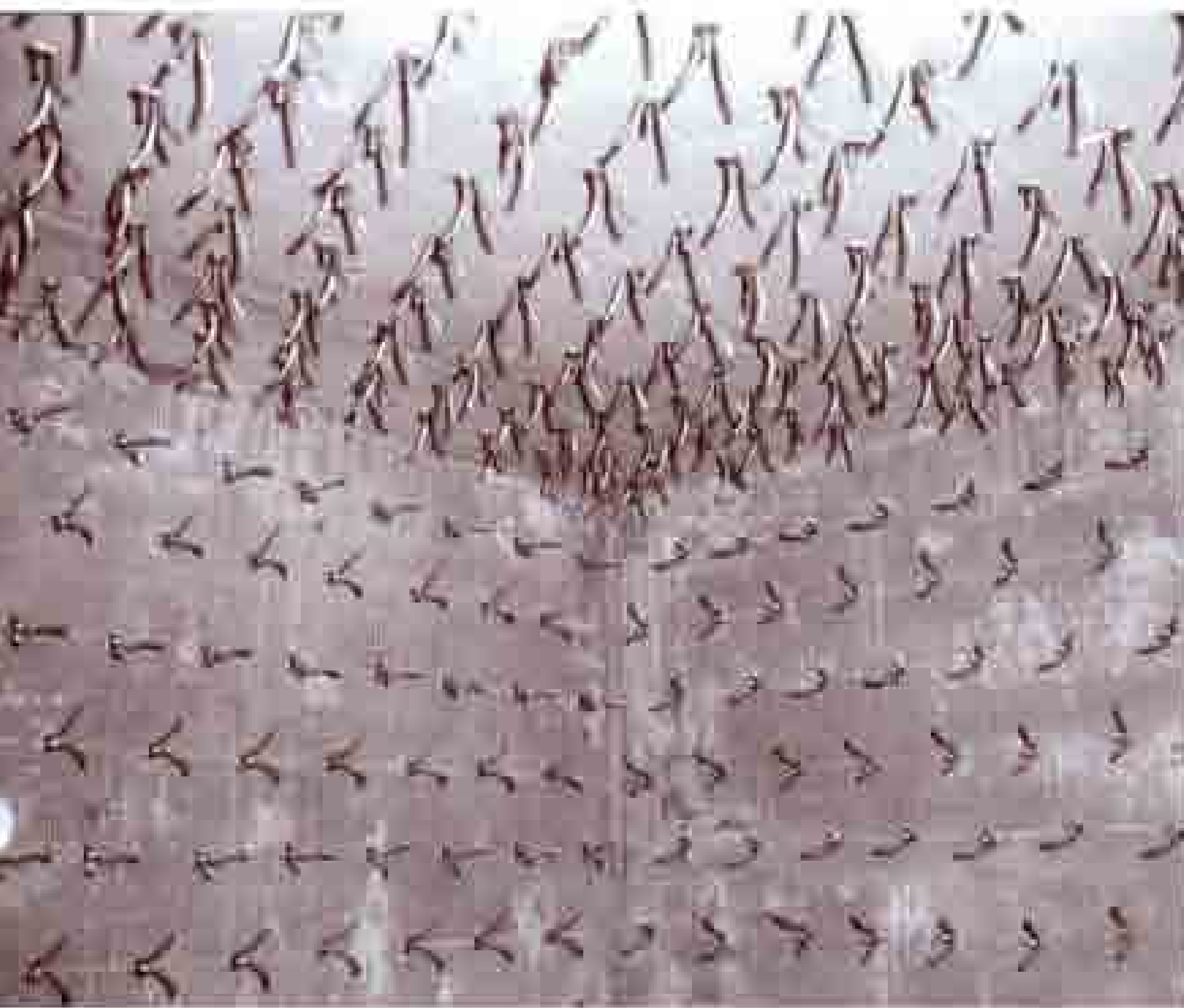




ANCLAJE DE REFRACTARIOS MONOLÍTICOS

Sistemas

Refractarios

1. GENERAL

Con el diseño de hornos de alto rendimiento y naves que contienen revestimientos monolíticos completos, anclar el refractario a la estructura de la nave es parte integral de una instalación exitosa. Los anclajes que ahora se pueden especificar para un proyecto son superiores a los diseños anteriores y le proveen al instalador una gran variedad de opciones dependiendo de las condiciones de servicio prevalecientes. La siguiente información da una amplia visión de este tema, pero como todo proyecto es diferente, la información presentada sólo sirve de guía. Para información específica, contacte su representante de Thermal Ceramics.

2. TIPOS DE ANCLAJE

2.1 Anclajes Metálicos

Los anclajes metálicos pueden ser fabricados en una gran variedad de tamaños y formas diferentes como se puede apreciar más abajo. Pueden ser especificados en diferentes grados de acero inoxidable dependiendo de los ambientes y temperaturas a las que tienen que hacerle frente.

