 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 1 de 22

DOCUMENTO REFERENCIAL:

El presente documento es de carácter referencial para fines exclusivos de preparación de la propuesta durante la etapa de licitación del Proyecto, por lo que la empresa Contratista es responsable de verificar dicha información durante el desarrollo y ejecución del proyecto, sin que esto implique derecho a modificaciones contractuales.

ESPECIFICACIÓN DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)

Nº del Contrato : DLG 0304

Nº del Proy. de SECL : SC2566

5	29 MAY 2017	Como Construido	Como Construido			
Rev	Fecha	Estado	Descripción del Estado	Preparado por	Verificado por	Aprobado por
Revisión del Documento				Página: Total de 22 hojas (Incl. Carátula)		



 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5 Página 3 de 22

TABLA DE CONTENIDOS

1. GENERAL	4
1.1 Propósito	4
1.2 Alcance	4
1.3 Unidades	4
2. DISEÑO	4
2.1 General	4
2.2 Aislamiento para Calor y Protección Personal	5
2.3 Aislamiento para Frío	6
2.4 Aislamiento Acústico	6
2.5 Espesor del Aislamiento	7
3. MATERIAL	7
3.1 General	7
3.2 Materiales Aislantes de Protección Personal y Aislamiento para Calor	8
3.3 Materiales de Aislamiento para Frío	8
3.4 Materiales de Aislamiento Acústico	9
3.5 Materiales de aislamiento de servicio de temperatura dual	9
3.6 Materiales de Cubierta (para aislamiento para calor y frío)	9
3.7 Materiales de Sujeción (para aislamiento para calor y frío)	10
4. APÉNDICES	12
APÉNDICE 1	12
APÉNDICE 2	14
APÉNDICE 3	16
APÉNDICE 4	18
APÉNDICE 5	20
APÉNDICE 6	21

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 4 de 22

1. GENERAL

1.1 Propósito

Esta especificación describe los requerimientos del diseño y materiales de aislamiento térmico para servicios en caliente y frío para el Proyecto de Amoníaco/Urea de YPFB, Bolivia.

1.2 Alcance

Esta especificación debe ser aplicada al aislamiento para equipos y tuberías mostrados en el Diagrama de Tubería e Instrumentación (en adelante denominado "DTI"), pero no al aislamiento a ser aplicado por el fabricante como una parte del equipo.

1.3 Unidades

A menos que se especifique lo contrario, se utilizarán las unidades métricas, centígrados y kilogramos como el sistema de medida para todos los planos y documentos a ser entregados. No obstante, los tamaños normales de los componentes de tuberías deben estar conforme al sistema de pulgadas, cuya abreviación es (NPS).


2. DISEÑO

2.1 General

2.1.1 El código de aislamiento requerido indica el tipo de aislamiento.

El código de aislamiento requerido a ser indicado en el DTI y Lista de Línea es lo siguiente:

Categoría	Código	Tipo
Aislamiento para Calor	HC	Conservación de Calor
	TS	Aislamiento de traceado de vapor de baja presión
	TM	Aislamiento de traceado de vapor de media presión
	ET	Aislamiento de traceado eléctrico
Aislamiento para Frío	CC	Reducción de calor ganado y control de la condensación
Otros	PP	Protección personal
	AC	Aislamiento acústico en servicio de temperatura alta
	DT	Servicio de temperatura dual
	JL	Aislamiento del enchaquetado de vapor de baja presión
	JS	Aislamiento del enchaquetado de vapor de baja presión
No	N	Sin aislamiento

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 5 de 22

2.1.2 La temperatura de diseño a ser usada para elegir el material aislante y calcular el espesor de aislamiento debe ser la temperatura de operación normal de fluido interior en caso de aislamiento para protección personal del calor, mientras que debe ser la temperatura de operación mínima de fluido interior en caso de aislamiento para frío.

2.1.3 El espesor de aislamiento en las boquillas y otras protuberancias (incluyendo partes de la estructura) alrededor de los equipos y tuberías debe ser generalmente determinado del mismo modo como se estipula en el párrafo 2.1.2.

2.1.4 La conductividad térmica de materiales aislantes para calor y frío debe ser conforme con ASTM o códigos aplicables.

