SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR MEDIO DE TRAZAS ELÉCTRICAS (DISEÑO)

HOJA DE APROBACIÓN

ELABORA:

ING. JERONIMO SERGIO ORDOÑEZ CADENA
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO

PROPONE:

LIC. ESTEBAN LEVIN BALCELLS
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PETROLEOS MEXICANOS
DCA/2140/2010

APRUEBA:

ING. CARLOS RAFAEL MURRIETA CUMMINGS.
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

CONTENIDO

CAPÍTULO PÁGINA

0 INTRODUCCION. 5

1 OBJETIVO. 5

2 ALCANCE. 5

3 CAMPO DE APLICACIÓN. 6

4 ACTUALIZACIÓN. 6

5 REFERENCIAS. 6

6 DEFINICIONES. 7

7 SIMBOLOS Y ABREVIATURAS. 9

8 DESARROLLO. 11

8.1. Condiciones de diseño. 11

8.2 Fabricación. 19

8.3 Marcado de las trazas eléctricas calefactoras. 255

8.4 Instalación. 266

8.5 Inspección y pruebas. 31

8.6 Almacenamiento y transporte. 333

8.7 Documentación. 344

8.8 Entrega del sistema. 36

8.9 Accesorios y herramientas. 377

8.10 Partes de repuesto. 377

8.11 Garantía.. 377

8.12 Capacitación. 37

8.13 Cuestionario técnico. 37

9 RESPONSABILIDADES. 388

CONTENIDO

CAPÍTULO **PÁGINA**

10 CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS O INTERNACIONALES. 388

11 BIBLIOGRAFIA. 388

12 ANEXOS. 39

12.1 Presentación de documentos normativos equivalentes…….…..**40**

12.2 Hoja de datos del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas……..**41**

12.3 Cuestionario técnico del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas……..…**43**

12.4 Ubicación recomendada de registros para medición de espesores en tuberías……**46**

0. INTRODUCCION.

PEMEX en diferentes procesos de manejo y transformación de hidrocarburos requiere incrementar o mantener la temperatura de proceso en tuberías, bombas, válvulas, instrumentos, recipientes y equipos de proceso dentro de un rango determinado cuando el sistema está expuesto a las condiciones ambientales. Tradicionalmente se lograba con un sistema de venas de vapor; en épocas recientes por sus ventajas en el control de temperatura, mínima emisión de ruido y a la disponibilidad de vapor, se ha incrementado el uso de los sistemas de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

Con el objeto de tener un documento normativo que reúna la experiencia actual de la empresa, la practica internacional y los avances tecnológicos existentes, Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios emite a través de la Dirección Corporativa de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos (DCIDP), esta norma de referencia para la adquisición de los sistemas de calentamiento por medio de trazas eléctricas conforme a las características de los sistemas eléctricos en los que deben ser utilizados.

En la elaboración de la presente norma de referencia participaron los siguientes Organismos, Empresas e instituciones:

Petróleos Mexicanos.

Pemex Exploración y Producción.

Pemex Refinación.

Pemex Gas y Petroquímica Básica.

Pemex-Petroquímica.

Instituto Mexicano del Petróleo.

THERMON Latinoamericana S.A. de R.L. de CV.

1. OBJETIVO.

Establecer los requisitos técnicos y documentales para la adquisición del diseño y suministro del sistema de calentamiento por medio de trazas calefactoras de resistencia eléctrica a utilizarse en las instalaciones industriales para la conservación de la temperatura en tuberías, válvulas, tanques de almacenamiento y recipientes de proceso.

2. ALCANCE.

Esta norma de referencia establece los requisitos técnicos y documentales que se deben cumplir en el diseño, fabricación, marcado, instalación, inspección y pruebas, almacenamiento y transporte, documentación, así como la capacitación para operación y mantenimiento del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas a utilizarse, para mantener la temperatura, donde se requiera, en las Instalaciones Industriales de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

3. CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta norma de referencia es de aplicación general y observancia obligatoria en la adquisición y/o contratación de los bienes objeto de la misma, que lleven a cabo los centros de trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. Por lo que debe ser incluida en los procedimientos de contratación: licitación pública, invitación cuando menos a tres personas o adjudicación directa; como parte de los requisitos que debe cumplir el fabricante/proveedor, contratista, o licitante.

4. ACTUALIZACIÓN.

Esta norma se debe revisar y en su caso modificar al menos cada 5 años o antes si las sugerencias y recomendaciones de cambio lo ameritan.

Las sugerencias para la revisión y actualización de esta norma, deben enviarse al Secretario del Subcomité Técnico de Normalización del Corporativo de PEMEX, quien debe programar y realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas y en su caso, inscribirla dentro del Programa Anual de Normalización de Petróleos Mexicanos, a través del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Las propuestas y sugerencias de cambio deben elaborarse en el formato CNPMOS-001-A01 y dirigirse por escrito al:

Subcomité Técnico de Normalización del Corporativo de PEMEX.

Avenida Marina Nacional # 329.

Piso 12, Edificio “A”, Colonia Huasteca, C. P. 11311. México, D. F.

Teléfono directo: 19-44-29-46; Conmutador: 19-44-25-00, Extensión: 2-32-60.

Correo electrónico: ariel.sanchez@pemex.com

5. REFERENCIAS.

5.1 NOM-001-SEDE-2005. Instalaciones eléctricas (utilización).

5.2 NOM-008-SCFI-2002. Sistema general de unidades de medida.

5.3 NOM-063-SCFI-2001. Productos eléctricos – Conductores – Requisitos de seguridad.

5.4 NMX-J-266-ANCE-1999. Productos eléctricos – Interruptores - Interruptores automáticos en caja moldeada - Especificaciones y métodos de prueba.

5.5 NMX-J-300-ANCE-2004. Conductores – Cables control con aislamiento termoplástico o termofijo, para tensiones de 600 V y 1000 V, y temperaturas de operación máximas en el conductor de 75 ºC y 95 ºC – Especificaciones.

5.6 NMX-J-438-ANCE-2003. Conductores – Cables con aislamiento de policloruro de vinilo, 75 °*C* y 90 °*C* para alambrado de tableros - Especificaciones.

5.7 IEC 60079-30-1:2007. Explosive atmospheres – Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements (Atmósferas explosivas – Parte 30-1: Trazas eléctricas mediante resistencias calefactoras – Generalidades y requerimientos de prueba).

5.8 IEC 60079-30-2:2007. Explosive atmospheres – Part 30-2: Electrical resistance trace heating – Application guide for design, installation and maintenance (Atmósferas explosives – Parte 30-2: Trazas eléctricas mediante resistencias calefactoras – Guía de aplicación para diseño, instalación y mantenimiento).

5.9 NRF-034-PEMEX-2004. Aislamientos térmicos para altas temperaturas en equipos, recipientes y tubería superficial.

5.10 NRF-036-PEMEX-2003. Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico.

5.11 NRF-048-PEMEX-2007. Diseño de instalaciones eléctricas.

5.12 NRF-049-PEMEX-2006. Inspección de Bienes y Servicios

5.13 NRF-053-PEMEX-2006. Sistemas de protección anticorrosiva a base de recubrimientos para instalaciones superficiales.

5.14 NRF-148-PEMEX-2005. Instrumentos para medición de temperatura.

5.15 NRF-181-PEMEX-2007. Sistemas eléctricos en plataformas marinas.

5.16 NRF-046-PEMEX-2003. Protocolos de comunicación en sistemas digitales de monitoreo y control.

5.17 NRF-212-PEMEX-2008. Sistemas de calentamiento por medio de trazas eléctricas – Mantenimiento

Las referencias dentro de esta NRF a la Normatividad se realizan sin incluir el año de emisión, pero corresponden al indicado en Capítulo 5 “Referencias” y Capítulo 11 “Bibliografía”.

6. DEFINICIONES.

Para los propósitos de esta norma de referencia aplican las definiciones siguientes:

6.1 Aislamiento térmico: Material que posee baja conductividad térmica que, cuando es aplicado adecuadamente, retarda la transferencia de calor. Los materiales comúnmente utilizados son: lana de roca, fibra de vidrio, perlita expandida y silicato de calcio.

6.2 Aleación Incoloy 825: Aleación de niquel-cromo usada en la cubierta de cables calefactores de aislamiento mineral para servicios de alta temperatura y que ofrece excelente resistencia a la corrosión en atmósferas con cloruros, ácidos, sales y soluciones alcalinas.

6.3 Cable calefactor autorregulable: Cable formado básicamente por una combinación de polímeros y carbón conductivo que ajusta automáticamente la salida de calor en respuesta a incremento o decremento en la

temperatura del tubo de proceso o equipo. La conductividad se incrementa si la temperatura del tubo de proceso o equipo baja, y la conductividad baja cuando la temperatura del tubo de proceso o equipo se incrementa. Cuando la temperatura del tubo de proceso aumenta, el polímero se expande, desconectando paulatinamente los pasos conductores interrumpiendo el paso de energía. Este cable aplica en temperaturas de rango bajo o medio, para diferente densidad de potencia de salida en *W/m*.

6.4 Cable calefactor paralelo: Cable construido con elementos calefactores que están eléctricamente conectados en paralelo, ya sea continuamente o en zonas, de manera que la densidad de potencia por longitud lineal es mantenida, independientemente de cualquier cambio en longitud para el tipo continuo o para cualquier número de zonas discretas. Diseñado para producir salida uniforme de potencia en *W/m*, independientemente de la temperatura de la tubería y de la temperatura ambiente; aplica en temperatura de rango medio.

6.5 Cable calefactor regulador (o limitador) de potencia: Cable que contiene elementos calefactores que son eléctricamente conectados en paralelo, con características limitadoras de potencia, suministra el calor requerido en aplicaciones de alta demanda de temperatura.

6.6 Cable calefactor serie: Elementos calefactores eléctricamente conectados en serie con una sola trayectoria de corriente y con una resistencia específica a una temperatura definida para una longitud definida.

6.7 Cable de energía y control tipo TC: Ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores aislados con o sin conductores de puesta a tierra, cubiertos o desnudos, en una cubierta termoplástica, para su instalación en soporte tipo charola para cables, canalizaciones o soportados por un mensajero. **(**De acuerdo a la **NOM-SEDE-2005 articulo340).**

6.8 Circuito de traza eléctrica calefactora: Circuito comprendido por uno o más dispositivos calefactores o segmentos conectados a un circuito derivado asociado a un dispositivo de protección contra sobrecorriente.

6.9 Conexiones: Terminaciones y empalmes usados para unir un elemento calefactor a los conductores alimentadores de energía eléctrica o para conectar secciones de elementos.

6.10 Controlador de temperatura: Dispositivo o combinación de dispositivos que incorpora un medio para censar temperatura y controlar la potencia de una traza eléctrica.

6.11 Corriente de arranque: La respuesta de corriente de un elemento calefactor seguida de la energización.

6.12 Densidad de potencia: Potencia por unidad e longitud de un elemento calefactor o la potencia total a la tensión nominal y a la temperatura (si se requiere), normalmente expresada como *W/m* o *kW*.

6.13 Diseño estabilizado: Concepto donde la temperatura de la traza eléctrica estabilizará, por diseño y uso, debajo de la máxima temperatura permisible del sistema, bajo las condiciones más desfavorables, sin la necesidad de un sistema de protección para limitar la temperatura.

6.14 Equivalente: Es la norma, especificación, método, estándar o código que cubre los requisitos y/o características físicas, químicas, fisicoquímicas, mecánicas o de cualquier naturaleza establecidas en el documento normativo extranjero citado en esta norma de referencia; para la aplicación de un documento normativo equivalente se debe cumplir con lo establecido en el Anexo 12.1 de esta norma de referencia.

6.15 Fluoropolímero: Tipo de material plástico resistente, químicamente inerte y eléctricamente aislante usado en el recubrimiento de cables calefactores expuestos a químicos orgánicos o áreas altamente corrosivas.

6.16 Malla o cubierta: Malla metálica, cubierta metálica, u otro material conductivo eléctricamente equivalente que tiene el objetivo de proveer una trayectoria eléctrica para que opere un dispositivo eléctrico de protección.

6.17 Mantenimiento de temperatura: Es la temperatura especificada del fluido o material del proceso a la que el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas es diseñado para mantener en equilibrio, bajo condiciones de diseño especificadas.

6.18 Temperatura de exposición continua: Es la temperatura más alta a la cual un componente del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas puede ser expuesto continuamente.

6.19 Poliolefina: Polímero obtenido mediante la polimerización de olefinas.

6.20 Sensor de temperatura (elemento sensitivo): Es un dispositivo que responde a la temperatura y provee una señal eléctrica u operación mecánica.

6.21 Sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas: Es un sistema que utiliza cables de calentamiento eléctrico, otros dispositivos de calentamiento eléctrico y componentes de apoyo que son externamente aplicados y utilizados para mantener o elevar la temperatura de fluidos o materiales en tuberías, tanques y equipo asociado.

6.22 Traza eléctrica calefactora: Dispositivo diseñado con el propósito de producir calor bajo el principio de resistencia eléctrica, típicamente compuesto de uno o mas conductores metálicos o un material conductor de electricidad, aislado apropiadamente y protegido.

6.23 Terminación final: terminación aplicada a la traza calefactora en el extremo opuesto a donde es aplicada la energía de alimentación eléctrica.

6.24 Terminal (conexión) fría: Conductor eléctricamente aislado usado para conectar un cable calefactor a los conductores del circuito derivado, diseñado para que no se produzca un calentamiento apreciable.

7. SIMBOLOS Y ABREVIATURAS.

AN Designación del tipo de enfriamiento natural para transformadores secos.

AWG American Wire Gauge (Calibre de alambre americano).

dB(A) Decibeles en la escala de ponderación A.

°F Grados fahrenheit.

ft Foot (pie).

IEC International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional).

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).

IP Ingress Protection (Código internacional para indicar los grados de protección proporcionados por un envolvente).

LCD Liquid Crystal Display (Pantalla de cristal líquido).

MI Cable de aislamiento mineral.

NEMA National Electrical Manufacturers Association (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos).

NMX Norma Mexicana.

NOM Norma Oficial Mexicana.

NRF Norma de Referencia.

PEMEX Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

PC Personal computer (Computadora personal).

