



Transporte S.A.

# Instrucción de Trabajo "Puesta a Tierra"

ITM.077

Revisión 5

Válido desde: 17.05.2019

Página: 1/ 8

Tabla de Ediciones		
Revisión	Fecha	Motivo de la Revisión
0	14.10.2003	
1	15.11.2004	
2	25.02.2008	
3	13.08.2010	
4	11.10.2013	
5	17.05.2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actualización del Alcance.</li> <li>- <i>Punto 2.3 Pre-requisitos.</i> Específicos de la gestión de SSM y RSE</li> <li>- <i>Punto 3 Desarrollo.</i> Actualización de la tabla de responsabilidades incluyendo tareas y actividades específicas.</li> <li>- Actualización de cargos de acuerdo a la estructura organizacional vigente.</li> <li>- Inclusión de la NOTA # 3: en la cual se especifica la frecuencia para realizar el mantenimiento de los Sistemas de Puesta a Tierra.</li> </ul>

ÍNDICE	PÁG.
1. OBJETIVO Y ALCANCE .....	2
2. PRE-REQUISITOS .....	2
3. DESARROLLO .....	4
4. REGISTROS .....	7
5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA .....	7

## Elaboración

Nombre: Raúl Roque / Arturo Poppe

Cargo: Coordinador de Mantenimiento Eléctrico e Instrumentos / Jefe de Mantenimiento Estaciones Domésticas

Fecha: 17.05.2019


## Aprobación

Nombre: Neil Añez / Julio Infante

Cargo: Gerente Sectorial de Mantenimiento / Gerente Operaciones

Fecha: 17.05.2019



 <div style="text-align: right;"> <b>Instrucción de Trabajo</b>  <b>“Puesta a Tierra”</b> </div>			
<b>ITM.077</b>	Revisión 5	Válido desde: 17.05.2019	Página: 2/ 8

## 1. OBJETIVO Y ALCANCE

**Objetivo:** Definir la metodología, tareas, frecuencias, requerimientos de seguridad, equipos requeridos, tiempo estimado, conocimientos y cantidad de personal necesarios para realizar las tareas tanto para mantenimiento de Sistemas de Puesta a Tierra, así como para su implementación.

### Alcance:

Este instructivo aplica a la Gerencia de Operaciones (GSM, GSPC, GSPE, GSCS, GSTO, GSTG, GSTP) de YPFB TRANSPORTE S.A (en adelante YPFB TR), donde ésta presta Servicios y Contratistas.

## 2. PRE-REQUISITOS

### 2.1 Competencias

Para desarrollar esta actividad se requiere la asignación de 1 Supervisor y Personal de apoyo eléctrico.

### 2.2 Equipo / Instrumento / Herramienta Requerido

En forma previa a su utilización, se deberán revisar los equipos y herramientas requeridos para la actividad, según *ITS.023 Seguridad de Equipos y Herramientas*.

#### Herramientas:

- ✓ Estuche de herramientas, picos, palas, etc.

#### Materiales:


- ✓ Cable, jabalinas, grampas, etc.

#### Instrumentos / Equipos:

- ✓ Medidor de resistencia puesta a tierra, detectores de gas con sus respectivos Certificados de Calibración vigentes de acuerdo al *PO.013 Sistemas Electrónicos de Medición, Control y Seguridad*. Se debe contar con el certificado de calibración vigente del medidor de puesta a tierra antes de realizar las mediciones.

