

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“IMPLEMENTACION DE TECNICAS DE  
TRABAJOS EN LINEA ENERGIZADA EN  
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA DE  
10 kV y 22.9 kV”**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**RICARDO PACHAS LACHERRE**

**PROMOCION 1993-II**

**LIMA-PERU**

**2008**

***Dedicatoria:***

*A mi esposa por su invaluable apoyo y a mis padres por su inquebrantable dedicación a su familia.*

## TABLA DE CONTENIDO

### TITULO

### IMPLEMENTACION DE TECNICAS DE TRABAJOS EN LÍNEA ENERGIZADA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA DE 10 KV Y 22.9 KV

	Página
<b>PRÓLOGO</b>	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>MARCO LEGAL DEL SERVICIO ELECTRICO</b>	3
<b>CAPITULO 3</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE TRABAJO EN LÍNEA ENERGIZADA</b>	9
3.1 Técnicas de trabajo a distancia	9
3.2 Técnicas de trabajo a contacto	14
3.3 Técnicas de trabajo a potencial	18

**CAPITULO 4**

<b>ETAPAS DE PROCESO DE IMPLEMENTACION</b>	<b>20</b>
4.1 Selección de personal	20
4.2 Equipamiento	23

**CAPITULO 5****REGLAS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE LOS**

<b>TRABAJOS EN LINEA ENERGIZADA</b>	<b>30</b>
5.1 Proceso de atención de solicitudes de trabajo	30
5.1.1 Trabajos programados	30
5.1.2 Trabajos no programados	34
5.2 Normas generales acerca de los trabajos con tensión	34
5.2.1 Distancia de seguridad	34
5.2.2 Enfoque de un trabajo	37
5.2.3 En caso de accidentes	38
5.2.4 Precauciones en zona de trabajo	38
5.2.5 Manejo de herramientas y materiales	38
5.2.6 Equipo de seguridad personal	39
5.2.7 Equipos de seguridad no personal	39
5.2.8 Lugar de trabajo	39
5.3 Guantes y mangas de goma	40
5.3.1 Inspección y prueba de aire	41
5.3.2 Uso de guantes con mangas de goma	41
5.3.3 Uso de guantes de goma con guantes protectores de cuero	44

5.3.4	Uso de guantes y zapatos o botas aisladas	44
5.3.5	Uso de guantes, mangas y zapatos o botas aisladas	45
5.4	Equipos de protección no personal	45
5.5	Protección de la red de media tensión con equipo aislante	48
5.5.1	Instalación del equipo de protección aislante	49
5.5.2	Ejecución de trabajos en conductores o equipos energizados o que pueden energizarse	51
5.5.3	En puntos a tierra en el área de trabajo	52
5.5.4	Durante el escalamiento de una estructura	52
5.5.5	En la instalación de postes	52
5.6	Prácticas de trabajos	52
5.7	Sistema de trabajo según la técnica utilizada	53
5.7.1.	Método a distancia	54
5.7.2	Método a contacto	54
5.8	Equipos de protección personal y no personal	55
5.8.1	Prendas de vestir	55
5.8.2	Uso del arnés	56
5.8.3	Cascos de seguridad	56
5.8.4	Guantes de goma	56
5.8.5	Mangas de goma	57
5.8.6	Protección de ojos	57
5.8.7	Guantes para trabajo mecánico	57
5.8.8	Implementos de protección no personal	58
5.9	Seguridad en el lugar de trabajo	58

5.9.1	Protección del lugar de trabajo	58
5.9.2	El área de trabajo	58
5.9.3	Área que se debe cercar	60
5.10	Vehículo y equipo móvil	61
5.10.1	Estacionamiento	61
5.10.2	Remolques	61
5.10.3	Brazo hidráulico aislante	61
5.10.4	Observaciones y ubicación del brazo hidráulico en el lugar de trabajo	62
5.10.5	Uso del brazo hidráulico aislante	63
5.10.6	Limitaciones de carga del brazo hidráulico aislante	64
5.10.7	Inspección y pruebas del brazo hidráulico aislante	65
5.11	Poda de árboles	66
5.12	Primeros auxilios y rescate	66
5.12.1	Procedimiento de rescate en la parte alta del poste	66
5.12.2	Choque eléctrico leve	67
5.12.3	Atención de víctimas con choque eléctrico	67
5.12.4	Atención a víctimas de accidentes durante trabajo en brazo hidráulico aislante	68
5.12.5	Procedimiento para sacar a la víctima	69
5.13	Disposiciones generales	69
5.13.1	Inspección y revisión de herramientas y equipos	69
5.13.2	Almacenamiento y uso de materiales peligrosos	70
5.13.3	Orden y limpieza	70
5.13.4	Prevención contra incendios	70

5.13.5 Pruebas de equipos y herramientas	71
<b>CAPITULO 6</b>	
<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA Y DE INDICADORES DE GESTIÓN</b>	<b>72</b>
6.1 Impacto de los trabajos en línea energizada en los indicadores de gestión de Luz del Sur	72
6.2 Evaluación económica	75
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>85</b>

## **PRÓLOGO**

El presente trabajo, describe el proceso de implementación y consideraciones realizadas para la implementación de las técnicas de trabajo en línea energizada en sistemas eléctricos de distribución primaria.

En el Capítulo I – Introducción, se describe la razón que impulso la implementación de este sistema de trabajo; en el Capítulo II - Marco Legal del Servicio Eléctrico, se menciona las leyes, reglamentos y normas relacionados al sector eléctrico, describiendo su relación al proceso de implementación; en el Capítulo III Descripción de las Técnicas de Trabajo en Línea Energizada, se describe cada una de las técnicas utilizadas, sus características, forma de aplicación y, ventajas y desventajas de uso; en el Capítulo IV - Etapas de Proceso de Implementación, se describe el proceso de selección de personal y el equipamiento necesario para el desarrollo de las actividades; en el Capítulo V - Reglas y Procedimientos para el Desarrollo de los Trabajos en Línea Energizada, se describe el manejo y uso de los equipos de protección personal, equipamiento para protección de líneas energizadas, manejo de herramientas y equipo móvil, reglas generales según la técnica de trabajo utilizada y procedimientos de primeros auxilios; en el Capítulo VI - Evaluación Económica y de Indicadores de Gestión, se determina los beneficios obtenidos tanto económicos como de indicadores de gestión, es decir, el impacto obtenido; finalmente, las Conclusiones, producto de la experiencia obtenida durante el tiempo que se viene utilizando esta técnica dentro de las operaciones del sistema de distribución de energía eléctrica.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La implementación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicio Eléctricos<sup>1</sup> en la República del Perú, ha llevado a las empresas de distribución eléctrica a buscar diversos métodos para adecuarse a las exigencias contenidas en ellas, en uno de sus capítulos, esta contemplada la normativa relacionada a la Calidad de Suministro, estableciendo estándares en cuanto a cantidad de interrupciones (frecuencia) y duración (tiempo) máxima acumulada de las interrupciones por cliente, sea de alta tensión, media tensión o baja tensión.

Una de las acciones tomadas por las empresas de distribución, es la implementación, dentro de sus operaciones, el desarrollo de trabajos de mantenimiento o nuevas conexiones bajo las técnicas de trabajo en línea energizada o más conocido como mantenimiento en caliente.

El presente trabajo, pretender dar lineamientos a seguir para la implementación de este sistema dentro de la operación cotidiana de las empresas de distribución eléctrica, asimismo los resultados obtenidos y las experiencias de este proceso de manera que ello pueda tener en cuenta al momento de decidir su implementación.

<sup>1</sup> Decreto Supremo N°020-97-EM, vigente a partir del 11 de octubre de 1997.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO LEGAL DEL SERVICIO ELÉCTRICO**

Los servicios públicos de electricidad de la República del Perú están regidos por leyes, reglamentos y normas técnicas que brindan el marco regulatorio de las actividades, considerando la seguridad, salud y operación del sistema, buscando de esta manera resguardar a los trabajadores y garantizar a los clientes y usuarios un servicio de calidad.

Con relación a dichas leyes y reglamentos, a continuación, se hace una mención de ellas y su relación con las actividades en línea energizada.

Código Nacional de Electricidad<sup>2</sup> – Suministro 2001: en él, se establece las normas básicas para la operación y consideraciones de seguridad para la ejecución de trabajos en sistemas de eléctricos. En su sección 44 da algunas reglas relacionadas a los trabajos en líneas energizadas, sin embargo estas no son muy precisas para la labor que se desarrolla en los trabajos en líneas energizadas.

Los títulos aplicables a los trabajos con tensión dentro de esta sección son:

441. Conductores o partes energizadas, todo el contenido de la sección.

<sup>2</sup> Aprobado por Resolución Ministerial N° 366-2001-EM/VME, vigente a partir del 1 de julio de 2002.

443. Trabajos en líneas y equipos energizados, solo los puntos, "443.A.1.a" y "443.A.1.b".

446. Trabajo con tensión (trabajo en caliente), todo el contenido de la sección.

Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas<sup>3</sup> – 2007 (RESESATAE),: el reglamento tiene como objetivo establecer normas de carácter general y específico con el fin de proteger, preservar y mejorar continuamente la integridad psicofísica de las personas que participan en el desarrollo de las actividades eléctricas, así como proteger a los usuarios y público en general contra los peligros de las instalaciones y actividades inherentes a la actividad eléctrica. Además de promover y mantener una cultura de prevención de riesgos laborales en el desarrollo de las actividades eléctricas.

Dentro del RESESATAE, se trata sobre los trabajos en caliente en:

Título IV. EL SISTEMA ELÉCTRICO:

Capítulo I: Disposiciones Generales, Art. 17.- Procedimientos y autorizaciones.

Capítulo III: Líneas de Transmisión, Artículo 54º.- Trabajos en caliente o con tensión o línea viva o energizada

Capítulo IV : Sistemas de Distribución, Artículo 61º.- Trabajos con tensión en sistemas de distribución

<sup>3</sup> Resolución Ministerial N° 161-2007-MEM/DM.

Las indicaciones mencionadas en estos artículos son muy básicos y de conceptos generales, no da mayor especificación acerca de los trabajos con tensión.

Ley de Concesiones Eléctricas<sup>4</sup>: Determina la base legal para la operación de los servicios eléctricos. Ésta Ley, norma lo referente a las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. En esta misma Ley, se menciona la compensación económica que tendrá que realizar el Concesionario al Usuario del servicio, en caso de interrupción imprevista, la cual a la letra dice:

“Artículo 86, Si el suministro de energía sufriera interrupción total o parcial por un período consecutivo mayor de cuatro horas, el concesionario deberá compensar a los usuarios por el costo de la potencia y energía no suministrada en las condiciones que establezca el Reglamento, excepto en las oportunidades en que ellas fueren originadas por causa imputable al usuario afectado.

En caso de racionamiento programado por falta de energía a nivel generación, se efectuarán compensaciones en forma similar a lo previsto en el artículo 57<sup>o5</sup> de la presente Ley. “

<sup>4</sup> Decreto Ley N° 25844, vigente a partir del 5 de diciembre de 1992.

<sup>5</sup> La Ley de Concesiones Eléctricas, en su artículo 57 establece: “De producirse racionamiento de energía, por déficit de generación eléctrica, los generadores compensarán a sus usuarios, sujetos a regulación de precios, por la energía no suministrada en los casos, forma y condiciones que señale el Reglamento.

Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas<sup>6</sup>: Este reglamento, complementa la Ley de Concesiones Eléctricas, detallando la aplicación de la misma. En ese sentido, en el Artículo 168 del Reglamento se precisa la forma como se aplicará el Artículo 86 de la ley de concesiones, la cual a la letra indica;

**“Artículo 168°.-** Si se produjera la interrupción total o parcial del suministro, a que se refiere el Artículo 86° de la Ley, el concesionario de distribución deberá compensar al usuario bajo las siguientes condiciones:

- a. Todo período de interrupción que supere las cuatro horas consecutivas, deberá ser registrado por el concesionario. El usuario podrá comunicar el hecho al concesionario para que se le reconozca la compensación;
- b. La cantidad de energía a compensar se calculará multiplicando el consumo teórico del usuario por el cociente resultante del número de horas de interrupción y el número total de horas del mes.

El consumo teórico será determinado según lo establecido en el segundo párrafo del Artículo 131° del Reglamento; y,

- c. El monto a compensar se calculará aplicando a la cantidad de energía, determinada en el inciso precedente, la diferencia entre el Costo de Racionamiento y la tarifa por energía correspondiente al usuario.

Igualmente se procederá a efectivizar los correspondientes descuentos en los cargos fijos de potencia por la parte proporcional al número de horas interrumpidas y el número total de horas del mes.

<sup>6</sup> Decreto Supremo N°009-93-EM, modificado mediante Decreto Supremo N° 018-2007-EM (publicado el 24 de marzo de 2007).

La compensación se efectuará mediante un descuento en la facturación del usuario, correspondiente al mes siguiente de producida la interrupción. Para este efecto no se considerarán las interrupciones programadas y comunicadas a los usuarios con 48 horas de anticipación.”

Norma Técnica de la Calidad de los Servicios Eléctricos: En ella se establece los estándares mínimos que debe cumplir el servicio eléctrico, así mismo establece las penalidades que debe asumir el concesionario del servicio. A partir de ésta, las empresas de distribución eléctrica se ven en la necesidad de implementar en sus operaciones cuadrillas de trabajo que apliquen la técnica denominada “mantenimiento en caliente”, y esto es debido a los estándares de calidad que deben cumplir tanto en la frecuencia como en la duración de las interrupciones del servicio eléctrico.

Para el caso de una empresa de distribución, estos estándares son:

Número de Interrupciones por Cliente (N')

- Clientes en Muy Alta y Alta Tensión : 02 Interrupciones/semestre
- Clientes en Media Tensión : 04 Interrupciones/semestre
- Clientes en Baja Tensión : 06 Interrupciones/semestre

Duración Total Ponderada de Interrupciones por Cliente (D')

- Clientes en Muy Alta y Alta Tensión : 04 horas/semestre
- Clientes en Media Tensión : 07 horas/semestre
- Clientes en Baja Tensión : 10 horas/semestre

Luego de revisar todos estos documentos, podemos ver que en la República del Perú, no existe una reglamentación específica para el desarrollo de este tipo de labores, y que todo desarrollo debe realizarse en base a las normas internacionales, relacionadas a esta actividad.

## **CAPITULO 3**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE TRABAJO EN LÍNEA ENERGIZADA**

Las técnicas de trabajo con tensión se basan en dos premisas:

Proteger al operario del riesgo de contacto eléctrico. .

