



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

REPORTE DEL ANALISIS RCM

LINEA ELECTRICA SISTEMA DE DISTRIBUCION DE 34.5 KV

FECHA: Agosto 2010

PRESENTADO POR

ING. WILLIAM MURILLO



Metodología RCM

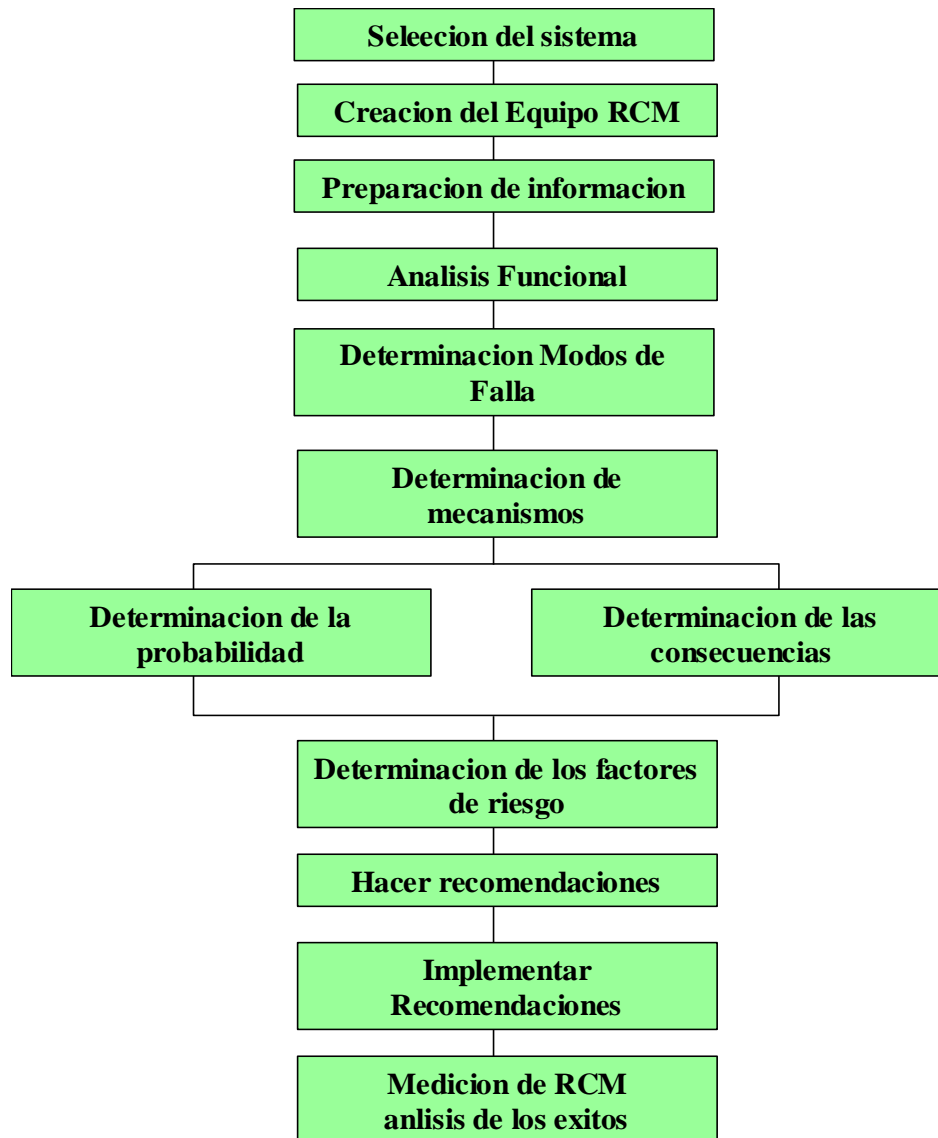


Figura 1 Proceso RCM

El RCM fue desarrollado primero en los años 60 en la industria militar, bajo el stantard STD-MIL-785, requerido para el mejoramiento de la seguridad aérea.

El análisis RCM esta contenido en una secuencia lógica de pasos ilustrados en la figura 1

El plan de implementación se realizó usando la técnica de Análisis Rápido RCM (fast-raced RCM analysis) aplicado para la industria en general.



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Preanálisis:

Información requerida para el RCM

Recolección de la información necesaria para el análisis RCM

Descripción	Check out			OBSERVACIONES
	SI	NO	R	
Plano general para determinar los sistemas y subsistemas	X		100%	
PI&D para determinar los lazos de control	X		50%	
Programa de mantenimiento preventivo actualizado.	X		100%	
Copias de las PMs por sistema (mto, operación, calibraciones, monitoreo y mto predictivo.)	X		100%	
Listado de las paradas por fallas.	X		100%	
Función y descripción de los sistemas	X		80%	
Listado de los componentes de los sistemas	X		100%	
Información de fabricantes, diseño, operación y mantenimiento.	X		80%	Parcial, pendiente catálogos
Diagramas lógicos	X		80%	
Diagramas eléctricos unifilares.	X		80%	
Listado de componentes (Mecánicos, instrumentos y eléctricos)	X		70%	
Históricos del mantenimiento.	X		100%	
Planos y manuales de los equipos mayores	X		70%	Parcial, pendiente algunos catálogos
Esquemáticos de los sistemas (Interlocks, control de motores, diagramas de loop en instrumentos.)	X		70%	
Requerimientos/análisis de seguridad de los sistemas.	X		50%	
Listado de los componentes del sistema.	X		50%	
Planillas de los operadores que muestren las lecturas.	X		80%	
Procedimientos de emergencias	X		0%	
Componentes relacionados con la seguridad.	X		0%	
Estándares y procedimientos por organizaciones internacionales como API, IEEE, ASME o ANSI que puedan proveer información de fallas en equipos y recomendaciones de mantenimiento.	X		100%	NORMA NFPA 70B