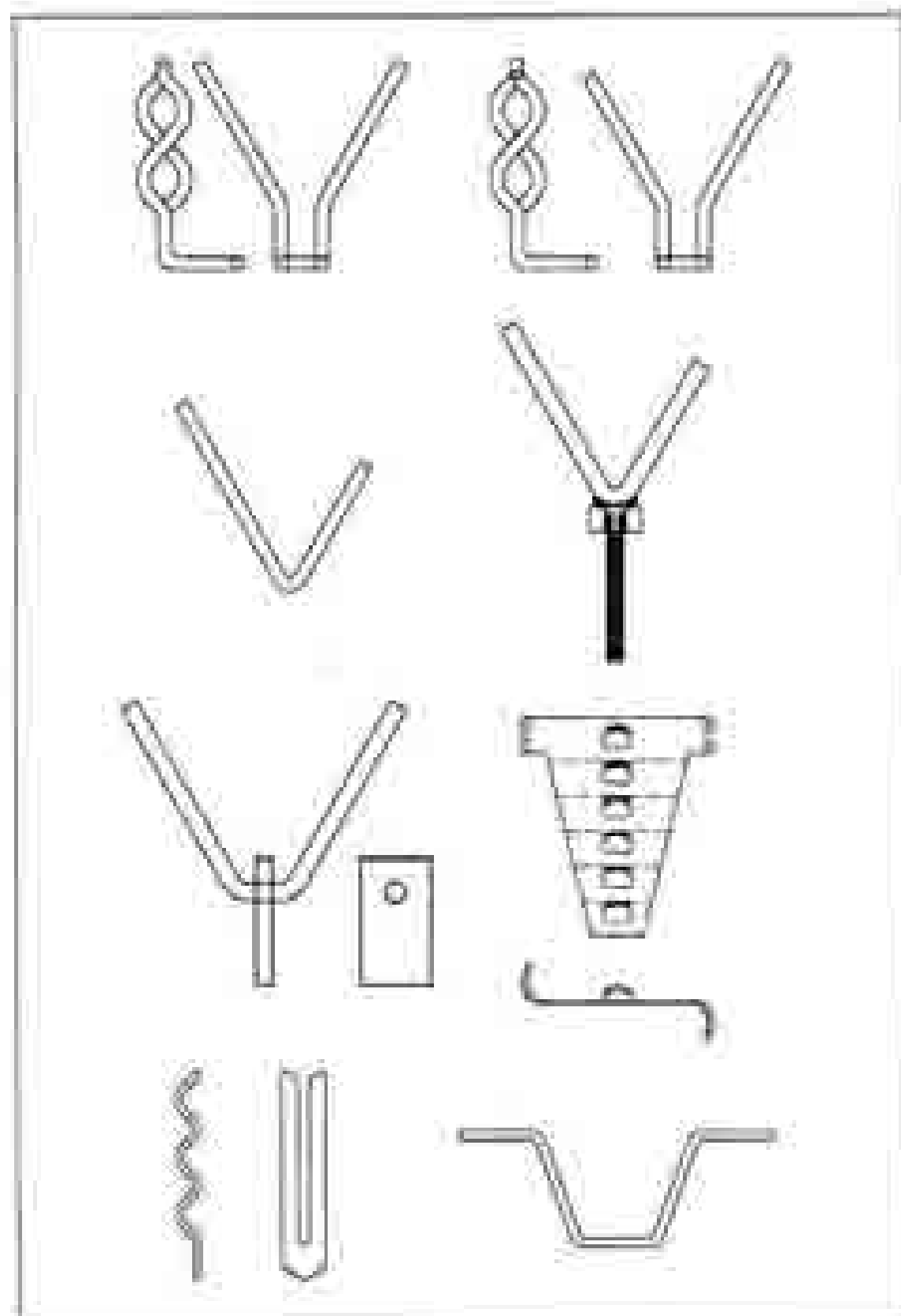


Figura 1 - Diversos Tipos de Anclajes Metálicos

Los anclajes metálicos son los dispositivos de anclaje más comunes debido a su bajo costo y fácil instalación. Se usan en la mayoría de las instalaciones donde las temperaturas de uso (revestimiento) no exceden los 1100°C. Se usan diferentes grados de acero inoxidable para los anclajes porque el acero al carbono no es adecuado para altas temperaturas. El metal escogido, como se ve en la Tabla 1, depende de la temperatura a la que el anclaje será expuesto.

Temperatura Máxima de Componentes Metálicos (°C)	Tipo de Acero Requerido
260	Acero al carbono
820	304 SS
820	316 SS
870	309 SS
930	310 SS
1100	Inconel 601

Tabla 1 - Temperatura Máxima de Uso de Varios Grados de Acero Inoxidable

La temperatura máxima sólo se puede usar como guía. Según la temperatura del revestimiento llega a la temperatura máxima del anclaje, el anclaje comenzará a sufrir deformaciones plásticas. Esto puede causar problemas especialmente en donde las cargas son muy altas. En este caso, se debe especificar un anclaje con una temperatura de servicio más alta o el anclaje se debe de recocer.

En todo caso, el anclaje o soporte se debe de diseñar para operar tan frío como sea posible, y se debe de instalar de manera que permita la disipación de calor por conducción y/o circulación. La rapidez de oxidación a la que está expuesto el anclaje depende de la temperatura y esto es determinante en su expectativa de vida útil. El operar a temperaturas excesivas puede causar una precipitación de carburo en el metal que modificará las propiedades originales del metal principal, causando su rápida oxidación y consecuentemente su fallo prematuro.

La atmósfera del horno también afectará la temperatura máxima que puede soportar un anclaje. Los ambientes reductores sulfurosos y ambientes de nitruración pueden afectar severamente el anclaje metálico y se debe de tener cuidado al seleccionar la aleación de metales para dichos ambientes. Por ejemplo, la composición química del 316 SS provee mejor resistencia al ataque de sulfuro que otros grados de aceros inoxidables.

2.1.1 Tipos de Anclajes Metálicos

Los siguientes son ejemplos de los varios tipos de anclajes que pueden ser suplidos para diferentes propósitos.

Los anclajes de alambre más comunes son el tipo "V". Generalmente tienen patas de diferente largo para reducir el riesgo de planos cortantes en el revestimiento. Otra forma es doblar las patas para darles más área a la superficie de soporte, especialmente en temperaturas elevadas.

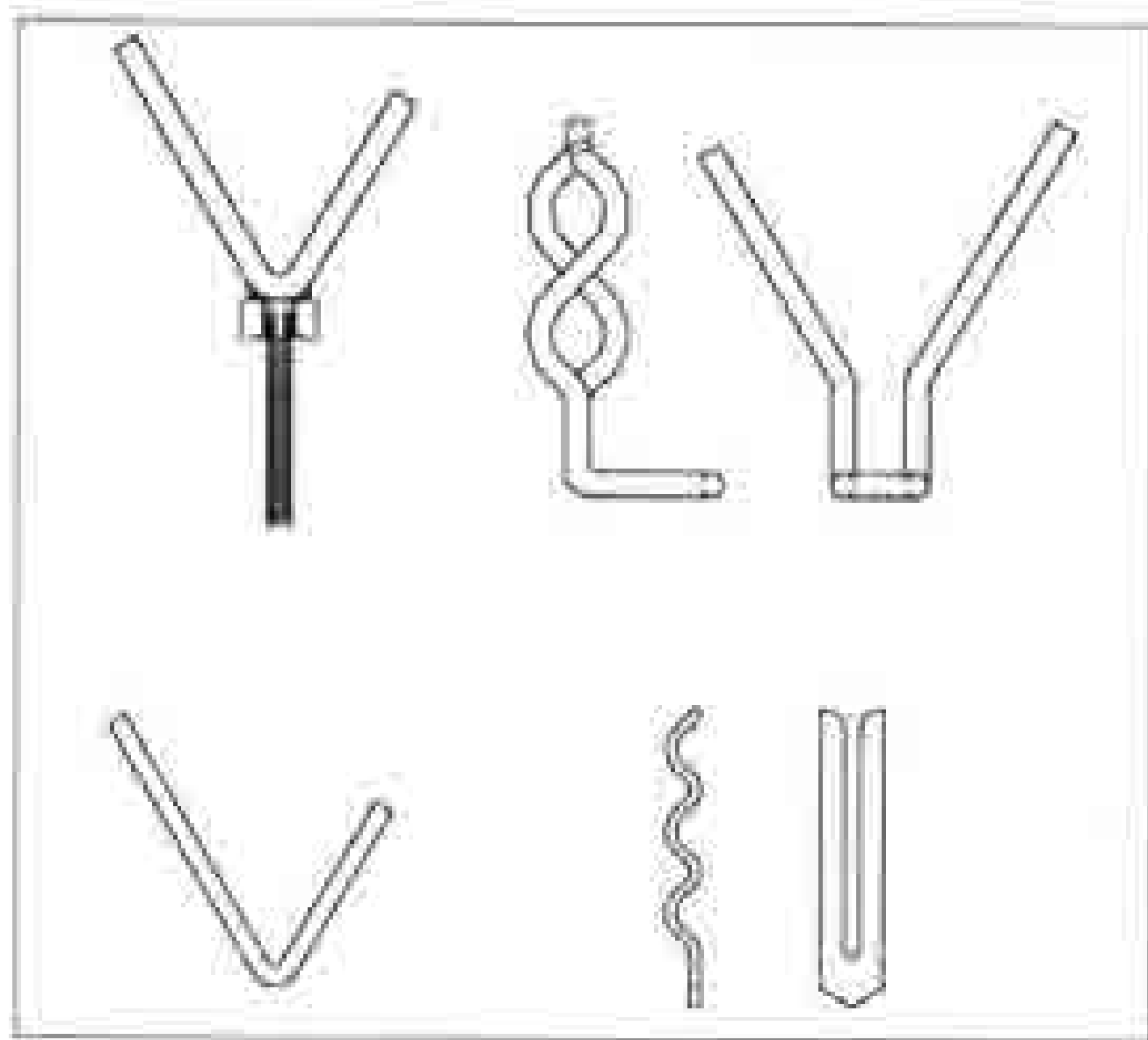


Figura 2 - Varios Tipos de Anclajes

El anclaje en la Figura 3 está diseñado especialmente para unidades que serán sometidas a movimiento mecánico mientras están en operación, por ejemplo, hornos rotatorios. La tuerca se suelda al armazón y el anclaje sólo se puntea a la tuerca. El revestimiento y el anclaje al ser sometidos a las tensiones del movimiento, el punto de soldadura se romperá, permitiendo que el anclaje "flote" en la tuerca, pero manteniéndose fijo al armazón.