Proteger la instalación, evitando que se pueda producir un cortocircuito entre partes conductoras y otros elementos a distinto potencial.

Basado en ello, los trabajos en línea energizada en niveles de media tensión se pueden desarrollar bajo tres métodos o técnicas:

Técnica de trabajo a distancia

Técnica de trabajo a contacto

Técnicas de trabajo a potencial

A continuación, describimos cada una de estas técnicas de trabajo.

#### **3.1. TÉCNICA DE TRABAJO A DISTANCIA**

Los primeros trabajos, en el mundo, sobre líneas aéreas energizadas, se realizaron bajo esta técnica, con ella se ejecutan los trabajos sobre la línea a través de varas de madera o pértigas de fibra de vidrio en cuyo extremo lleva un accesorio fabricado para realizar una tarea específica sobre la línea.

Para llevar adelante esta modalidad de trabajo se debe mantener una determinada distancia respecto de la línea (ver Tabla 3.1), dicha distancia aumenta con el nivel de tensión, es decir a mayor nivel de tensión mayor será la distancia que deberá mantener el operador respecto de la línea. De acuerdo al Código Nacional de Electricidad 2001, las mínimas distancias de acercamiento calculadas, de 0,301 kV a 0,750 kV, contienen el componente eléctrico más la distancia de 0,31 m para el movimiento inadvertido. Las tensiones de 0,751 kV a 72,5 kV contienen el componente eléctrico más 0,61 m para el movimiento inadvertido.

Tabla 3.1. Distancias de acercamiento a líneas energizadas<sup>7</sup>

Distancia al trabajador	Tensión fase a fase	
	Fase a fase (m)	Fase a tierra (m)
Hasta 50 V	No especificada	No especificada
51 a 300 V	Evitar contacto	Evitar contacto
301 a 750 V	0,31	0,31
751 V a 15 kV	0,65	0,67
15,1 a 36 kV	0,77	0,86

En la Ilustración 3.1, podemos apreciar, desde que punto se mide la distancia de acercamiento y cual es su alcance, podemos apreciar, que la distancia de acercamiento, se mide desde los puntos mas extremos hacia el punto energizado mas cercano, debe considerarse que el punto mas extremo es aquel en donde las extremidades pueden alcanzar su máxima elongación, y si en caso se utiliza una herramienta, la longitud de ésta debe ser considerada como parte del cuerpo.

<sup>7</sup> Distancias de acercamiento, según el Código Nacional de Electricidad - Suministro

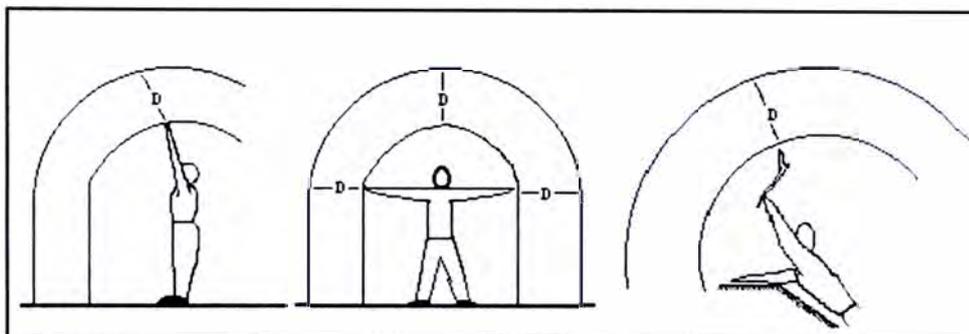


Ilustración 3.1. Puede notarse, que la distancia "D", es medida desde los puntos extremos del trabajador, si éste posee una herramienta en sus manos, debe considerarse como parte del cuerpo y desde el extremo de ésta, se mide la distancia hasta el punto energizado.

Esta distancia es afectada por el aumento de la altura sobre el nivel del mar a la cual se está realizando el trabajo, por lo cual se debe de aplicar un factor de corrección, el cual de acuerdo al Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001, son los que se muestran en la Tabla 3.2.

Tabla No 3.2. Factor de corrección por altitud

Altitud (m)	Factor de corrección	Altitud (m)	Factor de corrección
900	1	3 000	1,2
1 200	1,02	3 600	1,25
1 500	1,05	4 200	1,3
1 800	1,08	4 800	1,35
2 100	1,11	5 400	1,39
2 400	1,14	6 000	1,44
2 700	1,17		

Históricamente los primeros trabajos a distancia se realizaron con el uso de madera seca, actualmente se utilizan varas o pértigas hechas a base de epoxiglass, el cual está formado por miles de fibras de vidrio impregnadas de resina epoxi, envueltas y colocadas longitudinalmente sobre un núcleo de espuma plástica unicelular. Este núcleo de espuma, está compuesto por millones de células individuales no conectadas entre sí, que contienen un

material inerte con bajo punto de ebullición que inhibe la condensación y absorción de humedad. La espuma unicelular se adhiere a las paredes reforzadas, obteniéndose una integridad de la espuma. Estas herramientas luego de su fabricación pasan por un riguroso protocolo de pruebas en donde se comprueba su rigidez dieléctrica y su resistencia a los esfuerzos físicos.

La colocación de todas las protecciones utilizadas y maniobras a realizar en la línea aérea energizada, se realizan a través de las pértigas aisladas.

La fabricación de las pértigas para trabajos con tensión, pueden realizarse bajo la norma:

ASTM<sup>8</sup>: F 711 – 02 Standart specification for “Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP) Rod and Tube Used in Live Line Tools” (Especificación estandar para “Pértigas y tubos plásticos reforzados en fibra de vidrio utilizados como herramientas para línea viva”)

o también, de acuerdo a la norma:

<sup>8</sup> ASTM: American Society for Testing and Materials, es la asociación americana encargada de establecer estandares para materiales, productos, servicios y sistemas, de reconocimiento internacional.

IEC<sup>9</sup> 60855 Ed. 1.0 Insulating foam filled tubes and solid rods for live working. (Pértigas sólidas y tubos rellenos de espuma aislantes para trabajo en vivo)

Cualquiera de ellas, precisa las características que deben cumplir, así como los controles y seguimientos a realizar sobre estos equipos para garantizar su correcto funcionamiento durante su uso.

Luego de lo mencionado, anteriormente, podemos precisar, para utilizar el método a distancia para trabajo con línea energizada, es primordial:

Mantener, como mínimo, las distancias indicadas en la Tabla 3.1, con ello evitamos la descarga eléctrica a través de nuestro cuerpo por acercamiento, es potestad de las Concesionarias, aumentar estas distancias de acercamiento.

Utilizar las pértigas que estén de acuerdo a las normas ASTM F711-02 ó IEC 60855 Ed. 1.0, con ello aseguramos, no se produzcan descargas a través de las herramientas que utilizamos durante los trabajos con tensión.

<sup>9</sup> IEC : Internacional Electrotechnical Commission, organización internacional dedicada a la elaboración y publicación de estándares internacionales para el rubro eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas y conocidas como electrotecnología.

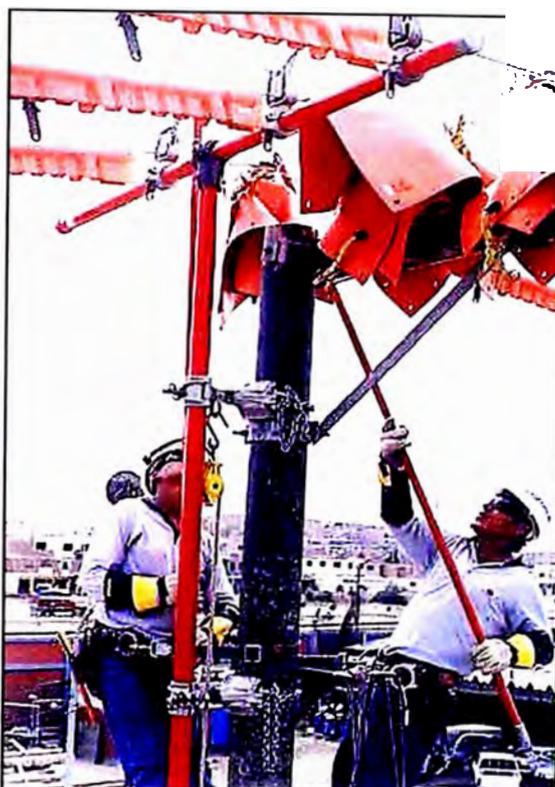


Ilustración 3.2. Se muestra a dos operadores en entrenamiento, utilizando los métodos de trabajo en línea energizada, técnica a distancia.

### 3.2. TÉCNICA DE TRABAJO A CONTACTO

Esta técnica de trabajo sugiere el contacto directo del trabajador sobre la línea energizada, para ello, el trabajador debe cumplir con ciertos requisitos de seguridad, tales como la prueba de equipos, el acercamiento a la red energizada, el proceso de protección, entre otros; y de esa forma evitar sufrir una descarga eléctrica, él o la instalación.

Las consideraciones a tener en cuenta son:

Aislar al operador, ello quiere decir que el operador para acercarse al punto de trabajo, debe hacerlo a través de un equipo aislante, ello puede

ser a través de una plataforma, andamio o brazo hidráulico articulado, todos ellos con la condición de ser aislados.

Utilizar equipo de protección personal, ello quiere decir que el operador deberá utilizar todos los equipos de protección personal requeridos para el trabajo, ellos son: casco y lentes de protección, guantes y mangas aislantes para el nivel de tensión de trabajo, ropa retardante a la flama, zapatos de trabajo; además el operador debe desprenderse de todo aquello que sea metálico, llámese relojes, collares, anillos entre otros.

Aislar la zona de trabajo, una vez cumplidos los dos primeros pasos el operador puede acercarse a la línea y colocar equipos de protección diseñados para el nivel de tensión de la red en donde va a trabajar

Iniciar el trabajo, una vez que tiene toda la zona protegida, el operador descubre la zona en donde va a realizar el trabajo y procede a realizarlo, de acuerdo al procedimiento establecido para dicha tarea o de acuerdo a las indicaciones que el manual precise, como las consideraciones a tener en circuitos energizados o que pudieran energizarse o las consideraciones a tener con los puntos a tierra.



Ilustración 3.3. Trabajos a contacto, a través de un brazo hidráulico aislante



Ilustración 3.4. Trabajos a contacto a través de una plataforma aislada

El equipamiento a utilizar, puede cumplir con las disposiciones de la American Society Testing and Material (ASTM) o la Internacional Electrotechnical Comisión (IEC) o American National Standarts Institute (ANSI) que se mencionan.

#### Normas ASTM:

D 120 – 02a Standard Specification for Rubber Insulating Gloves  
(Especificación estandar para guantes de goma aislantes)

D 1048 – 99 Standard Specification for Rubber Insulating Blankets  
(Especificación estandar para mantas de goma aislantes)

D 1049 – 98 R02 Standard Specification for Rubber Insulating Covers  
(Especificación estandar para cubiertas de goma aislantes)

D 1051 – 02 Standard Specification for Rubber Insulating Sleeves  
(Especificación estandar para mangas de goma aislantes)

#### Norma ANSI

ANSI 92.2-1990 Vehicle-mounted elevating and rotating aerial devices  
(Dispositivo aéreo elevador y giratorio montado sobre vehículo)

#### Normas IEC

IEC 60903 Ed. 1.0 Specifications for gloves and mitts of insulating material for live working. (Especificaciones para guantes y mitones de material aislante para trabajo en vivo)

IEC 60984 Ed. 1.0 Sleeves of insulating material for live working.  
(Mangas de material aislante para trabajo en vivo)

IEC 61057 Ed. 1.0 Aerial devices with insulating boom used for live working. (Dispositivos aéreos con secciones aislantes utilizados para trabajo en vivo)

IEC 61112 Ed. 1.0 Blankets of insulating material for electrical purposes (Mantas de material aislante para propósitos electricos)

Si bien esta técnica de trabajo sugiere un mejor control sobre la línea en vista que se tiene contacto directo sobre ésta, el uso de los guantes y mangas aisladas así como el resto del equipo de protección personal, causa fatiga en el operador, por lo que se debe tener en cuenta periodos de descanso para que el trabajador descanse y evite los sobreesfuerzos o agotamientos.

### 3.3. TÉCNICAS DE TRABAJO A POTENCIAL

El método a potencial se utiliza únicamente en los sistemas de muy alta tensión, bajo este método el operador se pone al mismo potencial de la red, para ello utiliza un traje conductivo, el cual lo utiliza de pies a cabeza, y luego a través de una línea de vida metálica, se conecta a la red, el traje le sirve como una "Caja de Faraday", protegiéndolo del potencial de la red, para acercarse a ésta, puede hacerlo a través de escaleras aislantes, pértigas o helicóptero.

En vista que éste no es un método utilizado para los trabajos en media tensión, no detallaremos mas acerca de éste.



Ilustración 3.5. Trabajo a potencial, con el uso de un traje conductivo y escaleras aislantes

## **CAPITULO 4**

### **ETAPAS DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

La implementación, requiere una cuidadosa evaluación tanto del personal que ejecutará la tarea como del equipamiento necesario, a continuación se describen ambos puntos.

#### **4.1. SELECCIÓN DEL PERSONAL**

Una de las partes más importantes del proceso de implementación de los trabajos en línea energizada, es la selección del personal que ejecutará la tarea, para llevar a cabo este proceso, se requiere de especialistas en medicina, psicología y entrenadores de línea viva.

A continuación se hace una descripción del proceso así como de las condiciones necesarias para la selección.

##### **Etapas del proceso de selección:**

**Convocatoria:** La convocatoria consta de dos etapas, la inscripción y la evaluación de participantes; es importante, que el participante esté interesado y conciente del trabajo que va a realizar de lo contrario se perderá tiempo en evaluar y entrenar a alguien que en el futuro abandone el trabajo o quiera retirarse a realizar otro tipo de tarea.

El participante deberá cumplir con lo siguientes requisitos:

- Formación: Secundaria completa, de preferencia con conocimiento de electricidad.
- Experiencia: De preferencia con experiencia en labores en sistemas de distribución eléctrica, sugerido.
- Edad, se sugiere:
  - Sin experiencia : de 21 a 30 años
  - Cuenta con experiencia : no mayor de 40 años

#### Evaluación psicológica

La evaluación psicológica constará de dos etapas:

- Evaluación de aptitudes: Se medirá el cociente intelectual, la destreza con el lenguaje, el razonamiento numérico, la capacidad de atención concentración y la habilidad espacial del postulante (tendrá carácter de eliminatoria).
- Evaluación de la personalidad: Se evaluará si la personalidad del postulante responde de manera total, parcial o no responde a los rasgos requeridos en el perfil del puesto (tendrá carácter eliminatorio).