### 2.3 Específicos de la gestión de SSM y RSE

- Para cada actividad es requisito obligatorio realizar una identificación de los peligros/aspectos y evaluar los riesgos/impactos a fin de tomar medidas de prevención de accidentes; según *PS.040 Gerenciamiento de Riesgos y Oportunidades*.
- Se debe tomar en cuenta el *PS.023 Primeros Auxilios y Evacuación Médica*.
- Al inicio de las actividades y de forma diaria, se deberán realizar charlas de concientización a todo el personal involucrado para la prevención de daños a la salud, seguridad, medio ambiente y aspectos sociales, se debe registrar las charlas en el *FS.017 Informe de Reuniones de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Social*.
- Asegurarse que todos los vehículos, equipos livianos, cuenten con la inspección correspondiente de acuerdo al *PS.050 Conducción Vehicular*.
- Las tareas de mantenimiento y construcción que se lleven a cabo en áreas clasificadas deben ser ejecutadas con equipos certificados para Clase I, Zona I, en casos excepcionales y por tiempos limitados, estas pueden ser llevadas a cabo con equipos no clasificados con monitoreo continuo de gases.
- Realizar inspección del área de trabajo.
  - Tomar acciones inmediatas si se detecta una condición que pueda ser peligrosa para la propiedad o las personas en el área.

			
<b>Instrucción de Trabajo</b> <b>“Puesta a Tierra”</b>			
<b>ITM.077</b>	Revisión 5	Válido desde: 17.05.2019	Página: 3/ 8

- El área de trabajo debe estar completamente señalizada, aislada con cintas de precaución y sólo el personal involucrado en el trabajo podrá estar en el área.
- Se deben colocar letreros en el área de trabajo que estén relacionados con las labores que se realicen.
- Si se dejase zanja abierta, esta se debe cercar completamente con cinta de precaución.

**NOTA # 1:**

La supervisión a cargo deberá verificar el cumplimiento de todas las recomendaciones y regulaciones en relación a seguridad, salud, social y medio ambiente antes de dar inicio a los trabajos.

### 2.3.1 Aspectos de Seguridad

- Se deberá contar con el equipo de protección requerido por el Instructivo *ITS.002 Equipos de Protección Personal* en base a las actividades específicas que se realicen.
- Inspección de Extintores de acuerdo al *ITS.040 Extintores de Fuego Portátiles*.

- **Permisos de Trabajo**

Previo al inicio de las actividades además de la Orden de Mantenimiento, se deberá proceder con la elaboración de los permisos de trabajos específicos de acuerdo al *PO.019 Permiso de Trabajo*:

- FS.021 Permiso de Trabajos en Frío.
- FS.019 Permiso de Trabajo para Excavación.
- FS.047 Formulario de Cierre y Etiquetado.
- FS.059 Permiso de Trabajos No Rutinarios.

### 2.3.2 Aspectos de la Gestión Social


- Se deben prevenir conflictos sociales, ejerciendo normas de conducta basadas en: respeto mutuo, comunicación clara y reciprocidad, informando anticipadamente a la población vecina y autoridades locales sobre la actividad a ejecutar, coordinando con ellos en lo que corresponda, a objeto de minimizar los impactos negativos y maximizar los posibles beneficios de nuestra actividad para la población local. Para documentar una reunión con la comunidad o grupo utilizar el *FS.071 Reporte de Reunión con Partes Interesadas*.
- Cualquier queja o solicitud proveniente de la comunidad o sus autoridades a YPFB TR. debe ser canalizada según el procedimiento *PS.032 Gestión de Responsabilidad Social Empresarial con Partes Interesadas* y formulario, *FS.032 Formulario para Quejas*.

### 2.3.3 Aspectos de la Gestión Ambiental

- El manejo de residuos sólidos deberá realizarse de acuerdo al procedimiento *PS.037 Gestión de Residuos Sólidos*.

**NOTA # 2:**

En caso de que la actividad sea realizada por un contratista, se deberá contar con las carpetas del contratista aprobadas, con la documentación que respalde el cumplimiento en su totalidad de los *Requisitos de GSSM y RSE para Contratistas*.

 <div style="text-align: center;"> <b>Instrucción de Trabajo</b>  <b>“Puesta a Tierra”</b> </div>			
<b>ITM.077</b>	Revisión 5	Válido desde: 17.05.2019	Página: 4/ 8


