



# NORMALIZACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV URUMAN 2006 Montevideo, Uruguay

**Autores:** Miguel Bangueses  
José Luis Gómez  
Hugo Urrutia  
Inés Almaraz  
Gustavo Pérez

## Abreviaturas utilizadas:

UTE - Usinas y transmisiones eléctricas  
DIS - Distribución  
MT - Media Tensión  
LMT- Línea de media tensión  
SBA - Subestación aérea  
UMA - Unidad de Mantenimiento  
UCC - Unidades Constructivas  
EGEO - Sistema de información geográfica (GIS de UTE)  
RCM2 - Reability centred maintenance  
AMFE - Análisis modo de falla y sus efectos

## 1.- RESUMEN

El presente trabajo describe el proyecto de mejora en la gestión del mantenimiento preventivo específicamente referido a líneas aéreas de media tensión, correspondientes a la red de distribución de UTE. el proyecto surge como necesidad de recopilar y normalizar las mejoras prácticas relativas al mantenimiento (en este caso de las redes áreas de MT ).

El proyecto se inició a partir de la conjunción del interés de la dirección en potenciar la eficiencia con la cual se realiza actualmente el mantenimiento a la vez que permitiera a UTE afrontar en condiciones más favorables la reciente entrada en vigencia del reglamento de calidad de servicio, todo lo anterior manteniendo a su vez el compromiso con la sociedad, la seguridad y el medio ambiente.

El abordaje del proyecto se ha realizado a través de la herramienta RCM 2, lo cual ha permitido complementar el plano técnico del proyecto con una fuerte base metodológica.

El proyecto comienza con el análisis del modo de falla y sus efectos culminando con la implantación de herramientas informáticas de apoyo a la gestión del proceso: planificación, programación y ejecución de cada una de las etapas y el de recolección de datos en sitio, tanto los aspectos técnicos como las herramientas informáticas de apoyo han sido desarrollos internos de UTE; incluyendo también la documentación y la incorporación de aquel equipamiento que resulte necesario para la implantación.



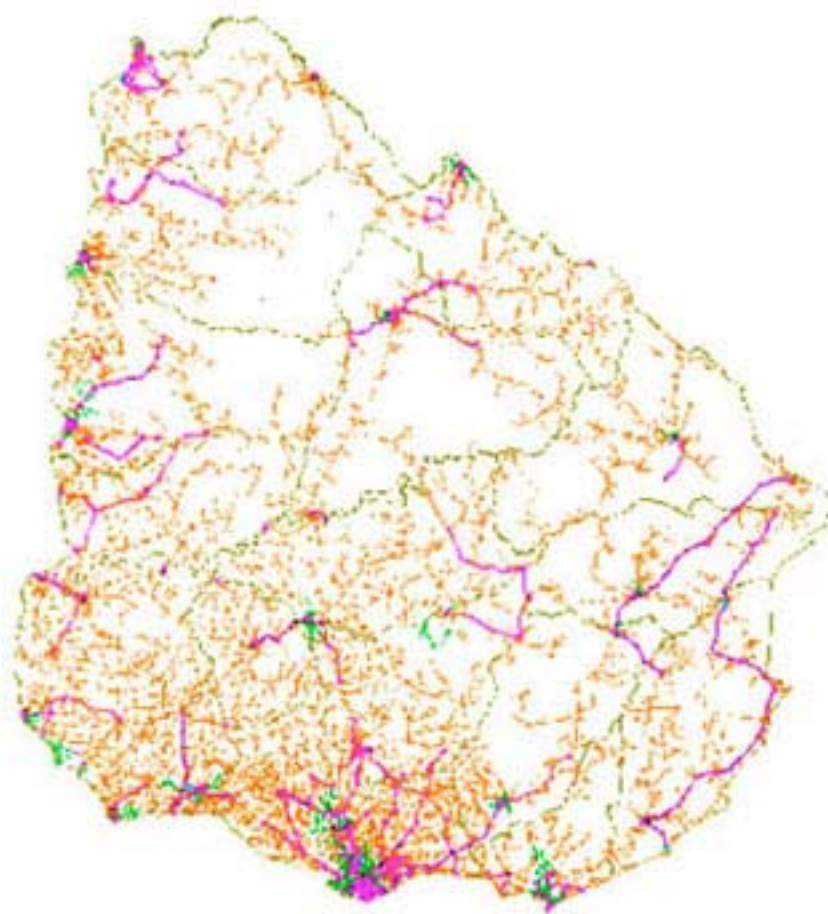
**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



Finalmente se describe como se encuadra el presente proyecto dentro del sistema de gestión de la calidad que está implantando el área distribución.