En la evaluación psicológica se evaluará las siguientes competencias

- Comunicación efectiva
- Capacidad de organizar y efectuar trabajos en equipo
- Capacidad y flexibilidad para adaptarse a los cambios
- Capacidad para identificar peligros y evaluar riesgos

- Capacidad de análisis
- Liderazgo
- Proactivo
- Capacidad de coordinar y resolver situaciones imprevistas
- Capacidad de programar y coordinar tareas simultáneas
- Alta capacidad de concentración
- Habilidad manual comprobada
- Capacidad para efectuar trabajos bajo presión

#### Evaluación médica

Descartará cualquier dolencia física que pudiera impedir el normal desempeño del trabajador en la tarea, aquellos que fueran observados serán eliminados del concurso. Comprenderá entre otras las siguientes pruebas o exámenes médicos:

- Clínico
- Laboratorio
- Traumatología
- Audiometría
- Oftalmología
- Electrocardiograma , incluye la prueba de esfuerzo
- Electroencefalograma

#### Evaluación de habilidades y desempeño en la tarea

Durante este período, serán evaluados por el equipo de entrenamiento, quienes darán una calificación a cada uno, aquel que supere el puntaje

mínimo requerido, será el seleccionado para recibir el entrenamiento de OPERADOR REDES ENERGIZADAS. (Carácter eliminatorio).

#### Entrenamiento y adaptación

El trabajador seleccionado iniciará la capacitación para desarrollar tareas en redes energizadas, la misma que durará 06 meses; de acuerdo a su desempeño durante la capacitación, podrá ser aceptado para integrarse a las cuadrillas de trabajo, caso contrario será descalificado. Durante este periodo, el aspirante, podrá realizar labores en líneas energizadas en campo, siempre que se encuentre acompañado de un operador calificado, nunca podrán estar dos aspirantes solos realizando trabajos en líneas energizadas en campo, a no ser que hayan completado el entrenamiento y tengan la aprobación del entrenador.

Durante el entrenamiento se les capacitará en las técnicas de trabajo aplicables, de acuerdo al manual del operador de línea energizada y los procedimientos relacionados a la operación.

#### 4.2. EQUIPAMIENTO

El equipamiento utilizado depende de la técnica de trabajo aplicable a las instalaciones, en este caso indicaremos el equipamiento utilizado para los trabajos realizados a contacto desde un brazo hidráulico aislante, el cual es la técnica mas utilizada para los trabajos desarrollados en los sistemas de distribución primaria.

En principio, para el desarrollo de estos trabajos, se debe contar con equipos de protección personal apropiados para esta labor, la relación mostrada en la Tabla 4.1, es el equipamiento por operador, el equipamiento para proteger la línea se muestra en la Tabla 4.2, las herramientas especiales para los trabajos se muestran en la Tabla 4.3, las herramientas simples se indican en la Tabla 4.4. El equipamiento descrito en las Tablas 4.1 a Tabla 4.4, es el utilizado y con el cual debe contar en todo momento las cuadrillas de trabajo, sin embargo existe equipamiento adicional, el cual debe permanecer en los almacenes de equipos y que son utilizados para trabajos especiales, ellos se describen a continuación en la Tabla 4.5 y Tabla 4.6.

Todos estos equipos deberán estar técnicamente aceptados por la compañía.

Es importante definir las características y especificaciones técnicas, que debe cumplir el brazo hidráulico aislante sobre el cual se realizaran los trabajos, estas características técnicas difieren según el nivel de tensión en el que se va a trabajar, para nuestro caso, los brazos hidráulicos deben cumplir, como mínimo las características definidas en la Tabla 4.7.

Por último, los equipos deben de cumplir con las normas de fabricación y el control que estas mismas normas especifican para ellos, estas se indican en la Tabla 4.8.

Tabla 4.1. Equipo de protección personal

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Casco de seguridad clase E	Un.	1
2	Guantes de cuero para trabajo liviano	Par	1
3	Guantes de hilo	Par	3
4	Guantes dieléctricos Clase II	Par	1
5	Guantes dieléctricos Clase III	Par	1
6	Guantes protectores de cuero	Par	1
7	Harnés antiácidas	Un.	1
8	Lentes de protección blanco	Un.	1
9	Lentes de protección oscura	Un.	1
10	Líneas de vida de poliéster ( para arnés )	Un.	1
11	Mangas dieléctricas clase III	Par	1
12	Polos blancos de algodón	Un.	1
13	Ropa de trabajo antifiama	Un.	1

Tabla 4.2. Equipos para la protección de línea en sistemas de 10 y 22,9 kV

Item	Descripción	Cantidad
1	Cubierta de conductores 5' sin adaptador para pértiga	6
2	Cubre poste clase 4 x 1'	1
3	Cubre poste clase 4 x 2'	1
4	Juego de captación de cargas cable #2 - 12'	1
5	Jumper extraflexible con cabeza 15 kv - 2/0 10'	3
6	Manguera flexible reborde corto 1 1/4" x 4,5' clase II (con acoplador)	6
7	Manguera flexible de reborde corto 1 1/4" x 4,5' clase ii (sin acoplador)	6
8	Manguera flexible de reborde corto para líneas 1 1/4" x 6' (con acoplador)	6
9	Manguera flexible de reborde corto para líneas 1 1/4" x 6' (sin acoplador)	6
10	Manta de goma aislada – entera - clase IV	12
11	Manta de goma aislada – partida - clase IV	12
12	Manta de goma aislada con velero 18" x 3' - clase IV	12
13	Protector de cable fin de línea clase II - (#4 - # 4/0 MCM)	6
14	Protector de cable fin de línea clase II - (4/0 - 500 MCM)	6
15	Protector de cable fin de línea clase II - (350 MCM - 750 MCM)	6
16	Protector de cable fin de línea clase II (800 MCM - 1000 MCM)	6
17	Zapato dieléctrico 20 kv - talla 12	3

Tabla 4.3. Herramientas especiales para el trabajo en línea energizada

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Aparejo con soga polipropileno 3/8"	Un.	3
2	Cabezal de compresión	Un.	1
3	Control de valvulas de presión	Un.	1
4	Dados de compresión para conectores tipo "G" , tipo "H" y terminales	Jgo.	1
5	Eslingas sin fin	Un.	12
6	Intensificador de presión (*)	Un.	1
7	Load buster 14.5 / 25 kV (27 kV Máximo)	Un.	1
8	Mangueras hidráulicas aislada - alta presión 10000 lbs 3/16" x 10	Jgo.	1
9	Mangueras hidráulicas aislada - baja presión 2250 lbs 3/8" x 10'	Jgo.	1
10	Pertiga de 3 cuerpos longitud : 8 - 12' (sección circular o triangular)	Un.	1
11	Pertiga de maniobra 1 1/4" x 6'	Un.	1
12	Pértiga de tensión para montacarga 2' D - 4000lbs (15 ó 12") - con accesorio para pértiga	Un.	3
13	Pinza amperimétrica MEDIA TENSIÓN	Un.	1
14	Probador de guante neumatico	Un.	1
15	Revelador de tensión a inducción	Un.	1
16	Sogas de polipropileno 1/2"	m.	30
17	Sogas de polipropileno 3/8"	m.	30
18	Taladro - percutor hidraulico de impacto 7,5 lb. 2000 psi	Un.	1
19	Tecele 1.5 Ton . Con faja de nylon, seguros	Un.	1
20	Tecele de cadena ( mulita ) 1,5 tn	Un.	1
21	Visor de temperatura	Un.	1

Tabla 4.4 Herramientas simples

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Herramientas aisladas (alicate, destornillador,	Un.	2
2	Brocas para taladro hidraulico : 15/16"	Un.	2
3	Cepillo para limpiar conductor con mango	Un.	2
4	Cesta para ferreterías 7" x14" x 10"	Un.	2
5	Cizalla de 18" para conductor de cobre	Un.	1
6	Cizalla de cable de acero 3/8" x 30" L	Un.	1
7	Comba de 4 lbs	Un.	1
8	Cortadora tipo ratchet de 260 mm de long	Un.	2
9	Cuchillo curvo	Un.	2
10	Dados de impacto	Jgo.	1
11	Ensunchadora p.ajuste/cort.fleje 3/4"	Un.	1
12	Eslinga autoregulable, para izar trafos 5/8" D - 2160 lbs	Un.	1
13	Formón de 1 1/2"	Un.	2
14	Gancho de PVC para cesta negro ( flexible ) para balde, borde 3"	Un.	6
15	Ganchos sin orquilla ( perros )	Un.	20
16	Grilletes 3/8" - 2 Tn	Un.	4
17	Grilletes 5/16" - 3/4 Tn (G209 S209)	Un.	4
18	Lima redonda	Un.	1
19	Linterna de casco	Un.	3
20	Linterna portatil pequeña	Un.	1
21	Llave cocodrilo (aligator) 12"	Un.	2
22	Llave de faja 305 mm	Un.	1
23	Llaves mecánicas aisladas	Jgo.	1
24	Martillo de bola 24 oz.	Un.	1
25	Metro de madera plegable doble 2.4m./8 pies long.	Un.	2
26	Mordaza para viento	Un.	2
27	Mordaza paralela 4 mm - 22 mm (Comelon)	Un.	3
28	Pasador de grillete 5/16" - 3/4 Tn (G209 S209)	Un.	6
29	Polea 1250 lbs	Un.	3
30	Ratchet doble 9/16 - ¾	Un.	3
31	Dados de ajuste con ratchet	Jgo.	1

Tabla 4.5. Equipos de protección para trabajos de 22,9 kV

Item	Descripción	Cantidad
1	Manguera flexible de reborde corto 1 1/2" x 3' clase III (sin acoplador)	6
2	Manguera flexible de reborde corto 1 1/2" x 3' clase III (sin acoplador)	6
3	Manguera flexible de reborde corto 1 1/2" x 3' clase III (sin acoplador)	6
4	Manguera flexible de reborde corto 1 1/2" x 3' clase III (con acoplador)	6
5	Cable aislado 25 kv - 2/0 (67mm <sup>2</sup> )	20
6	Conector 2/0 (67 mm <sup>2</sup> )	6
7	Grapa aislada (1,25" - 0,162")	6

Tabla 4.6. Equipamiento para trabajos especiales

Item	Descripción	Cantidad
1	Cubre poste clase 4 x 1'	1
2	Cubre poste clase 4 x 2'	1
3	Juego de captacion de cargas cable #2 - 12'	1
4	Jumper extraflexible con cabeza 15 kv - 2/0 10'	3
5	Manguera flexible de reborde corto 1 1/4" x 4,5' clase II (con acoplador)	6
6	Manguera flexible de reborde corto 1 1/4" x 4,5' clase II (sin acoplador)	6
7	Manguera flexible de reborde corto para líneas 1 1/4" x 6' (con acoplador)	6
8	Manguera flexible de reborde corto para líneas 1 1/4" x 6' (sin acoplador)	6
9	Manta de goma aislada eyelid style - clase IV ( entera)	12
10	Manta de goma aislada slotted style - clase IV ( partida )	12
11	Manta de goma aislada zip on style 18" x 3' - clase IV ( pega pega)	12
12	Protector de cable fin de línea clase II - (#4 - # 4/0 MCM)	6
13	Protector de cable fin de línea clase II - (4/0 - 500 MCM)	6
14	Protector de cable fin de línea clase II - (350 MCM - 750 MCM)	6
15	Protector de cable fin de línea clase II - (800 MCM - 1000 MCM)	6
16	Cubierta para poste 6'	2
17	Palanca para poste 2"Ø x 4 pies con correa de Nylon de 13/4" x 6 pies - carga de 7500 libras	2
18	Pértiga Cruceta 2 1/2"Ø x 8' (E400-440)	1
19	Pértiga soporte de conductor 2"Ø x 8'	2
20	Soporte de Conductor Tipo C sin Aislador - con abrazadera 2 1/2"Ø	3
21	Soporte temporal para dos Conductores - 48" x 3" Ø	2

Tabla 4.7. Características básicas del brazo hidráulico aislante para trabajos en línea energizada

Item	Característica	Opción
1	Tipo de Montaje	Sobre eje trasero
2	Máxima altura de trabajo (m)	15
3	Maximo alcance del lado opuesto (m)	13
4	Rotación	Continua
5	Canastillas aisladas	2
6	Medidas de las canastillas	24" x 30" x 42"
7	Controles en la base	Si
8	Controles en la canastilla	Si
9	Estabilizadores hidráulicos	2 juegos
10	Acoples rápidos para herramientas hidráulicas (mínimo)	1 juegos
11	Nivel de aislamiento (mínimo)	46 kV
12	Liners	2
13	Medidas de las canastillas	24" x 30" x 42"
14	Carrocería con cajonería	Si
15	Encendido y apagado remoto del chasis	Si
16	Sistema de operación de emergencia	Si
17	Sistema de protección contra caídas	Si
18	Norma Aplicada	ANSI A92.2

Tabla 4.8. Normas de fabricación y control de equipos de protección, pértigas y brazos hidráulicos

Elementos	Normas IEC		Normas ASTM	
	Código	Periodicidad de pruebas	Código	Periodicidad de pruebas
Guantes aislantes	60903	3 meses	D120 / F 496	6 meses
Mangas aislantes	60984	6 meses	D1051 / F 496	1 año
Mantas aislantes	61112	1 año	D1048 / F 479	1 año
Protectores aislantes	61229	1 año	D1050 / F 478	1 año
Pértigas	60832	2 años	F711	1 año
Brazo hidráulico aislante	61057	1 año	ANSI 92.2	1 año

**CAPITULO 5**

**REGLAS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

**EN LÍNEA ENERGIZADA**

Durante el desarrollo de los trabajos en línea energizada, pasamos por diferentes etapas, al inicio se ejecutaron diversos trabajos, en donde se realizaron procedimientos para labores específicas, sin embargo, conforme fue avanzando el tiempo y dado la variedad de trabajos que pueden realizarse en media tensión, fue necesario dar pautas generales para la ejecución de las labores y crear procedimientos particulares para situaciones repetitivas y especiales.