PVC Polyvinyl-Chloride (Cloruro de polivinilo).

RHH Rubber High Heat (Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor, temperatura máxima de operación 90°C).

RHW Rubber Heat Moisture Water (Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor, temperatura máxima de operación 75°C).

RTD Resistance Temperature Detector (Sensor de temperatura por resistencia).

snm Sobre el nivel del mar.

THHN/THWN Thermoplastic High Heat Resistant Nylon Coated/Thermoplastic Heat Water Resistant Nylon Coated (Aislamiento termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación a la flama/Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación a la flama).

THW-LS/THHW-LS Thermoplastic Heat Moisture (Water) Resistant –Low Smoke/ Thermoplastic High Heat Moisture (Water) Resistant –Low Smoke. (Aislamiento termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios y emisión reducida de humos y gas ácido/Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios y de emisión reducida de humos y gas ácido).

UL Underwriter Laboratories (Laboratorio de Certificación).

Vc.a. Volts corriente alterna.

Vc.c. Volts corriente directa.

W/m, W/ft Densidad de potencia de los cables calefactores.

Para los efectos de esta NRF con relación a simbología y valores de unidades de medida referirse a NOM-008-SCFI-2002.

8. DESARROLLO.

8.1 Condiciones de diseño.

8.1.1 Generalidades.

8.1.1.1 El sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe cumplir con los requerimientos de los artículos 427, 500 y 501 de NOM-001-SEDE, con NRF-036-PEMEX, NRF-048-PEMEX y NRF-181-PEMEX, así como con los requerimientos de IEC 60079-30-1, IEC 60079-30-2 e IEEE 515 o equivalente.

8.1.1.2 El sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe incluir diseño, fabricación, instalación, pruebas, puesta en operación y capacitación, y debe suministrarse completo, incluyendo:

Cables calefactores y sus accesorios, tableros de fuerza y control, transformadores de distribución, controles electrónicos de temperatura, terminales frías, avisos de seguridad, interruptores termomagnéticos para cada transformador de distribución, conductores, canalización y accesorios de la instalación eléctrica para la alimentación de fuerza y control al tablero del suministrador del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, así como cableado, canalización y sus accesorios de instalación de fuerza y control desde este tablero a los cables calefactores y a los sensores de temperatura en campo.

8.1.1.3 El sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe ser diseñado para un servicio continuo, asegurando al personal y al equipo, de fácil de mantenimiento o intercambio/sustitución de equipo.

8.1.1.4 El sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe ser diseñado y térmicamente controlado para prevenir sobrecalentamientos.

8.1.1.5 El fabricante/proveedor o contratista y/o fabricante del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe suministrar un diseño detallado del sistema empleando un programa especializado. Como mínimo, el proyecto debe mostrar, con respaldo de una memoria de cálculo, lo siguiente:

a) Número de identificación de cada circuito.

b) Temperatura a mantener.

c) Tamaño de línea y aislamiento.

d) Pérdida de calor por tubería, válvulas y soportes.

e) Cantidad y tipo de cable calefactor requerido.

f) Requerimientos de trazas eléctricas calefactoras en espiral.

g) Tensión eléctrica de servicio del cable calefactor.

h) Potencia de salida del cable calefactor a la temperatura a mantener.

i) Valores mínimo y máximo de temperatura a mantener contra valores mínimos y máximos de temperatura ambiente.

j) Capacidades de interruptores termomagnéticos y tamaño de transformadores de distribución.

8.1.1.6 Para proyectos cuyo alcance único es el suministro del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, el licitante/fabricante, en etapa de cotización, debe respaldar con cálculos la capacidad del sistema con lo cual demuestre que la capacidad que cotiza es adecuada para mantener la temperatura solicitada. Para proyectos completos de plantas que incluyan las etapas de ingeniería, procura y construcción (plantas IPC), esta información debe ser presentada por el licitante ganador como parte de la ingeniería de detalle.

8.1.1.7 Para determinar las pérdidas de calor, se debe considerar un factor de seguridad mínimo de 20%.

8.1.1.8 Los cálculos de pérdida de calor deben considerar que el aislamiento térmico puede ser sobredimensionado para permitir espacio suficiente para los cables calefactores.

8.1.1.9 Para la selección de las trazas eléctricas calefactoras el fabricante debe tomar en cuenta las características de diseño indicadas en la sección 6.6 de IEC 60079-30-2 o equivalente.

8.1.1.10 Las trazas eléctricas calefactoras para tuberías deben incluir cable sobre todos los componentes de la línea, incluyendo, pero no limitándose a bridas, bombas, válvulas, apoyos o soportes para tuberías, venteos, drenes e instrumentos.

8.1.1.11 Los circuitos de trazas eléctricas calefactoras que excedan 150 m deben ser seccionados en tramos de 150 m o menos. Las secciones de cable deben ser interconectadas en cajas de empalmes.

8.1.1.12 Cuando los cables calefactores sean instalados en áreas clasificadas como peligrosas, debe asegurarse que la máxima temperatura de su cubierta protectora no exceda la temperatura de autoignición del área.

8.1.1.13 Los cables de alimentación eléctrica deben calcularse y suministrarse por el fabricante/proveedor o contratista del sistema para no exceder un 5% de caída de tensión, desde el transformador de distribución del sistema hasta el punto de alimentación del circuito más alejado del circuito más largo. La caída de tensión de alimentadores o de circuitos derivados no debe ser mayor de 3% para cualquiera de ellos, de acuerdo a Nota 1 de 215-2(b) o Nota 4 de 210-19(a) de NOM-001-SEDE-2005.

8.1.1.14 La clasificación de áreas peligrosas debe realizarse como se indica en NRF-036-PEMEX.

8.1.1.15 El equipo, los materiales y la instalación del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas deben cumplir con la clasificación de áreas peligrosas en el lugar de su instalación, de acuerdo con el artículo 500 de NOM-001-SEDE y las normas de referencia NRF-048-PEMEX y NRF-181-PEMEX.

8.1.1.16 El aislamiento térmico de la tubería y/o recipientes es normalmente suministro por otro fabricante /proveedor por parte del Contratista, y debe cumplir con los requerimientos de la NRF-034-PEMEX (definido por el área de Ingeniería de Proceso/Mecánico). Los materiales comúnmente utilizados son: lana de roca, fibra de vidrio, perlita expandida y silicato de calcio. Para la selección del aislamiento térmico se toma en cuenta lo siguiente:

- Características Térmicas
- Propiedades mecánicas
- Compatibilidad química
- Resistencia a la humedad
- Características de seguridad al personal
- Resistencia al fuego
- Humo y toxicidad
- Costo.

8.1.1.17 Datos proporcionados por otras disciplinas (área de Proceso, Mecánico, eléctrico)

Los datos adicionales que se requieren para la definición del Sistema de Trazado Eléctrico se indican en numeral 8.7.1 de esta norma.

8.1.2 Condiciones del proceso.

8.1.2.1 Precisión en la temperatura de proceso.

8.1.2.1.1 Se identifican tres tipos de necesidades del proceso, aún cuando cada aplicación específica puede tener una combinación de elementos:

a) Tipo I. Necesidades básicas: Cuando la temperatura sólo debe mantenerse arriba de un punto mínimo. Se aceptan termostatos como sensores de temperatura y hay pocos requerimientos de alarmas. Grandes bloques de energía pueden ser controlados a través de un solo dispositivo de control, un contactor y un tablero de distribución multicircuito.

b) Tipo II. Necesidades intermedias: Proceso donde la temperatura debe ser mantenida dentro de un margen moderado. En este caso es típica la aplicación de termostatos mecánicos en tuberías con algunas facilidades para monitoreo y alarma.

c) Tipo III. Necesidades intensivas: Cuando la temperatura del proceso debe ser controlada dentro de un margen estrecho. El uso de controladores electrónicos (RTD´s u otros) como sensores de temperatura facilita la calibración en campo y provee máxima flexibilidad en la selección de las funciones de alarma por temperatura y monitoreo. La redundancia en el equipo puede justificarse cuando se requieran ejecutar actividades de reparación y mantenimiento sin paro del proceso. La capacidad de suministro de calor puede aplicarse para diluir precalentando una tubería o elevar la temperatura del fluido, o ambos, dentro de un rango e intervalo de tiempo específico. Consideraciones del proceso Tipo III requieren apego estricto a las condiciones de flujo y mantener los sistemas de aislamiento térmico con un alto grado de integridad.

8.1.2.1.2 En PEMEX los requerimientos de proceso para el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas se ubican normalmente en los Tipos I y II, con preferencia en el uso de controladores electrónicos de temperatura utilizando RTD´s como sensores de temperatura por su mayor exactitud, alarmas y monitoreo por circuito, no redundancia en el equipo y el tablero de control con puerto de comunicación para enlace con el sistema de control de la planta. La aplicación específica de una computadora personal (PC) para el control y monitoreo del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, es un requerimiento expreso de PEMEX en las bases de licitación, ya que las señales normalmente se envían desde el tablero de control al sistema de control del proceso de la planta.

8.1.2.2 Tipos de diseño para preservación de temperatura.

8.1.2.2.1 Para establecer una clasificación de temperatura para trazas eléctricas calefactoras se puede usar un “diseño estabilizado” (por medio de pruebas a la trazas eléctricas calefactoras y habilidad de predicción por parte del fabricante), o un “diseño controlado” (con el uso de dispositivos de control de temperatura con o sin anunciación de falla) (o equivalente). Cuando las trazas eléctricas calefactoras (especialmente en tuberías con diferentes condiciones de flujo) sean agrupadas bajo un mismo dispositivo de control de temperatura, cada segmento de circuito debe ser analizado como un diseño de tuberías estabilizado.

8.1.2.2.2 La determinación de la temperatura máxima de la trazas eléctricas calefactoras deben cumplir con lo establecido en la sección 6.7 de IEC 60079-30-2 o equivalente y en la sección 6.5 de IEEE 515 o equivalente.

8.1.2.2.3 En la hoja de datos del Anexo 12.2 de esta NRF y para cada proyecto, PEMEX debe definir los requerimientos del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, incluyendo los aspectos del proceso, definiendo el tipo de sensor, alarmas y monitoreo, redundancia en el equipo, requerimiento de computadora personal (PC) para monitoreo y control de los circuitos.

8.1.3 Condiciones ambientales.

8.1.3.1 El sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, incluyendo todos sus componentes, debe operar satisfactoriamente en las condiciones ambientales donde se va a instalar, indicadas en la hoja de datos del Anexo 12.2 de esta NRF, tomando en cuenta la temperatura ambiente (mínima, máxima y promedio), los vientos y el tipo de zona corrosiva.

8.1.3.2 Los componentes del sistema que generen ruido, no deben rebasar el nivel de ruido de 65 $db(A)$ a 1 m de distancia del equipo.

8.1.4 Cables calefactores.

8.1.4.1 El fabricante debe analizar el proceso de la planta y sus requerimientos para seleccionar el cable calefactor adecuado de acuerdo a las necesidades del sistema. La fabricación de los cables calefactores debe cumplir con lo especificado en la sección 8.2.1 de esta NRF, dando preferencia, cuando la aplicación lo permita, a los cables autorregulables.

8.1.4.2 Todos los cables calefactores, excepto los de aislamiento mineral (MI) deben llevar una malla metálica para usarla como conductor de puesta a tierra y una cubierta sobre la malla para protección contra corrosión.

8.1.4.3 Para cables de baja temperatura, en aplicaciones en áreas moderadamente corrosivas, expuestos a soluciones inorgánicas acuosas, ácidos o bases, la sobrecubierta del cable debe ser de poliolefina y para cables de media a alta temperatura y expuestos a químicos orgánicos o áreas altamente corrosivas, la sobrecubierta debe ser de fluoropolímero.

8.1.4.4 El cable calefactor debe ser capaz de soportar la exposición continua a la máxima temperatura de diseño mientras el cable sea energizado sin crear ningún riesgo o sobrecalentamiento que pueda resultar en la falla del cable.

8.1.4.5 Todas las trazas eléctricas calefactoras deben ser capaces de proporcionar una operación continua a una temperatura ambiente máxima con el voltaje de diseño aplicado.

8.1.4.6 El suministro de potencia del cable calefactor debe ser por lo menos 120% de la pérdida de calor de la tubería o del equipo.

8.1.4.7 El recubrimiento del cable, los materiales terminales y las abrazaderas para soporte de cables deben resistir la máxima temperatura de operación, la temperatura cíclica y la expansión térmica de la tubería o equipo al cual es aplicado.

8.1.5 Placas calefactoras para tanques y recipientes.

8.1.5.1 Para tanques y recipientes que requieran calentamiento por medio de trazas eléctricas, se deben utilizar placas calefactoras con el fin de lograr un calentamiento más controlado y de menor costo que los cables calefactores.

8.1.5.2 La construcción de las placas calefactoras debe consistir de un elemento calefactor, un controlador de temperatura, aislamiento eléctrico, terminales de conexión y una cubierta metálica para darle protección mecánica durante su manejo e instalación.

8.1.5.3 Las placas deben utilizar un diseño de circuito paralelo basado en elementos calefactores de una aleación de alta temperatura, con hilos calibre 1,308 mm^2 (16 AWG) o mayor, recubiertos con aislamiento de silicón para soportar altas temperaturas y con una cubierta metálica. Se debe incluir una protección por falla a tierra del equipo para los circuitos que alimenten a placas calefactoras que no tengan una cubierta de metal.

8.1.5.4 Los elementos calefactores deben estar entre capas de aislamiento flexible para aislarlos eléctricamente y proveerlos de protección mecánica. Como protección adicional, las terminales frías deben quedar contenidas dentro de un tubo conduit flexible metálico a prueba de líquidos.

8.1.5.5 Las placas calefactoras deben ser adecuadas para mantener la temperatura de la pared del equipo a la temperatura especificada sin degradar o cambiar las características de salida de la placa calefactora.

8.1.6 Sistema de alimentación de energía eléctrica.

8.1.6.1 Sistema de suministro.

8.1.6.1.1 El sistema de alimentación del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas incluye una fuente de suministro, transformador de distribución y el sistema de distribución de los circuitos de las trazas eléctricas calefactoras.