## **2.- SITUACION INICIAL**

### **2.1.- INSTALACIONES A MANTENER**



#### **Líneas aéreas**

<b>6 kV</b>	<b>2912,84 kms.</b>
<b>15 kV</b>	<b>33151,63 kms.</b>
<b>30 kV</b>	<b>2410.21kms.</b>
<b>60 kV</b>	<b>808,214 kms.</b>
<b>Total</b>	<b>39282,85 kms.</b>

Aproximadamente 450.000 apoyos que contienen un promedio de 8 elementos diferentes cada uno.



**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



<b>Estaciones</b>	
<b>Subestaciones aéreas</b>	<b>34339</b>
<b>Subestaciones interiores</b>	<b>4271</b>
<b>Estaciones intemperie</b>	<b>210</b>
<b>Estaciones interiores</b>	<b>157</b>

Estas instalaciones divididas en 5 áreas de explotación.

Las características de las redes eléctricas es que son sistemas continuos no discretos, lo cual hace que debamos mantener una gran diversidad de materiales y equipamiento eléctrico con distintas tasas de falla ubicados en distintos contextos operacionales (polución, vandalismo, forestación, agentes climáticos y biológicos, agentes sociales, etc.).

## **2.2.- PROCESO MANTENIMIENTO DE DIS**

Distribución recibe energía en alta tensión desde el sistema de Transmisión y debe distribuirla a los clientes con una calidad de servicio establecida por el Ente Regulador.

Los parámetros de control son los siguientes:

Fc frecuencia de corte

Tc tiempo de corte

Dc duración del corte

Niveles de tensión





**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



### **2.3.- MANTENIMIENTO ANTES DEL PROYECTO**

#### **2.3.1.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Mantenimiento correctivo eficiente, con muy buen respaldo informático lo que nos permite dar una respuesta al cliente en plazos razonables.

#### **2.3.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- Escaso y a impulsos personales
- Sin soporte técnico
- Sin soporte informático
- Uso de materiales y técnicas de mantenimiento no normalizadas y diferentes en cada unidad, lo cual degrada la red
- Según experiencia heredada y desarrollada en cada unidad

### **3.- DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto se inicia a partir de la decisión estratégica de la alta dirección en el sentido de potenciar el mantenimiento preventivo.

#### **3.1.- OBJETIVO**

Mejora del Proceso de Mantenimiento  
Organización del proceso  
Estandarización y uniformización de procedimientos  
Estandarización y uniformización de conocimientos  
Implantar y consolidar el proceso de mejora continua en el mantenimiento

Para lograr

Eficiencia económica  
Costos y valores reconocidos  
Vida de activos  
Control del proceso  
Calidad de servicio  
Evolución del Fc

#### **3.2.- ESTRUCTURA ORGANIZATIVA**

Para viabilizar el proyecto se define una estructura organizativa .



El proyecto consta de dos partes importantes, la definición y normalización de los mantenimientos preventivos de la red y la instalación de un sistema informático de apoyo a la gestión, que sustente los resultados técnicos derivados del proyecto.

**Este trabajo se refiere exclusivamente a la parte del proyecto del mantenimiento de líneas aéreas de 6kV hasta 72,5 kV y de subestaciones aéreas de MT-BT.**

#### **4.- VISIÓN , MISIÓN , POLÍTICA Y PIRÁMIDE DOCUMENTAL**

##### ***Visión***

Mantener las instalaciones en forma preventiva, utilizando con eficiencia los recursos humanos y tecnológicos de manera de minimizar los mantenimientos correctivos, adelantándonos a las necesidades de nuestros clientes y del medio ambiente; así como también a los desafíos del entorno, con un equipo humano orgulloso de su trabajo y comprometido con la excelencia, el desarrollo de la sociedad y el bienestar de la gente en armonía con el medio ambiente.



**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



***Misión***

A través del aprovechamiento integral de los recursos humanos y tecnológicos, anticiparse a los requerimientos y necesidades del mantenimiento de la red de DIS, de modo de obtener un nivel de calidad en el suministro de energía que satisfaga a nuestros clientes en el marco de un desarrollo sustentable.

***Política***

DIS ha considerado prioritario el desarrollo de un proyecto de mantenimiento que permita:

- Analizar el modo de falla de los materiales, estableciendo las acciones de control para evitar las mismas.
- Recopilar el mejor conocimiento del personal de DIS en materia de mantenimiento, para volcarlo a instructivos que nos permitan realizar en forma más eficiente las tareas de mantenimiento
- Normalizar tareas, procedimientos, recursos humanos, materiales y equipamiento para el mantenimiento de las instalaciones de DIS
- Priorizar el mantenimiento preventivo para minimizar el mantenimiento correctivo
- Establecer un plan de mantenimiento que nos permita alcanzar los objetivos de calidad requeridos en la forma mas eficiente
- Ejecutar el plan de mantenimiento conforme a las metas que se establezcan cumpliendo el presupuesto asignado
- Registrar, analizar y gestionar el proceso de mantenimiento mediante un sistema corporativo
- Segmentar la red de DIS en UMAs de forma que se pueda priorizar y gestionar el mantenimiento en forma mas eficiente