2.2 Aislamiento para Calor y Protección Personal

2.2.1 El aislamiento para conservación normal de calor (HC) debe ser generalmente aplicado a los equipos y tuberías que operan a 65°C y superior, excepto para el caso donde se desea pérdida de calor.

2.2.2 Para los equipos y tuberías con revestimiento interno de refractario o material aislante no se debe aplicar aislamiento externo, excepto para el caso donde se deba controlar la temperatura del metal.



2.2.3 Se deberá proveer protección personal (PP) utilizando el aislamiento normal o protección de metal expandida/jaulas de alambre o marcas físicas, etc.

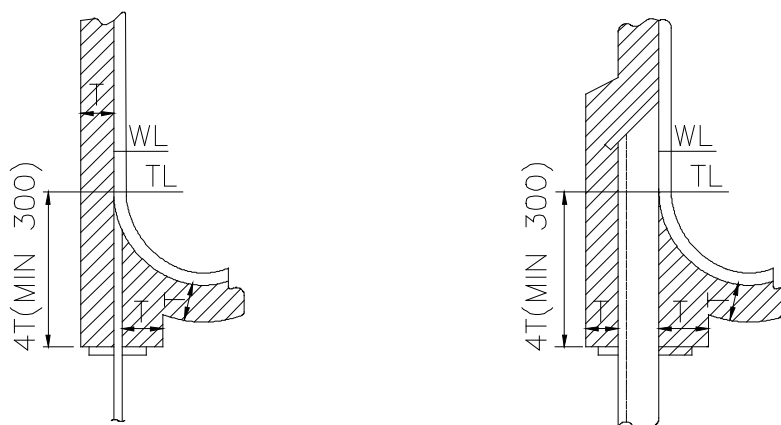
2.2.4 El aislamiento para protección personal (PP) debe ser aplicado a los equipos y tuberías sin aislamiento que operan por encima de 65°C y por debajo de -10°C, dentro del área que se indica a continuación, donde los operadores, mientras trabajan, pueden involuntariamente entrar en contacto con éstos.

(1) Dentro de 2100 mm de altura por encima del piso o nivel de la plataforma.

(2) Dentro de 900 mm de distancia más allá del borde de la plataforma o pasillo.

2.2.5 Cuando el aislamiento de torre y de tanque a ser extendido a faldones, el aislamiento debe ser como lo siguiente:

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 6 de 22




2.3 Aislamiento para Frío

- 2.3.1 El aislamiento de refrigeración (CC) generalmente se aplica a los equipos y tuberías que operan a 0°C y por debajo.
- 2.3.2 El aislamiento de refrigeración para válvulas debe abarcar hasta la parte superior de la válvula y la válvula de seguridad debe ser aislado hasta la brida de descarga.
- 2.3.3 En general, no se debe aplicar el aislamiento de refrigeración a las bombas que operan a 0°C o superior.
- 2.3.4 El espesor de aislamiento de los accesorios y protuberancias debe ser igual al del aislamiento contiguo y será extendido a lo largo de la proyección de accesorios y protuberancias un mínimo de cuatro veces el espesor de aislamiento. Los ejemplos de tales accesorios y protuberancias son faldones o patas de torres y recipientes, soportes colgantes de tubería, conexiones de instrumentos, ensambles de termocuplas, pieza de sujeción de los recipientes a la plataforma, venteos, drenajes o insertos a presión.
- 2.3.5 Se debe aplicar aislamiento a las líneas de bifurcaciones a una distancia de cuatro veces el espesor de aislamiento contiguo o 300mm mínimo más allá de la primera válvula de bloqueo.
- 2.3.6 El aislamiento para frío requiere la barrera de vapor a la superficie exterior del aislamiento para prevenir la formación de hielo debajo del aislamiento o dentro de las capas de aislamiento.

2.4 Aislamiento Acústico

- 2.4.1 Se debe aplicar el aislamiento acústico (AC) a partes tales como alrededor de las válvulas de descarga y equipos, donde se origina el ruido. Estas partes deben estar indicadas en la Lista de Línea, DTI y Datos de Proceso.

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 7 de 22

2.4.2 El rendimiento acústico de tres clases (A, B, y C) debe ser clasificado acorde a los requerimientos para capacidad de absorción del sonido mínima o valores de reducción del nivel de ruido.

