

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD



AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

SEPTIEMBRE 1999
REVISA Y SUSTITUYE A LA
EDICIÓN DE JUNIO 1994

MÉXICO

P R E F A C I O

Esta **especificación** ha sido elaborada de acuerdo con las Bases Generales para la Normalización en CFE. La propuesta de revisión fue preparada por la **Coordinación de Proyectos Termoeléctricos**.

Revisaron y aprobaron la presente **especificación** las áreas siguientes:

COORDINACIÓN DE PROYECTOSTERMOELÉCTRICOS

GERENCIA DE ABASTECIMIENTOS

GERENCIA DE LAPEM

El presente documento normalizado entra en vigor a partir de la fecha abajo indicada y será actualizado y revisado tomando como base las observaciones que se deriven de la aplicación del mismo. Dichas observaciones deben enviarse a la Gerencia de **LAPEM**, cuyo Departamento de Normalización coordinará la revisión.

Esta **especificación** revisa y sustituye a la edición de junio de 1994, ya todos los documentos normalizados de CFE relacionados con aislamiento térmico que se hayan publicado.

AUTORIZÓ:

DR. RAÚL FUENTES SAMANIEGO
SUBDIRECTOR TÉCNICO

NOTA: Entra en vigor a partir de: 1201

CONTENIDO

1	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN _____	1
2	NORMAS QUE SE APLICAN _____	1
3	ALCANCE DEL SUMINISTRO _____	1
3.1	Suministro Incluido _____	1
3.2	Suministro No Incluido _____	2
4	CARACTERÍSTICAS GENERALES _____	2
4.1	Condiciones de Diseño _____	2
4.2	Materiales de Aislamiento para Tubería, Accesorios y Equipos _____	5
5	CONTROL DE CALIDAD _____	19
5.1	Inspección y Pruebas _____	19
5.2	Códigos y Normas _____	19
6	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES _____	20
7	INFORMACIÓN REQUERIDA _____	20
7.1	En la Propuesta _____	20
7.2	Después de la Firma del Contrato _____	20
8	BASES DE EVALUACIÓN Y PENALIZACIÓN _____	21
8.1	Bases de Evaluación _____	21
8.2	Penalizaciones _____	21
8.3	Condición de Compra _____	22
9	CUESTIONARIO _____	23
9.1	Experiencia _____	23
9.2	Garantías y Características _____	23
9.3	Resumen de Materiales de Aislamiento y Accesorios para Sujeción y Acabado _____	23
9.4	Precios _____	31
9.5	Anexos de la Propuesta _____	56
9.6	Responsabilidades _____	57
10	BIBLIOGRAFÍA _____	58

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Establecer las características y requisitos de compra que deben cumplir los materiales termoaislantes, elementos de sujeción y acabado que se adquieran para instalarse en centrales termoeléctricas propiedad de Comisión.

2 NORMAS QUE SE APLICAN

CFE L0000-11-1988	Empaque, Embarque, Recepción, Manejo y Almacenamiento de Bienes Adquiridos por CFE.
CFE L0000-31-1993	Requisitos de Aseguramiento de Calidad para Proveedores de Bienes y Servicios.
NOM-008-SCFI-1993	Sistema General de Unidades de Medida.
NOM-009-ENER-1995	Eficiencia Energética en Aislamiento Térmico Industrial.

NOTA: En caso de que los documentos anteriores sean revisados o modificados, debe tomarse en cuenta la edición en vigor o la última edición en la fecha de apertura de las propuestas de la licitación, salvo que la Comisión indique otra cosa.

3 ALCANCE DEL SUMINISTRO

El proveedor debe suministrar todo el material termoaislante, materiales de sujeción y el enchaquetado de aluminio necesarios, a fin de llevar a cabo una instalación completa y terminada de acuerdo a lo indicado en el inciso 3.1.

Para la tubería de alta y baja presión el proveedor debe suministrar el material termoaislante y el acabado metálico de aluminio de acuerdo con la información establecida en esta especificación.

La tubería incluye válvulas, bridas, accesorios y equipo que deben ser aislados y protegidos de acuerdo a los intervalos de temperatura indicados en esta especificación.

3.1 Suministro Incluido

El alcance del suministro es descriptivo pero no limitativo, a lo siguiente:

- a) Sistema termoaislante para la tubería de alta y baja presión.
- b) Sistema termoaislante para la tubería enterrada.
- c) Sistema termoaislante para equipos.
- d) Todos los materiales, accesorios de sujeción y acabado necesarios para el sistema termoaislante.
- e) Sistema termoaislante para los accesorios de la tubería (válvulas, codos, tees, reducciones y bridas).
- f) Protección para los materiales durante el transporte.
- g) Instrucciones completas para el montaje (especificaciones de instalación).
- h) Partes de repuesto.

- i) memoria de cálculo de las pérdidas de energía por disipación al ambiente.
- j) cuantificación de las cantidades de los materiales termoaislantes y de los materiales de sujeción y acabado.
- k) programa de fabricación y embarque.
- l) pruebas.
- m) fletes (opcional).
- n) montaje (opcional).

3.2 Suministro No Incluido

- a) Aislamiento para la turbina.
- b) Aislamiento para el equipo auxiliar de la turbina.
- c) Aislamiento del generador de vapor.
- d) Aislamiento para los ductos del generador de vapor y los calentadores de aire a vapor.
- e) Aislamiento para las bombas de agua de alimentación al generador de vapor.
- f) Birlos u otros accesorios similares cuando éstos sean suministrados por el proveedor del equipo.
- g) Aislamiento de ductos del equipo de aire acondicionado y calefacción.
- h) Aislamiento de compresores de aire.
- i) Aislamiento de bombas.
- j) Aislamiento de tubería para instrumentación.

4 CARACTERÍSTICAS GENERALES

4.1 Condiciones de Diseño

El aislamiento se debe diseñar de acuerdo con las normas indicadas en la presente especificación. El uso y aplicación de los termoaislantes empleados en los sistemas de tubería y equipos, deben cumplir con las condiciones de conservación de energía y protección al personal indicadas en la norma NOM-009-ENER.

4.1.1 Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales para el sitio de la central se indican en las **Características Particulares**.

4.1.2 Pérdidas de calor

La pérdida de calor debe ser calculada en base a las siguientes fórmulas:

- a) Para superficies planas:

$$q = \frac{(T_o - T_a)}{\left(\frac{e}{k}\right) + \left(\frac{1}{f}\right)}$$

b) Para superficies circulares:

$$q = \frac{(T_o - T_a)}{\left(\frac{E_{eq}}{k}\right) + \left(\frac{1}{f}\right)}$$

Donde:

q = Flujo de calor por unidad de área, en $\frac{W}{m^2}$

Q = Flujo de calor por unidad de longitud, en $\frac{W}{m}$

T_o = Temperatura de operación, en K

T_a = Temperatura ambiente, en K

E_{eq} = $r_2 \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$ espesor equivalente para superficies curvas, en m

r₂ = Radio externo del aislamiento, en m

r₁ = Radio interno del aislamiento, en m

A = Área unitaria, en m²

e = Espesor del material aislante, en m

$\frac{1}{f}$ = Resistencia de la película de aire = 0,08810 $\frac{m^2K}{W}$

*K = Conductividad térmica, en $\frac{W}{m.K}$

ln = Logaritmo natural

* Este valor es establecido por el proveedor para el material ofrecido a la temperatura promedio respectiva.

4.1.3 Espesor del aislamiento (No incluye el cemento aislante ni el acabado metálico)

Para determinar el espesor del termoaislante se deben considerar las temperaturas de operación indicadas en las tablas C2 a la C20 del capítulo 9, la temperatura ambiente del sitio de la central se indicará en las **Características Particulares** y una temperatura menor o igual a 60 °C en la superficie externa de la cubierta metálica.

4.1.4 Materiales

Los materiales termoaislantes que pueden emplearse son fibras minerales, celulares y granulares.

a) Fibras minerales.

Materiales procesados a partir del estado de fusión de la roca, escoria o vidrio y consentidos a fibra.

Los termoaislantes fibrosos más usuales son: lana de roca, lana de escoria y fibra de vidrio, y deben reunir las siguientes características:

- máximo contenido de cloruros solubles: 60 ppm,
- máximo contenido de material no convertido a fibra (shot) sobre malla no.100 US: 25 %,
- máximo contenido de aceite: 1 %.

b) Celulares.

Compuestos por pequeñísimas celdas individuales separadas entre sí. Los termoaislantes mas usados son: vidrio espumado, poliestireno expandido, poliuretano, poli-isocianurato (espuma fenólica), deben tener las siguientes características:

- impermeabilidad total al agua y al vapor de agua,
- resistencia a los ácidos álcalis y sus derivados excepto al ácido fluorhídrico,
- capilaridad: 0,0
- higroscopía: 0,0 a 90 % de humedad relativa,
- resistencia a la compresión: 7,04 kg/cm².

c) Granulares.

Compuestos por módulos que contienen espacios vacíos. Los termoaislantes más usados son: perlita expandida, silicato de calcio y tierra diatomácea; deben reunir las siguientes características:

- mínimo 20 ppm de silicato de sodio por cada ppm de cloruros solubles,
- pH mínimo: 8,5,
- contenido de fibras de asbesto: 0,0 %.

4.1.4.1 Formas de presentación

a) Rígidos.

Placas y bloques en forma rectangular y preformados para tubería. Los termoaislantes fibrosos, celulares y granulares son producidos en esta forma.

b) Flexibles.

Preformados en hojas, rollos, tubos o unidades rectangulares. Los termoaislantes fibrosos se encuentran en esta forma.

c) Colchonetas.

Armadas con malla metálica en uno o en ambos lados.

4.1.4.2 Propiedades de los termoaislantes

- a) Propiedades estables dentro de ciertos límites de temperatura.
- b) Baja conductividad térmica.
- c) pH (que no provoque corrosión).
- d) Baja combustibilidad.
- e) Alta resistencia a la compresión.
- f) Baja densidad.
- g) Procreación nula de hongos y bacterias.
- h) Repelente a la humedad.

