

**ANCLAJE DE REFRACTARIOS MONOLÍTICOS.
MANUAL DE DISEÑO E INSTALACIÓN.**

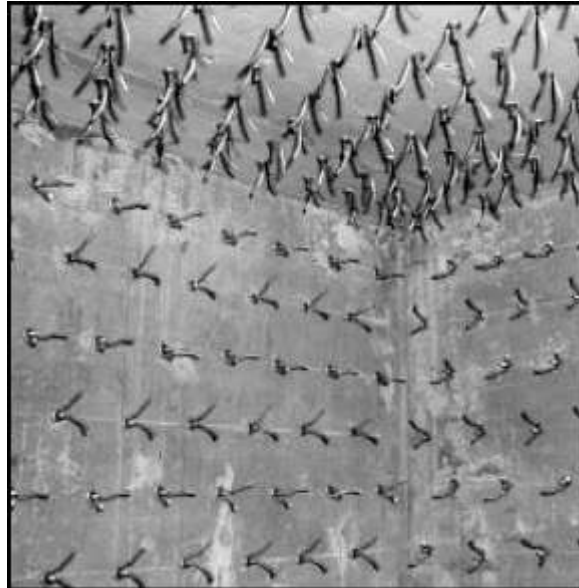


TABLA DE CONTENIDO.

A. Prefacio.	
B. Anclaje de Refractarios Monolíticos.	
1. General.	4
2. Tipos de anclajes.	4
2.1. Anclajes de Varilla Metálicas.	4
2.1.1. Diseños de Anclajes de Varilla.	4
2.1.2. Longitud de las Anclas.	5
2.1.3. Soldadura de las Anclas.	5
2.2. Anclajes Cerámicos.	6
3. Longitud de las Anclas y Separación.	7
3.1. Anclas de Varilla y Metálicas.	7
3.2. Anclas Cerámicas.	7
4. Sistemas Especiales de Anclaje.	7
4.1. Anclaje de Acoplamiento Hexagonal (Hexmesh)	7
4.2. Anclaje de Barra-S (S-Bar.)	7
5. Conclusión.	8

Lista de Figuras.

Figura 1.	Diferentes tipos de anclas.	4
Figura 2.	Varios estilos de Anclas.	5
Figura 3.	Ancla de horno rotativo.	5
Figura 4.	Ancla multicomponente.	5
Figura 5.	Anclas con casquillos plásticos.	5
Figura 6.	Guía de espesores de Revestimientos.	5
Figura 7.	Soldadura en anclajes.	6
Figura 8.	Anclas cerámicas.	6
Figura 9.	Diagramas de Ladrillos y C-Clip	6
Figura 10.	Detalle de Hormigones o Concretos.	6
Figura 11.	Diagrama de Ladrillos y Ice-Tongs	6
Figura 12.	Patrón cuadrado.	7
Figura 13.	Patrón de diamante.	7
Figura 14.	Sistema de Anclaje Hexmesh.	7
Figura 15.	Sistema de Anclaje S-Bar	8

Lista de Tablas.

Tabla 1.	Temperatura máxima de uso de varios grados de acero inoxidable.	4
Tabla 2.	Densidad de anclajes.	7
Tabla 3.	Espaciamiento sugerido de anclaje.	8

1. GENERAL.

Con el diseño de hornos de alto rendimiento y de recipientes revestidos completamente con hormigones ó concretos monolíticos, el anclado del refractario a la estructura del recipiente es medular para cualquier instalación eficiente. El poder especificar las anclas para un proyecto es actualmente una gran ventaja en comparación a los diseños anteriores, además proveen al instalador una gran variedad de alternativas dependiendo de las condiciones de servicio. La siguiente información da una amplia descripción al respecto, pero considerando que todos los proyectos son diferentes, la presente es únicamente una guía. Para obtener mayor información contacte a su representante RAI.

2. TIPOS DE ANCLAS.

2.1. Anclajes de Alambrón.

Las anclas de alambrrn se pueden fabricar en una variedad de formas y tamaos como se muestra a continuacin. Pueden ser especificados con acero inoxidable de diferentes grados dependiendo de la atmfsfera y temperatura a las que se espera operen.