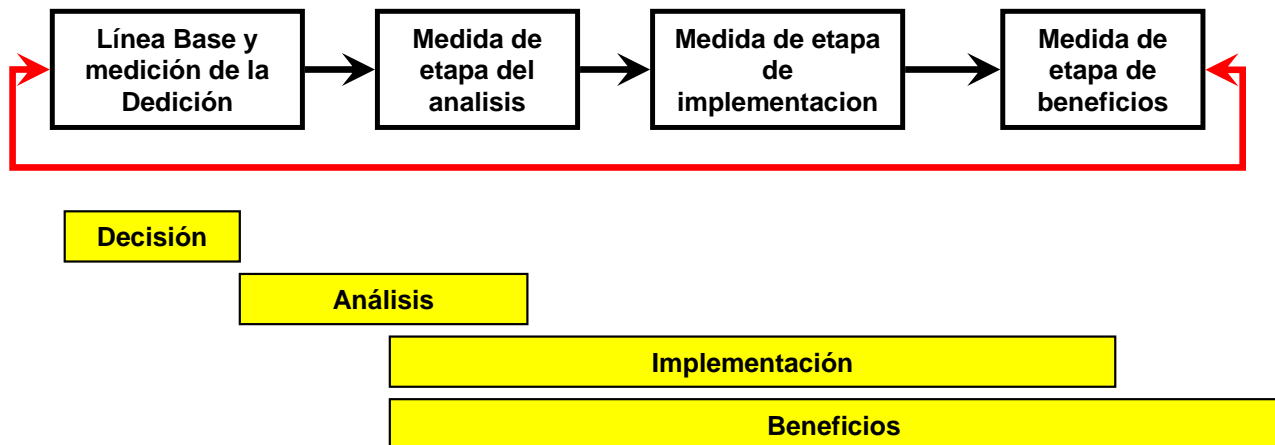
RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Indicadores de gestión para medir el avance en el RCM piloto RCM Scorecard



Indicadores del compromiso en el RCM

Medidas del compromiso del proyecto RCM	
Numero de personas empleados en el RCM	6
Numero de personal entrenados en la metodología RCM	2
Porcentaje del personal entrenados en RCM	10%
Numero de empleados calificados en facilitadores RCM	1
Total de horas empleadas en el proyecto RCM	6

El análisis RCM se observa en el próximo cuadro



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Analisis del RCM

Metodologia	Numero	Numero	Numero
Funciones identificadas	RCM sistema 34.5 kv		
Fallas funcionales identificadas (subfunciones)	Anillo	T3 - transf	Chimbi
Analisis de los componentes identificados	9	5	4
Total de modos de falla identificados	13	13	9
Numero de modos de falla clasificados como criticos	1	2	0
Numero de modos de falla clasificados como prioridad media	9	6	0
Numero de modos de falla clasificados como prioridad Baja	3	5	9
Numero de Tareas identificadas RCM	14	10	5
Numero de Tareas corriendo a la falla	0	0	0

Medida de implementacion RCM

Tipo de tarea	Numero identificado	Numero implementado	Porcentaje implementado
Tareas tiempo directo intrusivas	9	1	11%
Tareas tiempo directo No intrusivas	5	0	0%
Basadas en condicion CBM	7	6	86%
Tareas encontrando fallas	3	0	0%
Tareas corriendo al la falla	0	0	0%
Tareas inspeccion	5	0	0%
Total de tareas PM	29	7	24%
Tareas viejas canceladas	0	0	0%
Modificaciones de diseño	0	0	0%
Cambios de procedimientos de mantenimiento	14	0	0%



Matriz de criticidad:

Es el establecimiento de las tablas de efectos, consecuencias (costos de perdidas de producción, costos de mantenimiento, seguridad e impacto ambiental) y probabilidades de falla.

La correcta determinación de estas tablas permite una selección lógica de las acciones en el FMEA.

La descripción de estos efectos debe contener suficiente información para que el equipo RCM evaluara las consecuencias de la falla.

Algunos de estos son:

- El personal es afectado en su seguridad?
- Es un potencial de daño ecológico?
- Como afecta la producción ?
- Cuanto cuesta su reparación ?

Los efectos de las fallas podrían considerarse de acuerdo a las siguientes áreas:

- Shutdown de producción
- Reducción de la salida de producción
- Violación a políticas regulatorias
- Alto costo del mantenimiento
- Personal en peligro
- Peligros ambientales

No todos los efectos son aplicables a los procesos, en algunos se podría requerir otros de las fallas.

Una falla se cuantifica con cálculo, por conocimiento del histórico, frecuencia, ó el MTBF. Este último es un promedio que se aproxima a una probabilidad de falla y puede tener un ancho de variación de acuerdo a la cantidad de puntos de los datos.

Probabilidad de falla	Frecuencia de falla
REMOTA	Fallas mayores de 3 años
MUY BAJA	Fallas entre 1 a 3 años
BAJA	Fallas entre 6 meses a 1 año
MODERADA	Fallas entre 3 meses y 6 meses
ALTO	Fallas entre 1 mes y 3 meses
MUY ALTA	Fallas entre 1 semana y 1 mes
EXTREMA	Falla todos los días

Una vez obtenido el efecto y la probabilidad de falla se combina para calcular el riesgo, que es la base para determinar las mejores actividades para mantenimiento.

La tabla de criticidad se determino utilizando la tabla del patrón de RCA de Petrobrás



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Matriz de Criticidad para RCM

SEGURIDAD	AMBIENTAL	ECONOMICA	PERDIDAS PRODUCCION	Probabilidad de Falla							
				Todos los días	Entre 1 semana y 1 mes	Entre 1 y 3 meses	Entre 3 y 6 meses	Entre 6 meses y 1 año	Entre 1 y 3 años.	> 3 años	
				Extrema	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo	Remoto	
Fatalidad	fuga Extensa (100 bl) (>)	> 50.000 U\$	> 10% Prod. Diaria	3	3	3	3	2	2	1	A
Incapacidad parcial o Total	Fuga Mayor (10 - 100 bl)	25.001 a 50.000 U\$	7 - 10% Prod. Diaria	3	3	3	2	2	1	1	B
Accidnete con tiempo perdido	Fuga localizada (1 - 10 bl)	10.001 a 25.000 U\$	3 - 7% Prod. Diaria	3	3	2	2	1	1	1	C
Tratamiento Medico	Fuga Menor (0,1 - 1 bl)	1.001 a 10.000 U\$	1 - 3% Prod. Diaria	3	2	2	1	1	1	1	D
Primeros Auxilios	Fuga leve (bl) (<0,1)	< 2.000 U\$	< 1% Prod Diaria	2	2	1	1	1	1	1	E

Valoracion de Criticidad		
Rojo	Alto	Prioridad Alta
Amarillo	Medio	Prioridad Media
Verde	Bajo	Prioridad Baja

Modos de Falla:

MODOS DE FALLA	
Alta presión descarga	Fuga externa-combustible
Alta temperatura	Fuga interna
Baja presión aceite	Lectura instrumentos anormal
Baja presión de gas	Otros
Baja presión succión	Parada esporádica
Baja Salida	Por frecuencia
Bajo nivel de aceite	Por salida voltaje
Deficiencia estructural.	Potencia Inversa
Desconocida	Problemas menores en servicio
Desviación de parámetros	Ruido
Emergencia	Salida Errática.
Falla al arranque / ignición	Sobre arranque-overcrank
Falla al parar	Sobrecalentamiento
Falla al sincronismo	Sobrevelocidad-overspeed
Fuga externa- planta	Vibración



ANALISIS RELIABILY CENTERED MAINTENANCE

Nombre del Sistema: Red eléctrica campo
Función: suministrar energía eléctrica en 34.5 kv a 60 hz para todo el anillo trifásico.
Subsistemas Identificables: 1. línea anillo principal de 34.5 kv 2. línea 34.5 kv anillo 1 3. línea 34.5 kv anillo 2.
Entradas: 1. Suministro de potencia eléctrica a 34.5 kv, trifásico, 60 hz
Salidas: 1. Salida de potencia eléctrica a 480 v, trifásico, 60 hz

Línea anillo principal 34.5 kv *Información general*

Planta:

Sistema: línea de transmisión de potencia 34.5 kv

Subsistema: línea anillo principal 34.5 kv

Función: Suministrar tensión eléctrica a 34.5 kv, transportada en conductor 2/0 aéreo y XLPE 2/0 enterrado/ducto, a 60 hz, trifásico.