4.1.5 Características de fabricación

Todo el material de aislamiento debe estar de acuerdo con los requisitos indicados en el capítulo 2 y 10 y lo descrito en esta especificación.

Cualquier cambio que pretenda el licitante en el diseño para facilitar el trabajo de fabricación o montaje debe estar sometido a la aceptación de la Comisión. Las sustituciones propuestas deben ser enviadas a la Comisión por escrito para su aceptación. La decisión de la Comisión sobre aceptación de sustituciones es definitiva.

4.2 Materiales de Aislamiento para Tubería, Accesorios y Equipos**4.2.1 Características y propiedades de los principales materiales termoaislantes utilizados en instalaciones industriales para alta temperatura**

- 1) Silicato de calcio, según se indica en la norma NOM-009-ENER y la referencia 3 del capítulo 10 de esta especificación.
 - densidad máxima (seco): 240 kg/m²
 - conductividad térmica máxima aproximada 477 K de temperatura media: $k = 0,0079 \frac{W}{m.K}$
 - temperatura límite de servicio: 922 K,
 - presentación comercial:
 - . medias cañas para tubería en espesores de 0,025 4 a 0,076 2 m, longitud de 0,91 m,
 - . placas para equipos de 0,305 m x 0,91 m.

2) Fibra mineral según se indica en la norma NOM-009-ENER y la referencia 4 del capítulo 10 de esta especificación (clase 1).

- densidad máxima aproximada: 160 kg/m³,
- conductividad térmica máxima aproximada a 366 K de temperatura media: $k = 0,046 \frac{W}{m.K}$
- temperatura límite de servicio: 503 K
- presentación comercial:
 - . preformado de 0,914 m de longitud, media caña hasta de 0,3048 m de diámetro, para diámetros mayores trisegmentos, cuadrantes o sextntes,
 - . espesores que varían de 12,7 mm hasta 50,8 mm.

3) Fibra mineral según se indica en la norma NOM-009-ENER y la referencia 5 del capítulo 10 de esta especificación (clase 1).

- densidad máxima aproximada: 128 kg/m³,
- conductividad térmica máxima aproximada (sin cubierta) a 311 K, de temperatura promedio $k = 0,043 \frac{W}{m.K}$
- temperatura límite de servicio 728 K,
- presentación comercial:
 - . colchoneta armada de 0,61 m de ancho y largo equivalente al desarrollo de la tubería o en 2,44 m.

Fibra mineral según se indica en la norma NOM-009-ENER y la referencia 5 del capítulo 10 de esta especificación (clase 2).

- densidad máxima aproximada (sin cubierta): 192 kg/m³,
- conductividad térmica máxima aproximada (sin cubierta) a 533 K de temperatura media: $0,091 \frac{W}{m.K}$
- temperatura límite de servicio: 923 K
- presentación comercial:
 - . colchoneta armada de 0,61 m de ancho y largo equivalente al desarrollo de la tubería o en 2,44 m.

- 4) Fibra mineral según se indica en la norma NOM-009-ENER y y la referencia 7 del capítulo 10 de esta especificación (clase 1).

- densidad máxima aproximada: 160 kg/m^3 ,
- conductividad térmica máxima aproximada a 311 K de temperatura media: $0,040 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$
- temperatura límite de servicio: 477 K
- presentación comercial:
 - . placa semirrígida de 0,61 x 1,22 m.

- 5) Perlita expandida según se indica en la norma NOM-009-ENER y la referencia 6 del capítulo 10 de esta especificación (clase 1).

- densidad máxima aproximada: 192 kg/m^3 ,
- conductividad térmica máxima aproximada a 422 K de temperatura media: $k = 0,086 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$
- temperatura límite de servicio: 922 K
- presentación comercial:
 - . medias cañas para tubería de 1,0 m de largo,
 - . placas para equipo de 0,305 m.

4.2.2 Material de sujeción y acabado

- 6) Alambre de acero galvanizado, calibre 1,651 mm de diámetro, para utilizarse en sujeción de colchonetas, preformados o placas, colocar dos cinchos cada 0,61 m.
- 7) Alambre de acero al carbón recocido, calibre 1,245 mm de diámetro, para utilizarse en la costura perimetral de colchonetas unidas a tope.
- 8) Cartón saturado de asfalto 160 g/m^2 para actuar como separador dieléctrico entre el metal desplegado de la colchoneta armada y el enchaquetado de aluminio.
- 9) Metal desplegado troquelado en lámina negra, calibre 0,397 mm, que sirve de base para recibir repellido de cemento monolítico.
- 10) Cemento monolítico de acabado a base de fibra mineral aglutinado con bentonita para aplicarse sobre metal desplegado con el fin de modelar superficies irregulares.
- 11) Lámina de aluminio lisa con papel KRAFT laminado para tubería, accesorios y equipos según la referencia 1 del capítulo 10 de esta especificación, aleación 3003, dureza H-16, calibre 0,635 de espesor. Las chaquetas deben tener un traslape de 50,8 mm en ambas juntas longitudinal y perimetralmente.

- 12) Pijas autorrosantes de acero cadminizado cabeza plana ranurada, 3,17 mm de diámetro y largo de 19 mm, con roldana metálica de ajuste y arandela de hule butilo.
- 13) Fleje de aluminio según la referencia 1 del capítulo 10 de esta especificación, aleación 1 100, dureza H-16, calibre 0,635 mm de espesor, ancho de 19 mm, uno cada 0,61 m.
- 14) Sello para fleje de aluminio según la referencia 1 del capítulo 10 de esta especificación, aleación 1 100, dureza H-14, ancho de 19,05 mm.
- 15) Malla de alambre galvanizada por inmersión en caliente. Trama hexagonal con diamante de 13 mm con calibre de 1,245 mm.
- 16) Emulsión asfáltico-acuosa tipo mastique reforzado y permeable al vapor de agua, para utilizarse como acabado de conexiones de tubería y/o cabezas de recipientes sobre el cemento monolítico. rendimiento 2,5 l/m².
- 17) Sellador permanente plástico y flexible, a base de solventes y aceite polimerizado 94 % de sólidos, para sellar traslapes de aluminio.
- 18) Fibra mineral para relleno de juntas de expansión.

4.2.3 Material termoaislante para tubería subterránea

Material termoaislante para tubería subterránea de las siguientes características:

El aislamiento será un producto seco, granular y fluido formado de materiales seleccionado de origen inorgánico.

Debe cumplir con las características siguientes y ser capaz de proveer adecuado aislamiento térmico para una tubería con un intervalo de temperatura de 275 a 533 K.

Densidad en masa cuando está compactado adecuadamente en las trincheras: 641 kg/m³

Factor k por el método de la placa caliente protegida (según la referencia 2 del capítulo 10 de esta especificación a la temperatura media de 352 K) 0,086 5 $\frac{W}{m.K}$

Resistividad eléctrica mayor que: 10¹² ohm-cm

Resistencia a la penetración del agua. El aislamiento debe ser capaz de resistir penetración al agua de una densidad de: 641 a 673 kg/m³

Carga de empuje:

Debe ser capaz de resistir una carga hasta 58 600 kg/m² cuando esté adecuadamente instalado y compactado con una densidad de: 641 kg/m³

No se debe solidificar a temperatura entre 275 a 533 K.

4.2.4 Aplicación de aislamiento térmico

4.2.4.1 Preformado de fibra mineral

A continuación se indica en la figura 1, la descripción de los materiales componentes para aislar, sujetar y acabar tubería empleando preformado de fibra mineral, según se indica en el punto 2 del inciso 4.2.1 de esta especificación.

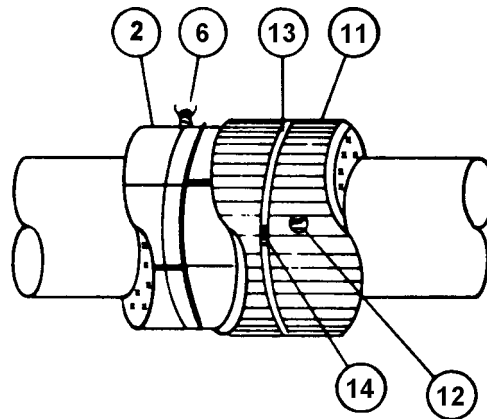


FIGURA 1 - Preformado de fibra mineral

- (2) Aislamiento preformado de fibra mineral
- (6) Alambre galvanizado calibre 1,651 mm
- (11) Lámina de aluminio
- (12) Pijas
- (13) Fleje aluminio
- (14) Sello para fleje

NOTA: Los números corresponden al material descrito en los incisos 4.2.1 y 4.2.2 de esta especificación.

4.2.4.2 Colchoneta armada

A continuación se indica en la figura 2 la descripción de los materiales componentes para aislar, sujetar y acabar tubería, empleando colchoneta armada según se indica en el punto 3 del inciso 4.2.1 de esta especificación.

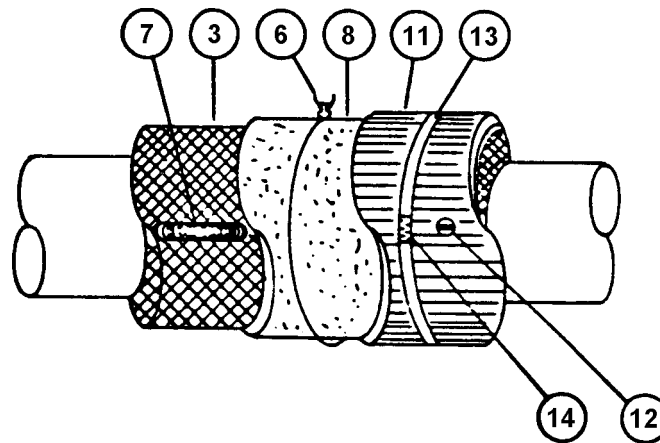


FIGURA 2 - Colchoneta armada

- (3) Aislamiento de colchoneta armada
- (6) Alambre galvanizado calibre 1,651 mm
- (7) Alambre acero al carbono calibre 1,245 mm
- (8) Cartón asfáltico
- (11) Lámina de aluminio
- (12) Pijas
- (13) Fleje de aluminio
- (14) Sello para fleje

NOTA: Los números corresponden al material descrito en los incisos 4.2.1 y 4.2.2, de esta especificación.

