



Transporte S.A.

Instrucción de Trabajo

"Puesta a Tierra"

ITM.077

Revisión 6

Vigente desde: 28 ABR. 2023

Página: 1/9

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	
6	28 ABR. 2023	<ul style="list-style-type: none"> Actualización de cargos de acuerdo a la Estructura Organizacional Vigente. Actualización a formato vigente FG.003 R9. Actualización integral de la Instrucción de Trabajo. Se actualiza el punto 1. <i>Objetivo y Alcance</i>. Mejoras y aclaraciones en la tabla de responsabilidades del punto 3. <i>Desarrollo</i>. Se actualizan los anexos: <ul style="list-style-type: none"> Anexo N°1 Sistema de puesta a tierra para equipo sensible PLC e Instrumentación. Anexo N°2 Diagrama de conexión de puesta a tierra en un solo punto. Anexo N°3 Terminología.

ÍNDICE	PÁG.
1. OBJETIVO Y ALCANCE	2
2. PRE-REQUISITOS	2
3. DESARROLLO	4
4. REGISTROS	8
5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	8




Elaboración

Nombre: Raúl Roque / Arturo Poppe
Cargo: Coordinador de Mantenimiento Eléctrico e Instrumentos / Jefe de Mantenimiento Estaciones Domésticas
Fecha: 28/04/2023 28/04/2023

Aprobación

Nombre: Neill Añez / Julio Infante
Cargo: Gerente Sectorial de Mantenimiento / Gerente Operaciones
Fecha: 28/04/2023

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Puesta a Tierra” </div>			
ITM.077	Revisión 6	Vigente desde: 28.04.2023	Página: 2/ 9

1. OBJETIVO Y ALCANCE

1.1 Objetivo: Definir la metodología, lineamientos y requerimientos para realizar las tareas tanto para mantenimiento de Sistemas de Puesta a Tierra, así como para su implementación.

1.2 Alcance:

Esta Instrucción de Trabajo aplica a las diferentes Gerencias Sectoriales de Operaciones (Mantenimiento, Transporte de Gasoductos/ Oleoductos/ Poliductos, Proyectos e Ingeniería y Control del Sistema) de YPFB TRANSPORTE S.A (en adelante YPFB TR o la Empresa), donde ésta presta Servicios y Contratistas.

2. PRE-REQUISITOS

2.1 Competencias

Para desarrollar esta actividad se requiere la asignación del 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 Mantenimiento de los 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.

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Puesta a Tierra” </div>			
ITM.077	Revisión 6	Vigente desde: 28.04.2023	Página: 3/ 9

- Tomar acciones inmediatas si se detecta una condición que pueda ser peligrosa para la propiedad o las personas en el área.
- 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 *PS.054 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;"> Instrucción de Trabajo “Puesta a Tierra” </div>			
ITM.077	Revisión 6	Vigente desde: 28.04.2023	Página: 4/ 9

3. DESARROLLO

3.1. Puesta a Tierra del Sistema eléctrico

	Tareas	ERP	Ejecutor o Contratista	Personal que Opera Estación	Supervisor de Mtto. Eléctrico e Instrumentos	Coordinador de Mtto. Eléctrico e Instrumentos	Jefe de Proyectos / Jefe de Operaciones Gasoductos/Oleoductos/Poliductos	Analista de Programación de Mtto.
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).		C	I	R	CR		C
	<i>Mantenimiento Preventivo de Sistema de Puesta a Tierra (SPT)</i>							
3.1.2	Asegurar que se realizan las siguientes tareas: a) Revisar visualmente el estado de SPT, verificando continuidad, sin corrosión de los conductores y de las conexiones a la malla de tierra en cada cámara de registro (caja de puesta a tierra). b) Medir la Malla del SPT en forma independiente. c) Medir cada punto del SPT. d) Registrar las mediciones y elaborar un Acta según lo establecido en la Norma NEC y adjuntarlo a la OM respectiva. e) En caso de encontrar anomalías, gestionar un Aviso de Mantenimiento (AM). f) Revisar el estado del SPT de la malla de instrumentación y control. g) Revisar el SPT de los tableros de control. h) Revisar el estado de los puntos de inspección de todos los equipos.		C	I	R	CR		C
3.1.3	Registrar los resultados del Mantenimiento Preventivo del SPT en la correspondiente OM. Se debe mantener una copia del registro de las mediciones en la estación.	X	C	I	R	I		I
3.1.4	Aprobar los trabajos de mantenimiento realizados, según corresponda y de acuerdo a lo indicado en el <i>PO.003 Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia</i> .	X			I	A		I
3.1.5	Adjuntar los documentos de respaldo en la OM.	X		I	R	CR		I
	<i>Implementación de Nuevos SPTs o Manejo de Cambio</i>							

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Puesta a Tierra” </div>			
ITM.077	Revisión 6	Vigente desde: 28.04.2023	Página: 5/ 9

	Tareas	ERP	Ejecutor o Contratista	Personal que Opera Estación	Supervisor de Mtto. Eléctrico e Instrumentos	Coordinador de Mtto. Eléctrico e Instrumentos	Jefe de Proyectos / Jefe de Operaciones Gasoductos/Oleoductos/Poliductos	Analista de Programación de Mtto.
3.1.6	Asegurar que se realizan las siguientes tareas:		C	I	C	A	R	I
	a) Diseñar el SPT mediante NB148009 o similar.							
	b) Implementar el SPT diseñado.		CR	I	C	A	R	
	c) Verificar la conexión sólida eléctrica y mecánica del SPT nuevo al actual SPT.		C	I	CR	R	C	
3.1.7	Registrar los resultados de la medición de Resistencia de SPT en el Databook.		CR		I	A	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*.