Limites:

Componentes:

Transformador 400kv
Rele Bucholtz
Pararrayos
Aisladores
Indicador de temperatura
Aceite dieléctrico
Sistema de control
Radiadores
Devanados internos
Perilla cambia Tap
Reconector tipo GVR con rele Panacea
Válvula de sobre presión
Buje o boquilla
Actuador Magnético
Botella de vació



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Mecanismo de apertura y cierre manual
Visor para apertura de cierre manual.
Puesta a tierra
Gabinete de control
Fusibles de protección 5 A y 0.5A
Batería 12 voltios, 2
Tarjeta de control electrónica
Celdas de distribución
Capsula de gas SF6
Bobina de disparo
Manovacuometro (manómetro para presión de gas)
Sistema de puesta a tierra
Led de señalización
Celdas de distribución Schneider
Capsula de gas SF6 (seccionador bajo carga)
Bobina de disparo
Sistema de puesta a tierra
Led de señalización
Compartimiento de control
Indicador de presencia de tensión
Compartimiento de fusibles y fusibles 16 y 25 amp
Celdas para transferencia generación local
Breakers 400 amp, Melin Gerind
Palancas de transferencia
Cables de potencia
Analizador de red
Transformador de corriente
Transformador de voltaje
Cable XLPE 34.5 kv
Terminales tipo interior
Terminales tipo Exterior
Cable ACSR 2/0
Aislador tipo pin, tensor y Cadena
Porta aislador pasante de 34.5 kv
Cruceta metálica de 2.5 mts
línea guarda acero 3/8
Bayoneta para retención
Poste y Torres estructura metálica



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Entradas: 1. Suministro de potencia eléctrica a 34.5 kv, trifásico, 60 hz

Salidas: 1. Salida de potencia eléctrica a 480 v, trifásico, 60 hz

Histórico de fallas

Histórico de fallas

Item	Fecha	Equipo	Tipo de Disponibilidad	Hora	Area Involucrada	Causa	Datos Eléctricos
1	2-En-10	Disparo	Falla a tierra	12.27 PM	Secciona anillo salida	No se encontraron	2 trips - lockouts
2	5-En-10	Disparo	Falla bifásica	12.50 PM	Secciona anillo	Árbol caído sobre Isl	2 trips - lockouts
3	14-En-10	Disparo	Falla monofásica	9.36 PM	Secciona anillo salida	Ruptura de cable de media tensión -	2 trips - lockouts
4	14-Enero-2010	Disparo	Falla trifásica	10.047 PM	Secciona anillo salida	Tormenta eléctrica, árbol tumba poste, ramas caen sobre la línea y cable caído	2 trips - lockouts
5	18-Enero-2010	Disparo	Falla monofásica	2.44 PM	Secciona anillo salida	Parrayos explotado y conexión a tierra suelta	2 trips - lockouts
6	24-En-10	Disparo	Falla a tierra	2:44 PM	Secciona anillo salida		1 trips - lockouts
7	29-Mar-10	Disparo	Falla monofásica	23.30 PM	Secciona anillo salida T	Animal sobre estructura	1 trips
8	31-Marzo-2010	Disparo	Falla monofásica	4:00 AM	Secciona anillo salida T	Posibles contactos de ramas	1 trips - R-800 Y-42 B-42 E-800 Tdisp=0.36 s
9	24-Jul-2010	Disparo	Falla trifásica	10:42 AM	Todo el anillo	Falla en interruptor	Rele polarr: Falla trifasica 700 amp. Rele Benwith
10	30 ago 10	Disparo	Falla monofásica	7:27 PM	Todo el anillo	Falla en línea por acercamiento de rama de árbol	R32: R=660, Y=48, B=44 amp R33: R=34, Y=640, B=16 amp



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

11	24-Oct-2010	Disparo	Falla monofásica	2:11 PM	Seccionador línea A	Rama en línea torre 15
----	-------------	---------	------------------	---------	---------------------	------------------------

Criticidad del subsistema

Probabilidad de falla =Falla ALTA, mayores a 1 mes

Efecto de la falla =CODIGO A: Perdida de producción >10% Prod. Diaria, fatalidad, fuga extensa > 100 bls, costos de reparación > 50.000 U\$

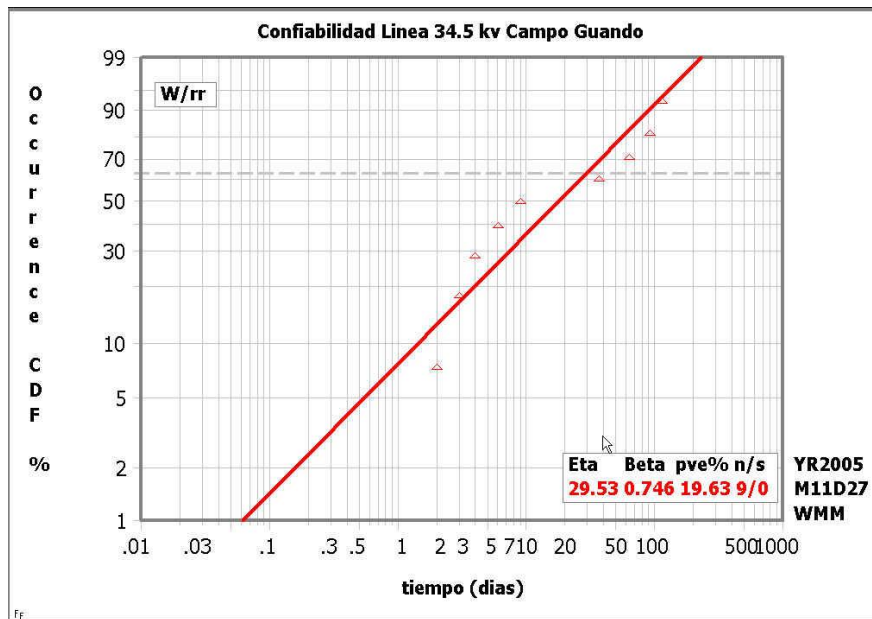
CRITICIDAD = Probabilidad x Efecto = 1 Prioridad Alta.