***Pirámide documental***





## 5.- DESARROLLO TÉCNICO

Se decidió utilizar como herramienta técnica metodológica para este proyecto RCM2. Se comenzó con el análisis del modo de fallas y sus efectos (AMFE). Se realizó uno por cada tipo de instalación, en particular uno por cada tipo de línea aérea y uno por cada tipo de subestación aérea, el resultado de estos AMFES son los modos de control de cada una de las posibles fallas de cada uno de los componentes de las instalaciones de DIS con la periodicidad para su ejecución y la unidad de la organización que deberá ejecutarla, agrupando entonces los resultados de cada AMFE por periodicidad y ejecutor resultaron las tareas de mantenimiento a realizar que se muestran en el siguiente dibujo.



Estas tareas se transformaron en UCC de mantenimiento, se comenzó entonces a redactar los instructivos de trabajo necesario tanto para la realización de estas actividades como para la realización de las actividades de mantenimiento preventivo que estas generarán. Se entiende por UCC (unidades constructivas), una unidad básica, indivisible y de uso reiterado, incluyen materiales, mano de obra, gastos generales y no incluye impuestos. **Es una tarea definida a partir de la descomposición de las obras en elementos simples y repetitivos, son utilizados como elementos básicos para la contratación y gestión informática de obras por DIS.** Es una herramienta de presupuestación que la empresa viene



**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



utilizando con éxito hace años en la gestión de las obras, y se entendió que sería oportuno utilizarla en el nuevo sistema a crear.

### **5.1.- UMA (UNIDAD DE MANTENIMIENTO)**

Debido a la extensión del elemento a mantener, se vio la necesidad de segmentar nuestra red, para ello se definió un nuevo concepto, UMA.

**UMA:** Es cada tramo o parte de la instalación de DIS identificada con un número interno sobre la que se registran las incidencias y acciones de mantenimiento, manteniendo los históricos correspondientes. Debe contar con interfase con los sistemas corporativos de gestión de incidencia y el módulo de operación para tener un mundo interno que nos permita medir sus indicadores.

Su fin primordial es facilitar la gestión del mantenimiento tanto preventivo como correctivo y la reingeniería sobre las instalaciones de DIS.

Puede ser desde un equipo individual hasta varios kilómetros de red.

Para que la división de la red aérea de DIS en UMAs fuera uniforme en las 5 regiones, se escribió un procedimiento que fija los criterios a utilizar:

*PO-DIS-MO-MT01/00 DEFINICION Y DIVISION DE LA RED AEREA EN UMAs*

### **5.2.- INSTRUCTIVOS DE TRABAJO**

Para escribir los instructivos de trabajo se definió que las etapas a cumplir eran:

- **REVISION** de las prácticas de mantenimiento utilizadas en las distintas unidades de DIS a través de experiencias y vivencias de nuestro personal operativo y técnico
- **DISCUSION** de las mismas
- **NORMALIZACION** de las mejores prácticas
- **INTEGRACION** de la normas de seguridad vigentes en la empresa
- **INCORPORACION** del cuidado del medio ambiente
- **INCLUSION** de ordenes de servicio vigentes

Los instructivos detallan cada una de las actividades de mantenimiento (modo de control de las fallas) resultantes del AMFE en cuanto a que hacer, como hacerlo y con que hacerlo.

## **6.- DIVISION EN ETAPAS**

Al ser un proyecto macro se decidió dividirlo e implantarlo por etapas. Las etapas son las siguientes:

### **6.1.- ETAPA 1 - VERIFICACION DE DATOS DE LAS INSTALACIONES Y GEOPOSICIONAMIENTO**

DIS cuenta con un sistema cartográfico llamado EGEO (Sistema de Información Geográfica, GIS de UTE) en el cual tenemos digitalizada toda nuestra red. En el caso particular de las líneas y subestaciones aéreas de media tensión, cada apoyo tiene cargada en esta base de datos todo lo que nosotros llamamos su mundo interno, es decir todos los materiales y equipos eléctricos que integran el mismo. La idea es en una primera etapa capturar todos estos datos para mejorar la confiabilidad de nuestra base cartográfica, ya que esta se utilizará en la



**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



automatización del proceso que veremos mas adelante. Además geoposicionar cada uno de los apoyos, cosa que actualmente disponemos en forma parcial, esto facilitará la ubicación de cada ítem a mantener.