2.4.3 Cuando se requiere el aislamiento térmico o acústico (AC), se puede utilizar el mismo material para ambos propósitos. El espesor de la capa porosa debe ser determinado con mayor rigurosidad que los dos requerimientos.

2.4.4 Cuando son necesarios el aislamiento para frío y aislamiento acústico (AC+CC), el sistema de aislamiento para frío acorde al Apéndice 3 debe ser aplicado al primer tubo y luego se aplica el aislamiento acústico en la parte superior. Para prevenir la condensación en la interconexión entre dos capas se debe aplicar una segunda barrera de vapor fuera de la capa externa.

2.5 Espesor del Aislamiento

2.5.1 El espesor del aislamiento para tuberías también debe estar especificado en la Lista de Línea.

2.5.2 El espesor del aislamiento para tuberías también debe estar especificado en la Lista de Línea.

2.5.3 Para las torres cuyas temperaturas interiores varían según la altura, el espesor del aislamiento debe variar del mismo modo.

2.5.4 El espesor del aislamiento inclusivo del espesor económico o conservación de energía, protección contra congelamiento, etc. debe ser determinado mediante cálculos basados en las condiciones de operación y ambiente para el sistema a ser aislado. En el Apéndice del 1 al 4 proporciona el espesor de aislamiento típico. El espesor de aislamiento total puede ser utilizado en lugar de capas múltiples.


3. MATERIAL

3.1 General

3.1.1 Los materiales generales deben ser conformes al código de ASTM y aquellos materiales no cubiertos por el código ASTM deben ser conforme al código JIS o su equivalente.

3.1.2 Para fluidos que consisten de más del 50% de óxido de etileno, sólo es aceptable la fibra de vidrio o vidrio celular.

3.1.3 Sólo se aplicarán los materiales probados con aislantes libres de corrosión con esfuerzo, sobre el acero inoxidable. El valor mínimo disponible de silicato de sodio debe ser acorde a la figura 1 de ASTM C795 para aceptar el material aislante.

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 8 de 22

- 3.1.4 Se debe usar únicamente los materiales ignífugos.
- 3.1.5 El revestimiento de acabado para el aislamiento debe ser de cubierta de aluminio.
- 3.1.6 Toda aislación y accesorios deben estar libres de amianto, plomo y otras sustancias peligrosas.

3.2 Materiales Aislantes de Protección Personal y Aislamiento para Calor

La especificación y aplicación de los materiales de aislamiento para calor y aislamiento de protección personal deberá ser como sigue. La conductividad térmica deberá estar de acuerdo con los códigos aplicables de ASTM o JIS.

Material	N. de Código	Aplicación (Nota 1)
Fibra Mineral	ASTM C 547	Para equipos y tuberías (Nota 2)
Aerogel	ASTM C 1728-12	Para equipos y tuberías (Nota 3)


- Notas : (1) El límite de la temperatura puede variar según datos del fabricante.
- (2) También es posible aplicar a una superficie irregular.
- (3) Algunos de los equipos o tuberías pueden ser aislados por Aerogel para evitar choque o dificultades en la construcción.

3.3 Materiales de Aislamiento para Frío

La especificación y aplicación de los materiales del aislamiento para frío (incluyendo el aislamiento anti-condensado) deben ser como sigue:

Material	N. de Código	Aplicación
Poliisocianurato rígido preformado descubierto	ASTM C 591-07 Grado 2	Para equipos y tuberías
Polvo de Perlita	ASTM C 610-11	Para equipos (Nota 1)

- Notas: (1) Algunos equipos pueden ser aislados mediante el Polvo de Perlita para

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5 Página 9 de 22

la caja fría de acuerdo al estándar de LINDE (LS 152-08).