Asimismo, es necesario establecer el proceso para la atención de una solicitud, su asignación y ejecución en campo, en razón de ello, realizaremos la descripción del proceso de atención de solicitudes de trabajo:

**5.1. PROCESO DE ATENCIÓN DE SOLICITUDES DE TRABAJO**

**5.1.1. Trabajos programados.**- todo trabajo programado deberá cumplir con la siguiente secuencia:

**Solicitud de trabajo en línea energizada.**- Cuando se presenta la necesidad de realizar un trabajo en línea energizada se debe requerir la siguiente información:

- Solicitud de trabajo, en ella se indicará, descripción del trabajo, punto específico del circuito en donde se intervendrá, nombre el solicitante del trabajo
- Esquema unifilar del circuito a intervenir, indicando el punto en donde se realizará el trabajo.
- Plano de ubicación geográfica
- Fotografías o reportes que ilustren la instalación en donde se va a intervenir.

**Solicitud de Redes Energizadas [SPD\_REGS Sistema de Presupuestos]**

Departamento: **BT 22** | Tipo Solicitud: **RE- TRABAJO REDES ENERGIZADAS** | Subtipo Solicitud: | N. Solicitud: **072008** | N. OGA: | S.F. | M. | A.

Solicitante: **Eduardo Hinojosa Zaldelgado**  
 Resp. Lds: **EHD** | Resp. Tecna: | Fecha Registro: **07/07/2008**

**Datos de la Solicitud SPD**

Trabajo: **CAMBIO DE PORTAFUSIBLE O CUT OUT EN PDS 527 (VM 07)** | Distrito: |  
 Dirección: **SECTOR IMPERIAL - SJM**  
 Entrecable: |  
 Mot. Solicitud: **050- TRABAJO REDES ENERGIZADAS**  
 Circuito: **PDS 527**

Ubicación: Set **VM** | Alimentador: **07** | Fecha Propuesta del Trabajo: / /

Prioridad:  Alta  Medio  Baja  
 Nivel de Tensión:  2.3KV  22.9KV  10KV  30KV  
 Trabajo con corte:  No  Sí | Tiempo Efectivo de Trabajo (h): |

Observación: **REPORTE DE TERMOGRAFIA. Realizar cambio de cut out fase "R" en PDS 527 por sobretemperatura**

Ultimo cambio: **BHL** | **07/07/2008** | **11:02** | Cancelar

Ilustración 5.1. Solicitud para la ejecución de un trabajo en línea energizada, en ella se indica el tipo de trabajo, circuito en donde se realizará el trabajo, tensión de trabajo, solicitante del trabajo y las observaciones necesarias.

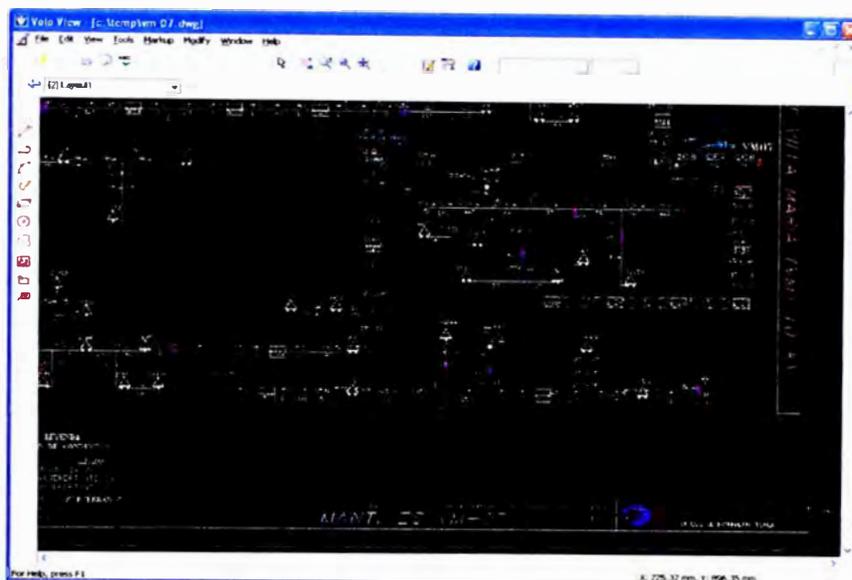


Ilustración 5.2. Esquema unifilar, en donde se precisa el punto eléctrico en donde se realizará el trabajo.

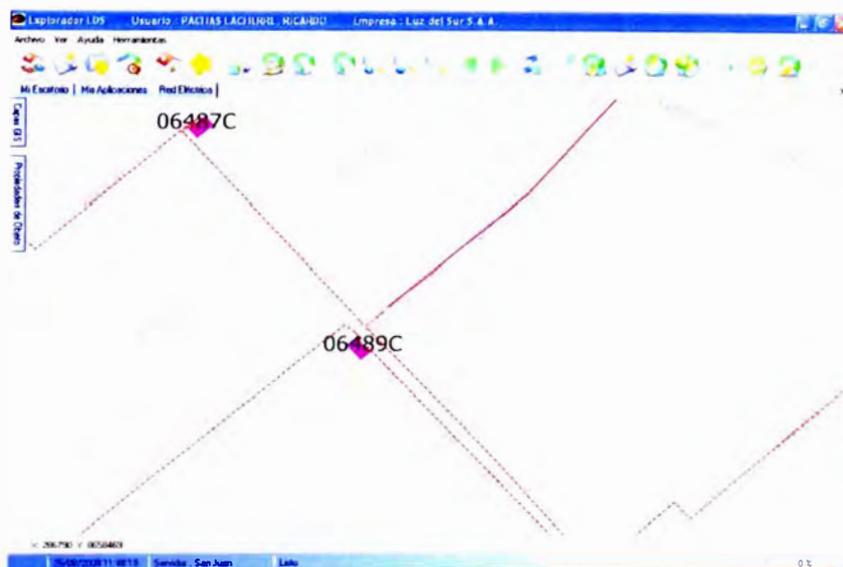


Ilustración 5.3. Plano de ubicación geográfica, en donde se precisa el punto geográfico en donde se realizará la tarea.

Inspección y evaluación del trabajo.- Los trabajos programados serán inspeccionados y evaluados junto con la información enviada, a partir de ésta inspección se elaborará un reporte para luego proceder con la programación del trabajo junto con el requerimiento de materiales y recursos necesarios.

Programación del trabajo.- Semanalmente se programaran todos los trabajos inspeccionados y se entregará toda la información a los operadores, asimismo, los trabajos programados serán informados con anticipación al Centro de Control, de manera que al momento de solicitar el permiso para la intervención, el Centro de Control estará informado del trabajo a realizar, para ello, se les enviará una comunicación, la cual deberá estar aprobada por la Jefatura o el Supervisor del área.

Ejecución y liquidación de los trabajos.- Las cuadrillas de trabajo en caliente, solicitaran el permiso para intervención al Centro de Control, si en caso éste no estuviera informado del trabajo a realizar, se negará el permiso de intervención y el trabajo será suspendido, caso contrario, el Centro de Control autorizará la intervención y se procederá con el inicio del trabajo.

La ejecución se realizará de acuerdo a los procedimientos y normas generales establecidos para la ejecución de los trabajos con tensión.

Al finalizar el trabajo, el líder de cuadrilla, elaborará un reporte de la intervención, los materiales utilizados y retirados de la instalación, y el tiempo requerido para la ejecución.

5.1.2. Trabajos no programados.- En caso se presentarse la necesidad de ejecutar un trabajo no programado, se seguirá la siguiente secuencia:

- a. Informar al Centro de Control, este aviso puede hacerlo el líder de cuadrilla, el coordinador, supervisor o la jefatura del sector, puede hacerse por escrito o comunicación radial<sup>10</sup>.
- b. Se debe evaluar la situación de la instalación in situ, esta evaluación debe realizarla la cuadrilla, si en caso, existiese algún tipo de riesgo, el trabajo no será ejecutado; si en caso, la evaluación realizada indicase la factibilidad de ejecución del trabajo, el líder de cuadrilla se comunicará con el Centro de Control y procederá a solicitar el permiso de intervención.
- c. Se seguirán los procedimientos y normas generales establecidos para la ejecución de los trabajos con tensión.
- d. Al término del trabajo, el líder de cuadrilla, informará a Centro de Control y elaborará un reporte de la intervención, los materiales utilizados y retirados de la instalación, y el tiempo requerido para la ejecución.

## 5.2. NORMAS GENERALES ACERCA DE LOS TRABAJOS CON TENSIÓN

5.2.1. Distancia de seguridad- La distancia de seguridad se considerara tomando en cuenta la posición ergonómica más desfavorable que puede adoptar el operador, con una máxima elongación de sus extremidades o desequilibrio de su cuerpo respecto a un circuito energizado.

La distancia de seguridad se considerara desde el extremo de la herramienta, material u otro conductor que se este manipulando, hasta el

<sup>10</sup> Para ello todas las comunicaciones deben ser grabadas

circuito energizado, en las Tablas 5.1 y 5.2<sup>11</sup> se muestran las distancias de seguridad que debe mantener cualquier trabajador cuando van a realizar una labor cerca de una línea energizada, a distancias menores, debe utilizar barrera de protección o protección aislante. Para trabajos a contacto directo con un circuito energizado, el grupo de trabajo deberá contar con el equipo y elementos de protección personal aprobados para el nivel de tensión de la red.

**Barrera de protección.-** Elemento que separa física y mecánicamente un punto energizado de un área de tránsito, acceso; generalmente de material dieléctrico. Se usa para delimitar el ambiente de trabajo cuando se realizan labores cerca de instalaciones energizadas y debe tener una consistencia mecánica suficiente para evitar un acercamiento accidental. Se instala a la distancia mínima entre fase y tierra, de acuerdo a la tensión nominal y según el Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001.

**Protección aislante.-** Elemento de material dieléctrico que hace contacto con la parte energizada aislándolo eléctricamente para evitar descargas durante la manipulación o acercamiento.

<sup>11</sup> La información mostrada, cumple con las distancias mencionadas en la Tabla 3.1

Tabla 5.1 Distancia vertical y radial desde los extremos de los brazos extendidos

Tensión fase a fase (kV)	Distancia horizontal al trabajador (m), hasta 2400 metros sobre el nivel del mar
0,22	Evitar contacto
2.3 – 10	1,80
22,9	2,00
60	2,20
220	3,20

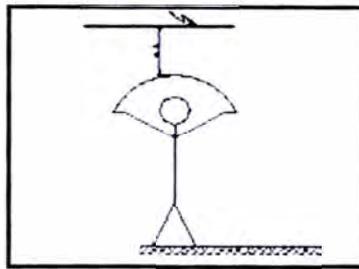


Ilustración 5.4 Grafica de las distancias mencionadas en la Tabla 5.1.

Tabla. No. 5.2. Distancia horizontal desde el eje vertical del trabajador de pie

Tensión fase a fase (kV)	Distancia vertical y radial al trabajador (m) hasta 2400 metros sobre el nivel del mar
0,22	Evitar contacto
2.3 – 10	0,68
22,9	0,90
60	1,28
220	2,54

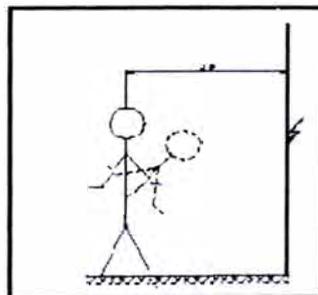


Ilustración 5.5 Grafica de las distancias mencionadas en la Tabla 5.2.

5.2.2. Enfoque de un trabajo.- Antes de iniciar la tarea se realizara la descripción del trabajo a realizar, se enfocaran los riesgos y medidas de control para un trabajo seguro. El tiempo que se emplee antes de iniciar un trabajo puede muy bien, prevenir un accidente que podría ocasionar una lesión seria o la interrupción del servicio a los clientes. Igualmente es importante proteger al público de posibles lesiones y de daños a la propiedad, debido a errores o acciones inadvertidas.

Los temas a tratar para una buena charla antes de iniciar el trabajo son:

- Hablar acerca del trabajo
- Asignar tareas específicas a los trabajadores
- Que los trabajadores sepan cuáles son las expectativas
- Identificar los riesgos potenciales
- Estar atentos a la creación de peligros adicionales
- Cumplir con las reglas de seguridad pertinentes
- Dar tiempo para que el trabajo se haga con seguridad
- Revisar el equipo de protección necesario
- Determinar si los trabajadores entienden sus tareas

La comunicación debe hacerse con propiedad y hablando claramente. Se debe mantener a los demás integrantes de la cuadrilla informados de lo que se está haciendo o de lo que se va a hacer. Se deberá pedir confirmación de todas las instrucciones para determinar si han sido entendidas con claridad. No se tolerarán bromas, o acciones inapropiadas que puedan conducir a una desinformación del plan de trabajo.

5.2.3. En caso de accidentes.- Informar con prontitud todos los accidentes al supervisor inmediato o al coordinador del área, tan pronto como sucedan.

5.2.4. Precauciones en zonas de trabajo

Mantenerse alerta y en una posición donde no pueda ocurrir lesión en caso de un incidente.

Cuando se trabaje en instalaciones sujetas a tracción con herramientas tipo aparejo o tecele, ubicarse fuera del área donde podría caer la línea, si en caso esta se resbalara o soltara.

Las maquinas y herramientas como tecele, grúas y brazo hidráulico, son equipos que están diseñados para trabajo de tracción o carga, como tales, estos equipos pueden fallar y ocasionar accidentes. Estos pueden atribuirse a un error humano, mantenimiento inadecuado o fallas en su estructura.

El área de trabajo se debe considerar como zona peligrosa, esta debe señalizarse para evitar el acceso de personas ajenas a la tarea.

5.2.5. Manejo de herramientas y materiales

Cuando se trabaja en altura, al subir o bajar las herramientas y equipos, estas deben conducirse de una manera segura en un cesto o soga de servicio.

Las herramientas, equipos o materiales no se deben arrojar o dejar caer.

Mover materiales y equipos pesados con la ayuda de los aparatos mecánicos apropiados, tener presente que una persona no debe levantar más de 20 Kg.

Guardar las herramientas y materiales que ya no se necesitan para el trabajo en ejecución. Estas representan un peligro cuando se acumulan en el área de trabajo.

Usar las herramientas adecuadas para el trabajo. En ningún trabajo se utilizarán herramientas o equipo en mal estado.

5.2.6. Equipo de seguridad personal.- El equipo de seguridad personal apropiado, incluye sin estar limitado a ello, casco, mangas y guantes de caucho para el nivel de tensión apropiado, protección para los ojos, protección auditiva, ropa retardante a la llama y zapato o botas aisladas. Se deberá usar todo el equipo o parte de él, de acuerdo a lo requerido en cada situación individual.