4.2.4.3 Preformado rígido

A continuación se indica en la figura 3 la descripción de los materiales componentes para aislar, sujetar y acabar tubería, empleando preformado rígido según se indica en los puntos 1,2 y 4 del inciso 4.2.1 de esta especificación.

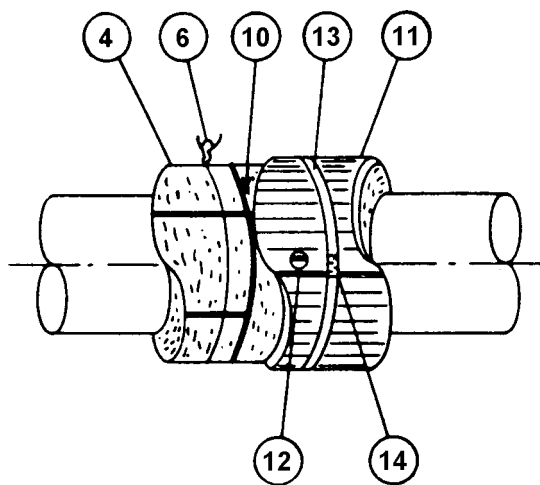


FIGURA 3 - Preformado rígido

- (1), (2) o (4) Aislamiento preformado rígido
- (6) Alambre galvanizado calibre 1,651 mm
- (10) Juntas con cemento monolítico
- (11) Lámina de aluminio
- (12) Pijas
- (13) Fleje de aluminio
- (14) Sello para fleje

NOTA: Los números corresponden al material descrito en los incisos 4.2.1. y 4.2.2, de esta especificación.

4.2.4.4 Codos

A continuación se indica en la figura 4 la descripción de los materiales componentes para aislamiento, sujeción y acabado de codos.

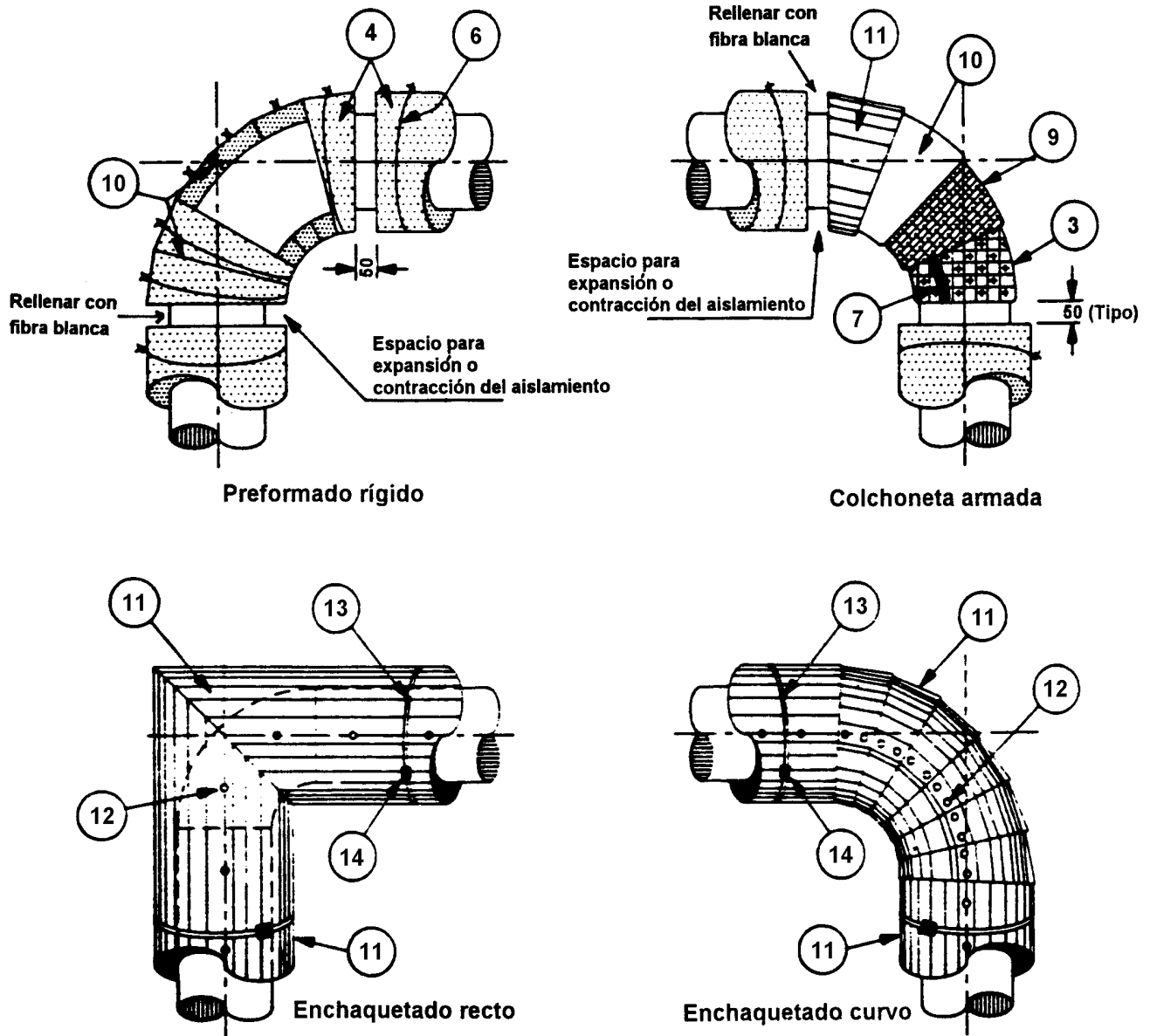


FIGURA 4 - Codos

- | | | | |
|-----|--|------|--------------------|
| (3) | Colchoneta armada | (10) | Cemento monolítico |
| (4) | Preformado rígido | (11) | Lámina de aluminio |
| (6) | Alambre galvanizado calibre 1,651 mm | (12) | Pijas |
| (7) | Alambre de acero al carbón recocido calibre 1,245 mm | (13) | Fleje de aluminio |
| (9) | Metal desplegado | (14) | Sello para fleje |

NOTA: Los números corresponden al material descrito en los incisos 4.2.1 y 4.2.2, de esta especificación.

4.2.4.5 Tees

A continuación se indica en la figura 5 la descripción de los materiales componentes para aislamiento, sujeción y acabado para tees y en forma similar para tees.

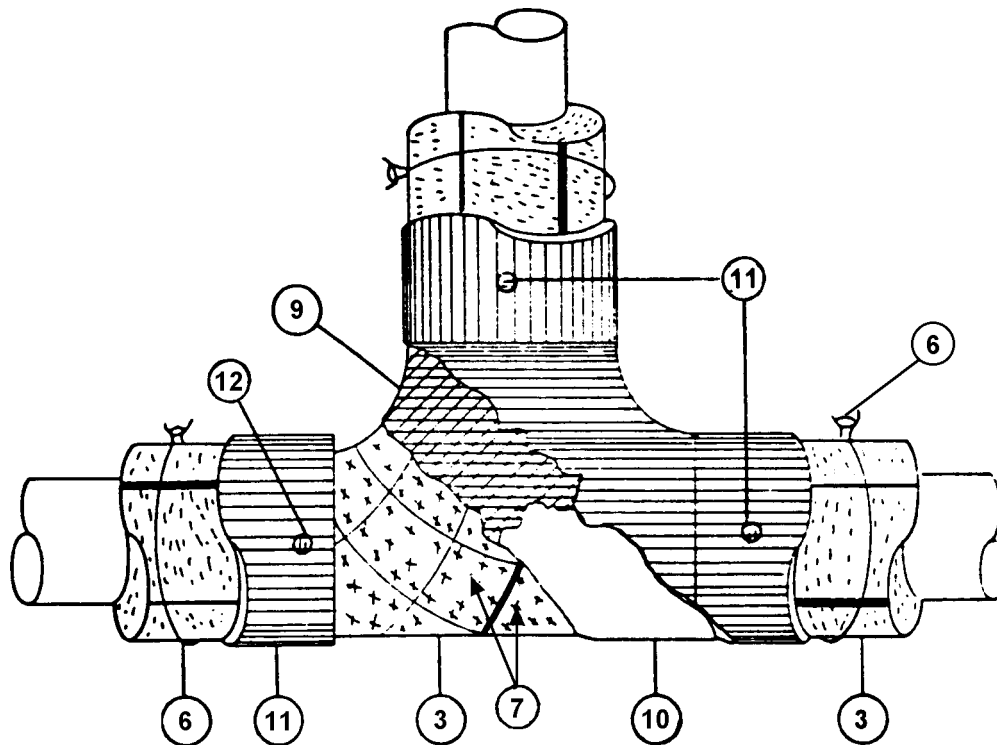


FIGURA 5 - Tees

- (3) Colchoneta o preformado rígido
- (6) Alambre galvanizado calibre 1,651 mm
- (7) Alambre de acero al carbón recocido calibre 1,245 mm
- (9) Metal desplegado
- (10) Cemento monolítico
- (11) Lámina de aluminio
- (12) Pijas

NOTA: Los números corresponden al material descrito en los incisos 4.2.1 y 4.2.2, de esta especificación.

4.2.4.6 Válvulas y bridas

A continuación se indica en la figura 6 la descripción de los materiales componentes para aislamiento, sujeción y acabado para válvulas y bridas.