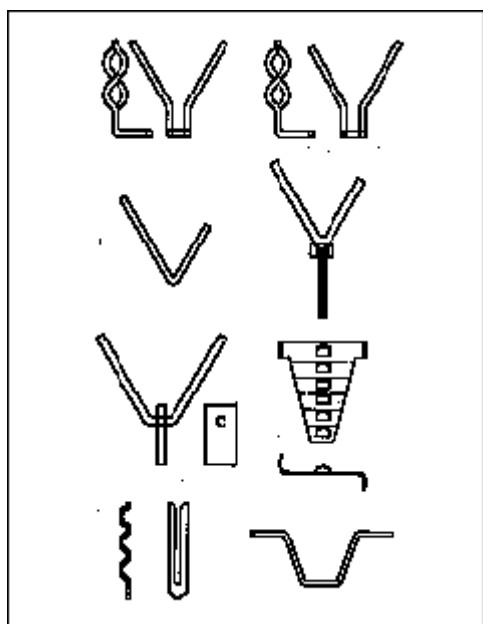


Figura 1. Diferentes tipos de anclas.

Gracias a su bajo costo y fclil instalacin los anclajes de alambrrn son los ms comunes. Generalmente se utilizan donde la temperatura de servicio (revestimiento) no exceda los 1200°C (2000°C). Se utilizan varios grados de acero inoxidable ya que el acero al carbfn no es apropiado para altas temperaturas. La eleccin del metal depender de la temperatura a la que ser sometido el anclaje, como se muestra en la Tabla 1.

Temperatura Mxima de Componentes Metlicos. (°C)	Tipo de Acero requerido.
260	Acero al carbfn.
816	304 SS (Acero inox.)
816	316 SS (Acero inox.)
871	309 SS (Acero inox.)
927	310 SS (Acero inox.)
1093	Inconel 601

Tabla 1. Temperatura mxima de uso de varios grados de acero inoxidable.

La temperatura mxima se puede usar como una gua. A medida que la temperatura del revestimiento se acerca a la temperatura mxima de operacin del anclaje, este sufrir una deformacin plstica. Esto puede ocasionar problemas especialmente cuando existen pesadas cargas que soportar. En este caso, se debera especificar un anclaje con mayor resistencia a la temperatura de servicio o bien, debern ser aislados con solucin recocida.

En todos los casos, el anclaje o soporte deber ser diseado para operar lo ms fro posible y deber ser instalado de tal forma que permita la disipacin del calor por conduccin y/o circulacin. La temperatura a la cual el anclaje esta sujeto, controla el grado de oxidacin y es el factor principal de su expectativa de vida. Su operacin a temperaturas excesivas puede ocasionar una incrustacin de carburo en el metal que modificar las propiedades del metal base, causando su rpida oxidacin y falla prematura.

La atmfsfera del horno tambin afectar la mxima temperatura de operacin del anclaje. Reducir los ambientes sulfurosos y nitrurados puede afectar severamente los anclajes metlicos, en el caso de aleaciones de metal se deben extremar precauciones al elegir anclajes para operar en estos ambientes. Por ejemplo, la composicin qumica del Acero Inoxidable 316 ofrece mayor resistencia el ataque de azufre que otros grados de acero.

2.1.1. DISEO DE ANCLAS DE ALAMBRN.

Los siguientes son ejemplos de los diseos de anclas que se pueden utilizar para diversos propsitos.

Los anclajes de alambrrn ms comunes son los tipo "V" o cuerno de becerro. Estos generalmente tienen patas de distintos tamaos para reducir la posibilidad de fracturas en la superficie del revestimiento. Otra variacin es trenzar las patas para proporcionar mayor superficie de soporte, especialmente para su uso en techos.

El anclaje de la figura 3, está diseñado especialmente para unidades que estarán en movimiento durante su operación, como en hornos rotatorios. La tuerca se suelda a la coraza y el ancla se introduce en la tuerca y se puntea. Como el revestimiento y el ancla están sujetos a la tensión del movimiento, el punto de soldadura se romperá, permitiendo que el ancla "flote" dentro de la tuerca, manteniéndose adherida a la coraza.