8.1.6.1.2 El Contratista suministra con la aprobación de PEMEX la energía eléctrica desde el sistema de distribución eléctrico en 480 *V* c.a. 3 fases, 3 o 4 hilos (dependiendo del centro de trabajo), 60 *Hz*, por medio de un interruptor termomagnético dentro de un Centro de Control de Motores o de Tablero de Distribución, localizado en el cuarto de control eléctrico que PEMEX determine para la alimentación de cada transformador que requiera el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas. Si el sistema de trazado eléctrico requiere también de 220 volts, esta tensión debe suministrarse por el fabricante/proveedor o Contratista por medio de transformadores, incluidos dentro de su suministro.

8.1.6.1.3 La tensión de operación de los cables calefactores debe ser definida por el suministrador del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas y puede ser 480 *V*c.a. (3 fases), 220 *V*c.a. (2 fases) ó 120 *V*c.a. (1 fase), según la longitud y carga del circuito. La capacidad del interruptor termomagnético para cada circuito se debe definir sobre la base de la carga eléctrica que determine el suministrador del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

8.1.6.1.4 Los interruptores termomagnéticos deben cumplir con NMX-J-266-ANCE.

8.1.6.2 Transformadores de distribución.

8.1.6.2.1 El fabricante/proveedor o contratista debe determinar la cantidad requerida de transformadores de distribución en función de la magnitud y distribución física de las cargas de trazas eléctricas calefactoras.

8.1.6.2.2 Cada transformador de distribución debe estar asociado a un tablero de fuerza y control. El transformador debe ser tipo seco en barniz impregnado, autoenfriado por ventilación natural (tipo AN), trifásico, conexión delta-estrella aterrizado, aislamiento clase 220 °*C*, capacidad nominal con elevación de temperatura de

393,16K (115 °C) y temperatura máxima de 428,16K (150 °C) sobre una temperatura ambiente máxima de 318,16K (40 °C). Numeral 8.8.6 NRF-048-2007, de acuerdo a la norma NMX-J-351-ANCE.

8.1.6.2.3 Los transformadores de distribución se deben instalar dentro de los cuartos de control eléctrico o en el área de transformadores (de acuerdo a NRF-048-PEMEX) de las subestaciones eléctricas más cercanas.

8.1.6.2.4 La máxima capacidad continua del transformador, sobre una temperatura ambiente de 318,16K (40 °C) debe ser determinada en base a la máxima carga conectada al tablero de fuerza y control, considerando además un 20% de capacidad para carga adicional futura.

8.1.6.2.5 Los transformadores deben cumplir con los requerimientos establecidos en el numeral 8.8.6 de NRF-048-PEMEX-2007.

8.1.6.2.6 Las conexiones del transformador deben ser realizadas con zapatas a compresión. Los cables del secundario del transformador deben ser llevados al interruptor principal del tablero de fuerza y control. El neutro del transformador de distribución debe ser conectado a la barra neutra del multicircuito principal. El tamaño del conductor neutro debe ser del mismo tamaño que los conductores de fase.

8.1.6.2.7 El neutro del transformador en el lado secundario debe ser conectado a la red general de tierras con cable aislado, aislamiento tipo THW-LS /THHW-LS 353,16K (75 °C)/ 368,16 (90 °C), tamaño 33,62 mm^2 (2 AWG) mínimo. El gabinete del transformador debe conectarse a tierra con cable de cobre desnudo semiduro, tamaño 33,62 mm^2 (2 AWG) mínimo.

8.1.6.2.8 Para cada transformador se debe suministrar una placa de identificación de acero inoxidable o de material resistente a la corrosión, con letras o números de 5 *mm* grabado en bajo relieve y en idioma español, localizada en lugar visible y sujeto de forma permanente; no se aceptan etiquetas del tipo adheribles.

8.1.6.3 Sistema de distribución.

8.1.6.3.1 El sistema de distribución para la alimentación de las cargas eléctricas del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas se debe llevar a cabo a través de tableros de fuerza y control.

8.1.6.3.2 Todos los tableros deben tener la identificación específica del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas claramente marcada en la parte externa del gabinete y los directorios de los circuitos deben quedar fácilmente accesibles.

8.1.6.3.3 Para cada circuito del tablero de distribución multicircuito debe mostrarse la siguiente información en el directorio del tablero:

a) Tamaño del interruptor termomagnético.

b) Tipo de traza y su longitud.

c) Tensión del circuito.

d) Corriente de operación.

e) Corriente de arranque.

f) Potencia por unidad de longitud.

g) Total de potencia por circuito.

8.1.6.4 Tablero de fuerza y control.

8.1.6.4.1 El(los) tablero(s) de fuerza y control del sistema trazado eléctrico, se forma(n) de: Tablero de Distribución multicircuito de energía eléctrica y la parte de control del sistema, que contiene el control, protección de falla a tierra, monitoreo y alarma del sistema.

8.1.6.4.2 El tablero de fuerza y control debe tener un gabinete apropiado para el área donde será instalado y la construcción de dicho tablero debe cumplir con lo especificado en el numeral 8.2.2 de esta NRF.

8.1.6.4.3 La protección de cada circuito de traza eléctrica calefactora debe ser capaz de interrumpir fallas a tierra de alta impedancia, así como fallas de corto circuito. El dispositivo de detección de falla a tierra debe actuar a 30 mA, con un tiempo de respuesta nominal de 100 milisegundos y señalizando la alarma correspondiente. Si los controladores de temperatura de los circuitos derivados son capaces de proporcionar la protección contra falla a tierra, los interruptores termomagnéticos del tablero de fuerza pueden ser del tipo convencional.

8.1.6.4.4 La selección de la capacidad de los interruptores termomagnéticos de los circuitos derivados debe basarse sobre las corrientes de arranque de la traza eléctrica calefactora y su duración a la temperatura mínima que el dispositivo calefactor pudiera experimentar hasta que las condiciones de operación sean alcanzadas.

8.1.7 Sistema de control y monitoreo.

8.1.7.1 Debe monitorear temperatura, tensión eléctrica y corriente de línea, así como la corriente de falla a tierra y ofrecer la opción de alarmar y/o disparar si la falla a tierra excede el nivel predeterminado, tal y como se especifica en el numeral 8.1.6.3 de esta NRF.

8.1.7.2 El controlador de temperatura del proceso debe cumplir las siguientes características:

a) Suministro de 120/220 Vc.a., 60 Hz.

b) Microprocesador multicanal o individual basado en control proporcional.

c) Sensor (tipo RTD de platino 100 ohms a 278,16K (0 $°C$), 3 hilos).

d) La temperatura del proceso e indicador de punto de ajuste se debe indicarse en un despliegue digital tipo pantalla de cristal líquido (LCD).

8.1.7.3 Los sensores de temperatura tipo RTD deben cumplir con las especificaciones indicadas en NRF-148-PEMEX-2005.

8.1.7.4 El módulo de control debe proporcionar la siguiente información por circuito:

a) Temperatura.

b) Corriente del calefactor.

c) Corriente de fuga a tierra.

e) Registros de las temperaturas más alta y más baja.

f) Indicación de circuito abierto.

g) Registro del lugar y tipo de falla.

8.1.7.5 El módulo de control debe alarmar por la siguiente información por cada circuito:

a) Alarma por baja temperatura.

b) Alarma por alta temperatura.

c) Alarma por baja corriente del calefactor.

d) Alarma por alta corriente del calefactor.

e) Alarma por corriente de fuga a tierra.

f) Alarma por sensor de temperatura dañado.

g) Autoprueba.

h) Programable localmente.

i) Memoria no volátil.

j) Puertos de comunicación RS-485.

k) Relevadores de estado sólido.

l) Contactor.

8.1.7.6 Los requerimientos de control de las trazas eléctricas calefactoras para mantener la temperatura de proceso deben cumplir con lo siguiente:

a) Cada circuito de traza eléctrica calefactora debe ser automáticamente controlado por medio de un controlador de temperatura electrónico tipo individual o multi-punto, conectado a un sensor tipo RTD localizado sobre la pared externa de la tubería o equipo.

b) Cada controlador de temperatura debe operar un relevador de estado sólido o contactor para energizar y desenergizar el circuito calefactor. Cada relevador debe estar protegido por medio de un interruptor tipo termomagnético localizado en el tablero de fuerza.

c) El controlador electrónico debe tener la característica de auto prueba mediante la cual la unidad energiza y apaga cada uno de los circuitos y verifica la operación normal de cada uno de ellos.

d) Cada línea de proceso debe llevar un cable calefactor controlado en forma individual. También, las condiciones de flujo y no-flujo deben ser trazeadas separadamente y controladas.

e) Para cada circuito de traza eléctrica calefactora, todos los conductores no puestos a tierra deben ser operados por medio de un relevador de estado sólido o contactor.

8.1.8 Instrumentación.

8.1.8.1 Las trazas eléctricas calefactoras para los instrumentos de control (las que son parte del sistema que requiere trazado eléctrico) y tuberías de proceso pueden ser alimentadas eléctricamente desde el mismo tablero de distribución multicircuito, pero desde circuitos derivados independientes.

8.1.8.2 Hasta cuatro trazas eléctricas calefactoras de instrumentos pueden ser alimentadas eléctricamente del mismo circuito derivado, siempre y cuando cada cable calefactor tenga su propio circuito paralelo separado, de tal manera que pueda ser aislado para mantenimiento por medio de un desconectador local.

8.1.8.3 La parte húmeda (parte que está en contacto con el fluido) de los transmisores de flujo y de presión debe ser provista de un calefactor a prueba de intemperie suficientemente aislado para minimizar las pérdidas de calor. Los calefactores deben estar provistos de un RTD u otro dispositivo para asegurar que la temperatura no exceda el límite de temperatura en la parte húmeda del instrumento.

8.2 Fabricación.

8.2.1 Cables calefactores.

8.2.1.1 El fabricante/proveedor o contratista, respecto al cable calefactor deben analizar el proceso de la planta y sus requerimientos de diseño y operación. El diseñador del cable es el responsable de la selección del tipo de cable calefactor para una aplicación dada.

8.2.1.2 Los cables calefactores deben ser de los tipos autorregulables, reguladores de potencia, de potencia constante, de resistencia en serie o de aislamiento mineral (MI).

8.2.1.3 Para todas las aplicaciones de trazas eléctricas calefactoras con temperaturas de mantenimiento de 338,65K (65,5 °*C*) (150 °*F*) a 394,15K (121 °*C*) (250 °*F*) o temperaturas intermitentes desde 358,15K (85°C) (185 °*F*) hasta 488,15K (215 °*C*) (420 °*F*), se deben usar cables autorregulables.

8.2.1.4 Cable calefactor autorregulable-baja temperatura.

8.2.1.4.1 El diseño del cable calefactor autorregulable de baja temperatura mantiene temperaturas de proceso hasta de 338,65K (65,5 °*C*) (150 °*F*) y soporta temperaturas de exposición continua de la tubería hasta de 358,15K (85 °*C*) (185 °*F*) mientras está desenergizado.

8.2.1.4.2 El cable debe poder ser cortado a la longitud deseada en campo para satisfacer las condiciones de diseño y las exigencias de la instalación y debe formar un circuito de trazado continuo. La traza eléctrica calefactora debe responder al cambio de temperatura.

8.2.1.4.3 El cable debe consistir de dos hilos paralelos calibre 1,308 mm^2 (16 AWG) de cobre niquelado embebido en un núcleo polimérico auto regulado que controle la potencia de salida y que forme un elemento calefactor continuo y con una cubierta aislante de polietileno extruida sobre el núcleo del elemento calefactor. El cable debe ser cubierto por medio de una malla metálica de cobre estañado y posteriormente con una sobrecubierta para protección contra corrosión.

8.2.1.4.4 Para circuitos de gran longitud (arriba de 300 *m*) y requerimientos de pérdidas de calor elevados mayores a 33 *W/m* a 10 °*C* (10 *W/ft* a 50 °*F*), el cable calefactor debe estar conformado por conductores de cobre niquelado calibre 2,08 mm^2 14 AWG.

8.2.1.5 Cable calefactor autorregulable - temperatura media.

8.2.1.5.1 El diseño del cable calefactor autorregulable de temperatura media mantiene temperaturas de proceso hasta de 394,15K (121 °*C*) (250 °*F*) y soporta temperaturas de exposición continua de la tubería hasta de 477.15K (204 °*C*) (400 °*F*) mientras está desenergizado.

8.2.1.5.2 El cable debe poder ser cortado a la longitud deseada en campo para satisfacer las condiciones de diseño y las exigencias de la instalación y debe formar un circuito de trazado continuo.

8.2.1.5.3 El cable debe consistir de dos hilos paralelos calibre 1,308 mm^2 (16 AWG) de cobre niquelado embebido en un núcleo polimérico auto regulado que controle la potencia de salida y que forme un elemento calefactor continuo y con una cubierta aislante de fluoropolímero extruida sobre el núcleo del elemento calefactor. El cable debe ser cubierto por medio de una malla metálica de cobre estañado y posteriormente con una sobrecubierta para protección contra corrosión.

8.2.1.6 Cable calefactor autorregulable - alta temperatura.

8.2.1.6.1 El diseño del cable calefactor autorregulable de alta temperatura mantiene temperaturas de proceso hasta de 422,05K (148,9 °*C*) (300 °*F*) y soporta temperaturas de exposición continua de la tubería hasta de 477.15 (204 °*C*) (400 °*F*) mientras está desenergizado.

8.2.1.6.2 El cable debe poder ser cortado a la longitud deseada en el campo para satisfacer las condiciones de diseño y las exigencias de la instalación y debe formar un circuito de trazado continuo.

8.2.1.6.3 El cable debe consistir de dos hilos paralelos calibre 2,08 mm^2 (14 AWG) de cobre niquelado, ya sea embebido en un núcleo polimérico auto regulado, o bien, separado por un espaciador fluoropolímero y arrollado helicoidalmente con una fibra auto regulada que controle la potencia de salida y que forme un elemento calefactor continuo y con una cubierta aislante de fluoropolímero extruida sobre el núcleo del elemento calefactor. El cable debe ser cubierto por medio de una malla metálica de cobre niquelado y posteriormente con una sobrecubierta para protección contra corrosión.