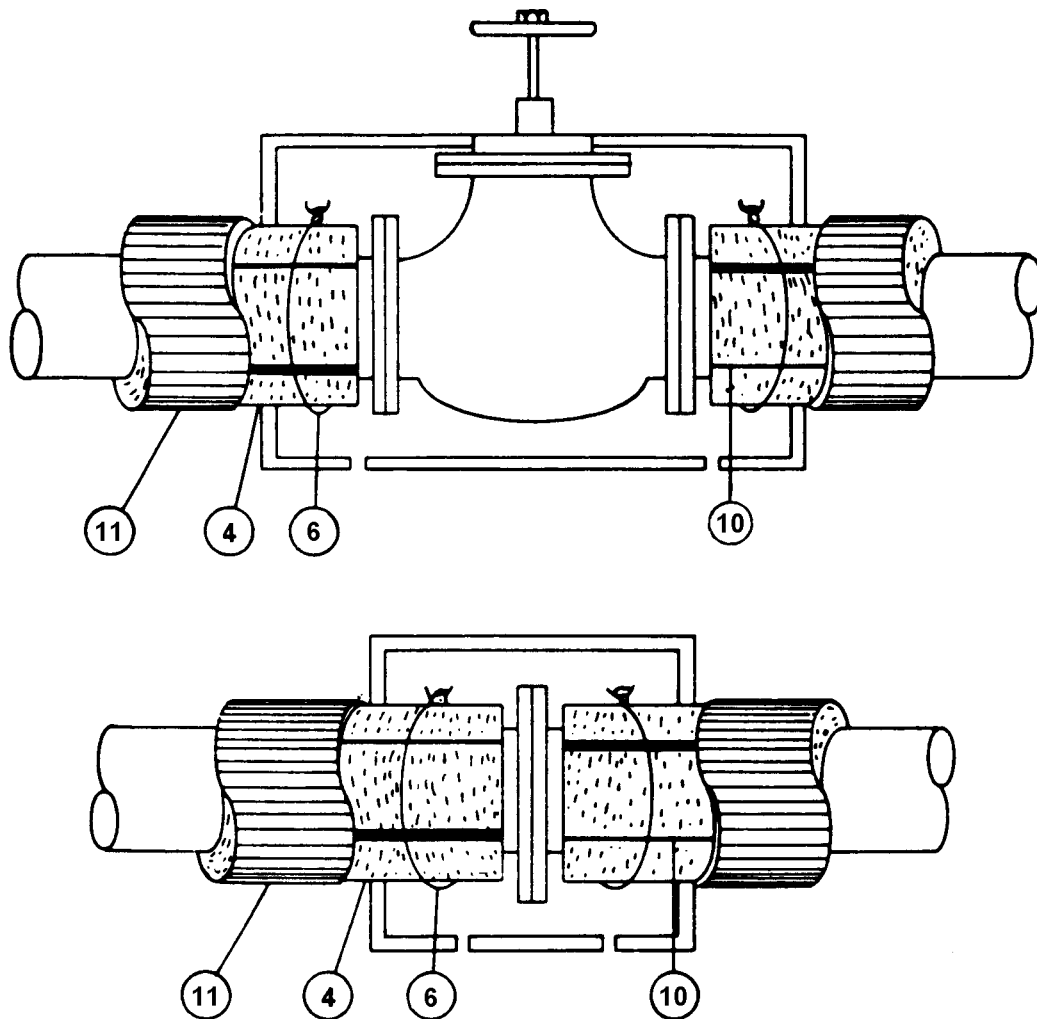


FIGURA 6 - Válvulas y bridas

- (4) Preformado rígido
- (6) Alambre galvanizado calibre 1,588 mm
- (10) Cemento monolítico
- (11) Lámina de aluminio.

NOTA: Los números corresponden al material descrito en los incisos 4.2.1 y 4.2.2, de esta especificación.

4.2.4.7 Placa Rígida

A continuación se indica en la figura 7 la descripción de los materiales componentes para aislar, sujetar y acabar equipos empleando placa rígida, según se indica en los puntos 1, 2 y 4 del inciso 4.2.1 de esta especificación.

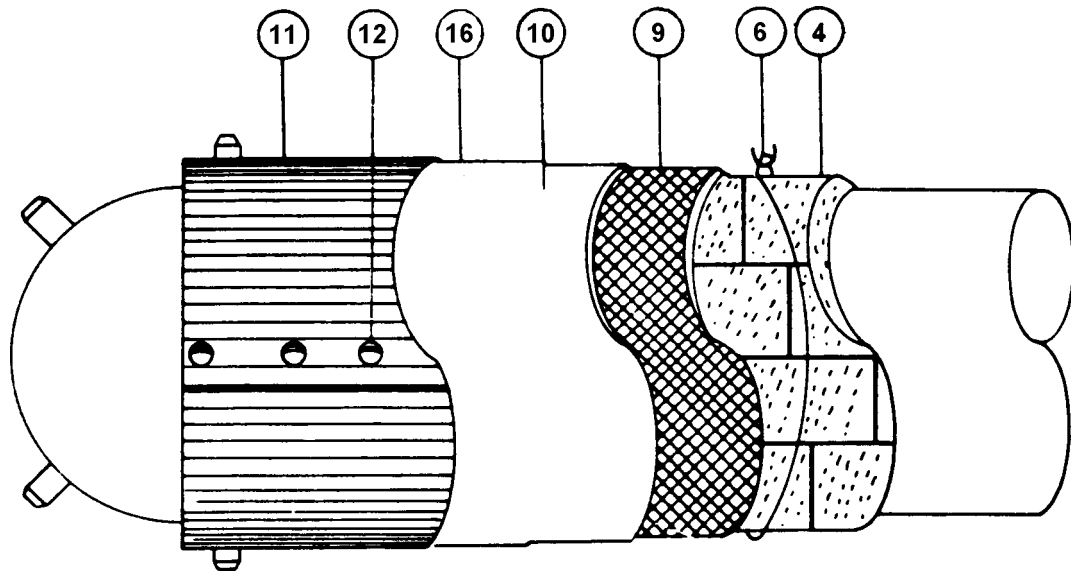


FIGURA 7 - Placa rígida

- (4) Aislamiento indicado
- (6) Alambre galvanizado calibre 1,651 mm
- (9) Metal desplegado o malla de alambre galvanizado
- (10) Cemento monolítico
- (11) Lámina de aluminio
- (12) Pijas
- (16) Masticque asfáltico

NOTA: Los números corresponden al material descrito en los incisos 4.2.1 y 4.2.2 de esta especificación.

4.2.4.8 Colchoneta armada

A continuación se indica en la figura 8 la descripción de los materiales componentes para aislar, sujetar y acabar equipos empleando colchoneta armada, según se indica en los puntos 2 y 3 del inciso 4.2.1 de esta especificación.

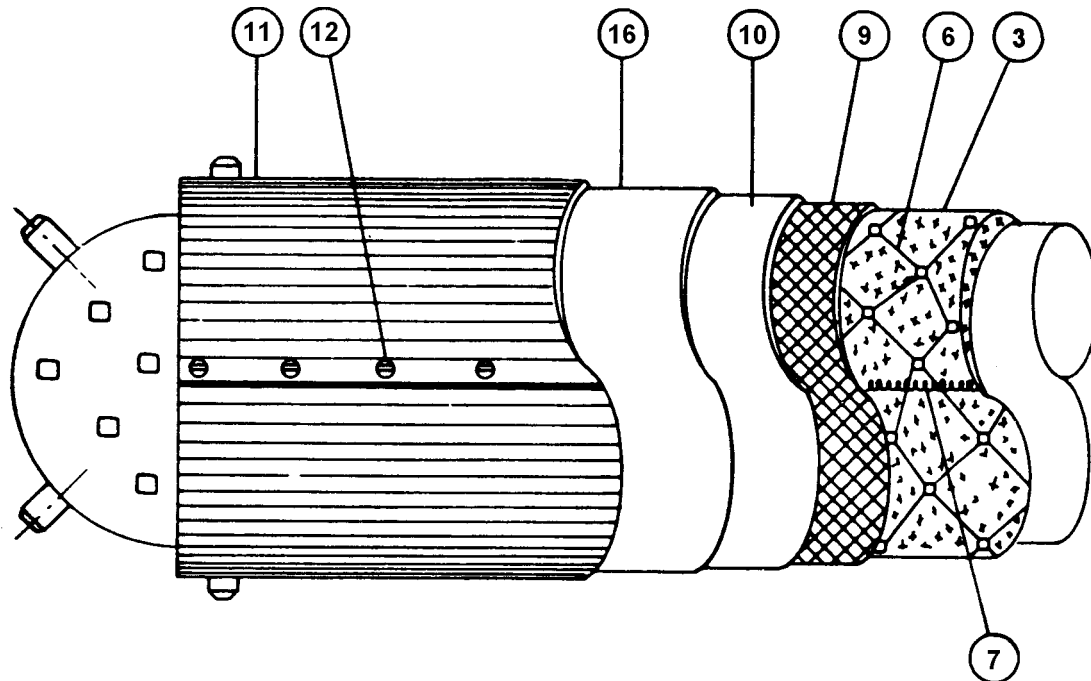


FIGURA 8 - Colchoneta armada

- (3) Aislamiento indicado
- (6) Alambre galvanizado calibre 1,651 mm
- (7) Alambre de acero al carbón recocido calibre 1,245 mm
- (9) Metal desplegado
- (10) Cemento monolítico
- (11) Lámina de aluminio
- (12) Pijas
- (16) Mastique asfáltico

NOTA: Los números corresponden al material descrito en los incisos 4.2.1 y 4.2.2, de esta especificación.

4.2.4.9 Placa semirrígida de fibra mineral

A continuación se indica en la figura 9 la descripción de los materiales componentes para aislar, sujetar y acabar equipo empleando placa semirrígida de fibra de vidrio, según se indica en el punto 2 del inciso 4.2.1 de esta especificación.