**6.2.- ETAPA 2 - INSPECCIONES DESDE EL PISO, PROCESAMIENTO DE RESULTADOS Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADAS**

**Es la etapa que en este momento tenemos en desarrollo y la que nos disparará el cambio sustancial en la metodología del mantenimiento preventivo.**

**Inspección:** Análisis crítico resultante de la Observación Visual detallada de un ítem, con el objeto de detectar e informar detalles salientes de lo observado, verificando su estado real en comparación con el exigido.

**Acciones de mantenimiento preventivo generadas:** son aquellas acciones generadas en la inspección que evitarán la falla del sistema.

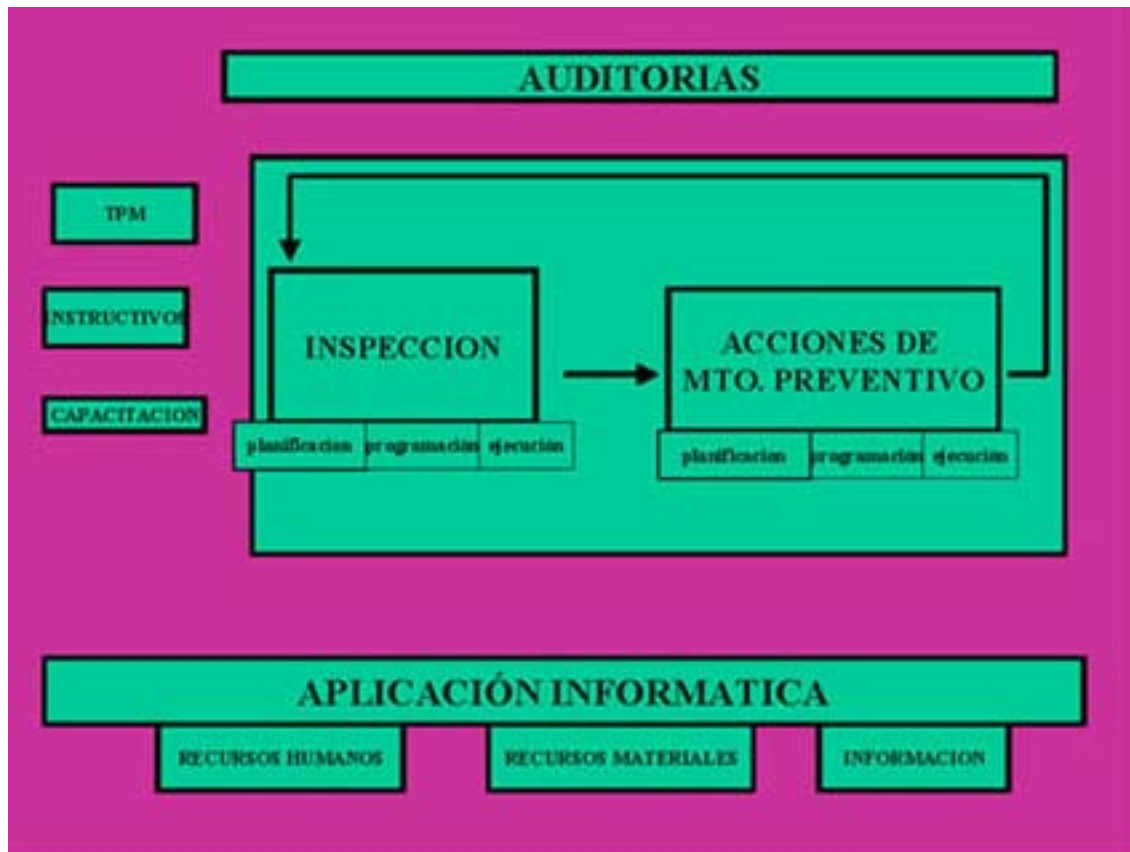
**6.3.- ETAPA 3 - DEMÁS UCCDE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:**

Termovisión  
Retratamiento de postes  
Revisión de equipos  
Revisión de instalaciones con TCT  
Lavado de aisladores  
Inspección con helicóptero  
Medición de puestas a tierra  
Podas  
Retiro de ramas y objetos extraños

**7.- INSPECCIONES DESDE EL PISO, PROCESAMIENTO DE RESULTADOS Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADAS**

**7.1.- PROCESO**

El proceso completo de las inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo generadas de líneas y subestaciones aéreas de media tensión se muestran en el siguiente dibujo:



## 7.2.- INSPECCIONES Y PROCESAMIENTO DE RESULTADOS

La inspección de líneas y subestaciones aéreas consiste en una inspección ocular sistemática en búsqueda y captura de anomalías en cada uno de los elementos constitutivos de la red .