3.4 Materiales de Aislamiento Acústico

La especificación y aplicación de los materiales del aislamiento acústico deben ser como sigue:

Material	N. de Código	Aplicación
Fibra Mineral	ASTM C 547	Para servicio en calor / frío

3.5 Materiales de aislamiento de servicio de temperatura dual


La especificación y aplicación de los materiales del aislamiento del servicio de temperatura dual deben ser como sigue:

Material	N. de Código	Aplicación
Vidrio Celular	ASTM C 552	Para equipos y tuberías

3.6 Materiales de Cubierta (para aislamiento para calor y frío)

La especificación y aplicación de los materiales de la cubierta de aislamiento serán lo siguiente:

Material (Nota 1)	N. de Código	Espesor (mm)	Aplicación
Láminas de aluminio onduladas y planas	ASTM B209 Aleación 3003-H14 o Aleación 5005-H14	0.4	Para 2 plg y menor
		0.5	Para 3 plg y mayor
		0.6 (Lámina Plana)	Para las cubiertas de bridas, válvulas y maquinaria especial, si se requiere
	Recubrimiento plano o liso : - Tubería hasta 36 plg y cabezales de recipiente, pasillos, boquilla - Todos los equipos horizontales		

 <p>YPFB Corporación La fuerza que transforma Bolivia PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 10 de 22

	<p>- Equipos verticales hasta 36 plg</p> <p>Ondulación de 5mm(3/16"): - Tubería Vertical más de 36 plg de diámetro</p> <p>- Recipientes, intercambiadores y otros equipos, si se requiere</p> <p>Ondulación de 32mm(1.25") : - Recipientes verticales, tanques de depósito</p> <p>y equipos más de 36 plg</p>
--	---

Notas : (1) Las uniones de bridas y partes de la válvula pueden ser no cubiertas, excepto para líneas principales de vapor.

3.7 Materiales de Sujeción (para aislamiento para calor y frío)


La especificación y aplicación de los materiales de sujeción serán de la siguiente manera:

3.7.1 Para materiales aislantes de sujeción

Material	N. de Código	Dimensión (mm)	Aplicación
Bandas de Aluminio	ASTM B 209 Aleación 5005	0.5t x19w	Para tuberías con 20 plg y mayor, equipos hasta 900 mm OD.
		0.6t x32w	Para equipos mayores a 900 mm OD.
Bandas de acero inoxidable	ASTM A 666 Tipo 304	B.W.G. #18 (ø1.24)	Para tuberías con 2 plg y menor
		B.W.G. #16 (ø1.65)	Para tuberías con 3 plg hasta 18 plg
Cables de acero inoxidable	ASTM A 580 Tipo 304	B.W.G. #18 (ø1.24)	Para tuberías con 2 plg y menor
		B.W.G. #16 (ø1.65)	Para tuberías con 3 plg hasta 18 plg

3.7.2 Para la sujeción de materiales de cubierta

Material	Nº de Código	Dimensión(mm)	Aplicación
Bandas de Aluminio	ASTM B 209 Aleación 5005	0.5t x19w	Para tuberías y equipos hasta 900 mm OD.
		0.6t x32w	Para tuberías y equipos mayores a 900 mm OD.

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 11 de 22

Bandas de acero inoxidable	ASTM A 666 Tipo 304	0.4t x13w	Para tuberías y equipos hasta 1200 mm OD.
		0.5t x19w	Para tuberías y equipos superiores a 1200 mm OD.

3.7.3 Otros materiales


- (1) La especificación y aplicación de los materiales auxiliares para el aislamiento para calor es lo siguiente.

Material	N. de Código	Aplicación
Material de Relleno de Juntas	-	Para rellenar las juntas de los materiales de aislamiento para calor

- (2) La especificación y aplicación de los materiales auxiliares para el aislamiento para frío es lo siguiente.

Material	N. de Código	Aplicación
Barrera de vapor	Foster N° Mástique 60-38 ~ equivalente al product de otra empresa	Para el aislamiento para frío Permeabilidad de barrera de vapor del agua: 0.02 perms(ASTM E96 procedimiento A)
Sellado de juntas	Foster N° sellado 95-50 o equivalente Foster N° sellado 30-45 o equivalent	Para el sellado de juntas del aislamiento para frío
Material de refuerzo	Tela de vidrio	Para el refuerzo de mástique


Nota (1) La capa de poliéster laminada con papel de aluminio se puede utilizar para el propósito de la barrera de vapor en lugar del mástico.