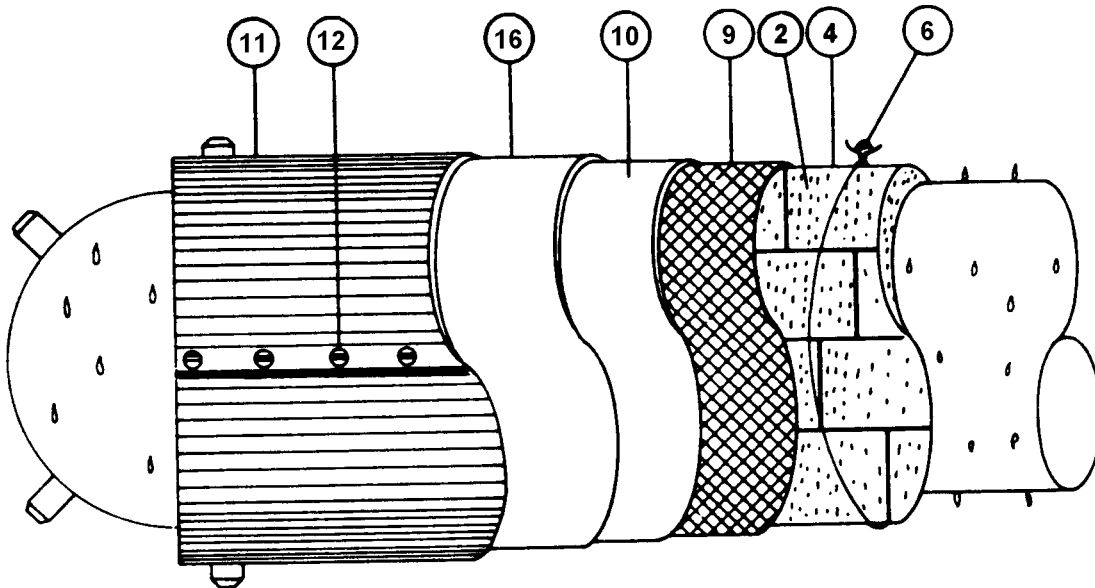


FIGURA 9 - Placa semirrígida de fibra mineral

- (2) Aislamiento indicado
- (4) Aislamiento indicado
- (6) Alambre galvanizado calibre 1,651 mm
- (9) Metal desplegado o malla de alambre galvanizado
- (10) Cemento monolítico
- (11) Lámina de aluminio
- (12) Pijas (15)
- (16) Mastique asfáltico

NOTA: Los números corresponden al material descrito en los incisos 4.2.1 y 4.2.2, de esta especificación.

4.2.4.10 Tubería subterránea

A continuación se indica en la figura 10 la descripción de los materiales componentes para aislamiento de tubería subterránea.

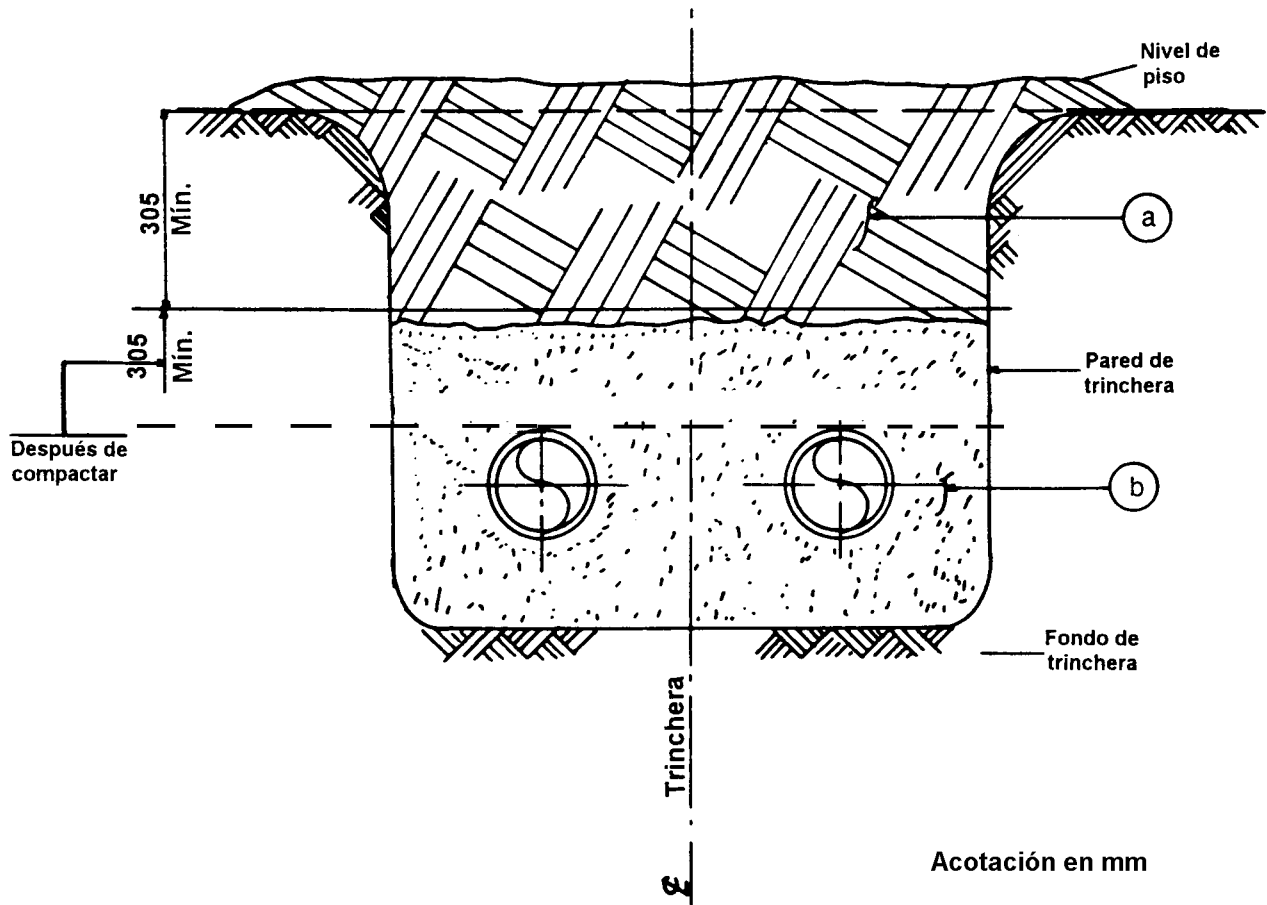


FIGURA 10 - Tubería subterránea

5 CONTROL DE CALIDAD**5.1 Inspección y Pruebas**

El proveedor debe entregar certificados de pruebas de un laboratorio acreditado de todos los materiales termoaislantes, sujeción y acabado que vaya a suministrar.

Así mismo, debe realizarse una evaluación posterior a la instalación del aislamiento térmico para verificar el comportamiento integral del mismo, y cumplimiento con la temperatura superficial y las pérdidas de calor a través del aislamiento, indicadas en esta especificación. Dicha evaluación la debe realizar la Gerencia de LAPEM.

5.2 Códigos y Normas

Los materiales del aislamiento y las pruebas que se hacen deben cumplir a satisfacción, con los requisitos de las especificaciones y normas.

Tales inspecciones y pruebas no deben relevar al proveedor, de su responsabilidad total por la calidad y corrección de sus materiales.

Cualquier material que se encuentre defectuoso o que no cumpla con los requisitos de la especificación, debe ser reemplazado por el proveedor, sin costo extra para la Comisión.

El licitante debe contar con un sistema de aseguramiento de calidad establecido para garantizar la calidad de los productos que entregue, el cual debe ser auditado por la Gerencia de LAPEM.

5.2.1 Criterios de no aceptación

El aislamiento debe considerarse defectuoso por cualquiera de las siguientes razones:

- a) Materiales propagantes al fuego.
- b) Si existe cualquier fisura extendida completamente a través del aislamiento.
- c) Si existen fisuras que puedan causar que el aislamiento se rompa bajo flexión.
- d) Si los extremos están rotos o dañados.
- e) Si mas del 10 % de la superficie del aislamiento está compuesta de grandes concavidades.
- f) Si cualquier concavidad tiene una profundidad mayor del 10 % del espesor del aislamiento.
- g) En el caso de tener materiales de acero inoxidable, el silicato de calcio debe contener un inhibidor de cloruros para evitar corrosión al esfuerzo.
- h) Los materiales de aislamiento no deben exceder del 20 % en masa en su contenido de agua.

6 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Las **Características Particulares** que la Comisión debe proporcionar al solicitar la cotización de los materiales a que se refiere la presente especificación, se muestran en la forma CPE-184 anexa a esta especificación.

7 INFORMACIÓN REQUERIDA**7.1 En la Propuesta**

Se toma en cuenta que la información suministrada con la propuesta esté completa y consistente en todos sus aspectos, en caso contrario a juicio de la Comisión se efectúan los cálculos o estimaciones necesarias e incluso puede proceder a la descalificación.

El proveedor debe proporcionar en el original y en cada copia de su propuesta, (adicionalmente a los datos solicitados en los cuestionarios) toda la información que considere necesaria para un conocimiento lo más completo posible el material que se propone suministrar. En cualquier caso debe proporcionar la información técnica que se describe a continuación, para tubería, accesorios y equipos.

- a) Curvas, características de comportamiento para cada material (conductividad térmica contra temperatura promedio).
- b) Propiedades físicas de los materiales aislantes: densidad, conductividad térmica, absorción de humedad y corrosión.
- c) Programa preliminar de fabricación y embarque.
- d) Especificación de instalación incluyendo materiales de sujeción y acabado.

7.2 Después de la Firma del Contrato

En la tabla 1, se indican los tiempos de entrega que requiere Comisión, para suministrar la información y material después de la firma del contrato.

TABLA 1 - Información requerida

Concepto	Tiempo l mite despuØs de la firma del contrato en d as
Programa detallado de fabricaci n	15
Reporte de pruebas	30
Memoria de cÆlculo de pØrdidas de calor estimadas para tuber a y equipo	60
Instructivos de montaje	60
Entrega de material	60 a 90

8 BASES DE EVALUACIÓN Y PENALIZACIÓN**8.1 Bases de Evaluación**

Las bases de evaluación que a continuación se mencionan, tienen como propósito proporcionar una guía general en la preparación de las propuestas.

Las propuestas de los proveedores deben cumplir con las bases de la licitación correspondientes.

