



Uptc[®]

Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia



repositorio.uptc@uptc.edu.co

**“SELECCIÓN DE REVESTIMIENTO INTERNO PARA CHIMENEA DE
CALDERAS EN UN CAMPO PETROLERO DEL CASANARE”**

MONOGRAFÍA PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
GESTIÓN DE LA INTEGRIDAD Y CORROSIÓN

PRESENTA:

ING. JOSÉ MAURICIO SERRANO

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

TUNJA

2021



**SELECCIÓN DE RECUBRIMIENTO INTERNO PARA CHIMENEA DE
CALDERAS EN UN CAMPO PETROLERO DEL CASANARE.**

JOSÉ MAURICIO SERRANO DÍAZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE POSGRADOS

TUNJA

2021

2

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma de Jurado

Firma de Jurado

Tunja, noviembre 2021

TABLA DE CONTENIDO

1. TITULO: SELECCIÓN DE REVESTIMIENTO INTERNO PARA CHIMENEA DE CALDERAS EN UN CAMPO PETROLERO DEL CASANARE.....	4
GLOSARIO	6
2. RESUMEN DEL PROYECTO	7
3. DESCRIPCION DEL PROYECTO	7
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.2 JUSTIFICACION EN TERMINO DE NECESIDADES.....	8
4. OBJETIVOS.....	9
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
5. MARCO REFERENCIAL.....	9
5.1 ESTADO DEL ARTE	9
5.1 MARCO TEÓRICO	12
5.1 MARCO CONCEPTUAL	14
6. ALCANCE	16
7. IMPACTOS ESPERADOS A PARTIR DE LOS RESULTADOS	16
8. METODOLOGÍA	17
8.1 ESTRUCTURA	22
8.1.1 VERIFICACIÓN DE DISEÑO DE CHIMENEA.....	23
8.1.1.1 VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE LAMINA.....	23

8.1.1.2 INSTALACIÓN DE CAPERUZA	25
8.1.2 VERIFICACIÓN DE PERFIL DE TEMPERATURA.....	26
8.1.3 VERIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE EMISIONES	27
9. PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE REVESTIMIENTO	28
9.1 PROPUESTAS DE REVESTIMIENTO	28
9.1.1 PLASITE.....	29
9.1.2 EPOXI FENÓLICO NOVOLAC SERIE 400 NF.....	29
9.1.3 SIKA PERMACOR SERIE 550 HR	30
9.1.4 ZICA EPOXI RICA EN ZINC.....	30
9.1.5 IMPRIMANTE EPÓXICO DE ZINC.....	32
10. CONCLUSIONES	34
11. BIBLIOGRAFÍA.....	35
10. ANEXOS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Interior de Tanques con serpentines.....	12
Figura 2. Esquema interno de caldera Pirotubular	13
Figura 3. Punta de Chimenea	14
Figura 4. Chimenea con desprendimiento	14
Figura 5. Oxidación de superficies planas	15
Figura 6. Detalle capa de óxido	16
Figura 7. Termografía de chimenea.....	13
Figura 8. Imagen de sección analizada	13
Figura 9. Análisis de crudo.....	13
Figura 10. Panorámica de la toma de caldera 500 BHP	15
Figura 11. Registro fotográfico de estado interno de chimenea	16
Figura 12. Imagen de propagación de onda	25
Figura 13. Detalle de caperuza	26
Figura 14. Especificaciones de Plasite 4550	29
Figura 15. Descripción de producto serie 400 NF	29
Figura 16. Descripción de producto epoxi fenólico serie 550 HR	30
Figura 17. Descripción de producto epoxi rico en zinc.....	31
Figura 18. Descripción de producto imprimante inorgánico de zinc.....	31

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Carga y composición de gases de la caldera.....	15
Tabla 2. Estructura de la metodología de la investigación	17
Tabla 3. Información general de la Caldera	17
Tabla 4. Resultado de análisis isocinéticos	17
Tabla 5. Composición de gases de Caldera	17
Tabla 6. Comparación de revestimientos.	17

GLOSARIO

CORROSION: Puede definirse como el deterioro de un material resultado de un ataque químico de su entorno.