### 3. DESARROLLO

#### 3.1. Puesta a Tierra del Sistema eléctrico

	Tareas	Ejecutor o Contratista	Personal que Opera Estación	Coordinador de Mantenimiento Eléctrico	Jefe de Proyectos / Jefe Operativo	Analista de Mtto. Programación
3.1.1	Realizar los trabajos de acuerdo al Programa de Mantenimiento en cumplimiento del <i>PO.003 Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia</i> , con las correspondientes Órdenes de Mantenimiento (OM).	R	C	CR		C
3.1.2	<i>Para tareas de Mantenimiento:</i> Realizar las siguientes tareas para un seguimiento y control del Sistema de Puesta a Tierra (SPT): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar el estado del SPT de la malla de instrumentación y control.</li> <li>- Revisar del SPT de los tableros de control.</li> <li>- Medir la Malla del SPT en forma independiente.</li> <li>- Revisar el estado de los puntos de inspección de todos los equipos.</li> <li>- Medir cada punto del SPT.</li> <li>- Registrar las mediciones y elaborar un Acta según lo establecido en la Norma NEC y adjuntarlo a la OM respectiva.</li> <li>- En caso de encontrar anomalías, gestionar un Aviso de Mantenimiento (AM).</li> </ul>	R		CR		
3.1.3	<i>Para implementación de nuevos SPTs o Manejo de Cambio:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar el Diseño del SPT.</li> <li>- Implementar el SPT diseñado.</li> <li>- Confirmar el estado del SPT diseñado.</li> </ul>	R	I	I	CR	I
3.1.4	Enviar los resultados de las mediciones al Coordinador de Mantenimiento Eléctrico, una vez finalizadas las mediciones en todas las estaciones. Se debe mantener una copia de las mediciones en la estación.	R	I	I		I
3.1.5	Aprobar los trabajos de mantenimiento en cumplimiento del <i>PO.003 Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia</i> .	A	A	A		I
3.1.6	Adjuntar los documentos de respaldo en la OM.	R				

**R:** Responsable    **CR:** Corresponsable    **C:** En coordinación con    **I:** Informado    **A:** Aprueba

El SPT de los distintos equipos, debe estar de acuerdo a lo especificado en las Normas mencionadas en el punto 5.3 *Materiales de Referencia*.

			
<b>Instrucción de Trabajo</b> <b>“Puesta a Tierra”</b>			
<b>ITM.077</b>	Revisión 5	Válido desde: 17.05.2019	Página: 5/ 8

### 3.2. Puesta a Tierra del Sistema eléctrico

Los sistemas eléctricos que requieran ser puestos a tierra, deben ser conectados a tierra de manera que se limite la tensión provocada por una descarga atmosférica, sobre-tensiones, o contacto accidental con líneas de alta tensión y para estabilizar la tensión a tierra durante su funcionamiento normal.

#### NOTA # 3:

La frecuencia con la cual se realiza el mantenimiento del SPT de las estaciones de YPFB TR se encuentra establecida en el *Anexo 2 Listado de Activos en Líneas y Estaciones del PO.003 Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia.*

Para Sitios operados por YPFB TR la frecuencia de mantenimiento será definida por el Cliente.

#### 3.2.1. Puesta a Tierra de un Generador

El generador debe ser puesto a tierra de la siguiente manera:

- Instalar un electrodo de puesta a tierra sólidamente y de forma directa con el neutro del generador, una vez instalado el electrodo de puesta a tierra debe tener un valor de resistencia a tierra menor o igual a 25 ohms.
- Una vez que el neutro fue eficazmente puesto a tierra, en el primer medio de desconexión se debe hacer un puente de unión principal a la barra de puesta a tierra con un cable del calibre adecuado.

#### 3.2.2. Puesta a tierra de un Transformador

El transformador debe ser puesto a tierra de la siguiente manera:

- Instalar un electrodo de puesta a tierra sólidamente y de forma directa con el neutro del transformador, una vez instalado el electrodo de puesta a tierra debe tener un valor de resistencia a tierra menor o igual a 25 ohms.
- Una vez que el neutro fue eficazmente puesto a tierra, en el primer medio de desconexión se debe hacer un puente de unión principal a la barra de puesta a tierra con un cable del calibre adecuado.

#### 3.2.3. Puesta a Tierra de Estructuras Metálicas

Las estructuras metálicas que pudieran llegar a ser energizadas deben ser puestas a tierra por medio de un cable de tierra, formado por un cable de cobre calibre (No.2 AWG) y enterrado a una profundidad de 80 cm.