Los documentos generados hasta ahora para la ejecución y tratamiento de las inspecciones son:

### Plan

PL-DIS-MO-MT00 PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO LMT Y SBA

### Procedimientos

PO-DIS-MO-MT02 MANTENIMIENTO PREVENTIVO LÍNEAS Y SUBESTACIONES AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN

### Instructivos

IT-DIS-MO-MT01/00 INSPECCIÓN CONDUCTOR AÉREO DESNUDO  
IT-DIS-MO-MT02/00 INSPECCIÓN AISLACIÓN DE LÍNEAS AÉREAS MT  
IT-DIS-MO-MT03/00 INSPECCIÓN APOYO CON COLUMNA DE HORMIGÓN Y SU PAT  
IT-DIS-MO-MT04/00 INSPECCIÓN PUENTES Y/O CHICOTES Y SUS CONEXIONADOS  
IT-DIS-MO-MT05/00 INSPECCIÓN EQUIPOS DE CORTE Y MANIOBRA, CEDA, CEDAYAC, SECCIONADOR UNIPOLAR Y TRIPOLAR



**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



IT-DIS-MO-MT06/00 INSPECCIÓN APOYO CON POSTE Y SU PAT  
IT-DIS-MO-MT07/00 INSPECCIÓN DE DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN  
IT-DIS-MO-MT08/00 INSPECCIÓN DE TRANSFORMADORES MT/BT  
IT-DIS-MO-MT09/00 INSPECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN EN BT  
IT-DIS-MO-MT10/00 INSPECCIÓN DE PUESTA A TIERRA DE SBA  
IT-DIS-MO-MT11/00 INSPECCIÓN Y RETRATAMIENTO DE POSTES  
IT-DIS-MO-MT12/00 INSPECCIÓN DE APOYOS METÁLICOS  
IT-DIS-MO-MT13/00 INSPECCIÓN ACCESIBILIDAD LINEAS SUBTRASMISION

**Planillas**

FO-DIS -MO-MT12/00	INSPECCIÓN LMT CONDUCTOR DESNUDO POSTE O MIXTA
FO-DIS -MO-MT13/00	DIVISIÓN RED AÉREA EN UMAs
FO-DIS-MO-MT14/00	INSPECCIÓN DE SUBESTACIÓN AÉREA EN LÍNEA AÉREA MT
FO-DIS-MO-MT15/00	INSPECCIÓN DE SUBESTACIÓN AÉREA CON ENTRADA Y SALIDA SUBTERRÁNEA
FO-DIS-MO-MT16/00	FORMATO ORDEN DE TRABAJO INSPECCIÓN
FO-DIS-MO-MT17/00	FORMATO ORDEN DE TRABAJO ACCIONES MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN FRÍO PERSONAL PROPIO
FO-DIS-MO-MT18/00	FORMATO ORDEN DE TRABAJO ACCIONES MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN FRÍO PERSONAL CONTRATADO

**7.2.1.- DEFINICIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE ANOMALÍAS**

**Anomalía:** Diferencia de algún ítem de mantenimiento con respecto a si mismo en condiciones de diseño. Pueden ser diferencias debidas a:

- incorrecto montaje
- material inadecuado
- material deteriorado
- existencia de objetos extraños

Las anomalías se dividen en 3 grupos:

**Anomalía general G** es aquella que va a provocar una falla en la red. Y tiene una solución estándar. Por lo tanto, tiene prioridad y genera en campo una acción de mantenimiento preventivo .

Las prioridades posibles son:

- 1.- posibilidad de falla inmediata que amerita una tarea de mantenimiento preventivo urgente (corte forzado).
- 2.- posibilidad de falla en mediano plazo que amerita una tarea de mantenimiento preventivo . (se debe planificar en reuniones periódicas de cortes programados )
- 3.- posibilidad de falla a largo plazo, con margen de planificación acorde (vuelve a estado de mantenimiento necesario)

**Anomalía a estudio E** es aquella que no tiene una solución estándar, por lo tanto pasa a estudio a otro nivel de decisión (en la misma unidad) y se definen dos prioridades: urgente y normal.



**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



Anomalía sin consecuencia S es una diferencia respecto de las condiciones de diseño pero no va a producir una falla en la instalación, por lo tanto no tiene ni prioridad, ni genera tarea de mantenimiento.

Cada anomalía, tiene asociada un código propio alfanumérico que comienza con la letra correspondiente al tipo (**G, E o S**), seguido por 2 caracteres alfanuméricos de identificación. En el caso particular de anomalías tipo G se adiciona un dígito más correspondiente a las prioridades **1, 2 ó 3** y al de anomalía tipo E se puede adicionar una U de estudio con carácter urgente.