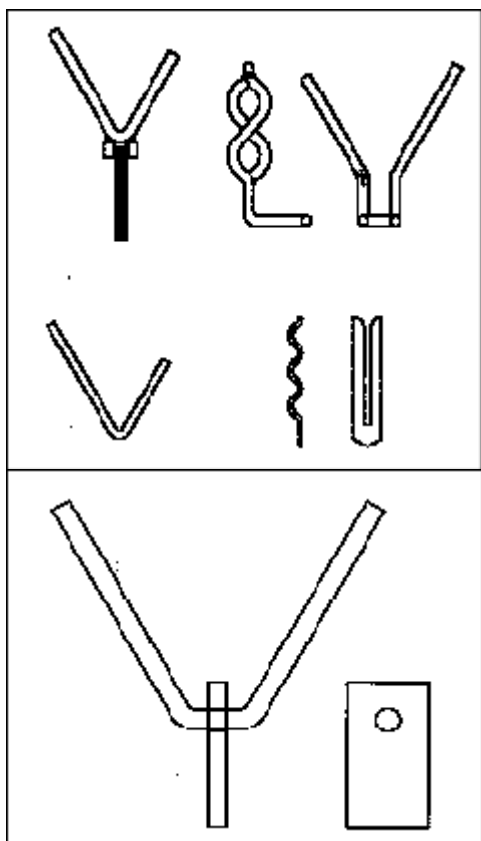


Figura 2.
Varios estilos de anclaje.

2.1.2. Longitud de las Anclas.

La longitud de las anclas de alambrión deberá permitir que las puntas de las anclas estén a un mínimo de una pulgada (2.5 cm) detrás de la superficie caliente. Generalmente, esto representa tres cuartas partes del espesor total del revestimiento. Se debe permitir cierta tolerancia para la expansión del ancla dentro de la masa refractaria. Esto se puede lograr colocando tapas de plástico en las puntas del ancla o recubriéndola con una película de alquitrán (Figura 5). Estos se fundirán al elevar la temperatura permitiendo una leve expansión del metal sin afectar el refractario.



Figura 5. Anclas con casquillos plásticos.

2.1.3. Seldado de Anclas.

Las anclas de alambrión requieren por lo menos media pulgada de cordón de soldadura en ambos lados; Puntear las anclas a la carcasa no será suficiente. Algunas anclas de barra pesada pueden requerir soldadura adicional. La soldadura es primordial para el buen funcionamiento del revestimiento. Si la soldadura falla, las anclas no sujetarán el revestimiento en su posición y fácilmente se desprendería.

Figura 3.
Ancla de Horno Rotativo.

El ancla mostrada en la Figura 4 es en algunos casos utilizada en revestimientos multicapa ya sean colados ó proyectados. La longitud de las secciones puede ser modificada para satisfacer los diferentes espesores del revestimiento.

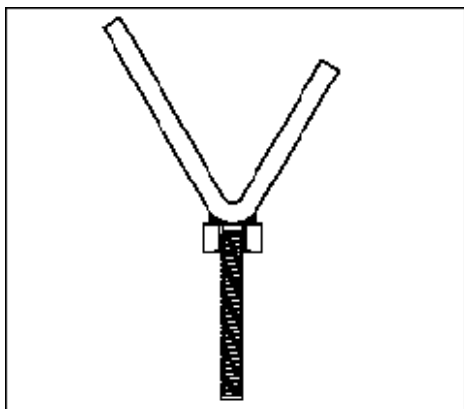


Figura 4,
Ancla multicapa.

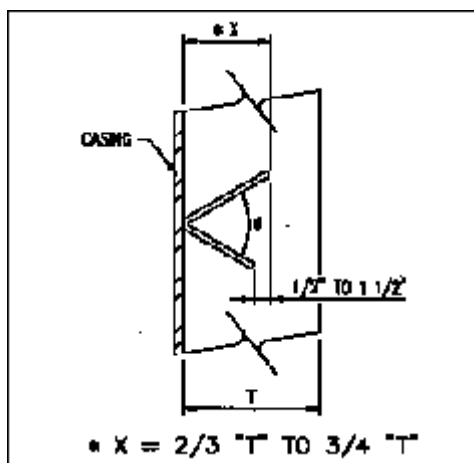


Figura 6. Guía de espesor de revestimientos.

El instalador deberá revisar aproximadamente una de cada 100 anclas golpeándola con un martillo. Si se escucha un sonido hueco o si el ancla se cae, revise todas las anclas en busca de posibles fallas y reemplace todas aquellas que se desprendan. Un sonido agudo similar a una campana, indica que el anclaje está colocado correctamente.