8.2.1.7 Cable calefactor regulador de potencia – alta temperatura.

8.2.1.7.1 Para todas las aplicaciones de trazas eléctricas calefactoras con temperaturas de mantenimiento de 423,15K (150 °*C*) (300 °*F*) y con exposición continua de la tubería con el cable desenergizado hasta 533,15K (260 °*C*) (500 °*F*) se deben usar cables reguladores de potencia.

8.2.1.7.2 El uso de estos elementos debe ser restringido para aplicaciones en las cuales la máxima temperatura del proceso no exceda el límite de temperatura del cable calefactor regulador de potencia y debe tomarse en cuenta además el número de trayectorias de cable requerido para una aplicación dada.

8.2.1.7.3 Debido a su diseño de circuito paralelo puede ser cortado a la medida de acuerdo a la longitud deseada, para satisfacer las condiciones de instalación y formar un circuito continuo de calefacción para proporcionar la cantidad de calor requerida por los cambios de temperatura de la tubería de proceso.

8.2.1.7.4 El cable debe consistir de dos hilos paralelos calibre 3,307 mm^2 (12 AWG) de cobre niquelado, individualmente aislados con un fluoropolímero de alta temperatura; un elemento calefactor debe ser enrollado helicoidalmente sobre los hilos conductores; debe existir una capa de fibra de vidrio flexible entre el elemento calefactor y la cubierta aislante para permitir su expansión térmica El elemento calefactor irá haciendo contacto eléctrico con los conductores en forma alternada y a intervalos regulares para completar el circuito calefactor. El cable debe ser cubierto por medio de una malla metálica de cobre niquelado y posteriormente con una sobrecubierta para protección contra corrosión.

8.2.1.8 Cable calefactor paralelo de potencia constante.

8.2.1.8.1 Los cables calefactores paralelos de potencia constante deben ser diseñados para suministrar una densidad constante en *W/m*, dentro del rango de longitudes recomendadas por el fabricante.

8.2.1.8.2 Pueden ser usados en temperaturas de rango medio o alto y en longitudes medias de tubería de proceso para mantener la temperatura de proceso hasta 338,65K (65,5 °*C)* (150 °*F*), o cuando los cables desenergizados sean expuestos a temperaturas hasta de 477,65K (204,5 °*C)* (400 °*F*).

8.2.1.8.3 El cable debe poder ser cortado a la longitud deseada en el campo para satisfacer las condiciones de diseño y las exigencias de la instalación y debe formar un circuito de trazado continuo.

8.2.1.8.4 El aislamiento dieléctrico debe ser de fluoropolímero y entre el elemento calefactor y la cubierta externa debe llevar una capa de fibra de vidrio, la cual permite la expansión del elemento calefactor e incrementa su resistencia contra impacto.

8.2.1.9 Cable calefactor serie de potencia constante.

8.2.1.9.1 Estos cables se pueden usar cuando más de una trayectoria de cables autorregulables es necesaria o bien cuando la longitud de los circuitos excede los alcances de los cables calefactores en paralelo y donde se requiere mantener temperaturas elevadas o donde pueden presentarse altas temperaturas de exposición.

8.2.1.9.2 Los cables calefactores serie de potencia constante deben ser diseñados para suministrar una densidad constante en *W/m*, dentro del rango de longitudes recomendadas por el fabricante.

8.2.1.9.3 Estos cables deben configurarse con uno, dos o tres conductores aislados con fluoropolímero para 600 *V*c.a. El tipo de conductor debe ser de cobre o cobre niquelado y su tamaño debe ser de 1, 308 mm^2 (16 AWG) a 5,26 mm^2 (10 AWG), según los requerimientos de diseño.

8.2.1.9.4 Su aislamiento debe tener una capacidad para soportar temperaturas de exposición continuas hasta de 533,15K (260 °*C)* (500 °*F*) cuando el circuito esté desergizado. Para temperaturas de exposición mayores a 477,65K (204,5 °*C)* (400 °*F*), el cable debe tener un elemento compuesto de fibra de vidrio entre el conductor y la cubierta. El cable debe ser cubierto por medio de una malla metálica de cobre niquelado y posteriormente con una sobrecubierta para protección contra corrosión.

8.2.1.10 Cable calefactor de aislamiento mineral (MI) para altas temperaturas.

8.2.1.10.1 El cable calefactor MI puede ser de uno o dos conductores de cobre o cobre niquelado con aislamiento de óxido de magnesio y con una cubierta de aleación Incoloy 825 y su construcción debe ser sin costura. La tensión del cable puede ser de 300 *V*c.a. ó 600 *V*c.a. El ensamble completo del cable debe ser aprobado para el área a la cual sea instalado.

8.2.1.10.2 Los cables con aislamiento mineral soportan la exposición continua a temperaturas de hasta 866,45K (593,3 $°C$) (1100 $°F$), cuando el cable está desenergizado o para el mantenimiento de temperaturas hasta de 773,15K (500 $ºC$) (932 $ºF$).

8.2.1.10.3 Cada cable calefactor de aislamiento mineral debe ser terminado en fábrica para la longitud que se le requiera, consistiendo de la longitud requerida para la tubería o equipo, más un tramo adicional para áreas de pérdida de calor adicional tales como válvulas, bridas, apoyos, entre otras, más un excedente razonable para permitir los ajustes en campo, incluyendo terminales frías para conectar a la fuente de alimentación o donde se requieran empalmes. La longitud de las terminales frías debe ser entre 1,2 m (4 ft) y 2**,**15 m (7 ft de acuerdo a las condiciones del sitio y a lo indicado en el Anexo 12.2. Las conexiones frías deben tener un conector tipo glándula a la llegada a las cajas de conexiones. Los cables deben ser terminados en fábrica y sellados.

8.2.1.10.4 Cada cable MI debe tener una etiqueta de identificación de acero inoxidable asegurada a las conexiones frías con alambre de acero inoxidable dentro de los 76 mm de cada extremo de las puntas frías. La identificación debe mostrar el número de circuito y las características del cable tales como longitud, tensión, densidad, potencia;, longitud de la conexión fría, resistencia, diámetro del cable, área clasificada aprobada y número de catálogo.

8.2.2 Tablero de fuerza y control.

8.2.2.1 Construcción.

8.2.2.1.1 La ubicación de cada tablero de fuerza y control debe ser en el interior de un cuarto de control, eléctrico, con gabinete tipo 1 (servicio interior), según NEMA 250 o equivalente, el montaje en pared y su construcción debe cumplir con el numeral 8.9.7 de NRF-048-PEMEX-2007. Cuando no se proyecte o no exista cerca un cuarto de control eléctrico. El contratista con la aprobación de PEMEX debe definir la aplicación del tablero de fuerza y control ubicado en exterior en gabinete apropiado para intemperie, Nema 3R, o 4X (en ambientes corrosivos), o como última alternativa, en gabinete ubicado en áreas clasificadas Clase I División 2, con purgas tipo Z.

8.2.2.1.2 Cada tablero de fuerza y control debe tener los dispositivos de control, para operar el sistema de trazado eléctrico en forma automática (Entrada y salida automática de circuitos, de acuerdo a los requerimientos de calor del sistema) y debe tener capacidad para un aumento a futuro de 20% de circuitos. En el tablero de distribución multicircuito, Cada tablero de fuerza y control debe tener al menos los siguientes elementos:

a) Interruptor termomagnético principal.

b) Tablero de distribución multicircuito, con 100 A como mínimo en la barra principal.

c) Interruptores termomagnéticos de falla a tierra con alarma a través de relevadores.

d) Protección de falla a tierra, al menos 30 mA, para cada circuito de traza eléctrica calefactora.

e) Microprocesador controlador de temperatura, controlado con sensores de temperatura, con comunicación a PC.

f) Relevador de alarma.

g) Luces Indicadoras de operación.

h) Botón común de reconocimiento de alarmas.

i) Tablillas terminales para circuitos de fuerza, control e instrumentación.

j) Calentador de espacio con termostato.

k) Contactores.

8.2.2.1.3 Las barras principales y derivadas del tablero de distribución multicircuito, deben ser de cobre estañado, con interruptor principal de capacidad definida, de acuerdo a la capacidad del transformador que lo alimenta, deben ser construidos para alojar en su interior interruptores termomagnéticos derivados del tipo atornillable de 1, 2 y 3 polos, según se requiera, con indicador de disparo y en capacidades de corriente de 10 a 100 A. Los tableros de distribución se deben suministrar con un 20 por ciento de espacios disponibles para interruptores futuros. De no indicarse otra cosa en la hoja de datos del Anexo 12.2 de esta NRF, los interruptores en 480 Vc.a. deben ser para 25 kA de capacidad interruptiva y los de 220/127 Vc.a. deben ser para 10 kA de capacidad interruptiva mínima.

8.2.2.1.4 Los interruptores termomagnéticos deben cumplir con NMX-J-266-ANCE.

8.2.2.1.5 Los contactores deben ser del tipo electromagnético eléctricamente sostenido, con bobina de 120 Vc.a. y contactos normalmente abiertos. El contactor debe ser diseñado para que soporte la corriente de arranque asociada con el tipo de cable calefactor utilizado. Los contactos deben ser de aleación de cobre.

8.2.2.1.6 Una barra de puesta a tierra de cobre debe ser instalada en la parte baja de cada tablero de control y debe ser sólidamente conectada a la envolvente del tablero.

8.2.2.1.7 La barra de puesta a tierra debe suministrarse al 50% de capacidad que la de fases y debe extenderse a lo largo de la envolvente con zapatas en cada extremo para conectar en cada uno un cable de cobre de tamaño 67,43 mm^2 (2/0 AWG) a la red general de tierras de la planta.

8.2.2.1.8 La barra del neutro del tablero de distribución multicircuito, también debe conectarse a la barra de tierra. La conexión del neutro con la barra de tierra debe ser hecha con cable del mismo calibre del conductor neutro del transformador del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

8.2.2.1.9 Todos los cables de blindaje de instrumentos y todos los hilos de tierra de los equipos que entren al tablero de control deben conectarse a la barra de puesta a tierra por medio de conectores mecánicos.

8.2.2.1.10 Se deben suministrar como un conjunto ensamblado de fábrica, gabinete, barras, interruptores principales, derivados y accesorios. La barra del neutro debe ser de igual capacidad que la de fase y el tablero debe suministrarse con una terminal del neutro por cada circuito del tablero.

8.2.2.1.11 Los tableros de fuerza y control usados para el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas deben ser listados conforme a UL-508A o equivalente.

8.2.2.1.12 La superficie metálica del tablero debe recibir un tratamiento anticorrosivo conforme a lo que establece NRF-053-PEMEX, para ambiente 3 y sistema 2 (húmedo con salinidad y gases derivados del azufre y otros).

8.2.2.1.10 El recubrimiento debe ser RA-28 de acuerdo a NRF-053-PEMEX y se debe pintar de color verde PEMEX 628 (Pantone® Matching System PMS-577).

8.2.2.1.11 Color verde PEMEX 628 (Pantone® Matching System PMS-577), definido a detalle para evitar variantes en el tono de la pintura, por las siguientes coordenadas.

- L*: 77,02; a*:-17-09; b*: 26,75 variación permitida delta E máxima de 1.
- Las condiciones son: a) observar a 10°, b) iluminante D65.
- Brillo 47 por ciento +/-6,0.
- El método usado para definir este color es la CIE 1976 (L*, a*, b*) estándar ASTM D2244-89.

8.2.2.2 Alambrado interno.

8.2.2.2.1 Debe tener las siguientes características:

a) Ser continuo, sin empalmes.

b) El conductor debe tener zapatas terminales tipo ojillo, de compresión en ambos extremos.

c) Se debe alambrar desde los dispositivos hasta las tablillas terminales.

d) El alambrado debe agruparse y soportarse debidamente, los mazos de cables deben formarse sin dobleces a escuadra.

e) Cada cable debe estar marcado e identificado de forma permanente. No se aceptan etiquetas adheribles.

f) La identificación de los cables debe coincidir con los diagramas presentados.

g) Los cables para señales no deben ser agrupados junto con los de control y fuerza.

h) Se debe mantener suficiente separación entre los hilos de los RTD's y los conductores de fuerza y/o control de 480 *V*c.a. o 120 *V*c.a., para prevenir interferencia con las señales de RTD's.

i) El arreglo de cables debe permitir que los dispositivos y sus cubiertas puedan ser removidos libremente.

8.2.2.3 Conductores para alambrado interno.

8.2.2.3.1 Deben tener las siguientes características:

a) El conductor debe ser de cobre suave aislamiento a base de PVC resistente a la propagación de incendio. De baja emisión de humos y gas acido, para una temperatura de operación de 90°*C* y tensión de 600 *V*, o de mejores características.

b) Los calibres mínimos a utilizar son: Para fuerza calibre 5,26 mm^2 (10 AWG), para control calibre 2,08 mm^2 (14 AWG), para señales se permite calibre 0,82 mm^2 (18 AWG).

8.2.2.4 Tablillas terminales.

8.2.2.4.1 Deben cumplir con lo siguiente:

a) Deben ser para 600 V y una capacidad de corriente mínima de 30 A para fuerza*, y de 15* A mínimo para control y recibir cables hasta calibre 12 AWG

b) Las tablillas para señales se permiten con un aislamiento mínimo para 300 V.

c) Deben ser con tornillo de cabeza ancha.

d) Cada terminal utilizada debe estar debidamente identificada.

e) Deben localizarse en áreas con espacio suficiente para el cableado.

f) Deben cumplir con los requerimientos de NEMA ICS 4 o equivalente.

8.2.2.5 Placa de datos.

8.2.2.5.1 Se debe suministrar una placa de identificación de acero inoxidable o de material resistente a la corrosión, con letras o números de 5 mm grabado en bajo relieve y en idioma español, localizada en lugar visible al frente de cada tablero y sujeto de forma permanente; no se aceptan del tipo adheribles.

8.2.2.5.2 El tablero de fuerza y control debe ser identificado por el fabricante con su número de identificación y su descripción, con letras y números de 2 cm.