ANALISIS = INADMISIBLE, El equipo RCM debe hacer recomendaciones para prevenir las fallas

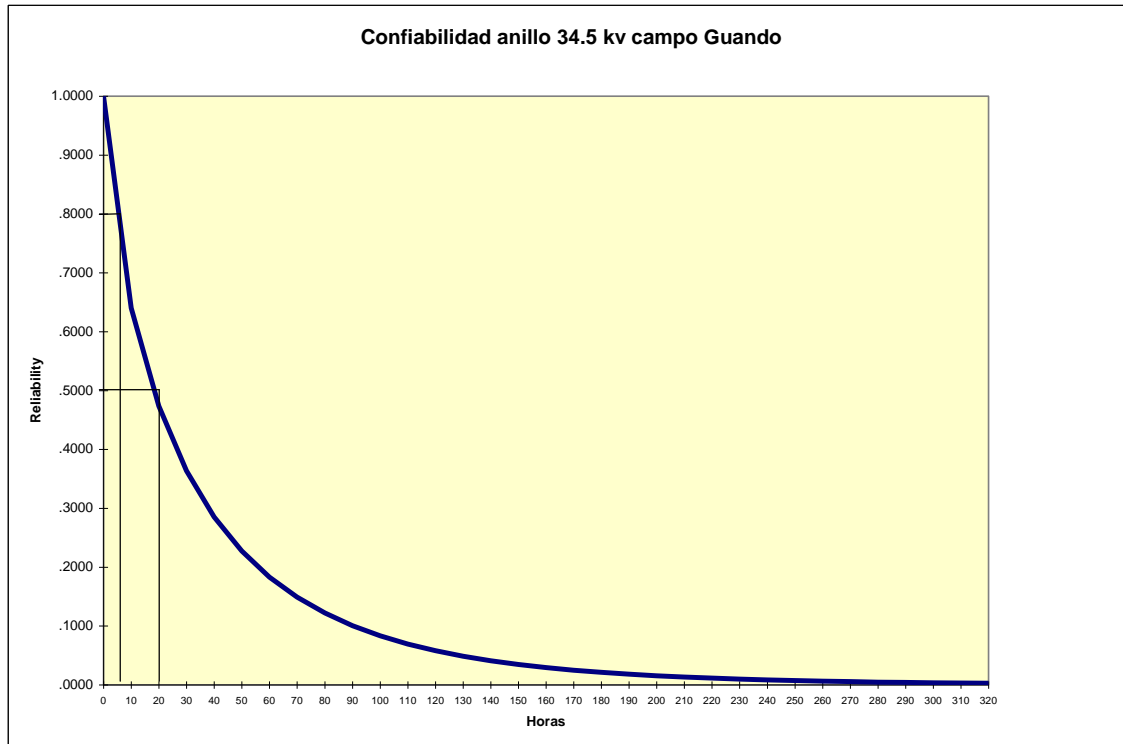
Análisis de Confiabilidad del subsistema:

Histórico de falla de la red 34.5 kv

Item	Fecha	Días	Equipo	Tipo de Indisponibilidad
1	2-Jan-2010		Disparo	Falla a tierra
2	5-Jan-2010	3	Disparo	Falla bifásica
3	14-Jan-2010	9	Disparo	Falla monofásica
4	14-Jan-2010	0	Disparo	Falla trifásica
5	18-Jan-2010	4	Disparo	Falla monofásica
6	24-Jan-2010	6	Disparo	Falla a tierra
7	29-Mar-2010	64	Disparo	Falla monofásica
8	31-Mar-2010	2	Disparo	Falla monofásica
9	24-Jul-2010	115	Disparo	Falla trifásica
10	30-Aug-2010	37	Disparo	Falla monofásica
11	30-Nov-2010	92	disparo	Falla trifásica



El análisis Weibull de la línea de 34.5 kv es un Beta de 0.746 que indica mortalidad infantil y un Eta de 29.53, para un MTBF de 35.32 días.



La confiabilidad de la línea de que ocurra falla es de un 15 días es del 45% y a 30 días es del 63.3%.



Para una revisión planeada con un ciclo de inspección de 6 meses la próxima falla puede ocurrir dentro de los próximos 54 días.

Weibull Quantity Expected - Abernethy Risk

Present Risk Quantity (RBA) = 10.80149 Date: M11-D27-YR2005
Confiabilidad Línea 34.5 kv Campo Guando {No Renewal}
Eta = 29.52523 Beta = .7457162 (<>) Total/Suspension = 11/2
Set: **Next Expected Occurrence (Day) = +54**
Planned Suspension Expected [- Item Quantity Each Month] = 6
Usage Rate Expected [Additional X-Value Age (días) Each Month / Item] = 30

Failure Model Effect Analysis

1. TRANSFORMADORES DE 400KV .



Item 1.1

Modo de falla: Desviación de algún parámetro eléctrico en transformador

Causa de la falla: Aumento de la Corriente, sobre o bajo Voltaje que disparan el Transformadores de 400kv

Probabilidad de falla: Muy baja

Efecto A

Criticalidad: 2, Prioridad Media

Item 1.2

Modo de falla: Sobrecalentamiento en transformador.

Causa de la falla: Calentamiento del aceite por falla interna del devanado, ausencia de aceite y/o gran demanda por carga en el Transformadores de 400kv

Probabilidad de falla: Muy baja

Efecto: A

Criticalidad: 2, Prioridad Media

2 RECONECTADOR



Ítem 2.1

Modo de falla: Desviación de algún parámetro en las protecciones en el Reconnectadotes

Causa de la falla:

Probabilidad de falla: Alta

Efecto de la falla: A

Criticalidad: 3, prioridad Alta

Ítem 2.2

Modo de falla: Deficiencia estructural del Reconnectador

Causa de la falla:

Probabilidad de falla: Remoto

Efecto de la falla: A

Criticalidad: 1, prioridad Baja

3. CELDAS DE DISTRIBUCION



Ítem 3.1

Modo de falla: Falla estructural de Celdas de distribución

Causa de la falla:

Probabilidad de falla: Remotor

Efecto de la falla: A

Criticalidad: 1, prioridad baja



Ítem 3.2

Modo de Falla: Falla por aislamiento fuga SF6 en Celda

Causa de la falla:

Probabilidad de falla: Baja.