Figura 7. Soldadura de anclajes.

2.2. Anclajes Cerámicos.

La forma más recomendable de anclar revestimientos monolíticos densos, con espesores relativamente grandes (mayores a 9-10 pulgadas), es colocar anclas cerámicas refractarias precocidas ó pre-quemadas. Las anclas cerámicas tienen muchas ventajas sobre otros sistemas de anclaje. Gracias a su diseño, estas tienen mayor capacidad de sujeción y superficie de apoyo. Al extenderse hasta la superficie caliente del revestimiento proveen mayor soporte a este. Además, al ser cerámicos, pueden soportar mayores temperaturas y condiciones atmosféricas más severas que los anclajes estándar de metal y alambrión.

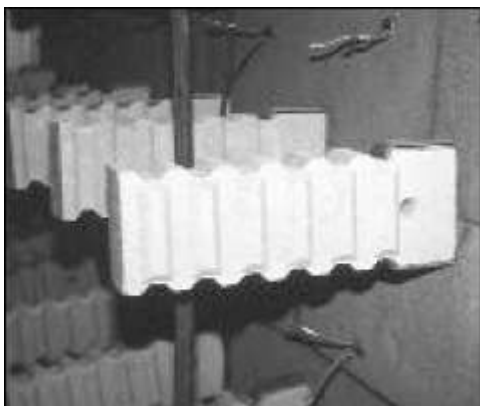


Figura 8. Anclajes cerámicos.

RAI produce diversas longitudes de loseta de anclaje incluyendo T-9 (9 pulgadas de largo) y el T-13½ (13½ pulgadas de largo), compuestos de FireBrick 80. Su

La cabeza de éste anclaje está diseñada para aceptar bastidores (comúnmente conocidos como C-Clips). Esta ancla funciona excelentemente para techos y puede ser utilizada en la construcción de muros con C-Clip. Puede haber cierto movimiento entre el ancla del refractario y el C-Clip para facilitar la contracción y expansión del revestimiento. Esto se logra usando un soporte roscado y separadores de PVC. El C-Clip se puede fijar al

techo de la estructura de acero.

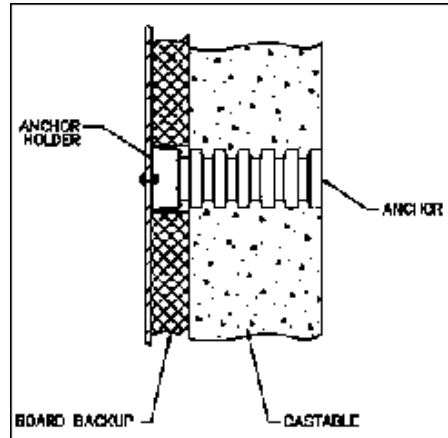


Figura 9. Diagrama de Ladrillo y C-Clip.

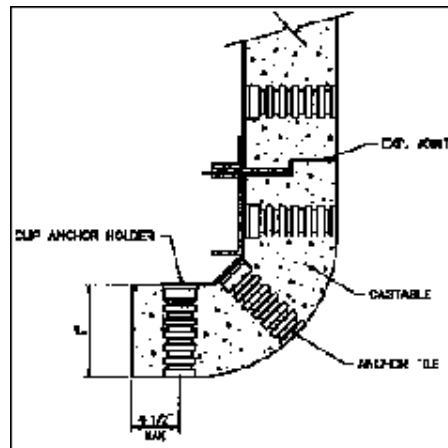
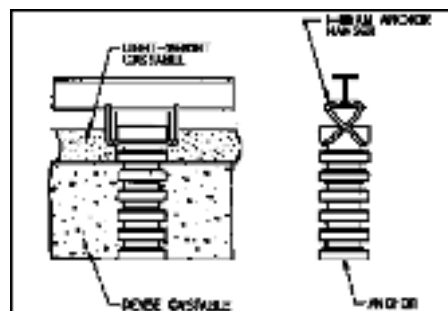


Figura 10. Detalle de hormigones o concretos.

Están disponibles en varios tamaños y grados de acero (generalmente 310 SS, acero inox.) para satisfacer diversas aplicaciones.



Además de los C-Clips, las anclas de soporte tipo pinzas de hielo se pueden utilizar para sujetar el ancla al techo.

forma de ladrillo, con surcos y crestas, provee una excelente retención sobre el revestimiento.