5.2.7. Equipo de seguridad no personal.- El equipo de seguridad no personal, incluye, sin estar limitado a ello, las mantas y tubos de goma, cubiertas rígidas para el nivel de tensión a aplicar. Se debe aplicar todo el equipo o parte de él, de acuerdo a lo requerido en cada situación de trabajo.

5.2.8. Lugar de trabajo.- La presencia de equipos y trabajadores en la vía pública, sin señales y dispositivos de protección en el área de trabajo, representa un peligro para los trabajadores y el equipo, así como para los peatones y vehículos en el área, por tanto debe señalizarse.

### 5.3. GUANTES Y MANGAS DE GOMA

Guantes de goma.- constituyen para el operador la protección básica contra choques eléctricos, ya que las manos son la parte del cuerpo que esta más propenso a ponerse en contacto con circuitos energizados.

El nivel de aislamiento de los guantes, esta definido por la clase, y su uso, depende del nivel de voltaje máximo en que se va a trabajar. Los guantes de goma nunca deben usarse sin los guantes protectores, debido a que la goma que se usa para la confección de los guantes es fácil de dañarse. Considerando que el material usado para los guantes protectores, no tiene propiedades aislantes, es necesario, que los puños de los guantes protectores sean más cortos que los de goma.

Para compensar los efectos de la transpiración en las manos y facilitar el retiro de los guantes de goma, se recomienda el uso interior de guantes de algodón.

Los niveles de tensión máxima de trabajo de acuerdo a la clase son:

- Para equipos clase 2 la tensión máxima de trabajo es 17 000 voltios
- Para equipos clase 3 la tensión máxima de trabajo es 26 500 voltios

Mangas de goma.- Deben usarse con guantes de goma pues estos brindan protección a todo el brazo, protegiéndolo de cualquier elemento energizado y quemaduras por la electricidad. No usar debajo de otra ropa porque esta puede ser conductora en alguna medida.

El nivel de aislamiento de las mangas de goma esta definido por la clase y su uso depende al nivel de voltaje máximo en que se va a trabajar.

5.3.1. Inspección y pruebas de aire.- Cada trabajador deberá revisar sus guantes de caucho y mangas de caucho, incluyendo la prueba de aire a sus guantes antes de cada tarea, y en cualquier momento en que se sospeche que cualquiera de ellos se hubiera dañado.

No se usaran guantes o mangas de goma y guantes protectores defectuosos.

#### 5.3.2. Uso de guantes con mangas de goma

Los guantes y mangas de goma constituyen la protección básica contra choques eléctricos y son usados para asegurar el aislamiento de las manos y brazos del operador durante la ejecución de las distintas posiciones de un trabajo en líneas energizadas. Se utiliza desde el momento que se inicia el trabajo antes del escalamiento al poste o el ascenso en el cesto del brazo hidráulico siempre que se tenga la intención de realizar trabajos sobre la línea energizada.

Todos los guantes y mangas de goma deberán usarse de acuerdo al nivel de voltaje máximo en donde se va a trabajar.



Ilustración 5.6. Se inflará totalmente el guante



Ilustración 5.7. Buscar indicios de cortes y agujeros.

Se usará mangas y guantes de goma mientras se esta trabajando cerca de un equipo de media tensión energizado o que podría energizarse, o

cuando a juicio del trabajador o del supervisor, puedan ser necesario debido a condiciones inusuales.

El trabajo en conductores o equipo energizado de media tensión, manipulación directa, deberá realizarse, solamente desde un dispositivo aislante de elevación aérea o plataforma aislante.

Se usará guantes y mangas de goma, en un dispositivo aislante de elevación aérea, si la intención de la subida es realizar trabajo en una línea o equipo de distribución energizado de media tensión. Esto rige desde el momento en que se inicia la subida, hasta que se complete el descenso del brazo hidráulico.

Se deberá usar mangas de caucho además de los guantes de caucho con sus protectores, cuando la persona esté en una escalera, en un árbol o cualquier estructura elevada, si va a estar en una posición en la que el roce accidental podría causar el contacto con una línea o equipo de distribución de media tensión que está energizado o podría energizarse, esto rige desde el momento en que se inicia la subida hasta completar el descenso.

En cualquier poste con líneas o equipo de distribución de media tensión energizado o que se pueden energizar. Esto rige cuando el operador se encuentra en el poste y este a menos de 0,68 m (10 kV) y 0,90 m (22,9 kV) como distancia vertical o radial de los extremos de los brazos extendidos o a 2,00 m como distancia horizontal entre el operador y la línea energizadas.

Por encima del nivel del suelo cuando se prueba la presencia de voltaje, cuando se coloca o retira puestas a tierra o cuando se hacen pruebas entre fases o paralelo.

Cuando el supervisor o el operador lo considere necesario.

### 5.3.3. Uso de guantes de goma con los guantes protectores de cuero

Cuando se operan equipo de maniobra de media tensión desde el suelo.

Cuando solamente se va a realizar trabajo en red de baja tensión y la ubicación de trabajo del trabajador no va a estar dentro del alcance de las líneas o equipo de distribución de media tensión que están energizadas o pueden energizarse.

Cuando se instale o retire cualquier conductor, equipo o cables de retenida a nivel del suelo y que pueden energizarse por contacto accidental con cualquier otro conductor energizado. (Los alambres o cables que se encuentran por debajo o encima de conductores energizados de primarios o secundarios, se considerarán como capaces de energizarse).

### 5.3.4. Uso de guantes y zapatos o botas aisladas

Cuando se instale o retire cualquier conductor, equipo o cable a nivel del suelo y que pueden energizarse por contacto accidental con cualquier otro conductor energizado que se encuentre sobre el nivel del suelo. Los cables que se jalen o colocan por encima de conductores energizados, se considerarán como capaces de energizarse.

Cuando se opera equipo no aislante o se está cerca de este, tal como grúas, jalador, tensador o excavadora, donde podría ocurrir un contacto accidental con los conductores o el equipo energizado a más de 600 voltios.

Cuando el supervisor o el trabajador lo consideren necesario.

5.3.5. Uso de guantes, mangas y zapatos o botas aisladas.- En el suelo cuando la persona se encuentra dentro de 2,00 m. o dentro de un área cercada con malla de seguridad o en una bóveda que contiene líneas de distribución de media tensión o parte expuesta de equipo de distribución de media tensión que están energizadas o podrían energizarse.



Ilustración 5.8. Uso de guantes, mangas y zapatos aislantes

#### 5.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN NO PERSONAL

Mantas de goma: las mantas pueden ser enteras o partidas, estas son versátiles en su aplicación. Son planchas de caucho o de elastómero sintético destinadas a aislar equipos eléctricos y se instalan para evitar que los operadores se pongan en contacto accidental directo con equipos

energizados. El nivel de aislamiento de las mantas de goma esta definido por la clase y su uso depende del nivel de voltaje máximo en que se va a trabajar.

Tubos de goma: es una manguera flexible fabricada con compuesto de caucho, se usa como forro aislador de conductores eléctricos, con el objeto de proteger al operador contra contactos accidentales. Una hendidura en sentido longitudinal con labios que se solapan, permiten colocar al tubo sobre los conductores con facilidad. Estas pueden acoplarse en más de dos, y permanecen unidas y actúan como una unidad cuando se instalan en el conductor.

El nivel de aislamiento de los tubos de goma esta definido por la clase, su uso depende del nivel de voltaje máximo en que se va a trabajar.

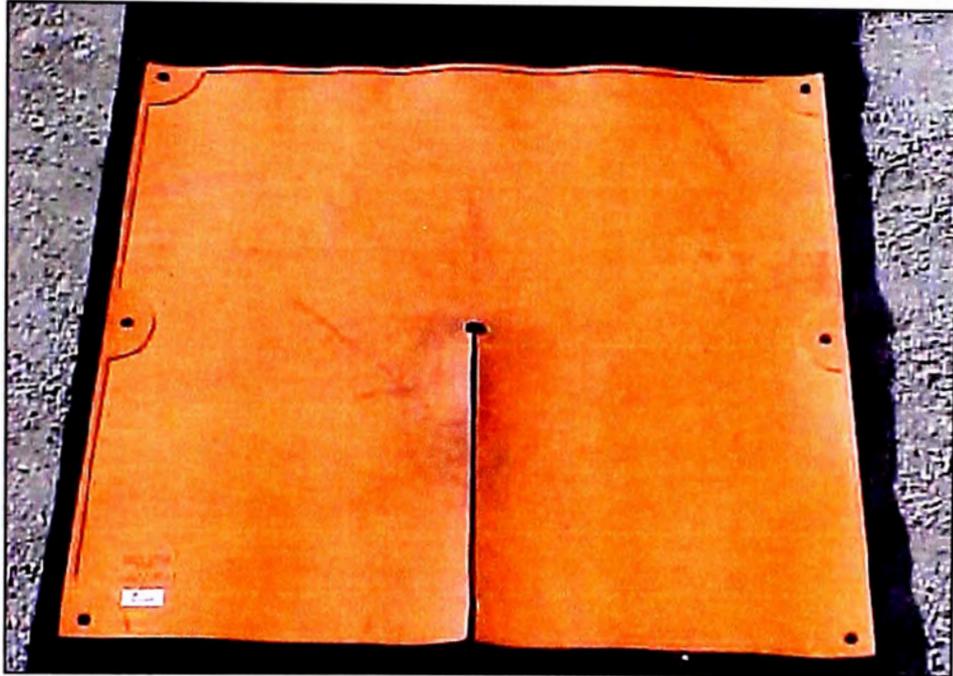


Ilustración 5.9. Manta partida, clase 4<sup>12</sup>



Ilustración 5.10. Tubos de goma, clase 2

<sup>12</sup> Clase 4: Tensión nominal de trabajo 36,000 v.



Ilustración 5.11. Protectores de punta de cable. Clase 2

Cubiertas rígidas: se instalan básicamente en líneas aéreas y sirven como protección para el operador. Su instalación se realiza con pértiga o a contacto, desde una plataforma o cesto aislante. El equipo está destinado a proteger contra un shock eléctrico casual, pero no es para ser usado como un aislamiento permanente. Existe una variedad de cubiertas rígidas: para seccionadores fusible o rígidos, aisladores tipo pin, anclaje, crucetas, postes, etc.

#### 5.5. PROTECCIÓN DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN CON EQUIPO AISLANTE

Los operadores que desarrollan trabajos en red energizada, deben estar siempre conscientes del riesgo existente, por esto, el operador debe estar

mental y físicamente apto para efectuar estos trabajos, debe reunir excelentes aptitudes. El operador que no posee el temperamento adecuado para esta clase de trabajo, no debe realizar esta labor. El operador, debe ser calificado y suficientemente entrenado para que entienda perfectamente como debe emplearse cada herramienta y verificar si se esta empleando o no adecuadamente y si esta responde adecuadamente.



Ilustración 5.12. Inspección de los equipos de protección aislante

5.5.1. Instalación del equipo de protección aislante .- El equipo de protección, deberá instalarse desde abajo hacia arriba o de afuera hacia adentro y retirar en la secuencia inversa, en casos excepcionales cuando se presenta riesgo de falla, se debe controlar dicha condición insegura, para luego proceder con la protección según la secuencia apropiada, para dar la máxima protección.



Ilustración 5.13. Secuencia de protección de líneas, se inicia con la protección de los puntos más cercanos

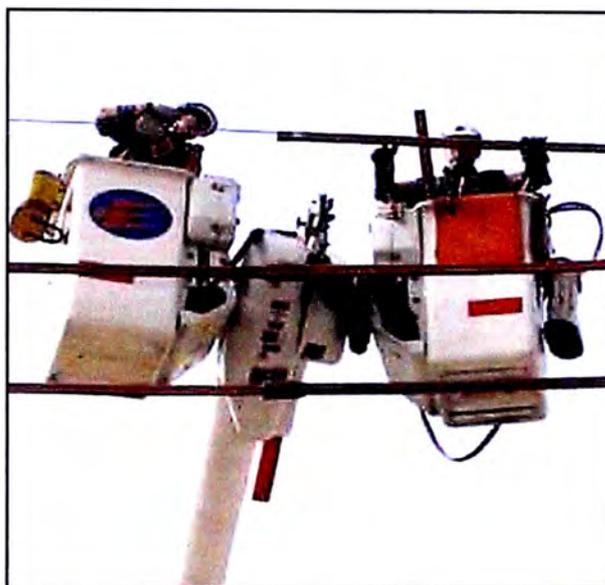


Ilustración 5.14. Protección de zona de trabajo

#### 5.5.2. Ejecución de trabajo en conductores o equipos energizados o que pueden energizarse

- Se deberá colocar el equipo de protección, para cubrir totalmente, según lo permita la construcción, el cable primario, secundario y las partes expuestas del equipo en el área de trabajo, que están energizadas o podrían energizarse y con las cuales se podría hacer contacto.
- Cuando la instalación presenta peligro o riesgo de falla, se debe eliminar o controlar dicha condición insegura, para luego proceder con la protección.
- Cuando la instalación presenta un alto riesgo para el desarrollo del trabajo, se suspenderá la tarea a efectuar.
- Los elementos o cubiertas en cables, diferentes a los utilizados para trabajar con tensión, no son considerados como elementos de protección aislantes para trabajos en red energizada.

5.5.3. En puntos a tierra en el área de trabajo.- Se deberá colocar el equipo de protección, cuando sea práctico, a los conductores puestos a tierra, a los neutros, cables de tierra, cables mensajeros, de retenida, fundas de cable y equipo que se encuentra en el área de trabajo.

5.5.4. Durante el escalamiento de estructura .- Antes de escalar las estructuras, en el nivel de distribución, se deberá colocar equipo de protección en los conductores energizados que estén a menos de 0.68 m (10kV) y 0.90 m (22,9 kV) como distancia vertical o radial de los extremos de los brazos extendidos y a 2,00 m como distancia horizontal del centro del poste.

5.5.5. En la instalación de postes.- Además del uso de guantes de caucho, zapatos o botas aisladas y equipo de protección, se deberá proteger el poste, para su instalación.

## 5.6. PRÁCTICAS DE TRABAJO

- La tarea se realizara en todo momento con dos operadores de red energizada, los cuales deben estar debidamente entrenados. Lo pueden realizar en un solo brazo hidráulico con doble cesto aislante o en dos brazos hidráulicos por separado.
- Cuando se realiza un trabajo en un circuito energizado, esta deberá ejecutarse, de acuerdo con las disposiciones y procedimientos establecidos para línea energizada.
- Solamente se trabajará, una fase a la vez en un circuito energizado de media tensión y todos los demás conductores en el área de trabajo,

deberán cubrirse con equipo de protección. El conductor, en el que se esté trabajando y todas las puestas a tierra en el área de trabajo, deberán cubrirse con equipo de protección, hasta donde sea práctico.