8.3 Marcado de las trazas eléctricas calefactoras.

8.3.1 Para trazas con terminaciones ensambladas en fábrica debe ser de acuerdo con el numeral 8.2.1.10.4 de esta NRF 8.3.1.1 Las trazas eléctricas calefactoras con cubierta plástica deben de ser clara y permanentemente marcadas en su superficie con la siguiente información.

a) Nombre del fabricante, marca u otro símbolo de identificación.

b) Número de catálogo, número de referencia o modelo.

c) Mes y año de fabricación, número de serie, o equivalente.

d) Tensión nominal para trazas eléctricas calefactoras de diseño paralelo o máxima tensión de operación para trazas de diseño serie.

e) Potencia nominal en watts por unidad de longitud a la tensión nominal u ohms por unidad de longitud para cables de diseño serie, o la corriente de operación o potencia total, según aplique.

f) Compañía de certificación.

g) Si aplica, marcas de áreas peligrosas (clasificadas), incluyendo la clase de temperatura o máxima temperatura en la superficie (cuando aplique).

h) Las trazas eléctricas para División 1 deben marcarse para esa aplicación solamente.

8.3.2 Los componentes ensamblados en campo deben marcarse con la siguiente información. En el caso de componentes con áreas de superficie pequeña donde la impresión legible no pueda ser aplicada, las marcas pueden colocarse sobre el contenedor más pequeño de la unidad en lugar del propio componente.

a) Nombre del fabricante, marca u otro símbolo de identificación.

b) Número de catálogo, número de referencia o modelo.

c) Mes y año de fabricación, número de serie, o equivalente.

d) Compañía de certificación.

e) Grado de protección de la envolvente, como tipo 4X, código IP, y marcas de áreas peligrosas (clasificadas), incluyendo la clase de temperatura o máxima temperatura en la superficie (cuando aplique).

8.4 Instalación.

8.4.1 Cableado y canalización eléctrica.

8.4.1.1 Todo el alambrado de campo para el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe ser instalado por separado de otros sistemas de alambrado de la planta. Se debe incluir un sistema de canalización por tubo conduit y/o por soportes para cables tipo charola para la trayectoria de fuerza, control y circuitos de instrumentos del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas. Según la aplicación, la distribución eléctrica debe estar de acuerdo con los requerimientos de los numerales 8.4.2, 8.4.3 y 8.4.4 de NRF-048-PEMEX-2007 y el numeral 8.4.2 de NRF-181-PEMEX-2007.

8.4.1.2 El tamaño mínimo para **l**os conductores de control, RTD´s y fuerza. Para los cables de control debe ser de 3,307 mm^2 (12 AWG), para los cables RTD debe ser de 1,308 mm^2 (16 AWG) y para los de fuerza debe ser de 5,26 mm^2 (10 AWG), deben ser cables de cobre suave, para 600 V máximo. El tipo de aislamiento se debe seleccionar de acuerdo a la aplicación y debe cumplir con lo especificado en el numeral 8.4.5.3 de NRF-048-PEMEX-2007 o en el numeral 8.4.3.5 de NRF-181-PEMEX-2007.

8.4.1.3 Cada tubo conduit o canalización que contenga circuitos de alimentación eléctrica debe llevar un hilo con aislamiento color verde para la puesta a tierra de todas las cajas de conexión de la instalación eléctrica, cajas de conexión de las trazas eléctricas calefactoras y cajas de empalmes. El hilo de puesta a tierra debe ser dimensionado de acuerdo con los requerimientos del artículo 250 de NOM-001-SEDE y debe ser conectado a la barra de tierra del tablero de fuerza y control del sistema.

8.4.1.4 Los conductores de energía pueden ser monopolares o multiconductores. Los cables multiconductores instalados en soportes tipo charola deben ser tipo TC, aprobados para uso en áreas clasificadas como Clase I, División 2. Los cables multiconductores de energia deben llevar un conductor de cobre con aislamiento color verde para la puesta a tierra de todas las cajas de conexión de alimentadores y calentadores. Los cables de fuerza tipo TC deben cumplir con lo especificado en el artículo 340 de NOM-001-SEDE.

8.4.1.5 Los RTD's deben ser alimentados con multiconductores de 3 cables (una triada) de cobre, aislamiento tipo THW-LS 75/90 °C, 600 V tipo D, con blindaje electrostático a base de cinta aluminizada más dren de cobre estañado y cubierta exterior termoplástico de PVC, con características de baja emisión de humos y retardante de flama. Los conductores que integran este tipo de cables deben tener una identificación por medio de un código de colores. Estos cables deben cumplir con las especificaciones de NOM-063-SCFI y NMX-J-300-ANCE.

8.4.1.6 Con el fin de no tener lecturas erróneas de temperatura en el controlador, el fabricante debe calcular la resistencia óhmica de los cables de control para los RTD's, de modo que no se sobrepase el valor de 30 ohms.

8.4.1.7 Los cables de control para instrumentación deben ser tipo TC, aprobados para uso en soportes tipo charola y para uso en áreas clasificadas Clase I, División 2.

8.4.1.8 Los cables de instrumentación de una triada deben tener conductores calibre 1, 308 mm^2 (16 AWG) con conductor dren individual calibre 0,82 mm^2 (18AWG).

8.4.1.9 Los cables de instrumentación con más de 3 cables (multitriada) deben llevar blindajes tanto individual como común. Los cables con más de 3 cables deben tener conductores calibre 1,308 mm^2 (16 AWG) mínimo con dren común calibre 0,82 mm^2 (18 AWG).

8.4.1.10 El alambrado de señales de los elementos sensores de temperatura y de fuerza debe ser instalado en tubos conduit separados. En ningún caso se debe combinar conductores de instrumentación o control de proceso y de fuerza en los mismos tubos o cajas de conexión.

8.4.1.11 El material eléctrico, como cajas de conexión para tubo conduit, cajas para empalmes, coples y demás accesorios de canalización de áreas Clase I División 2, debe suministrarse para áreas Clase I División 1 de acuerdo a NRF-048-PEMEX.

8.4.1.12 Los conductores y cables aislados utilizados para circuitos de fuerza, control e instrumentación, expuestos a la radiación solar directa, deben ser aprobados y marcados como “SR” (sunlight resistant).

8.4.2 Trazas eléctricas calefactoras y accesorios.

8.4.2.1 El personal involucrado en la instalación y pruebas de las trazas eléctricas calefactoras debe ser personal capacitado en todas las técnicas especiales requeridas en las actividades objeto de esta NRF. El fabricante/proveedor o contratista debe proporcionar la asistencia técnica en campo para la supervisión de la instalación y el comisionamiento del sistema completo con personal especializado. La instalación e inspección deben estar de acuerdo con los diagramas de diseño del fabricante, con las recomendaciones sobre sus productos y con las instrucciones de instalación.

8.4.2.2 Todas las cubiertas metálicas externas y las pantallas de los cables calefactores deben ser interconectadas a un sistema de tierras con el fin de que el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas cuente con una conexión a tierra efectiva.

8.4.2.3 Las trazas eléctricas calefactoras deben instalarse en una parte limpia y lisa del equipo. Se debe tener cuidado especial en bridas, válvulas y otros montajes para orientar las trazas eléctricas calefactoras de tal manera que se evite el daño con las superficies afiladas o dentadas, así como el daño debido al impacto, abrasión o vibración. Se debe hacer una revisión para asegurar que el cable, terminales y conexiones frías puedan acomodarse ante cualquier movimiento de la tubería y/o equipo, resultantes de la expansión, contracción o vibración.

8.4.2.4 Todas las entradas y salidas de alimentación eléctrica y controles deben localizarse a 60 grados o más por debajo del centro de línea horizontal del aislamiento térmico de la tubería de proceso, para evitar el ingreso de agua. Las entradas y salidas deben ser selladas con compuesto adecuado para protegerlas de la humedad.

8.4.2.5 Las trazas eléctricas calefactoras deben ser instaladas de manera que todos los dispositivos y equipos sobre la línea puedan ser fácilmente removidos y reinstalados sin tener que cortar el cable calefactor.

8.4.2.6 Todas las trazas eléctricas calefactoras se deben instalar con los accesorios requeridos tanto para la conexión a la fuente de alimentación eléctrica como para la terminación del circuito, de acuerdo con las

recomendaciones del fabricante. Las conexiones y terminaciones elaboradas en el sitio de trabajo deben seguir las instrucciones del fabricante.

8.4.2.7 Las terminaciones del conductor no deben completarse sino hasta después de que todas las conexiones y la terminación final hayan sido realizadas y la prueba de resistencia de aislamiento al circuito calefactor haya sido efectuada.

8.4.2.8 Los cables calefactores serie que se terminen en el sitio de trabajo deben verificarse antes de ser instaladas para asegurar que su longitud instalada corresponde a la longitud y carga de diseño. Cuando se realicen en el sitio de trabajo las terminaciones de cables con aislamiento mineral, las puntas finales cortadas se deben sellar inmediatamente para prevenir cualquier ingreso de humedad u otros contaminantes. Para las trazas eléctricas calefactoras en circuitos en paralelo, la longitud total del circuito no debe exceder las recomendaciones del fabricante.

8.4.2.9 Se deben hacer revisiones para asegurar que las uniones de las conexiones frías sean impermeables, donde sea aplicable y que la unión a tierra sea efectiva. Las conexiones frías, cuando se usen, siempre deben emerger del aislamiento térmico circundante de tal forma que no sea posible el ingreso de agua u otro contaminante. Las conexiones frías se deben proteger en los tramos que salgan del aislamiento térmico.

8.4.2.10 Las conexiones frías se deben adecuar o modificar en el sitio sólo en estricto apego con las instrucciones del fabricante, para no invalidar su uso en áreas clasificadas. Cuando las conexiones frías hayan sido unidas al metal de la cubierta de las trazas eléctricas calefactoras mediante soldadura o fundición, ni estas trazas ni las conexiones frías deben doblarse cerca de una unión fundida.

8.4.2.11 Los circuitos de las trazas eléctricas calefactoras se deben unir dentro de cajas de conexión aprobadas de acuerdo a la clasificación de áreas en las que están instaladas. Las cajas de conexión se deben localizar tan cerca como sea posible al punto de salida de la traza eléctrica calefactora que permita cualquier expansión de la tubería. El fabricante/proveedor o contratista debe reemplazar los empaques de las tapas de las cajas de conexión que presenten falla de hermeticidad.

8.4.2.12 Los métodos de conexión usados con cables calefactores para uso en áreas clasificadas Clase I, División 1, deben ser compatibles y aprobados como una parte del fabricante del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

8.4.2.13 Para cables calefactores que sean instalados en áreas clasificadas Clase I, División 1, se debe instalar un sello en el circuito de alimentación eléctrica, conductor o tubo conduit inmediatamente adyacente a la caja de conexión eléctrica de la traza eléctrica calefactora.

8.4.2.14 Las terminales deben ser del tamaño y capacidad suficiente para alojar a los conductores, los cuales pueden ser sólidos o cableados o laminados. Se debe tener cuidado al retirar el aislamiento para evita dañar a los conductores.

8.4.2.15 Se deben emplear conectores tipo compresión del tamaño correcto y tipo apropiado para el conductor involucrado. Las herramientas para compresión deben ser adecuadas para los tipos específicos de conectores usados y deben estar en buenas condiciones.

8.4.2.16 Los cables calefactores que hayan sido instalados y que no hayan sido inmediatamente terminados después de cortarlos, se deben sellar para prevenir el ingreso de humedad y se deben proteger de daño mientras esté pendiente su terminación.

8.4.2.17 Las trazas eléctricas calefactoras no deben estar envueltas, torcidas, traslapadas, o cruzar o tocarse a sí mismas a menos que esto se permita específicamente en las instrucciones del fabricante. Debe prestarse atención a los radios de curvatura mínimos especificados por el fabricante.

8.4.2.18 Las trazas eléctricas calefactoras instaladas en tuberías rectas y horizontales que se coloquen en un solo paso, se deben localizar a 45 grados abajo del diámetro horizontal en cualquier lado de la tubería y accesorios para aumentar al máximo la transferencia de calor y minimizar el ingreso de agua. Las configuraciones rectas con múltiples trazas eléctricas calefactoras deben estar equidistantes alrededor de la circunferencia de la tubería.

8.4.2.19 En tanques y recipientes las placas calefactoras se deben instalar en la parte externa de la pared del equipo, por debajo del nivel más bajo del líquido del tanque o recipiente. Los sensores de temperatura deben localizarse sobre la pared del tanque, debajo del nivel más bajo del líquido del tanque y arriba de las placas calefactoras. El sensor debe ser cubierto con una cinta de aluminio.

8.4.2.20 Para el caso de trazas eléctricas calefactoras en espiral, se debe marcar la ruta en espiral sobre la tubería y el equipo antes de aplicar el cable en forma espiral, empezando en el punto de alimentación eléctrica y manteniendo una ligera tensión en la traza eléctrica calefactora conforme se vaya aplicando. Si, al final de la sección a ser calentada, queda un exceso o faltante del cable de la traza eléctrica calefactora, la marca del espiral sobre el tubo debe acortarse o alargarse para obtener un espiral uniforme de acuerdo con el diseño. En ninguna circunstancia el espacio debe ser menor del mínimo especificado por el fabricante.

8.4.2.21 El sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe identificarse en las tuberías y recipientes conforme al artículo 427 de NOM-001-SEDE-2005. Las señales deben permanecer fijas a la parte externa del aislamiento térmico para visibilidad desde un nivel de piso. La señal debe decir “TRAZADO ELECTRICO” y debe ser espaciado a un máximo de 3 *m* sobre lados opuestos de la tubería.

8.4.2.22 Los materiales para la sujeción de las trazas eléctricas calefactoras tipo MI deben ser alambre de acero inoxidable T-304 de 1**,**6 *mm* de diámetro (calibre 16 AWG) y cintas de fibra poliéster o fibra de vidrio cuando se trate de trazas de polímero. En tramos rectos, la sujeción de la traza a instalar en tuberías debe ser a intervalos no mayores a 30 *cm* y para trazas en espiral no debe exceder 200 *cm*. Se deben aplicar materiales de sujeción adicional en curvas, bridas y otras obstrucciones. Para tanques y recipientes se debe utilizar cinta de aluminio con adhesivo.

8.4.2.23 Donde las trazas eléctricas calefactoras crucen posibles fuentes de fugas, por ejemplo bridas, se deben posicionar de tal forma que se minimice el contacto con la fuga.