 <p>YPFB <i>Corporación</i> <small>La fuerza que transforma Bolivia</small></p> <p>PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)		
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5	
		Página 12 de 22	

4. APÉNDICES


Apéndice 1 Tabla de Espesor de Aislamiento para el servicio en calor (HC, TS, TM, ET)

Temp. operativa (°C)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Material	Fibra Mineral (ASTM C 547-07)												
Tamaño de tuberías (NPS)	Espesor de Aislamiento (mm)												
1/2	25	25	25	25	40	50	50	65	65	80	90	100	115
3/4	25	25	25	25	40	50	65	65	65	90	100	115	125
1	25	25	25	25	40	50	65	65	80	90	115	125	140
1-1/2	25	25	25	40	40	50	65	65	80	100	115	125	140
2	25	25	25	40	40	50	65	80	90	100	125	140	150
2-1/2	25	25	25	40	40	50	80	90	90	100	125	140	165
3	25	25	25	40	50	65	80	90	100	115	125	150	175
4	25	25	25	40	50	65	80	90	100	115	140	165	175
5	25	25	25	40	50	65	80	90	115	125	140	165	190
6	25	25	25	40	50	65	80	90	115	125	150	175	200
8	25	25	25	40	50	65	80	100	115	140	165	190	215
10	25	25	25	40	50	65	90	100	125	150	165	190	225
12	25	25	25	40	50	80	90	100	125	150	175	200	225
14	25	25	25	40	65	80	90	115	125	150	175	215	240
16	25	25	25	40	65	80	90	115	125	165	190	215	240
18	25	25	25	50	65	80	90	115	125	165	190	215	250
20	25	25	25	50	65	80	100	115	140	165	190	225	250
22	25	25	25	50	65	80	100	115	140	165	200	225	250
24	25	25	25	50	65	80	100	115	140	165	200	225	260
26	25	25	25	50	65	80	100	115	140	175	200	225	270
28	25	25	25	50	65	80	100	115	140	175	200	240	280
30	25	25	25	50	65	80	100	125	150	175	200	240	280
32	25	25	25	50	65	80	100	125	150	175	200	240	290
34	25	25	25	50	65	80	100	125	150	175	215	250	300
36	25	25	25	50	65	80	100	125	150	175	215	250	300
Placa	25	25	25	50	65	80	100	125	165	190	240	260	320

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 13 de 22


※ Condiciones de Diseño

- Temperatura ambiente (invierno): 7 °C
- Velocidad del Viento: 1.3 m/s
- Limite del flujo de Calor: 200 W/m²
- Metal Base: Acero
- Aislamiento: 1200F Fibra Mineral, c547-07
- Material de Enchaquetado: 0.1 Aluminio, oxidado, en servicio

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)												
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002								Rev. 5				
									Página 14 de 22				


Apéndice 2 Tabla de Espesor de Aislamiento para el servicio en calor (HC, TS, TM, ET)

Temp. operativa (°C)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Material	Aerogel (ASTM C1728-12 Tipo III, Gr1)												
Tamaño de tuberías (NPS)	Espesor de Aislamiento (mm)												
1/2	15	15	15	25	25	25	40	40	40	50	50	65	65
3/4	15	15	15	25	25	25	40	40	40	50	50	65	65
1	15	15	15	25	25	25	40	40	40	50	50	65	65
1-1/2	15	15	15	25	25	25	40	40	40	50	50	65	80
2	15	15	15	25	25	40	40	40	50	50	65	80	80
2-1/2	15	15	15	25	25	40	40	50	50	65	65	80	90
3	15	15	15	25	25	40	40	50	50	65	65	80	90
4	15	15	15	25	25	40	40	50	50	65	80	80	90
5	15	15	25	25	40	40	50	50	65	65	80	90	90
6	15	15	25	25	40	40	50	50	65	65	80	90	100
8	15	15	25	25	40	40	50	50	65	65	80	90	100
10	15	15	25	25	40	40	50	50	65	80	80	90	100
12	15	15	25	25	40	40	50	50	65	80	90	100	115
14	15	15	25	25	40	40	50	65	65	80	90	100	115
16	15	15	25	25	40	40	50	65	65	80	90	100	115
18	15	15	25	25	40	40	50	65	65	80	90	100	115
20	15	15	25	25	40	40	50	65	65	80	90	100	115
22	15	15	25	25	40	40	50	65	65	80	90	100	125
24	15	15	25	25	40	40	50	65	65	80	90	100	125
26	15	15	25	25	40	40	50	65	80	80	90	115	125
28	15	15	25	25	40	40	50	65	80	80	90	115	125
30	15	15	25	25	40	40	50	65	80	80	90	115	125
32	15	15	25	25	40	40	50	65	80	90	100	115	125
34	15	15	25	25	40	40	50	65	80	90	100	115	125
36	15	15	25	25	40	40	50	65	80	90	100	115	125
Placa	15	15	25	25	40	40	50	65	80	90	100	115	140