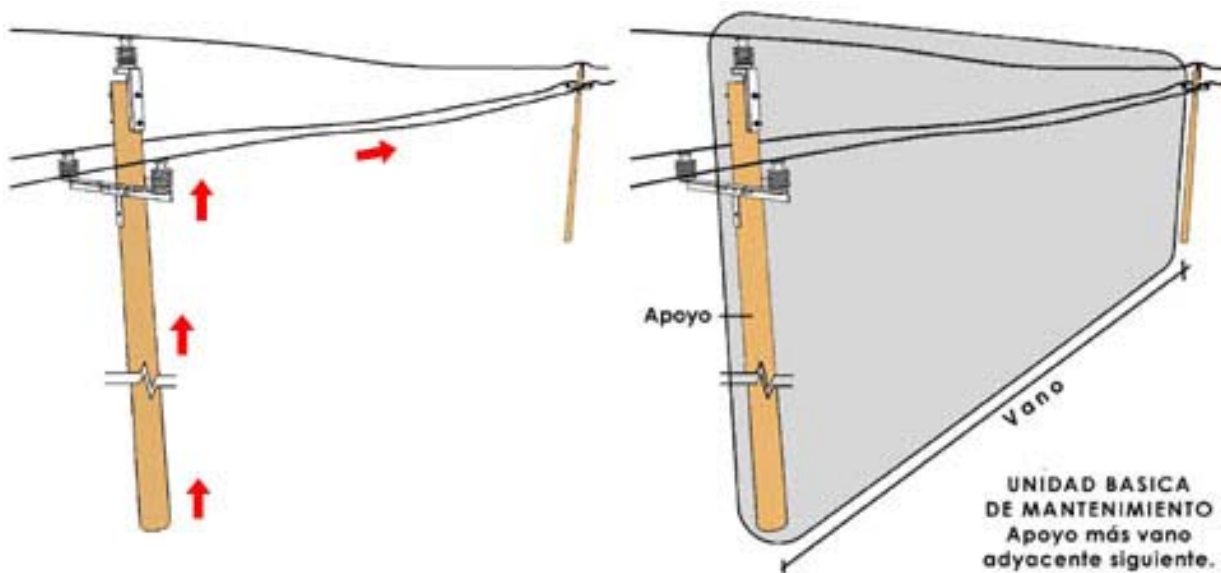
NOTA 1: Las prioridades 1 generadas en las inspecciones deben cruzarse con los datos históricos para mantenerse como prioridad 1 o pasar a prioridad 2. Esta tarea está a cargo del jefe de explotación del distrito o el encargado de explotación de la localidad si corresponde.

NOTA 2: Cuando en una recorrida de inspección de una UMA aparezcan anomalías tipo G con prioridades 1 y 2 estas serán gestionadas por el jefe de explotación de distrito (o quien este designe). Esta gestión consistirá en coordinar ambas prioridades a efectos de realizar una sola interrupción del servicio.

### **7.2.2.- SENTIDO DE RECORRIDO**

Para el recorrido de las líneas y subestaciones aéreas de MT se define un sentido de recorrido que es el de la carga en explotación normal.

Al hacer recorridos de líneas aéreas de MT, se considera una unidad básica de mantenimiento el apoyo con su vano adyacente siguiente. Las tareas a realizar, se ejecutan en el poste desde abajo hacia arriba y luego en el conductor en toda su longitud tal como muestra el siguiente dibujo.





**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



**7.2.3.- INSTRUCTIVOS DE INSPECCION**

Estos instructivos contienen los criterios para realizar las inspecciones, listan todas las posibles anomalías con su categorización y prioridad si corresponde. Para las anomalías tipo G además listan las acciones de mantenimiento preventivo generadas, que son las que evitarán la falla del sistema.

En el anexo a este documento figura una parte de un instructivo de inspección como ejemplo.

**7.2.4.- RECOLECCIÓN DE DATOS**

Al desarrollar los instructivos de inspección de cada uno de los materiales y/o equipos que componen cada unidad básica de mantenimiento, los modos de control derivado de los AMFEs generaron cada uno varias anomalías. Para ejemplificar: un aislador roto genera muchas anomalías debido a que este aislador puede ser de diferente tipo y/o material y estar ubicado en distintos contextos operacionales.