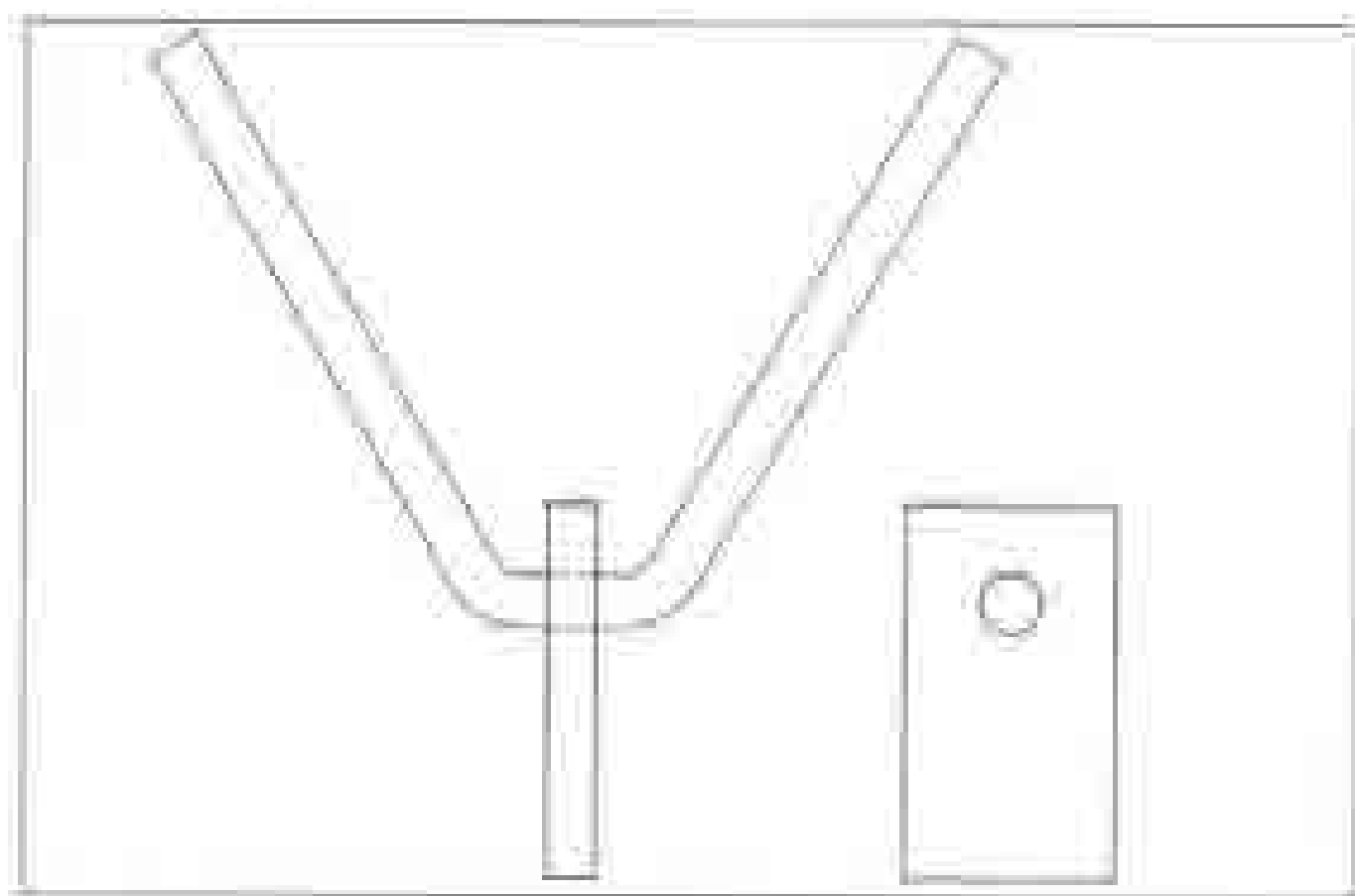


Figura 3 - Anclaje de Horno Rotatorio

El anclaje mostrado en la Figura 4 se usa algunas veces en revestimientos de múltiples componentes tanto vaciados o proyectados. El largo de las diferentes secciones se puede alterar para acomodar los diferentes espesores del revestimiento.

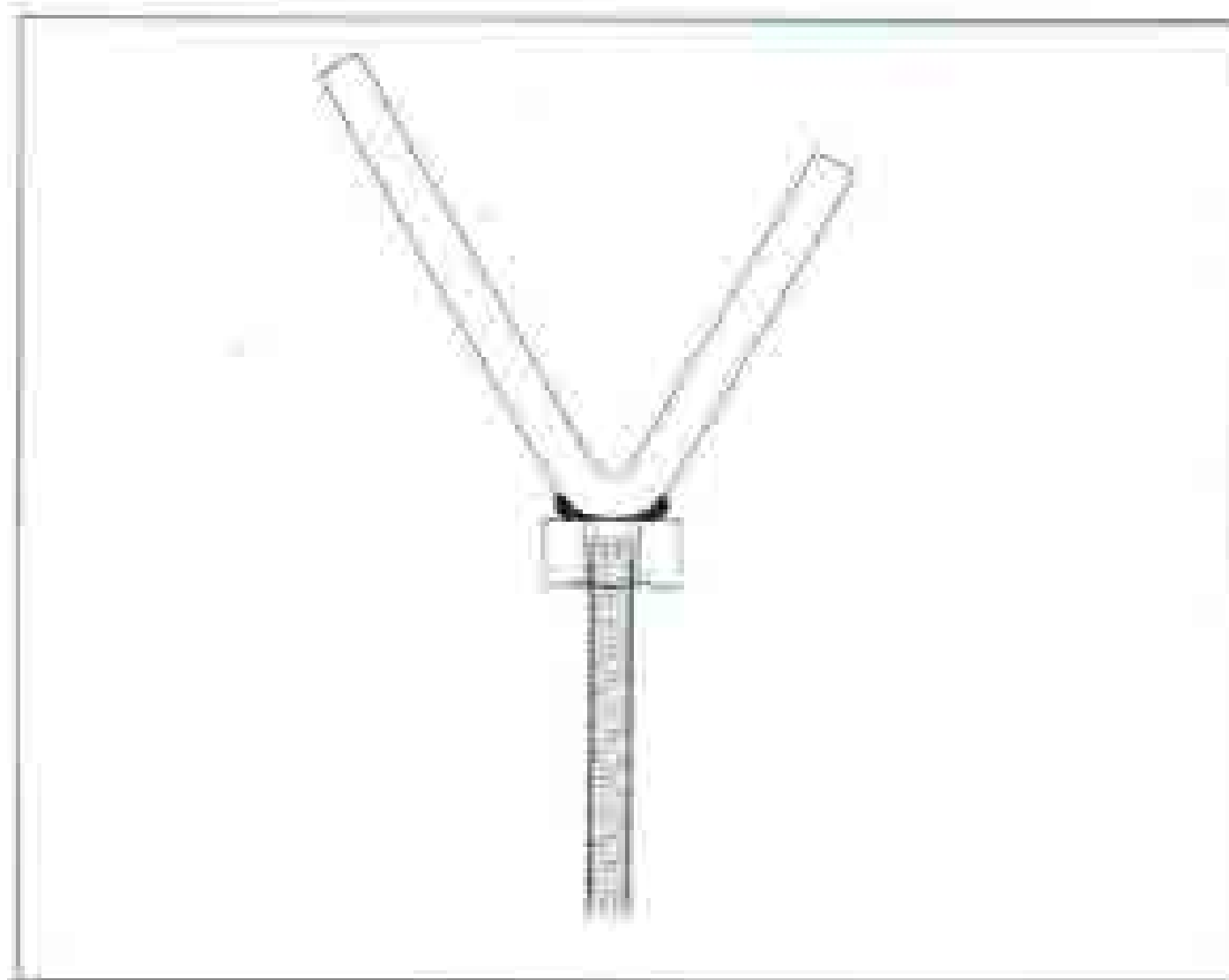


Figura 4 - Anclaje de Múltiples Componentes

2.1.2 Largo del Anclaje

El largo de los anclajes metálicos debe permitir que la punta del anclaje esté localizada a un mínimo de 25 mm detrás de la cara caliente. Generalmente, esto se debe aproximar a tres cuartos del ancho del revestimiento. Se debe también tomar en cuenta la expansión del anclaje de alambre en la masa refractaria. Esto se puede conseguir colocando tapas de plástico sobre las puntas del anclaje o cubriendo todo el anclaje con una solución de alquitrán (figura 5). A altas temperaturas estas protecciones se funden permitiendo que el anclaje se expanda ligeramente sin causar tensión en el refractario.