- Se puede realizar trabajo en forma simultánea sobre los conductores expuestos de fases energizadas diferentes, si las ubicaciones de trabajo se encuentran a más de 6.00 m. de distancia.
- Por circunstancia o causas imprevistas, no se ha cumplido con la totalidad de los trabajos de acuerdo a lo planificado, el circuito quedara demarcado, señalado claramente a fin de evitar falsa información que pudiera inducir a errores o mal interpretaciones de la situación real del circuito.
- El desarrollo del trabajo programado, se debe realizar de acuerdo a lo planificado, hasta terminar, excepto por circunstancias inevitables, en el que el circuito quedara energizado provisionalmente.
- Si por alguna circunstancia, el operador desea retirarse los guantes o mangas de goma, éste deberá alejarse del área de trabajo a más de 2,00 m.
- Antes de energizar un circuito en media tensión, la construcción deberá estar de acuerdo con los estándares de seguridad, en lo que respecta a condiciones de trabajo seguro.

#### 5.7. SISTEMAS DE TRABAJO, SEGÚN LA TÉCNICA UTILIZADA

Los trabajos en red energizadas de media tensión, emplean los métodos a distancia y contacto, de acuerdo a las características y necesidades de cada tarea. En algunas tareas se emplearan las combinaciones de los dos métodos de trabajo.

Antes del inicio de la tarea, se debe considerar como paso importante, la instalación de la polea de rescate, para situaciones de emergencia que pudiera ocurrir durante el desarrollo del trabajo a distancia o en plataforma.

5.7.1. Método a distancia.- Esta práctica de trabajo se desarrolla con pértigas de epoxiglass, cuya característica principal, es la de tener una resistencia de 100 kV/pie. En esta práctica de trabajo, la distancia de seguridad, se considera como disposición importante para la ejecución de la tarea, tomando en cuenta la posición ergonómica más desfavorable del operador, con la máxima elongación de sus extremidades o desequilibrio de su cuerpo respecto a un circuito energizado.

Antes de escalar las estructuras en el nivel de distribución, el operador debe emplear sus guantes y mangas de goma para el nivel de tensión en donde va a desarrollar la tarea.

5.7.2. Método contacto.- Esta práctica de trabajo, se desarrolla desde elevadores o plataformas aislantes, en donde el operador desarrolla la tarea a contacto directo con la red energizada. El operador, deberá usar sus guantes y mangas de goma para el nivel de tensión en donde va a desarrollar la tarea.

La conformación de las cuadrillas se define de acuerdo al tipo de equipo aislante que se va a utilizar:

- En brazo hidráulico.- Los grupos de trabajo están conformados por un encargado de cuadrilla y dos operadores, los cuales tienen que ser calificados para trabajar en redes energizadas. Cuando la situación lo

requiera, para trabajos como, intercalar poste, instalación de interruptor móvil, adecuar crucetas o bajar y subir línea se asignará un operador más al grupo.

En plataforma aislante.- Para estos trabajos, se requiere un grupo de trabajo conformado por un encargado de cuadrilla y tres operadores.

- En dos plataformas aislantes.- Para estos trabajos, se requiere un grupo de trabajo formado por el encargado de cuadrilla y cuatro operadores.
- Andamio aislante.- El grupo de trabajo estará integrado por el encargado de cuadrilla y operadores.

El trabajador en tierra, deberá estar en el área de trabajo inmediata y ayudará al trabajador que está realizando la tarea principal. Su equipo para escalar debe estar disponible y lo podrá usar cuando se haga necesario.

## 5.8. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y NO PERSONAL

### 5.8.1. Prendas de vestir

- Los operadores emplearan durante toda la jornada de trabajo las prendas de vestir retardante a la llama.
- Los operadores no emplearan objetos metálicos mientras están trabajando.
- Los operadores no deben usar prendas de vestir sintéticas (poliéster, acetato, rayón y nylon) debajo o encima de dicha ropa, mientras están en su posición de trabajo.
- Los operadores emplearan polos de algodón debajo de la prenda de vestir retardante a la llama.

#### 5.8.2. Uso del ámes

Los cinturones, líneas de vida y arneses corporales se usarán todo el tiempo cada vez que se escale y se efectúen trabajos aéreos.

- El cinturón, las líneas de vida de seguridad, las argollas y el arnés, deben revisarse en busca de cortes, agrietamientos, desgarré o cualquier otra señal de desgaste o defectos que los hagan inservibles.
- Todas las líneas de vida de seguridad deberán reemplazarse cuando empiece a identificarse el desgaste.

#### 5.8.3. Cascos de seguridad

- Los cascos de seguridad aprobados deberán ser usados por todos los operadores.
- Los cascos de seguridad se usarán ajustando adecuadamente la suspensión interior y la parte delantera del mismo.
- No se pondrá pintura o calcomanías no autorizadas en los cascos de seguridad.
- No se harán agujeros en el casco ya que estos destruirán la integridad mecánica y eléctrica del mismo.

#### 5.8.4. Guantes de goma

- Los guantes se mantendrán en buen estado, y si se los lava con agua y jabón neutro.

Nunca se debe usar los guantes de goma al revés.

- No se debe doblar los guantes de goma para guardarlos.
- No se usará guantes de goma sin los protectores.
- Cada trabajador debe revisar sus guantes de goma y protectores de cuero

y hacerles la prueba de aire a los guantes antes de usarlos cada día y en cualquier momento en que se sospecha que se hayan dañado. No se usará guantes o protectores defectuosos.

- Se almacenaran en sus respectivas bolsas.

#### 5.8.5. Mangas de goma

- Se revisaran por el método del estiramiento, una revisión visual por ambos lados y lavado en la misma forma que el guante de goma.
- Si se encuentran vestigios de aceite o grasa, estos deben limpiarse inmediatamente ya que estos producen daños irreparables.
- Las mangas se deben almacenar de plano y no plegarse innecesariamente ya que producen muchos puntos de esfuerzo.
- No deben almacenarse al revés.
- Las mangas de goma se reemplazarán cada vez se observe defectuosas.
- Se almacenara en sus respectivas bolsas.

5.8.6. Protección de los ojos.- Los anteojos de seguridad aprobados están disponibles con lunas claras u oscuras y con protección lateral permanente. Cuando se trabaje en un área oscura, se usarán los anteojos con lunas claras. Las monturas deben tener soporte nasal de goma. Los anteojos deben usarse durante todas las actividades.

5.8.7. Guantes para trabajo mecánico.- Cuando se realiza trabajo mecánico, es indispensable el uso de guantes de cuero adecuado para proteger la mano contra lesiones. Se recomienda los siguientes guantes de trabajo:

- De cuero de uso liviano, para trabajo ligero.
- Plástico ligero de polietileno (desechable) para manipular agentes contaminantes.
- Otros guantes de uso especial estarán disponibles según sea necesario.

#### 5.8.8. Implementos de protección no personal

- Las mantas y tubos de goma deberá revisarse visualmente antes de cada uso, buscando abrasiones, agujeros, cortes profundos o desgarres.
- Las mantas deben almacenarse de plano o enrollar en tubos adecuados.
- Si se encuentra mantas con signos de falla, hay que identificarlos para evitar que se puedan utilizar.
- Las mantas y tubos de goma no se deben asegurar con cinta adhesiva ya que el adhesivo promoverá la formación de surcos.
- Los tubos de goma deben almacenarse de plano y no doblarse.

### 5.9. SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO

5.9.1. Protección del lugar de trabajo.- En la vía pública, el uso de dispositivos y señales de seguridad es importante para el desarrollo de un trabajo seguro para los operadores, equipos, peatones y vehículos.

#### 5.9.2. El área de trabajo

- Debe proporcionar una guía para el flujo del tráfico, protección adecuada y obstrucción mínima del tráfico.
- Su ancho no debería exceder el ancho del equipo en operación, más el espacio para sacar las herramientas y materiales.

Los trabajadores deben permanecer dentro de los confines del área de trabajo señalizado, y de ser posible en el lado de la vereda de los vehículos, excavaciones. El área de almacenamiento para el equipo y los materiales se puede obtener aumentando el área de trabajo en dirección del tráfico.

Un buen orden y limpieza requiere que todos los materiales, herramientas y accesorios pertenecientes al trabajo, se guarden dentro de los límites del área protegida en forma ordenada.



Ilustración 5.15. Cercado en pistas

### 5.9.3. Áreas que se debe cercar

- Las áreas con malla y cinta amarilla, con sus respectivos parantes, se usarán como barricadas alrededor de los vehículos y del equipo, cuando se esté instalando cable desnudo o cubierto en la cercanía de cables energizados en media tensión o más; cuando haya equipo energizado de alto voltaje o cuando exista un peligro físico fuera de lo usual.
- En zonas de alto tránsito y vías angostas emplear conos o cilindros de señalización para evitar incidentes con terceros.
- Cuando se esta empleando equipos como un interruptor móvil, transformador móvil, bobina by-pass u otros similares, se debe emplear la doble señalización con mallas, para evitar el acceso de personal no autorizado al área de trabajo.
- Se debe tener adicional cuidado durante la noche para que no crear el peligro de tropezones cuando se coloca la cinta en los conos.



Ilustración 5.16. Señalización de zona de trabajo

## 5.10. VEHÍCULO Y EQUIPO MÓVIL

5.10.1. Estacionamiento.- Se colocarán cuñas en todos los vehículos - unidades de transporte personal, brazo hidráulico y remolques - cada vez que se estacionen para trabajar.

### 5.10.2. Remolques

- El peso del remolque mas el peso de la carga no debe exceder el peso registrado del vehículo que realiza el remolque.
- Una vez que se ha enganchado el remolcador, probar los frenos, todas las luces y señales para voltear.

5.10.3. Brazo hidráulico aislante.- Antes de usar el equipo, deberá inspeccionarse y emplearse diariamente lo siguiente:

- Revisión de neumáticos del brazo hidráulico, que no presenten fisuras y agrietamientos.
- Revisión del encendido eléctrico del motor auxiliar y el control de mando del brazo hidráulico.
- El uso permanente del cesto aislante<sup>13</sup> en los brazos hidráulicos.
- La ubicación y operación del control de mando inferior debe ser de conocimiento de todos los integrantes del grupo de trabajo.

<sup>13</sup> También se les conoce como LINER, y tiene un aislamiento de 50 kV.

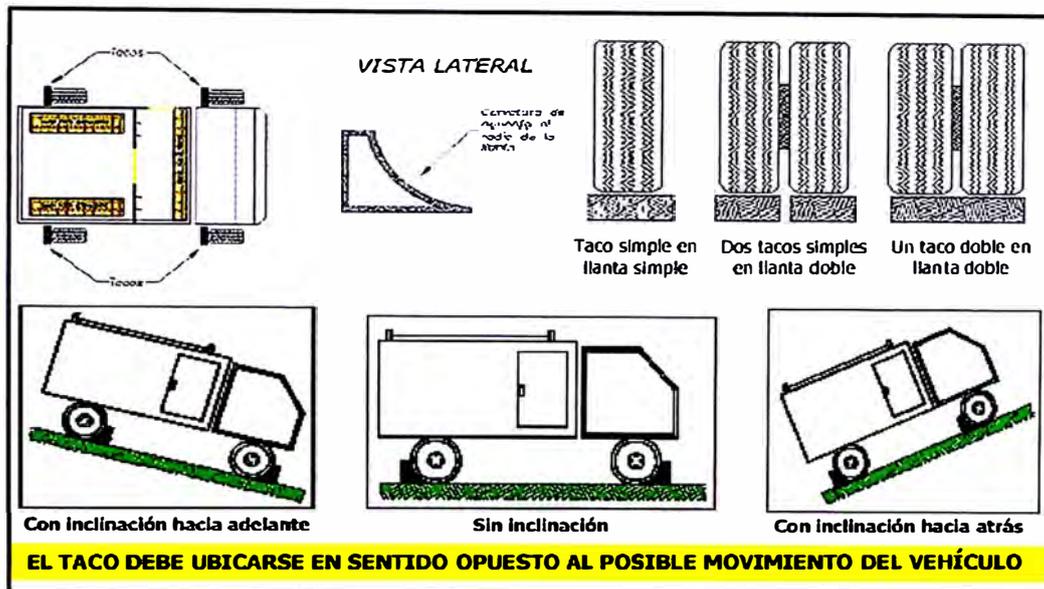


Ilustración 5.17

#### 5.10.4. Observaciones y ubicación del brazo hidráulico en el lugar de trabajo

- La ubicación del brazo hidráulico se debe realizar en una zona, evitando condiciones peligrosas, tanto para el personal que ejecuta la tarea, como terceros
- Evitar estacionar en líneas de tráfico. Los estabilizadores y brazos deberán operarse de manera que no interfieran con el tráfico. Se debe colocar las cuñas en las ruedas del brazo hidráulico.
- Usar maderas bajo los estabilizadores en terreno blando.
- Estar al tanto de otros servicios públicos (comunicación, publicidad, otros) y de árboles.
- Los vehículos con estabilizadores tienen la habilidad de nivelarse dentro de una pendiente máxima de 5 grados<sup>14</sup>. Los vehículos no serán operados a no ser que se encuentren dentro de 5 grados de pendiente.

<sup>14</sup> El ángulo se mide entre el eje de las ruedas y la línea horizontal imaginaria



Ilustración 5.18. Ubicación del brazo hidráulico.

#### 5.10.5. Uso de brazo hidráulico aislante

- El trabajador deberá colocarse el arnés con una cuerda amortiguadora, debidamente asegurada con un gancho de seguridad de doble cierre, antes de que el brazo se eleve y permanecerá asegurado hasta que el brazo retorne a su posición inicial. Esto rige para cualquier dispositivo de elevación aérea. La operación será realizada por el operador en la canastilla, excepto en caso de emergencia.
- Cuando se usa un dispositivo aéreo con dos canastillas, no se hará ningún movimiento sin el conocimiento de ambos trabajadores, excepto en caso de emergencia.
- El trabajador tendrá ambos pies apoyados firmemente en el piso de la canastilla.