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, se debe realizar la medición de la resistencia de Puesta a Tierra y debe tener un valor de resistencia menor o igual a 10 ohms o menor.
- Una vez que el Neutro fue eficazmente puesto a tierra, en el primer medio de desconexión se debe instalar un puente de unión principal entre Neutro y la barra de puesta a tierra por medio de un conductor de sección o calibre adecuado.

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Puesta a Tierra” </div>			
ITM.077	Revisión 6	Vigente desde: 28.04.2023	Página: 6/ 9

3.2.2. Puesta a tierra de un Transformador

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

- a. 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, se debe realizar la medición de la resistencia de Puesta a Tierra y debe tener un valor de resistencia menor o igual a 10 ohms o menor. Una vez que el Neutro fue eficazmente puesto a tierra, en el primer medio de desconexión se debe instalar un puente de unión principal entre Neutro y la barra de puesta a tierra por medio de un conductor de sección o calibre adecuado.

3.2.3. Puesta a Tierra de Estructuras Metálicas

Las estructuras metálicas que pudieran llegar a ser energizadas o susceptibles a recibir descargas eléctricas, deben ser puestas a tierra por medio de un cable desde tierra, formado por un cable de cobre desnudo de calibre 35mm² p AWG Nro. 2 y enterrado a una profundidad de 80 cm.

Este cable de tierra debe ser interconectado a la barra de Puesta a Tierra que está conectada con el 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, cuya sección o calibre debe ser determinado de acuerdo a la tabla 250-122 de la NFPA 70 2023 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 Perimetral

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

3.2.7. Gabinetes y equipo eléctrico

Los envoltentes 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 2023 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 desnudo (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).

Entiéndase el termino aislado como un SPT que fue diseñado para proporcionar un camino específico de circulación de corriente de falla, este no se encuentra aislado eléctricamente del sistema

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Puesta a Tierra” </div>			
ITM.077	Revisión 6	Vigente desde: 28.04.2023	Página: 7/ 9

de Puesta a tierra, más bien debe estar conectado mediante un conductor de cobre con aislamiento generalmente de color verde y amarillo.

El diagrama en el *Anexo 1 Sistema de puesta a tierra para equipo sensible PLC e Instrumentación*, describe la configuración de “Single Point Connection” (“Puesta a tierra en un solo punto”), y es el que se debe realizar para equipamiento sensible, tal es el caso de la puesta a tierra de PLC’s e instrumentación

Para prevenir la circulación de corriente que afecta a los equipos, es necesario mantener los equipos sensibles, el SPT exclusivo debe estar conectado al SPT general en un solo punto.

La conexión 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.

Debe tomarse en cuenta que para la conexión (puente de conexión) de la malla general con la malla de tierra de instrumentación o equipos sensible en estaciones ya construidas, se podrá utilizar un dispositivo de acoplamiento siempre que se demuestre mediante un análisis de diseño su necesidad, caso contrario realizar la conexión directa Ver *Anexo 2 Diagrama de conexión de puesta a tierra en un solo punto*.

3.5. Conductor del electrodo de puesta a tierra

El conductor del electrodo (o malla) de Puesta a Tierra debe ser de cobre, en general debe ser desnudo, para la conexión de una malla de puesta a Tierra de instrumentación se debe utilizar conductor de cobre aislado color verde amarillo. Los conductores que unen la puerta de un tablero eléctrico debe ser trenzado.

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Puesta a Tierra” </div>			
ITM.077	Revisión 6	Vigente desde: 28.04.2023	Página: 8/ 9

-La 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 o generadores.

-La sección (o 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 tales como conduits rígidos, cablecanales metálicos, escalerillas, se deben conectar físicamente (mecánicamente) y eléctricamente 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, este se denomina como puente de unión. 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 Programación Mto.	✓	✓	Permanente
Certificados de Calibración de los Instrumentos de medición utilizados	Operador Estación	Analista de Programación Mto.	✓	✓	Permanente
Orden de Mantenimiento	Operador Estación (Incluye PDT Específicos y PDT No Rutinario)	Analista de Programación Mto.	✓	✓	Permanente


5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

5.1 Anexos

Número del Anexo	Nombre del Anexo
Anexo N°1	Sistema de puesta a tierra para equipo sensible PLC e Instrumentación
Anexo N°2	Diagrama de conexión de puesta a tierra en un solo punto.
Anexo N°3	Terminología.

5.2 Indicadores de Gestión

No presenta.

 <div style="text-align: right;"> Instrucción de Trabajo “Puesta a Tierra” </div>			
ITM.077	Revisión 6	Vigente desde: 28.04.2023	Página: 9/ 9

5.3 Materiales de Referencia

5.3.1 Documentos co-vigentes:

5.3.1.1 Propios de esta Instrucción de Trabajo

No presenta.

5.3.1.2 Vinculados esta Instrucción de Trabajo:

- PO.003 Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia
- PO.013 Mantenimiento de Sistemas Electrónicos de Medición, Control y Seguridad
- PS.054 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

5.3.2 Otros documentos de referencia:

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
- NB777 Diseño y Construcción de Instalaciones eléctricas interiores en Baja Tension
- NB148004 Instalaciones Eléctricas – Sistemas de Puesta a Tierra (PaT) – Glosario de Términos
- NB148009 Instalaciones Eléctricas- Sistemas de Puesta a Tierra (PaT)- Criterios de Diseño y ejecución.
- IEEE Std 1100 2005 IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment.
- IEEE Std 80-2000 IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding
- IEEE Std. 81: 1983, Guía para la medición de Resistencias de Tierra, Impedancias de Tierra y Potenciales de Superficie de Tierra en Sistemas de Aterramiento.