Figura 5 - Anclajes con Tapas Plásticas

2.1.3 Soldadura del Anclaje

Los anclajes metálicos necesitan por lo menos 12 mm de cordón de soldadura en los dos lados; un punto de soldadura del anclaje al armazón no es suficiente. Algunos anclajes de varilla pesada pueden necesitar soldaduras adicionales. La soldadura es crítica para el funcionamiento del revestimiento. Si las soldaduras fallan, el anclaje no sostendrá el revestimiento en su sitio y podría fácilmente ocurrir un colapso completo del revestimiento.

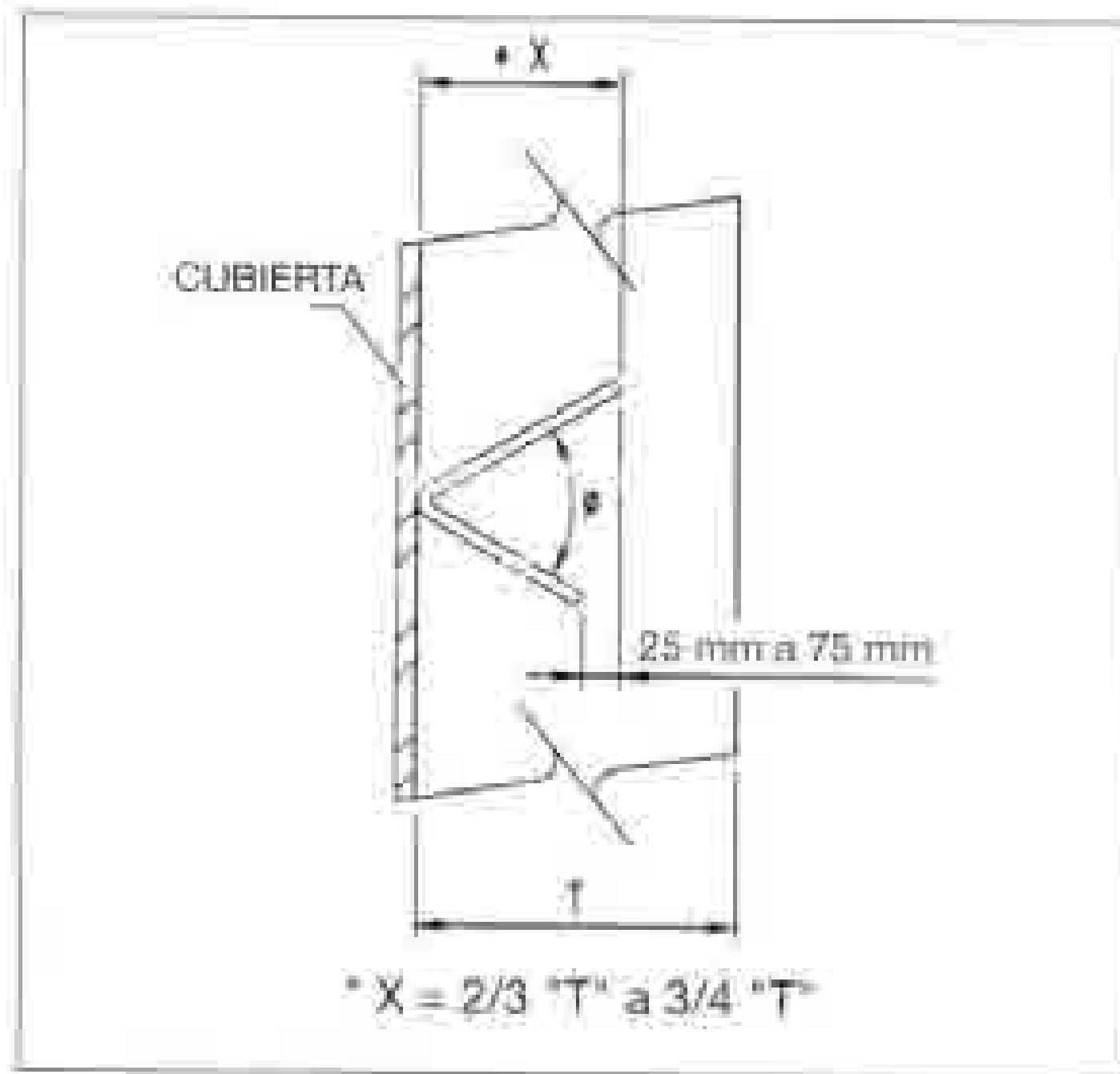


Figura 6 - Guía Para el Espesor del Revestimiento

El instalador debe revisar uno de cada 100 anclajes dándole con un martillo. Si se escucha un sonido hueco o se cae el anclaje, entonces revise todos los anclajes y reemplace todos los que fallen. Si se escucha un sonido resonante, esto indica una buena soldadura.



Figura 7 - Anclajes Soldados con Varillas

2.2 Anclajes Cerámicos

Para los revestimientos monolíticos con secciones transversales gruesas (mayores de 23-25 cm), el método preferido para anclar la estructura son los anclajes refractarios precocidos. Los anclajes cerámicos tienen varias ventajas sobre otros tipos de sistemas de anclaje. Tienen más capacidad de soporte que los anclajes metálicos gracias a su diseño y mayor superficie de contacto. También se extienden hasta la cara caliente suministrando una retención extra del revestimiento. También, por ser cerámicos, pueden resistir mayores temperaturas y condiciones atmosféricas más difíciles que los anclajes elásticos de alambre o metal.