	ANOMALIA		PRIORIDAD	ACCION	
	COD.	DESCRIPCION		COD.	DESCRIPCION
<b>INSPECCIONAR AISLADOR</b>	GA0	AISLADOR ROTO EN CRUCETA METALICA	1	A0	Reemplazar aislador rígido por line-post con perno en cruceta metálica
			2		
			3		
	GA1	AISLADOR ROTO EN CRUCETA DE MADERA	1	A1	Reemplazar aislador rígido por line-post con perno en cruceta de madera
			2		
			3		
	GA2	AISLADOR ROTO EN HIERRO FT O ESPIGA	1	A2	reemplazar aislador de perno por line-post incluyendo hierro cabeza
			2		
			3		
	GA3	AISLADOR RÍGIDO CONTORNEADO EN CRUCETA METÁLICA	2	A0	Reemplazar aislador rígido por line-post con perno en cruceta metálica
			3		
		AISLADOR RÍGIDO CONTORNEADO EN CRUCETA DE MADERA	2	A1	Reemplazar aislador rígido por line-post con perno en cruceta de madera
			3		
GA5	AISLADOR RIGIDO CONTORNEADO TIPO PINO EN HIERRO FT O ESPIGA	2	A2	reemplazar aislador de perno por line-post incluyendo hierro cabeza	
		3			
EA0	AISLADOR POLUIDO	<b>NORMAL</b>			
SA2	AISLADOR LINE-POST CON MANCHAS SUPERFICIALES				
EA7	CONTORNEO EN AISLADOR LINE-POST POLIMERICO	<b>NORMAL</b>			
GYO	DAÑOS FISICOS EN AISLADOR LINE-POST POLIMERICO	2	YO	reemplazar aislador line-post polimérico	



**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



	GYP	AISLADOR LINE-POST POLIMERICO PERFORADO	2	YO	reemplazar aislador line- post polimérico
	SA0	AISLADOR CON MANCHAS SUPERFICIALES			
	EA1	CONTORNEO EN AISLADOR POLIMÉRICO	NORMAL		
	GA6	DAÑOS FISICOS EN AISLADOR DE CADENA POLIMÉRICO	2	A6	Reemplazar aislador polimérico(solo aislador)
	GA7	CADENA POLIMERICA PERFORADA	1	A6	Reemplazar aislador polimérico (solo aislador)
	GA8	AISLADOR DE PLATO EN SUSPENSION ROTO	1	A8	Reemplazar cadena de aisladores en suspensión
2					
3					
	GA9	AISLADOR DE PLATO EN AMARRE ROTO	1	A9	Reemplazar cadena de aisladores en amarre
2					
3					
	GAA	CADENA DE PLATO EN SUSPENSION CONTORNEADA	3	A8	Reemplazar cadena de aisladores en suspensión
	GAB	CADENA DE PLATO EN AMARRE CONTORNEADA	3	A9	Reemplazar cadena de aisladores en amarre

Al irse multiplicando de esta manera las anomalías se decidió incorporar recolectora de datos a la tarea de inspección.

A cada una de las acciones resultantes de las anomalías tipo G se le asociaron los materiales necesarios para su ejecución y una UUCC de Mantenimiento. Cada una de las acciones se abre en un numero importante de agrupamientos de materiales, por ejemplo los materiales necesarios para cambiar un aislador dependen del conductor que sostenga y como los conductores utilizados en MT son muchos, el trabajo se transformo en un árbol muy ramificado. Esto hace imprescindible la automatización de los datos traídos del campo en las inspecciones.

### **7.2.5.- EQUIPAMIENTO PARA EL INSPECTOR**

Se definió entonces el equipamiento mínimo que necesitaba el inspector

- TPM- Terminal Portátil de Mantenimiento (pocket PC con GPS)
- mochila
- cámara digital
- telémetro de ultrasonido
- largavistas
- gorro con visera y tapa nuca
- calibre para medir sección del conductor
- lezna, martillo y cinta métrica (solo para los casos de líneas o subestaciones aéreas en poste de madera)
- equipo de comunicación



**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



### 7.3.- ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADAS

Con los datos recolectados en campo la aplicación informática ATI, automatiza la generación de órdenes de trabajo para estas acciones de mantenimiento preventivo, diferentes según el tipo de cuadrilla a la que se le asigne la tarea. Estas órdenes incluyen las acciones de mantenimiento a realizar , la ubicación exacta del elemento sobre el cual deben realizarse. Además según cual sea la cuadrilla a la cual se le asigne puede incluir los materiales necesarios para realizarlas y las UUCC correspondientes .

Cada una de estas acciones también están descritas en instructivos de trabajo, realizados con los mismos criterios y formatos que los de inspecciones. Estos contienen solamente la parte de desmontaje y/o retiro de los elementos con anomalía que corresponda, la parte de montaje se toma de los instructivos de trabajo de obras con los que ya contaba DIS.

### 8.- SISTEMAS INFORMÁTICOS DE GESTIÓN

Para sustentar estas inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo generadas , se desarrollaron dos aplicaciones informáticas ATM (Aplicación Terminal Mantenimiento) y ATI (Aplicación Tratamiento Inspecciones).

#### 8.1.- ATM

Es la aplicación informática que lleva el inspector en la TPM donde ve gráficamente el desarrollo de la UMA que tiene que inspeccionar y en forma alfanumérica todo el mundo interno de cada apoyo y su vano adyacente siguiente. Al posicionarse en un apoyo se le despliega primero la lista de los elementos que contiene el apoyo, al marcar uno de los elementos se le despliega todas las posibles anomalías que puede tener ese elemento, y así sigue abriendo preguntas necesarias para la automatización del proceso, se pone a continuación parte del árbol como ejemplo.