Figura 11. Diagrama de ladrillo y pinzas tipo hielo.

3. LONGITUD Y ESPACIAMIENTO DEL ANCLA.

3.1. Anclas de alambro y metal.

La distancia entre anclas requiere especial atención. Los bordes, techos, "bullnose" y áreas donde la vibración, el movimiento o la gravedad ejercen cargas se requiere mayor número de anclas que en un piso o pared recta. La separación estándar sugerida para distintas áreas se muestra en la Tabla 3. Las anclas son generalmente sueldadas en un patrón cuadrangular (tan juntas como sea posible en algunos casos), pero en muchas instalaciones también se utilizan patrones con forma de diamante. Observando de frente la superficie donde se colocarán las anclas, cada una debe estar girada 90° con respecto a las demás adyacentes.

Espaciamento de ancla.	Anclas / pie cuadrado.
6 pulg.	4
8	2.25
10	1.44
12	1
14	0.75
18	0.45

Tabla 2. Densidad de anclaje.

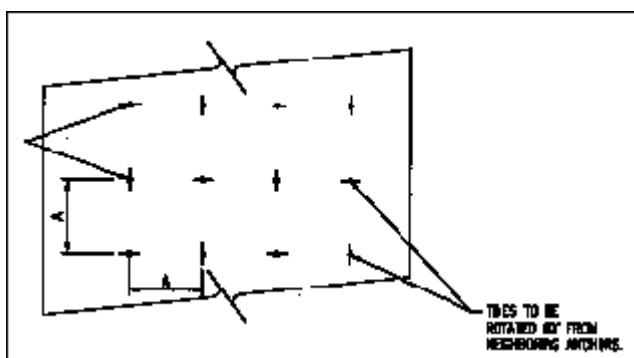


Figura 12 – Patrón cuadrado.

Donde X = espaciamento de anclaje.

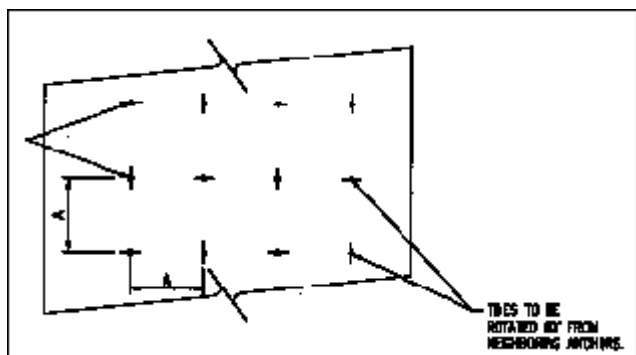


Figura 13 – Patrón de diamante.

3.2. Anclas Cerámicas.

La longitud total del anclaje cerámico, incluyendo el ladrillo y el soporte debe ser igual al espesor del revestimiento.

4. SISTEMAS ESPECIALES DE ANCLAJE.

4.1. Anclaje Hexmesh.

Los sistemas Hexmesh se utilizan cuando se requiere alta resistencia a la abrasión pero temperatura moderada. Generalmente, el Hexmesh se coloca separado de la carcasa sobre pernos o barras permitiendo una capa de aislante entre ambos elementos. Cuando la pérdida de calor no es una prioridad, el Hexmesh puede ser sueldado directamente a la carcasa. En ocasiones el Hexmesh tiene patas ó puntas extendidas, permitiendo al refractario fluir por debajo y entre las celdas, produciendo una unión entre las celdas y aumentando la resistencia en la superficie completa. El acabado final del revestimiento debe ser nivelado con la superficie del canto del sistema hexmesh.

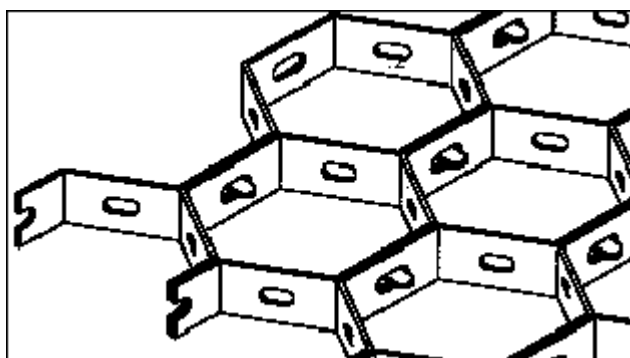


Figura 14. Sistema de Anclaje Hexmesh.