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 15 de 22


※ Condiciones de Diseño

- Temperatura ambiente (invierno): 7 °C
- Velocidad del Viento: 1.3 m/s
- Limite del flujo de Calor: 200 W/m²
- Metal Base: Acero
- Aislamiento: 1200F Fibra Mineral, c547-07
- Material de Enchaquetado: 0.1 Aluminio, oxidado, en servicio

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)														
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002										Rev. 5				
											Página 16 de 22				


Apéndice 3 Tabla de Espesor de Aislamiento para la Protección Personal (PP)

Temp. operativa (°C)	-33	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
Material	Fibra Mineral (ASTM C 547-07)														
Tamaño de tuberías (NPS)	Espesor de Aislamiento (mm)														
1/2	25	25	25	25	25	25	25	40	40	50	65	65	80	90	100
3/4	25	25	25	25	25	25	25	40	50	50	65	80	90	100	115
1	25	25	25	25	25	25	25	40	50	50	65	80	90	115	125
1-1/2	25	25	25	25	25	25	25	40	50	65	80	90	100	125	140
2	25	25	25	25	25	25	40	50	65	80	90	100	115	140	150
2-1/2	25	25	25	25	25	40	40	50	65	80	90	100	115	150	165
3	25	25	25	25	25	40	40	50	65	80	100	115	125	165	175
4	25	25	25	25	25	40	50	65	80	90	100	125	140	165	200
5	25	25	25	25	40	40	50	65	80	100	115	140	150	190	215
6	25	25	25	25	40	50	50	80	90	100	125	140	165	200	225
8	25	25	25	25	40	50	65	80	90	115	140	150	190	215	250
10	25	25	25	25	40	50	65	80	100	125	140	175	200	225	265
12	25	25	25	25	40	50	65	90	100	125	150	175	215	250	290
14	25	25	25	40	40	65	80	90	115	140	165	190	225	250	300
16	25	25	25	40	50	65	80	100	115	140	165	200	225	265	315
18	25	25	25	40	50	65	80	100	125	150	175	200	240	275	325
20	25	25	25	40	50	65	80	100	125	150	175	215	250	290	340
22	25	25	25	40	50	65	90	100	125	150	190	215	250	300	350
24	25	25	25	40	50	65	90	115	140	165	190	225	260	315	350
26	25	25	25	40	50	65	90	115	140	165	190	225	270	325	365
28	25	25	25	40	50	65	90	115	140	165	200	240	280	325	375
30	25	25	25	40	50	80	90	115	140	175	200	240	280	325	375
32	25	25	25	40	50	80	90	115	140	175	200	240	290	340	390
34	25	25	25	40	50	80	90	125	150	175	215	250	300	340	400
36	25	25	25	40	50	80	100	125	150	175	215	250	300	340	400
48	25	25	25	40	65	80	100	125	165	190	240	260	320	375	425
Plate	25	25	25	40	65	80	100	125	165	190	240	260	320	N/A	N/A

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 17 de 22

※ Condiciones de Diseño


- Temperatura ambiente (verano): 40 °C
- Velocidad del Viento: 2.3 m/s
- Temperatura Máxima de superficie: 65 °C
- Metal Base: Acero
- Aislamiento: 1200F Fibra Mineral, c547-07
- Material de Enchaquetado: 0.1 Aluminio, oxidado, en servicio

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)												
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002										Rev. 5		
											Página 18 de 22		