Efecto de la falla: A

Criticalidad: 2, prioridad media

Ítem 3.3

Modo de falla: Falla a tierra en celda de distribución y protección

Causa de la falla:

Probabilidad de falla: Baja

Efecto de la falla: B

Criticalidad: 2 Prioridad Media

Ítem 3.4

Modo de falla: Desviación de algún parámetro en Celda de distribución y protección

Causa de la falla:

Probabilidad de falla: Moderada

Efecto de la falla: B

Criticalidad: 2 Prioridad Media

4 CABLES, ESTRUCTURAS Y ACCESORIOS



Ítem 4.1

Modo de falla: Deficiencia interna en pararrayos.

Causa de la falla: Punto caliente en Pararrayos debido a fallas internas o daño por descarga atmosférica.

Probabilidad de falla: Baja

Efecto de la falla: A

Criticalidad: 2, prioridad media

Ítem 4.2

Modo de falla: Falla de ruptura del cuerpo cable 2/0 aéreo.

Causa de la falla: Falla por fatiga del material, conexión deficiente produciendo punto caliente y sabotaje.

Probabilidad de falla: Baja



Efecto de la falla: A

Criticalidad: 2, prioridad media

Ítem 4.3

Modo de falla: Deficiencia estructural del Cables XLPE

Causa de la falla: Falla s por fatiga del material, humedad en compartimiento, falla sabotaje.

Probabilidad de falla: Muy baja

Efecto de la falla: A

Criticalidad: 2, prioridad media

Ítem 4.4

Modo de Falla: caída de Postes y estructuras

Causa de la falla: Daño por sabotaje,

Probabilidad de falla: Muy baja

Efecto de la falla: A

Criticalidad: 2, prioridad Media

SISTEMA TRANSFERENCIA DE CARGA, CELDA DE TRANSFERENCIA

Ítem 10

Modo de Falla: Falla al cerrar celda transferencia de carga.

Causa de la falla: Celdas de transferencia de carga

Probabilidad de falla: Muy baja

Efecto de la falla: D

Criticalidad: 1, prioridad Baja

TAREAS SELECCIONADAS POR RCM

Tarea 1 (Anexo 1)

Equipos: Transformadores de 400 kva,
34.5kv/480v

Tipo de tarea: Tarea Inspección.

Título de la tarea: Monitoreo de variables los
transformadores y análisis aceite dieléctrico.

Frecuencia de la tarea: Bimestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requeridas: 4h

Tarea 2

Equipo: Transformadores de 400 kva,
34.5kv/480v

Tipo de tarea: Tarea inspección.

Título de la tarea: Monitoreo señales Cuarto
de control del trafo

Frecuencia de la tarea: Quincenal

Realizada por: Operador

Horas hombre requeridas: 1h

Tarea 3 (Anexo 2)

Tarea: Transformadores de 400 kva,
34.5kv/480v

Tipo de tarea: Mtto preventivo

Título de la tarea: Pruebas de aislamiento a
transformador.

Frecuencia de la tarea: anual

Realizada por: electricista

Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 4 (Anexo 3)

Equipo: Transformadores de 400 kva,
34.5kv/480v

Tipo de tarea: Mantenimiento predictivo

Título de la tarea: Cromatografía de gases

Frecuencia de la tarea: semestral

Realizada por: Especialista

Horas hombre requeridas: 1h/ celda.

Tarea 5 (Anexo 4)

Equipo: Celdas de distribución.

Tipo de tarea: Mantenimiento preventivo.



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Titulo de la tarea: inspección y revisión de celdas de distribución.

Frecuencia de la tarea: Anual.

Realizada por: electricista.

Horas hombre requeridas: 4h / celda.

Tarea 6 (Anexo 4)

Equipo: Reles en Celdas de distribución.

Tipo de tarea: Mtto preventivo

Titulo de la tarea: Revisión y pruebas de parámetros de rele

Frecuencia de la tarea: semestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 7 (Anexo 5)

Equipo: línea eléctrica, aisladores, conexiones y pararrayos.

Tipo de tarea: Mantenimiento predictivo

Titulo de la tarea: Termografía a línea 34.5kv

Frecuencia de la tarea: semestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requerido: 16h

Horas hombre requerido: 8h

Tarea 8 (Anexo 6)

Equipo: línea eléctrica, aisladores, conexiones y pararrayos.

Tipo de tarea: Mantenimiento predictivo

Titulo de la tarea: Ultrasonido a línea 34.5kv

Frecuencia de la tarea: semestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requerido: 16h

Tarea 9 (Anexo 7).

Equipo:Reconectador

Tipo de tarea: Mtto preventivo

Titulo de la tarea: Inspección, revisión y limpieza de reconectador

Frecuencia de la tarea: semestral

Realizada por: Electricista

Tarea 10 (Anexo 8).

Equipo: postes, estructuras, línea eléctrica, aisladores, conexiones y pararrayos.

Tipo de tarea: Tarea Operativa

Titulo de la tarea: Recorrido de inspección de línea.

Frecuencia de la tarea: trimestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requeridas: 16h

Tarea 11 (Anexo 9).

Equipo: cable XLEP

Tipo de tarea: PM no intrusiva

Titulo de la tarea: Megger de cables XLEP

Frecuencia de la tarea: anual

Realizada por: Electricista

Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 12 (Anexo 10)

Equipo: Celdas de distribución

Tipo de tarea: Mantenimiento predictivo

Titulo de la tarea: Registro de presión en Manovacuumetro

Frecuencia de la tarea: mensual

Realizada por: Electricista

Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 13 (Anexo 11)

Equipo: puesta a tierra.

Tipo de tarea: Mantenimiento preventivo

Titulo de la tarea: Medicion de puesta a tierra

Frecuencia de la tarea: Semestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requeridas: 16h.

Tarea 14 (Anexo 12)

Equipo: línea aérea

Tipo de tarea: Mantenimiento preventivo

Titulo de la tarea: Revisión e inspección de cables, pararrayos, templetos, aisladores.

Frecuencia de la tarea: anual

Realizada por: Electricista

Horas hombre requerido: 40h.



ANALISIS RELIABILY CENTERED MAINTENANCE

Línea 34.5 kv anillo

Información general

Planta:

Sistema: línea de transmisión de potencia 34.5 kv

Subsistema:

Función: Suministrar tensión eléctrica a 34.5 kv, transportada en conductor 2/0 aéreo y XLPE 2/0 enterrado/ducto, a 60 hz, trifásico.

