva por parte de CNFL, el desarrollo de diagramas de flujo del proceso, así como de información recolectada en recorridos físicos en las diferentes instalaciones de la empresa, inventario físico de unidades, ubicaciones, estado.

La correcta interpretación de los datos que se extraen del proceso actual, deben de servir de base para el análisis de la información y brindarnos un panorama más claro para la toma de decisiones, la definición de la muestra mínima para el desarrollo de los análisis respectivos es de suma importancia, el uso de diagramas de flujo para los diferentes procesos que se llevan a cabo en el PMI será de suma importancia para la medición de los tiempos de ejecución actuales de cada uno de ellos, de igual forma el registro de la tendencia sobre los reportes recibidos arrojará datos relevantes sobre la clase de trabajos solicitados.

3.3. Metodología para la implementación del proyecto.

El cumplimiento de los objetivos establecidos en el presente proyecto implica trabajos de campo, como el levantamiento de la cantidad de unidades críticas a atender, identificar sus principales características, diagramas de flujo del proceso actual de atención y diagramas de control para el proceso actual

que nos brinden una buena perspectiva de la situación a la que se enfrenta la administración para de esta manera poder orientarla hacia un mejor camino.

Con la elaboración del proyecto se tendrá acceso a una base de datos completamente actualizada de los equipos, brindado las líneas a seguir en la consecución de un adecuado manejo de estos activos, buscando siempre la excelencia y una eficiencia sumamente alta de cada una de las unidades.

Para tener la información requerida para el análisis respectivo se requiere de las siguientes actividades:

- Levantamiento físico de las unidades de estudio.
- Medición de los tiempos requeridos para las diferentes contrataciones que se realicen por el PMI, ya sean proyectos o trabajos de atención primaria (de uno o dos días para su conclusión).
- Medición de los tiempos de ejecución de las labores de mantenimiento (para temas de planeación y proyecciones de tiempos)
- Análisis de impacto de activos en funcionamiento de CNFL (base de metodología ABC para costos)

La implementación del proyecto tiene como finalidad elevar el porcentaje de disponibilidad para cada uno de los equipos, por el impacto a la conectividad

la implementación del método propuesto debe de garantizar siempre una conectividad constante, para ello una de las mejores opciones es el manejo del proyecto por etapas, las mismas estarán marcadas por las aprobaciones de los presupuestos pertinentes para cada una de las áreas.

3.4. Metodología para la propuesta de mejora, puesta en marcha para el servicio requerido.

Dentro de las implicaciones que se manejan en las empresas públicas para la ejecución de proyectos, una parte muy importante es la planificación, al requerirse de muchas firmas para la aprobación en firme de cualquier proyecto, el mismo debe de ser planeado con sumo detalle, por ello este punto toma una importante relevancia en la puesta en marcha del proyecto.

Mediante la información que se recolecte durante el desarrollo de las diferentes tareas que esta iniciativa contempla se lograra identificar con claridad la importancia de cada uno de los equipos críticos para el funcionamiento de CNFL, basados en la clasificación ABC, de igual forma los diagramas de flujos para la situación actual y la propuesta serán de suma importancia para visualizar adecuadamente las diferentes realidades del proceso, con el diagrama de Pareto podremos observar el impacto que tiene cada una de las tareas en la consecución del cumplimiento de las metas, de igual manera con diagramas causa y efecto podemos clarificar los principales síntomas a atacar con el diagrama de Pareto.

En la parte propiamente del control, los diagramas de Gantt, diagramas RASCI, fichas de los equipos, colaboraran a la manutención del proceso establecido, manteniendo los estándares necesarios para la debida reducción de los tiempos de adjudicación, contratación y ejecución para cada una del proceso.

3.5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.

Para el presente proyecto se utilizaran las boletas de trabajo implementadas por el Proceso de Mantenimiento de Infraestructura, de igual manera los reportes de forma electrónica, se dará un uso importante a las boletas de servicio suministradas por las empresas proveedoras de servicio como evidencia, la implementación de diagramas de Gantt será relevante para cerrar los ciclos de cada una de las aristas de los planes de mantenimiento estipulados dentro de la planeación anual por parte del PMI.

De igual forma las verificaciones en sitio para el aseguramiento de la calidad de los trabajos brindados son de suma importancia para el cumplimiento de las metas y la validación del proceso propuesto para el departamento.

**Capítulo IV. LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE
CAUSAS.**

4.1. Descripción de situación actual.

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) es una empresa pública orientada al suministro de energía eléctrica a toda la Gran Área Metropolitana (GAM), es por ello que la demanda en los servicios es constante, es por ello que la calidad en el servicio que se brinde debe estar presente en cada una de las etapas de la energía, empezando con la generación, luego la respectiva distribución y culminando con la comercialización de la energía consumida por los abonados de CNFL.

Dentro de todo el engranaje de procesos que se entrelazan para dar continuidad al negocio de CNFL, los sistemas informáticos juegan un papel de enlace y control con presencia en todas las etapas del desarrollo de las labores diarias para los empleados y abonados, por ello es de suma importancia que dichos sistemas y equipos informáticos cuenten con el respectivo respaldo para garantizar su continuo funcionamiento, para esto se encuentran los sistemas auxiliares.

Para la atención de los sistemas auxiliares críticos para CNFL, actualmente no se cuenta con un equipo de respuesta lo suficientemente robusto para responder adecuadamente a los posibles fallos que se puedan presentar, para ellos solo se cuenta con el PMI, sin embargo, los horarios de trabajo manejados son de 7:00 am a 4:36 pm, de lunes a viernes, y dentro de estos lapsos se deben de atender los diferentes emplazamientos de CNFL.

Adicional al tema de horario la cantidad de equipos que requieren de la atención es alta, se tiene como dato preliminar una cantidad de 166 centros de datos a los cuales se les debe de brindar la atención adecuada y garantizar que los mismos no salgan de operación.

Actualmente las labores que se realizan para cada uno de los equipos son de manera muy reactiva, esto quiere decir que los equipos de respuesta se desplazan a los centros de datos según las fallas que presenten, en vista de este escenario los reportes son constantes y se pierde tiempo valioso en la atención inicial de los mismos que resulta sumamente valioso para los intereses de CFNL.

Dentro de las metas actuales se contempla la atención de situaciones críticas, sin embargo esto no es el ideal de atención que un departamento de mantenimiento debe tener, tomando como referencia los reportes de solicitudes de trabajos que se utilizan en el departamento se logra tener un panorama de los niveles de atención que se han presentado en los centros de datos, la información recobrada de estos reporte es de suma importancia para cuantificar adecuadamente las atenciones brindadas por el departamento, así como el tipo de falla presentado.

Para CNFL el grado de confiabilidad con el que se cuente en cada uno de los sistemas auxiliares instalados es importante para poder garantizar el correcto funcionamiento de los equipos instalados en el centro de datos, por lo

que la efectividad en las intervenciones es de suma importancia para reducir los paros no programados al mínimo y de esta manera evitar fallos en los sistemas generales, los cuales dependen de ambientes controlados para su correcta operación.

Para la correcta visualización del panorama que se presenta actualmente en la CNFL, es necesario realizar una radiografía integral al escenario que se está presentando, para ello se debe de tener sumamente claro el accionar actual ante diferentes circunstancias que el departamento de mantenimiento enfrente y tener clara la capacidad actual de la compañía para la atención de estos importantes sistemas, en base a esto se contempla el análisis de los siguientes procesos:

4.1.1. Proceso de atención actual.

La línea de trabajo marcada actualmente se inicia con la solicitud formal de los trabajos por parte de los clientes internos, en casos específicos el proceso arranca de manera automática dependiendo de la programación preestablecida, sin embargo, modo de operación predominante es el arranque por medio de los reportes por parte de los clientes.

Como se detalla en el siguiente diagrama de flujo, los procesos llevan una serie de aprobaciones para que la solicitud sea debidamente respondida, estas aprobaciones tienen que ser brindadas por los jefes de proceso, sin la

aprobación respectiva las solicitudes no son iniciadas, esto se comenzó a implementar para reducir el número de órdenes de trabajo sin aprobación que llegaban al departamento, las mismas abarcan áreas tanto de mera aprobación como temas más serios como el presupuesto que dicho trabajo pueda conllevar, en casos específicos los presupuestos son considerables, llegando a costar más de medio millón de colones para devolver el sistema a su modo normal de operación.

Los reportes son recibidos por los encargados del PMI, en este caso la jefatura, la asistente quienes distribuyen los reportes hacia los jefes de cuadrilla para su respectivo análisis.

Dentro del análisis correspondiente se define la ruta más óptima en cada uno de los casos, inicialmente se debe de valora el nivel de complejidad que los trabajos puedan requerir, de esta manera se realiza una medición de la capacidad del técnico a cargo de la labor en ese momento, si la labor se puede realizar con personal interno se procede con el trabajo, si el trabajo se sale de las manos se debe de iniciar los trámites para una subcontratación, en este caso los jefes de cuadrilla se encargan de los procedimientos adecuados para la consecución de las mismas.

La ejecución de las labores, ya sean con personal propio o con personal subcontratado, deben de seguir lineamientos específicos en materia de salud y seguridad ocupacional y normativas ambientales vigentes en CNFL; una vez

finalizadas las labores los inspectores (en este caso los jefes de cuadrillas) deben de brindar la aprobación respectiva para los trabajos realizados.

Es importante que la supervisión realizada se ejecutada adecuadamente para así evitar reprocesos que retrasen la ejecución de las labores.

Es importante recalcar que para el caso de los sistemas auxiliares las atenciones brindadas son realizadas de manera inmediata por el personal del PMI disponible, para el caso de los trabajos más complejos la atención debe llevar el proceso que así se requiera.

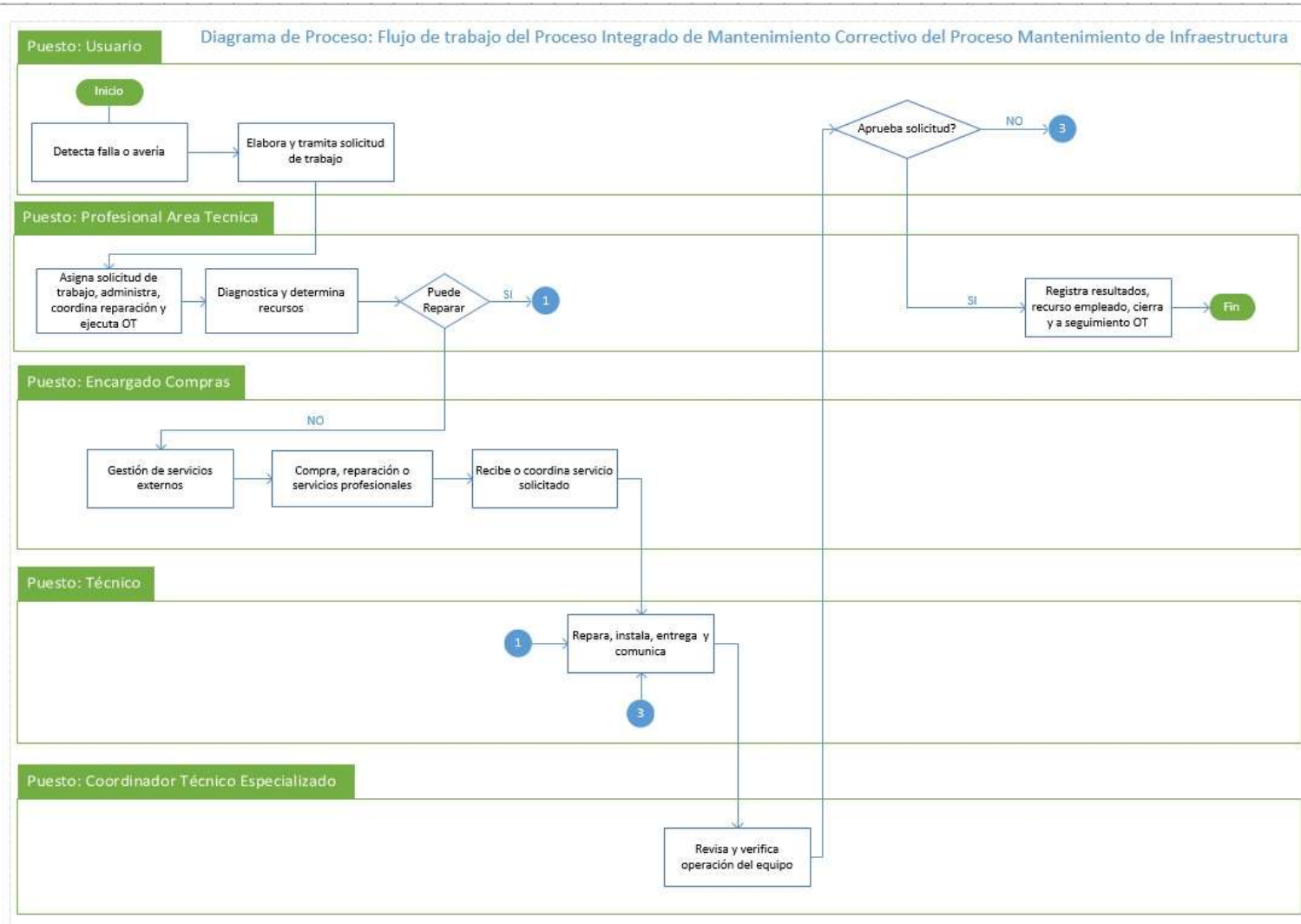


Figura 6. Diagrama de flujo de trabajo. Fuente PMAF CNFL

4.1.2. Proceso de contratación actual.

Para los procesos actuales de contratación que CNFL requiera implementar, esto sin importar si son trabajos de mantenimiento preventivo o correctivo, se desarrollan pasos puntuales para cada uno de los casos de forma detallada, de igual forma se deben de obtener aprobaciones respectivas para las contrataciones siguiendo los lineamientos estipulados en la ley de contratación administrativa vigente en Costa Rica, estos procedimientos no pueden ser violentados en ninguna de sus etapas.

El proceso adecuado para el desarrollo del modelo de contratación actual implica desde la etapa del desarrollo de las especificaciones técnicas respectivas, donde se debe de incluir una etapa de presupuestario respaldada por ofertas formales de proveedores hasta las aprobaciones respectivas para cada uno de los proyectos, todos estos pasos demandan una cantidad considerable de tiempo para su correcto desarrollo.

Actualmente la atención de las fallas que se está atendiendo se manejan un 75% mediante contratación externa, donde las especificaciones que se realicen tienen un papel muy importante en la correcta ejecución de las labores o servicios que se desee contratar, en el siguiente diagrama de flujo se logra apreciar con detalle cada uno de los pasos que se desarrollan actualmente, tomando en cuenta las diferentes rutas de aprobación que el proyecto puede contemplar.

Es importante recalcar que este tipo de lineamiento se puede aplicar tanto para la adquisición de nuevos sistemas como para la contratación de servicios de mano de obra.

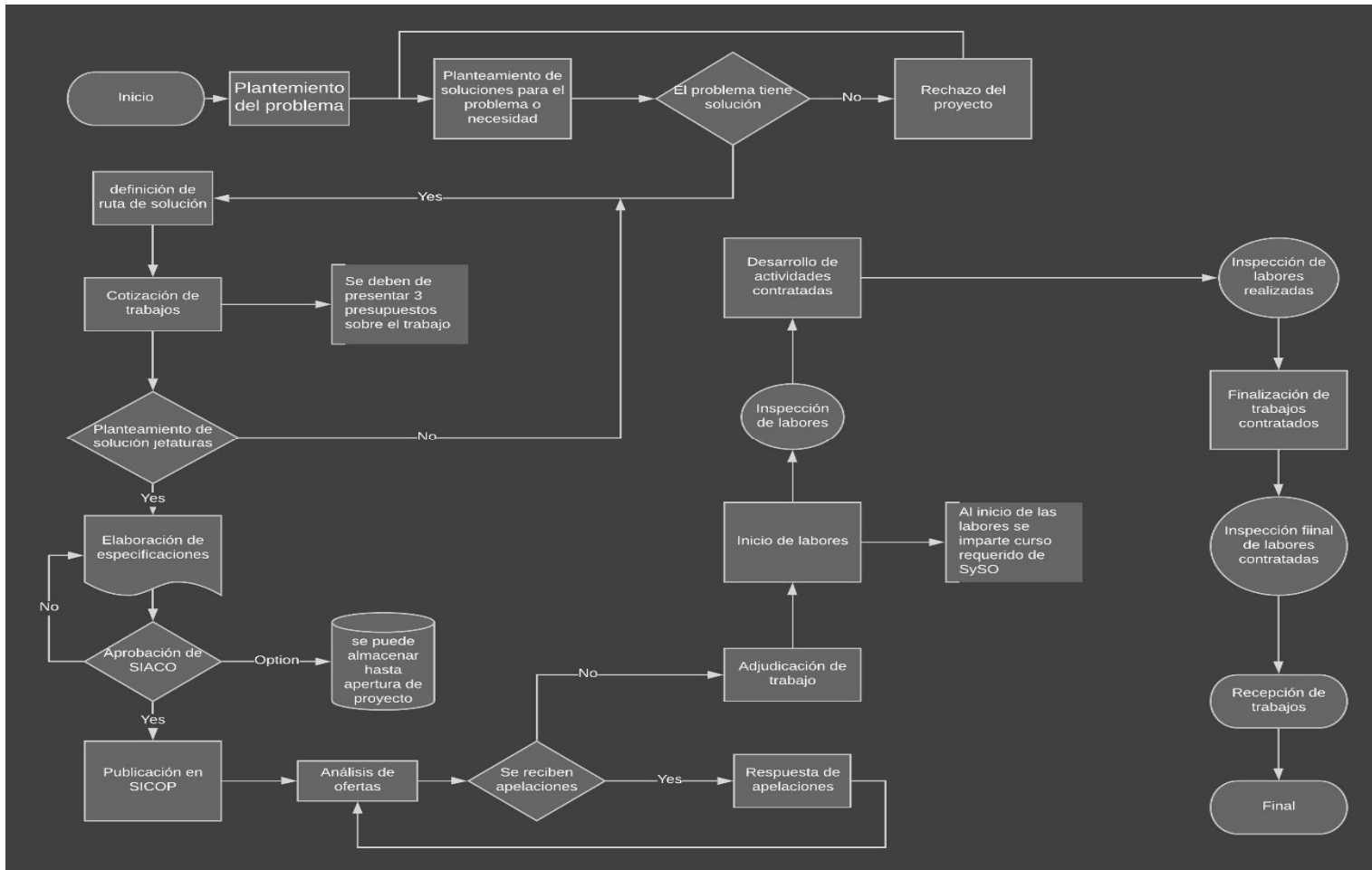


Figura 7. Diagrama de flujo proceso actual de contratación de servicios de mantenimientos preventivos o correctivos. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Tiempos promedio de atención para contrataciones de servicios. Fuente: Elaboración propia.

Actividad	Importancia	Duración aproximada	Duración máxima
Planteamiento de soluciones	Alta	5 horas	1 mes
Cotización de trabajos	Alta	1 día	1 mes
Elaboración de SIACO	Alta	5 días	1 mes
Publicación en SICOP	Alta	5 días	15 días
Recepción de ofertas	Alta	5 días	15 días
Adjudicación de labores	Alta	15 días	15 días
Ejecución de labores	Alta	15 días	2 meses
Recepción de trabajos	Alta	1 día	5 días
Tiempos totales aproximados		57	200

Los procesos de contratación que se manejan según se detalla en la tabla 4, manejan tiempos para la conclusión de los proyectos mínimos de 57 días (2 meses), dentro de estos tiempos se contemplan todos los procedimientos implicados en la elaboración de SIACOS, proyectos de contratación que sobrepasan los 500 000, 00 colones, sin embargo, estos tiempos corresponden donde los tiempos de ejecución se desarrollan de manera continua, tomando como referencia situaciones donde los distintos factores implicados, tales como:

- Disponibilidad de personal.
- Disponibilidad de repuestos o equipos solicitados.
- Retrasos en fechas de entrega.
- Análisis requeridos para la adecuada contratación.

Todas las fases del desarrollo de la contratación pueden alargarse de manera sustancial, llegando hasta 200 días en escenario más prolongado.

4.1.3. Equipos actuales.

Es de suma importancia que se tenga una referencia real de la cantidad de equipos o sistemas con los que se estará trabajando, esto tomando en cuenta los niveles de atención que se manejan actualmente para los distintos centros de datos no es el mismo, dicha categorización se realiza en conjunto con el departamento de Infocomunicaciones, definiendo el grado de importancia según el impacto que la ausencia de ese centro de datos

produzcan en el desempeño de las tareas regulares de CNFL, esto se puede analizar tomando como base la metodología de manejo de inventarios según el método ABC donde se obtendrán datos importantes para el correcto diagnóstico, tales como:

Estado

Ubicación.

Tipo de sistemas instalados en el centro de datos.

La categorización de los sistemas responde al nivel de importancia en la transferencia de datos que cada centro maneje, la misma fue indicada por el Proceso de Infocomunicaciones en reuniones llevadas a cabo en el mes de julio de 2020, donde se expusieron los alcances de cada uno de estos centros, los detalles pertinentes de esta categorización se ven en mayor detalle en la tabla número 5, estos datos responden a un análisis del impacto que genera cada una de las unidades en caso de falla directamente al funcionamiento de CNFL, según el siguiente criterio:

Tabla 5. Niveles de categorización de centros de datos; Fuente: Consenso desarrollado PMI-Infocomunicaciones CNFL.

TIPO DE NODO	DESCRIPCION	
1	CORE	
2	Distribución	
3	Acceso	
NOTA:	Todos los nodos son importantes para la continuidad de los servicios de la empresa.	
PRIORIDAD	SLA	IMPACTO
1	2 horas máximo	Alto, afecta en mayor escala la operación de la Empresa
2	4 horas	Medio, afectación media en la operación de la empresa
3	8 horas	Bajo, afectación baja en la operación de la empresa

La sectorización reflejada en el la tabla, nos da un escenario en el que los nodos o centros de datos tipo 1:1 toman la mayor importancia, convirtiéndose en nodos o centros de datos tipo Core (núcleo), donde un fallo de esto impactaría fuertemente la continuidad del negocio para CNFL, reflejándose en impactos de índole económico, los centros de datos categorizados 2:1, 2:2, 2:3 tienen un alto grado de importancia, sin embargo ante una eventual falla el impacto de estos sería sectorizado, de igual manera conllevaría pérdidas económicas (muy ligadas a dejar de prestar el servicio o

dejar de facturar los mismos), la categorización 3:1,3:2 y 3:3 corresponde a centros de distribución de datos, donde una falla solo implica la salida de sectores operacionales de la Compañía.

4.1.3.1. **Recolección de datos.**

Dentro de la recolección de datos realizada se toma una importante fuente de ellos en el control interno de las labores realizadas por el PMI, para

Para la correcta orientación de las labores a realizar, se debe de establecer una base sustancial de datos, los cuales se deben buscar o recolectar de manera oportuna orientados en la línea de trabajo que los centros de datos manejan, deben de seguir una serie de pasos para la adecuada resolución de los problemas detectados basados en la metodología escogida para este fin, de ahí la importancia de la fiabilidad de los datos recabados.

El uso de las herramientas adecuadas nos brindara una mejor y más clara perspectiva de cómo se están desarrollando los procesos actualmente, dándonos información sumamente útil para esclarecer el escenario que se tiene actualmente y en paralelo brindando un vistazo a la capacidad actual del PMI para la atención de los problemas o fallas que se detecten.

Es importante definir también los niveles de calidad que el proceso actual maneja, dado que en este caso el muestreo es del 100%, los cambios que se apliquen deben ir orientados a la búsqueda constante de la mejora continua en el modelo de atención de los centros de datos.

4.1.3.2. ***Cuál es la muestra que se debe de utilizar para interpretación de trabajos realizados.***

Para tener un panorama más claro en la atención que se brinda a los sistemas auxiliares se toma como referencia los reportes recibidos por el PMI en referencia a la atención de sistemas críticos para CNFL, se tiene como referencia la cantidad de atenciones que se han recibido en los periodos desde el 2019 al 2020, esto para tener una referencia tanto de la cantidad de trabajos realizados como del tipo, por ello es importante conocer el tamaño de muestra o el mínimo de documentos que se deben de analizar para obtener datos cuantificables para aplicar en el análisis que se realice a los documentos o trabajos realizados en los dos años que se tomaran para la verificación de los trabajos del PMI

La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde,

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

P = probabilidad de éxito o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

Parámetro	Insertar Valor
N	202
Z (80%)	1.280
P	50.00%
Q	50.00%
e	3.00%

Los parámetros seleccionados responden a una interpretación de un nivel de confianza del 80%, con margen de error del 3%, por el tipo de datos que se van a analizar este nivel de confianza es suficiente para recapitular la información necesaria para establecer los lineamientos que el estudio necesita, al no tener parámetros anteriores de estudios similares P y Q se manejaran en el 50%.

Tamaño de muestra	
"n" =	140.12 (141)

Con base en el dato de la muestra necesaria podemos recalcar que el mínimo de reportes que se deben de valorar para obtener datos sustanciales para el análisis de la situación en referencia al tipo de fallas más recurrentes que se reciben es de 141 reportes, para los siguientes apartados del presente documento.

4.2. Descripción del PMI (Proceso de Mantenimiento de Infraestructura).

El departamento de mantenimiento de Infraestructura es el encargado de supervisar e ejecutar las labores de mantenimiento y reparación de equipos, para ello se vale de distintos medios para cumplir con las directrices necesarias y así garantizar el correcto funcionamiento de las unidades de aires acondicionados y las edificaciones en general.

4.2.1. Orden de trabajo.

Actualmente las labores se calendarizan mediante la confección de una orden de trabajo, dicho documento tiene el código denominado F-10, mismo asignado por parte de CNFL, dentro del documento se incluyen los pormenores de los trabajos que se desean realizar, sin embargo, no se logra profundizar

mucho en la causa de cada uno de los problemas provocando desinformación en los técnicos que realizan la atención de las fallas.

COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ, S.A.			
SOLICITUD DE TRABAJO			
F-010			
Fecha:	28/3/2019 11:06	* Orden de trabajo N°:	
Para:	Mantenimiento de Edificios.		
Dependencia solicitante:	Sección Servicios Generales	Extensión:	5760
Código de dependencia:	3240	Cuenta SACP:	532520111201
Existencia:			
Prioridad:	Normal	<input type="checkbox"/>	Programable
		<input type="checkbox"/>	**Urgente
			<input checked="" type="checkbox"/>
	**Justifique el impacto que tiene el no acatar de manera urgente esta solicitud.		N/A.
Descripción del trabajo:			
Se necesita ,Instalar apagador para lámpara ,en area de supervisores del area de Servicios Generales. Carlos Araya y Randolph Batista. Y a la misma vez independizar la lampara, una para cada estación de trabajo.			
Rolando Zamora Miranda.		ROLANDO ZAMORA MIRANDA (FIRMA)	
Nombre y firma del Jefe solicitante		Nombre y firma del responsable de aprobar	
* Nota: En caso de no requerir el espacio *Orden de trabajo N°*, indicar N.A. (No Aplica) en el mismo.			
Fecha de modificación: 09/11/2011. Rev. 3			

Figura 8.Boleta de solicitud de trabajos al PMI. Fuente: Proceso Mantenimiento de Infraestructura

4.2.2. Personal Técnico.

Las labores de mantenimiento se realizaban de manera paulatina, así como la atención de las diferentes fallas que se presente en el día a día, sin embargo el personal de las empresas públicas se ha ido disminuyendo

paulatinamente, esto se ha visto reflejado en el limitado personal disponible para la atención de las diferentes fallas que se reportan todos los días, actualmente solo se cuenta con dos técnicos titulados para el área de aires acondicionados y de tres técnicos para la parte eléctrica que trabajan para el departamento, es claro que este pequeño personal no es capaz de hacer frente a las gran cantidad de equipos con los que cuenta la empresa.

Esta afirmación se respalda en los estudios realizados en la medición de los tiempos de atención de que conlleva el hacer frente a labores cotidianas del proceso (ver punto 4.6), tales como:

En el caso de sistemas electromecánicos.

- Mantenimiento de redes eléctricas.
- Calibración de protecciones.
- Instalaciones menores (cambio de toma corrientes apagadores)
- Mediciones de calidad de la energía.
- Instalación o cambio de protecciones eléctricas

Para el caso de la atención a los sistemas de climatización:

- Mantenimiento de sistemas de aire acondicionado.
- Reparaciones menores (reparación de fugas de agua, ajustes de carga, cambio de componentes básicos)
- Reparaciones de fugas de refrigerantes.

- Cambios de elementos mayores (Compresores, motores condensador o evaporador)

Esta situación ha provocado la tercerización de los servicios con el fin de lograr atenderlos de manera correcta y efectiva, de manera tal que se garantice la calidad de los servicios que se brindan, ya sea de manera directa o mediante la subcontratación.

4.2.3. Tercerización de procesos.

En base a la cantidad de personal interno disponible, una de las tendencias que se ha estado adoptando recientemente es la tercerización de los procesos, dentro del cual el personal interno de la CNFL pasaría a convertirse en supervisores de obras, las cuales serían ejecutadas por parte de empresas subcontratadas.

Siempre se mantienen los estándares de operación presentes en cada una de las labores que se realizan a lo interno de la compañía para salvaguardar la calidad de los trabajos que se realicen.

La verificación de la calidad de los procesos es de suma importancia para salvaguardar la integridad de los equipos tratados en cada una de las visitas, ante la ausencia de estas supervisiones no se tendría certeza de la calidad de los trabajos realizados por cada una de las empresas que llegan a la subcontratación.

4.2.3.1. ***Tipos de trabajos realizados.***

Los métodos de subcontratación abarcan una gran cantidad de trabajos y líneas de acción para CNFL, desde la adquisición de equipos y suministros de servicios de mantenimiento y reparación donde la especificación de cada uno de los procesos es de suma importancia para que el proceso de contratación sea desarrollado de forma adecuada, verificando en detalle las especificaciones técnicas de cada uno de los artículos que se requieran.

También se da se da la contratación de los servicios para la ejecución de distintas labores, dentro de las cuales se incluyen los procesos de mantenimiento de sistemas electromecánicos, la reparación y algunos trabajos de reubicación de los equipos que así lo requieran, en estos casos se requiere que las supervisiones sean ejecutadas de manera minuciosa para así garantizar la correcta ejecución de los trabajos.

La calidad de atención que estas empresas brinden colabora directamente en la percepción que el personal de PMI tenga de ellas, y por consecuente influirá directamente en el número de llamadas que cada empresa reciba, es importante recalcar que la selección de las empresas que realizan labores por montos menores a 150 000.00 colones son seleccionadas directamente por el personal de mantenimiento del PMI.

4.3. Historial de atenciones.

Para tener un panorama más claro de la necesidad de atención se contemplan las atenciones realizadas en los sistemas auxiliares de CNFL, esto tomando en cuenta las atenciones desde el año 2019 hasta finales del año 2020.

Se toma como referencia también el desarrollo de entrevistas realizadas a los jefes de Plantas:

Modelo preguntas entrevista Gerentes de Plantas.

Marcela Méndez, Jefa Planta Balsa Inferior:

¿Conoce la importancia de los centros de datos para la operación de la Planta?

Le damos una importancia alta, ya que nos permiten analizar nuestras operaciones, dar seguimiento a variables críticas y poder analizar fallas.

¿Se cuenta con algún plan de atención en caso de fallas de los centros de datos?

Los centros de datos son parte del seguimiento en los planes de mantenimiento.

¿Tiene conocimiento de la capacidad instalada en el centro de datos?

No tengo el dato.

¿Cuál es la producción mínima que han registrado que recuerde?

Producciones del orden de los 70000 kwh diarios en época seca.

¿Cuál es la producción promedio de la Planta en Kilowatts?

En dato promedio es relativo a la época, con máximos de 600 000 kwh por día, en invierno.

Año	Generación en KWh	Promedio diario kwh
2015		
	81 583 770,00	223 517,178
2016		
	87 555 140,00	239 877,096
2017		
	96 335 220,00	263 932,11
2018		
	84 626 590,00	231 853,671
2019		
	69 527 530,00	190 486,384
2020		
	102 251 550,00	280 141,233

Tabla 6. Producción promedio Planta Balsa Inferior. Fuente: Entrevista Jefa de planta, 2021

¿Cuál es el fallo más crítico que ha presentado la Planta?

Considero que hay dos, el fallo de transformador elevador de la sub estación gis, que corresponde a nuestra salida. Y el problema eléctrico que presentan los rotores de las unidades que ha tenido que intervenir las tres unidades.

Gustavo Solís Soto, Jefa Planta Electrónica:

Modelo preguntas entrevista Gerentes de Plantas.

¿Conoce la importancia de los centros de datos para la operación de la Planta?

Si!

¿Se cuenta con algún plan de atención en caso de fallas de los centros de datos?

Se debería tener por lo sensible de la información.

¿Tiene conocimiento de la capacidad instalada en el centro de datos?

No

¿Cuál es la producción mínima que han registrado que recuerde? **Poco más de 19 000 MW/h**

¿Cuál es la producción promedio de la Planta en Kilowatts?

Poco más de 25 000 MW/h

¿Cuál es el fallo más crítico que ha presentado la Planta?

Daño en la Sobre presa, periodo 2017 durante la tormenta Nate

Tabla 7. Producción promedio de plantas Hidroeléctricas(Gigawatts). Fuente: Entrevistas gerentes de Plantas, Elaboración propia.

Producción de Plantas CNFL					
Año	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020
Balsa Inferior	87528	96335	84627	69528	99358
Belén	62701	63014	67031	59135	61203
Brasil	97044	118119	93982	85060	109049
Cote	13756	12082	14320	11758	10652
Daniel Gutiérrez	74492	77539	67387	59389	81156
El Encanto	50501	41479	29155	40453	46785
Electriona	26520	28082	24149	19018	23498
Río Segundo	3799	6056	5154	2666	3931
Valle Central	28623	28513	35734	30027	28516
Ventanas	6196	12648	13403	13157	21636
Total	451 160	483 867	434 942	390 191	485 784

Como resumen de las capacidades promedio de las plantas hidroeléctricas, se maneja una producción regular según se detalla en la tabla número 7, esto nos da un fuerte indicador de las consecuencias de una salida de línea por fallos en los sistemas de comunicación elevando la importancia de contar con un sistema de atención robusto y que responda de manera adecuada a cada una de las situaciones que se puedan presentar en los distintos emplazamientos.

Los costos implicados con este tipo de situaciones son realmente considerables y por ello debe dársele la importancia del caso, tomando como referencia la energía producida en el año 2020, se obtienen los siguientes datos:

Tabla 8. Comparativa costos de producción contra ganancias generadas. Fuente: Elaboración Propia.

Costos de producción					
Año	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020
Balsa Inferior	¢4 802 661 360,00	¢5 285 901 450,00	¢4 643 483 490,00	¢3 815 001 360,00	¢5 451 773 460,00
Belén	¢3 440 403 870,00	¢3 457 578 180,00	¢3 677 990 970,00	¢3 244 737 450,00	¢3 358 208 610,00
Brasil	¢5 324 804 280,00	¢6 481 189 530,00	¢5 156 792 340,00	¢4 667 242 200,00	¢5 983 518 630,00
Cote	¢754 791 720,00	¢662 939 340,00	¢785 738 400,00	¢645 161 460,00	¢584 475 240,00
Daniel Gutiérrez	¢4 087 376 040,00	¢4 254 564 930,00	¢3 697 524 690,00	¢3 258 674 430,00	¢4 453 029 720,00
El Encanto	¢2 770 989 870,00	¢2 275 952 730,00	¢1 599 734 850,00	¢2 219 656 110,00	¢2 567 092 950,00
Electriona	¢1 455 152 400,00	¢1 540 859 340,00	¢1 325 055 630,00	¢1 043 517 660,00	¢1 289 335 260,00
Río Segundo	¢208 451 130,00	¢332 292 720,00	¢282 799 980,00	¢146 283 420,00	¢215 693 970,00
Valle Central	¢1 570 544 010,00	¢1 564 508 310,00	¢1 960 724 580,00	¢1 647 581 490,00	¢1 564 672 920,00
Ventanas	¢339 974 520,00	¢693 995 760,00	¢735 422 610,00	¢721 924 590,00	¢1 187 167 320,00
Total	¢24 755 149 200,00	¢26 549 782 290,00	¢23 865 267 540,00	¢21 409 780 170,00	¢26 654 968 080,00
Ganancias Generadas.					
Año	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020
Balsa Inferior	¢8 886 717 840,00	¢9 780 892 550,00	¢8 592 179 310,00	¢7 059 177 840,00	¢10 087 817 740,00
Belén	¢6 366 032 530,00	¢6 397 811 420,00	¢6 805 657 430,00	¢6 003 976 550,00	¢6 213 940 590,00
Brasil	¢9 852 877 320,00	¢11 992 622 070,00	¢9 541 992 460,00	¢8 636 141 800,00	¢11 071 744 970,00
Cote	¢1 396 646 680,00	¢1 226 685 460,00	¢1 453 909 600,00	¢1 193 789 740,00	¢1 081 497 560,00
Daniel Gutiérrez	¢7 563 172 760,00	¢7 872 534 670,00	¢6 841 802 110,00	¢6 029 765 170,00	¢8 239 768 680,00
El Encanto	¢5 127 366 530,00	¢4 211 362 870,00	¢2 960 107 150,00	¢4 107 193 090,00	¢4 750 081 050,00
Electriona	¢2 692 575 600,00	¢2 851 165 460,00	¢2 451 847 970,00	¢1 930 897 540,00	¢2 385 751 940,00
Río Segundo	¢385 712 470,00	¢614 865 680,00	¢523 285 620,00	¢270 678 980,00	¢399 114 430,00
Valle Central	¢2 906 093 190,00	¢2 894 924 890,00	¢3 628 073 020,00	¢3 048 641 310,00	¢2 895 229 480,00
Ventanas	¢629 079 880,00	¢1 284 151 440,00	¢1 360 806 590,00	¢1 335 830 210,00	¢2 196 703 080,00
Total	¢45 806 274 800,00	¢49 127 016 510,00	¢44 159 661 260,00	¢39 616 092 230,00	¢49 321 649 520,00

Se logra apreciar en la tabla 8, los costos implicados en la producción de la energía eléctrica por las plantas de generación de CNFL, de igual forma se reflejan las ganancias que se obtienen, todos estos datos son tomando como

base la cantidad de gigawatts producidos desde el año 2016, y tomando como referencia los montos indicados por ARESEP para el cobro de tarifas eléctricas.

Costo de producción promedio ₡54,87

Precio de venta ₡101,53

Así mismo se obtiene que las consecuencias de las salidas de línea de cualquiera de las Plantas Hidroeléctricas de CNFL conlleva impactos económicos significativos los cuales se detallan a continuación.

Tabla 9. Costos implicados por salidas de operación de plantas hidroeléctricas; fuente: Elaboración propia.

Planta Hidroeléctrica	Costo por día fuera de línea	Costo/hora fuera de línea
Balsa Inferior	₡12 701 491,18	₡529 228,80
Belén	₡7 823 923,23	₡325 996,80
Brasil	₡13 940 346,14	₡580 847,76
Cote	₡1 361 704,99	₡56 737,71
Daniel Gutiérrez	₡10 374 627,29	₡432 276,14
El Encanto	₡5 980 789,32	₡249 199,55
Electriona	₡3 003 881,32	₡125 161,72
Río Segundo	₡502 521,81	₡20 938,41
Valle Central	₡3 645 360,44	₡151 890,02
Ventanas	₡2 765 851,40	₡115 243,81

Se logra apreciar en la tabla 9, el impacto económico que se tiene cuando alguno de los puntos mencionados deja de producir, con una hora fuera de línea el impacto para CNFL es grande, esto nos da una imagen de la importancia que tienen los Sistemas Auxiliares en la continuidad del negocio para la

Compañía, garantizando que las funciones se desarrollen de la manera adecuada, las comunicaciones entre puntos de control y ejecución se den en tiempo real, logrando mantener un control total en el funcionamiento de todos los elementos de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

4.4. Diagrama Ishikawa proceso de atención.

Dentro de la definición puntual de los problemas detectados se debe tener un panorama claro de las partes que deben ser tomadas en cuenta para la elaboración del proyecto, para ello tomamos como referencia el siguiente diagrama de Ishikawa, dentro del cual se pueden apreciar claramente los síntomas que nos van dando como resultado el problema en cuestión.

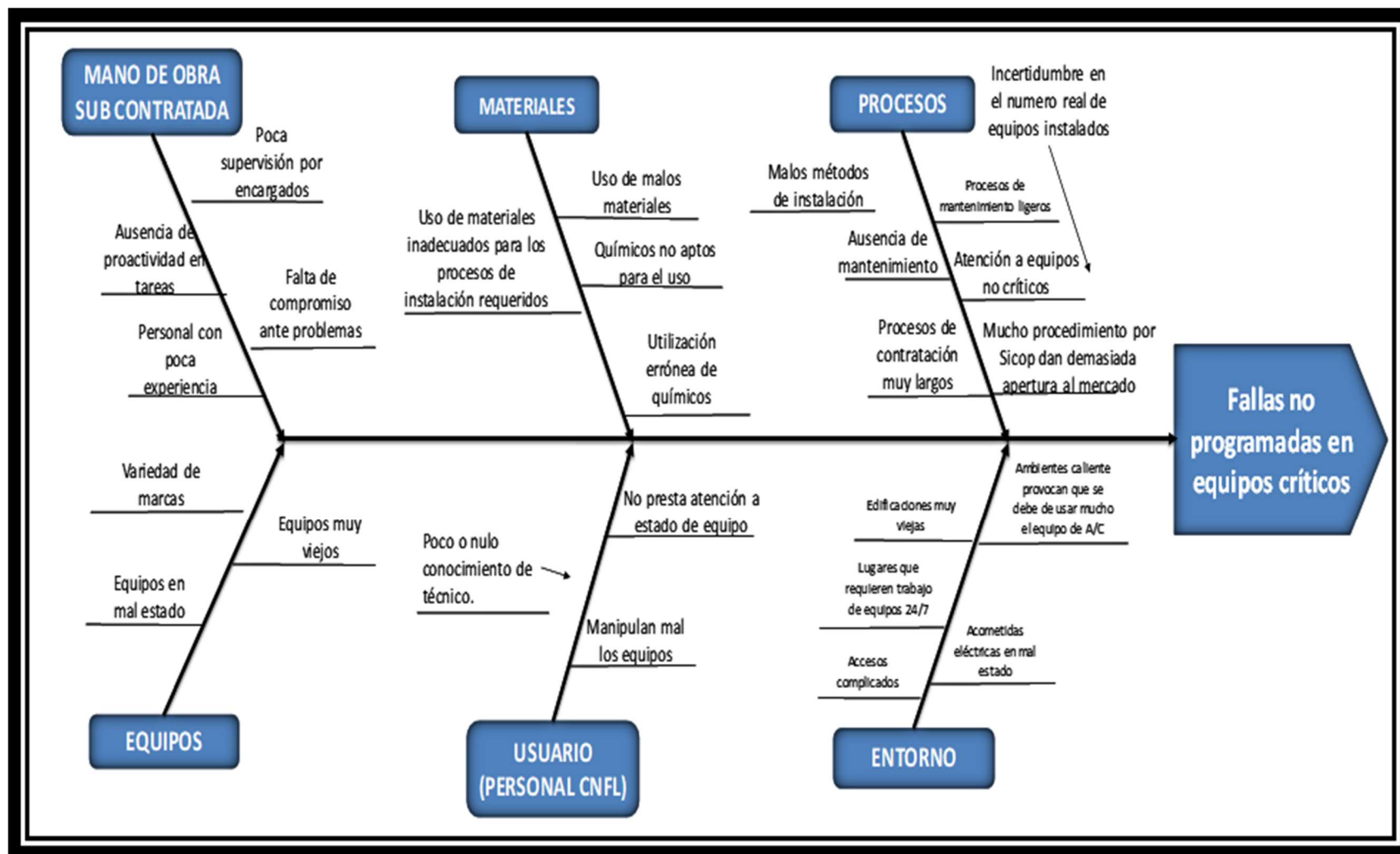


Figura 9. Diagrama Ishikawa fuente: Elaboración propia. 2021

En el grafico anterior se puede apreciar distintos elementos que colaboran para brindarnos el problema específico que se ataca en este proyecto, el cual conlleva un gran impacto en el desarrollo de las operaciones para CNFL, dentro de los síntomas que se presentan se tienen los siguientes:

4.4.1. Procesos.

a) Procesos de mantenimiento ligeros:

Se requiere de una supervisión muy cercana para asegurar el correcto desarrollo de los trabajos de mantenimiento de los sistemas, una supervisión de este tipo implica un recurso humano fijo velando por el correcto desarrollo de las actividades a realizar para un correcto mantenimiento preventivo (anexo 10.6), al ser procesos ligeros, no se llega a un desarme completo de las unidades, reduciendo considerablemente los tiempos de atención requeridos para cada equipo, sin embargo la calidad del trabajo se reduce enormemente al no poder llegar a componentes claves para el funcionamiento de los sistemas, por ejemplo, cojinetes, roles, turbinas, motores, protecciones, componentes eléctricos.

b) Ausencia de mantenimientos:

Si el punto anterior es importante, este genera más preocupación, la ausencia total de los procesos de mantenimiento dará pie a muchas y criticas fallas en los sistemas, donde la adecuada implementación de estos sencillamente evitaría la posibilidad de que esto pase, pero cuales son las

consecuencias de una ausencia de mantenimiento o una mala ejecución del mismo, para brindar una idea de esto se tienen los siguientes ejemplos.

- Fallas en sistema eléctrico; ante los escasos de un proceso adecuado de revisión constante, no hay forma de lograr apreciar el estado de los componentes electrónicos del sistema, dentro de los cuales se encuentran como principales las tarjetas electrónicas, las terminales, las resistencias, los sensores estado de las conexiones, UPS, Inversores, todas estas partes en caso de fallar ocasionan que el equipo falle y salga de funcionamiento.

- Fallas en sistema de enfriamiento; las mismas son fácilmente detectables en las revisiones preliminares que conlleva un adecuado proceso de mantenimiento, dentro de estas fallas se pueden apreciar los siguientes;
 - fallas en eficiencia de enfriamiento: esto puede darse por falta de refrigerante o por obstrucciones en el flujo de aire necesario, tanto en el evaporador como en el condensador, también es posible que las fallas se presenten en los sensores o receptores de información de aparato

- fallas en por flujo de aire o malos olores; esto se debe a obstrucciones en el evaporador, ya sea por basura o polvo o por bloque de hielo (congelamiento del serpentín).
- fallas de índole mecánico, como es el caso de esta categoría se pueden destacar las fallas donde este implícitamente relacionado componentes electro-mecánicos del sistema, tales como los motores, tanto del evaporador (motor de la turbina) como el del condensador (motor del ventilador), también entra el tema de un fallo en el compresor de refrigeración.
- Fallas en sistemas de drenaje de aguas de condensado; los equipos de refrigeración por su naturaleza presentan, en normal operación, la producción de agua de condensación, esto por el choque térmico del aire caliente con el serpentín a menor temperatura, producto de esta reacción se producen cantidades importantes de agua, la misma debe ser correctamente canalizada, de lo contrario puede ser causante de una serie de problemas bastante importantes, más tomando en cuenta que las evaporadoras se encuentran en el interior del edificio, en muchos casos sobre equipos de cómputo o paneles de control, los cuales no deben tener contacto con el agua, ante la falta de mantenimiento los drenajes pueden obstruirse y así ocasionar que las bandejas de recolección de agua se saturen y envíen el

líquido por cualquier otra parte menos la indicada; acá también se tiene la posibilidad de encontrar asistentes automáticos de bombeo, o bombas auxiliares de condensado, las cuales tienen la función de expulsar el agua de condensado en caso de no disponer de alguna vía de descarga por gravedad, estos componentes de igual forma se obstruyen y pueden dañarse, las visitas de mantenimiento son ideales para garantizar el correcto funcionamiento de estos componentes del sistema.

Dentro de las tareas de mantenimiento, una diligente forma de actuar colaborara a elevar la vida útil de los equipos y evitara fallas o paros por situaciones relativamente sencillas de evitar, es importante que los encargados de estas labores tengan claras las consecuencias de la negligencia en sus labores.

c) Métodos de instalación inadecuados;

Si desde el inicio de la vida útil del equipo, la instalación se realizó de manera inadecuada, es un hecho que el comportamiento del sistema será ineficiente, es importante tomar con sumo cuidado los proceso de instalación desde sus inicios, en el caso de un sistema de refrigeración o aire acondicionado, un evaporador mal instalado no drenara correctamente, un drenaje mal puesto no cumplirá la función para la cual fue instalado, de igual forma si las tuberías de refrigeración no se les realiza el correcto manejo,

existen muchas posibilidades que el sistema presente fugas de refrigerante que no le permitirían trabajar adecuadamente o del todo dañar el equipo.

Cuando hablamos de sistemas eléctricos, Inversores, UPS, Traslaciones, el proceso de instalación de cada uno de ellos será la garantía de la continuidad del servicio eléctrico en el centro de datos, una instalación inadecuada puede darse en la distribución de las tuberías EMT, dimensionamiento de las protecciones requeridas, calidad de los componentes, donde el resultado final siempre será la interrupción del servicio eléctrico y por consecuencia la salida de funcionamiento de operación del centro de datos; es por ello que las credenciales del instalador deben ser estrictamente verificadas, así como la experiencia del mismo para así garantizar un trabajo de calidad desde el inicio.

d) Procesos de contratación de servicios muy largos;

Si bien es cierto los procesos de contratación pública se idearon para buscar la transparencia en el uso de los fondos públicos, también es un hecho que los lineamientos que dentro de la ley de contratación administrativa hacen sumamente largo los procesos de adquisición ya sea de equipos o de servicios, en el caso del presente proyecto, el mismo se centra en el manejo de este recurso para la contratación de los servicios de mantenimiento de los equipos y la atención de las fallas que se puedan presentar, lo malo en este caso es que en muchas acciones estos procedimientos pueden prolongarse en un mes

aproximadamente en el mejor de los escenarios, a esto hay que añadirle el hecho de que este no es el único procedimiento que se debe de realizar, son muchos lo que se traduce en mucho tiempo de espera para atender un procedimiento que puede ser tramitado de forma más expedita.

e) Atención a equipos no críticos;

Una parte importante en el desarrollo de los procedimientos necesarios, es el de focalizar los medios en los equipos de acuerdo a la criticidad o categoría de los equipos, esta labor es algo que se encuentra como tarea pendiente, el desarrollo de un escenario real de los equipos de aire acondicionado de CNFL es de suma importancia, se debe de conocer la cantidad de equipos con los que se va a trabajar para así obtener un camino claro de cómo se deben de atender y la prioridad que se debe de manejar para la atención de los mismos.

4.4.2. Materiales.

En cuanto al escenario referente a los materiales se presenta panorama muy relacionado con los procesos de atención de los equipos, analizando punto por punto se nos presenta el siguiente panorama:

- a) Uso de materiales inadecuados para los procesos de instalación requeridos; sumado a la importancia del mantenimiento como tal, se le debe de dar una importancia grande a los materiales que se estarán empleando para la ejecución de estas labores, materiales deficientes

proveerán servicios e instalaciones deficientes, esto no se puede pasar por alto, desde el comienzo las cosas deben ser apegadas a la calidad requerida.

- b) Los materiales o químicos inadecuados para los procesos de mantenimiento harán que los mismos no cumplan con los requerimientos que este tipo de labores requieren, es importante seleccionar los químicos adecuados para los trabajos, estos son una herramienta sumamente eficaz en la consecución de trabajos de calidad en el acabado final del proceso.