Este cable de tierra debe ser interconectado al neutro del generador o del transformador.

#### 3.2.4. Puesta a Tierra de Tuberías metálicas


Las tuberías metálicas que pudieran llegar a ser energizadas, deben ser puestas a tierra por medio de un cable de cobre, cuyo calibre debe ser determinado de acuerdo a la tabla 250-122 de la NFPA 70 2014 NEC y al dispositivo de protección que alimenta al circuito eléctrico que pudiera energizarlas.

#### 3.2.5. Electrodo de puesta a tierra

El tipo de electrodo mínimo de puesta a tierra que se debe de instalar es una varilla tipo copperweld de 5/8" x 2.4 m de longitud.

#### 3.2.6. Malla de alambre

La malla de alambre que limita el área de las estaciones debe ser puesto a tierra al neutro del generador o del transformador.

 <div style="text-align: center;"> <b>Instrucción de Trabajo</b>  <b>“Puesta a Tierra”</b> </div>			
<b>ITM.077</b>	Revisión 5	Válido desde: 17.05.2019	Página: 6/ 8

### 3.2.7. Gabinetes y equipo eléctrico

Los envolventes metálicos de equipos eléctricos deben ser puestos a tierra a través de los conductores de puesta a tierra, los cuales serán seleccionados de acuerdo a la tabla 250-122 de la NFPA 70 2014 NEC.

Los conductores de puesta a tierra deben ser instalados junto a los conductores de sus respectivos circuitos eléctricos.

### 3.2.8. Tipo y color del conductor de puesta a tierra

El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre y sin aislamiento.

## 3.3 SPT aislado

Para sistemas de aterramientos aislados (para su uso en equipo sensible: equipos de cómputo y otros electrónicos) se implementa el sistema “Single Point Grounding” (“Puesta a tierra en un solo punto”) (IEEE std. 142-1991 Ítem 5.5.5),

El diagrama en el **Anexo 1** describe la configuración de “Single Point Connection” (“Puesta a tierra en un solo punto”), y es el que se debe realizar para la puesta a tierra de PLC’S.

Para prevenir la circulación de corriente que afecta a los equipos, es necesario mantener los equipos sensibles separados del sistema de aterramiento y conectarlos únicamente en un punto.

La recolección de aterramientos individuales debe tener la forma de distribución radial, o también forma de árbol, evitando cualquier trayectoria paralela de aterramiento (IEEE std. 142-1991 Ítem 5.5.1).

El aterramiento aislado debe realizarse mediante el tendido de un cable desde el “Single point Connection” (“Puesta a tierra en un solo punto”) hasta el instrumento conectado al punto de aterramiento interno, dicho conductor debe ser de color verde o verde amarillo y debe instalarse junto a los conductores del circuito dentro de la canalización. Ver **Anexo 2**.

Este conductor de puesta a tierra aislado se debe instalar conjuntamente con el cable de instrumentos entendiéndose el mismo, con objeto de facilitar la instalación. La conexión de la puesta a tierra aislada no debe evitar la conexión de aterramiento del soporte de los instrumentos y tampoco evitar la conexión de aterramiento del gabinete, conduit, etc. (IEEE std. 142-1991 Ítem 5.5.3).


En el momento de la instalación de este sistema, se debe cuidar el no tener errores típicos de conexión que producen las corrientes indeseables en los conductores de puesta a tierra, entre ellos están:

- Uniones entre neutro y conductor de puesta tierra en los sub- tableros de distribución.
- Conexión inadecuada en un receptáculo con terminal de puesta a tierra aislada del conductor neutro en la terminal de puesta a tierra y del conductor de puesta a tierra aislada en la terminal del neutro del receptáculo.
- La conexión inadecuada del conductor de puesta a tierra aislada y el conductor neutro en las terminales de la carga.

## 3.4. Uso de un solo punto de puesta a tierra (aterramiento)

Se debe utilizar un solo punto de aterramiento para la puesta a tierra del neutro del generador o de un transformador, para evitar las diferencias de potencial que puedan dañar a los equipos electrónicos sensibles.