Figura 8 - Anclajes Cerámicos

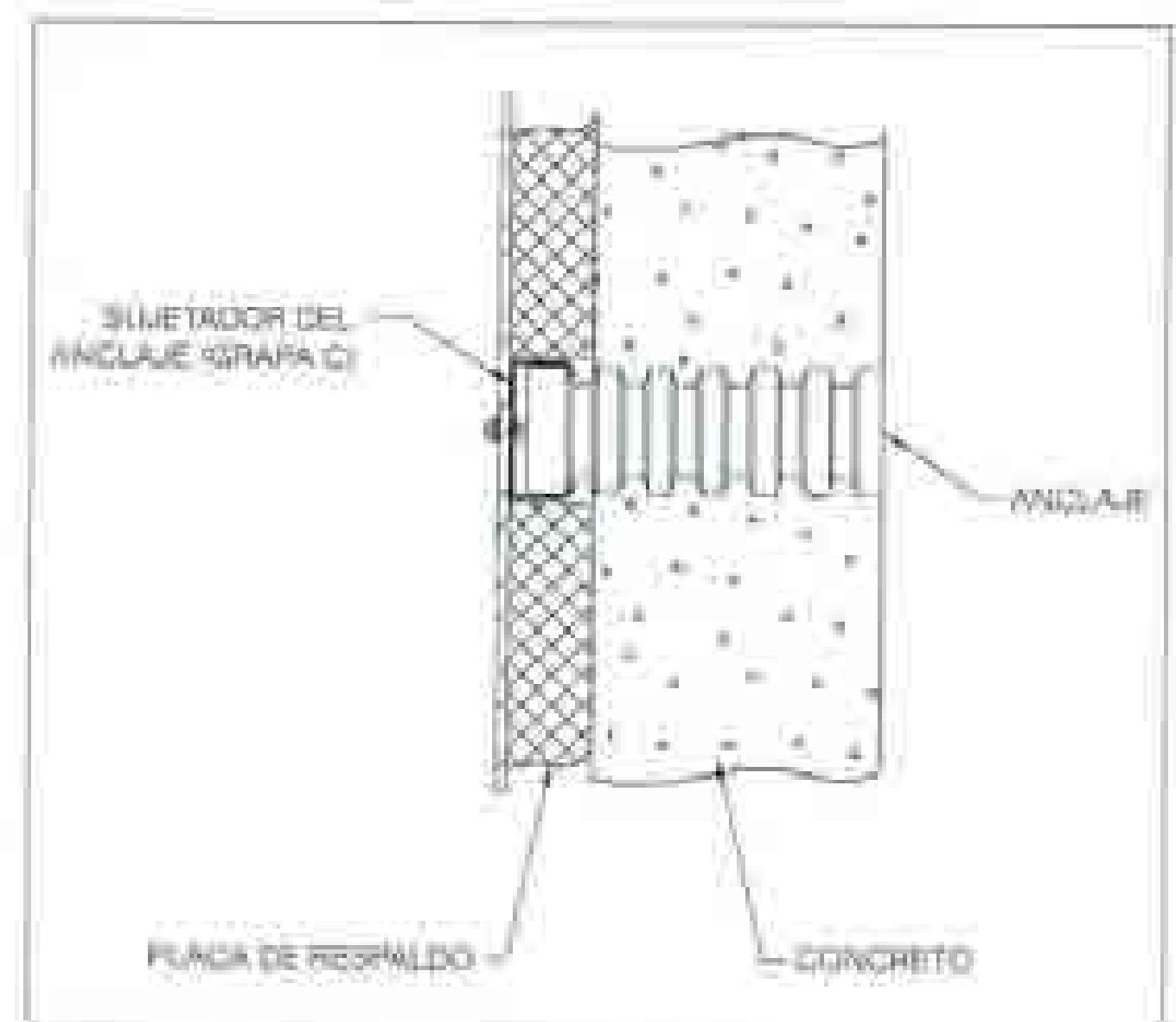


Figura 9 - Diagrama del Ladrillo y Grapa C

Thermal Ceramics fabrica anclajes cerámicos de diferentes longitudes incluyendo T-9 (23 cm de largo) y T-13 1/2 (34 cm de largo) de la composición del ladrillo refractario Firebrick 80%. La forma del ladrillo con sus ranuras y elevaciones,

proveen un excelente poder de retención sobre el revestimiento monolítico. La cabeza de este anclaje (comúnmente conocido como Grapa C) está diseñada para aceptar deslizamiento del vaciado. El ladrillo es excelente en las aplicaciones de techo y también se puede usar en la construcción de paredes con la Grapa C. Una cierta cantidad de movimiento puede ocurrir entre el anclaje refractario y la Grapa C para acomodar la expansión y contracción del revestimiento. Esto se puede hacer usando un perno prisionero tratado y un separador PVC. La Grapa C se puede colgar de la estructura de acero en el techo o adosada a la pared de la nave. Están disponibles en varias longitudes y grados de acero (generalmente 316SS) para servir en diferentes aplicaciones.

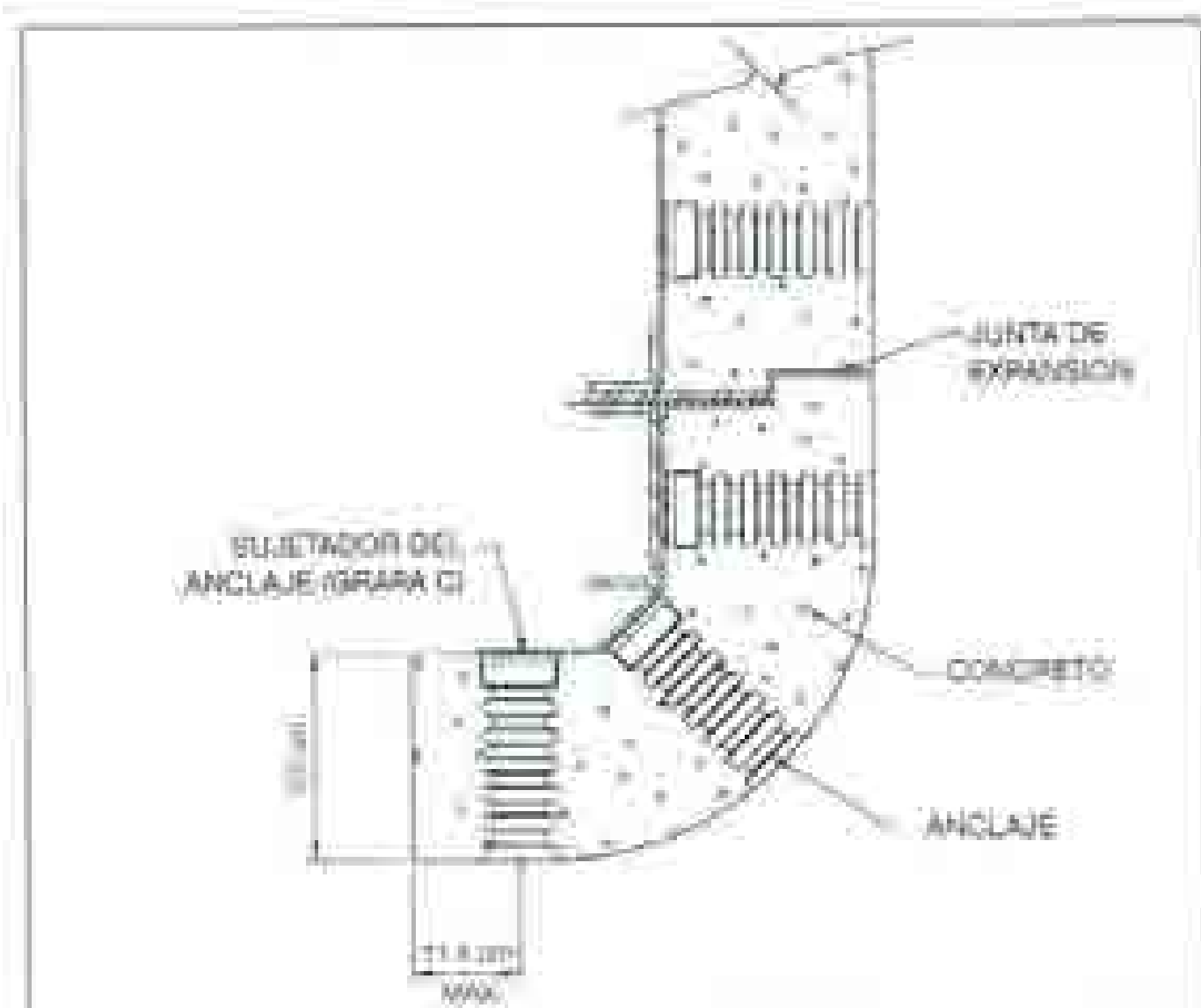


Figura 10 - Codo de Concreto

Además de la Grapa C, los anclajes de soporte tipo "ice tong" se pueden usar para aguantar el ladrillo en construcciones de techo.