8.4.2.24 Se deben tomar precauciones para proteger de daños mecánicos a las trazas eléctricas calefactoras y para evitar peligros al personal antes y después de que sean instaladas y antes de la aplicación del aislante térmico. El aislamiento se debe aplicar tan pronto como sea posible después de la instalación y de las pruebas a las trazas eléctricas calefactoras, se debe instalar también las etiquetas de precaución en el aislamiento térmico. Las trazas deben ser probadas inmediatamente después de ser instalado el aislamiento para certificar que no fueron dañadas por los aisladores.

8.4.3 Equipo de control y monitoreo.

8.4.3.1 Respecto al sensor del controlador de temperatura, éste se debe instalar y posicionar de acuerdo con las instrucciones del fabricante, de modo que la lectura a ser obtenida sea representativa de la temperatura que se desea mantener. El sensor no debe ser expuesto a los rayos directos del sol, situarse en áreas de calor radiante extremo, descargas de calor de proceso u hornos. Se debe asegurar que el sensor funcione en las condiciones de temperatura dentro de la zona de las trazas eléctricas calefactoras y alejado del extremo de una

tubería o del soporte de una tubería. Los sensores de temperatura ambiente se deben situar en la posición de mayor exposición para la instalación.

8.4.3.2 El sensor se debe fijar a la tubería o equipo y protegido para que el aislamiento térmico no se pueda entrampar entre el sensor y la superficie caliente. No se debe dañar las terminales del RTD, o distorsionar el sensor para no causar error de medición.

8.4.3.3 Se debe asegurar que las terminales del RTD emerjan desde el aislamiento térmico de manera que no permita el ingreso de humedad.

8.4.3.4 Para el comisionamiento, el controlador se debe ajustar y recalibrar a la temperatura requerida. Se debe hacer una revisión de las funciones ajustando el valor de temperatura hasta que el controlador proceda a energizar la traza eléctrica calefactora.

8.4.3.5 Los sensores de temperatura se deben identificar mediante una placa de acero inoxidable rotulada y sujetada al mismo que contenga la información del circuito al que corresponde.

8.4.4 Sistema de aislamiento térmico.

8.4.4.1 El aislamiento térmico y su instalación deben cumplir con NRF-034-PEMEX.

8.4.4.2 Para prevenir el daño del cable calefactor, el aislamiento térmico externo debe ser aplicado inmediatamente después de que los cables calefactores hayan sido totalmente instalados, inspeccionados y probados.

8.4.4.3 El aislamiento térmico debe aplicarse a todas las secciones de la tubería y equipo, incluyendo bridas, válvulas, apoyos de la tubería, curvaturas, uniones tipo T, entre otros. Si se instalan juntas de expansión o fuelles en el sistema, se debe tener precaución en su aislamiento térmico de tal manera que no afecte la eficiencia térmica del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

8.4.4.4 Durante la aplicación del aislamiento, debe cuidarse de no dañar la traza eléctrica calefactora. La posición de trazas, sensores de temperatura y otros dispositivos no deben ser alteradas.

8.4.4.5 Todas las penetraciones deben sellarse para prevenir el ingreso de humedad. Siempre que sea posible, las terminaciones frías del cable calefactor y las conexiones montadas en la tubería que penetran el aislamiento térmico deben posicionarse para facilitar la penetración del aislamiento en el segmento más bajo de 180 grados para minimizar la entrada de agua. Cuando las penetraciones estén por arriba de los 180 grados, todas ellas deben ser selladas y se deben proteger contra lluvia para minimizar la entrada de humedad.

8.4.4.6 Los registros para medición de espesores de líneas y equipos deben ubicarse de acuerdo al Anexo 12.4 de esta norma y elaborarse de acuerdo al Anexo 3 de la NRF-212-PEMEX.

8.4.4.7 El aislamiento térmico se debe cortar y fijar para evitar bolsas de aire. Se deben escalonar las juntas de los segmentos en el plano horizontal para minimizar las pérdidas de calor por convección.

8.4.4.8 Se debe usar lámina metálica para cubrir las trazas eléctricas calefactoras en válvulas y otros equipos de forma irregular, con objeto de cuidar el aislamiento térmico que rodea a las trazas eléctricas calefactoras.

8.4.4.9 Se deben colocar etiquetas de identificación en el exterior del revestimiento del aislamiento térmico en tuberías externas para indicar la presencia de trazas eléctricas calefactoras a intervalos que no excedan 3,0 m y

deben también ser colocadas en el revestimiento sobre cada válvula u otro equipo que pudiera requerir mantenimiento periódico.

8.4.5 Placas y etiquetas de identificación.

8.4.5.1 En general, todos los componentes eléctricos principales que conforman el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, instrumentos, dispositivos de control y cajas de conexión deben ser identificadas con placas rotuladas de acuerdo con las descripciones mostradas en los dibujos del fabricante.

8.4.5.2 Las placas de identificación deben ser de acero inoxidable o de material resistente a la corrosión, con letras o números de 5 *mm* grabados en bajo relieve y en idioma español.

8.4.5.3 Todas las placas rotuladas deben sujetarse permanentemente con tortillería de acero inoxidable. La forma de sujeción de las placas no debe comprometer la clasificación de áreas requerida para los gabinetes de los equipos.

8.4.5.4 Todos los circuitos de alimentación eléctrica y todos los circuitos de RTD deben ser identificados con etiquetas de acero inoxidable sujetas con alambre de acero inoxidable. Las etiquetas deben fijarse en cada caja de conexiones y en cada caja para RTD. Se deben utilizar etiquetas de identificación adicionales para cada circuito que entre a las cajas o gabinetes.

8.4.5.5 Las etiquetas para los circuitos de alimentación eléctrica deben incluir número de parte, número de circuito, tensión y potencia de la traza eléctrica calefactora.

8.4.5.6 Para circuitos de RTD las etiquetas deben incluir número de parte y número de circuito.

8.4.5.7 Para cables calefactores de aislamiento mineral, las etiquetas deben cumplir con el numeral 8.2.1.7 de esta NRF.

8.5 Inspección y pruebas.

8.5.1 Generalidades.

8.5.1.1 El fabricante debe confirmar al proveedor o contratista y a PEMEX el programa con los eventos principales de la fabricación. PEMEX se reserva el derecho de asistir a las pruebas. Todo el equipo de pruebas requerido debe ser proporcionado por el fabricante/proveedor o contratista.

8.5.1.2 PEMEX se reserva el derecho de inspeccionar cualquier maquinaria, material o mano de obra suministrada o usada por el fabricante/proveedor o contratista, en el proceso de manufactura de los componentes del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

8.5.1.3 El fabricante debe presentar la documentación que acredite el resultado de las pruebas. Esta documentación debe ser entregada al proveedor o contratista y a PEMEX, y es requisito indispensable para la formalización de la recepción del equipo.

8.5.1.4 El fabricante del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe suministrar copia de las pruebas para cada uno de los tableros de distribución de fuerza y control incluyendo los dispositivos de medición, protección y control una vez ensamblado el equipo.

8.5.1.5 La aprobación por parte PEMEX de las pruebas de fábrica y en campo, no libera al fabricante/proveedor o contratista, de su responsabilidad por el buen funcionamiento y cumplimiento de las especificaciones de los componentes del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

8.5.1.6 Informe de conformidad formato FI-001 Anexo A de la NRF-049-PEMEX

8.5.1.7 PEMEX rechazará los equipos o material del fabricante/proveedor o contratista que estén defectuosos o inadecuados para el uso y objeto requerido, o no cumplan con los requerimientos de esta NRF.

8.5.2 Pruebas en fábrica.

8.5.2.1 El equipo y material del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe ser inspeccionado y probado por el fabricante durante su proceso de fabricación y empaque, permitiendo la inspección a personal del proveedor o contratista y de PEMEX; así mismo, el fabricante debe entregar al proveedor o contratista y a PEMEX, los registros de pruebas e inspecciones, incluyendo las pruebas de laboratorio y los certificados.

8.5.2.2 PEMEX rechazará los equipos o materiales del fabricante/proveedor o contratista, que estén defectuosos o inadecuados para el uso y objeto requerido, o no cumplan con los requerimientos establecidos en esta NRF.

8.5.2.3 Se deben realizar las pruebas de rutina según el protocolo de pruebas en fábrica con el cual el fabricante fue certificado para este tipo de sistema.

8.5.3 Pruebas en campo.

8.5.3.1 Una vez terminada la instalación de todos los componentes del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, se deben realizar las pruebas de funcionamiento para el sistema completo y para todos los componentes principales, incluyendo tableros de fuerza y control, cables calefactores; así como los dispositivos de medición, protección y control.

8.5.3.2 Las trazas eléctricas calefactoras deben someterse a pruebas de resistencia de aislamiento y continuidad utilizando los requerimientos de prueba de IEC 60079-30-2 o equivalente y de acuerdo a lo siguiente:

a) La prueba de resistencia de aislamiento se debe llevar a cabo con un megóhmetro y se debe medir entre el conductor y la cubierta metálica, o la cinta o trenza metálica conductora, mediante la aplicación de una tensión de 1,000 *V*c.c. para cables calefactores con aislamiento mineral, y 2,500 *V*c.c. para aislamiento de polímero. Antes de la instalación del cable calefactor, la resistencia de aislamiento no debe ser menor de 20 megaohms, de acuerdo al numeral 8.3.4 de IEC 60079-30-2 o equivalente.

b) La prueba debe realizarse antes de la instalación del cable calefactor, después de la instalación del cable con los accesorios del circuito incluido, pero antes de la instalación del aislamiento térmico y después de la instalación del aislamiento térmico, pero antes de su conexión a la instalación eléctrica.

c) Antes de la instalación del aislamiento térmico e independientemente de la longitud del circuito, la resistencia de aislamiento no debe ser menor de 20 megaohms después de 60 segundos, con tensión de

prueba de 1,000 *V*c.c., bajo condiciones secas normales y antes de la conexión del calefactor a la instalación eléctrica asociada o equipo de control, de acuerdo al numeral 8.3.4 de IEC 60079-30-2 o equivalente. Después de la aplicación del aislamiento térmico, el valor medido no debe ser menor a 5 megaohms.

d) Después de que el aislamiento térmico está completo, la resistencia de aislamiento del circuito completo no debe ser menor de 5 megaohms, medidos a 1,000 *V*c.c., de acuerdo al numeral 8.5.5 de IEC 60079-30-2-2007 o equivalente.

e) Se debe probar la operación de cada dispositivo de protección de falla a tierra de cada circuito calefactor antes de la conexión al sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

f) El fabricante/proveedor o contratista debe entregar un reporte final por escrito a PEMEX indicando los valores obtenidos en las pruebas de resistencia de aislamiento para cada cable calefactor, valores de tensión eléctrica aplicada y la corriente resultante, así como valores de ajuste de los controladores de temperatura.

g) Al contar con toda la instalación completa de la tubería, equipo, aislamiento, y del sistema de trazado eléctrico, Se debe realizar una prueba de comportamiento del sistema completo en cuanto a cumplimiento de los parámetros de temperatura y control del sistema.

8.6 Almacenamiento y transporte.

8.6.1 El equipo y componentes del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas deben ser empacados conforme a la especificación técnica de PEMEX P.1.0000.09, de modo que no sufran daños durante el transporte y su almacenamiento.

8.6.2 El equipo o material que sufra daño durante el transporte, instalación, pruebas y puesta en operación, debe ser repuesto por el fabricante/proveedor o contratista sin cargo alguno para PEMEX dentro del tiempo de programa de ejecución del proyecto.

8.6.3 El empaque debe ser adecuado para intemperie, cualquier elemento que no esté diseñado para almacenamiento a la intemperie se debe empacar por separado y marcar “ALMACENAR EN INTERIOR”. Se debe tener en el exterior del empaque una lista del contenido de partes e instrucciones de almacenamiento, en bolsas impermeables o impresas en etiquetas impermeables.

8.6.4 Toda la madera usada para empaque debe estar libre de insectos, no se acepta el uso de paja o aserrín en los empaques.

8.6.5 Todo el equipo se debe empacar seco y libre de polvo e identificar fácilmente indicando con letra visible, al menos, la siguiente información:

a) Número de requisición, pedido y partida.

b) Número de proyecto, planta, clave del equipo.

c) Nombre del fabricante/proveedor o contratista.

d) Fecha.

e) Peso en *kg*.

f) País de origen.

g) Indicación de puntos de izaje.

8.7 Documentación.

8.7.1 Información requerida para el suministro del diseño del sistema de trazado.

8.7.1.1 Se debe contar con la siguiente documentación, referente a la planta y equipo relacionado con el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas:

a) Hoja de datos del Anexo 12.2 de esta NRF.

b) Planos de clasificación de áreas peligrosas

c) Planos del arreglo de equipo eléctrico en cuartos de control eléctrico.

d) Producto que contiene la tubería o recipiente.

e) Material de la tubería o recipiente.

f) Diámetro, longitud y espesor de la tubería o dimensiones del recipiente, si es vertical, horizontal, con soportes o soportado en la cimentación.

g) Isométricos conteniendo accesorios de las tuberías (válvulas, bridas, soportes, bombas, entre otras).

h) Tipo y espesor del aislamiento térmico.

i) Temperaturas siguientes:

i1) De mantenimiento.

i2) De operación del proceso.

i3) Máxima que soporta el producto.

i4) Máxima a la que puede estar expuesta la traza eléctrica calefactora.

i5) De ignición del producto o número de identificación T, de acuerdo con el artículo 500 de NOM-001-SEDE.

j) Si la tubería es barrida o limpiada con vapor o aire a presión.

8.7.2 Documentación a entregar por el fabricante/proveedor o contratista.

8.7.2.1 Con la propuesta técnica en fase de Licitación.

a) Requerimientos de energía eléctrica, para proporcionar el servicio objeto de esta NRF.

b) Información técnica de todos los componentes del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas a suministrar.

c) Lista de partes de repuesto para dos años de operación y de herramientas especiales para mantenimiento.

d) Listado de las pruebas a ejecutar en el sistema instalado antes de su puesta en servicio (no menores a lo solicitado en esta norma).