Limites:

Componentes:

<i>Transformador 1600 kva</i>
Rele Bucholtz
Pararrayos
Aisladores
Indicador de temperatura
Aceite dieléctrico
Sistema de control
Radiadores
Devanados internos
Perilla cambia Tap
<i>Reconectador R31 tipo GVR con rele Panacea</i>
Válvula de sobre presión
Buje o boquilla
Actuador Magnético
Botella de vacío
Mecanismo de apertura y cierre manual
Visor para apertura de cierre manual.
Puesta a tierra
Gabinete de control
Fusibles de protección 5 A y 0.5A
Batería 12 voltios, 2
Tarjeta de control electrónica
<i>Celdas de distribución Floukit M36 Alstom</i>
Capsula de gas SF6 (seccionador bajo carga)
Bobina de disparo
Sistema de puesta a tierra



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Led de señalización
Compartimiento de control
Indicador de presencia de tensión
Compartimiento de fusibles y fusibles 16 y 25 amp.
Cable ACSR 2/0
Aisladores tipo pin, tensor y Cadena
Porta aislador pasante de 34.5 kv
Cruceta metálica de 2.5 mts
línea guarda acero 3/8
Bayoneta para retención
Poste y Torres estructura metálica

Entradas: 1. Suministro de potencia eléctrica a 34.5 kv, trifásico, 60 hz

Salidas: 1. Salida de potencia eléctrica a 480 v, trifásico, 60 hz

Histórico de Fallas

Fecha	Descripción	Hallazgos
24 oct 05	Falla línea eléctrica 34.5 kv	Se observa rama en torre 15
8 nov 05	Falla línea eléctrica 34.5 kv a A , baja tensión	Información en reconector Fase A =32, B = 34, C = 72, G =312 amp

Criticalidad del subsistema

Probabilidad de falla =Falla MODERADA, entre 1 y 3 meses

Efecto de la falla =CODIGO B: Perdidas de producción entre 7% y 10%, incapacidad parcial o total, costo de reparación entre 25.001 y 50.000, Fuga entre 10-100 bls

CRITICIDAD = Probabilidad X Efecto = Prioridad Media (2)

ANALISIS = TOLERABLE, El equipo RCM decide si hacer recomendaciones o no para prevenir las fallas

Confiabilidad del subsistema = Esta 2 falla no proveen suficiente información para realizar estadísticas de la fallas.

Failure Model Effect Analysis

1. TRANSFORMADOR DE POTENCIA 1600 KVA

Ítem 1.1

Modo de falla: Sobrecalentamiento en transformador.

Causa de la falla: Calentamiento del aceite por falla interna del devanado, ausencia de aceite y/o gran demanda por carga en el Transformadores de 1600KVA.



Probabilidad de falla: Remota

Efecto: B

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 1.2

Modo de falla: Alarma esporádica en trafo.

Causa de la falla: Aumento de la Corriente, sobre o bajo Voltaje que disparan el Transformadores de 1600kv

Probabilidad de falla: Muy baja

Probabilidad de falla: Remota

Efecto: B

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

2. CABLE DE TRANSMISION 34.5 KV**Ítem 2.1**

Modo de falla: Falla de ruptura del cuerpo del cable potencia XLPE

Causa de la falla: Fatiga de materiales, punto caliente por mal contacto, falla del aislamiento por humedad

Probabilidad de falla: Muy baja

Efecto de la falla: B

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 2.2

Modo de falla: Falla de ruptura del cuerpo cable ACSR.

Causa de la falla: Fatiga de materiales y punto caliente por mal contacto.

Probabilidad de falla: Baja

Efecto de la falla: B

Criticalidad: 2 Prioridad Media

Ítem 2.3

Modo de Falla: Falla de ruptura del cuerpo Aislador.

Causa de la falla: (Disrupción) Descargas parciales por acumulamiento de polvo, aumento de la tensión, aumento de la temperatura de ambiente

Probabilidad de falla: Baja



Efecto de la falla: B

Criticidad: 2 Prioridad Media

Ítem 2.4

Modo de Falla: Falla de ruptura del cuerpo del pararrayos.

Causa de la falla: fatiga del material, rotura del material por una descarga atmosférica muy alta,

Probabilidad de falla: Moderada

Efecto de la falla: B

Criticidad: 2 Prioridad Media

Ítem 2.5

Modo de Falla: Falla de ruptura del cuerpo postes y estructuras

Causa de la falla: fatiga del material, sabotaje, falla del terreno.

Probabilidad de falla: Remota

Efecto de la falla: B

Criticidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 2.6

Modo de Falla: Falla por elementos externos (Árboles, animales, sabotaje)

Causa de la falla: Sabotaje externo, elemento extraño en la red

Probabilidad de falla: Alta

Efecto de la falla: B

Criticidad: 3 Prioridad Alta

3. RECONECTADORES**Ítem 3.1**

Modo de falla: Desviación de algún parámetro del reconectador.

Causa de la falla: Transitorio de sobre tensión ocurrido por maniobras, sobre voltaje, desviación de corriente, y/o frecuencia.

Probabilidad de falla: Alta

Efecto de la falla: B

Criticidad: 3 Prioridad Alta

Ítem 3.2

Modo de falla: Deficiencia estructural del reconectador.

Causa de la falla: Falla por humedad, falla interna del seccionador, caída de la estructura.

Probabilidad de falla: Remota

Efecto de la falla: B

Criticidad: 1 Prioridad Baja

**4. CELDA DE DISTRIBUCION 34.5KV****Ítem 4.1**

Modo de falla: Falla por cortocircuito en Celda de distribución y protección

Causa de la falla: cortocircuito interno de la capsula de gas, fatiga del material, perdida del SF6.

Probabilidad de falla: Moderada

Efecto de la falla: B

Criticidad: 2 Prioridad Media

Ítem 4.2

Modo de falla: Falla a tierra en Celda de distribución y protección

Causa de la falla: Corto circuito de barrajes, perdida de aislamiento de barrajes,

Probabilidad de falla: Baja

Efecto de la falla: B

Criticidad: 2 Prioridad Media

Ítem 4.3

Modo de falla: Desviación de algún parámetro de protección en Celda de distribución y protección

Causa de la falla: Falla del rele de protección, falla del sistema de 24 voltios, cortó en el cableado de control, punto caliente, aflojamiento de conexiones, corrosión del conexionado.