Para obtener un desempeño óptimo, el sistema Hexmesh debe ser instalado correctamente. Para fijar estos sistemas a la carcasa se deben aplicar cordones continuos de soldadura de alta penetración. Si el hexmesh no está bien fijo a la carcasa de acero, este puede rechinar con la vibración o movimiento durante la de operación. Esto puede ocasionar que el refractario se fracture y se desprenda de las celdas.

4.2. Anclaje S-Bar.

Barras S o S-Bar (Stop Bars) fueron diseñadas como una alternativa a los sistemas hexmesh (Figura 15). Los requisitos fundamentales del diseño son proveer un sistema de anclaje para mantener en su lugar revestimientos súper delgados y reducir el desgaste de estos por la abrasión de partículas.

Las S-Bar se sueldan directamente a la carcasa del recipiente. Bajo condiciones de operación, el refractario tiende a desplazarse hacia el medio abrasivo. Este generalmente es en dirección al flujo de gas. Las S-Bar son dispuestas para funcionar como una barrera

contra estas partículas, protegiendo el refractario a lo largo del equipo. Las S-Bar siempre se colocan

perpendicularmente al flujo de aire, y al estar sobrelapadas unas con otras, no existe un camino sencillo para las partículas abrasivas. Han demostrado ser una excelente alternativa en muchas aplicaciones donde se requiere extrema resistencia a la abrasión, y revestimientos muy delgados.

Al igual que los sistemas hexmesh, las S-Bar pueden ser diseñadas con patas ó puntas extendidas para permitir una capa de material aislante por detras de la cara caliente (la cual debe ser terminada al mismo paño que la superficie del ancla)

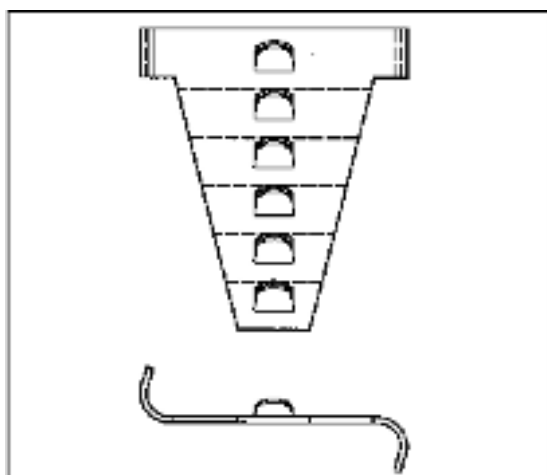


Figura 15- Sistema de Anclaje S-Bar.

5. CONCLUSIÓN.

Debido al número casi infinito de necesidades de refractarios y anclajes para estos, las páginas anteriores se presentan solo como una guía para la selección e instalación de sistemas de anclajes de refractarios. Para aplicaciones específicas y mayor información, contacte a su representante de RAI.

		Tipos de Anclaje.	
		Alámbrico	Cerámico
Lugar.	Espesor de revestimiento (pulg.).	Centros sugeridos de anclaje (pulg.).	Centros sugeridos de anclaje (pulg.)
Paredes y traslapes.	2 - 4	6	-
	4 - 8	9	-
	8 - 12	12	18
	12 - 16	-	18
	> 16	-	24
Techos y detalles.	4 - 8	7	12
	> 8	10	12
Pisos.	2 - 4	12	-
	4 - 9	18	-
	> 9	20	-

Tabla 3. Espaciamiento sugerido de anclaje.

Aviso:

Algunos de los productos descritos en éste documento contienen Fibra Cerámica Refractaria (FCR) y/o sílice cristalino (cristobalita o cuarzo). Basado en información experimental animal, la Agencia Internacional de Investigación de Cáncer (IARC) ha clasificado la FCR, junto con la lana mineral y fibra de lana mineral, como un posible agente carcinogénico humano (Grupo 2B) y a la sílice cristalina respirable como un posible agente carcinogénico humano (Grupo 2A).

Para reducir potencialmente riesgos a la salud, RAI recomienda que los usuarios sigan las normas y prácticas de seguridad correspondientes. Para más información detallada sobre MSDS, videos y literatura

del producto contacte a su distribuidor autorizado de RAI.