4.4.3. Mano de obra subcontratada.

Para el panorama de la mano de obra subcontratada, se dan situaciones muy particulares, en muchas circunstancias esta medida sería la solución a una serie de problemas que las empresas acarrear, sin embargo, sin la metodología adecuada esto puede ser un gran problema, dentro de los puntos en los que hay que tener importante cuidado se destacan los siguientes;

- a) Poca supervisión de los encargados del personal, ante esta situación los empleados son libres de realizar las labores a conveniencia propia, propiciando la ejecución de labores flojas o de poco peso, solamente para salir del paso y no buscando un trabajo de calidad.
- b) Falta compromiso por parte de los empleados, lo que se refleja en la calidad el trabajo realizado, sin compromiso sencillamente no hay la

vocación de hacer un buen trabajo, se aprovecha la primera oportunidad para hacer menos.

- c) A la falta de compromiso se le debe de añadir la falta de proactividad, la negligencia es escenario recurrente en estos casos, donde florece el empleado vago y de poco apoyo real para la organización que provee el servicio y por default a la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.
- d) Personal con poca experiencia, es un reflejo muy constante la presencia de empleados que no cuentan con la experiencia adecuada, lo que se refleja en la calidad de los trabajos recibidos.

4.4.4. Equipos.

En el escenario de los equipos que se encuentran instalados se tiene un panorama bastante complejo, en el término de que la gama de marcas, y tipos de equipos es sumamente variada, esto no permite una estandarización real del proceso.

Actualmente y gracias al levantamiento puntual de cada uno de los sitios se tiene el siguiente escenario de centros de datos instalados en la compañía:

Tabla 10. Distribución de Centros de Datos de CNFL. Fuente; Elaboración propia, levantamiento físico realizado.

SITIO	TIPO DE NODO	PRIORIDAD	NODO	LOCALIZACIÓN
Calle 21 (7 Nodos)	2	1	Nodo 1 Principal	Frente a la fuente del Plantel Calle 21
	2	1	Nodo 2 Principal	Contiguo a sala operadores
	1	1	Nodo 3 Sala computo	Dentro sala de servidores
	3	3	Nodo 4 Central Telefónica	Central Telefónica
	3	3	Dirección Ambiental	Comedor Dirección Ambiental
	3	3	Soporte infraestructura	Contiguo Proceso Dotación y Soporte de Infraestructura
	3	3	Frente a LAB de Radio	Entrada principal (detrás de pared)
Edificio Central (14 Nodos)	2	1	Nodo Principal - Nodo 2	Contiguo entrada Sección Tesorería, Piso 2
	1	1	Central Telefónica	Contiguo entrada Sección Tesorería, Piso 2
	3	3	Control de Pagos	Oficinas Sección Control de Pagos, por los baños 1 piso
	3	3	Antigua Fotocopiadora	Pasillo hacia Sucursal Central, contiguo a antigua fotocopiadora
	3	2	Seguridad y Vigilancia	Depto. Seguridad y Vigilancia, Sucursal Central, piso 2
	3	3	Conserjería	Área de conserjería
	3	3	Piso 3 Contabilidad	Contabilidad,
	3	3	Auditoría	Auditoría, sobre cubículo al frente del comedor
	3	2	Piso 4	Comedor piso 4
	3	3	Macaya Mesanini	Mesanini Piso 2
	3	3	Macaya	Frente a la recepción del edificio, cuanto de comunicaciones
	3	3	Parqueo Sur, puesto seguridad	Oficina puesto seguridad entrada sur
	3	3	Edificio anexo Piso 2	Entrada principal Sección Control Técnico Comercial
	3	3	Edificio anexo Piso 3	Entrada principal Dirección Jurídica
Edificio Cincuentenario (3 Nodos)	2	1	Piso 1	Pasillo principal, contiguo a la bodega de almacenamiento de productos de limpieza
	3	3	Piso 2	Oficina del Proceso de Clasificación y Valoración
	3	3	Piso 3	Lobby tercer piso
Uruca (5 Nodos)	1	1	Nodo principal	Contiguo al edificio del Centro Control de Energía
	2	1	Centro de Control de Energía Piso 2	Piso 2, sala de control SCADA
	2	1	Centro de Control de Energía Piso 3	Piso 3, Centro de Control de Energía

	3	1	Averías Piso 2	Área Averías del Sistema de Distribución, Piso 2
	3	3	Control y Distribución	Cuarto comunicaciones Control y Distribución
Virilla (25 Nodos)	1	1	Nodo Principal - Nodo 1	Contiguo a la capilla, nodo de RACSA
	1	1	Central Telefónica - Capilla	Entrada a la capilla
	2	3	Obras Civiles	Sección Ejecución de Obras
	3	3	Obras Civiles - Mesanini	Planeamiento de obras, sala de sesiones
	3	2	Proveeduría	Contiguo a Gestión Documental
	3	3	Servicios administrativos	Pasillo Sistemas Administrativos, frente a Proveeduría
	3	3	Estudios de Ingeniería	Edificio Estudios de Ingeniería
	3	3	Consultorio Médico	Entrada principal consultorio médico
	3	3	Laboratorio Dirección Comercial	Dentro del laboratorio de la Dirección Comercial
	3	3	Torrefactora Piso 1	Piso 1, edificio Torrefactora
	3	3	Torrefactora Piso 2	Piso 2, edificio Torrefactora, dentro de oficina, cuarto dedicado
	3	3	Unidad Ejecutora	Final del pasillo Unidad Ejecutora, camper viejo (K)
	3	3	Taller Automotriz Piso 2	Mesanini taller, comedor
	3	3	Taller Automotriz Piso 1	Área Revisión de vehículos
	3	3	Camper PMAF Externo	Camper PMAF Externo (N)
	3	3	Auditorio	Dentro del auditorio
	3	3	Publicaciones	Oficina de Publicaciones
	3	3	Control Interno (Archivo)	Bodega del archivo de Control Interno
	3	3	Mantenimiento de Obras	Cuarto contiguo a Mantenimiento de Obras
	3	3	Capilla, Piso 1	SIGEL
	3	3	Capilla, Piso 2	Capilla piso 2, archivo y bodega contiguo baño
	3	3	Caseta de guarda norte	Entrada principal norte (entrada principal)
	3	3	Camper nuevo	Camper nuevo (L)
	3	3	Camper nuevo	Camper nuevo (M)
	3	3	Planeamiento de Obras	Planeamiento de obras, comedor
Dirección Comercial - Antigua Sucursal Heredia (7 nodos)	3	3	Recepción	Cuarto contiguo a la Recepción
	3	3	Administración SIPROCOM	Centro de Atención de Llamadas piso 1
	3	3	Servicios Técnicos Piso 1	Piso 1, puerta abierta
	3	3	Área técnica piso 2	Área técnica piso 2, frente a las gradas
	3	3	Servicios Técnicos Piso 2	Piso 2

	3	1	800-Energía (nuevo)	Nodo nuevo 800-energía
	3	3	Mercadeo operativo	Detrás de Sucursal Heredia, cuarto contiguo a oficinas de Mercadeo Operativo
Anonos (21 nodos)	1	1	Nodo Principal	Contiguo a taller
	3	3	Transporte eléctrico (CEPSE)	Oficinas de CEPCE
	3	3	Redes Eléctricas	Debajo gradas
	3	3	Alumbrado Público, área administrativa	Oficinas Sección Diseño y Obras de Alumbrado (Mario Marín)
	3	3	Alumbrado Público, área técnica	Edificio de Alumbrado Público
	3	3	Sección Mantenimiento de Alumbrado Público	Edificio Sección Mantenimiento de Alumbrado publico
	3	3	Unidad Ejecutora (Unidad Eficiencia Energética)	Recepción Unidad Ejecutora, mueble de madera
	3	3	Eficiencia Energética (Innovación Eficiencia Energética)	Edificio de Eficiencia Energética (Cuarto puertas metálicas)
	3	3	Bodega Mto. Redes Eléctricas	Bodega Mto. Redes Eléctricas piso 2, palomar
	3	3	Taller Mecánico Piso 2 oficinas administrativas	Edificio mantenimiento mecánico, piso 2 los cubículos
	3	3	SATA (Sección Apoyo Técnico Administrativo)	Sección apoyo técnico administrativo (SATA)
	3	2	Almacén Piso 1	Dentro Oficinas área inventario permanente
	3	2	Almacén recepción	Área recepción de materiales
	3	3	Mantenimiento de Redes Eléctricas	Segundo piso edificio dentro de closet
	3	3	Centro de Acopio	Comedor del Centro de Acopio
	3	3	Aula Capacitación 1	Dentro aula capacitación
	3	3	Aula capacitación 2	Dentro del aula de capacitación
	3	3	Aula capacitación CEPCE 1	Dentro del aula de capacitación
	3	3	Aula capacitación CEPCE 2	Dentro del aula de capacitación
	3	3	Camper Laboratorio de transformadores	Camper Laboratorio de transformadores
	3	3	Laboratorio de transformadores	Oficina de laboratorio de transformadores
Sucursal Guadalupe (2 Nodos)	2	1	Nodo Principal Piso 2	Cuarto de comunicaciones segundo piso
	3	2	Área técnica	Recepción oficinas área técnica
Sucursal Desamparados (1 Nodos)	2	1	Nodo Principal	Sucursal Desamparados
Sucursal Escazú (2 Nodos)	2	1	Sótano Nodo principal	Cuarto contiguo a oficinas área técnica
	3	2	Piso 2	Segundo piso
	2	1	Piso 1	Cuarto de comunicaciones piso 1

Agencia Metropolitana (2 Nodos)	3	2	Piso 2	Cuarto de comunicaciones piso 2
Paso Ancho Área Técnica S.C (2 Nodos)	3	2	Nodo 2	Cuarto de datos
	3	3	Nodo 1	Paso Ancho Sucursal Central Área Técnica
Coronado (5 Nodos)	2	1	Nodo principal - Contenedor 2	Cuarto de comunicaciones contenedor 2
	3	3	Contenedor 1	Contenedor 1, oficina de Miguel Febles
	3	3	Auditorio	Cuarto de control auditorio
	3	3	Estación forestal	Oficina Estación Forestal
	3	3	Aulas	Aulas de capacitación
Lindora (3 Nodos)	2	1	Centro de Control	Centro de Control de Energía Piso 1
	2	3	Puesto seguridad entrada principal	
	2	1	Subestación Subterránea	
P.H. Daniel Gutiérrez (4 Nodos)	2	1	Los lagos	Los lagos
	2	1	Casa máquinas	
	2	1	La toma	
	2	2	Puesto seguridad entrada principal	
Punto de repetición Bebedero (1 Nodo)	2	1	Bebedero - Nodo 1	Escazú
Punto de repetición Bebedero (1 Nodo)	2	1	Bebedero - Nodo 2	Escazú
Subestación Barva (1 Nodo)	2	1	Subestación Barva	Barva
Tanque Nuestro Amo (1 Nodo)	2	1	Tanque Nuestro Amo	La Guácima
P.H. Ventanas (3 Nodos)	2	1	Oficinas	La Guácima
	2	1	Casa máquinas	
	2	1	Subestación	
Punto de repetición Socola (1 Nodo)	2	1	Socola	Sabanilla
5b<	2	1	Sacramento	Heredia
Punto de repetición PEVC (1 Nodo)	2	1		
P.H. Cote (4 Nodos)	2	1	Casa máquinas	
	2	1	Embalse	
	2	1	Antecámara	
	2	3	Aula Ambiental	
P.H. Balsa Inferior (5 Nodos)	2	1	Casa máquinas	
	2	3	Oficinas	
	2	1	Subestación	
	2	1	Embalse	
	2	3	Puesto seguridad entrada principal	

P.H. El Encanto (3 Nodos)	2	1	Casa máquinas	
	2	1	Presa	
	2	1	Toma	
P. H. Brasil (5 Nodos)	2	1	Puesto seguridad entrada principal	
	2	3	Aula Ambiental	
	2	1	Subestación	
	2	1	Presa	
P.H. Río Segundo (3 Nodos)	2	1	Toma	
	2	1	Casa máquinas	
P.H. Electriona (4 Nodos)	2	3	Aula Ambiental	
	2	1	Tanque	
	2	3	Puesto seguridad entrada principal	
	2	1	Subestación	
P.H. Belén (5 Nodos)	2	1	Casa máquinas	
	2	1	Toma	
	2	3	Plantel Norte	
	2	3	Puesto seguridad entrada principal (plantel norte)	
	2	1	Puente mulas	
PEVC (4 Nodos) (eólico)	2	1	Casa máquinas	
	2	2	Eje 2	
	2	1	Torre meteorológica	
	2	1	Repetidor 2	
Subestación Coronado (1 Nodo)	2	1		
Subestación Sabanilla (1 Nodo)	2	1		
Subestación Curridabat (1 Nodo)	2	1		
Subestación Desamparados (1 Nodo)	2	1		
Subestación Higuito (1 Nodo)	2	1		
Subestación Tres Ríos (1 Nodo)	2	1		
Subestación Sur (1 Nodo)	2	1		
Subestación Alajuelita (1 Nodo)	2	1		
Subestación Heredia (1 Nodo)	2	1		
Subestación Uruca (1 Nodo)	2	1		

Subestación Colima (1 Nodo)	2	1		
Subestación Los Ángeles (1 Nodo)	2	1		
Subestación Porrosati (1 Nodo)	2	1		
Subestación Belén (Intel) (1 Nodo)	2	1		
Subestación Escazú (1 Nodo)	2	1		
Subestación Guadalupe (1 Nodo)	2	1		
Subestación San Miguel (1 Nodo)	2	1		
Subestación la caja (3 Nodos)	2	1	Swicth Principal	
	2	1	Metalclap A	
	2	1	Metalclap b	

dentro de lo que se puede apreciar en la tabla 10, se debe de tener en cuenta que se tienen distintos panoramas dentro de los cuales destacan los siguientes:

a) Variedad de Marcas:

- Dentro del total de cantidad de los equipos instalados en CNFL, se manejan un número elevado de marcas de equipos, cada una con sus características específicas de fabricación y de atención, es por ello que no se pueden estandarizar los procedimientos para la atención de los equipos, de igual forma si se trata de tercerización tampoco se puede manejar mediante algún representante de alguna de las marcas debido a que los equipos que sean diferente a esta tendrán una atención diferente que no necesariamente abarcara todas las necesidades que los equipos presenten, trátese de metodología de trabajos o atención de componentes específicos, como tarjetas, software entre otros.

b) Equipos viejos.

- La longevidad de muchos de los equipos que se encuentran instalados es un punto importante a tomar en cuenta, los equipos normalmente manejan una vida útil preestablecida por las distintas casas fabricantes, dicha vida útil representa el periodo en el cual, teniendo el mantenimiento preventivo adecuado, los

equipos deberían de comportarse de manera normal, en el caso de alrededor del 50% de los equipos instalados en CNFL, esto se obtiene de la visita realizada a cada uno de los centros de datos para el levantamiento físico.

c) Equipos en mal estado.

- El estado actual de los equipos es de suma importancia, la desatención de la que fueron víctima la gran mayoría de los equipos pertenecientes a los sistemas auxiliares ha dado como resultado que los mismos estén con un grado de deterioro ya avanzado, esto se traduce en fallas recurrentes en el funcionamiento de los sistemas lo que produce que se deban realizar desplazamientos continuos de recursos para la atención de las fallas que se presenten en cada ocasión.



Figura 9. Estado de equipos 2021; Fuente. Elaboración propia, 2021

Basado en lo observado den la figura 9 podemos interpretar que los equipos en mal estado son los que por su antigüedad ya han cumplido su vida útil o que por el estado actual en el que se encuentran presenta fallos recurrentes de diversas causas lo que implica que el mantenerlos funcionando conlleva una inversión repetitiva para CNFL.

4.4.5. Usuarios CNFL.

El usuario final de los equipos auxiliares en este caso son los equipos de tecnologías de la información y el departamento encargado, en este caso el área de Infocomunicaciones, precisamente son ellos los que marcaran la línea a seguir para los requerimientos del servicio que se brinde, de igual forma por el uso constante de los sistemas tienen una perspectiva más clara de los fallos

que se presentan regularmente, algunas de estas situaciones son las siguientes:

- a) Falta de atención al estado de los equipos. La integración del usuario a la supervisión del estado de las unidades y su funcionamiento es una excelente opción para lograr un estado de eficiencia sumamente alto en la atención que se brinde a los servicios auxiliares de los centros de datos, en la medida que los reportes de fallas lleguen de manera correcta, la atención que se brinde será más efectiva y precisa y los tiempos fuera de línea se reducen considerablemente.
- b) Mala manipulación de los equipos. Es de suma importancia la capacitación en el uso de cualquier equipo, para los sistemas auxiliares de los centros de datos, este apartado es de suma importancia, esto debido a la especialización que cada uno de los equipos instalados requieren, para el caso de las unidades de respaldo instaladas no es la excepción, los parámetros de operación que las unidades permiten pueden ser fácilmente confundidos si no se maneja el conocimiento básico para el adecuado manejo del sistema, es por ello que el hecho de que el personal no cuente con la capacitación básica para el manejo de los sistemas es un factor que influye considerablemente en la calidad de los reportes realizados.

- c) Poco conocimiento técnico. En su mayoría el personal que realiza los reportes sobre el funcionamiento de los equipos auxiliares, cuenta con muy poco conocimiento en relación a la parte técnica de cada uno de los equipos, es por ello que la gran mayoría de los reportes que se reciben son sumamente escuetos y faltos de información, un mejor reporte colaboraría en aprovechamiento del tiempo de mejor forma ya que permitiría al personal técnico de respuesta responder de una mejor manera y prepararse adecuadamente.
- d) El usuario no realiza funciones básicas de limpieza de los equipos lo cual es desfavorable por el polvo que se acumula en cada uno de los sistemas, un manejo adecuado de estos focos de suciedad mantendría los sistemas con un funcionamiento bajo mejores condiciones ya que la acumulación de polvo favorece el sobre calentamiento de los sistemas.

4.4.6. Entorno

En relación al tema del entorno en el que se encuentran cada uno de los sistemas auxiliares de los centros de datos, los mismos no reúnen las condiciones mínimas para el adecuado funcionamiento, los ambientes para el correcto funcionamiento deben ser ambientes aislados y preparados para soportar las ampliaciones de los racks, temas como iluminación, soporte eléctrico, control de condiciones ambientales toman una importancia

sumamente elevada para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas.

a) Edificaciones Viejas.

Las edificaciones de en las que se encuentran tanto las oficinas administrativas y operativas de la CNFL presentan una antigüedad ya sustancial, es por ello que las fallas constantes en algunos equipos provocan que los trabajos necesarios para su debida atención sean muy difíciles o imposibles de ejecutar debido a las estructuras físicas del edificio, ya sean techos, o paredes muy porosas o dañadas lo cual no permite la correcta ejecución.

b) Ambientes muy calientes.

Los ambientes en algunas localidades son realmente hostiles, donde las temperaturas que los equipos deben de contrarrestar son extremadamente altas, tales como centros de atención al cliente de algunas Sucursales, Plantas hidroeléctricas o nodos de comunicación con exceso de equipos, por esta razón una falla en estas circunstancias es sumamente critica.

c) Tiempos de operación 24/7.

Los sistemas auxiliares que se encuentren en operación y los que se necesiten deben tener la capacidad de trabajar de manera ininterrumpida sin que esto afecte su vida útil o desempeño, el control que estos deben tener sobre

el ambiente en el que se encuentran es de suma importancia para poder garantizar el correcto funcionamiento de los nodos o centros de datos que se estén apoyando y eficiente, esta situación se replica en cada uno de los centros de datos, es por ello que la optimización del servicio que cada uno de ellos brinde es de suma importancia, actualmente no se puede dar una garantía real de que esto pueda cumplirse de manera idónea poniendo en riesgo el funcionamiento normal de los sistemas de CNFL.

d) Acometidas eléctricas en mal estado.

El estado actual que presentan las edificaciones no solo se refleja solo físicamente, internamente los edificios son seriamente preocupantes, las acometidas eléctricas en algunos casos ya han cumplido su vida útil, se debe hacer un cambio de las mismas, sin embargo, no en todos los casos se puede realizar este cambio, por ello se presentan problemas en cuanto a sobrecarga de circuitos, líneas abiertas y otras fallas.

e) Accesos a unidades de forma complicada.

Las instalaciones realizadas en cada uno de los casos, donde va implícito los racks de comunicación, líneas de transmisión, sistemas auxiliares y los mismos racks de comunicación, lamentablemente no fueron desarrollados con las previsiones de crecimiento o de atención que este tipo de sistemas requieren, es por ello que se debe de tener una perspectiva más abierta que incluya y tome en cuenta el servicio que cada uno de estos sistemas requerirá.

4.5. Diagrama de Pareto

Basados en la información recolectada sobre la cantidad y tipo de reportes recibidos, podemos interpretar de manera acertada la ruta a seguir para la correcta resolución de la problemática más predominante dentro de las fallas atendidas por el PMI.

Tabla 11. Distribución tipo de fallas. Fuente: Elaboración propia.

(2021)

Categoría o fallas	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta acumulada	Frecuencia relativa Unitaria	Frecuencia relativa acumulada
Falta de mantenimiento.	77	77	38.12	38.12
Fugas de refrigerante	45	122	22.28	60.4
Fallo en modo de uso	35	157	17.33	77.72
Fugas de agua	15	172	7.43	85.15
Daños en compresor	12	184	5.94	91.09
Fallos en motor de evaporador	7	191	3.47	94.55
falsos reportes	6	197	2.97	97.52
Fallo en motor condensador	5	202	2.48	100

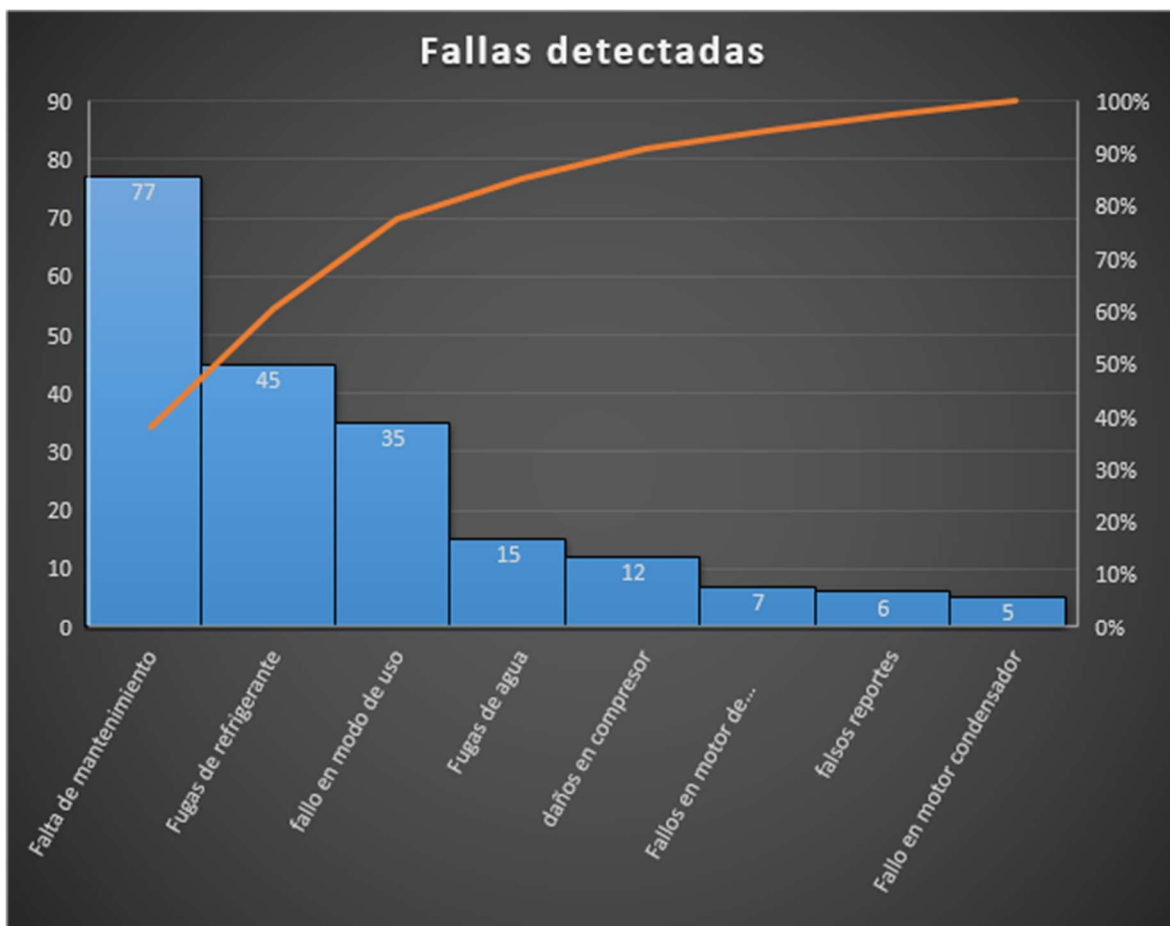


Figura 10. Representación de fallas detectadas. Periodo enero 2018 – junio 2020 Fuente: Elaboración propia, 2021.

- El diagrama nos muestra un escenario en el que gran cantidad de las fallas son producto de situaciones puntuales, se presenta un panorama en el 38% de los reportes recibidos corresponde a falta de mantenimiento de los equipos, sin embargo, es imperante aclarar que las demás causas de falla son perfectamente detectables si los mantenimientos son realizados de manera oportuna.

- Es importante que se tenga en cuenta que el mantenimiento de los equipos también puede ser iniciado por parte del personal que posee contacto diario con el equipo, para estas labores iniciales (las mismas no requieren de conocimiento técnico específico), las tareas conllevan solamente en la limpieza de los filtros de aire de la unidad interior, sin embargo, se presenta tal y como se menciona en el punto 4.4.5, una falta de compromiso por parte del personal interno de CNFL

4.6. Conclusiones finales de capítulo

Tomando como referencia los datos recolectados y las visitas realizadas a cada uno de los centros de datos, la situación reflejada genera una preocupación de gran importancia para la Gerencia de CNFL, esto por la relevancia que se puede rescatar del funcionamiento de cada uno de los centros de datos distribuidos por toda la CNFL, si bien es cierto, se presentan distintas categorías que nos indican el nivel de atención que los mismos deben de tener, esto basados en el nivel o porcentaje de conectividad que los centros de datos requieren, los mismos nos indican que son mínimos, es por ello que la conectividad debe de mantenerse en la medida de lo posible el 100% del tiempo.