CALDERA: Son equipos generadores de energía, vapor o ambos en una planta industrial,

TERMOGRAFIA: La termografía infrarroja es una técnica que permite medir temperaturas a distancia sin necesidad de contacto físico.

LAMINA DE ACERO CR: Lámina cold rolled o laminadas en frío de bobinas en caliente mediante reducción mecánicas de espesor.

LAMINA DE ACERO HR: Lámina Hot rolled o laminadas en caliente, son laminadas en caliente a partir de planchones de acero.

SELECCIÓN DE REVESTIMIENTO INTERNO PARA CHIMENEA DE CALDERAS EN UN CAMPO PETROLERO DEL CASANARE

1. RESUMEN DEL PROYECTO

En un campo ubicado en el Casanare se ha evidenciado incidentes de caída de chimeneas de calderas asociadas a la corrosión en su parte interna, generando fragilización de la estructura que han colapsado ocasionando incidentes de alto potencial de afectación a los operadores y equipos, adicionalmente estos equipos salen de línea hasta que son reparados, en algunos campos no se cuenta con equipo de respaldo, lo cual genera sobrecostos en traslado de crudo a otros campos para ser tratado térmicamente y ponerlo en punto de venta.

Las calderas son equipos esenciales para calentar el crudo y a su vez evitar el incremento de viscosidad permitiendo la deshidratación por lo cual son usadas constantemente y hacen parte de los equipos críticos de la facilidad.

En este documento se busca identificar el mejor tipo de revestimiento interno en las chimeneas de las calderas utilizadas, para garantizar la integridad de estas estructuras, esto está enfocado al aseguramiento de las operaciones.

Bajo este panorama se busca identificar las características de las emisiones y temperatura de las calderas para la correcta selección del recubrimiento que alargue la vida útil de la chimenea.

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las chimeneas de las calderas presentan una corrosión extendida en su parte interna en algunas ocasiones ha llegado a generar incidentes de caída de la estructura.

La fragilización por efecto de la corrosión del metal es evidente en el interior de la chimenea, por lo cual se puede suponer que el contacto con las emisiones y la temperatura de estos es determinante para el desarrollo de la corrosión. Es necesario observar que al estar ubicada en los llanos orientales (municipio del Casanare) tiene una alta humedad en el ambiente en contacto cuando está en estado apagado.

Es necesario determinar si hay factores que coadyuven a la falla en la integridad de las chimeneas, como factores de diseño.

3.2 JUSTIFICACION EN TERMINO DE NECESIDADES

La metodología de selección del revestimiento adecuado para la parte interna de las chimeneas de calderas que usan crudo pesado como combustible en Calderas de un campo en los llanos orientales. Se investigará los posibles factores que están generando la corrosión, como el diseño de la chimenea, espesor de lámina, composición de emisiones y temperatura. La intención consiste en asegurar la integridad de las chimeneas de las calderas, debido a eventos ocurridos de caída de estas teniendo como común denominador la corrosión y fragilización de estas estructuras.

Se hace necesario determinar una solución que evite la corrosión en la parte interna de las chimeneas buscando la seguridad de los procesos y se aplicaría a todas las calderas de los campos que tienen las mismas condiciones y sirve para establecer un estándar de la adecuación y construcción de las chimeneas.

El diseño de un revestimiento interno de las chimeneas es útil, ya que ayuda en un proceso de aseguramiento de la integridad, es importante determinar un protocolo de construcción de las chimeneas que incluya la protección de la corrosión.

La selección del revestimiento se realizará teniendo en cuenta las condiciones a las cuales está expuesta la chimenea, esto incluye temperatura de los gases y la composición de estos permitirá comparar las diferentes propuestas en el mercado que se adecuen a los requerimientos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL: Seleccionar un adecuado revestimiento interno para las condiciones de las chimeneas que permitan el aseguramiento de la integridad de estas.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Verificar que el diseño del tope de la chimenea sigue la recomendación de la resolución 129 del Ministerio de seguridad social¹, de forma tal que este no sea la causa de la corrosión.
- Verificar el perfil de temperatura a lo largo de la chimenea para seleccionar el revestimiento adecuado.
- Verificar las características de las emisiones o atmósfera de contacto interno de la chimenea.