Para determinar la diferencia en costos de operación y mantenimiento, se utilizan los datos de tasa de interés anual, vida útil de la central, valor de amortización anual y tasa de descuento para el cálculo del valor presente, que se proporcionan con las **Características Particulares**.

8.1.1 Alcance del suministro

Debe ser considerado el alcance del suministro tomando como base lo indicado en esta especificación.

8.1.2 Fletes

Son considerados los costos por fletes y manejo hasta el sitio de la central.

8.1.3 Fabricación mexicana

En la evaluación de las propuestas de fabricación mexicana debe considerarse de acuerdo a las bases de la licitación.

8.1.4 Tiempo de entrega de los materiales

Los atrasos en los tiempos de entrega pueden ocasionar retrasos en el programa de construcción de la central, por lo que se toma en cuenta para la evaluación. No se dan créditos por tiempos de entrega menores a los requeridos por Comisión y queda a juicio de ésta aceptarlos o no.

8.1.5 Tiempo de entrega de la información

En el caso de que la entrega de la información por parte del proveedor sea mayor respecto de los tiempos indicados en el inciso 7.2 de esta especificación, queda a juicio de Comisión descalificar la propuesta.

8.1.6 Pérdidas de calor

Se debe aplicar un cargo por la diferencia en la pérdida de calor a través del aislamiento y debe ser de acuerdo al costo de kW no generado para esa central.

8.2 Penalizaciones

El proveedor debe pagar a la Comisión las sanciones que se le impongan por incumplimiento en las garantías de funcionamiento, entrega y calidad del material.

En el caso de que cualquiera de los materiales no satisfagan las garantías ofrecidas o que el proveedor no cumpla con los compromisos contraídos, se deben aplicar las penas que correspondan de acuerdo con los lineamientos para la aplicación de penas convencionales por atraso en el incumplimiento de los contratos de adquisiciones, arrendamientos y servicios, tomando en cuenta que al aplicación de las mismas, no limita de ninguna manera el derecho de Comisión de cancelar el pedido.

No se concede ningún crédito en efectivo al proveedor por alguna mejora lograda sobre los valores garantizados.

Tomando en cuenta que la aplicación de las mismas no limita de ninguna manera el derecho de la Comisión de rechazar todos o cualquiera de los equipos o parte de ellos, si así lo considera conveniente que no se debe de dar ningún crédito en efectivo al proveedor por cualquier mejora lograda sobre los valores garantizados y que se debe aplicar en todo lo concerniente a este respecto en las bases de la licitación.

8.2.1 Operación de la central

En el caso de que la fecha de operación de la central, se retrase debido a causas atribuidas al proveedor durante el montaje o arranque, esto se debe considerar como un atraso en la entrega de los materiales por lo cual se debe aplicar una pena igual a la indicada en el inciso 8.2.

8.2.2 Modificaciones

Los costos por cualquier reemplazo de materiales y los costos del personal para efectuarlos, en caso de ser necesarios para obtener la calidad de los mismos, son por cuenta del proveedor. Las penas por falla en el comportamiento deben ser aplicadas hasta que el proveedor agote las posibilidades de corrección de los materiales para el cumplimiento de las garantías, quedando sujeto a lo establecido en el inciso 8.2 de este capítulo.

Las modificaciones deben estar sujetas a la aprobación de la Comisión así como el programa respectivo.

8.2.3 Rechazo por incumplimiento

La Comisión se reserva el derecho de rechazar parcial o totalmente aquel material que no cumpla con las normas estipuladas, o que no sean satisfactorias de acuerdo con la especificación.

8.3 Condición de Compra

El proveedor debe cotizar en base a las cantidades de aislamiento para tubería de los diferentes diámetros indicados en las listas de esta especificación, tomando en cuenta que las cantidades finales deben ser suministradas por Comisión al entregar el contrato.

El costo total y los costos desglosados para los materiales de aislamiento y accesorios requeridos, así como las cubiertas protectoras deben ser incluidas en la propuesta económica del inciso 9.4.

El proveedor debe incluir en la propuesta un lote adicional de materiales de repuesto para reponer los que se dañen durante la instalación el cual debe ser el 5 %, de todos los componentes aislantes prefabricados y de la cubierta de aluminio y el 20 % para todos los materiales restantes.

El proveedor debe enlistar todos los materiales por separado. La tubería, accesorios y equipo por aislar, no son una cantidad definitiva y puede aumentar o disminuir de acuerdo con las necesidades de cada central.

9 CUESTIONARIO

El licitante debe proporcionar a la Comisión los datos que se piden en el cuestionario de este capítulo así como llenar las tablas que se presentan en esta especificación.

9.1 Experiencia

En la tabla C1 el licitante debe suministrar la información relacionada con los materiales que haya fabricado, de características y capacidad comparable a los indicados en la presente especificación. Además debe suministrar una lista de las centrales en las cuales haya instalado materiales con características de operación y diseño similares a las especificadas.

El licitante puede incluir información tal como catálogos, instructivos, revistas y manuales, que ayude a comprobar su experiencia.

9.2 Garantías y Características

El licitante se compromete a garantizar el comportamiento adecuado de los materiales bajo los datos confirmatorios establecidos en el presente cuestionario, mismos que se deben utilizar como base para la evaluación de las propuestas, aplicación de penas o rechazo de los materiales.

En las siguientes hojas el licitante debe llenar toda la información solicitada en las tablas del cuestionario, si se solicitan materiales para diferentes centrales, se deben reproducir hojas del mismo formato para consignar los datos correspondientes a cada una de ellas.

9.3 Resumen de Materiales de Aislamiento y Accesorios para Sujeción y Acabado

El licitante debe indicar las cantidades de cada uno de los materiales termoaislantes así como materiales de sujeción y acabado que se propone emplear para cumplir con las necesidades de Comisión, esto es con el fin de normalizar las cantidades de obra.

TABLA C1- Experiencia del licitante

Central	Localización	No. de unidades	Capacidad nominal por unidad (kW)	Tiempo de operación (h)

9.3.1 Resumen de materiales

9.3.1.1 Tubería tramos rectos

1. Materiales de acuerdo a los puntos 1, 2 y 5 del inciso 4.2.1.

Diámetro mm	Espesor mm	Tipo de aislamiento	Número de	
			Piezas	Piezas de repuesto
13				
19				
25				
38				
50				
63				
75				
100				
150				
200				
250				
300				
350				
400				
450				
500				
550				
600				

NOTA: Si el espacio o información suministrados aquí no son suficientes o si falta algún concepto, debe anotarse utilizando el mismo formato; elaborar una hoja para cada material.

2. Colchoneta armada de lana mineral según se indica en el inciso 4.2.1 de esta especificación.

D i m e n s i o n e s	E s p e s o r	No. de piezas	R e p u e s t o
	mm		
	38,1		
	50,8		
	63,5		
	76,2		
	88,9		

3. Colchoneta armada de fibra de vidrio según se indica en el inciso 4.2.1 de esta especificación.

D i m e n s i o n e s	E s p e s o r	No. de piezas	R e p u e s t o
	mm		
	38,1		
	50,8		
	63,5		
	76,2		
	88,9		

9.3.1.2 Materiales accesorios de acabado (tubería)

Concepto	Material	
	Total	Repuesto
Lamina de aluminio con papel laminado, (referencia 1 del capítulo 10 de esta especificación), aleación 3003 dureza H-16, calibre 0,6350 mm		
Fleje de aluminio (referencia 1 del capítulo 10 de esta especificación), aleación 1100, dureza H-16, calibre 0,749 mm, ancho 19 mm		
Pijas cadminizadas cabeza plana ranurada de diámetro 3,17 mm de largo 19 mm, con arandelas y roldanas		
Alambre de acero galvanizado calibre 1,651 mm de diámetro		
Alambre de acero al carbón calibre 1,245 mm de diámetro		
Cartón asfaltado 160 g/m ²		

NOTA: Si el espacio o información suministrados aquí no son suficientes o si falla algún concepto, debe anotarse utilizando el mismo formato.

9.3.1.3 Equipo

Material aislante a especificar.

Dimensiones	No. de piezas	Material de repuesto
(espesor-longitud-ancho)		

NOTA: Si el espacio no es suficiente adjunte hojas con los encabezados correspondientes en cada caso.

9.3.1.4 Materiales accesorios de acabado (equipo)

Concepto	Material	
	Total	Repuesto
Lamina de aluminio con papel kraft laminado, (referencia 1 del capítulo 10 de esta especificación), aleación 3003 dureza H-16, calibre 0,635 mm		
Alambre de acero galvanizado calibre 1,651 mm de diámetro		
Alambre de acero recocido al carbono, calibre 1,245 mm de diámetro		
Malla de alambre galvanizado con calibre 1,588 mm y diamante hexagonal de 13 mm		
Metal desplegado troquelado en lámina negra calibre 0,397 mm		
Cemento monolítico		
Mastique asfáltico		
Pijas cadmizadas, cabeza plana ranurada diámetro 3,17 mm, largo de 19 mm con arandela y roldana		

9.3.1.5 Materiales para accesorios de tubería (cambios de dirección)

Concepto	Material	
	Total	Repuesto
Material aislante (especificar)		
Lamina de aluminio con papel laminado (referencia 1 del capítulo 10 de esta especificación), aleación 3003, dureza H-16, calibre 0,6350 mm		
Alambre de acero galvanizado calibre 1,651 mm de diámetro		
Alambre de acero al carbono recocido, calibre 1,245 mm de diámetro		
Malla de alambre galvanizado con calibre 1,588 mm con diamante hexagonal de 13 mm		
Metal desplegado troquelado en lámina negra calibre 0,397 mm		
Cemento monolítico		
Mastique asfáltico		
Pijas cadmizadas, cabeza plana ranurada diámetro 3,17 mm, largo de 19 mm con arandela y roldana		

NOTA: Si el espacio no es suficiente adjunte hojas con los encabezados correspondientes en cada caso.