- Las visitas a cada uno de los nodos de comunicación nos arrojan mucha información que sirve para establecer los parámetros

actuales de operación de los centros de datos de CNFL, tanto en los temas de infraestructura como en los relacionados con los sistemas auxiliares mínimos con los que los centros deben contar, entre estos detalles se tienen los siguientes:

- Los Nodos tiene que estar construidos en un lugar que reúna todas las condiciones para un correcto funcionamiento; Actualmente las condiciones estructurales de los centros d datos presentan serias deficiencias en materia civil, cielos suspendidos en mal estado, paredes con humedad, goteras, son algunas de las situaciones que deben de tomarse en cuenta para el correcto desarrollo de las mejoras pertinentes, no puede ser cualquier sala o edificio, ya que es imprescindible que los equipos no dejen de funcionar, pues la información que contiene es vital para la continuidad de negocio de la empresa, por lo tanto, un centro de datos tiene que estar en funcionamiento de manera ininterrumpida 24/7 365 días al año.
- Las condiciones de los sistemas auxiliares no cumplen a cabalidad los requerimientos mínimos requeridos para este tipo de instalaciones, la búsqueda del cumplimiento de las normas internacionales que rigen este tipo de instalaciones es una referencia sólida para los requerimientos mínimos que se deben de buscar implementar, actual mente solo se cuenta con 3 nodos

que reúnen condiciones cercanas a lo requerido, y solo en uno de ellos se tiene ambiente controlado (equipo de precisión) lo cual no es aceptable.

- Equipos de climatización no aptos para el funcionamiento 24/7, ya que los instalados son equipos diseñados para confort y no entregan las condiciones necesarias, el control del ambiente en cada uno de los casos es de suma importancia para garantizar el funcionamiento de los sistemas de comunicación instalados.
- Los sistemas eléctricos tienen limitaciones de cobertura, no cuentan con los dispositivos necesarios de respaldo eléctrico en las condiciones instalada, para lograr garantizar la conectividad de los sistemas de comunicación, tanto el fluido eléctrico como la calidad de este se convierten en factores de suma importancia para tomar en cuenta y mantener, actualmente en caso de fallos no se cuenta con los elementos necesarios:
 - UPS
 - Inversores
 - Plantas de Generación.
 - Transferencias electrónicas.
 - Supresores.
- Adicionalmente las instalaciones actuales no dan la seguridad ni calidad de la energía que se requiere, donde la calidad de los

componentes ya está bastante desgastada, interruptores termo magnéticos, centros de carga, cableado en general.

- Los sistemas de atención son muy lentos, desde que se nota la anomalía hasta la finalización de la atención transcurren, actualmente no se cuenta con un monitoreo real de las condiciones de los centros de datos, por ello la velocidad de respuesta en caso de fallo es sumamente lenta y 100% reactiva, hasta que se presenta el fallo crítico es que se visualiza la necesidad de atención y las pérdidas que se pueden ocasionar por horas fuera de línea se manifiestan en la tabla 9 pueden ir de ¢502 521,81 por día en el caso de PH Rio Segundo hasta ¢13 940 346,14. Para el caso PH Balsa Inferior, la capacidad técnica actual no basta para solventar la creciente necesidad de atención que estos puntos requieren, adicional a eso la cantidad de personal no es acorde con la cantidad de equipos a tratar, teniendo a disposición solamente 4 técnicos.
- Las condiciones encontradas están estrictamente ligadas a la capacidad de conectividad actual con él la Compañía Nacional de Fuerza y Luz dispone, indicando la capacidad instalada con la que se cuenta, esto nos brinda una radiografía integral del modelo de conectividad que CNFL tiene a su disposición, donde se logra apreciar que todavía se tiene un largo camino por recorrer para

poder estar a la vanguardia con los requisitos que los centros de datos requieren y de esta manera garantizar la conectividad de CNFL.

Es de suma importancia que se realice una mejora en el proceso actual de atención de los centros de Procesamiento de Datos instalados en CNFL, para ello las medidas que se deben de implementar deben de considerar los estándares internacionales vigentes para este tipo de edificaciones y de esta manera lograr garantizar la conectividad que la Compañía requiere.

**Capítulo V. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
DE LA SOLUCIÓN**

5.1. Descripción.

En el presente apartado se pretende brindar un modelo de atención que permita garantizar la conectividad que la CNFL requiere para optar por los estándares internacionales y de esta manera contar con un servicio de alta calidad para los sistemas auxiliares de los centros de datos, dicho sistema ya ha sido probado en distintas circunstancias, con considerables beneficios para las empresas que así lo han desarrollado, en el tema del soporte que los centros de datos requieren, estos niveles de atención manejan estándares muy elevados, estos responden a una necesidad creciente en las instituciones tanto públicas como privadas para la atención de las distintas fallas que se presenten en los equipos instalados para brindar soporte a los racks de comunicación y líneas de datos, así como la atención oportuna a los mantenimientos preventivos que se necesiten tomando como punto de referencia la metodología TPM.

Sin embargo, dentro de una importante cantidad de instituciones públicas que conforman el Estado costarricense, existe una profunda desinformación con respecto a los principios, conceptos y normativa que son propios de la materia, lo cual produce como efecto directo, un bajo nivel de eficiencia y eficacia por parte de la Administración, que en buena medida se debe por la falta de formación y capacitación de sus funcionarios públicos al

momento de poner en práctica los distintos procedimientos de contratación que se requieran.

Actualmente todas las contrataciones que se realizan en CNFL, ya sean de bienes o servicios deben realizarse por medio del Sistema Institucional de Contratación Pública (SICOP)

5.2. Medidas a seguir

El aprovechamiento de los insumos que se producen en el presente proyecto es de suma importancia para establecer las medidas para la solución de los problemas detectados en los capítulos anteriores, donde el levantamiento de la información sirve como base para establecer las líneas de mejora detectadas.

Actualmente los niveles de confianza de los centros de datos no son para nada garantizados, las características de las instalaciones no reúnen los requisitos mínimos para los centros de datos, es por ello que dentro de los pasos iniciales se requiere una reestructuración en toda la infraestructura tanto civil como electromecánica la cual permita subir los estándares en referencia al tipo de sistemas instalados a niveles aceptados por la norma o estándar TIER.

Para este fin, el Uptime Institute es el organismo internacional más importante que establece los estándares y las mejores prácticas de cómo un Data Center debe ser diseñado, como se debe de manejar y como tiene que ser administrado.

Para el estándar TIER se establecen 4 categorías en función del nivel de redundancia de los componentes que soportan el Data Center, las mismas se detallan a continuación en orden descendente de confiabilidad.

- Tier I
 - Infraestructura básica.
 - Nivel de disponibilidad del 99.671% y 28.8 horas de interrupción anual.
 - Propenso a interrupciones planeadas o no planeadas.
 - Ruta única de alimentación eléctrica y distribución de enfriamiento no redundante.
 - Puede contar o no contar con piso elevado, UPS o generador.
 - Se requiere apagar por completo para llevar a cabo labores de mantenimiento.

- Tier II
 - Componentes redundantes.
 - Nivel de disponibilidad de 99.741% y 22 horas de interrupción anual.
 - Menor susceptibilidad a interrupciones planeadas o no planeadas.

- Ruta única de alimentación eléctrica y enfriamiento, incluye componentes redundantes.
- Cuenta con piso elevado, UPS y generador.
- Tier III
 - Mantenimiento concurrente.
 - Nivel de disponibilidad del 99.982% y 1.6 horas de interrupción anual.
 - Permite actividades planeadas de mantenimiento y es propenso a interrupción del servicio.
 - Múltiples rutas de alimentación eléctrica y de enfriamiento, una sola ruta activa.
 - Cuenta con piso elevado.
 - Equipos de TI cuentan con doble alimentación eléctrica.
- Tier IV
 - Tolerante a fallas.
 - Nivel de disponibilidad del 99.995% y 0.4 horas de interrupción anual.
 - Actividades planeadas o no planeadas no interrumpen los servicios.
 - Múltiples rutas de alimentación eléctrica y de enfriamiento, incluye componentes redundantes.

- Equipos de enfriamiento cuentan con doble ruta de alimentación independiente.
- Cuenta con sistemas de almacenamiento de energía.

Cada estándar TIER marca distintos criterios de seguridad y otros requisitos que pueden lograrse en la construcción de un Centro de Datos. (Uptime Institute, 2014)

Tomando como referencia estos lineamientos se contará con un nivel de conectividad superior al 98%, situación que garantizará la que CNFL cuente con sus servicios todo el tiempo en línea y no se pierda la continuidad del negocio.

5.2.1.1. **Implicaciones.**

En el tema de la atención oportuna de los equipos catalogados como equipos críticos es una prioridad que se está plasmando en el presente documento, es por ello que los mismo son claramente definidos para de esta manera centrar la atención sobre estos y así garantizar la correcta operación de los sistemas informáticos de CNFL.

La modalidad de atención propuesta otorgará un nivel de atención que permitirá respaldar el nivel de conectividad requerido para el cumplimiento de la norma buscada.

Los beneficios de la correcta implementación de este sistema de atención se traducen en tiempos de respuesta sumamente mejores ante distintas situaciones que se pueden presentar a lo largo del año, respuestas en horas ante fallas en equipos categoría 1 y 2, ejecución de programas de mantenimiento de manera automática son algunas de las cosas que se pueden lograr mediante una correcta utilización del sistema de contratación por demanda.

Sin embargo, para la utilización de estas ventajas es importante reunir ciertas características, las cuales deben estar claramente reflejadas en el cartel de licitación, de otra manera se convierten en ventanas que los proveedores pueden utilizar para ofertar servicios que no cumplen a cabalidad lo requerido.

5.2.1.2. *Requisitos para la implementación en CNFL.*

Parte importante para la implementación de un modelo de atención basado en la normativa TIER es la asignación de los recursos necesarios para contar con las características que los centros de datos requieren, como ejemplo claro se tiene los requerimientos mínimos para uno de los centros de datos principales:

Tabla 12. Desglose de costos mejoras eléctricas. Fuente, elaboración propia 2021

LISTA MATERIALES PARA MEJORAS EN NODO #1 SEGUNO PISO EDIFICIO CENTRAL.						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	IVA	TOTAL
1	PIEZA	SUPRESOR TIPO RESIDENCIAL 1 120/240 VAC 80 KA	€113 984,98	€113 984,98	€14 818,05	€128 803,03
1	PIEZA	BREAKER TERMOMAGNÉTICO CH 1X20	€4 215,52	€4 215,52	€548,02	€4 763,54
2	PIEZA	TUBO EMT 1/2" U.L. RYMCO	€1 397,06	€2 794,12	€363,24	€3 157,36
15	METROS	CABLE THHN AWG # 12 ROJO	€196,98	€2 954,70	€384,11	€3 338,81
15	METROS	CABLE THHN AWG # 12 BLANCO	€196,98	€2 954,70	€384,11	€3 338,81
15	METROS	CABLE THHN AWG # 12 VERDE	€196,98	€2 954,70	€384,11	€3 338,81
1	PIEZA	CAJA RECTANGULAR INTEMPERIE USA 1/2" CAT #1B50-3	€1 440,26	€1 440,26	€187,23	€1 627,49
1	PIEZA	TOMA DOBLE 2P+TIERRA 20A CR20-W	€756,40	€756,40	€98,33	€854,73
1	PIEZA	INVERSOR SERIE RADIAN 4000 VA/ 4 KVA	€2 011 280,00	€2 011 280,00	€261 466,40	€2 272 746,40
TOTAL ACUMULADO			€2 421 968,98			
MÁS 20% POR IMPREVISTOS			€484 393,80			
MANO OBRA ELÉCTRICA			€275 000,00			
MANO OBRA INST. INVERSOR			€500 000,00			
TOTAL SIN UTILIDAD			€3 681 362,78			
UTILIDAD			€368 136,28			
TOTAL			€4 049 499,05			

En los cuadros se refleja los requisitos eléctricos pertinentes para la optimización de la parte eléctrica del centro de datos ubicado en el edificio Central de CNFL, donde se refleja una inversión de más de 4 millones de colones.

De igual forma se requiere de una garantía en cuanto a los sistemas de control de climatización instalados en el nodo o centro de datos, dicho desglose se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 13. Presupuesto mejoras climatización. Fuente: Elaboración propia 2021.

Costos mejoras sistemas de climatización						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	IVA	TOTAL
1	Btu	Sistema de aire acondicionado de precisión para nodo de segundo piso edificio central, abarca los dos nodos existentes (central telefónica y nodo)	€13 000 000,00	€13 000 000,00	€1 690 000,00	€14 690 000,00
1	Unidad	Sistema de contención, cuarto independiente para aislar el rack y que el personal de sitio no pueda acceder a él.	€500 000,00	€500 000,00	€65 000,00	€565 000,00
1	Unidad	control de temperatura	€62 000,00	€62 000,00	€8 060,00	€70 060,00
1	Unidad	Convertidor Full Gauge Sitrad Inbox (comunicación por red)	€311 000,00	€311 000,00	€40 430,00	€351 430,00
1	Unidad	Sistema de monitoreo de voltaje	€42 000,00	€42 000,00	€5 460,00	€47 460,00
					TOTAL ACUMULADO	€15 723 950,00

Se presenta un análisis de los requerimientos para el sistema de control de temperatura requeridos para el correcto funcionamiento de los sistemas auxiliares y por consiguiente el rack de comunicación.

Estos ejemplos son tan solo una muestra de las modificaciones que se tendrían que implementar nodo por nodo para lograr ese grado de conectividad que CNFL requiere para colocarse en línea para el cumplimiento de los estándares mínimos de esta importante normativa.

5.2.1.3. ***Sistema de mantenimiento post instalación.***

Es importante que una vez implementado el sistema de mejora correspondiente para cada uno de los centros de datos, se establezca un sistema de respaldo para darle el mantenimiento concreto y necesario a cada uno de de estos centros, es en esta etapa donde el modelo de TPM toma una fuerza importante en la manutención de los beneficios de la implementación de las mejoras propuestas.

Dentro de las implicaciones que se tienen para la correcta implementación de esta metodología de mantenimiento se tienen pilares básicos que deben de respetarse; tales como:

Las mejoras enfocadas, tema ya contemplado en los puntos 5.2.1.2.

El mantenimiento autóctono, el cual será desarrollado por el mismo personal de Infocomunicaciones que estaría atendiendo los diferentes puntos en cada una de las visitas que se realicen bajo cualquier motivo.

No se puede dejar de lado los programas de mantenimiento que se deben de implementar para cada uno de los centros de datos involucrados, el mismo debe ser ejecutado por personal capacitado y en tiempo y forma,

Como se mencionó el tema del mantenimiento que se desarrolle es de gran importancia para las garantías que esta etapa de implementación requiere, por lo que la capacitación técnica debe ser completamente comprobada en todo momento.

Ante la creciente ola de información y actualizaciones de los distintos componentes del campo de las tecnologías de la información, los procesos de capacitación constantes juegan un papel fundamental en la garantía del servicio que se brinde para la atención de los sistemas auxiliares.

5.3. Análisis Costo Beneficio.

Dentro del presente apartado se realizará un análisis de los costos de implementación correspondientes las mejoras requeridas para optar por la certificación en las normas TIER para los centros de datos de CNFL.

5.3.1. Implicaciones en costos de inversión inicial del proyecto.

Para tener un panorama claro del impacto del proyecto que se está manejando, se debe realizar un desarrollo presupuestario integral de todos los requerimientos que la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

Tabla 14. Costos Generales de implementación de mejoras a nodos y centros de datos.

Fuente: Elaboración propia. 2021

MONTO GENERAL POR NODO						
PRIORIDAD	UBICACIÓN DEL NODO	MONTO DE MEJORAS	MONTO MEJORAS CLIMATIZACIÓN	CANTIDAD DE EQUIPOS REFRIGERACIÓN	COSTO MANTENIMIENTO X VISITA	COSTO ANUAL (3 VISITAS AL AÑO)
1	EDIFICIO CENTRAL SEGUNDO PISO #1 Y # 2	¢8 184 848,72	¢15 723 950,00	1	¢804 000,00	¢2 412 000,00
2	NODO PLANTEL ANONOS	¢277 163,82	¢14 128 390,00	1	¢804 000,00	¢2 412 000,00
3	NODOS EN CALLE 21 #1 (3 nodos)	¢30 000 000,00	¢21 081 280,00	2	¢804 000,00	¢4 824 000,00
4	NODO SUCURSAL ESCAZÚ	¢7 573 598,19	¢1 630 590,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
5	SUCURSAL DESAMPARADOS	¢5 909 930,65	¢1 429 450,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
6	SUCURSAL SAN LORENZO ÁREA COMERCIAL	¢987 295,88	¢864 450,00	1	¢25 000,00	¢75 000,00
7	SUCURSAL GUADALUPE	¢158 340,09	¢2 728 950,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
8	NODO CERRO SACRAMENTO	¢8 339 116,89	¢1 630 590,00	1	¢804 000,00	¢2 412 000,00
9	NODO CERRO SOCOLA	¢8 339 116,89	¢1 630 590,00	1	¢804 000,00	¢2 412 000,00
10	NODO CERRO BEBEDERO	¢483 389,89	¢568 390,00	1	¢804 000,00	¢2 412 000,00
11	NODO LOS LAGOS	¢3 933 483,39	¢1 531 142,32	1	¢30 000,00	¢90 000,00

12	NODO CERRO PROYECTO EÓLICO VALLE CENTRAL	¢483 389,89	¢1 630 590,00	1	¢804 000,00	¢2 412 000,00
13	FINCA SOSTENIBILIDAD CORONADO	¢552 364,90	¢864 450,00	1	¢25 000,00	¢75 000,00
14	NODO CALL CENTER	¢706 983,07	¢2 096 142,32	1	¢30 000,00	¢90 000,00
15	NODO CINCUENTENARIO	¢4 592 087,80	¢1 897 270,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
16	RACK COMEDOR GERENCIA GENERAL 4TO PISO	¢4 299 373,08	¢864 450,00	1	¢25 000,00	¢75 000,00
17	ÁREA SEGURIDAD Y VIGILANCIA	¢4 080 349,67	¢864 450,00	1	¢25 000,00	¢75 000,00
18	CENTRO DE CONTROL LINDORA	¢455 003,19	¢977 450,00	1	¢25 000,00	¢75 000,00
19	CASA MÁQUINAS PH ELECTRIONA	¢4 594 609,54	¢27 688 390,00	2	¢40 000,00	¢240 000,00
19.1	TANQUE PH ELECTRIONA	¢550 743,45	¢1 630 590,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
19.2	SUBESTACIÓN PH ELECTRIONA	¢4 091 277,57	¢1 630 590,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
20	CASA MÁQUINAS PH BELÉN	¢4 369 578,84	¢11 868 390,00	2	¢40 000,00	¢240 000,00
20.1	PH BELEN RACK PUENTE MULAS	¢1 294 551,63	¢468 950,00	0	¢0,00	¢0,00
20.2	PH BELÉN NORTE	¢4 809 490,50	¢1 429 450,00	1	¢25 000,00	¢75 000,00
21	CASA MÁQUINAS PH RÍO SEGUNDO	¢4 663 023,27	¢2 096 150,00	2	¢40 000,00	¢240 000,00
21.1	TOMA AGUA PH RÍO SEGUNDO	¢4 056 768,70	¢568 390,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
21.2	EMBALSE PH RÍO SEGUNDO	¢4 110 468,80	¢0,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
21.3	AULA AMBIENTAL RIO SEGUNDO	¢981 592,93	¢0,00	0	¢0,00	¢0,00
22	CASA MÁQUINAS PH DANIEL GUTIÉRREZ	¢4 932 327,37	¢27 688 390,00	2	¢40 000,00	¢240 000,00
22.1	TOMA AGUA PH DANIEL GUTIÉRREZ	¢3 212 283,49	¢2 263 390,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
22.2	EMBALSE PH DANIEL GUTIÉRREZ	¢4 060 460,47	¢1 630 590,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
23	CASA MÁQUINAS PH COTE	¢4 200 081,79	¢27 688 390,00	2	¢40 000,00	¢240 000,00
23.1	TOMA AGUA PH COTE	¢4 583 651,35	¢1 867 890,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
23.2	EMBALSE PH COTE	¢4 583 651,35	¢1 630 590,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
23.3	ANTE CAMARA COTE	¢2 148 644,69	¢1 630 590,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
24	CASA MÁQUINAS PH EL ENCANTO	¢4 846 510,49	¢11 868 390,00	2	¢40 000,00	¢240 000,00
24.1	TOMA AGUA Y EMBALSE PH EL ENCANTO	¢4 632 019,34	¢1 630 590,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
24.3	TANQUE DE OSCILACIÓN	¢3 927 705,18	¢568 390,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
24.4	VIVERO EL ENCANTO	¢1 141 830,53	¢568 390,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00

25	CASA MÁQUINAS PH Balsa Inferior	¢2 607 932,27	¢568 390,00	2	¢40 000,00	¢240 000,00
25.1	TOMA AGUA PH Balsa Inferior	¢2 607 932,27	¢11 868 390,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
25.2	EMBALSE PH Balsa Inferior	¢6 639 246,91	¢3 675 890,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
26	NODO NUESTRO AMO	¢2 600 723,01	¢2 096 150,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
27	CASA MAQUINAS PROYECTO EOLICO VALLE CENTRAL	¢1 469 370,19	¢1 630 590,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
28	SUBESTACIÓN CURRIDABAT	¢2 484 257,24	¢568 390,00	0	¢0,00	¢0,00
29	SUBESTACIÓN URUCA	¢239 775,88	¢398 890,00	0	¢0,00	¢0,00
30	SUBESTACIÓN PASO ANCHO/SUR	¢7 562 662,51	¢1 630 590,00	0	¢0,00	¢0,00
31	SUBESTACIÓN GUADALUPE	¢239 775,88	¢864 450,00	0	¢0,00	¢0,00
32	SUBESTACIÓN LINDORA	¢1 277 982,94	¢398 890,00	0	¢0,00	¢0,00
33	SUBESTACIÓN PRIMER AMOR	¢239 775,88	¢398 890,00	0	¢0,00	¢0,00
34	SUBESTACIÓN BARVA	¢2 229 864,90	¢1 531 150,00	0	¢0,00	¢0,00
N/A	NODO RACSA PLANTEL VIRILLA	¢342 051,76	¢0,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
N/A	NODO CAPILLA PLANTEL VIRILLA	¢342 051,76	¢13 563 390,00	1	¢804 000,00	¢2 412 000,00
N/A	NODO URUCA CENTRO CONTROL DE LA ENERGÍA	¢2 497 932,27	¢2 096 150,00	1	¢30 000,00	¢90 000,00
N/A	NODO URUCA #2	¢7 028 766,96	¢12 433 390,00	1	¢804 000,00	¢2 412 000,00
TOTAL		¢205 557 209,95	¢224 189 724,63	mantenimientos post garantía equipos.		¢28 620 000,00
Gran Total		¢429 746 934,58				

En esta tabla se reflejan los gastos requeridos para la implementación de la primera etapa de implementación, para la 2 etapa donde se contemplan los restantes puntos o centros de dato se contemplan los siguientes montos:

Tabla 15. Costos implícitos mejoras etapa 2. Fuente: elaboración propia.

MONTO GENERAL POR NODO			
PRIORIDAD	UBICACIÓN DEL NODO	MONTO DE MEJORAS	MONTO MEJORAS SISTEMA MONITOREO
N/A	METRO 2DO PISO	₡380 991,53	₡398 890,00
N/A	AVERÍAS 2DO PISO	₡2 807 839,64	₡398 890,00
N/A	CONTROL Y DISTRIBUCIÓN URUCA	₡2 745 157,86	₡398 890,00
N/A	NODO CONSERJERÍA	₡957 054,65	₡398 890,00
N/A	PUESTO SEGURIDAD PARQUEO CENTRAL	₡957 054,65	₡398 890,00
N/A	PROCESO ADMINISTRACIÓN RECAUDACIÓN	₡2 161 577,31	₡398 890,00
N/A	NODO AUDITORÍA	₡2 299 481,36	₡398 890,00
N/A	NODO CONTABILIDAD	₡2 516 573,29	₡398 890,00
N/A	NODO UNIDAD JURÍDICA	₡2 300 289,46	₡398 890,00
N/A	NODO DIRECCIÓN JURÍDICA	₡2 543 376,94	₡398 890,00
N/A	MACAYA #1 Y #2	₡2 763 765,01	₡398 890,00
N/A	NODO SUC. GUADALUPE ÁREA TÉCNICA	₡976 184,49	₡398 890,00
N/A	NODOS EN CALLE 21 #2 (3 nodos)	₡5 000 000,00	₡398 890,00
N/A	NODO CEPCE	₡2 346 757,24	₡398 890,00
N/A	NODO CTM	₡2 216 981,36	₡398 890,00
N/A	AULAS CEPCE #1 Y #2	₡2 364 166,33	₡398 890,00
N/A	AULA CAPACITACIÓN #1 Y #2	₡4 563 738,59	₡797 780,00
N/A	SALA SESIONES ALUMBRADO	₡2 715 451,70	₡398 890,00
N/A	EDIFICIO MANTO ALUMBRADO PÚBLICO	₡2 402 801,26	₡398 890,00
N/A	DISEÑO ALUMBRADO PÚBLICO	₡2 291 757,24	₡398 890,00
N/A	EFICIENCIA ENERGÉTICA	₡2 161 981,36	₡398 890,00
N/A	TALLER MECÁNICO ANONOS 2DO PISO	₡2 161 981,36	₡398 890,00
N/A	SUPERVISIÓN EMPRESAS CONTRATADAS	₡2 896 353,19	₡398 890,00
N/A	BODEGA/CUADRILLA MANTO REDES	₡2 309 166,33	₡398 890,00

N/A	INVENTARIO PERMANEBTE ALMACÉN	€2 623 072,05	€398 890,00
N/A	RECEPCIÓN MATERIALES ALMACÉN	€2 330 661,40	€398 890,00
N/A	COMEDOR LAB. TRAFOS	€2 430 069,39	€398 890,00
N/A	TALLER LAB. TRAFOS	€2 430 069,39	€398 890,00
N/A	EDIFICIO J (OBRAS CIVILES)	€1 996 577,31	€398 890,00
N/A	SERVICIOS GENERALES	€5 000 000,00	€398 890,00
N/A	UNIDAD EJECUTORA (EDIFICIO K)	€380 991,53	€398 890,00
N/A	TALLER AUTOMOTRIZ #1	€2 370 270,58	€398 890,00
N/A	TALLER AUTOMOTRIZ #2	€2 340 185,30	€398 890,00
N/A	CAMPER PMAF (EDIFICIO N)	€2 244 077,31	€398 890,00
N/A	PUBLICACIONES	€2 299 481,36	€398 890,00
N/A	PMI (EDIFICIO T)	€380 991,53	€398 890,00
	TOTAL	€83 666 929,28	€14 758 930,00
	Gran Total	€98 425 859,28	

Esta tabla nos muestra un parámetro general de los costos implicados, todo esto tomando en cuenta punto por punto de manera integral, después de una revisión de las condiciones actuales y la detección de los puntos de mejora que dichos espacios poseen, donde se representan los costos necesarios para optar por las certificaciones TIER según su grado de importancia, en total el monto de €567 970 359,05 implica además de estos recursos, el recurso humano necesario para tener un equipo de respuesta ante cualquier posible falla que se pueda suscitar y de esta manera garantizar la operación de manera

continua de los centros de datos de CNFL así como la herramienta especializada que se requeriría para estas tareas.