- Se usará una cubierta para la canastilla cuando ésta no esté en uso
- La canastilla no debe sobrecargarse con herramientas o equipo. Las herramientas y el equipo no deben tener contacto con la superficie del aislador del brazo superior.
- Los operadores no utilizarán escaleras, dentro o fuera de la canasta para alcanzar un punto más alto, mientras estén en altura.
- Se utilizarán las mangas y guantes aislantes de acuerdo a lo indicado en los acápites 5.3 y 5.8.
- Las palancas de operación deben estar libres de obstrucciones.
- Se colocara una bandera roja o señalización reflectiva de advertencia en el codo del brazo hidráulico.
- Los operadores se pueden trasladar en el brazo hidráulico para realizar inspecciones de estructuras adyacentes, conductores de un mismo vano o vanos adyacentes

#### 5.10.6. Limitaciones de carga del brazo hidráulico aislante

- El peso total que se puede subir en cada canastilla no deberá exceder 150 Kg. por canastilla, incluyendo el equipo.
- El brazo inferior se puede usar para descargar objetos desde los camiones hasta la capacidad de elevación indicada en el manual del equipo.
- En los vehículos que tienen un sistema de izaje<sup>15</sup> en el brazo superior, éste debe estar en la posición correcta antes de levantar cargas. La capacidad de elevación se ve severamente reducida fuera de estas posiciones. Ver el cuadro de capacidad de elevación en vehículos y familiarícese con las capacidades de elevación.

<sup>15</sup> Comúnmente el sistema de izaje de los brazos hidráulicos son conocidos como winche y aguilón, es usual también llamarlo Jib.

#### 5.10.7. Inspección y pruebas del brazo hidráulico aislante

La inspección y la prueba del brazo hidráulico se realiza diariamente al inicio de la jornada, la cual estará a cargo del conductor del vehículo y un operador miembro del grupo de trabajo.

- Realizar inspección visual antes de la operación del elevador aéreo
- Realizar la revisión de los estabilizadores.
- Revisión del desplazamiento del brazo:
  - Brazo Superior.- Prueba de Plegamiento y Desplazamiento. Subir el brazo superior 6 pulgadas desde su apoyo. Apagar la fuente de energía y desde los controles inferiores tratar de bajar el brazo superior.
  - Brazo Superior - Prueba de Desdoblamiento y Desplazamiento. Con el brazo inferior en posición de descanso, desdoble el brazo superior a aproximadamente 2 pies desde el suelo. Apague la fuente de energía y desde los controles inferiores trate de bajar brazo superior.
  - Brazo Inferior - Prueba de Plegamiento y Desplazamiento. Extender el brazo superior para que esté debajo en posición horizontal con el brazo inferior. Suba el brazo inferior 6 pulgadas desde la bifurcación del brazo. Apague la fuente de energía y desde los controles inferiores trate de subir y luego bajar el brazo inferior.
  - Brazo Inferior - Prueba de Desdoblamiento y Desplazamiento. Suba el brazo inferior a aproximadamente 10 grados desde la vertical. Suba el brazo superior a posición horizontal. Apague la fuente de energía y desde los controles inferiores, trate de ubicar a la posición de reposo.

### 5.11. PODA DE ÁRBOLES

- La poda de árboles está limitada a la que se puede realizar con herramientas hidráulicas o de mano.
- Cuando se realiza poda desde el suelo o con el brazo hidráulico frecuentemente se puede emplear sogas para orientar la caída de las ramas.
- Ningún trabajador deberá apoyar directamente todo el peso de su cuerpo en una rama de árbol.
- Todas las ramas cortadas de 5 cm. o más diámetro, deberán bajarse al suelo usando una soga o jib.
- Las ramas que se está bajando no debe sobrepasar la capacidad de carga del Jib que se está empleando.

### 5.12. PRIMEROS AUXILIOS Y RESCATE

#### 5.12.1. Procedimiento de rescate de la parte alta del poste

- Todos los miembros de la cuadrilla deberán ser alertados que un trabajador en la punta del poste ha recibido un choque eléctrico.
- Iniciar la llamada de emergencia por radio o teléfono a Centro de Control indicando:

Ubicación

Calle en intersección

Algún punto de referencia

Naturaleza del accidente

Tipo de ayuda requerida

- La persona a cargo del rescate, debe mantenerse tranquila, usar guantes y mangas de caucho, en caso de ser requerido. Debe liberar a la víctima del contacto y no exponer el cuerpo de la víctima o su propio cuerpo a ningún conductor energizado que no esté protegido en la cercanía. Si el cuerpo del accidentado esta en contacto con la red, solicitar la inmediata desconexión del circuito por telemando.
- Asegurar con la soga de rescate (instalada en el poste previamente con la polea), el cuerpo de la víctima en el arnés o cinturón de seguridad. El asistente de rescate que está en el suelo agarrará la soga y tensará hasta que reciba el peso total de la víctima. Se bajará a la víctima al suelo.
- El cuidado de la víctima continuará de acuerdo con el procedimiento normal de primeros auxilios hasta que se obtenga ayuda médica.

#### 5.12.2. Choque eléctrico leve

- "El cosquilleo" que ocurre algunas veces al probar los medidores y cuando se trabaja con guantes de caucho durante clima mojado, no se considera como caso de choque eléctrico.
- La naturaleza del accidente y el efecto sobre la víctima, determinarán si se necesita examen médico.

#### 5.12.3. Atención de Víctimas con Choque Eléctrico

- Cuando la víctima está en contacto con un conductor eléctrico, no se le deberá tocar hasta que se haya eliminado el contacto. La persona de rescate, tomará las precauciones debidas para protegerse del contacto accidental mientras retira a la víctima.
- Mantener a la víctima en posición echada boca arriba.

- Si la víctima no está respirando, iniciar la respiración artificial usando el método boca a boca, y si no hay pulso, administrar resucitación cardio pulmonar.

Mantener la temperatura del cuerpo usando frazadas y mínimo calor externo.

- Examinar a la víctima buscando otras lesiones.
- No administrarle nada por la boca.
- Trasladar al accidentado.
- La víctima debe ser revisada por un profesional en medicina en aptitud legal de ejercer la profesión.

#### 5.12.4. Atención a víctimas de accidentes durante trabajo en brazo hidráulico aislante

- Bajar la canastilla al suelo usando los controles en tierra de ser posible. Cuando no se puede bajar la canastilla al suelo, usar un segundo camión hidráulico, si está disponible, o trepar el poste.
- Todos los miembros de la cuadrilla deberán estar familiarizados con la operación de los controles de los camiones de elevación aérea.
- Antes de sacar a la víctima de la canastilla, se debe considerar cuidadosamente la naturaleza de las lesiones. Las quemaduras graves o una fractura, se pueden agravar debido a métodos indebidos o apresurados para sacar a la víctima.

#### 5.12.5. Procedimientos para sacar a la víctima

##### Empleando el control de mando del brazo hidráulico:

- La palanca de vaciado hidráulico está ubicada en la manija de control

- superior.
- Bajar la canastilla a una posición de aproximadamente 15 cm desde el suelo.
  - Desconectar la línea de vida del Arnés Corporal.
  - Operar la palanca hidráulica en la caja de control superior de la canastilla inclinando la canastilla, si fuese posible.
  - Sacar a la víctima de la canastilla y brindar primeros auxilios.

Empleando la polea de rescate en brazo hidráulico sin capacidad de volteo en las canastillas

- Bajar el cesto del brazo hidráulico lo mas cerca al piso y tomar del arnés con la polea de rescate acondicionado previamente en el brazo superior.
- Elevar el cuerpo de la victima hasta lograr retirarlo de la canastilla.
- Luego, bajar al piso con el apoyo de los integrantes del grupo de trabajo
- Desconecta la soga de rescate y brindar primeros auxilios.

5.13. DISPOSICIONES GENERALES

5.13.1. Inspección y revisión de herramientas y equipos.- Todos los equipos y herramientas deben de emplearse de acuerdo al manual o instructivo referida a cada uno de ellos, para realizar un trabajo seguro.

- Los intervalos para inspección deben ser mensuales.
- Los intervalos para inventario deben ser semestrales.
- El equipo defectuoso, se identificara con una tarjeta debidamente llenada, que indique "Equipo Defectuoso", y será retirado del servicio.

#### 5.13.2. Almacenamiento y uso de materiales peligrosos

- Los materiales inflamables, tóxicos o peligrosos en alguna forma, solamente se guardarán o transportarán en envases aprobados debidamente identificados. Todos los envases con pintura, diluyentes y solventes deben cerrarse y guardarse en gabinetes aprobados cuando no estén en uso.
- Los envases presurizados con rociador (spray), que contienen materiales inflamables no deben utilizarse cerca de equipo energizado. Existen envases plásticos con jeringa si el uso de dichos materiales es inevitable.

5.13.3. Orden y limpieza .- El área de trabajo debe mantenerse lo más limpia y ordenada posible, para eliminar peligros de tropezones para los trabajadores y el público. Las herramientas que no se está usando, deben guardarse en sus envases y ubicaciones apropiadas. La carrocería del camión deberá mantenerse lo más limpia posible y los residuos y desperdicios serán guardados en contenedores apropiados.

#### 5.13.4. Prevención contra incendios

- Los líquidos inflamables deben guardarse en envases seguros de metal aprobados.
- Los líquidos inflamables como gasolina, no se usarán para fines de limpieza.
- Los líquidos inflamables que se guarden en interiores deberán estar en un gabinete de almacenamiento aprobado.
- Los trabajadores no deben fumar cerca de líquidos y gases inflamables o áreas de almacenamiento de materiales inflamables o combustible líquido.

- En ningún momento, se permitirá quema abierta de ningún tipo en el área de trabajo.

#### 5.13.5. Pruebas de equipos y herramientas

- La prueba de aislamiento de las partes aisladas del brazo hidráulico se realiza por un periodo de un año.

Para los guantes y mangas de goma, se efectuaran pruebas dieléctricas en intervalos de 6 y 12 meses respectivamente.

- Todas las mantas y tubos de caucho deberán probarse nuevamente cada 12 meses.
- El tiempo de prueba se puede reducir en caso los equipos de protección presenten alguna duda o cuando el operador lo requiera.
- Las pruebas se dieléctricas se realizarán de acuerdo a lo indicado en las normas mencionadas en la Tabla 4.8.

## CAPÍTULO 6

### EVALUACIÓN ECONÓMICA Y DE INDICADORES DE GESTIÓN

#### 6.1. IMPACTO DE LOS TRABAJOS EN LÍNEA ENERGIZADA EN LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

Los indicadores de gestión que se manejan en las empresas de distribución son el:

$DEK = \frac{P_{ic} \times T}{P_i}$ , definido como duración equivalente de la interrupción

$FEK = \frac{P_{ic}}{P_i}$ , se define como, frecuencia equivalente de la interrupción.

Donde:

$P_{ic}$  : Potencia instalada involucrada en el corte (kVA)

$T$  : Tiempo de corte o interrupción del servicio (horas)

$P_i$  : Potencia total instalada de la empresa de servicio eléctrico (kVA)

Se ha realizado una evaluación del impacto en los indicadores de gestión DEK y FEK de la empresa Luz del Sur S.A.A., mostrando primeramente los indicadores reales y luego el incremento en los indicadores suponiendo no se hubiese implementado los trabajos con tensión a nivel de distribución, siendo los resultados obtenidos los mostrados en las tablas 6.1 y 6.2

Tabla 6.1. Indicadores obtenidos por Luz del Sur S.A.A. entre los años 2003 y 2007

<b>Año</b>	<b>FEK</b>	<b>DEK</b>	<b>TEK</b>	<b>MVAH</b>
2003	2,283	5,471	2,396	7.757
2004	2,586	6,764	2,616	10.040
2005	2,095	4,897	2,338	7.628
2006	2,368	5,838	2,466	9.370
2007	1,818	5,526	3,040	10.377 <sup>16</sup>

Tabla 6.2. Impacto en los indicadores de gestión de Luz del Sur S.A.A., por la implementación de los trabajos en línea energizada

<b>Año</b>	<b>FEK real</b>	<b>FEK reducido</b>	<b>Porcentaje de reducción FEK</b>	<b>DEK real</b>	<b>DEK reducido</b>	<b>Porcentaje de reducción DEK</b>
2003	2,283	1,00	44%	5,471	3,80	69%
2004	2,586	1,05	41%	6,764	3,80	56%
2005	2,095	0,94	45%	4,897	3,60	74%
2006	2,368	1,13	48%	5,838	4,27	73%
2007	1,818	1,13	62%	5,526	4,27	77%

Como puede verse, en la Tabla 6.2, el impacto en los indicadores de gestión por la ejecución de labores en línea energizada en media tensión es muy alto, llegando a ser un 62% de reducción en el caso del FEK y hasta 77% en el caso del DEK, lo cual supone un mejoramiento en el servicio de distribución eléctrica.

<sup>16</sup> Dato calculado

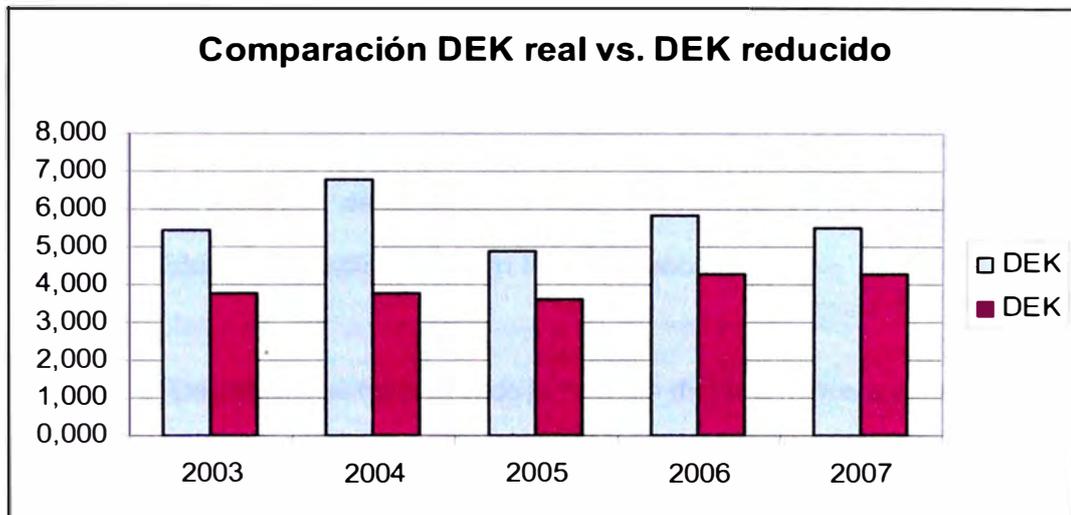


Ilustración 6.1. Comparación entre el DEK real y DEK reducido por trabajos en línea energizada

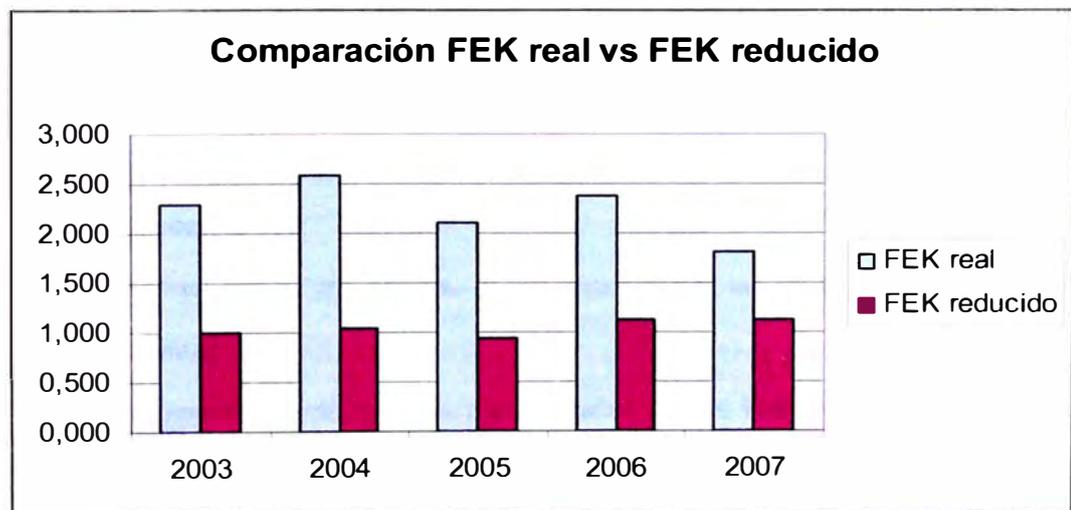


Ilustración 6.2. Comparación entre FEK real y FEK reducido por trabajos en línea energizada

## 6.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Para evaluar el impacto económico de los trabajos con tensión, tenemos que evaluar los costos de implementación, es decir, la inversión a realizar por la adquisición de equipos y gastos de operación versus los beneficios obtenidos por la implementación de los mismos.