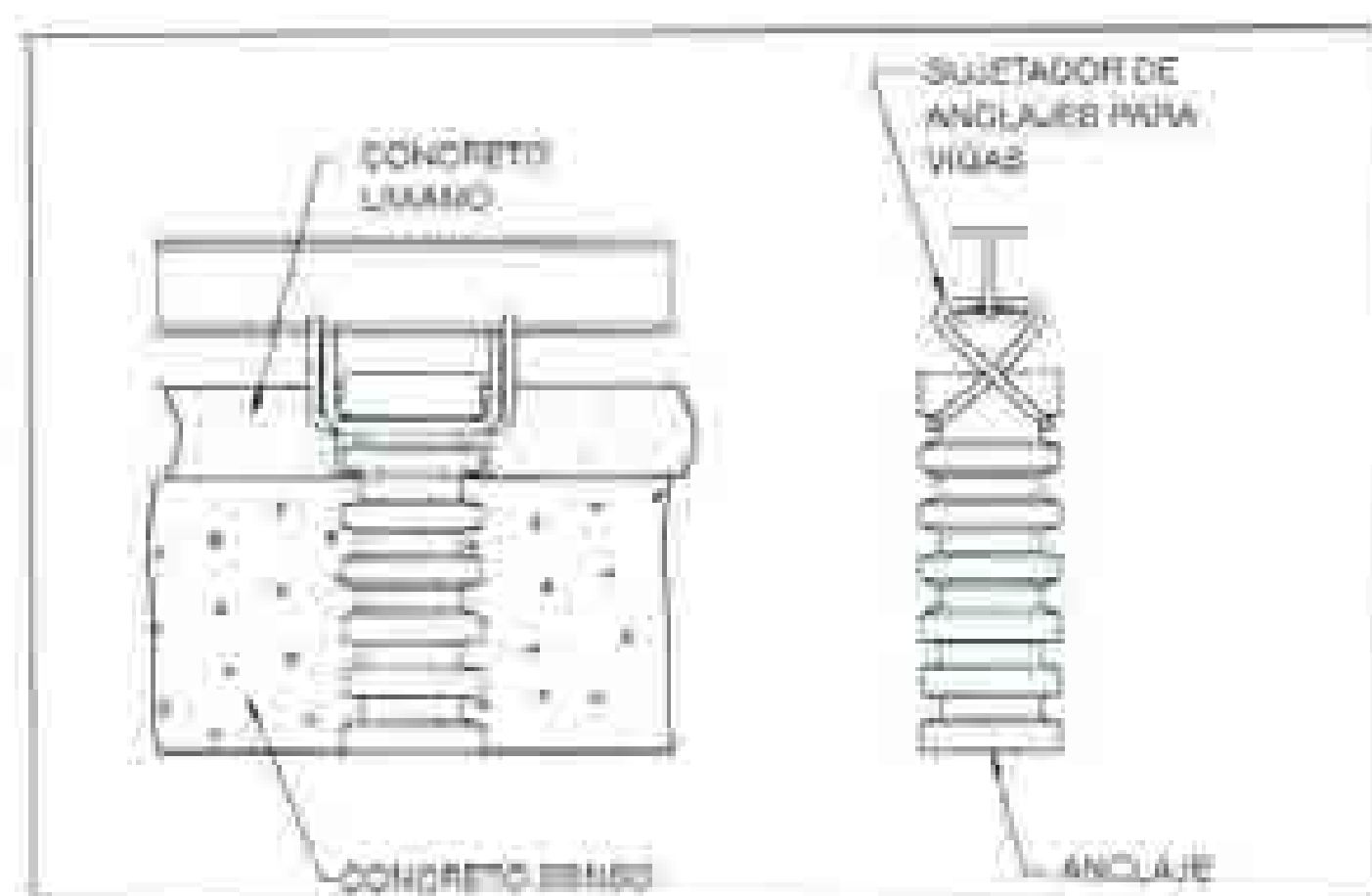


Figura 11 - Diagrama del Ladrillo y "Ice Tong"

3. LONGITUD Y SEPARACIÓN DEL ANCLAJE

3.1 Anclajes de Alambre y Metal

La distancia entre anclajes merece cuidadosa consideración. Las esquinas, techos, codos y áreas donde la vibración, el movimiento mecánico o la gravedad agregan cargas al revestimiento, necesitan más anclaje que una pared lisa o el suelo. La Tabla 3 sugiere separaciones clásicas para varias áreas. Usualmente los anclajes se sueldan en un patrón cuadrado (tan cerca como sea posible en algunos casos) pero patrones alternos, tales como diamante, también son apropiados en muchas insulaciones. Los retenes se rotan 90° de los anclajes que están alrededor.

Separación del Anclaje(cm)	Anclajes/m ²
15	43.56
20	24.50
25	15.68
30	10.89
35	8.17
46	4.90