5.3.2. Beneficio de implementación.

Tener un Data Center diseñado bajo el estándar Tier del Uptime Institute, es poner en práctica acciones que han probado ser exitosas para garantizar los niveles de servicio. Todo esto se traduce en confiabilidad del sistema informático que presentara la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

Las necesidades digitales de las empresas han llevado a las tecnologías especializadas a atravesar un proceso de cambio y adaptación. Por ejemplo, en áreas como electricidad, climatización y seguridad que requieren cumplir con necesidades cada vez más específicas.

Por esta razón, al momento de planificar, diseñar, construir y operar un Data Center, se vuelve crítico el criterio que se maneje en el detalle de cada uno de los requerimientos que el centro de datos requiera.

5.4. Plan de implementación del modelo.

El correcto desarrollo de las medidas necesarias para solventar los detalles encontrados en la etapa de diagnóstico debe contar como mínimo con algunos elementos importantes, dentro de los mismos se pueden mencionar los siguientes:

5.4.1. Requisitos indispensables

Se enumeran los insumos requeridos para para la correcta implementación de un modelo acorde a las necesidades de implementación del modelo de atención óptimo, mismo que garantice una correcta implementación.

5.4.1.1. *Inventario o levantamiento físico de los equipos de aire acondicionado en su totalidad*

Se debe tener completamente claro el escenario que se estará manejando, de esta manera se establecen los parámetros de arranque necesarios para el inicio de la mejora en las condiciones de cada uno de los centros de datos, para ellos es importante que se visite cada uno de los puntos a administrar, esto por supuesto con el personal adecuado para el correcto diagnóstico de las condiciones actuales y la verificación del cumplimiento o no de los sistemas auxiliares según requerimientos estipulados en el punto 5.2

5.4.1.2. *Categorización (metodología ABC).*

Se debe brindar una categorización de los puntos, esa debe ser realizada contemplando no solo las importancias del nodo o centro de datos de

acuerdo al criterio del departamento de Infocomunicaciones de CNFL, si no que se debe tomar en cuenta también el estado general de cada uno de los nodos, logrando así una categorización integral de los centros de datos y dando un orden de intervención más apegado a la realidad que se tiene.

5.4.1.3. **Presupuesto.**

La asignación de presupuesto es claramente uno de los puntos de inflexión para el inicio de estas mejoras, es por ello que la solicitud del mismo debe ir orientada a lograr la aprobación de la mayor cantidad de recursos posible, es por ello que el desarrollo de este proyecto se contempla por etapas, de esta manera se mitigan los costos entre periodos contables y facilita las respectivas aprobaciones del contenido presupuestario mínimo requerido para el arranque de la iniciativa.

Tabla 16. Resumen de costos requeridos para mejoras requeridas para certificación TIER.

Fuente: Elaboración Propia.

SEGUIMIENTO DE COSTOS CONTINUIDAD DE SERVICIO CNFL		
COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ		
FECHA: 3 DE FEBRERO 2021	PROYECTO MEJORAS NODOS	MANTENIMIENTO EQUIPOS CRITICOS
COSTOS	NODOS DE COMUNICACIÓN Y CENTROS DE DATOS	EQUIPO CRITICO PARA CONTINUIDAD DE NEGOCIO CNFL
COSTOS DIRECTOS	PROYECTO MEJORAS ELECTROMECANICAS	MANTENIMIENTO EQUIPOS CRITICOS
Etapa 1	₡429 746 934,58	₡28 620 000,00
Etapa2	₡98 425 859,28	
COSTOS INDIRECTOS		
Herramientas especializadas para atención	₡11 177 565,19	
RESUMEN		
COSTO DE MANTENIMIENTOS TOTALES	₡0,00	₡28 620 000,00
COSTO MEJORAS TOTALES	₡440 924 499,77	₡0,00
COSTO TOTAL DE MEJORAS Y MANTENIMIENTOS	₡567 970 359,05	

En el cuadro resumen de los costos necesarios, se contempla la totalidad de los requerimientos necesarios para la correcta implementación del modelo de atención que CNFL necesita para poder garantizar adecuadamente la

continuidad de la conectividad para todos sus centros de distribución de datos, esto sin importar la categoría que los mismos obtengan en el punto anterior.

5.4.1.4. ***Cartel de Licitación.***

El desarrollo de las especificaciones requeridas para la correcta implementación de las mejoras que CNFL necesita es de gran importancia para llevar los trabajos de la mejor forma posible, cumpliendo con todos los requerimientos técnicos necesarios y garantizando que el desarrollo de las actividades se dé siguiendo todas las normas y especificaciones técnicas que los expertos en cada una de las ramas involucradas redacten.

5.4.2. Métodos de aprobación

En las aprobaciones respectivas, se tiene como principal punto de inflexión la aprobación de la jefatura del proceso, en primera instancia esta debe de brindar su anuencia a la atención de los mantenimientos, tanto correctivos como preventivos mediante esta modalidad de contratación, ya que la jefatura del proceso debe de plantear esta opción al comité analizador de presupuestos de CNFL, mismo que se reúne en el edificio Central de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, una vez planteada la solución al comité y aprobada la misma, se debe seguir el procedimiento regular para las compras públicas de CNFL, dentro de este proceso tenemos implicadas diferentes áreas de la empresa, las cuales, en simultaneo brindan las firmas respectivas para

que un cartel salga a la luz, sin embargo se pueden colocar de manera cronológica de la siguiente manera.

1. Se debe de contar con la aprobación del área de presupuesto, garantizando que se cuenta con el contenido presupuestario necesario para hacer frente al proceso de contratación que se esté tramitando.
2. Las firmas se van adquiriendo de forma jerárquica, siendo en primera instancia necesaria la firma del jefe de proceso.
3. Las firmas de la jefatura de área es la siguiente, en este caso se requiere la firma de la jefatura del área de Servicios Generales.
4. La firma de la jefatura del área de contabilidad es imperante para la continuidad del proceso.
5. La última firma registrada es la de la Gerencia General, con esta el cartel de licitación tiene la aprobación para ser publicado por el área de Proveeduría empresarial de CNFL.

5.5. Diagrama de Gantt implementación proyecto.

Se realiza una mención de las tareas descritas en el diagrama de Gantt, por temas de espacio en el documento y legibilidad no se coloca de manera total, para la visualización del mismo favor ver el anexo xxx para un mejor detalle.

Tabla 17. Primera etapa de diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia 2021.

Descripción de Tarea	Categoría	Asignado a	Progreso	Inicio	Número de días
Medición de capacidad de atención actual.					
Selección de personal para atenciones.	Riesgo bajo	Rolando Zamora	0%	1/7/2021	3
Evaluación de capacidades técnicas de personal	Riesgo medio	Rolando Zamora		4/7/2021	1
Evaluación de modelos de contratación actuales.	Riesgo bajo	Deyver Ruiz	0%	5/7/2021	3
Realización de estudios de trabajo pertinentes a los procesos de atención	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	8/7/2021	7
Diagnóstico de capacidad actual instalada en el PMI para atención de fallos.	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	15/7/2021	5

En esta tabla se describen las actividades de la primera etapa, empezando el primero de julio y finalizando el día 20 de julio, las mismas son labores de nombramiento de personal y asignación de roles dentro del desarrollo del

diagnóstico, la confección de un equipo de trabajo con las aptitudes necesarias para brindar un diagnóstico y análisis de la situación encontrada de manera objetiva es de suma importancia para el correcto desarrollo del proyecto.

Tabla 18. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia, 2021.

Descripción de Tarea	Categoría	Asignado a	Progreso	Inicio	Número de días
Verificación de condiciones actuales Centros de datos					
Visitas físicas a cada uno de los puntos de datos	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	20/7/2021	20
Validación de componentes instalados	Riesgo bajo	Deyver Ruiz	0%	20/7/2021	20
Verificación de condiciones físicas de las instalaciones	Riesgo bajo	Deyver Ruiz	0%	20/7/2021	20
Evaluación de condiciones actuales de los nodos o centros de datos	Hito	Deyver Ruiz	0%	9/8/2021	5
Categorización de los centros de datos en base a su nivel de impacto a la conectividad.		Deyver Ruiz	0%	10/8/2021	3

La etapa de verificación y análisis de las condiciones actuales se desarrollará con el equipo de trabajo conformado, dentro del mismo se recomienda un ingeniero eléctrico, técnicos electricistas, técnicos en climatización, líder del proyecto con aptitudes de manejo de proyectos, ingeniero industrial o similar.

Tabla 19. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia, 2021.

Descripción de Tarea	Categoría	Asignado a	Progreso	Inicio	Número de días
Diagnóstico de condiciones actuales Centros de datos					
Estudio de condiciones actuales de los centros de datos.	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	9/8/2021	5
Evaluación de condiciones idóneas para centros de datos basados en normativas internacionales TIER.	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	14/8/2021	3
Diagnóstico de sistemas auxiliares de los centros de datos de los nodos de comunicación.	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	17/8/2021	1
Elaboración de mapas de flujo de modelos de atención actuales	Riesgo bajo	Deyver Ruiz	0%	13/8/2021	3
Exposición de situación encontrada.	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	18/8/2021	1

La etapa de diagnóstico se vuelve crítica para orientar el proyecto a un escenario donde se plantee una mejora sustancial y se logren los objetivos iniciales del proyecto.

Tabla 20. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia, 2021.

Descripción de Tarea	Categoría	Asignado a	Progreso	Inicio	Número de días
Diseño de plan de mejora al modelo de atención actual.					
Análisis de mejoras punto por punto	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	19/8/2021	7
Validación de condiciones requeridas para correcta normativa	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	26/8/2021	3
Desarrollo de requerimientos mínimos para el cumplimiento de las normativas punto por punto.	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	29/8/2021	3
Desarrollo de presupuesto para mejoras detectadas en diagnóstico	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	1/9/2021	5
Diseño de diagrama de flujo para la implementación de proceso de mejora modelo de atención centros de datos.	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	6/9/2021	6

La etapa del diseño del plan de mejora, se convierte en el fin de este proyecto, brindando el camino a seguir para la obtención del mejor resultado posible para así aprovechar de manera exitosa los recursos solicitados.

Descripción de Tarea	Categoría	Asignado a	Progreso	Inicio	Número de días
Implementación de medidas propuestas y control de condiciones.					
Elaboración de carteles de contratación y adjudicación	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	12/9/2021	25
Inicio de etapa 1 de implementación	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	7/10/2021	35
Supervisión de labores	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	7/10/2021	35
Implementación de sistemas de control vía remota para monitoreo de condiciones de operación.	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	7/10/2021	35
Elaboración de planes y implementación de planes de mantenimiento preventivo de sistemas.	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	11/11/2021	10
Informes finales de resultados.	Hito	Deyver Ruiz	0%	11/11/2021	5

La etapa final corresponde a la ejecución de las propuestas de mejora proyectadas, donde la coordinación que se desarrolle es de suma importancia para lograr los mejores resultados posibles, las diferentes etapas de este proceso son de suma importancia, cada una define el resultado final que el proyecto de mejora del modelo de atención de los centros de datos nos pueda brindar.

5.6. Controlar.

Para la etapa de control, se plante el mismo mediante el diagrama de RASCI, mismo que detalla los pormenores de las diferentes tareas por ejecutar y los respectivos responsables para cada uno de los casos.

Tabla 21. Matriz RACI implementación. Fuente: Elaboración propia, 2021.

Matriz RACI														
Roles y responsabilidades														
Implementación de modelo de atención sistemas auxiliares CNFL.														
Responsible, Accountable, Consulted, Informed														
ROLES														
Patrocinador Víctor Solís Humberto Guzmán Juan Carlos Valenciano Rolando Zamora Deyver Ruiz Líder. Isaac Corrales Jorge Padilla Consultor/a Jorge Padilla Infocomunicaciones Jose Ramon Garita Percy Obando														
ID	Tarea	Estado	Liderazgo					Otros Recursos						
Medición de capacidad de atención actual.														
	Selección de personal para atenciones.		I	I	I	A	A	R						
	Evaluación de capacidades técnicas de personal					A	C	R						
	Evaluación de modelos de contratación actuales.							R			C			
	Realización de estudios de trabajo pertinentes a los procesos de atención							R	S	S				
	Diagnóstico de capacidad actual instalada en el PMI para atención de fallos.		I	I	I	I	I	R						

Verificación de condiciones actuales Centros de datos

Visitas físicas a cada uno de los puntos de datos							R	S	S					
Validación de componentes instalados							R	S	S					
Verificación de condiciones físicas de las instalaciones							R	S	S					
Evaluación de condiciones actuales de los nodos o centros de datos							R	S	S					
Categorización de los centros de datos en base a su nivel de impacto a la conectividad.					I	I	R	S	S				C	C

Diagnóstico de condiciones actuales Centros de datos

Estudio de condiciones actuales de los centros de datos.				I			R	S	S	C				
Evaluación de condiciones idóneas para centros de datos basados en normativas internacionales TIER.							R	S	S				C	C
Diagnóstico de sistemas auxiliares de los centros de datos de los nodos de comunicación.							R	S	S					
Elaboración de mapas de flujo de modelos de atención actuales							R	S	S					
Exposición de situación encontrada.				I	I	I	I	I	R	S	S	C		

Diseño de plan de mejora al modelo de atención actual.

Análisis de mejoras punto por punto					I		R	S	S					
Validación de condiciones requeridas para correcta normativa							R	S	S				C	C
Desarrollo de requerimientos mínimos para el cumplimiento de las normativas punto por punto.							R	S	S				C	C
Desarrollo de presupuesto para mejoras detectadas en diagnóstico							R	S	S					
Diseño de diagrama de flujo para la implementación de proceso de mejora modelo de atención centros de datos.						I	R	S	S					

Implementación de medidas propuestas y control de condiciones.

Elaboración de carteles de contratación y adjudicación				I			R	R	C					
Inicio de etapa 1 de implementación				I			R	R	D					
Supervisión de labores				I			R	R	D					
Implementación de sistemas de control vía remota para monitoreo de condiciones de operación.				I			R	R	D					
Elaboración de planes y implementación de planes de mantenimiento preventivo de sistemas.				I			R	R						
Informes finales de resultados.				I	I	I	I	R	R					

D	Driver	Asiste a los responsables de una tarea.
R	Responsible	Asignado para completar la tarea
A	Accountable	Tiene autoridad para tomar decisiones finales y rendición de cuentas para su finalización. (solo uno por tarea)
S	Support	Proporciona soporte durante la implementación
C	Consulted	Un asesor, parte interesada o experto en la materia que es consultado antes de una decisión o acción
I	Informed	Debe ser informado después de una decisión o acción

En el diagrama se desglosan las actividades pertinentes para la correcta implementación del modelo de atención que mejor cubra las necesidades encontradas en la etapa de diagnóstico y garantice un trabajo de calidad.

5.7. Conclusiones finales del capítulo.

La etapa de diseño e implementación marca las pautas a seguir para obtener el cambio necesario que ayude a mejorar las condiciones de cada uno de los centros de datos vistos en la etapa anterior, dentro de la misma se indica los requisitos mínimos con los que la administración debe de contar para dar inicio la implementación adecuada del proyecto.

Se requiere contar con el presupuesto respectivo para iniciar con proceso, paralelamente se debe desarrollar una categorización que cubra las necesidades observadas en el capítulo 4 de manera eficiente, una vez desarrollado esto se procede con la obtención de una radiografía funcional de la situación actual que enfrenta la CNFL, tanto en materia del personal disponible (capacidad instalada de atención) como en la cantidad de sistemas a intervenir, no se puede saber a dónde se va si no se sabe dónde se está, es por ello que la etapa de diagnóstico juega un papel importante para los pasos a seguir.

Con todo el trabajo realizado, los pasos a seguir conllevan a la implementación del modelo de atención, iniciando con la asignación de las labores pertinentes a cada uno de los involucrados en el proyecto, definida la elaboración del cartel de contratación abarcando todas las recomendaciones indicadas por el grupo de trabajo seleccionado se debe dar el inicio (con los adjudicados) de la etapa

1 de la implementación, con ello se desarrollan en paralelo la supervisión de las labores para llevar los trabajos el final deseado, tal y como se detalla en el diagrama de Gantt, con esto se logra realizar la implementación del modelo propuesto, lo siguientes es establecer las medidas de mantenimiento y control de las condiciones para de esta manera garantizar de manera fiable la conectividad de CNFL con fundamentos sólidos.

**Capítulo VI. CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES.**

6.1. Conclusiones

Las visitas a cada uno de los nodos de comunicación nos arrojan mucha información que sirve para establecer los parámetros actuales de operación de los centros de datos de CNFL, así como los niveles de atención con los que se cuenta por parte de la compañía, tanto en el área de personal como en el tema de capacidad en referencia a maquinaria y equipos instalados.

En el caso de la capacidad de atención actual, se maneja actualmente una limitada capacidad de respuesta, contando con solamente 4 técnicos para la atención primaria de fallas que se presenten, lo cual no es suficiente para la cobertura real que los centros de datos requieren, según el análisis realizado, los tiempos de respuesta actuales son lentos y no con el nivel de criticidad que se debe tener, es por esto que los cambios orientados a la ampliación de esta fuerza de respuesta son un punto importante en el desarrollo del documento, mediante la implementación de la estandarización de los componentes a utilizar y la ejecución de contratos de atención 24/7 se garantiza que los niveles de respuesta se eleven según el nivel de criticidad requerido para cada uno de los nodos o centros de datos distribuidos por la compañía, mejorando considerablemente los niveles de respuesta y la garantía de conectividad que se necesita según parámetros indicados en el punto 5.2.

Pero los niveles de atención van relacionados directamente con la población a atender, en este caso, basados en el diagnóstico inicial que se

desarrolló en el punto 4.4.4, donde se logra identificar cada uno de los emplazamientos a diagnosticar, pero no solo eso sino que se obtienen los niveles de importancia que dichos lugares presentan para la continuidad del negocio de CNFL, es en base a este análisis efectuado en cada uno de los centros de datos que se logra establecer las bases para primero, definir la cantidad total de sistemas a evaluar y mejorar, los cuales son un total de 166 puntos, adicionalmente se desarrolla una categorización ABC, la cual fue realizada en conjunto con los departamentos involucrados (PMI y Infocomunicaciones) donde se establecen los niveles de importancia o criticidad para las diferentes etapas de atención que se implementarían.

Basados en categorización establecida se logra realizar diagnósticos integrales de los diferentes puntos, identificando de manera puntual inicialmente las rutas de los procesos actuales para la atención, la cual actualmente se 100% reactiva, hasta un comparativo puntual de las condiciones encontradas en cada uno de los puntos con las requeridas tomando como base la norma TIER.

También los datos arrojados por los análisis casusa y efecto y Ishikawa nos indican una falencia en los niveles del programa de mantenimiento actual, el cual es más correctivo que preventivo, situación que no favorece el desempeño óptimo de los sistemas instalados esto también corroborado por el correspondiente diagrama de Pareto que nos indica que una de las principales

fuentes de los fallos atendidos corresponde a falta de mantenimiento adecuado en los equipos y sistemas.

Es tomando como referencia los análisis previos, los cuales nos indican puntualmente que las cosas no se están realizando de la manera adecuada y realizando la comparación de los requerimientos mínimos para los nodos o centros de datos que nos indica la normativa TIER (anexo 7.9) que se establece la línea a seguir.

El desarrollo de los diagnósticos y las comparativas de las condiciones mínimas que se requieren facilitan en conjunto con los ingenieros electromecánicos de proceso, discernir los componentes o trabajos que son requeridos punto por punto para lograr obtener las condiciones necesarias para poder garantizar un grado de conectividad por encima del 98%, tal como se indica en el punto 5.3.1, de igual forma se plantea un cronograma de actividades para lograr estandarizar y actualizar los requerimientos técnicos y estructurales de los sistemas auxiliares de CNFL.

Los costos totales de inversión requeridos para la consecución de estas tareas se dividen en etapas de ejecución, donde se tiene las siguientes labores

Etapa 1:**Nodos de Comunicación categoría 1:1 y 2:1.****Etapa 2:****Nodos de Comunicación categoría 2:2 y 2:3.****Nodos categoría 3:1, 3:2 y 3:3.**

Para la implementación de estas etapas de trabajos se tiene previsto un desembolso total de $\text{C}\$567\,970\,359,05$ tal y como se detalla en el cuadro resumen del punto 5.4.1, suma que contrasta considerablemente con los montos calculados de pérdidas en casa de salidas de línea de alguna de las plantas de generación con las que cuenta CNFL. según se detalla en la tabla 9 del apartado 4.3

Con la implementación de estas medidas propuestas a lo largo del capítulo 5, las condiciones iniciales encontradas en el capítulo 4 pueden ser solventadas, resueltas y actualizadas, permitiendo de esta forma que CNFL pueda garantizar la conectividad de manera coherente y congruente a la infraestructura instalada, las garantías de conectividad permitirán centrar los esfuerzos de la empresa en otras condiciones de importancia, la garantía de conectividad y la certificación de la empresas y sus principales centros de transferencia de datos como TIER IV, permitirán enrumbar a CNFL hacia un mundo en el que las tecnologías de la información lideran los mercados mundiales.

6.2. Recomendaciones

En vista del detalle detectado dentro del proceso de diagnóstico de los nodos y centros de datos de CNFL, se establecen en primera instancia un modelo de atención de los emplazamientos basados en la priorización antes brindada por el proceso de Infocomunicaciones, donde se atenderá de la siguiente manera:

- Fase 1, Nodos de Comunicación categoría 1:1 y 2:1.
- Fase 2, Nodos de Comunicación categoría 2:2 y 2:3, Nodos categoría 3:1, 3:2 y 3:3.
- Fase 3, Mejoras en la infraestructura civil.

Dentro de cada una de estas etapas se desarrollarían distintas tareas en busca de los estándares mínimos para los centros de datos a nivel internacional.

Dentro de las medidas recomendadas se pueden resaltar las siguientes:

En referencia al sistema eléctrico de los centros de datos, hay una serie de elementos que deben ser considerados, entre ellos los siguientes:

- Realizar una medición puntual de la calidad de la energía de cada uno de los centros de datos.

- Intervención en los centros de carga de cada uno de los nodos buscando la homologación de los mismos.
- La reestructuración del sistema eléctrico debe ser realizada para lograr la independencia del circuito y contar con una homologación del tipo de instalación desarrollada para estos emplazamientos.
- Colocar sistemas de respaldo acordes a la demanda de carga para poder garantizar la mayor autonomía posible.
- Instalar sistemas de protección adecuado para cada una de las condiciones.

En los sistemas de climatización:

- Deben implementarse sistemas acordes con las demandas calóricas de cada uno de los centros de datos, garantizando las condiciones mínimas necesarias en cuanto a temperaturas de operación y humedad relativa permitidas.
- Implementación de sistemas capaces de trabajar 24/ 7, ya sea de refrigeración o sistemas de precisión en donde así se requiera, debe tomarse en cuenta que de acuerdo a la prioridad del nodo o centro de datos intervenidos se debe considerar la redundancia de estos sistemas para garantizar las condiciones ambientales idóneas para la correcta operación.

En materia de los sistemas de monitoreo y control de las condiciones de operación de los centros de datos:

- Tiene que instalarse un sistema de monitoreo y control remoto, que permita al PMI un control en tiempo real de las condiciones de cada uno de los nodos en referente a los sistemas auxiliares, la versatilidad de este sistema debe de contemplar:

Un monitoreo y control de las condiciones ambientales, tanto en términos de temperatura ambiente como en el % de humedad relativa que se maneje en cada uno de los puntos, dando la posibilidad de manipular los parámetros del equipo en tiempo real desde una ubicación remota.

Monitoreo de calidad y voltajes manejados en los centros de carga de cada uno de los centros de datos en tiempo real y registro de eventos.

Monitoreo de aperturas e ingresos no autorizados en los diferentes puntos a controlar

Para la infraestructura civil:

- Se debe realizar mejoras a nivel civil que garanticen condiciones óptimas para el funcionamiento de los equipos.
- Las paredes deben ser impermeabilizadas y tipo cortafuego.
- Se deben aplicar los sellos correspondientes para garantizar las condiciones ambientales requeridas.
- Se debe brindar una reparación en pisos y cielos para impedir el ingreso de partículas o factores externos que puedan afectar el funcionamiento de los sistemas de comunicación.

Se contempla realizar todas las mejoras por medio de contratación, para lo cual se realizará el correspondiente cartel, mismo que se publicaría en SICOP, para recibir las ofertas y adjudicar al oferente que cumpla con todos los requerimientos establecidos en el contrato.