9.3.1.6 Tubería subterránea

Concepto	Material	
	Total	Repuesto
Material aislante (especificar)		

NOTA: Si el espacio no es suficiente adjunte hojas con los encabezados correspondientes en cada caso.

9.4 Precios

Los precios deben ser firmes durante un período de 135 días naturales.

9.4.1 Precios totales

Partida	Descripción
1	<p>Un lote que incluye aislamiento térmico, materiales de sujeción y acabado para la tubería y sus accesorios (codos, tees y válvulas), así como todos los equipos y los materiales de repuesto incluyendo también material aislante para tubería subterránea.</p> <p align="right">Precio en Pesos Mexicanos \$ _____</p> <p align="center">(_____)</p> <p align="center">(con letra)</p>
1.1	<p>Por un lote que incluye aislamiento térmico, materiales de sujeción y acabado para la tubería y sus accesorios (codos, tees, válvulas), ya incluidos en la partida 1.</p> <p align="right">Precio en Pesos Mexicanos \$ _____</p> <p align="center">(_____)</p> <p align="center">(con letra)</p>
1.2	<p>Por un lote de aislamiento térmico para todos los equipos incluyendo materiales de sujeción y acabado para todos los equipos incluidos en la partida 1.</p> <p align="right">Precio en Pesos Mexicanos \$ _____</p> <p align="center">(_____)</p> <p align="center">(con letra)</p>
1.3	<p>Por un lote de los materiales de repuesto para tuberías, accesorios de tubería y equipos incluyendo aislamiento térmico y materiales de sujeción y acabado ya incluidos en la partida 1.</p> <p align="right">Precio en Pesos Mexicanos \$ _____</p> <p align="center">(_____)</p> <p align="center">(con letra)</p>
1.4	<p>Por un lote de aislamiento térmico, materiales de acabado para tubería subterránea y accesorios ya incluidos en la partida 1.</p> <p align="right">Precio en Pesos Mexicanos \$ _____</p> <p align="center">(_____)</p> <p align="center">(con letra)</p>

9.4.2 Precios unitarios

Los precios unitarios deben ser suministrados de acuerdo a lo indicado en las tablas C2 a C23, tomando en cuenta las cantidades indicadas en las **Características Particulares** (hojas de la 2 a la 8).

Los precios unitarios aquí establecidos se pueden utilizar para hacer ajustes en los precios totales en caso de que se modifiquen las cantidades de tubería, conexiones, equipo o tubería subterránea.

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN

CFE D4500-04

33 de 58

TABLA C2 - Precios unitarios de aislamiento para tubería con temperatura hasta 394 K

Di/Em. nom. de tubería (mm)	Espesor de aislamiento (Nota 1) (mm)	Clase de material	Conductividad térmica		Pérdidas de calor $Q = \frac{kJ}{h.m^2}$	Temperatura de superficie (K)	Longitud m (Nota 3)	Precio unitario MN (Nota 2)	Precio total MN (Nota 2)
			$k = \frac{W}{m.K}$						
13									
19									
25									
38									
50									
63									
75									
100									
125									
150									
200									
250									
300									
350									
400									
450									
500									
550									
600									

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

TABLA C3 - Precios unitarios de aislamiento para tubería con temperatura hasta 450 K

DiÆm. nom. de tuber a	Espesor de aislamiento (Nota 1)	Clase de material	Conductividad tØrmica	PØrdidas de calor	Temperatura de superficie (K)	Longitud m (Nota 3)	Precio unitario MN (Nota 2)	Precio total MN (Nota 2)
(mm)	(mm)		$k = \frac{W}{m.K}$	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$				
13								
19								
25								
38								
50								
63								
75								
100								
125								
150								
200								
250								
300								
350								
400								
450								
500								
550								
600								

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

TABLA C4 - Precios unitarios de aislamiento para tubería con temperatura hasta 505 K

DiÆm. nom. de tuber a	Espesor de aislamiento (Nota 1)	Clase de material	Conductividad tØrmica	PØrdidas de calor	Temperatura de superficie (K)	Longitud m (Nota 3)	Precio unitario MN (Nota 2)	Precio total MN (Nota 2)
(mm)	(mm)		$k = \frac{W}{m.K}$	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$				
13								
19								
25								
38								
50								
63								
75								
100								
125								
150								
200								
250								
300								
350								
400								
450								
500								
550								
600								

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

TABLA C5 - Precios unitarios de aislamiento para tubería con temperatura hasta 616 K

DiÆm. nom. de tuber a	Espesor de aislamiento (Nota 1)	Clase de material	Conductividad tØrmica	PØrdidas de calor	Temperatura de superficie (K)	Longitud m (Nota 3)	Precio unitario MN (Nota 2)	Precio total MN (Nota 2)
(mm)	(mm)		$k = \frac{W}{m.K}$	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$				
13								
19								
25								
38								
50								
63								
75								
100								
125								
150								
200								
250								
300								
350								
400								
450								
500								
550								
600								

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C6 - Precios unitarios de aislamiento para tubería con temperatura hasta 727 K

Di/Em. nom. de tubería	Espesor de aislamiento (Nota 1)	Clase de material	Conductividad tèrmica	Pèrdidas de calor	Temperatura de superficie (K)	Longitud m (Nota 3)	Precio unitario MN (Nota 2)	Precio total MN (Nota 2)
(mm)	(mm)		$k = \frac{W}{m.K}$	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$				
13								
19								
25								
38								
50								
63								
75								
100								
125								
150								
200								
250								
300								
350								
400								
450								
500								
550								
600								

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

37 de 58

TABLA C7 - Precios unitarios de aislamiento para tubería con temperatura hasta 839 K

DiÆm. nom. de tuber a	Espesor de aislamiento (Nota 1)	Clase de material	Conductividad tØrmica	PØrdidas de calor	Temperatura de superficie (K)	Longitud m (Nota 3)	Precio unitario MN (Nota 2)	Precio total MN (Nota 2)
(mm)	(mm)		$k = \frac{W}{m.K}$	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$				
13								
19								
25								
38								
50								
63								
75								
100								
125								
150								
200								
250								
300								
350								
400								
450								
500								
550								
600								

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C8 - Precios unitarios de aislamiento para equipo

Equipo (cantidad)	Área total aproximada (m ²) (Nota 3)	Temperatura de operación (K)	Clase de material	Conductividad térmica	Espesor del aislante (mm) (Nota 1)	Pérdidas de calor	Precio unitario MN (m ²) (Nota 2)	Precio tot: MN (Nota 2)
				$k = \frac{W}{m.K}$	Temp. sup. (K)	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$		
Calentador no. 1 Área expuesta ()								
Calentador no. 2 Área expuesta ()								
Calentador no. 3 agua de alimentación ()								
Calentador no. 4 agua de alimentación ()								
Desaerador ()								
Calentador no. 6 agua de alimentación ()								
Calentador no. 7 agua de alimentación ()								
Total para LAB fábrica								

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

39 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C9 - Precios unitarios de aislamiento para equipo

Equipo (cantidad)	Área total aproximada (m ²) (Nota 3)	Temperatura de operación (K)	Clase de material	Conductividad térmica	Espesor del aislante (mm) (Nota 1)	Pérdidas de calor	Precio unitario MN (m ²) (Nota 2)	Precio tot: MN (Nota 2)
				$k = \frac{W}{m.K}$	Temp. sup. (K)	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$		
Calentador exterior de tanque de alim. de combustible ()								
Calentador de succión del tanque de agua de combustible ()								
Calentador principal de aceite combustible ()								
Tanque de vaporización instantánea ()								
Tanque de purgas ()								
Receptor de drenes del calentador aire vapor ()								
Tanque de agua helada para muestreo ()								
Total para LAB f/Ebrica								

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

40 de 58

TABLA C10 - Precios unitarios de aislamiento para equipo

Equipo (cantidad)	Área total aproximada (m ²) (Nota 3)	Temperatura de operaci n (K)	Clase de material	Conductividad tØrmica	Espesor del aislante (mm) (Nota 1)	PØrdidas de calor	Precio unitario MN (m ²) (Nota 2)	Precio tot: MN (Nota 2)
				$k = \frac{W}{m.K}$	Temp. sup. (K)	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$		
Tanque de retorno de condensado ()								
Tanque de sellos de bombas de agua de alimentaci n ()								
Tanque receptor de drenes del generador vapor/vapor ()								
Generador de vapor/vapor ()								
Banco de eyectores de aire de operaci n ()								
Eyectores de aire de arranque ()								
Condensador de vapor de sellos ()								
Regulador de vapor de sellos ()								
Total para LAB f/Æbrica								

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C11 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: Codos 90 °

Di/Emetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

42 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C12 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: Codos 45°

Diámetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

43 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C13 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: Reducciones

Diámetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

44 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C14 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: Coples

Diámetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

45 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C15 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: Tapón

cachucha

Diámetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

46 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C16 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: yees y tees

Diámetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

47 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C17 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: bridas permanentes (par)

Diámetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

48 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C18 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: bridas removibles (par)

Diámetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

49 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C19 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: válvulas compuerta y globo

Di/Emetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

50 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C20 - Precios unitarios de aislamiento de accesorios

Clase de material _____ Tipo de accesorios: trampas de vapor

Di/Emetro nominal accesorio	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
mm	MN	MN	MN	MN	MN	MN
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

51 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C21 - Precios unitarios del aislamiento para tubería subterránea con temperatura de operación hasta 394 K

Diámetro nominal de tubería	Espesor de aislamiento (Nota 1)	Clase de material	Conductividad térmica	Pérdidas de calor	Longitud m (Nota 3)	Precio unitario MN (Nota 2)	Precio total MN
(mm)	(mm)		$k = \frac{W}{m.K}$	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$			
13							
19							
25							
38							
50							
63							
75							
100							
125							
150							
200							
250							
300							
350							
400							
450							
500							
550							
600							

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

52 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C22 - Precios unitarios del aislamiento para tubería subterránea con temperatura de operación hasta 450 K

Diámetro nominal de tubería (mm)	Espesor de aislamiento (Nota 1) (mm)	Clase de material	Conductividad térmica	Pérdidas de calor	Longitud m (Nota 3)	Precio unitario MN (Nota 2)	Precio total MN
			$k = \frac{W}{m.K}$	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$			
13							
19							
25							
38							
50							
63							
75							
100							
125							
150							
200							
250							
300							
350							
400							
450							
500							
550							
600							

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

53 de 58

850118

Rev

880420

940610

990910

TABLA C23 - Precios unitarios del aislamiento para tubería subterránea con temperatura hasta 505 K

Diámetro nominal de tubería (mm)	Espesor de aislamiento (Nota 1) (mm)	Clase de material	Conductividad térmica	Pérdidas de calor	Longitud m (Nota 3)	Precio unitario MN (Nota 2)	Precio total MN
			$k = \frac{W}{m.K}$	$Q = \frac{kJ}{h.m^2}$			
13							
19							
25							
38							
50							
63							
75							
100							
125							
150							
200							
250							
300							
350							
400							
450							
500							
550							
600							

NOTA:

- (1) El espesor del aislante no cubre los materiales de acabado.
- (2) Los precios deben incluir todo el material aislante necesario y accesorios, tales como alambre, flejes y chaquetas.
- (3) El licitante debe indicar en estas hojas sus precios unitarios.
- (4) Es para () unidad (es).