Tabla 2 - Densidad del Anclaje

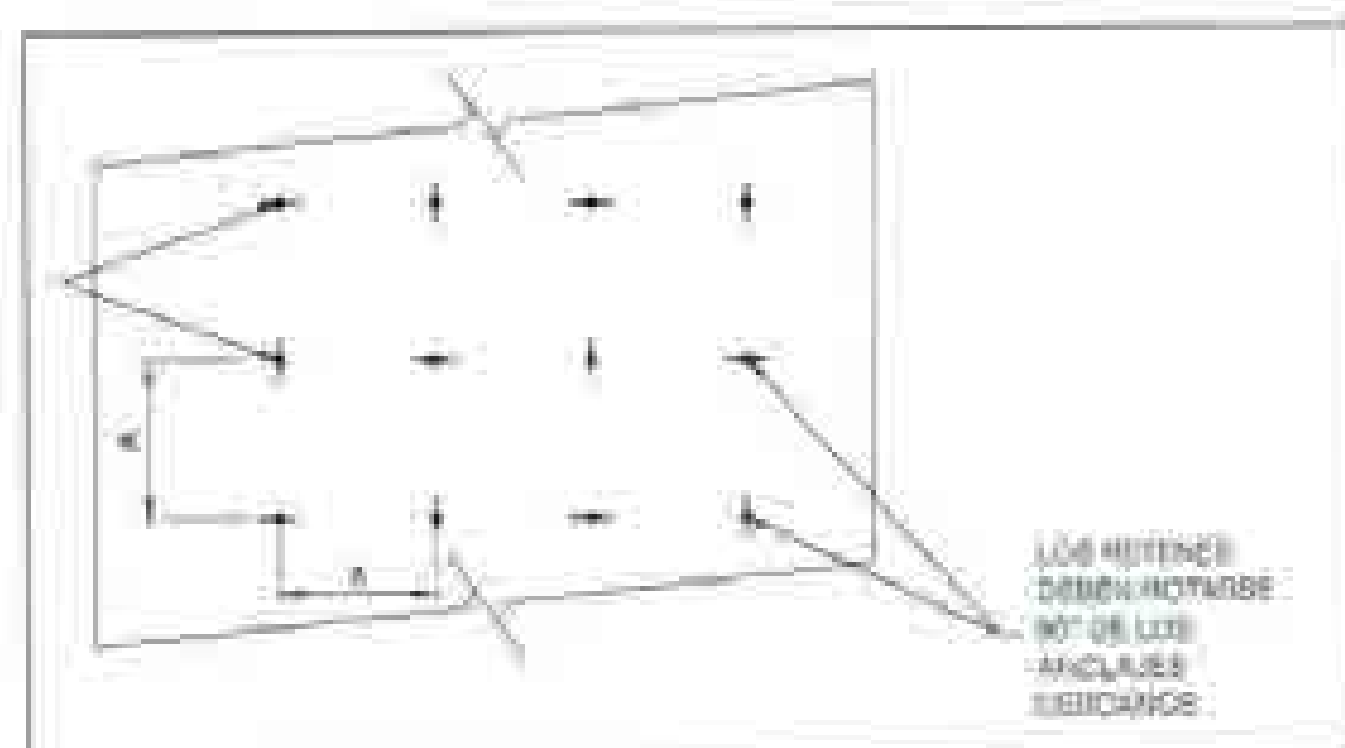


Figura 12 - Patrón Cuadrado

Donde X = separación del anclaje

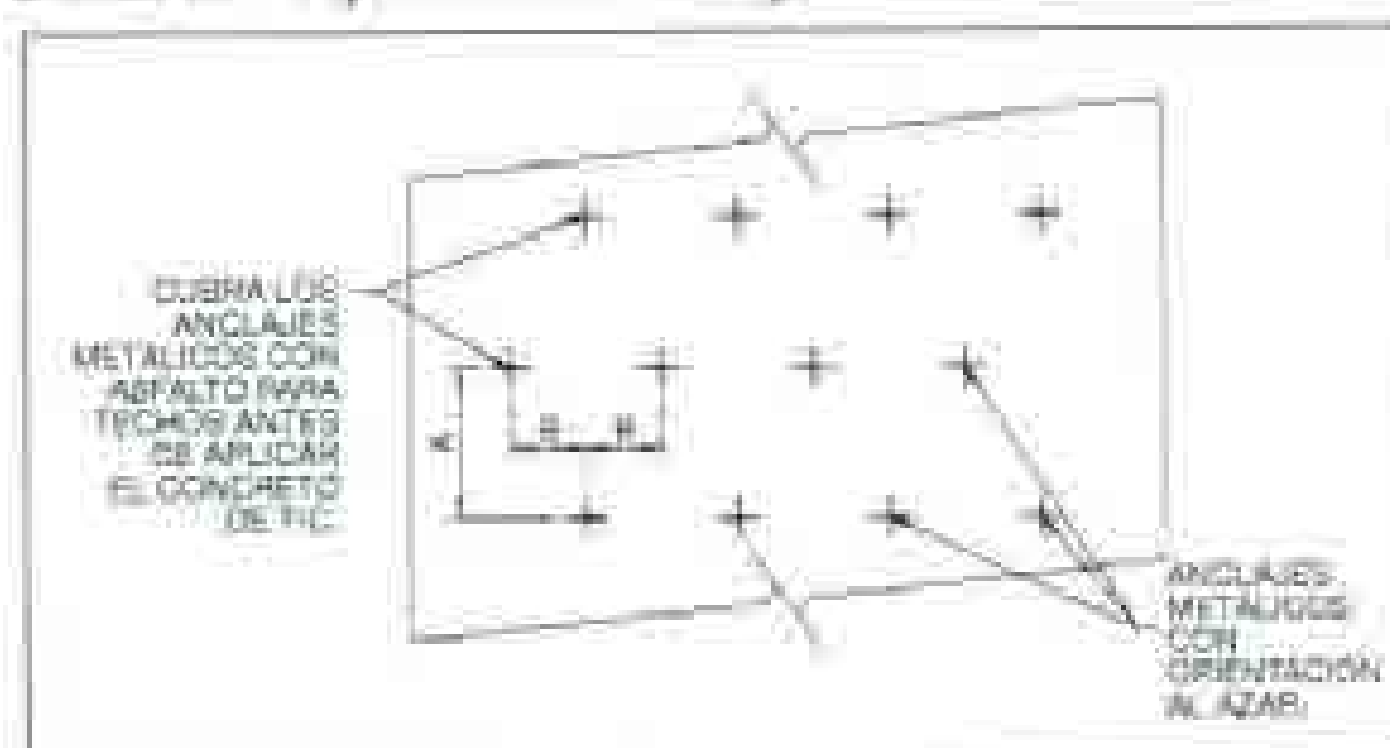


Figura 13 - Patrón de Diamante

Ubicación	Grosor del Revestimiento (cm)	TIPO DE ANCLAJE	
		Metálico	Cerámico
		Anclaje Sugendo Centros (cm)	Anclaje Sugendo Centros (cm)
Paredes y pendientes	5 - 10	15	-
	10 - 20	23	-
	20 - 30	30	46
	30 - 40	-	46
	>40	-	61
Techos y codos	10 - 20	18	30
	>20	25	30
Pisos	5 - 10	30	-
	10 - 23	46	-
	>23	51	-

Table 3 - Separación Sugerida del Anclaje

3.2 Anclajes Cerámicos

La longitud total del anclaje refractario, incluyendo el ladrillo y el soporte del anclaje, iguala el grosor del revestimiento.

4. SISTEMAS DE ANCLAJES ESPECIALES

4.1 Anclaje de Malla Hexagonal

Los sistemas de malla hexagonal se usan cuando se necesita una mayor resistencia a la abrasión con revestimientos de temperatura moderada. Generalmente, la malla está separada del armazón por tornillos o barras permitiendo una capa de aislante detrás de la cara caliente. Donde la pérdida de calor no es un problema, la malla se puede soldar directamente al armazón. A veces la malla está dotada con patas extendidas, permitiendo que el refractario fluya debajo y entre las celdas, causando adherencia de las celdas lo que incrementa la fuerza de toda la superficie. El grosor final del revestimiento debe de estar parejo con la superficie de la malla hexagonal.