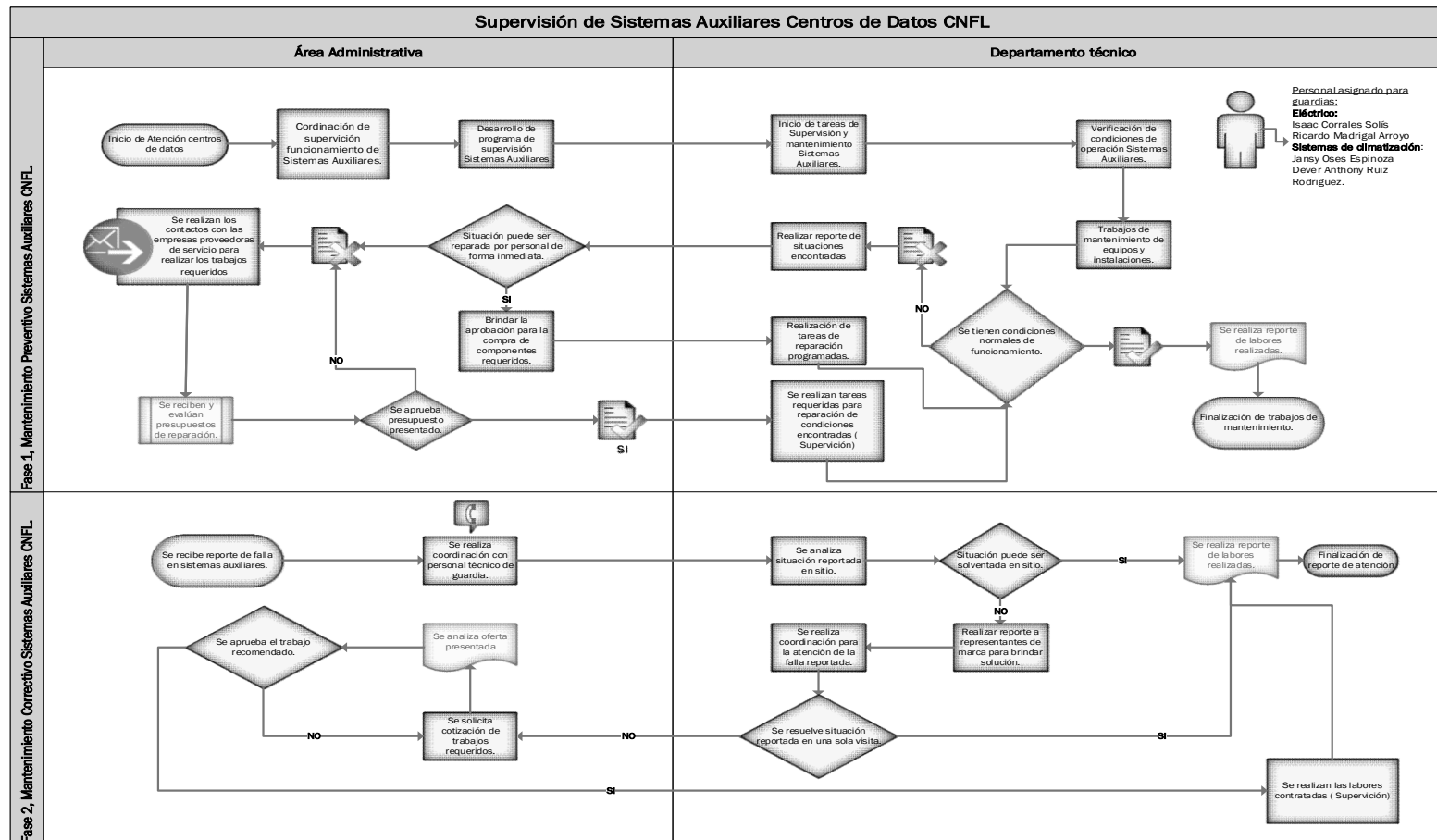
Capítulo VII. Bibliografía

- CNFL. (2018). *Quienes somos CNFL*. Quienes Somos. cnfl.go.cr/sobre-cnfl-p/quienes-somos
- Jorge Acuña (Tecnológico de. (2002). *Control de Calidad, Un enfoque estadístico*. (Tercera ed). Editorial tecnológica de Costa Rica.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Manoj, M. (2018). Administración de Operaciones Procesos y Cadenas de valor. In *Formación universitaria* (8 edición, Vol. 11, Issue 3). Pearson Educación. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062018000300001>
- Matías, Hernandez, J. C., & Idoipe, A. V. (2013). *Lean manufacturing*. <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion-enlace>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial Metodos, estandares y diseño del trabajo* (12 edición). McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. A.
- Uptime Institute. (2014). Data Center Site Infrastructure Tier Standard : Topology. *Uptime Institute, Llc*, 16.

Capítulo VIII. Apéndice

Diagrama de flujo atención propuesta.

Tabla 22. Diagrama de flujo propuesto; fuente: Elaboración propia 2021.



Capítulo IX. ANEXOS.

7.1. Control regulatorio de tarifas.

TARIFAS ELÉCTRICAS

Miércoles 19 de Diciembre del 2018 se publicó en el Alcance N°217 de la Gaceta.



La Modificación Tarifaria que aplica a partir del día Martes 01 de Enero del 2019
(Tarifa Incluye CVC)

Tarifa Residencial Horaria T-REH	
Consumo de 0 a 300 kWh	
Punta	¢133,89
Valle	¢55,51
Nocturno	¢22,86
Consumo de 301 a 500 kWh	
Punta	¢152,39
Valle	¢62,04
Nocturno	¢26,13
Consumos mayores a 501 kWh	
Punta	¢180,69
Valle	¢72,93
Nocturno	¢33,75

Tarifa Residencial T-RE	
Bloque de 0-30 kWh Cargo Fijo	¢ 1.893,90
Bloque de 31-200 kWh cada kWh	¢ 63,13
Bloque de 201-300 kWh cada kWh	¢ 96,87
Bloque mayor a 300 cada kWh adicional	¢ 100,14

Tarifa Media Tensión TMT	
Consumo de energía por cada kWh	
Energía Punta	¢54,42
Energía Valle	¢27,21
Energía Noche	¢19,59
Consumo de Potencia (kW)	
Potencia Punta	¢9.542,79
Potencia Valle	¢6.790,00
Potencia Noche	¢4.310,42

Tarifa Comercios y Servicios T-CO	
Bloques de consumo	
Consumo menor o igual a 3.000 kWh	¢106,68
Por Consumo de Energía	
Bloque de 0 - 3.000 Cargo Fijo	¢192.660,00
Bloque mayor a 3.000 kWh cada kWh	¢64,22
Cargo por Potencia	
Bloque 0 – 8 KW Cargo Fijo	¢80.426,32
Bloque mayor a 8 KW	¢10.053,29

Tarifa Industrial T-IN	
Bloques de consumo	
Consumo menor o igual a 3.000 kWh	¢106,68
Por Consumo de Energía	
Bloque de 0 – 3.000 kWh Cargo Fijo	¢192.660,00
Bloque mayor a 3.000 kWh cada kWh	¢64,22
Cargo por Demanda	
Bloque 0 – 8 KW Cargo Fijo	¢80.426,32
Bloque mayor a 8 kW	¢10.053,29

Tarifa Preferencial de Carácter Social T-CS	
Consumo menor o igual a 3000 kWh cada kW	
Mínimo 30 kWh	71,84
Clientes con consumo de Energía	
Consumo de Energía kWh	
Bloque de 0-8 kW Cargo Fijo	¢124.110,00
Bloque mayor a 3.000 kWh cada kWh	¢41,37
Por consumos de potencia kW	
Bloque de 0-8 kW Cargo Fijo	¢53.579,84
Bloque mayor a 3.000 kWh cada kWh	¢6.697,48

Tarifa Promocional T-PRO	
Bloques de consumo	
Consumo menor o igual a 3.000 kWh	¢106,68
Por Consumo de Energía	
Bloque de 0 – 3.000 kWh Cargo Fijo	¢192.660,00
Bloque mayor a 3.000 kWh cada kWh	¢64,22
Cargo por Demanda	
Bloque 0 – 8 KW Cargo Fijo	¢80.426,32
Bloque mayor a 8 kW	¢10.053,29

Tarifa Alumbrado Público T-AP	
Por cada kWh consumido	¢3,51

Definición de periodos:

- 1. Punta:** de 10:00 a 12:30 pm y de 17:30 a 20:00
- 2. Valle:** De 6:01 a 10:00 y de 12:30 a 17:30
- 3. Nocturno:** De 20:00 a 6:00

*Los precios anteriores no incluyen cargos tarifarios por alumbrado público, impuesto de ventas, ni importe de bomberos.

7.2. Capacidad de producción plantas Hidroeléctricas CNFL.

Plantas Hidroeléctricas											
Planta	Fuente	Subestación Transmisión más cercana	Punto de Entrega	Provincia	Unidades	Potencia (kW)	Año Inicio	Tipo Turbina	Caida Bruta (m)	Velocidad (rpm)	Caudal (m ³ /s)
Balsa Inferior	Río Balsa	Subestación Balsa Inferior	Subestación Balsa Inferior	Alajuela	1, 2 y 3	12 500	2 014	Francis (H)	135,6	514,3	11,00
					Subtotal	37 500					
Belén	Río Virilla	Subestación Lindora	Circuito Lindora-Belén Subestación Lindora	Alajuela	1	1 252	1 931	Francis (H)	88,0	600	1,95
					2	1 250	1 926		88,0	600	1,95
					3	8 001	1 991		107,0	450	10,00
Subtotal	10 503										
Brasil	Río Virilla	Subestación Lindora	Patio de Brasil (Subestación Lindora)	San José	1	24 000	1 998	Reacción (V)	68,0	300	38,00
Cote	Lago Cote	Subestación Arenal	Circuito Arenal-San Gregado Subestación Arenal	Alajuela	1	6 786	2 003	Francis (H)	87,8	600	8,40
Daniel Gutiérrez	Ríos Tapezco, Balsa y Catarata	Subestación Balsa Inferior	Subestación Balsa Inferior	Alajuela	1, 2 y 3	6 707	1 996	Francis (H)	100,2	514	7,06
					Subtotal	20 121					
El Encanto	Aranjuez	Subestación Garabito	Circuito Garabito-La Irma Subestación Garabito	Puntarenas	1 y 2	4 542	2 009	Francis (H)	213,5	1200	2,36
					Subtotal	9 084					
Electriona	Río Virilla	Subestación La Caja	Patio de Electriona (Subestación La Caja)	Heredia	1 y 2	1 360	1 928	Reacción (V)	79,0	900	2,32
					3	3 105	1 991	Francis (H)	83,3	600	4,60
					Subtotal	5 825					
Río Segundo	Río Segundo	Subestación La Caja	Circuito Belén-Asunción Subestación Belén	Alajuela	1	250	1 908	Reacción (H)	58,0	900	0,62
					2	1 000	1 999	Reacción (H)	64,0	900	1,40
					Subtotal	1 250					
Ventanas	Río Virilla	Subestación Lindora	Circuito Lindora-Guácima Subestación Lindora	Alajuela	1, 2, 3 y 4	2 817	2 016	Reacción (H)	94,6	720	3,73
					Subtotal	11 268					
Total Capacidad Instalada Hidroeléctrica:						126 337					
Planta Eólica											
Planta	Fuente	Subestación Transmisión más cercana	Punto de Entrega	Provincia	Unidades	Potencia (kW)	Año Inicio	Tipo Turbina	Velocidad (rpm)		
Valle Central	Cerros Tacuotarí - Pacacua	Subestación Desamparados	Circuito Escazú-Eolico Valle Central Subestación Escazú	San José	17	900	2 012	Aerogenerador E-44	Rotación del rango de operación: 16 - 34 rpm		
Total Capacidad Instalada Eólica:						15 300					
Total Capacidad Instalada CNFL (kW)						141 637					

7.3. Energía producida en el 2018.

Tabla 23. Producción eléctrica 2018 CNFL. Fuente (Dirección de Generación CNFL)

Unidad Operación Plantas de Generación Energía Generada 2018 (MWh)

Mes	PLANTAS CNFL										Total mensual
	Balsa Inferior	Belén	Brasil	Cote	Daniel Gutiérrez	El Encanto	Electriona	Río Segundo	Valle Central	Ventanas	
Enero	12 763	6 316	10 865	1 599	10 033	-	2 293	669	6 561	2 640	53 739
Febrero	5 150	3 647	5 352	882	4 295	-	1 780	327	5 773	541	27 748
Marzo	3 829	4 594	88	565	3 058	-	1 191	222	4 130	-	17 678
Abril	2 819	4 153	208	570	2 381	-	684	192	2 020	-	13 027
Mayo	1 423	4 916	8 508	643	164	-	1 575	285	941	-	18 455
Junio	7 915	6 425	11 472	1 246	6 305	3 680	2 621	435	1 397	1 486	42 982
Julio	10 677	6 568	10 626	2 078	8 344	4 932	2 974	602	3 649	1 629	52 079
Agosto	8 221	6 437	9 126	1 907	6 411	4 934	2 391	500	2 195	1 293	43 416
Setiembre	6 210	6 041	10 553	1 116	5 102	4 735	1 970	468	776	1 469	38 440
Octubre	12 104	6 598	14 014	978	10 236	4 298	3 225	598	1 116	2 489	55 657
Noviembre	8 400	6 244	7 736	1 826	6 747	4 236	2 127	495	2 176	1 208	41 195
Diciembre	5 116	5 091	5 434	910	4 310	2 340	1 318	360	5 001	646	30 524
Total anual	84 627	67 031	93 982	14 320	67 387	29 155	24 149	5 154	35 734	13 403	434 942

7.4. Artículo Daños el Porvenir.

Daños por incendio en subestación de Desamparados rondan los ¢120 millones

Daños se reparten entre reposición de equipos propios de la CNFL y pago de indemnizaciones

[Juan Fernando Lara](#), 6 agosto, 2017



Personal de la CNFL el 29 de junio anterior iniciando el proceso de arreglos y evaluación de los equipos dañados en la subestación de El Porvenir en Desamparados.

San José

El incendio de una subestación de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz en El Porvenir de Desamparados, el 28 de junio pasado, causó daños estimados entre ¢115 y ¢120 millones, informó la empresa.

El grueso de esa suma es por la reposición de equipos dañados durante la emergencia por la cual unos 500.000 josefinos se quedaron sin suministro eléctrico casi 24 horas desde ocurrido el incidente la noche de ese día.

La reparación de equipos de la CNFL incluye un interruptor del alimentador del circuito Desamparados - Tiribí, parte de una barra de transmisión de 34,5 kilovatios de capacidad y el cable de potencia de este mismo alimentador; todo valorado en ¢70 millones, explicó Luis Fernando Andrés, director de distribución de la CNFL.

El financiamiento de los equipos se ejecutó con una póliza que la CNFL tiene con el Instituto Nacional de Seguros para la protección de sus equipos y activos (una póliza tipo ING-0008). La aseguranza también provee una cobertura por responsabilidad civil general (daños a terceros) con un límite de cobertura de \$25 millones y un deducible de \$15.000.

[LEA: CNFL tardaría hasta agosto en indemnizar a afectados por incendio en subestación](#)

"El proceso de reparación lo tenemos avanzado en 75%. En este momento, solo tenemos pendiente la sustitución del cable de potencia, para lo cual debemos respaldar la alimentación de Desamparados con otra subestación, la del Este. Esto se espera ejecutar en este mes", precisó Andrés.

Lentitud en indemnizaciones

La otra parte del costo es el pago de indemnizaciones por desperfectos en casas y aparatos de clientes de la CNFL. La suma oscila entre ¢45 y ¢50 millones, señaló Adán Marchena, subdirector del área de Comercialización de la empresa.

La Compañía recibió 314 solicitudes de indemnización, pero desestimó 68 por falta de pruebas técnicas que responsabilicen a la CNFL por los daños. De los reclamos descartados, la mayoría fueron por supuestos daños a celulares o cámaras tipo Go-Pro donde no se detectó daño en los cargadores de estos equipos.

En 14 casos se pagaron reparaciones por daños en casas y se aceptaron por legítimos 231 casos de daños a artefactos eléctricos. De esos 231 reclamos, se han cancelado las indemnizaciones de 69 clientes (30% del total), por ¢10 millones.


Marchena recalcó que la CNFL aceleró sus procedimientos internos para realizar los pagos de forma expedita.



"Los clientes que no han recibido el pago, producto de nuestro acercamiento, nos han informado que aún no tienen la factura de reparación de sus artefactos, documentos necesarios para el respectivo cálculo y pago. Esta situación ha limitado la realización de más pagos", afirmó.

(Lara, 2017)

<https://www.nacion.com/el-pais/danos-por-incendio-en-subestacion-de-desamparados-rondan-los-c-120-millones/3EH3IYEARVH7JPV67WWEI3FF7Q/story/>

7.5. Costos promedio de reparaciones no programadas.



Martes, 21 de mayo del 2019
Cotización No. STC0109-2019

Señores:
CNFL
Presente.
Atención: Deiyver Ruiz

Estimados señores:
Sírvese encontrar adjunto nuestra propuesta técnica-financiera, correspondiente al suministro e instalación de una turbina para la unidad evaporadora modelo: PLFY-P30NBMU-E, serie: 07A00795D, ubicada en el Edificio Metropolitano.

Condiciones de la cotización

- Tiempo de entrega: De 2 a 2 semanas y media, después de la aprobación.
- Vigencia de la oferta: 5 días naturales.
- Forma de pago: 100% contra entrega.

Detalle de la cotización

Item	Cant	Descripción	Precio Unitario	Total por Línea
1	1	TURBO FAN R01E39114	\$ 194,00	\$ 194,00
			SUB TOTAL	\$ 194,00
			IMP DE VENTA	\$ 25,22
			MANO DE OBRA	\$ 55,00
			TOTAL	\$ 274,22

Monto en letras
Doscientos setenta y cuatro dólares con 22/100.

Garantía Técnica
La garantía aplica únicamente si las partes son instaladas por personal técnico calificado de la empresa HITEC S.A.

Confiamos que nuestra propuesta llene sus requerimientos y necesidades.
Quedando a su disposición para cualquier información adicional.

Atentamente,

Katherine Segura Arce
Servicio Técnico
Grupo Corporativo HI TEC S.A.

Pagos a nombre de HITEC S.A., Cédula Jurídica: 3-101-220654 cuentas en el BNCR Colones: 100-01-037-003774-4, BNCR Dólares: 100-02-037-600002-7, BCR Colones: 001-0220985-3, BCR Dólares: 001-0254537-3.

Página 1/1

Corporación HITEC S.A. - / Dpto. Cotizaciones de Repuestos y Servicio Técnico Tel. (506) 4035-0666 Ext. 115-116 / Fax: (506) 2293-6708 / Apdo. 597-4005 San Antonio de Belén, Costa Rica

Figura 16. Oferta por cambio de turbina de aire acondicionado

Martes 28 mayo del 2019
AC/2019-31 CNFL planta pedregal

DATOS DEL CLIENTE:	
NOMBRE: COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ DEVVER RUIZ	Planta hidroeléctrica pedregal
TELEFONO: 87144111	Instalación mecánica
CORREO: druiz@cnfl.go.cr	
DIRECCION: San José, Costa Rica Uruca	

Reciba un cordial saludo, a la vez detallo la presente cotización por concepto de reparación de varios en unidades condensadoras

Descripción de los equipos:

Unidades condensadoras

Descripción de materiales

Materiales para la instalación de aislantes de tuberías de cobre de unidades condensadoras
manta de tela durentan siliconizer tape amaras plásticas

Descripción del trabajo a realizar:

Instalación cañuelas manta pintura durentan esto para corregir las cañuelas en las áreas externas ya que están dañadas

Valor de este trabajo€ 68.000.00

Monto en letras.....sesenta y ocho mil colones con 00/100

Garantía: por el trabajo realizado 3 meses en mano de obra

Tiempo de entrega: 2 días luego de aprobación

Forma de pago: se verá con cliente

Vigencia de la oferta: 15 días.

Si la misma es aprobada en julio tendrá un aumento del 13% del IVA

Sin más por el momento quedo a sus órdenes para cualquier consulta que considere necesaria.

Mil gracias por su confianza en nosotros
Harold Chacón Chinchilla
Técnico en aire acondicionado y ventilación.
Cedula: 1-0892-0139
Tel: 8399-2900 / 2233-0429
Correo: haroldchaconch@gmail.com

Figura 17. Presupuesto por reparaciones varias en equipos de aire acondicionado





		Factura Electrónica N° 0010000101000000210																	
MULTICLIMA S.A Cédula Jurídica: 3-101-522356 Email: facturacion@multiclimate.co.cr Teléfono: +(506) 2245-7500 Fax: 2245-3706 Dirección: San José Goicoechea Guadalupe Del Plantel de buses del alto		Fecha de Emisión: 21/11/2018 8:54 a.m. Clave Numérica: 5062111180031015223560010000101000000 0210137798823																	
Información del receptor		Información del documento																	
Nombre Receptor: Teléfono: Cédula Jurídica: Correo Electrónico: Dirección:	Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A 2295-5756 3-101-000046 drui@cnfl.go.cr URUCA	Condición de la venta Crédito Días de crédito 30 Fecha de Vencimiento: Medio de pago Transferencia-Depósito Bancario																	
Código	Cantidad	Descripción del Producto/Servicio	Precio Unitario	SubTotal															
	1.00	COMPRESOR DE 12.000BTU/H R22 PARA EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO.	110,000.00	110,000.00															
	1.00	MATERIALES DE REFRIGERACION PARA EL LAVADO DE TUBERIAS DE REFRIGERACION Y CARGA DE REFRIGERANTE.	75,000.00	75,000.00															
	1.00	MANO DE OBRA TECNICA PROFESIONAL PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO UBICADO EN CUARTO DE SERVIDORES.	30,000.00	30,000.00															
	1.00	MANO DE OBRA TECNICA PROFESIONAL PARA LA DES-INSTALACION E INSTALACION DE COMPRESOR PARA EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO UBICADO EN FINCA DEMOSTRATIVA LA GALLERA.	80,000.00	80,000.00															
Notas: Banco Nacional Cuenta Corriente Colones:100-01-115-000001-8 Cuenta Cliente Colones:15111510010000012 Cuenta Corriente Dólares:100-02-115-000001-1 Cuenta Cliente Dólares:15111510020000013 Bac Credomatic: Cuenta Corriente Colones:923956262 Cuenta Cliente Colones:10200009239562628 Cuenta Corriente Dólares:923956270 Cuenta Cliente Dólares:10200009239562700			<table border="1"> <tr> <td>SubTotal</td> <td>¢</td> <td>295,000.00</td> </tr> <tr> <td>Descuento</td> <td>¢</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Imp. de Ventas (13%)</td> <td>¢</td> <td>24,050.00</td> </tr> <tr> <td>Total Factura:</td> <td>¢</td> <td>319,050.00</td> </tr> <tr> <td>Saldo Real Factura:</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		SubTotal	¢	295,000.00	Descuento	¢	0.00	Imp. de Ventas (13%)	¢	24,050.00	Total Factura:	¢	319,050.00	Saldo Real Factura:		
SubTotal	¢	295,000.00																	
Descuento	¢	0.00																	
Imp. de Ventas (13%)	¢	24,050.00																	
Total Factura:	¢	319,050.00																	
Saldo Real Factura:																			
			Monto en letras: TRESCIENTOS DIECINUEVE MIL CINCUENTA COLONES.																
			Código Único de Consulta: pbZ640818u2154																
Emitida conforme lo establecido en la resolución de Facturación Electrónica, N° DGT-R-48-2016 del 7 de octubre del 2016 de la Dirección General de Tributación. Por favor, considere su compromiso con el ambiente antes de imprimir este documento																			
				Page 1 of 2															

Figura18. Costo mínimo por cambio de compresor de aire acondicionado 12 000 Btu.

 HITEC <i>Tecnologías amigables</i>	 MITSUBISHI ELECTRIC AIRE ACONDICIONADO	COSTA RICA	 MAKE COMFORT Personal
--	--	------------	--

Lunes, 12 de noviembre del 2018
Cotización No.STC0206-2018

Señores:
CNFL
Presente.
Atención: Deiver Ruiz

Estimados señores:
Sirvase encontrar adjunto nuestra propuesta técnica-financiera, correspondiente al suministro e instalación de una válvula de expansión tipo 4 vías para la unidad condensadora modelo: PUHY-P144TJMU-A, serie: 07W00103, marca Mitsubishi Electric, ubicada en el Edificio Metropolitano.

Condiciones de la cotización:

- Tiempo de entrega: De 2 a 2 semanas y media, después de la aprobación.
- Vigencia de la oferta: 5 días hábiles.
- Forma de pago: 50% por adelantado, 50% contra entrega.

Detalle de la cotización:

Item	Cant	Descripción	Precio Unitario	Total por Línea
1	1	FOUR WAY VALVE R63 R55 154	\$ 294,75	\$ 294,75
2	1	MATERIALES	\$ 721,89	\$ 721,89
SUB TOTAL			\$	1.016,64
IMP DE VENTA			\$	132,16
MANO DE OBRA			\$	215,46
TOTAL			\$	1.364,26

Monto en letras:
Mil trescientos sesenta y cuatro dólares con 26/100.

Garantía técnica:
La garantía aplica únicamente si las partes son instaladas por personal técnico calificado de la empresa Hitec S.A.

Confiamos que nuestra propuesta llene sus requerimientos y necesidades.
Quedando a su disposición para cualquier información adicional.

Atentamente,

Katherine Segura
Servicio Técnico
Grupo Corporativo HI TEC S.A.

Pagos a nombre de HITEC S.A. Cédula Jurídica: 3-101-220654 cuentas: BNCR Colones: 100-01-037-003774-4, BNCR Dólares: 100-02-037-600002-7, BCR Colones: 001-0220985-3, BCR Dólares: 001-0254537-3.

Página 1/1


Corporación HITEC S.A. - / Dpto. Cotizaciones de Repuestos y Servicio Técnico Tel. (506) 4035-0666 Ext. 115-116 / Fax: (506) 2293-6708 / Apdo. 597-4005 San Antonio de Belén, Costa Rica

Figura 19. Costos de reparación sistemas VRV. (Cambio de válvulas).