**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



## 8.2.- **ATI**

Es una herramienta informática corporativa de gestión y automatización del mantenimiento preventivo.

### 8.2.1.- **GESTION**

Este sistema permite planificar, priorizar, programar y ejecutar primero las inspecciones y luego las acciones de mantenimiento preventivo generadas. La planificación de las inspecciones se realiza sobre toda la red a mantener con las periodicidades marcadas por los AMFEs. Se listan entonces las tareas de mantenimiento necesarias. Para racionalizar el mantenimiento y no sobre mantener la red esta aplicación dispone un algoritmo que ordena las UMAs a inspeccionar según su riesgo potencial. Este algoritmo incluye los costos de las penalizaciones ,la operación y el mantenimiento , las características constructivas y el contexto operacional . Trabaja sobre la tasa de falla esperada y su desviación standard , minimiza los costos producidos por las posibles fallas , identificando así las UMAs en que corresponde realizar mantenimiento preventivo.

### 8.2.2.- **AUTOMATIZACIÓN**

Los datos recolectados por el ATM complementados con los datos de las instalaciones EGEO se transforma en acciones y estas en materiales y unidades constructivas de mantenimiento preventivo en frío o con tensión según a que cuadrilla asigne los trabajos el encargado de la tarea.

Se definieron para ello 4 tipos de cuadrillas:

Personal propio en frío

Personal propio de trabajos con tensión en media tensión

Empresa contratada trabajando en frío

Empresa contratada para trabajos con tensión en media tensión





**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**





**NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay**



## **9.- CAPACITACIÓN**

Se definieron 3 módulos de capacitación para esta primera etapa de implantación de las inspecciones de mantenimiento.

- Primera etapa: división de la red en UMAs – curso 8hs. duración (etapa cumplida)  
Segunda etapa: inspecciones y recolección de datos – curso 56hs. duración (comienzan 24/07/06)  
Tercera etapa: operador ATI – duración 24hs (comienzan 21/08/06)

## **10.- IMPLANTACIÓN**

La implantación de las inspecciones normalizadas está prevista para el 28/08/06.  
Se prevé además auditar internamente este proceso a partir del 01/10/06.

## **11.- BENEFICIOS DIRECTOS E INDIRECTOS ESPERADOS**

- Aumentar la confiabilidad y vida útil de las instalaciones de DIS
- Mejorar eficiencia del mantenimiento preventivo
- Gastar en lo que realmente nos produzca beneficios y evitar el “ya que estamos”
- Aumentar la seguridad y la integración medio ambiental en las tareas de mantenimiento preventivo de la red
- Contar con un sistema informático corporativo como soporte de este modelo de mantenimiento
- Capacitar, tecnificar y dotarlo del equipamiento necesario a un colectivo de compañeros de DIS, mejorando así su motivación y capacidad de trabajo en equipo



NORMALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA  
ELECTRICA DE TENSION ENTRE 6 kV y 72,5 kV  
URUMAN 2006  
Montevideo-Uruguay



**DATOS DE LOS AUTORES**

**Miguel Bangueses**, [bangueses@ute.com.uy](mailto:bangueses@ute.com.uy)

Dirección: Julio Herrera y Reissig casi Av. Italia-Chalet Fealmar-Maldonado

Teléf. 099810498

jefe de distrito Maldonado, a cargo del mantenimiento de la red de distribución de UTE en Maldonado

**José Luis Gómez**, [jgomez@ute.com.uy](mailto:jgomez@ute.com.uy)

Teléf. 099892219

Jefe de distrito Pando, a cargo del mantenimiento de la red de distribución de UTE en Pando

**Hugo Urrutia**, [urrutia@ute.com.uy](mailto:urrutia@ute.com.uy)

Dirección: Barbieri 1190 - Salto

Teléf. 099731145

jefe de distrito Salto, a cargo del mantenimiento de la red de distribución de UTE en Salto

**Inés Almaraz**, [ialmaraz@ute.com.uy](mailto:ialmaraz@ute.com.uy)

Dirección: B Pereira de la luz 1359

Teléf. 099646401

jefe desarrollo de normalización a cargo de la normalización de las instalaciones de la red de distribución de UTE

**Gustavo Pérez**, [gperezm@ute.com.uy](mailto:gperezm@ute.com.uy)

Dirección: Blanes Viale 42- Colonia del Sacramento

Teléf. 099112710

Jefe de distrito Colonia, a cargo del mantenimiento de la red de distribución de UTE en Colonia