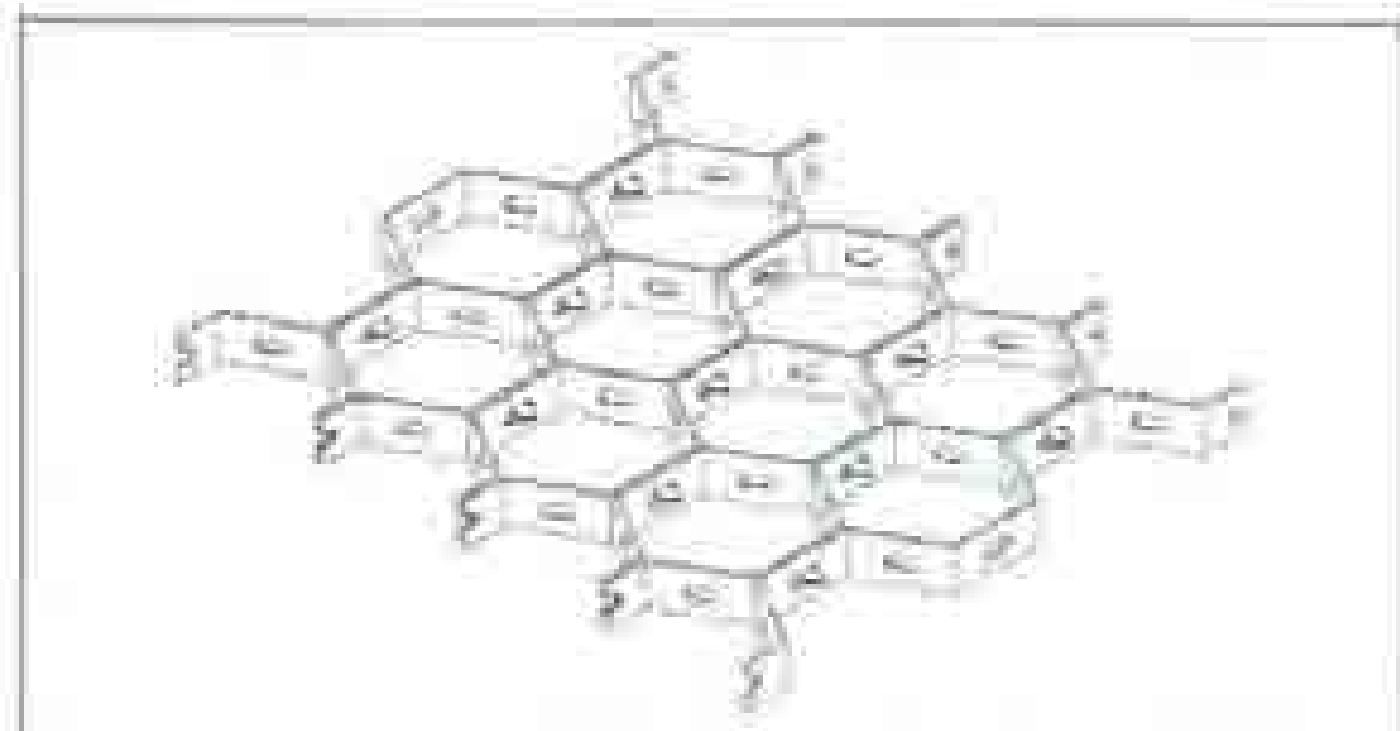


Figura 14 - Sistema de Anclaje de Malla Hexagonal

La malla hexagonal se debe instalar correctamente para su máximo funcionamiento. Se debe usar un cordón de soldadura continua de penetración completa para sujetar la malla al armazón.

Si la malla no está fijada contra el armazón de acero se puede "despejar" con las vibraciones o el movimiento bajo condiciones de operación. Esto puede causar que el refractario se agriete o se separe de las celdas.

4.2 Anclaje Barra-S

Las Barras-S o barras de soporte originalmente se desarrollaron como alternativa a los sistemas de malla hexagonal (figura 15). Los requerimientos fundamentales de la Barra-S son el suministrar un sistema de anclaje de un diseño para soportar en su sitio revestimientos refractarios ultra-delgados y reducir el desgaste del refractario por la abrasión de partículas.

Las Barras-S se sueldan directamente al armazón de la nave. Bajo condiciones de operación, el refractario se gasta en la dirección del medio abrasivo. Esta es usualmente la dirección del flujo de gas. Las Barras-S están arregladas de manera que la cabeza de la barra actúa como una barrera contra estas partículas, protegiendo el refractario aguas abajo. Las Barras-S siempre se colocan en ángulos rectos en la dirección del flujo de aire y como están traslapadas, no hay una trayectoria fácil que las partículas puedan tomar. Han tenido éxito en muchas aplicaciones donde se ha necesitado acoplar resistencia extrema a la abrasión con revestimientos muy delgados.

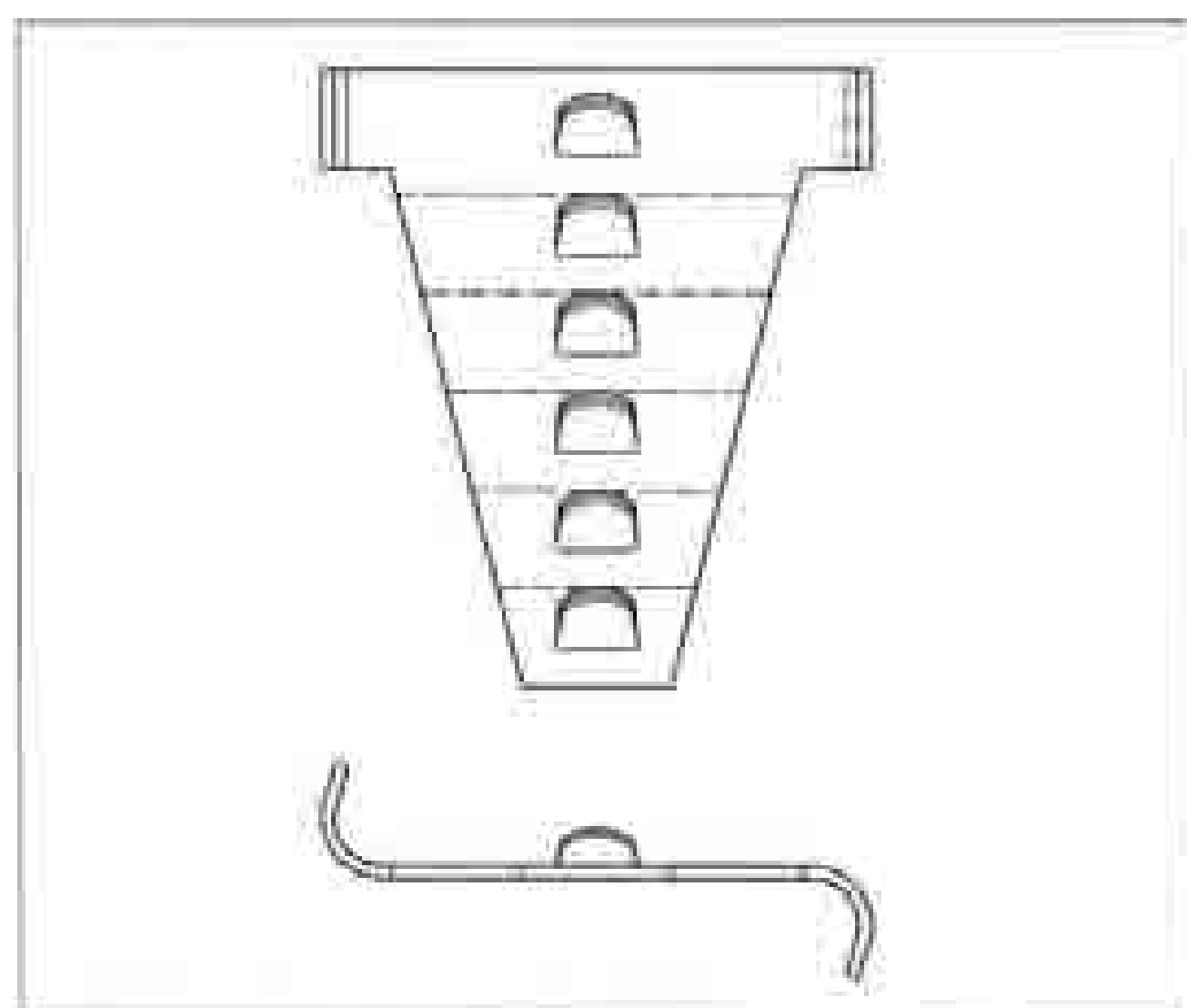


Figura 15 – Sistema de Anclaje Barra-S

Similares a los sistemas de mallas hexagonales, las Barras-S se pueden diseñar en patas extendidas para permitir una capa aislante debajo de la densa cura caliente (la cual debe de estar pareja con la superficie del anclaje).

5. CONCLUSIÓN

A causa del casi infinito número de diferentes necesidades para refractarios y anclajes refractarios, las páginas anteriores fueron presentadas como una guía general para la selección e instalación de anclajes refractarios. Para aplicaciones específicas e información, pongase en contacto con su representante de Thermal Ceramics.

Nota:

Algunos de los productos descritos en este manual contienen Fibra Cerámica Refractaria (RCF) y/o sílice cristalina (cristobalita o cuarzo). Basada en datos experimentales con animales, la Agencia Internacional de Investigación del cancer (IARC) ha clasificado la RCF junto a fibra de vidrio y la lana mineral como un posible cancerígeno humano (grupo 2B), y la sílice cristalina respirable como probable cancerígeno humano (grupo 2A).

Para reducir los riesgos potenciales de efectos en la salud, Thermal Ceramics recomienda que los usuarios de estos productos sigan controles de ingeniería y prácticas de seguridad en el trabajo. Contacte al Grupo Administrador de Productos de Thermal Ceramics (1-800-722-5681) para solicitar Hojas de Información de Seguridad (MSDS), literatura y videos sobre los productos.