AISLAMIENTO TÉRMICO

ESPECIFICACIÓN
CFE D4500-04

54 de 58

9.4.3 Fletes (opcionales)

Los fletes son opcionales para la Comisión, sin embargo, se requiere que los licitantes los indiquen.

Fletes por la partida 1 no incluyendo los costos del aislamiento térmico, materiales de sujeción y acabado, desde LAB fábrica del licitante hasta los siguientes puntos:

- a) LAB en el sitio de la central _____
 Precio en Pesos Mexicanos _____
 (_____)
 (con letra)

9.4.4 Programa de entrega de los materiales

En la tabla C24 el licitante debe confirmar y garantizar los plazos de entrega requeridos en sus respectivos embarques, contados en días a partir de la fecha de la entrega del contrato.

TABLA C24 - Plazo de entrega de embarques

Unidad	1er. embarque	2o. embarque	ltimo embarque
1	D as		
2	D as		
3	D as		
4	D as		

NOTA: En caso de que el cuadro sea insuficiente el licitante debe utilizar hojas del mismo formato y anexarlos al cuestionario.

9.5 Anexos de la Propuesta

El licitante debe enlistar a continuación todos los dibujos, catálogos, instructivos, revistas y manuales y demás información adicional que considere necesario incluir en su propuesta.

9.6 Responsabilidades

El licitante confirma y garantiza que acepta todos los términos y condiciones que se indican en esta especificación y en las bases de la licitación.

(Nombre de la Compañía)

(Nombre y puesto del representante)

(Firma)

Testigo (nombre y firma)

Testigo (nombre y firma)

(Fecha)

10

BIBLIOGRAFÍA

- 1 ASTM B209-1993 Standard Specification for Aluminium and Aluminium-Alloy Sheet and Plate, (Metric).
- 2 ASTM C177-1985 Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus.
- 3 ASTM C533-1985 Standard Specification for Calcium Silicate Block and Pipe Thermal Insulation (Rev. 1990).
- 4 ASTM C547-1977 Standard Specification for Mineral Fiber Preformed Pipe Insulation.
- 5 ASTM C592-1980 Standard Specification for Mineral Fiber Blanket Insulation and Blanket-Type Pipe Insulation (Metal-Mesh Covered Industrial Type).
- 6 ASTM C610-1985 Standard Specification for Expanded Perlite Block and Pipe Thermal Insulation.
- 7 ASTM C612-1983 Standard Specification for Mineral Fiber Block and Board Thermal Insulation.



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA:
AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA CENTRAL DE:

_____ (Nombre)

Correspondiente a la especificación CFE D4500-04

1 de 8

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CENTRAL

<p>_____</p> <p style="text-align: center;">Capacidad de cada unidad</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">Número de unidades</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">Ubicación</p>	<p>Central Nueva <input type="checkbox"/> Ampliación <input type="checkbox"/></p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">Tipo de enfriamiento</p>
---	--

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Datos geográficos				Características del terreno	
Altitud (msnm)	Longitud (grados)	Latitud (grados)	Zona climática	Capacidad de carga (t/m ²)	Aceleración horizontal máxima

CONDICIONES AMBIENTALES Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

Presión barométrica (kPa)	Fluido por controlar		Temperatura de diseño, (C)			Humedad relativa de diseño (%)
	Tipo agua/vapor	Temperatura de diseño (K)	Bulbo seco verano	Bulbo seco invierno	Bulbo húmedo	

Vía de comunicación (breve descripción) _____

CPE - 184



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA:
AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA CENTRAL DE:

(Nombre)

Correspondiente a la especificación CFE D4500-04

2 de 8

**CANTIDAD DE TUBERÍA EN TRAMOS RECTOS CON CHAQUETA DE ALUMINIO
PARA LAS DIFERENTES TEMPERATURAS DE OPERACIÓN**

VALORES DE TEMPERATURA

Diámetro nominal de tubería (mm)	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

CPE - 184

NOTA: Cantidad, en piezas.



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA:
AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA CENTRAL DE:

_____ (Nombre)

Correspondiente a la especificación CFE D4500-04

3 de 8

**CANTIDAD DE ACCESORIOS PARA TUBERÍA, TEES Y CODOS 90° CHAQUETA DE ALUMINIO
PARA LAS DIFERENTES TEMPERATURAS DE OPERACIÓN**

VALORES DE TEMPERATURA

Diámetro nominal de tubería (mm)	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

CPE - 184

NOTA: Cantidad, en piezas.



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA:
AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA CENTRAL DE:

(Nombre)

Correspondiente a la especificación CFE D4500-04

4 de 8

CANTIDAD DE ACCESORIOS PARA TUBERÍA, CODOS 45° Y REDUCCIONES CON CHAQUETA DE ALUMINIO PARA LAS DIFERENTES TEMPERATURAS DE OPERACIÓN

VALORES DE TEMPERATURA

Diámetro nominal de tubería (mm)	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

CPE - 184

NOTA: Cantidad, en piezas.



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA:
AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA CENTRAL DE:

(Nombre)

Correspondiente a la especificación CFE D4500-04

5 de 8

**CANTIDAD DE VLVULAS DE TODOS TIPOS CON CHAQUETA DE ALUMINIO
PARA LAS DIFERENTES TEMPERATURAS DE OPERACIÓN**

VALORES DE TEMPERATURA

Diámetro nominal de tubería (mm)	394 K	450 K	505 K	616 K	727 K	839 K
13						
19						
25						
38						
50						
63						
75						
100						
125						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

CPE - 184

NOTA: Cantidad, en piezas.

850118	Rev	880420	940610	990910					
--------	-----	--------	--------	--------	--	--	--	--	--



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA:
AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA CENTRAL DE:

_____ (Nombre)

Correspondiente a la especificación CFE D4500-04

6 de 8

CANTIDAD DE TUBERÍA SUBTERRÁNEA EN TRAMOS RECTOS PARA LAS DIFERENTES TEMPERATURAS

VALORES DE TEMPERATURA

Diámetro nominal de tubería (mm)	366 K	421 K	477 K	533 K
13				
19				
25				
38				
50				
63				
75				
100				
125				
150				
200				
250				
300				
350				
400				
450				
500				
550				
600				

CPE - 184

NOTA: Cantidad, en piezas.

850118	Rev	880420	940610	990910					
--------	-----	--------	--------	--------	--	--	--	--	--



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA: AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA CENTRAL DE:

(Nombre)

Correspondiente a la especificación CFE D4500-04

7 de 8

	Nombre del equipo	Cantidad	Temperatura de operación (K)	Área aproximada (m ²)	Dibujo número
1	Calentador no. 1 agua de alimentación				
2	Calentador no. 2 agua de alimentación				
3	Calentador no. 3 agua de alimentación				
4	Calentador no. 4 agua de alimentación				
5	Desaerador				
6	Calentador no. 6 agua de alimentación				
7	Calentador no. 7 agua de alimentación				
8	Calentador exterior de succión del tanque de almacenamiento de combustible				
9	Calentador de succión del tanque de drena de combustible				
10	Calentadores principales de aceite combustible				
11	Tanque de vaporización instantánea				
12	Tanque de purgas				
13	Receptor de drenes del calentador aire-vapor				
14	Tanque de agua helada para muestreo				
15	Tanque de retorno de condensado				
16	Tanque de sellos de bombas de agua de alimentación				
17	Tanque receptor de drenes del generador vapor/vapor				
18	Generador vapor/vapor				
19	Banco de eyectores de aire de operación				
20	Eyectores de aire de arranque				
21	Condensador de vapor de sellos				
22	Regulador de vapor de sellos				

CPE - 184

NOTA: Las áreas indicadas son aproximadas, si se suministran los dibujos del proveedor debe determinar el área correcta.
El equipo mostrado es de () unidad (es).

850118	Rev	880420	940610	990910					
--------	-----	--------	--------	--------	--	--	--	--	--



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA:
AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA CENTRAL DE:

(Nombre)

Correspondiente a la especificación CFE D4500-04

8 de 8

CONDICIONES DE DISEÑO (Velocidad del viento)	
Altura sobre el suelo (m)	Velocidad básica (km/h)
0	
10	
20	
30	
40	
50	
m/Es de 50	

BASES DE EVALUACIÓN				
Vida útil de la central (años)	Tasa de interés anual (%)	Valor de amortización anual (%)	Tasa de descuento para valor presente (%)	Número de horas en operación (años)
<p>Pérdidas de calor:</p> <p>Se debe aplicar un cargo por la diferencia en la pérdida de calor a través del aislamiento y debe ser de acuerdo al costo de kW no generado calculado para la central.</p>				

CPE - 184

(*) NOTA: Este valor debe ser actualizado en cada licitación.

850118	Rev	880420	940610	990910						
--------	-----	--------	--------	--------	--	--	--	--	--	--