Probabilidad de falla: Moderada

Efecto de la falla: B

Criticidad: 2 Prioridad Media



TAREAS SELECCIONADAS POR RCM

Tarea 1 (Ver anexo 3)

Equipo: Transformador
Tipo de tarea: Mantenimiento predictivo
Titulo de la tarea: Cromatografía gases en trafo
Frecuencia de la tarea: anual
Realizada por: Electricista
Horas hombre requeridas: 1h

Tarea 2 (ver anexo 2)

Equipo: Transformador
Tipo de tarea: Mtto preventivo
Titulo de la tarea: Pruebas aislamiento y protecciones trafo
Frecuencia de la tarea: anual
Realizada por: Electricista
Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 3 (Ver anexo 12)

Equipo: Cable
Tipo de tarea: Mtto preventivo
Titulo de la tarea: Pruebas de aislamiento de cable
Frecuencia de la tarea: bianual
Realizada por: Electricista
Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 4 (ver Anexo 7)

Equipo: reconectador.
Tipo de tarea: Tareas funcionales operativas
Titulo de la tarea: Verificación de setting de reconectador
Frecuencia de la tarea: Bimensual
Realizada por: Electricista
Horas hombre requeridas: 4h

Tarea 5 (Ver anexo 13)

Equipo: reconectador.
Tipo de tarea: PM no intrusiva
Titulo de la tarea: Pruebas apertura y cierre reconectador
Frecuencia de la tarea: anual
Realizada por: electricista
Horas hombre requeridas: 4h

tarea 6 (Ver anexo 5)

Equipo: Transformador, cables, conexiones, aisladores y pararrayos.
Tipo de tarea: Mantenimiento predictivo
Titulo de la tarea: Termografía cable, trafos aisladores y celdas
Frecuencia de la tarea: semestral
Realizada por: Especialista



Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 7 (Ver anexo 4)

Equipo: Celda de distribución

Tipo de tarea: Mtto preventivo

Título de la tarea: Inspección, verificación celda y Pruebas a protecciones de celda

Frecuencia de la tarea: anual

Realizada por: Electricista

Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 8 (Ver anexo 8)

Equipo: Cables, postes y estructuras.

Tipo de tarea: PM no intrusiva

Título de la tarea: Inspección visual de línea transmisión

Frecuencia de la tarea: semestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requerido: 8h

Tarea 9 (Ver Anexo 12)

Tarea: Líneas, aisladores y pararrayos.

Tipo de tarea: Mantenimiento predictivo

Título de la tarea: Ultrasonido aisladores y pararrayos

Frecuencia de la tarea: semestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requerido: 8h

Tarea 10 (Ver anexo 11)

Equipo: sistema puesta a tierra.

Tipo de tarea: PM no intrusiva

Título de la tarea: Medición de tierras

Frecuencia de la tarea: Trimestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requerido: 16h



ANALISIS RELIABILY CENTERED MAINTENANCE

Línea 34.5 Kv Anillo 2.

Información general

Sistema: línea de transmisión de potencia 34.5 kv

Subsistema: línea 34.5 kv entre C y D

Función: Suministrar tensión eléctrica a 34.5 kv, transportada en conductor 2/0 aéreo y XLPE 2/0 enterrado/ducto, a 60 hz, trifásico.

Limites:

Componentes:

<i>Celdas de distribución Floukit M36 Alstom</i>
Capsula de gas SF6 (seccionador bajo carga)
Bobina de disparo
Sistema de puesta a tierra
Led de señalización
Compartimient
Indicador de presencia de tensión
compartimient de fusibles y fusibles 16 y 25 amp
<i>Cable XLPE 34.5 kv</i>
Terminales tipo interior
Terminales tipo Exterior
<i>Cable ACSR 2/0</i>
Aisladores tipo pin, tensor y Cadena
Porta aislador pasante de 34.5 kv
Cruceta metálica de 2.5 mts
línea guarda acero 3/8
Bayoneta para retención
<i>Poste y Torres estructura metálica</i>

Entradas: 1. Suministro de potencia eléctrica a 34.5 kv, trifásico, 60 hz

Salidas: 1. Salida de potencia eléctrica a 480 v, trifásico, 60 hz



Histórico de fallas

Fecha	Descripción	Hallazgos
19 Oct 09	Falla fluido eléctrico 3:15 pm (20 min) y 5:28 pm (8 min)	2 eventos de falla del sistema eléctrico suministrado por chimbi,
20 Oct 09	Falla fluido eléctrico desde la 5:30am hasta las 9:15 am	Descarga atmosférica en la línea,

Criticalidad del subsistema

Probabilidad de falla =Falla BAJA, fallas entre 3 y 6 meses

Efecto de la falla =CODIGO D: Perdida de producción entre 1 - 3%, Tratamiento medico, costo en reparación 1.000 y 10.000 US\$, fuga menor 0,1 y 1 bls.

CRITICIDAD = 3

ANALISIS = NORMAL, Este componente podría generalmente ser un RTF

Confiabilidad del subsistema = Esta 2 falla no proveen suficiente información para realizar estadísticas de la fallas.

Failure Model Effect Analysis

1. LINEAS DE TRANSMISION 34.5 KV



Ítem 1.1

Modo de falla: Deficiencia estructural Cables aéreo

Causa de la falla: Fatiga de materiales y punto caliente por mal contacto.

Probabilidad de falla: Muy baja

Efecto: C

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 1.2

Modo de falla: Deficiencia estructural Cableado XLPE 2/0

Causa de la falla: Humedad en acometidas, Fatiga de materiales y punto caliente por mal contacto.



Probabilidad de falla: Baja

Efecto: C

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 1.3

Modo de falla: Falla de ruptura del cuerpo del Pararrayos

Causa de la falla: rompimiento del material del pararrayos por Alta descarga atmosférica, fatiga del material y deterioro por corrosión atmosférica.

Probabilidad de falla: Baja

Efecto de la falla: D

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 1.4

Modo de falla: Falla de ruptura del cuerpo Aislador

Causa de la falla: (Disrupción) Descargas parciales por acumulamiento de polvo, aumento de la tensión, aumento de la temperatura de ambiente

Probabilidad de falla: Muy baja

Efecto de la falla: D

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 1.5

Modo de falla: Deficiencia estructural de Poste y torres metálicas.

Causa de la falla: Fatiga del material, sabotaje, falla del terreno.

Probabilidad de falla: Remota

Efecto de la falla: D

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 1.6

Modo de falla: Deficiencia estructural Luces de señalización en torres

Causa de la falla: Falla de batería de luces de señalización, cortocircuito del sistema de control, corrosión por humedad de cables.

Probabilidad de falla: Moderada

Efecto de la falla: D

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 1.7

Modo de falla: Deficiencia estructural de Accesorios de conexión de cable XLPE

Causa de la falla: fatiga de materiales, corrosión externa, humedad.

Probabilidad de falla: Moderada

Efecto de la falla: D

Criticalidad: 1 Prioridad Baja

Ítem 1.8

Modo de falla: elemento extraño en la red de 34.5 kv: animales, ramas y objeto extraño.

Causa de la falla: Animales, ramas que crecen cerca o en las líneas de tensión o por las torres, sabotaje, objeto extraño (cometas, etc.).

Probabilidad de falla: Moderada

Efecto de la falla: D

Criticalidad: 1 Prioridad Baja



Torre Electrica A

2. CELDA DE 34.5KV

Ítem 2.1

Modo de falla: Desviación de algún parámetro Celda de alta tensión

Causa de la falla: Falla del rele de protección, falla del sistema de 24 voltios, cortó en el cableado de control, punto caliente, aflojamiento de conexiones, corrosión del conexionado.