¹ Resolución 129 del Ministerio de Seguridad Social.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Estado de arte

En el proceso de tratamiento de deshidratación de crudo se requiere calentamiento en particular en el crudo pesado, este campo tiene un crudo con API de 14.5, con viscosidad de 7000 cst, motivo por el cual la temperatura es un factor determinante para mantener la viscosidad y movilidad del crudo, dicha energía cinética permite que las moléculas de agua se encuentren más fácilmente y adicionalmente al tener una diferencia de densidad inicia su migración hacia el fondo del tanque.

El sistema de calentamiento del crudo se realiza mediante vapor sobrecalentado que mediante serpentines ubicados a diferentes niveles de las diferentes vasijas como tanques (figura 1), realizan la transferencia de calor mejorando la separación de la fase de agua – aceite.

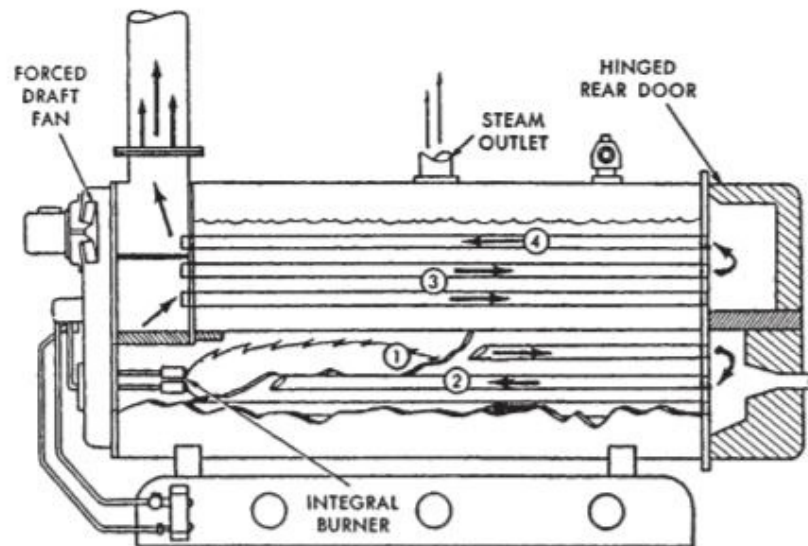
Figura 1. Interior de Tanques con serpentines.



Fuente: Imagen propia

El corazón del sistema de calentamiento son las calderas, las cuales son alimentadas con crudo, las calderas son de tipo piro tubulares (figura 2), las cuales están sometidas a una combustión de crudo mediante un quemador ubicado en el tubo de fuego.

Fig. 2 Esquema interno de caldera Piro tubular.



Fuente: Manual del ingeniero químico de Perrys

En el uso de las calderas se han tenido dos eventos de caída de las chimeneas, en donde se encontró corrosión severa en el interior de la chimenea (Figura 3), sin embargo, el enfoque para evitar la repetición de eventos se realizó mediante el cambio más frecuente de las chimeneas de acuerdo con una inspección visual. Uno de los puntos encontrados con mayor deterioro es el cono interno de la punta de la chimenea (figura 4) el cual se expone directamente al flujo de los gases de combustión y a su vez a la temperatura de estos, en los tiempos de parada es el primer punto de contacto con la humedad del medio ambiente y en condiciones de lluvia tiene el contacto directo debido a que este se encarga de evitar el ingreso del agua a la chimenea.

Fig 3. Punta de la Chimenea



Fuente: Imagen Propia

Fig 4. Vista desde abajo parte interna punta de chimenea



Fuente: Imagen Propia

5.2. Marco teórico:

La corrosión es la degradación de un metal mediante la interacción con el medio ambiente, de ahí la importancia de la evaluación del medio con el cual está en contacto.