8.7.2.2 Después de la colocación de la orden de compra.

8.7.2.2.1 El fabricante/proveedor o contratista debe proporcionar en idioma español (4) copias en papel y (3) en archivo electrónico disco (CD), de cada dibujo y diagrama final de construcción, así como de los instructivos para el montaje, operación y mantenimiento de todos los equipos que conforman el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas. La información se debe elaborar con programas “software” compatible o exportable, de diseño asistido por computadora (CAD) y Office para Windows, con la siguiente información:

a) Planos de diagramas completos de fuerza y control donde se muestren las conexiones eléctricas de todos los componentes eléctricos y la instrumentación para cada tablero de fuerza y control.

b) Planos eléctricos de clasificación de áreas peligrosas, apegándose a lo establecido en el numeral 8.1.3.5 de NRF-048-PEMEX-2007.

c) Dibujos isométricos del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas para cada línea, detallados para la instalación y verificación del sistema calefactor. Cada circuito calefactor debe representarse en dibujo isométrico indicando localización, configuración física e información correspondiente al sistema de tuberías y al cable calefactor.

Los dibujos de equipo y/o isométricos deben incluir como mínimo la siguiente información:

c1) Identificación del equipo y/o la tubería y su localización.

c2) Tamaño del equipo y/o de la tubería, longitud y material.

c3) Número de circuito.

c4) Tipo de cable calefactor.

c5) Longitud adicional de cable a instalarse en válvulas, soportes o equipos.

c6) Localización de la caja de conexión eléctrica, sensor de temperatura y terminación de cada circuito.

c7) Tensión de operación.

c8) Corriente de operación y de arranque.

c9) Total de watts suministrados.

c10) Watts suministrados por unidad de longitud.

c11) Tipo y espesor del aislamiento.

c12) Temperatura de mantenimiento.

c13) Máxima temperatura de proceso.

c14) Mínima temperatura ambiental y velocidad del viento.

c15) Pérdida de calor por unidad de longitud.

c16) Clasificación del área.

d) Los planos aprobados deben tener indicado el número de revisión, los dibujos finales certificados deben ser sellados y firmados por el fabricante. Los dibujos se deben elaborar utilizando el sistema general de unidades de medida de NOM-008-SCFI. Se acepta usar dimensiones en el sistema inglés (en partes que le convengan al fabricante) solo que estén indicadas entre paréntesis, después de cada dimensión métrica.

e) Todos los elementos del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, deben estar identificados con número de parte, para identificación en caso de sustitución.

f) El fabricante/proveedor o contratista debe entregar manuales e instructivos de todos los dispositivos o accesorios del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, incluyendo los que obtenga de otros proveedores y deben enviarse junto con el embarque del equipo.

g) Memoria de cálculos para la selección de las trazas eléctricas calefactoras, como resultado del uso de un programa de cálculo apropiado para sistemas de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

h) Reportes de protocolo de pruebas de rutina en fábrica.

i) Pesos y secciones de embarque.

j) Espacios para instalación, operación y mantenimiento.

k) Instructivos de instalación de las trazas eléctricas calefactoras y sus componentes, conforme a lo especificado en la sección 6.3 de IEC 60079-30-1 o equivalente.

l) Manuales e instructivos de operación y mantenimiento de los equipos.

m) Lista de partes de repuesto y de herramientas especiales para mantenimiento.

8.8 Entrega del sistema.

8.8.1 El sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas y sus componentes del sistema deben entregarse operando satisfactoriamente. El fabricante/proveedor o contratista debe proporcionar el mantenimiento requerido antes y hasta la fecha de aceptación de las obras por PEMEX.

8.9 Accesorios y herramientas.

8.9.1 El alcance de suministro del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe incluir un juego completo de accesorios y herramientas para instalación y mantenimiento del sistema completo.

8.10 Partes de repuesto.

8.10.1 En caso de requerirse partes de repuesto para operar y mantener el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas antes de la fecha de aceptación de las obras por PEMEX, éstas deben estar incluidas en el alcance de suministro.

8.10.2 Se debe proporcionar Anexo a la cotización, una lista de partes de repuesto recomendadas para dos (2) años de operación.

8.11 Garantía.

8.11.1 El fabricante/proveedor o contratista que suministre el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe garantizar que todos los componentes del sistema son nuevos, libres de defectos al momento de las pruebas y arranque del sistema y que éste se comportará de acuerdo con los requerimientos y especificaciones del sistema.

8.11.2 Para todos y cada uno de los cables suministrados, el fabricante de las trazas eléctricas calefactoras debe proporcionar una garantía contra defectos de fabricación. El fabricante/proveedor o contratista del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe garantizar cualquier componente del sistema por un periodo de un año a partir de la puesta en servicio o de dieciocho (18) meses a partir de la fecha de entrega a PEMEX.

8.11.3 El fabricante/proveedor o contratista del sistema debe garantizar, a partir del suministro del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, la existencia de partes de repuesto en el mercado por un periodo mínimo de 10 años.

8.12 Capacitación.

8.12.1 El alcance de suministro del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe incluir cursos de capacitación que se deben impartir en el lugar de la instalación de dicho sistema, tales cursos deben cumplir con lo indicado en las bases de licitación y deben abarcar los siguientes aspectos:

a) Configuración del sistema.

b) Descripción de la operación.

c) Requerimientos para mantenimiento preventivo y correctivo.

d) Fallas más frecuentes del sistema y formas de corregirlas.

8.13 Cuestionario técnico.

8.13.1 Los datos e información técnica que suministre el fabricante/proveedor o contratista licitante, serán utilizados en el procedimiento de evaluación y dictamen técnico durante el proceso de contratación. Se debe contestar completamente el cuestionario técnico del Anexo 12.3 de esta NRF.

8.13.2 Para propósitos de evaluación, se debe indicar los valores específicos o parámetros solicitados, no se aceptan respuestas como “SI” o “CUMPLE”.

9. RESPONSABILIDADES.

9.1 Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

9.1.1 Verificar el cumplimiento de esta NRF, en la adquisición, diseño, fabricación, marcado de trazas, instalación, inspección, pruebas, almacenamiento, transporte y documentación, del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

9.2 Fabricante/Proveedor o contratista.

9.2.1 Cumplir con los requerimientos especificados en esta NRF.

9.2.2 Suministrar las herramientas y los accesorios especiales que sean necesarios para instalar, operar y mantener el sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

9.2.3 Proporcionar memoria de cálculos de la capacidad de los componentes principales del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas, como transformadores de distribución, tableros de fuerza y control, circuitos, entre otros, considerando los requisitos técnicos y las condiciones ambientales descritas en esta NRF.

9.2.4 Entregar los informes con los resultados de las pruebas en fábrica y en sitio.

10. CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS O INTERNACIONALES.

Esta NRF concuerda parcialmente con las normas internacionales IEC 60079-30-1:2007 o equivalente, en lo que se refiere a “Requisitos Generales” y “Marcado” e IEC 60079-30-2:2007 o equivalente, en lo que se refiere a “Diseño del Sistema”, “Control y Monitoreo” y “Recomendaciones para instalación”; así mismo, esta norma de referencia no tiene concordancia con normas mexicanas.

11. BIBLIOGRAFÍA.

11.1 Especificación PEMEX GNT-SSNP-E005-2005. Sistema de trazado eléctrico, Revisión 0, PEMEX-DCIDP, Noviembre 2005.

11.2 Especificación PEMEX P.1.0000.09. Embalaje y marcado de equipos y materiales, Primera Edición, PEP, Febrero 2005.

11.3 IEEE 515:2004. IEEE Standard for the testing, design, installation, and maintenance of electrical resistance heat tracing for industrial applications (Estándar para pruebas, diseño, instalación y mantenimiento de trazas calefactoras de resistencia eléctrica para instalaciones industriales).

11.4 NEMA 250:2003. Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum) (Gabinetes para equipo eléctrico (1000 Volts máximo)).

11.5 NEMA ICS 4:2005. Terminal Blocks (Bloques Terminales).

11.6 UL 508A:2007. Standard for safety industrial control panels (Estándar para seguridad de tableros de control industrial).

11.7 NOM-009-ENER-1995. Eficiencia energética en aislamientos térmicos.

11.8 NRF-143-PEMEX-2006. Transformadores de distribución.

11.9 NRF-196-PEMEX-2008. Cargador y banco de baterías.

11.20 DG-GPASI-00204-R6-1998. Procedimiento para el Registro, análisis y programación de la medición preventiva de espesores.

.

12. ANEXOS.

Anexo 12.1 Presentación de documentos normativos equivalentes.

Anexo 12.2 Hoja de datos del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

Anexo 12.3 Cuestionario técnico del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

12.1 Presentación de documentos normativos equivalentes.

Sí el fabricante/proveedor o contratista considera que un documento normativo es equivalente al documento normativo (norma, código, especificación o estándar extranjero) indicado en ésta norma de referencia debe solicitar por escrito a Pemex la revisión, para en su caso otorgue autorización, del supuesto documento equivalente, anexando los antecedentes y argumentación en forma comparativa, concepto por concepto, demostrando que como mínimo se cumplen los requisitos de la norma, código, especificación o estándar en cuestión. Pemex resolverá por escrito a dicha solicitud, indicando si es o no autorizado para utilizarse como documento normativo equivalente.

Los documentos señalados en el párrafo anterior si no son de origen mexicano, deben estar legalizados ante Cónsul Mexicano o cuando resulte aplicable, apostillados de conformidad con el “Decreto de promulgación de la Convención por la que se Suprime el Requisito de Legalización de los Documentos Públicos Extranjeros” publicado en el Diario Oficial de la Federación del 14 de agosto de 1995. Los documentos que se presenten en un idioma distinto al Español deben acompañarse con su traducción a dicho idioma Español, hecha por un perito traductor, considerando la conversión de unidades conforme a la NOM-008-SCFI.

En caso que Pemex no autorice el uso del documento normativo equivalente propuesto, el fabricante/proveedor o contratista está obligado a cumplir con la normatividad establecida en esta norma de referencia.

12.2 Hoja de datos del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

No de Proyecto:	**Lugar:**	**Planta:**	**Área:**
El sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe cumplir con todos los requerimientos de esta NRF, con las características particulares requeridas para este proyecto, indicadas en esta hoja de datos. Pemex debe incluir como información para la cotización de este sistema, la información del área de proceso, mecánica tuberías y eléctrica indicados en 8.7.1 de esta NRF.			
Tipo de obra:	Nueva ( )		Ampliación ( )
Ubicación de tablero (s) de fuerza y control:			
Interior ( ) En cuarto eléctrico, Nombre y Clave: _____,Gabinete tipo 1			
Exterior ( ) En área de _____	Gabinete Nema 4X ( )		Gabinete Clase I, Div. 2 ( )
Condiciones ambientales:			

Seleccionar:	**Tipo de clima**	**Descripción**
( )	Ambiente seco con gases derivados del azufre y otros.	
( )	Ambiente húmedo con salinidad y gases derivados del azufre y otros.	En Complejos Petroquímicos, Refinerías y Zonas hasta 10 kilómetros a su alrededor, con condiciones de salinidad y gases ácidos.
( )	Ambiente marino con salinidad y gases derivados del azufre y otros.	En instalaciones que se encuentran sobre la superficie del mar, tales como las estructuras, equipos y tanques de almacenamiento de las plataformas marinas y Complejos Petroquímicos, Refinerías y zonas cercanas al mar hasta 10 kilómetros a su alrededor.

Bulbo seco / Bulbo húmedo:				
Temperatura máxima:	°C / °C	Humedad relativa:	Verano:	%
Temperatura mínima:	°C / °C	Invierno:		%
Temperatura promedio:	°C / °C	Altitud de operación (*m* s.n.m):		
Velocidad del viento, *km/h*:				
Control de temperatura y alarmas:				
Tipo de sensores de temperatura:	RTD ( )	Termostato ( )	Otro ( )	
Alarmas y monitoreo:	Por circuito ( )		Por bloque de energía ( )	
Redundancia en equipo:	No ( )		Sí ( ) Describir: _____	
Necesidades del proceso (De acuerdo al numeral 8.1.2.1 de esta NRF):				
Proceso Tipo I ( )	Proceso Tipo II ( )	Proceso Tipo III ( )	Combinada ( )	
Preservación de temperatura (De acuerdo al numeral 8.1.2.2 de esta NRF):				
Diseño estabilizado ( )			Diseño Controlado ( )	
Computadora personal (PC) para enlace con el sistema de control de la planta, con puerto de comunicación RS-485:			Sí ( ); No ( ) Describir características: _____	

Información del proceso para el diseño del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas:	
Producto que contiene la tubería, recipiente o equipo:	Indicar
Material de la tubería, recipiente o equipo:	Indicar
Si la tubería la barren o limpian con vapor o aire:	Indicar presión

Datos de la tubería, recipiente o equipo (diámetro, longitud, espesor, entre otras):	Indicar
Tipo y espesor del aislamiento térmico (si ya se tiene):	Indicar
Cantidad de válvulas, bridas, soportes, bombas y otros accesorios de las tuberías:	Indicar
Temperaturas en °*C*:	De mantenimiento: _____
	De operación del proceso: _____
	Máxima de exposición continua: _____
	Máxima que soporta el producto: _____
Otro (Describir):	
Tipo de cable para fuerza y control para interior y/o exterior:	
Cable de cobre monoconductor o multiconductor 600 *V*, aislamiento tipo THW-LS /THHW-LS 90°C/75 °C (ambiente seco/húmedo) de baja emisión de humos.	( )
Cable de cobre monoconductor o multiconductor 600 *V*, aislamiento tipo THHN-THWN 90 °C/75 °*C* (ambiente seco/húmedo o en aceite).	( )
Cable de cobre monoconductor o multiconductor 600 *V*, aislamiento tipo Etileno propileno EP y cubierta exterior tipo RHH-RHW 90 °*C*/75 °*C* (ambiente seco/ húmedo).	( )
Tensión disponible para la operación de la traza eléctrica.	Indicar
Otro (Describir):	
Canalización por medio de:	
Tubo conduit visible: ( )	Soporte para cables tipo charola: ( ) Otra: ( ) Indicar: _____
El sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas debe cumplir con los requerimientos de la NRF-248-PEMEX-2009.	
Accesorios o requerimientos adicionales:	