Apéndice 4 Tabla de Espesor de Aislamiento para el Servicio en Frío


Temp. operativa (°C)	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-196 (Nota 1)
Material	Poliisocianurato C591-07 Grado 2												
Tamaño de tuberías (NPS)	Espesor de Aislamiento (mm)												
1/2	25	25	25	25	25	40	40	40	40	40	40	40	80
3/4	25	25	25	25	40	40	40	40	40	40	50	50	80
1	25	25	25	25	40	40	40	40	40	40	50	50	90
1-1/2	25	25	25	40	40	40	40	40	50	50	50	50	100
2	25	25	25	40	40	40	40	40	50	50	50	50	100
2-1/2	25	25	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	100
3	25	25	40	40	40	40	40	50	50	50	50	65	115
4	25	25	40	40	40	40	50	50	50	50	50	65	115
5	25	40	40	40	40	50	50	50	50	65	65	65	115
6	25	40	40	40	40	50	50	50	50	65	65	65	125
8	25	40	40	40	40	50	50	50	50	65	65	65	125
10	25	40	40	40	40	50	50	50	50	65	65	65	140
12	25	40	40	40	40	50	50	50	65	65	65	65	140
14	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	65	80	140
16	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	65	80	150
18	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	65	80	150
20	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	65	80	150
22	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	65	80	150
24	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	150
26	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	165
28	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	165
30	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	165
32	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	165
34	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	165
36	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	165
Placa	25	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	165

Notas : (1) Solamente para nitrógeno líquido.

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 19 de 22

※ Condiciones de Diseño


- Temperatura ambiente (verano): 40 °C
- Velocidad del Viento: 2.3 m/s
- Límite de Ganancia de Calor: 30 W/m²
- Metal Base: Acero
- Aislamiento: Poliisocianurato C591-07 Grado 2
- Material de Enchaquetado: 0.1 Aluminio, oxidado, en servicio

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 20 de 22

Apéndice 5 Tabla de Espesor de Aislamiento del Servicio Acústico (AC)


Material : Fibra Mineral (ASTM C 547-07)

Clase	Composición	
A	Espesor de la capa porosa (mm)	50
	Masa mínima por área de unidad del enchaquetado (kg/ m ²)	4.5
B	Espesor de la capa porosa (mm)	100
	Masa mínima por área de unidad del enchaquetado (kg/ m ²)	6.0
C	Espesor de la primera capa porosa (mm)	100
	Masa mínima por área de unidad del enchaquetado (kg/ m ²)	
	Para el diámetro nominal de tuberías < 300mm	7.8
	Para el diámetro nominal de tuberías ≥ 300mm	10.0

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	
	Rev. 5 Página 21 de 22	

Apéndice 6 Tabla de Espesor de Aislamiento del Servicio de Temperatura Dual (DT)

Temp. operativa (°C)	60	100	150	200	250	300	350
Material	Vidrio celular , Tipo II, Tubería y Tubos, C552-07						
Tamaño de tuberías (NPS)	Espesor de Aislamiento (mm)						
1/2	40	40	40	50	65	65	90
3/4	50	50	50	50	65	65	90
1	50	50	50	50	65	80	100
1-1/2	50	50	50	50	65	80	100
2	50	50	50	65	80	90	115
2-1/2	65	65	65	65	80	90	115
3	65	65	65	65	80	100	125
4	65	65	65	65	90	100	125
5	65	65	65	65	90	115	140
6	65	65	65	80	90	115	140
8	65	65	65	80	90	115	150
10	65	65	65	80	100	125	150
12	65	65	65	80	100	125	165
14	80	80	80	80	100	125	165
16	80	80	80	80	100	140	165
18	80	80	80	80	115	140	165
20	80	80	80	80	115	140	175
22	80	80	80	90	115	140	175
24	80	80	80	90	115	140	175
26	80	80	80	90	115	150	175
28	80	80	80	90	115	150	175
30	80	80	80	90	115	150	175
32	80	80	80	90	115	150	190
34	80	80	80	90	115	150	190
36	80	80	80	90	115	150	190
Plate	80	80	80	90	115	150	190

	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO (Tuberías, Recipientes y Estructuras)	
	Nº del DOC. PAU-EPI-C-SPC-00002	Rev. 5
		Página 22 de 22

※ Condiciones de Diseño

- Temperatura ambiente (verano): 40 °C
- Velocidad del Viento: 2.3 m/s
- Límite de Ganancia de Calor: 150 W/m²
- Metal Base: Acero
- Aislamiento: Vidrio celular , Tipo II, Tubería y Tubos, C552-07
- Material de Enchaquetado: 0.1 Aluminio, oxidado, en servicio

※ Nota 1) La temperatura más alta entre las condiciones duales a ser aplicada.