7.6. Minutas de reuniones realizadas.

COMPañÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ, S.A.		Página 1 de 2
Bitácora de reunión No.3		
F-107		
Indicaciones generales:		
* Si requiere espacio para más temas en la Agenda de reunión, puede agregar las filas que necesite.		
** Imprima la página 2 "Complemento lista de asistencia", únicamente cuando el grupo sea mayor a 12 personas.		
*** En la página 3 se muestra una propuesta de agenda de reunión.		
Reunión anterior		
Dependencia o Equipo de mejora continua:	Unidad Logística, Proceso Mantenimiento de Infraestructura	Fecha: 27-10-2020
Lugar: Skype empresarial		Hora inicio: 07:30 a.m. Hora final: 09:54 a.m.
Acuerdos de la Reunión anterior ▾ (En caso de no haber acuerdos colocar las letras N.A.)		Responsable
1.	Hacer participar en la próxima reunión al Sr. Gilberth Coto y Raquel Díaz, para tratar el tema de mantenimiento de aires acondicionados, estipulado en la Matriz Ambiental.	Verónica Zeledón Saborío
2.	Crear ficha técnica para cada uno de los Nodos de Comunicación, que contenga, por ejemplo: estado, capacidad instalada, requerimientos si el equipo cumple, cuál es su vida útil, si cuenta con garantía, costo de sustitución, plan de mantenimiento (costo) proyectado a 5 años (costo anual 10%), sistemas auxiliares, recomendaciones técnicas (escenario más óptimo), entre otros. En caso de no cumplir, valorar si se puede trasladar a otro lugar para cubrir una necesidad, la sustitución o complemento con otro equipo, entre otros. Respaldo eléctrico, detallar el estado y un aproximado de costos y recomendar si requiere un estudio inversor u otro.	Rolando Zamora Miranda Dever Ruiz Rodríguez Isaac Corrales Solís
3.	Consultar al Sr. Oldemar Vallecillo cuales son las subestaciones propiedad de CNFL o bien que requieren intervención, también mínimo escoger una subestación y replicarla en la ficha técnica de las demás subestaciones, para hacer la proyección del primer corte.	
4.	En caso de visitar un emplazamiento que tenga varios nodos en diferente clasificación a la prioridad 1, se deben revisar en la misma visita para aprovechar el tiempo y recurso, y así concluir la zona.	
5.	Presentar al corte de noviembre los 44 Nodos de Centro de Comunicación, mapeados como estratégicos y agregar los nodos estratégicos o de servicio al cliente determinados así por el PMI.	
6.	Averiguar cuánto cuesta el equipo de medición, también considerar el equipo y herramientas necesarias que se debe contar para estas inspecciones.	
7.	Próxima reunión a realizar el 26/11/2020.	
8.	- UL -	
Reunión del día de hoy		
Dependencia o Equipo de mejora continua:	Unidad Logística, Proceso Mantenimiento de Infraestructura	Fecha: 26/11/2020
Lugar: Sky empresarial		Hora inicio: 09:00 a.m. Hora final: 11:25 a.m.
* Agenda de reunión: (Ver propuesta en la siguiente hoja)		Tiempo (minutos)
1.	Se atendió el acuerdo 1 de la reunión anterior, se realizó reunión el día de hoy de 08:00 a.m. a 09:00 a.m. con la Gestora Ambiental "Carbono Neutralidad" la Srta. Raquel Díaz, quien también asume como suplente del Coordinador del Proceso el	
Fecha de modificación: 10/06/2014. Rev. 3.		

Ilustración 10. Minuta de reunión de nodo. Fuente: Unidad Logística CNFL: 2020

COMPañIA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ, S.A.		Página 2 de 2	
Sr. Gilberth Coto. (Se adjunta bitácora de reunión)			
2.	Se atendió el acuerdo 2 de la reunión anterior, se presenta la nueva ficha técnica con los elementos solicitados, para mostrar más detalle sobre el sistema eléctrico y climatización de los Nodos de Comunicación.		
3.	Sobre el acuerdo 3 indica el Sr. Isacc Corrales que envió correo, pero no ha sido posible la coordinación para las visitas, también se les solicita no comprometerse a tomar llaves para evitar cualquier eventualidad que los comprometa.		
4.	Acuerdos 4 y 5 están en proceso de atención, se expone sobre el levantamiento de información en los Nodos de Comunicación del periodo del 28/10 a 25/11/2020, para un total al corte de 39 Nodos de Comunicación inspeccionados.		
5.	Se atendió el acuerdo 6, se presenta los equipos y herramientas que requieren para las inspecciones respectivas.		
6.	Acuerdos: 1. Enviar nuevamente otro correo al Sr. Oldemar Vallecillos y enviar copia al Sr. Juan Carlos Valenciano para ejercer apoyo. 2. Completar el bloque de las visitas con prioridad 1, 1, para contar con todos los puntos estratégicos y poder coordinar reunión con don Óscar. 3. Elaborar un plan de mantenimiento de intervención con observaciones y estimaciones. 4. Próxima reunión a realizar el 03/12/2020.		
7.	-UL-		
** Asistencia del día de hoy			
Nombre		Firma	
1.	Rolando Zamora Miranda		2. Dever Ruiz Rodríguez
3.	Isaac Corrales Solís		4. Verónica Zeledón Saborío
Nombre del Relator: Juan Carlos Valenciano Padilla		Nombre del Coordinador o Jefe: Juan Carlos Valenciano Padilla	
Firma:   Firmado digitalmente por JUAN CARLOS VALENCIANO PADILLA (FIRMA) Fecha: 2021.01.14 19:36:39 -06'00'		Firma:   Firmado digitalmente por JUAN CARLOS VALENCIANO PADILLA (FIRMA) Fecha: 2021.01.14 19:36:53 -06'00'	

7.7. Diagrama de Gantt para implementación total del proyecto.

Implementación de modelo de atención Nodos de comunicación

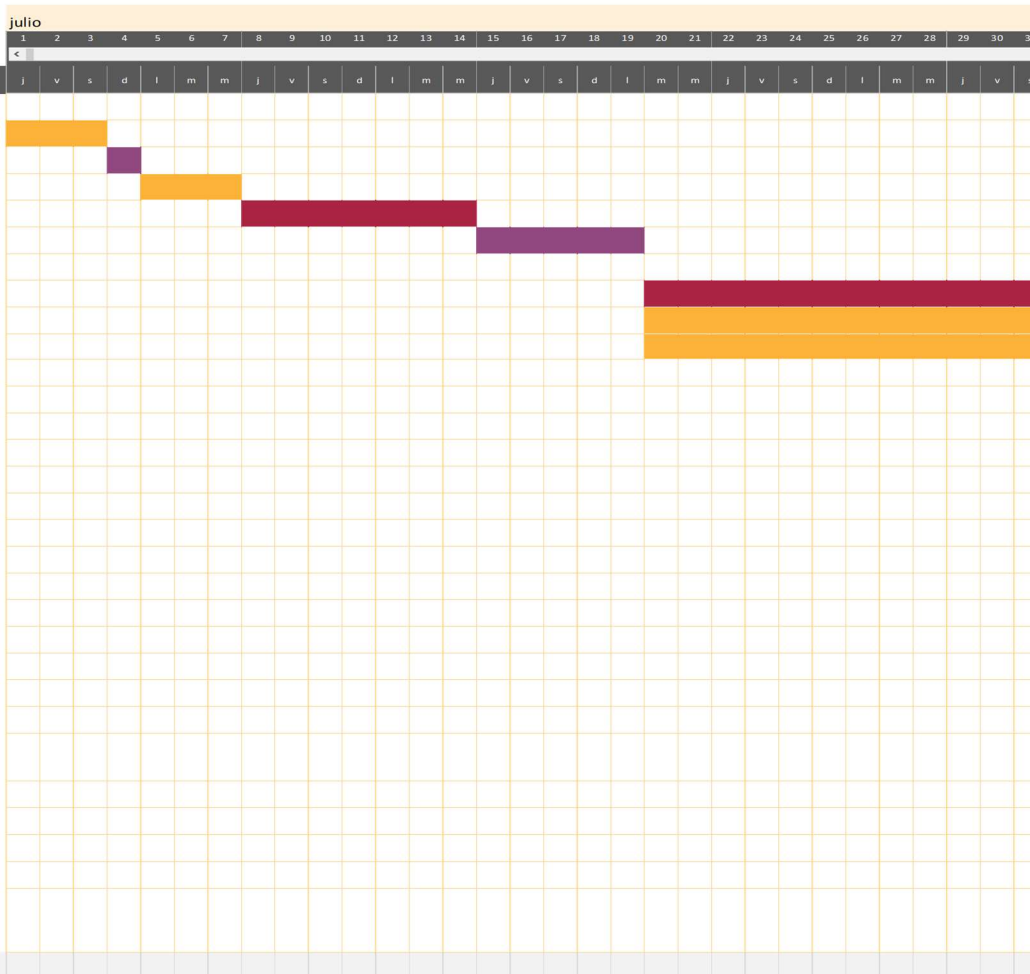
Compañía Nacional de Fuerza y Luz
Responsable del proyecto

Fecha de inicio del proyecto: 1/7/2021
Incremento de desplazamiento: 0

Leyenda:

Según lo previsto (Azul) | Riesgo bajo (Naranja) | Riesgo medio (Púrpura) | Riesgo alto (Rojo) | Sin asignar (Gris)

Descripción del Tarea	Categoría	Asignado a	Progreso	Inicio	Número de días
Medición de capacidad de atención actual.					
Selección de personal para atenciones.	Riesgo bajo	Rolando Zamora	0%	1/7/2021	3
Evaluación de capacidades técnicas de personal	Riesgo medio	Rolando Zamora	0%	4/7/2021	1
Evaluación de modelos de contratación actuales.	Riesgo bajo	Deyver Ruiz	0%	5/7/2021	3
Realización de estudios de trabajo pertinentes a los procesos de atención	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	8/7/2021	7
Diagnostico de capacidad actual instalada en el PMI para atención de fallos.	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	15/7/2021	5
Verificación de condiciones actuales Centros de datos					
Visitas físicas a cada uno de los puntos de datos	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	20/7/2021	20
Validación de componentes instalados	Riesgo bajo	Deyver Ruiz	0%	20/7/2021	20
Verificación de condiciones físicas de las instalaciones	Riesgo bajo	Deyver Ruiz	0%	20/7/2021	20
Evaluación de condiciones actuales de los nodos o centros de datos	Hito	Deyver Ruiz	0%	9/8/2021	5
Categorización de los centros de datos en base a su nivel de impacto a la conectividad.		Deyver Ruiz	0%	10/8/2021	3
Diagnostico de condiciones actuales Centros de datos					
Estudio de condiciones actuales de los centros de datos.	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	9/8/2021	5
Evaluación de condiciones idóneas para centros de datos basados en normativas	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	14/8/2021	3
Diagnostico de sistemas auxiliares de los centros de datos de los nodos de	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	17/8/2021	1
Elaboración de mapas de flujo de modelos de atención actuales	Riesgo bajo	Deyver Ruiz	0%	13/8/2021	3
Exposición de situación encontrada.	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	18/8/2021	1
Diseño de plan de mejora al modelo de atención actual.					
Análisis de mejoras punto por punto	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	19/8/2021	7
Validación de condiciones requeridas para correcta normativa	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	26/8/2021	3
Desarrollo de requerimientos mínimos para el cumplimiento de las normativas punto por punto	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	29/8/2021	3
Desarrollo de presupuesto para mejoras detectadas en diagnóstico	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	1/9/2021	5
Diseño de diagrama de flujo para la implementación de proceso de mejora	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	6/9/2021	6
Implementación de medidas propuestas y control de condiciones.					
Elaboración de carteles de contratación y adjudicación	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	12/9/2021	25
Inicio de etapa 1 de implementación	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	7/10/2021	35
Supervisión de labores	Riesgo alto	Deyver Ruiz	0%	7/10/2021	35
Implementación de sistemas de control via remota para monitoreo de condiciones de	Riesgo medio	Deyver Ruiz	0%	7/10/2021	35
Elaboración de planes y implementación de planes de mantenimiento preventivo de sistemas.	Según lo previsto	Deyver Ruiz	0%	11/11/2021	10
Informes finales de resultados.	Hito	Deyver Ruiz	0%	11/11/2021	5



7.8. Labores mínimas a ejecutar en mantenimientos de sistemas.

Sistema de climatización:

Detalle de las tareas según el equipo, esto con el fin de delimitar las condiciones mínimas que se deben de realizar en cada uno de los aires acondicionados a tomar en consideración.

3.3.1 Evaporadora.

- El Contratista limpiará los filtros una vez por visita.
- El Contratista inspeccionará y limpiará los conductos de drenaje y las bandejas donde se acumula el agua del condensado.
- El Contratista inspeccionará para asegurarse que las rejillas de ventilación de condensadores y otras aberturas de circulación de aire estén libres de obstáculos que impidan la libre circulación.
- El Contratista chequeará las tuercas, tornillos y otros medios de sujeción de las estructuras metálicas de soporte, así como los propios de las máquinas de aire acondicionado, reemplazándolos o asegurándolos según la necesidad.
- El Contratista prevendrá la corrosión de las partes metálicas de las estructuras, los conductos exteriores y la propia unidad de aire acondicionado usando una pintura apropiada.

- Se deberá realizar la limpieza de los serpentines con químicos biodegradables apropiados para la aplicación en unidades evaporadoras, respetando la proporción de mezcla indicada por fábrica.
- La limpieza de las bombas externas de condensado será de carácter obligatorio en el caso de que el equipo disponga de dicho elemento.

Condensadora.

- Se proveerá recargas de gas refrigerante en los equipos de aire acondicionado que así lo requieran, siempre y cuando las misma no considere un diferencial de más de 15 psi, de superar este límite se indicará en factura a parte de la del mantenimiento en sí.
- La limpieza de la unidad condensadora será de carácter obligatorio
- La aplicación de químico deberá ser de manera adecuada, utilizando los implementos de seguridad adecuados para la manipulación de sustancias corrosivas.
- Los químicos utilizados deben de ser biodegradables.
- Para la aplicación y limpieza del equipo se deberá prever cualquier posible afectación a terceras personas por motivos de salpicaduras o derrames, para ello se deberá de cercar en caso de ser necesario
- Los componentes eléctricos deberán ser revisados de manera minuciosa, cambiando las terminales o cables que así lo ameriten.

Temporizadores y Termostatos:

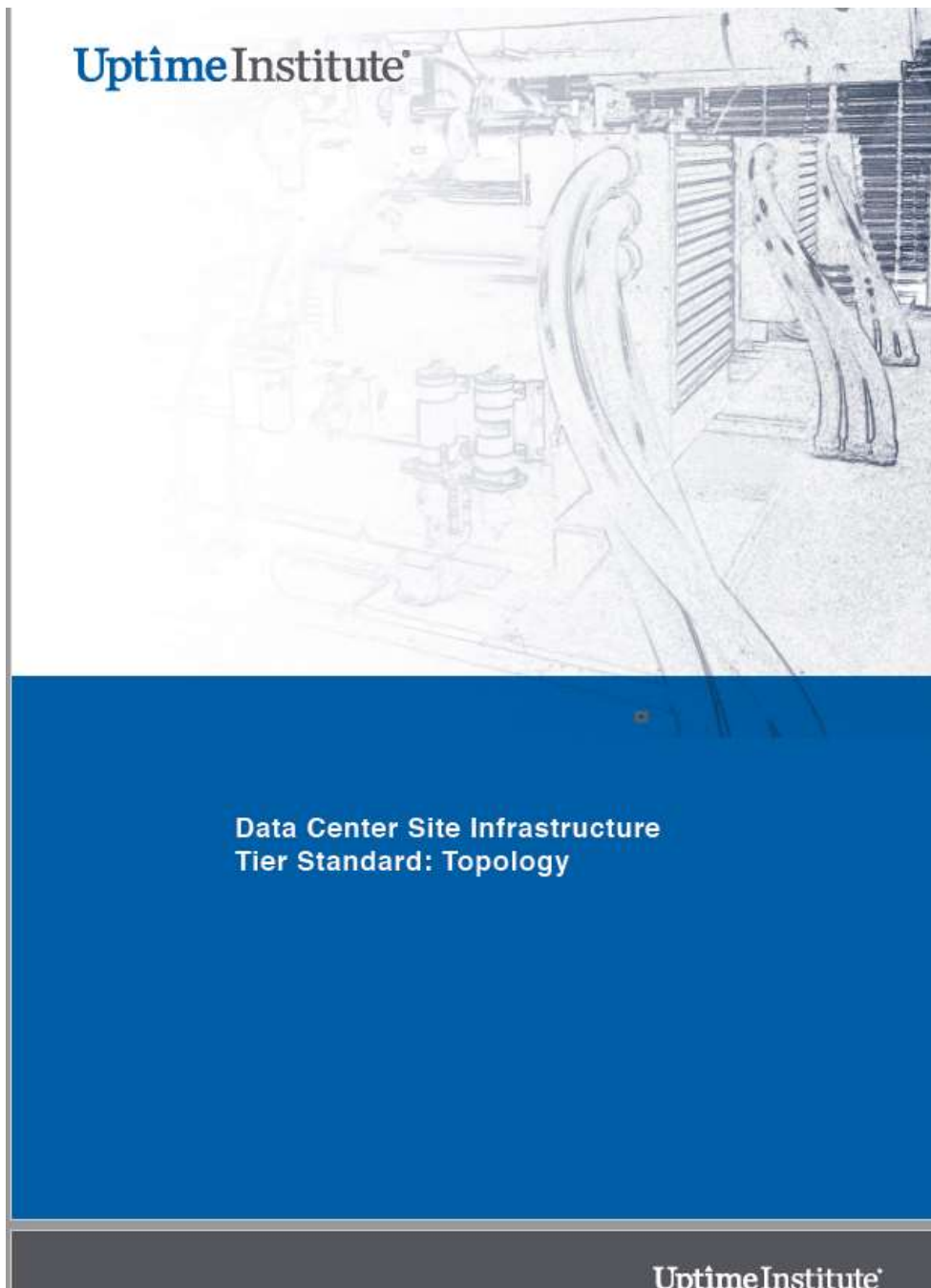
- El Contratista chequeará los temporizadores y termostatos para revisar sus ajustes y reajustarlos a las condiciones pactadas previamente con los representantes de CNFL, de ser necesario. El Contratista reemplazará cualquier parte o pieza dañada con la previa aprobación de CNFL y será cargado el valor del trabajo en factura aparte de ser aprobado
- Se reportará cualquier anomalía en las condiciones de los termostatos.
- De ser necesario el cambio de cables de señal se debe de indicar con previa aprobación del representante de CNFL.
- Los programas o software deberán ser revisados para verificar el correcto funcionamiento del sistema, de igual forma se debe presentar informe del estado del mismo.

Conductos y Rejillas

- El Contratista llevará a cabo una inspección visual de los conductos rejillas de salida y retorno, para determinar alguna pérdida de aislamiento, pérdida de los soportes o salideros impropios. El Contratista hará los arreglos necesarios para corregir los problemas encontrados el mismo día de la visita, usando los métodos y materiales apropiados.
- De ser necesario y debido al deterioro normal del uso, el Contratista limpiará o pintará las rejillas de salida y retorno.

Se deberá limpiar las rejillas tanto de suministro como de retorno de aire de las unidades que las posean.

7.9. Norma TIER



Abstract

The Uptime Institute *Tier Standard: Topology* is an objective basis for comparing the functionality, capacity, and expected availability (or performance) of a particular site infrastructure design topology against other sites, or for comparing a group of sites. This Standard describes criteria to differentiate four classifications of site infrastructure topology based on increasing levels of redundant capacity components and distribution paths. This Standard focuses on the definitions of the four Tiers and the performance confirmation tests for determining compliance to the definitions. The Commentary, in a separate section, provides practical examples of site infrastructure system designs and configurations that fulfill the Tier definitions as a means to clarify the Tier classification criteria.

Keywords

ambient temperatures, autonomous response, availability, classification, Compartmentalization, Concurrent Maintenance, Concurrently Maintainable, Continuous Cooling, critical power distribution, data center, dry bulb, dual power, electrical power backbone, Fault Tolerance, Fault Tolerant, functionality, infrastructure, metrics, Operational Sustainability, performance, redundant, reliability, Tier, Tier level, Tiers, topology, wet bulb

Copyrights

This document is copyrighted by the Uptime Institute, LLC. Uptime Institute—in making this document available as a reference to governmental agencies, public institutions, and private users—does not waive any rights in copyright to this document.

Uptime Institute's Publications are protected by international copyright law. Uptime Institute requires written requests at each and every occasion that Uptime Institute's intellectual property or portions of the intellectual property are reproduced or used. Uptime Institute copyright extends to all media—paper, electronic, and video content—and includes use in other publications, internal company distribution, company Web sites and marketing materials, and handouts for seminars and courses.

For more information, please visit www.uptimeinstitute.com/permissions-request to download a Copyright Reprint Permission Request Form.

Introduction

This introduction is not part of Uptime Institute *Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Topology*. It provides the reader with context for the application of the Standard.

This *Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Topology* is a restatement of the content previously published as Uptime Institute publication *Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance*. Selected content of this publication has been reedited into a more traditional standards model format. Future updates or changes to Uptime Institute *Tier Standard: Topology* shall be accomplished through a review and recommendation process consistent with other recognized Standards bodies.

The Tier Classifications were created to consistently describe the site-level infrastructure required to sustain data center operations, not the characteristics of individual systems or subsystems. Data centers are dependent upon the successful and integrated operation of electrical, mechanical, and building systems. Every subsystem and system must be consistently deployed with the same site uptime objective to satisfy the distinctive Tier requirements. The most critical decision-making perspective owners and designers must consider, when making inevitable tradeoffs, is what effect does the decision have on the life-cycle-integrated operation of the information technology (IT) environment in the computer room. Most successful owners align data center site infrastructure investment with the business case for availability or selected mission imperatives. These organizations will know the cost of a disruption, usually in terms of actual dollar costs, impact to market share, and continued mission imperatives. The cost of disruption makes the case for investment in high-availability infrastructure a straightforward business decision.

Simply put, the Tier topology rating for an entire site is constrained by the rating of the weakest subsystem that will impact site operation. For example, a site with a robust Tier IV UPS configuration combined with a Tier II chilled water system yields a Tier II site rating.

This very stringent definition is driven by senior executives who have approved multi-million dollar investments for an objective report of actual site capabilities. Any exceptions and exclusions footnoted in the approval documents will be quickly lost and forgotten. If a site has been advertised within an organization as being Fault Tolerant (Tier IV), it will be inconsistent to have to plan a site shutdown at any time in the future—regardless of any “fine print” exclusions that diligently identified the risk. For this reason, there are no partial or fractional Tier ratings. A site’s Tier rating is not the average of the ratings for the critical site infrastructure subsystems. The site’s Tier rating is the lowest of the individual subsystem ratings.

Similarly, the Tier rating cannot be claimed by using calculated mean time between failures (MTBF) component statistical reliability to generate a predictive availability and then using that number to match the empirical availability results with those of sites representing the different Tier classifications. Statistically valid component values are not available, partly because product life cycles are getting shorter and no independent, industry-wide database exists to collect failure data.

Finally, this Standard focuses on the topology and performance of an individual site. High levels of end-user availability may be attained through the integration of complex IT architectures and network configurations that take advantage of synchronous applications running on multiple sites. However, this Standard is independent of the IT systems operating within the site.

Additional Factors and Exposures

Uptime Institute *Tier Standard: Topology* and *Tier Standard: Operational Sustainability* establish a consistent set of performance criteria that can be satisfied, and adjudicated, worldwide. For the data center design, implementation, and sustained operation to be successful, additional factors and exposures must also be considered by the owner and project team. Many of these will be dictated by the site location as well as local, national, or regional considerations and/or regulations. For example, building codes and Authorities Having Jurisdiction (AHJs); seismic, extreme weather (high winds, tornado); flooding; adjacent property uses; union or other organized labor force; and/or physical security (either as corporate policy or warranted by immediate surroundings).

Due to the many design and management options that may be dictated by the owner, regulated by local government, recommended by industry groups, or followed as a general practice, it is not feasible for *Tier Standard: Topology* and *Tier Standard: Operational Sustainability* to establish criteria for these additional factors and exposures worldwide. And, Uptime Institute does not wish to displace or confuse the guidance of local experts, which are key for timely project delivery, regulatory compliance, and implementation of best practices.

For a successful project, Uptime Institute recommends that the project team create a comprehensive catalogue of project requirements, which incorporates *Tier Standard: Topology*, *Tier Standard: Operational Sustainability*, and carefully considered mitigation measures of these additional factors and exposures. This approach will ensure the project meets the compliance objectives of Uptime Institute's international standards, as well as local constraints and owner's business case.

Contents

1.0	Overview	5
1.1	Scope	5
1.2	Purpose	5
1.3	References	5
1.4	Related Publications	5
2.0	Tier Classification Definitions	5
2.1	Tier I – Basic Data Center Site Infrastructure	5
2.2	Tier II – Redundant Site Infrastructure Capacity Components	6
2.3	Tier III – Concurrently Maintainable Site Infrastructure	6
2.4	Tier IV – Fault Tolerant Site Infrastructure	7
2.5	Engine-Generator Systems	8
2.6	Ambient Temperature Design Points	8
2.7	Communications	9
2.8	Makeup Water	9
2.9	Tier Requirements Summary	9
2.10	Utility Services	9
3.0	Commentary for Application of the Tier Standard: Topology	10
3.1	Outcome-Based Tier Standard	10
3.2	Impact of Ambient Design Conditions	10
3.3	Restrictions Against Engine-Generator Runtime Limitations (Tier III and Tier IV)	10
3.4	Communications Routing	11
3.5	Tier Functionality Progression	11
3.6	Fractional or Incremental Tier Classification	12
3.7	Non-Compliance Trends	12
	Modifications	12

1. Overview

1.1 Scope

This Standard establishes four distinctive definitions of data center site infrastructure Tier classifications (Tier I, Tier II, Tier III, Tier IV), and the performance confirmation tests for determining compliance to the definitions. The Tier classifications describe the site-level infrastructure topology required to sustain data center operations, not the characteristics of individual systems or subsystems. This Standard is predicated on the fact that data centers are dependent upon the successful and integrated operation of several separate site infrastructure subsystems, the number of which is dependent upon the individual technologies (e.g., power generation, refrigeration, uninterruptible power sources) selected to sustain the operation.