En el Capítulo 4, se ha mostrado la relación de los equipos que se requieren para la implementación de trabajos con tensión, dado que la técnica mayormente utilizada para la ejecución de estos trabajos, es la de contacto desde un brazo hidráulico, realizaremos el análisis comparativo con el equipamiento relacionado a esta forma de trabajo.

Para el equipamiento de una cuadrilla de trabajo con tensión, se requiere de los siguientes equipos:

- Equipo para protección de línea, mencionados en las Tabla 4.2 dentro del capítulo 4
- Herramientas especiales, mencionados en las Tabla 4.3 dentro del capítulo 4
- Equipamiento de reserva, mencionados en las Tabla 4.5 y 4.6 dentro del capítulo 4

Este equipamiento, es considerado como una inversión, por el valor de los equipos y su duración.

Luego, se debe considerar:

- Equipo de protección personal, mencionados en la Tabla 4.1, dentro del capítulo 4, cuyo valor asciende a: US \$ 1 209,66 .....(1)
- Herramientas de uso común, mencionados en la Tabla 4.4, dentro del capítulo 4, cuyo valor asciende a: US \$ 4 718,07 .....(2)

Estos ítems son considerados como gasto, pues no agrega valor económico ni son considerados como activos de la empresa; son un costo adicional dentro del primer año y no son considerados posteriormente dado que cualquier cambio de herramienta está incluido en los costos operativos.

En los costos operativos se considera, el sueldo de personal y todos los desembolsos que debe realizar la compañía para la operación de una cuadrilla de trabajo; en contraparte y como beneficio, se considera la energía no interrumpida, la compensación evitada, el costo de contratista y operadores evitados al no ejecutarse los trabajos con corte del servicio eléctrico. A continuación hacemos un resumen económico de estos rubros:

**Inversión:**

Tabla 6.3. Detalle de la inversión para la implementación de una cuadrilla de trabajo en línea energizada

Descripción	Valor (US\$)
Equipo para protección de línea	10 866,56
Herramientas especiales para el montaje de líneas	10 439,50
Equipamiento de reserva	22 288,36
Equipos de comunicación	1 680,00
Total	45 274,42

Es decir, la inversión por adquisición de equipamiento para una cuadrilla de trabajo en red energizada, asciende a: US \$ 45 274,42 .....(3)

Asimismo, hay un costo de capacitación el cual debe ser asumido por la empresa, este costo considera el entrenamiento de:

01 Ingeniero o Supervisor

04 Técnicos operadores

En el caso de los técnicos operadores, deben de someterse y aprobar las pruebas planteadas en el proceso de selección, el costo aproximado de este entrenamiento es de: US \$ 25 000,00 .....(4)

El costo puede disminuir o aumentar en razón del periodo de capacitación, así como de las técnicas que se deseen aprender.

Por tanto la inversión inicial total, proviene de la suma de los montos indicados en (3) y (4) asciende a:

Entrenamiento	US \$ 25 000,00
Equipamiento	US \$ 45 274,42
Inversión Total	US \$ 70 274,42 .....(5)

**Gastos:**

Los gastos en que se incurren para la operación de esta actividad son:

Tabla 6.4. Detalle de los gastos por la implementación y operación de los trabajos en línea Energizada

Descripción	Costos anual (US \$)
Sueldo de personal (por cuadrilla 4 técnicos)	76 000,00
Alquiler de brazo hidráulico aislante	54 849,91
Otros gastos de operación	20 126,00
<b>TOTAL</b>	<b>150 975,91</b>

Es decir, el monto de operación anual es de: US \$ 150 975,91 .....(6)

es importante tener en cuenta que, para la implementación, dentro de los gastos, del primer año, debe incluirse los montos mencionados en los puntos (1) y (2), cuya suma asciende a: US \$ 5 927,73 .....(7)

**Ahorros:**

Los ahorros obtenidos por la implementación de trabajos en línea energizada son:

Tabla 6.5. Detalle de los ahorros obtenidos por la implementación de trabajos en línea energizada

Descripción	Costo anual (US \$)
Mano de obra contratista	79 969,00
Cuadrilla de operación de maniobras	53 008,00
Costo de energía no cortada	20 265,00
Compensación anual evitada (año 2007)	53 654,75
<b>Total</b>	<b>206 896,75</b>

En síntesis, el ahorro por la implementación de los trabajos en línea energizada, ascienden a: US \$ 206 896,75 .....(8)

Resumiendo:

Inversión	:	US \$	70 274,42
Gasto de operación anual	:	US \$	150 975,91
Gastos adicional 1er. año	:	US \$	5 927,73
Ahorros	:	US \$	206 896,75

Organizando los datos, tenemos

Tabla 6.6. Flujo de desembolsos por implementación de cuadrilla de trabajo en caliente

Año	Inversión (US \$)	Gastos operativos (US \$)	Ahorros (US \$)
0	70.274,42		
1		156.903,64	206.896,75
2		150.975,91	206.896,75
3		150.975,91	206.896,75
4		150.975,91	206.896,75
5		150.975,91	206.896,75
6		150.975,91	206.896,75
7		150.975,91	206.896,75
8		150.975,91	206.896,75
9		150.975,91	206.896,75
10		150.975,91	206.896,75

Con estos datos, y evaluando la operación actual por cuadrilla, con un horizonte de 10 años, podemos evaluar los siguientes indicadores económicos:

Valor Actual Neto (VAN): se entiende por Valor Actual Neto a la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

Tasa Interna de Rentabilidad (TIR): Se denomina Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) a la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VAN) de una inversión sea igual a cero. (VAN = 0).

Para el cálculo de ambos parámetros, se utiliza las funciones de una hoja de cálculo excel, la que se muestra en la Ilustración No. 24, de ella se obtiene:

VAN	:	US \$ 107 470,00
TIR	:	55,6%

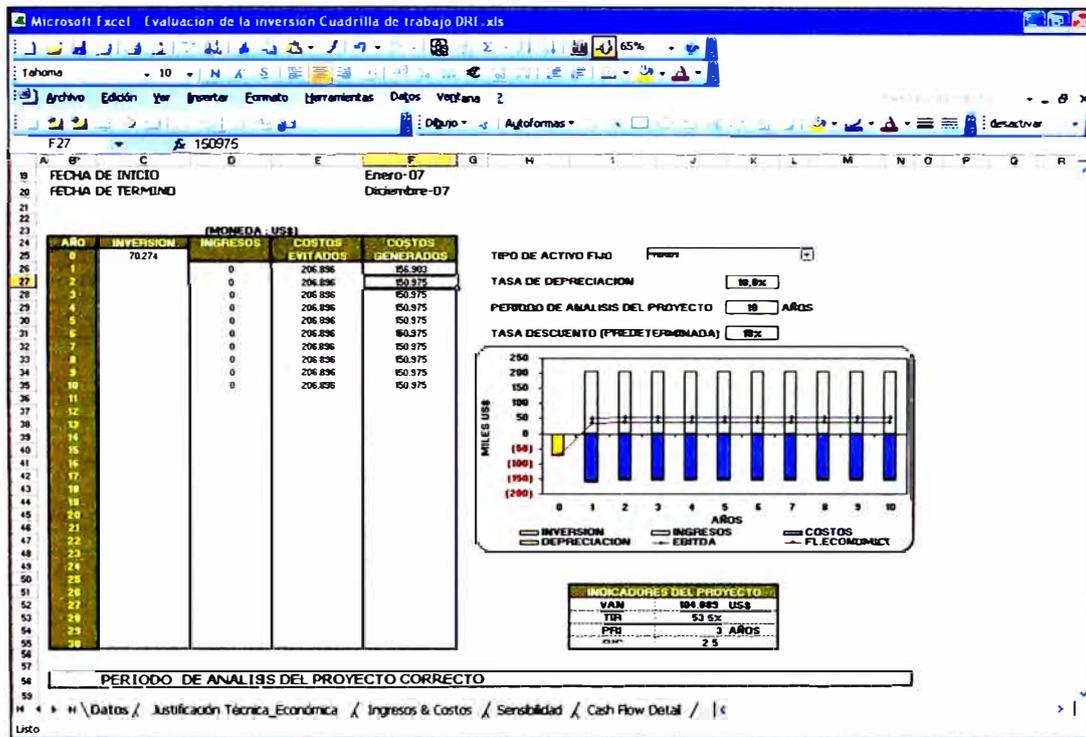


Ilustración 6.3. Hoja excel utilizada para el cálculo de los índices de evaluación de la inversión VAN - TIR

## **CONCLUSIONES**

La implementación de los trabajos en línea energizada, requiere de capacitación del personal que realizará la tarea, evaluación de la instalación para la selección de los equipos a utilizar y definición de reglas de operación claras que aseguren en todo momento la seguridad de los operadores.

La etapa de selección de personal suele dilatar todo el proceso, ello debido a la particularidad del perfil requerido para el puesto.

Se debe determinar la técnica a utilizar, cada una de ellas es aplicada de acuerdo a las condiciones del entorno, tal es el caso que, el uso del método a contacto con el apoyo del brazo hidráulico resulta ser el mas productivo y facilita la labor de los operadores, es así que la mayor cantidad de trabajos se puede ejecutar bajo esta modalidad, sin embargo en los casos en donde no es posible el acceso del vehículo, es necesario hacer uso de las otras técnicas de trabajo, como el trabajo a contacto desde plataforma aislante, andamio aislante o pértigas. La selección de la técnica a utilizar, dependerá principalmente de las facilidades y el buen estado que brinde la instalación. En función de ello se definirá los equipos necesarios para desarrollar la actividad.

El equipamiento utilizado debe ser revisado y controlado exhaustivamente, se debe de cumplir con el mantenimiento de los equipos y las pruebas eléctricas

de las protecciones. El tener un buen conocimiento de los equipos, sensibiliza mas al operador, éste conocimiento y comprensión, redundan en un mejor cuidado de los equipos y cumplimiento de los procedimientos por parte de los operadores.

Desde el punto de vista económico, el desarrollo de las técnicas de trabajo en caliente, se ve justificado por el ahorro en las compensaciones impuestas a las Concesionarias. Es decir que, la Norma Técnica de la Calidad de los Servicios Eléctricos, ha impulsado el desarrollo de las técnicas de trabajo con tensión, de no haber sido así, no sería justificado su implementación a nivel de distribución primaria, pues solo con los demás ahorros descritos en la Tabla 6.5, no hubiese sido suficiente aliciente para su implementación.

La implementación de los trabajos en línea energizada a nivel de distribución, ha impactado en el mejoramiento de los indicadores de gestión, hablamos del DEK y FEK, mejorando así los niveles del servicio y generando una mayor satisfacción hacia los clientes, además, ello colabora en el desarrollo de los parques industriales, pues se asegura una buena performance del servicio a comparación de otras zonas de la ciudad o del país, y aunque ello no es de fácil medición, es seguro que ello redundan en un beneficio económico para la compañía.

De lo anterior, podemos decir que, existen beneficios económicos no tangibles derivados de la implementación de trabajos en línea energizada, tales como la fidelización de los clientes producto de un mejor servicio eléctrico.

La ausencia de accidentes en el desarrollo de los trabajos en línea energizada, nos lleva a pensar que su correcta implementación, asegura el no tenerlos, para ello es necesario mantener los controles en cada parte de esta actividad.

La planificación del desarrollo de los trabajos con tensión es tan importante como la inspección de la instalación antes de iniciar la ejecución de las actividades en red energizada, los altos índices de corrosión de la zona costera del Perú, obliga al operador, a una revisión de la instalación a intervenir.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **MANUAL DEL OPERADOR DE REDES ENERGIZADAS**

Luz del Sur S.A.A., Lima - Peru – 2007,

### **OVERHEAD CONSTRUCTION OUTSIDE PLANT**

Public Service Electric & Gas, New Jersey - USA

### **CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – SUMINISTRO**

Aprobado por Resolución Ministerial N° 366-2001-EM/ VME, vigente a partir del 1 de julio de 2002.

### **REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE LAS ACTIVIDADES ELÉCTRICAS – 2007**

Resolución Ministerial N° 161-2007-MEM/DM.

### **LEY DE CONCESIONES ELÉCTRICAS**

Decreto Ley N° 25844, vigente a partir del 5 de diciembre de 1992.

### **REGLAMENTO DE LA LEY DE CONCESIONES ELÉCTRICAS**

Decreto Supremo N° 009-93-EM, modificado mediante Decreto Supremo N° 018-2007-EM (publicado el 24 de marzo de 2007).

### **NORMA TÉCNICA DE LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS**

Decreto Supremo N° 020-97-EM, vigente a partir del 11 de octubre de 1997