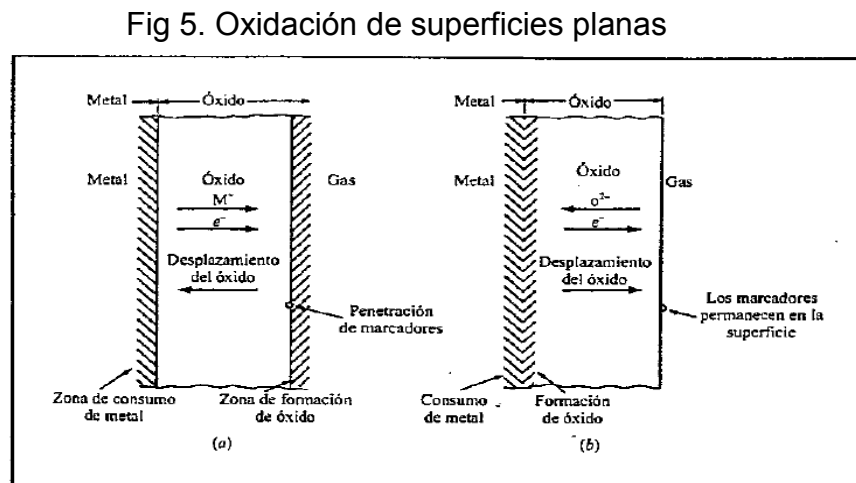
El metal con el cual están construidas las chimeneas es sujeto a la corrosión de tipo químico el mecanismo detallado en este caso forma capas y defectos estructurales

El proceso de corrosión electroquímica $M + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow MO$

Reacción de oxidación parcial: $M \rightarrow M^{2+} + 2e^-$

Reacción de reducción parcial: $\frac{1}{2} O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$

En la figura 5 se observa la oxidación de superficies planas de metales. (a) cuando se difunden los cationes, los óxidos formados inicialmente se desplazan hasta el metal. (b) Cuando se difunden los aniones al desplazamiento de los óxidos en dirección opuesta. (L.L Sheir, 1994)²



² L. L, Sheir, Corrosion 1994.

Fuente: (Smith – Hashemi)

Este tipo de corrosión se presenta cuando la Caldera está encendida, tiene una alta temperatura por lo cual se reduce la humedad del medio ambiente.

Debido al exceso de oxígeno en el ambiente y alta temperatura existe el efecto de difusión de oxígeno en la estructura metálica. El cual genera capas de óxido que se van separando se genera el debilitamiento (figura 6).

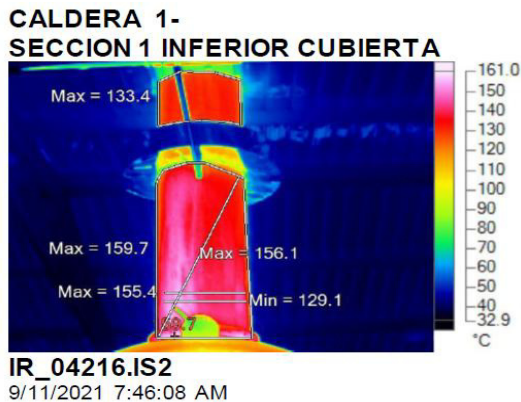
Fig 6. Detalle de capas de óxido



Fuente: Imagen propia

En la termografía (figura 7), se observa el calentamiento sufrido por la chimenea (figura 8) alcanzando temperatura de 159.7°C , esta temperatura que asegura la ausencia de humedad, sin embargo, ejerce cambios de temperatura en el tiempo de encendido y apagado.

Fig 7. Termografía de Chimenea.



Fuente: Imagen propia

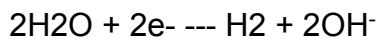
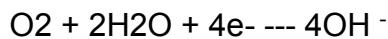
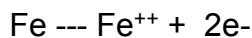
Fig 8. Imagen de sección analizada.



Visible Light Image

Fuente: Imagen Propia

Otro de los mecanismos de corrosión se observa cuando la caldera se encuentra apagada, en este estado la caída de la temperatura permite la entrada de humedad al interior de la chimenea ocasionando condensación del agua proveniente de la humedad del ambiente. Se presenta la siguiente reacción de corrosión:



El proceso de corrosión involucra como primera etapa la remoción de electrones del metal (oxidación) y el consumo de dichos electrones por una reacción de reducción de oxígeno o agua. La oxidación es comúnmente llamada reacción anódica y la

reacción de reducción es llamada la reacción catódica, ambas reacciones electroquímicas son necesarias para que la corrosión exista. La oxidación causa la pérdida de metal y la reducción consume los electrones por la reacción de oxidación. (Peabody, 2001) ³

Otros de los elementos asociados a la corrosión es la presencia de depósito de cenizas provenientes de la combustión, la presencia de compuestos SO_x, NO_x y CO₂ provenientes de la composición del crudo usado como combustible (figura 9) tales compuestos al mezclarse con la humedad pueden generar ácidos muy corrosivos.