Probabilidad de falla: Muy baja

Efecto de la falla: D

Criticidad: 1 Prioridad Baja

TAREAS SELECCIONADAS POR RCM

Tarea 1 (Ver anexo 5 y 6)

Equipo: línea, pararrayos, aisladores y conexiones.

Tipo de tarea: Mantenimiento predictivo

Titulo de la tarea: Termografía y Ultrasonido a línea 34.5 kv

Frecuencia de la tarea: anual

Realizada por: Electricista

Horas hombre requerido: 16h

Tarea 2 (Ver anexo 9)

Equipo: Cable XLPE.

Tipo de tarea: Tarea funcional de mto

Titulo de la tarea: Prueba de meggeo

Frecuencia de la tarea: anual

Realizada por: Electricista



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Horas hombre requerido: 8h

Tarea 3 (Ver anexo 4)

Equipo: Celda de distribución

Tipo de tarea: PM no intrusiva

Título de la tarea: Inspección y verificación de celda

Frecuencia de la tarea: anual

Realizada por: Electricista

Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 4 (Ver anexo 8)

Equipo: línea eléctrica

Tipo de tarea: Tarea Operativa

Título de la tarea: Recorrido de línea

Frecuencia de la tarea: semestral

Realizada por: D

Horas hombre requeridas: 8h

Tarea 5 (Ver anexo 14)

Equipo: Luces de señalización en las torres

Tipo de tarea: Tareas funcionales operativas

Título de la tarea: Inspección visual de señalización

Frecuencia de la tarea: semestral

Realizada por: Electricista

Horas hombre requeridas: 8h



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

REPUESTOS SUGERIDOS PARA LA LINEA 34.5 KV

Descripción	Marca	Min.
Aisladores de pin 34.5 kv	ANSI 56.3	10
Aisladores de cadena a 34.5 kv	ANSI 52-1 LA 701	10
Grapas para operar en caliente Norma LA752		4
Conectores DBH2 de 2/0 a 2/0		20
Conectores DBH4 de 2/0 a 2/0		20
Bayoneta metálica doble		4
Cable aluminio ACSR # 2/0		500 mts
Cable desnudo de cobre 2/0		100 mts
Terminales premoldeados para cable XLPE 2/0		6
Pararrayos de 34.5 kv, 30 kv norma LA810		9
Conector de ranuras para cable de guarda 3/8		6
Aislador tipo tensor ANSI 542		6
Grapas Terminal tipo pistola aluminio para cable ACSR 2/0		10
Grapas Terminal tipo pistola aluminio para cable acero 3/8		4
Fusibles de 16 IEC 282-1 DIN 43.625		6
Fusibles de 25 IEC 282-1 DIN 43.625		6
Fusibles de 60 IEC 282-1 DIN 43.625		6
Transformador de 34.5 kv/480v 400VA		1
Bobinas de disparo		1

CALCULO DE LOS MINIMOS DE REPUESTOS POR METODO DINAMICO E INGLES

El método usado para calcular los mínimos de repuestos para tener en Stock se utiliza las variables de criticidad del equipo, tiempos de reposición, días de salida de bodega, cantidad utilizada en el año, entre otros.

CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

A. IMPORTANCIA DEL EQUIPO DENTRO DEL SISTEMA

1. Puede causar peligro en la seguridad, medio ambiente, desertificaciones.
2. Puede causar impacto economico negativo, perdida de produccion
3. Puede producir disminucion de la produccion, calidad y economico
4. Puede causar demanda operativa, no impacta la seguridad ni perdidas
5. No es importante respecto a la seguridad, medio ambiente o economico

B. CONFIABILIDAD INHERENTE DEL EQUIPO

1. Extremadamente confiable, no mueve partes
2. Muy confiable, mueve algunas partes
3. Normalmente confiable, mucho movimiento de partes, servios permanentes
4. Algo inconfiable, sistema complejo, muchas fallas
5. Muy inconfiable, sistema con alta rata de fallas y daños

C. IMPACTO DEL EQUIPO EN EL SISTEMA

1. Causa shut down en el sistema
2. Causa gran reduccion en el sistema, no tiene spare, reparacion significante.
3. Causa corta reduccion en el sistema, tiene spare, puede repararse rapido.
4. Puede operar por by-pass o en manual sin perdidas en el sistema
5. No tiene efecto sobre el sistema

TABLA DE CRITICIDAD

CATEGORIA	NIVEL/RANKING
NORMAL	0 3.9
IMPORTANTE	4 5.9
CRITICO	6 10



RCM INGENIERIA

RCM SISTEMA DISTRIBUCION 34.5 KV

Versión: 2

William Murillo

Listado de repuestos requeridos como mínimos para bodega.

REPUESTOS LINEA ELECTRICA										CRITICIDAD			CATEGORY	MIN. METODO INGLES	MIN. METODO DINAMICO
ITEM	Descripcion	Min NIVEL MASA	Cantidad de stock disponible	average usd value	Numero de dias ultimo consumo	Consumo ultimo año	TIEMPO DE LLEGADA REPUESTO (SEMANAS)	A	B	C					
1	Aisladores de pin 34.5 kv	10	5		8	4	8	2	4	2	Critical	1	1		
2	Aisladores de cadena a 34.5 kv	10	1		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
3	Grapas para operar en caliente Norma LA752	4	0		30	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
4	Conectores DBH2 de 2/0 a 2/0	20	0		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
5	Conectores DBH4 de 2/0 a 2/0	20	0		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
6	Bayoneta metálica doble	4	0		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
7	Cable aluminio ACSR # 2/0	500	0		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
8	Cable desnudo de cobre 2/0	100	20		15	20	8	2	4	2	Critical	4	5		
9	Terminales premoldeados para cable XLPE 2/0	6	0		30	24	8	2	4	2	Critical	4	7		
10	Pararrayos de 34.5 kv, 30 kv norma LA810	9	0		45	3	8	2	4	2	Critical	0	1		
11	Conector de ranuras para cable de guarda 3/8	6	0		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
12	Aislador tipo tensor ANSI 542	6	0		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
13	Grapas Terminal tipo pistola aluminio para cable ACSR 2/0	10	0		15	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
14	Grapas Terminal tipo pistola aluminio para cable acero 3/8	4	0		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
15	Fusibles de 16 IEC 282-1 DIN 43.625	6	3		60	3	8	2	4	2	Critical	0	2		
16	Fusibles de 25 IEC 282-1 DIN 43.625	6	3		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
17	Fusibles de 60 IEC 282-1 DIN 43.625	6	3		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
18	Transformador de 34.5 kv/480v 400VA	1	0		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		
19	Bobinas de disparo	1	0		360	1	8	2	4	2	Critical	0	1		

Fin del documento