- a. Debe tomarse en cuenta que para la conexión (puente de conexión) de la malla general con la malla de tierra aislada, en estaciones ya construidas, se debe instalar un dispositivo de acoplamiento. Ver **Anexo 2** Diagrama de conexión de puesta a tierra en un solo punto.

 <div style="text-align: center;"> <b>Instrucción de Trabajo</b>  <b>“Puesta a Tierra”</b> </div>			
<b>ITM.077</b>	Revisión 5	Válido desde: 17.05.2019	Página: 7/ 8

- b. Construcción de la malla de instrumentación o tierra aislada de la estación, la interconexión de las mallas se realiza por medio de un dispositivo gaseoso PASS. Este dispositivo une las dos mallas de tierra en el momento en que se encuentre un potencial peligroso, lo que permite que cumpla con la norma NFPA 70 Art. 250. 6 (E) 2014, en la que se indica que todos los sistemas de tierra existentes deben ser interconectados.
- c. Se debe realizar instalando un conductor de puesta a tierra aislado para los equipos electrónicos sensibles y el cual se interconectará con el neutro del generador, dando cumplimiento con lo exigido por la norma NFPA 70 Art. 250.

### 3.5. Conductor del electrodo de puesta a tierra

El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre pudiendo ser desnudo o aislado, sólido o trenzado:

-NFPA 70 Art.250-64 (d) permite la instalación de derivaciones referente al conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada uno de estos conductores de derivación se debe extender hasta el interior de cada uno de los encerramientos de los transformadores.

-El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser inferior al indicado en la tabla NFPA 70 Art. 250-66.

### 3.5. Aterramiento de materiales conductores

Los materiales conductores que albergan conductores o equipo eléctrico o que forman parte de este equipo, se deben conectar a tierra a fin de limitar la tensión a tierra en estos materiales. En donde se exige poner a tierra el sistema eléctrico, estos materiales se deben conectar entre sí y al conductor puesto a tierra del sistema de alimentación. NFPA 70 Art.250-2 (b).

Solamente se debe conectar al aterramiento los materiales conductores eléctricos, tales como tuberías de metal para agua, para gas y partes de acero estructural, que tienen probabilidad de energizarse.

## 4. REGISTROS

	Responsable de almacenamiento		Tipo de Almacenamiento		Tiempo de Almacenamiento
	Físico	Electrónico	Físico	Electrónico	
Resultados de las Mediciones	Operador Estación	Analista de Mtto	✓	✓	Permanente
Certificados de Calibración de los Instrumentos de medición utilizados	Operador Estación	Analista de Mtto	✓	✓	Permanente
Orden de Mantenimiento	Operador Estación (Incluye PDT Específicos y PDT No Rutinario)	Analista de Mtto	✓	✓	Permanente

## 5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

### 5.1 Anexos


Anexo 1: Sistema de Aterramiento Aislado.

Anexo 2: Diagrama de conexión de puesta a tierra en un solo punto.

Anexo 3: Terminología.

### 5.2 Indicadores de Gestión

No presenta.

 <div style="text-align: right;"> <b>Instrucción de Trabajo</b>  <b>“Puesta a Tierra”</b> </div>			
<b>ITM.077</b>	Revisión 5	Válido desde: 17.05.2019	Página: 8/ 8

### 5.3 Materiales de Referencia

#### A) Vinculados:

- PO.003 Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia
- PO.013 Sistemas Electrónicos de Medición, Control y Seguridad
- PO.019 Permiso de Trabajo
- ITS.002 Equipos de Protección Personal
- ITS.009 Excavación
- ITS.010 Seguridad con Electricidad
- ITS.013 Cierre y Etiquetado
- ITS.033 Manipulación de Materiales

#### B) Otros:

Normas Internacionales:

- IEEE 142 1992 IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems
- IPCEA Insulated Power Cable Engineers Association
- NFPA 70 National Fire Protection Association (NFPA 70) National Electric Code
- NEMA National Electrical Manufacturers Association
- UL Underwriters Laboratories
- NESC National Electrical Safety Code