Elaboró:		**Revisó:**		**Aprobó:**		**Fecha:**	

12.3 Cuestionario técnico del sistema de calentamiento por medio de trazas eléctricas.

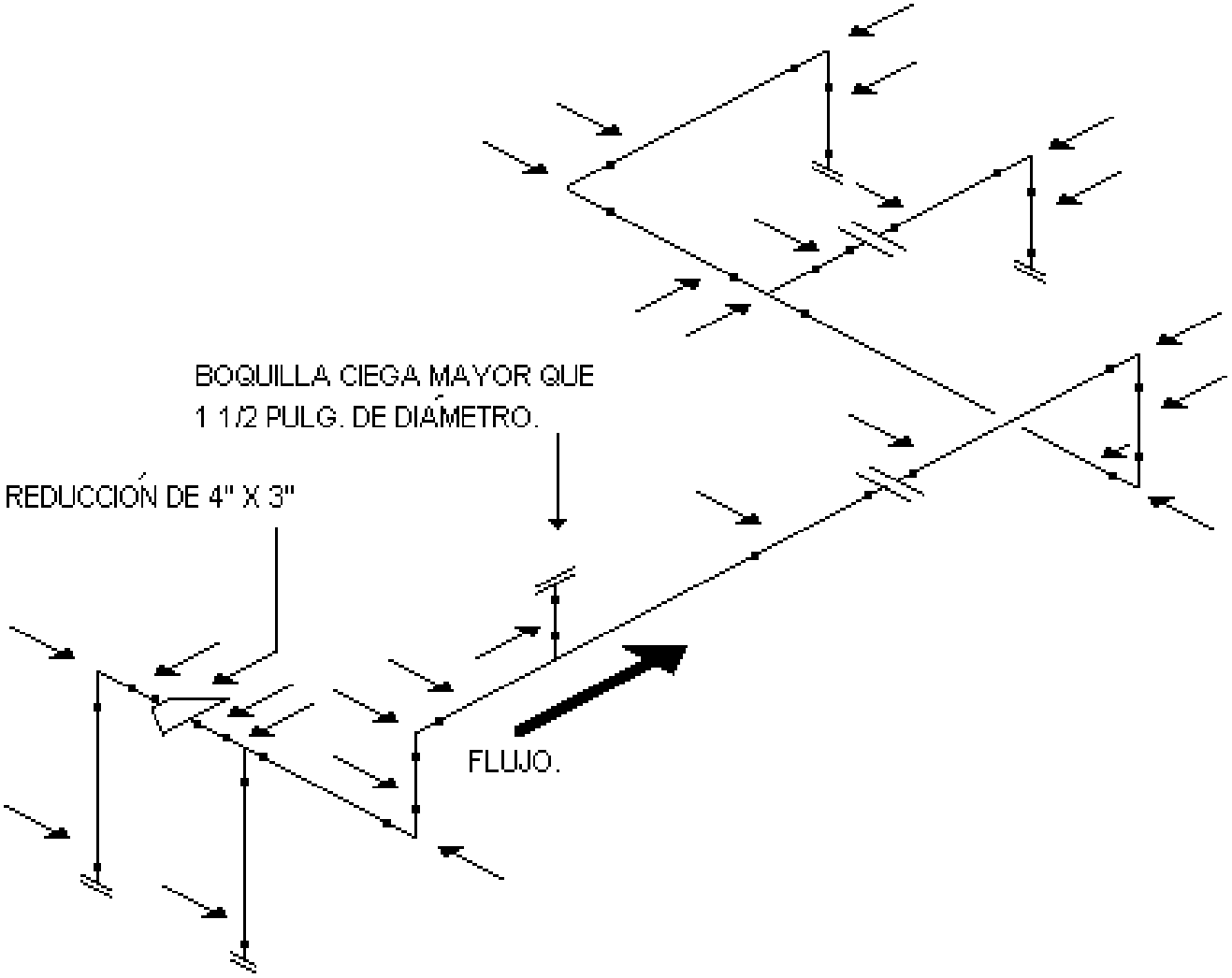
DESCRIPCION	REQUERIDO	COTIZADO
DATOS GENERALES		
No de Proyecto:	Indicar	
Lugar:	Indicar	
Planta:	Indicar	
Área:	Indicar	
Tipo de obra:	Indicar, Nueva o Ampliación.	
Cumple con:	NRF-248-PEMEX-2008.	
Nivel de ruido de equipo:	65 decibeles máximo a 1 metro.	
Sistema completo:	Incluye diseño, suministro, instalación, pruebas y puesta en operación de transformadores, interruptores termomagnéticos de transformadores de distribución, tableros de fuerza y control, cables calefactores, controles electrónicos, terminales, cable de fuerza y control, sensores de temperatura, canalización y accesorios para fuerza y control, instrumentación.	
Documentación a entregar con la propuesta técnica:	Indicar según el numeral 8.7.2.1 de esta NRF.	
CONDICIONES AMBIENTALES		
Tipo de ambiente:	( ) Ambiente seco. ( ) Ambiente húmedo con salinidad y gases derivados del azufre y otros. ( ) Ambiente marino.	
Temperatura máxima *°C*:	Indicar	
Temperatura mínima. *°C* :	Indicar	
Temperatura promedio *°C*:	Indicar	
Humedad relativa: Verano	Indicar	
Humedad relativa: Invierno	Indicar	
Altitud de operación *m* snm:	Indicar	
Velocidad del viento *km/h*:	Indicar	
CONTROL DE TEMPERATURA Y ALARMAS		
Tipo de sensores de temperatura:	Indicar	
Alarmas y monitoreo:	Indicar por circuito o bloque de energía.	
Redundancia en equipo:	Indicar	
COMPUTADORA PERSONAL (PC) para enlace con el sistema de control de la planta, con puerto de comunicación RS-485:	Indicar, describir características	
CABLE Y CANALIZACIÓN		
Tipo de cable para fuerza y control para interior:	-Cable de cobre monoconductor o multiconductor 600 *V*, aislamiento tipo THW-LS /THHW-LS 90 *°C*/75 *°C* (ambiente seco/húmedo) de baja emisión de humos, u	

	otro. -Otro (Indicar).	
Tipo de cable para fuerza y control para exterior:	-Cable de cobre monoconductor o multiconductor 600 *V*, aislamiento tipo Etileno propileno EP y cubierta exterior tipo RHH-RHW 90 °*C*/75 °*C* (ambiente seco/ húmedo). -Cable de cobre monoconductor o multiconductor 600 *V*, aislamiento tipo THHN-THWN 90 °*C*/75 °*C* (ambiente seco/húmedo o en aceite). -Otro (Indicar).	
Tipo de cable para RTD's:	THW-LS 75/90 °*C*, 600 *V* tipo D, con blindaje de cinta aluminizada más dren de cobre estañado y cubierta exterior termoplástico de PVC, con características de baja emisión de humos y retardante de flama.	
Canalización por medio de:	-Indicar, tubo conduit visible, soporte para cables tipo charola. -Otro (Indicar).	
CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS		
	Equipo e Instrumentos de acuerdo a clasificación de áreas.	
	Canalización, cajas de conexiones y accesorios para canalización: De acuerdo con la clasificación de áreas peligrosas.	
Redundancia en equipo:	Indicar.	
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN		
Tensión de alimentación a transformadores:	480 *V*c.a. ±10%. 3 fases, 3 hilos. 60 *Hz* ±5%.	
Tipo de transformadores:	Seco barniz impregnado.	
Aislamiento:	Aislamiento 220 *ºC*. Clase H, 115 *ºC*. Elevación de temperatura sobre ambiente máxima 40 *ºC*.	
Capacidad nominal en *kVA:*	Indicar	
Relación de transformación:	Indicar	
Capacidad interruptor termomagnético lado primario (si se requiere):	Indicar	
Capacidad interruptor termomagnético lado secundario:	Indicar	
Conexión de neutro de transformador:	Sólidamente a tierra.	
Caída de tensión máxima del cable alimentador al transformador:	2%	
Caída de tensión máxima del cable desde transformador hasta el punto mas alejado del circuito derivado:	3%	
Instalación transformador:	En interior.	
Tipo de zapatas:	Compresión barril largo.	
Calibre para puesta a tierra del gabinete:	Cable tamaño 33,62 mm^2 (2 AWG**).**	
TABLERO DE FUERZA Y CONTROL		
Ubicación de gabinete:	-Indicar, Interior en cuarto eléctrico (Indicar Nombre y Clave), Gabinete tipo 1, o -Exterior en área de (Indicar Nombre y Clave), apropiado para intemperie, Nema 3R, en Gabinete tipo 4x o Clase I División 2.	

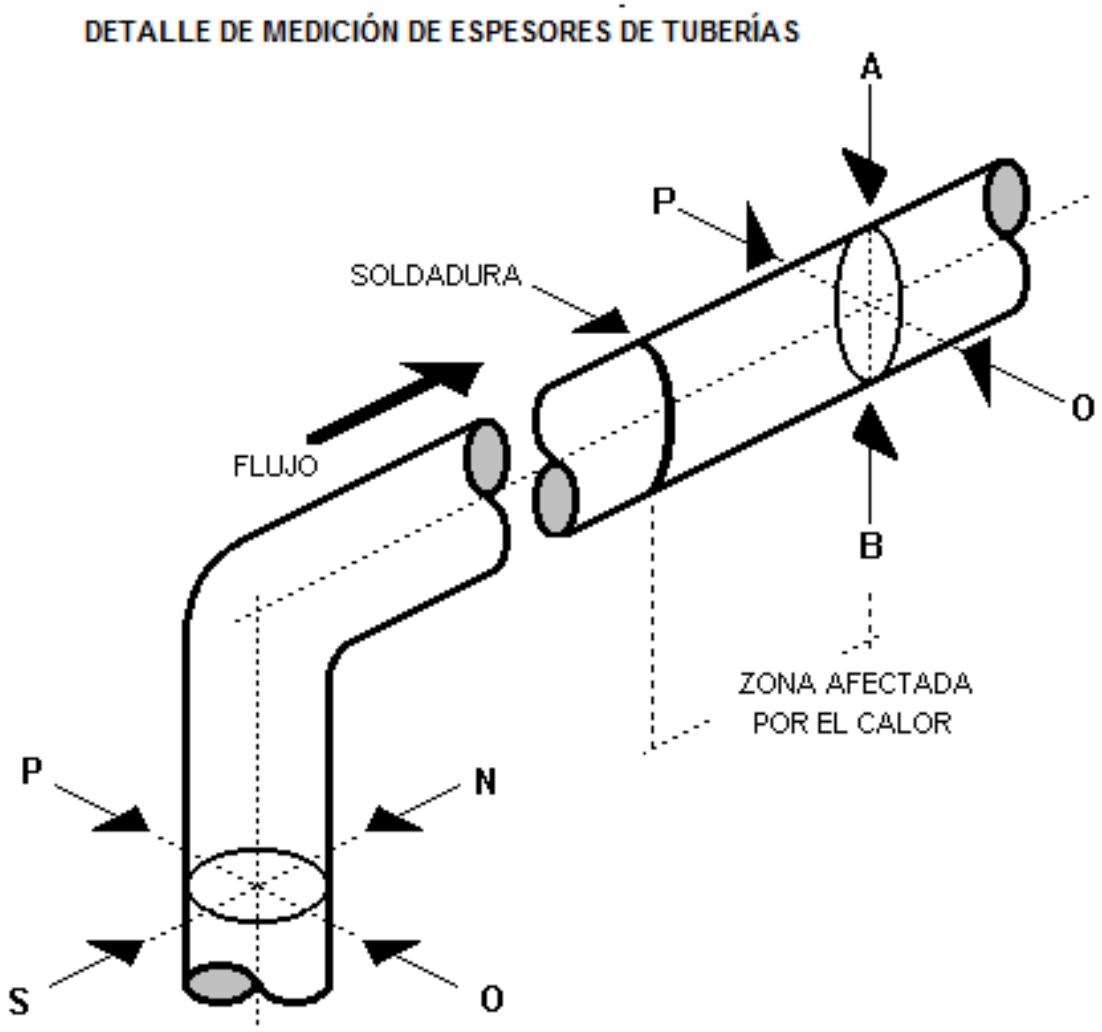
Tipo de acabado para servicio interior:	De acuerdo a NRF-053-PEMEX, ambiente 3, sistema 2(húmedo con salinidad y gases derivados del azufre y otros). Color verde PEMEX 628 (Pantone Matching System PMS-577).	
Interruptor principal termomagnético:	Indicar amperes de disparo, de marco y capacidad interruptiva.	
Tablero de distribución multicircuito:	De acuerdo a numeral 8.2	
Elementos de control:	De acuerdo al numeral 8.1.7	
Control de temperatura y alarmas:	De acuerdo al numeral 8.1.7	
Alarmas de módulo de control:	De acuerdo al numeral 8.1.7.5	
Auto prueba:	Programable localmente.	
Puertos de comunicación:	RS-485.	
Protocolo de comunicación:	Indicar: Modbus, Ethernet u otro.	
Control de circuito calefactor derivado:	A base de controlador electrónico por RTD sobre la pared de la tubería o equipo, por termostato u otro tipo de sensor.	
Canalización:	Independiente para señales de fuerza y sensores de.	
Cable de tierra:	Aislamiento color verde por tubo conduit.	
Software y PC para control y monitoreo de cada circuito:	Indicar características.	
CABLES CALEFACTORES		
Tipo:	Descripción del cable.	
Tensión de operación del cable:	Indicar	
Longitud total del cable:	Indicar	
Requerimientos de instrumentación:	-Hasta 4 trazas de instrumentos por circuito. -Calefactor para transmisores de flujo y presión.	
INSTALACIÓN		
Las características que indique el fabricante		
ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS	Indicar	
PARTES DE REPUESTO	Indicar	
PRUEBAS E INSPECCIÓN	Indicar	
INFORMACIÓN TÉCNICA	Indicar	
EMPAQUE Y EMBARQUE	Indicar	
GARANTÍA	Indicar	
CAPACITACIÓN	Indicar	
ENTREGA DEL SISTEMA	Indicar	
NOTAS ACLARATORIAS O DESVIACIONES	Indicar	

12.4 Ubicación recomendada de registros para medición de espesores en tuberías

Dibujo No. 1



Dibujo No. 2



Nota:

1.-Todos los componentes de una línea, deben tener marcados sus niveles de medición de espesores con objeto de contar con datos de todas las piezas.

2.-Documento fuente para la figura 1 y 2 es la DG-GPASI-00204-R6-1998