Every subsystem and system integrated into the data center site infrastructure must be consistently deployed with the same site uptime objective to satisfy the distinctive Tier requirements.

Compliance with the requirements of each Tier is measured by outcome-based confirmation tests and operational impacts. This method of measurement differs from a prescriptive design approach or a checklist of required equipment.

Commentary on this Standard is in a separate section that provides examples for the design and configuration of facility systems for each Tier topology level. The commentary section also offers guidance in the application and implementation of the Tier definitions. In addition, the commentary section includes discussion and examples to aid in understanding Tier concepts as well as information on common design topology shortfalls.

1.2 Purpose

The purpose of this Standard is to equip design professionals, data center operators, and non-technical managers with an objective and effective means for identifying the anticipated performance of different data center site infrastructure design topologies.

1.3 References

American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, *ASHRAE Handbook – Fundamentals* (Latest Version).

ASHRAE Thermal Guidelines for Data Processing Environments, Third Edition

1.4 Related Publications

Accredited Tier Designer Technical Paper Series

Further information can be found at www.uptimeinstitute.com.

2. Site Infrastructure Tier Standards

2.1 Tier I: Basic Site Infrastructure

2.1.1 The fundamental requirement:

- a) A Tier I basic data center has non-redundant capacity components and a single, non-redundant distribution path serving the critical environment. Tier I infrastructure includes: a dedicated space for IT Systems; a UPS to filter power spikes, sags, and momentary outages; dedicated cooling equipment; and on-site power production (e.g., engine generator, fuel cell) to protect IT functions from extended power outages.
- b) Twelve hours of on-site fuel storage for on-site power production (e.g., engine generator, fuel cell).

2.1.2 The performance confirmation tests:

- a) There is sufficient capacity to meet the needs of the site.
- b) Planned work will require most or all of the site infrastructure systems to be shut down affecting critical environment, systems, and end users.

2.1.3 The operational impacts:

- a) The site is susceptible to disruption from both planned and unplanned activities. Operation (human) errors of site infrastructure components will cause a data center disruption.
- b) An unplanned outage or failure of any capacity system, capacity component, or distribution element will impact the critical environment.
- c) The site infrastructure must be completely shut down on an annual basis to safely perform necessary preventive maintenance and repair work. Urgent situations may require more frequent shutdowns. Failure to regularly perform maintenance significantly increases the risk of unplanned disruption as well as the severity of the consequential failure.

2.2 Tier II: Redundant Site Infrastructure Capacity Components

2.2.1 The fundamental requirement:

- a) A Tier II data center has redundant capacity components and a single, non-redundant distribution path serving the critical environment. The redundant components are extra on-site power production (e.g., engine generator, fuel cell), UPS modules and energy storage, chillers, heat rejection equipment, pumps, cooling units, and fuel tanks.
- b) Twelve hours of on-site fuel storage for 'N' capacity.

2.2.2 The performance confirmation tests:

- a) Redundant capacity components can be removed from service on a planned basis without causing any of the critical environment to be shut down.
- b) Removing distribution paths from service for maintenance or other activity requires shutdown of critical environment.
- c) There is sufficient permanently installed capacity to meet the needs of the site when redundant components are removed from service for any reason.

2.2.3 The operational impacts:

- a) The site is susceptible to disruption from both planned activities and unplanned events. Operation (human) errors of site infrastructure components may cause a data center disruption.
- b) An unplanned capacity component failure may impact the critical environment. An unplanned outage or failure of any capacity system or distribution element will impact the critical environment.
- c) The site infrastructure must be completely shut down on an annual basis to safely perform preventive maintenance and repair work. Urgent situations may require more frequent shutdowns. Failure to regularly perform maintenance significantly increases the risk of unplanned disruption as well as the severity of the consequential failure.

2.3 Tier III: Concurrently Maintainable Site Infrastructure

2.3.1 The fundamental requirements:

- a) A Concurrently Maintainable data center has redundant capacity components and multiple independent distribution paths serving the critical environment. For the electrical power backbone and mechanical distribution path, only one distribution path is required to serve the critical environment at any time.
The electrical power backbone is defined as the electrical power distribution path from the output of the on-site power production system (e.g., engine generator, fuel cell) to the input of the IT UPS and the power distribution path that serves the critical mechanical equipment. The mechanical distribution path is the distribution path for moving heat from the critical space to the outdoor environment. For example, chilled water piping, condenser water piping, refrigerant piping, etc.
- b) All IT equipment is dual powered and installed properly to be compatible with the topology of the site's architecture. Transfer devices, such as point-of-use switches, must be incorporated for critical environment that does not meet this requirement.
- c) Twelve hours of on-site fuel storage for 'N' capacity.

2.3.2 The performance confirmation tests:

- a) Each and every capacity component and element in the distribution paths can be removed from service on a planned basis without impacting any of the critical environment.
- b) There is sufficient permanently installed capacity to meet the needs of the site when redundant components and distribution paths are removed from service for any reason.

2.3.3 The operational impacts:

- a) The site is susceptible to disruption from unplanned activities. Operation errors of site infrastructure components may cause a computer disruption.
- b) An unplanned outage or failure of any capacity system may impact the critical environment.
- c) An unplanned outage or failure of a capacity component or distribution element may impact the critical environment.
- d) Planned site infrastructure maintenance can be performed by using the redundant capacity components and distribution paths to safely work on the remaining equipment.
- e) During maintenance activities, the risk of disruption may be elevated. (This maintenance condition does not defeat the Tier rating achieved in normal operations.)

2.4 Tier IV: Fault Tolerant Site Infrastructure

2.4.1 The fundamental requirements:

- a) A Fault Tolerant data center has multiple, independent, physically isolated systems that provide redundant capacity components and multiple, independent, diverse, active distribution paths simultaneously serving the critical environment. The redundant capacity components and diverse distribution paths shall be configured such that 'N' capacity is providing power and cooling to the critical environment after any infrastructure failure.
- b) All IT equipment is dual powered with a Fault Tolerant power design internal to the unit and installed properly to be compatible with the topology of the site's architecture. Transfer devices, such as point-of-use switches, must be incorporated for critical environment that does not meet this specification.
- c) Complementary systems and distribution paths must be physically isolated from one another (Compartmentalized) to prevent any single event from simultaneously impacting both systems or distribution paths.
- d) Continuous Cooling is required. Continuous Cooling provides a stable environment for all critical spaces within the ASHRAE maximum temperature change for IT equipment as defined in *Thermal Guidelines for Data Processing Environments, Third Edition*. Additionally, the Continuous Cooling duration should be such that it provides cooling until the mechanical system is providing rated cooling at the extreme ambient conditions.
- e) Twelve hours of on-site fuel storage for 'N' capacity.

2.4.2 The performance confirmation tests:

- a) A single failure of any capacity system, capacity component, or distribution element will not impact the critical environment.
- b) The infrastructure controls system demonstrates autonomous response to a failure while sustaining the critical environment.
- c) **Each and every** capacity component and element in the distribution paths can be removed from service on a planned basis without impacting any of the critical environment.
- d) There is sufficient capacity to meet the needs of the site when redundant components or distribution paths are removed from service for any reason.
- e) Any potential fault must be capable of being detected, isolated, and contained while maintaining N capacity to the critical load.

2.4.3 The operational impacts:

- a) The site is not susceptible to disruption from a single unplanned event.
- b) The site is not susceptible to disruption from any planned work activities.
- c) The site infrastructure maintenance can be performed by using the redundant capacity components and distribution paths to safely work on the remaining equipment.
- d) During maintenance activity where redundant capacity components or a distribution path shut down, the critical environment is exposed to an increased risk of disruption in the event a failure occurs on the remaining path. This maintenance configuration does not defeat the Tier rating achieved in normal operations.
- e) Operation of the fire alarm, fire suppression, or the emergency power off (EPO) feature may cause a data center disruption.

2.5 Engine-Generator Systems

On-site power production systems (e.g., engine generator, fuel cell) are considered the primary power source for the data center. The local power utility is an economic alternative. Disruptions to the utility power are not considered a failure, but rather an expected operational condition for which the site must be prepared. Accordingly, on-site power production systems must automatically start and assume load upon loss of utility. In addition, all critical equipment not backed up by UPS power must autonomously restart after the power is restored. Although engine generators are only one solution for onsite power production, the nuances of the ratings dictate additional commentary to describe the specific requirements that must be met when using an engine-generator system for on-site power production.

2.5.1 Site on Engine-Generator Power

A Tier III or IV engine-generator system, along with its power paths and other supporting elements, shall meet the Concurrently Maintainable and/or Fault Tolerant performance confirmation tests while they are carrying the site on engine-generator power.

2.5.2 Manufacturer's Runtime Limitation

Engine generators for Tier III and IV sites shall not have a limitation on consecutive hours of operation when loaded to 'N' demand. Engine generators that have a limit on consecutive hours of operation at 'N' demand are appropriate for Tier I or II.

2.5.3 Regulatory Runtime Limitation

Engine-generator systems often have an annual regulatory limit on operating hours driven by emissions. These environmental limits do not impact the consecutive hours of operation constraint established in this section.

2.6 Ambient Temperature Design Points

The effective capacity for data center facilities infrastructure equipment shall be determined at the peak demand condition based on the climatological region and steady state operating set points for the data center. All manufacturer's equipment capacities shall be adjusted to reflect the extreme observed temperatures and altitude at which the equipment will operate to support the data center.

2.6.1 Extreme Annual Design Conditions

The capacity of all equipment that rejects heat to the atmosphere shall be determined at the Extreme Annual Design Conditions that best represents the data center location in the most recent edition of the *ASHRAE Handbook – Fundamentals*. (Each ASHRAE Handbook is revised and published every 4 years.) The design maximum values shall be the n=20 years value for both the Dry Bulb (DB) and Wet Bulb (WB) temperatures. Additionally, all systems must be able to fully operate at the extreme minimum temperatures. This must consider the n=20 years extreme minimum DB temperature. The n=20 years extreme minimum WB temperature must be considered if any operational or site condition will negatively impact capacity or the ability of the equipment to operate.

2.6.2 Computer Room Set Points

The capacity for computer room cooling equipment shall be determined at the return air temperature, and relative humidity established by the owner for steady state data center operations.

2.6.3 Additional Impacts

Extreme ambient conditions must be considered for anything that can impact capacities, loads, or equipment operation.

2.7 Communications

The equipment supporting the communication demarcation points must also be provided with cooling and power systems according to the Tier objective if they are critical the support of the data center functionality. Accordingly, for Tier IV data centers that critical equipment must meet Compartmentalization requirements.

2.8 Makeup Water

For all Tier sites using evaporative cooling, on-site, backup makeup water storage is required for 12 hours according to the Tier objective. Accordingly, for Tier III and Tier IV data centers, the makeup water system must also be Concurrently Maintainable and Fault Tolerant as required to the point of delivery for a minimum duration of 12 hours.

2.9 Tier Requirements Summary

A summary of the preceding requirements defining the four distinct Tier classification levels is in Table 1. In the table, Critical Power Distribution is defined as the power from the UPS output to the IT assets.

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Minimum Capacity Components to Support the IT Load	N	N+1	N+1	N After any Failure
Distribution Paths - Electrical Power Backbone	1	1	1 Active and 1 Alternate	2 Simultaneously Active
Critical Power Distribution	1	1	2 Simultaneously Active	2 Simultaneously Active
Concurrently Maintainable	No	No	Yes	Yes
Fault Tolerance	No	No	No	Yes
Compartmentalization	No	No	No	Yes
Continuous Cooling	No	No	No	Yes

Table 1: Tier Requirements Summary

2.10 Utility Services

Services originating from outside the data center property boundary and not in full control of the data center organization are deemed and treated as a utility system. These include but are not limited to electrical power supplies, municipal water supplies, natural gas supplies, district cooling, etc. These services are not considered reliable supplies for the data center and are not considered to meet the Tier requirements for the site.

Services to meet the Tier requirements must be fully contained on the data center property and in full control of the data center organization. Additionally, where utility systems are utilized as an economic alternative, the data center critical systems must be able to autonomously detect a loss of the service and respond with on-site systems to provide the service. This also requires that on-site systems can autonomously restart once on-site service is restored. For example after a loss of utility power, the engine-generator system must be able to detect the loss of incoming utility power, start the engine-generator system, transfer load to the on-site engine-generator system, and restart any other systems that experienced a temporary interruption of electrical power without an operator intervention.

3. Commentary for Application of the *Tier Standard: Topology*

This Commentary is not part of the Data Center *Site Infrastructure Tier Standard: Topology*. It provides the reader with context for the application of the Standard.

3.1 Outcome-Based Tier Standard

The definitions used in Uptime Institute's Tier Standard are necessarily and intentionally very broad to allow innovation and client manufacture and equipment preferences in achieving the desired level of site infrastructure performance or uptime. The individual Tiers represent categories of site infrastructure topology that address increasingly sophisticated operating concepts, leading to increased site infrastructure availability.

The operational performance outcomes that define the four Tiers of site infrastructure are very straightforward. Many designs that pass a checklist approach will fail an operational performance requirements approach. This means that, in addition to the rigorous application of engineering principles, there is still considerable judgment and flexibility in the design for uptime and how subsystems are integrated to allow for multiple operating modes.

3.2 Impact of Ambient Design Conditions

The sustainable effective capacity of most cooling and power generating equipment is impacted by the actual ambient conditions in which it operates. These components typically require more energy to operate and provide less usable capacity as altitude and ambient air temperatures rise.

A common practice for conventional facilities is to select design values applicable to most but not all anticipated hours of operation of that facility. This results in an economical choice of equipment that meets requirements most of the time. This is not appropriate for data centers that are expected to operate on a 24 x Forever basis.

Using a DB temperature for design that is exceeded 2% of the time results in selection of a component that is undersized 175 hours of the year. Although this may seem to imply that the owner runs an operational risk for a little over one week each year, these hours actually occur incrementally spread over several days. The 2% design value could result in actual conditions exceeding the design parameters of the equipment several hours every afternoon for a 1- to 2-month period. A 0.4% value, considered conservative by many design professionals, still results in equipment performing below requirements approximately 35 hours each year.

Another example concerning ambient conditions arises when selecting heat rejection systems for split-system direct expansion (DX) cooling systems. Many manufactures provide product selection tables based on 95°F/35°C ambient outside conditions. These components will only produce the nominal capacity listed when operating in up to 95°F/35°C outside air. These component capacities must be adjusted downward to provide the required capacity when temperatures exceed 95°F/35°C.

One commonly overlooked impact of ambient conditions is the minimum expected temperature. Air-cooled chilled water machines typically have a minimum temperature at which the unit may not be able to start or operate. Many common air-cooled chilled water machines are rated to operate down to 0°C and must have additional measures taken to operate below that point.

3.3 Restrictions Against Engine-Generator Runtime Limitation (Tier III and Tier IV)

The intent of the restriction against engine-generator runtime limitation is to ensure the engine-generator plant is capable of supporting the site load on a continuous basis. Tier topology requires that the load capacity of engine generators with one of the three main ISO® 8528-1 ratings (Continuous, Prime, Standby) must be considered differently, based on the specific rating.

- a) **Continuous**-rated engine generators can be run for an unlimited number of hours at the rated kilowatts.
- b) **Prime**-rated engine generators can be run for a limited number of hours at the rated kilowatts. This capacity does not meet the intent of Section 2.5. As stated in ISO 8528-1, the capacity of a prime-rated engine generator must be reduced to 70% (derated) to operate on an unlimited basis. Some manufactures state a different reduced capacity (may be more or less than 70%) at which the engine generator can operate on an unlimited basis either in the product specification, or by separate letter. The manufactures' certification of capacity at an unlimited duration will be used to determine compliance with Tier requirements.

- c) **Standby** engine generators are, by definition, held to an annual run-hour limitation. This limitation does not meet the intent of Section 2.5. Some manufactures state a different, reduced capacity at which the engine generator can operate on an unlimited basis either in the product specification, or by separate letter. The manufactures' certification of capacity at an unlimited duration will be used to determine compliance with Tier requirements.

3.4 Communications Routing

Uptime Institute recommends that the conveyance for fiber or communications connections from off site to data center communication demarcation should be in accordance with Concurrently Maintainable requirements for Tier III and Fault Tolerant, Compartmentalized requirements for Tier IV.

3.5 Tier Functionality Progression

Owners who select Tier I and Tier II solutions to support current IT technology are typically seeking a solution to short-term requirements. Both Tier I and Tier II are usually tactical solutions, i.e., driven by first-cost and time-to-market more than life-cycle cost and uptime (or availability) requirements. Rigorous uptime requirements and long-term viability usually lead to the strategic solutions found more often in Tier III and Tier IV site infrastructure. Tier III and Tier IV site infrastructure solutions have an effective life beyond the current IT requirement. Strategic site infrastructure solutions enable the owner to make strategic business decisions concerning growth and technology, unconstrained by current site infrastructure topology.

3.5.1 Tier I

Tier I solutions acknowledge the owner's desire for dedicated site infrastructure to support IT systems. Tier I infrastructure provides an improved environment over that of an ordinary office setting and includes: a dedicated space for IT systems; a UPS to filter power spikes, sags, and momentary outages; dedicated cooling equipment not shut down at the end of normal office hours; and on-site power production (e.g., engine generator, fuel cell) to protect IT functions from extended power outages.

3.5.2 Tier II

Tier II solutions include redundant critical power and cooling capacity components to provide an increased margin of safety against IT process disruptions due to site infrastructure equipment failures. The redundant components are typically extra UPS modules, chillers, heat rejection equipment, pumps, cooling units, and on-site power production (e.g., engine generator, fuel cell). A malfunction or normal maintenance will result in loss of a capacity component.

3.5.3 Tier III

Tier III site infrastructure adds the concept of Concurrent Maintenance beyond what is available in Tier I and Tier II solutions. Concurrent Maintenance means that **each and every** capacity or distribution component necessary to support the IT processing environment can be maintained on a planned basis without impact to the IT environment. The effect on the site infrastructure topology is that a redundant delivery path for power and cooling is added to the redundant critical components of Tier II. Maintenance allows the equipment and distribution paths to be returned to like-new condition on a frequent and regular basis.

Thus, the system will reliably and predictably perform as originally intended. Moreover, the ability to concurrently allow site infrastructure maintenance and IT operation requires that **each and every** system or component that supports IT operations must be able to be taken offline for scheduled maintenance without impact to the IT environment. This concept extends to important subsystems such as control systems for the mechanical plant, start systems for on-site power production (e.g., engine generator, fuel cell), EPO controls, power sources for cooling equipment and pumps, isolation valves, and others.

3.5.4 Tier IV

Tier IV site infrastructure builds on Tier III, adding the concept of Fault Tolerance to the site infrastructure topology. Similar to the application of Concurrent Maintenance concepts, Fault Tolerance extends to **each and every** system or component that supports IT operations. Tier IV considers that any one of these systems or components may fail or experience an unscheduled outage at any time. The Tier IV definition of Fault Tolerance is based on a single component or path failure.

However, the site must be designed and operated to tolerate the cumulative impact of every site infrastructure component, system, and distribution path disrupted by the failure. For example, the failure of a single switchboard will affect every subpanel and equipment component deriving power from the switchboard. A Tier IV facility will tolerate these cumulative impacts without affecting the operation of the computer room.

3.6 Fractional or Incremental Tier Classification

The four Tier Standard Classifications address topology, or configuration, of site infrastructure, rather than a prescriptive list of components to achieve a desired operational outcome. For example, the same number of chillers and UPS modules can be arranged on single power and cooling distribution paths resulting in a Tier II solution (Redundant Components), or on two distribution paths that may result in a Tier III solution (Concurrently Maintainable).

Consistent, across-the-board application of Tier topology concepts for electrical, mechanical, automation, and other subsystems is required for any site to satisfy the Tier standards defining any classification level. Selecting the appropriate topology solution based on the IT availability requirements to sustain well-defined business processes, and the substantial financial consequences for downtime, provides the best foundation for investment in data center facilities. It is preferable for the owner's focus during the data center design and delivery process to be on the consistent application of the Tier Performance Standard rather than on the details that make up the data center site infrastructure.

However, site infrastructure has been occasionally described by others in the industry in terms of fractional Tiers (e.g., Tier 2.5), or incremental Tiers (Tier III +, Enhanced Tier III, or Tier IV-lite). Fractional or incremental descriptions for site infrastructure are not appropriate and are misleading. Including a criteria or an attribute of a higher Tier Classification in the design does not increase the overall Tier Classification. However, deviation from the Tier objective in any subsystem will prevent a site from being Certified at that Tier.

- a) A site that has an extra (redundant) UPS module but needs all the installed cooling units running to keep the computer room temperature within limits does not meet the redundancy requirements for Tier II.
- b) A switchboard that cannot be shut down without affecting more than the redundant number of secondary chilled water pumps (reducing the available capacity to less than N) is not Concurrently Maintainable and will not be Certified as Tier III.
- c) Including a UPS system patterned after a Tier IV system within a site having a Tier II power distribution backbone yields a Tier II Certification.

3.7 Non-Compliance Trends

The most significant deviations from the Tier Standard found in most sites can be summarized as inconsistent solutions. Frequently, a site will have a robust, Fault Tolerant electrical system patterned after a Tier IV solution, but will utilize a Tier II mechanical system that cannot be maintained without interrupting computer room operations. This results in an overall Tier II site rating.

Most often, the mechanical system fails Concurrent Maintenance criteria because of inadequate coordination between the number and location of isolation valves in the chilled water distribution path. Another common oversight is branch circuiting of mechanical components, which results in having to shut down the entire mechanical system to perform electrical maintenance. If more than the redundant number of chillers, towers, or pumps is de-energized for electrical maintenance, computer-room cooling is impacted.

Uptime Institute®

Electrical systems often fail to achieve Tier III or Tier IV criteria due to design choices made in the UPS and the critical power distribution path. UPS configurations that utilize common input and output switchgear are almost always unmaintainable without critical environment outages and will fail the Tier III requirements even after spending many hundreds of thousands of dollars. Topologies that include static transfer switches in the critical power path for single-corded IT devices will likely fail both the Fault Tolerance criteria and the Concurrent Maintenance criteria.

Consistent application of standards is necessary to have an integrated solution for a specific data center. It is clear that the IT organization invests heavily in the features offered by newer critical environment technology. Often, as the electrical and mechanical infrastructures are defined and the facility operations are established, there is a growing degree of inconsistency in the solutions incorporated in a site. An investment in one segment must be met with a similar investment in each of the other segments if any of the elements in the combined solution are to have the desired effect on IT availability. A well-executed data center master plan or strategy should consistently resolve the entire spectrum of IT and facility requirements.

Modifications

This Standard incorporates the 2010 voting results of the Owners Advisory Committee. The on-site power production fuel storage requirements is effective 1 May 2010.

The changes incorporated are a result of the 2012 discussion and voting by the Owners Advisory Committee. All updates specific to this version are effective 1 August 2012.

The changes incorporated are a result of clarifications based on industry feedback. All updates specific to this version are effective 1 January 2018.

The changes incorporated align with ASHRAE Handbook – Fundamentals revisions to provide consistent reference detail. All updates specific to this version are effective 1 October 2018.

About the Uptime Institute

Uptime Institute is an unbiased advisory organization focused on improving the performance, efficiency, and availability of business critical infrastructure through innovation, collaboration, and independent certifications. Uptime Institute serves all stakeholders responsible for IT service availability through industry leading standards, education, peer-to-peer networking, consulting, and award programs delivered to enterprise organizations and third-party operators, manufacturers, and providers. Uptime Institute is recognized globally for the creation and administration of the Tier Standards & Certifications for Data Center Design, Construction, and Operational Sustainability along with its Management & Operations reviews, FORCSS® methodology, and Efficient IT Stamp of Approval.

Questions?

Please contact your regional representative online: <http://uptimeinstitute.com/contact-us>, or email us at: info@uptimeinstitute.com

Uptime Institute is a division of The 451 Group, a leading technology industry analyst and data company. Uptime Institute has office locations in the U.S., Mexico, Costa Rica, Brazil, U.K., Spain, U.A.E., Russia, Taiwan, Singapore, and Malaysia.

Visit www.uptimeinstitute.com for more information.

© 2009-2018 Uptime Institute, LLC. All rights reserved
00001 E

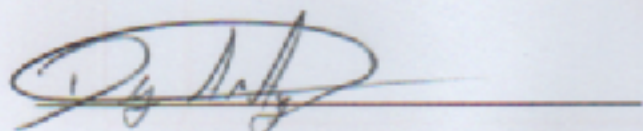
**SI QUIERES ALGO QUE NUNCA
HAS TENIDO**

**DEBES HACER ALGO QUE
NUNCA HAS HECHO**



DECLARACIÓN JURADA

Yo Dever Anthony Ruiz Rodríguez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 5 0343 0781 egresado de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de bachillerato en ingeniería industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ATENCIÓN QUE GARANTICE LA CONECTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ EN UN 98% ATENDIENDO LOS NODOS DE COMUNICACIÓN CRÍTICOS PARA MANTENER EL SERVICIO PARA LOS AÑOS 2021 Y 2022., es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, al primer día del mes de julio del año dos mil veintiuno.



Firma del estudiante

Cédula 5-03430781

CARTA DEL TUTOR

San José, 30 de Junio del 2021

**Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación.
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante DEYVER ANTHONY RUIZ RODRÍGUEZ, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ATENCIÓN QUE GARANTICE LA CONECTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ EN UN 98% ATENDIENDO LOS NODOS DE COMUNICACIÓN CRÍTICOS PARA MANTENER EL SERVICIO PARA LOS AÑOS 2021 Y 2022.", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachiller. En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	17%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	27%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19%
	TOTAL		90%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

**MANUEL
ALEJANDRO
MENDEZ
FLORES (FIRMA)**

Firmado digitalmente
por MANUEL
ALEJANDRO MENDEZ
FLORES (FIRMA)
Fecha: 2021.06.30
12:59:00 -06'00'