El azufre reacciona con el oxígeno en el proceso de combustión, formando SO₂.

Los efectos de los SO_x empeoran cuando el dióxido de azufre se combina con partículas o con la humedad del aire ya que forma ácido sulfúrico. (España, 2021)⁴

Fig. 9 Análisis de crudo usado como combustible

³ Peabody's Control of pipeline corrosión (2001)

⁴ Ministerio para la transición Ecológica y reto demográfico de España.

CORE LABORATORIES
Carrera 20 No. 168-52
Bogota, D.C.
Colombia

Location: Colombia - All activity
Date: 2019.11.07 20:40:22 -05:00



Attention of : Mr. U. Sanchez

Analysis Report

Report number : 15300/00009049.1/L/19 Submitted date : 10-28-2019
Main Object : Corelab / Análisis Laboratorio Sample submitted at : Saybolt Colombia - Cartagena
Report Date : 11-07-2019 Date received : 10-28-2019
Date of issue : 11-07-2019 Date completed : 11-07-2019
Sample object : Arc1903240 Sample number : 8995759
Sample type : Submitted
Sample submitted as : Crude Oil
Marked : (Tigana)WTG 603 Reg:5238

NAME	METHOD	UNIT	SPECS		RESULT
			Min	Max	
Water and Sediment ¹	ASTM D 4007	vol %			2.0
Water and Sediment ²	ASTM D 4007	vol %			0.50
Sediment by Extraction	ASTM D 473	vol %			0.03
API Gravity at 60 °F	ASTM D 1298	°API			14.0
Flash Point (PM) - Procedure A	ASTM D 93	°C			<40.0
Pour Point	ASTM D 97	°C			9
Total Sulfur Content	ASTM D 4294	mass %			1.86
Vanadium (V) - Procedure B	ASTM D 5863	mg/kg			289
Nickel (Ni) - Procedure B	ASTM D 5863	mg/kg			89
Salt Content	ASTM D 3230	lb/1000bbl			3.58

Fuente: Imagen propia.

Marco conceptual:

Dentro del análisis realizado al problema tiene aspectos relevantes como son el diseño de la chimenea y dentro de estos aspectos se encuentran el espesor de la lámina de acuerdo con la resolución 129 del Ministerio de Seguridad Social en el artículo 29 sección 29.4, determina que el material de la lámina para las calderas Tipo II (Calderas con potencia mayor de 50 kW y menor o igual a 1000 kW), actualmente las calderas son de 500 BHP (caballos fuerza de caldera), equivale a 372.85 kW, el material debe ser HR o CR de calibre mínimo 12 (2.66 mm). Las chimeneas instaladas cuentan con láminas instaladas de 3.8 mm de espesor con la cual cumplen con lo solicitado por la resolución 129 de Ministerios de seguridad social.

Otro aspecto relevante en el diseño de las chimeneas es la caperuza en la parte superior esto está concebido en la resolución 129 del Ministerio de Seguridad Social en el artículo 29 sección 29.5, como se puede observar en la figura 9. Estas calderas

cuentan con dichos dispositivos, pero estos también se oxidan debido a los factores anteriormente mencionados ver figura 4.

Un aspecto relevante es la humedad, el departamento del Casanare como todos los llanos orientales se caracterizan por su alta humedad relativa, que en la noche encuentra temperaturas por debajo del punto de rocío ocasionando una condensación en las superficies.

Adicionalmente los gases de combustión hacen parte del ambiente de contacto de la superficie en la chimenea ver tabla 1, que en conjunto con la temperatura son las variables que ayudan a la corrosión electroquímica.

Tabla 1. Carga y composición de gases de la caldera.

Composición gases de emisión Caldera 3 de 500 BHP				
Parámetro	Preliminar	R1	R2	R3
CO2, %	4,1	5,3	5,8	6,0
O2, %	12,9	11,8	11,5	11,9
Exceso de aire, %	143,1	117,0	111,3	121,7
Temperatura gases, °C	179	169	155	169

Fuente: MCS Consultoría y monitoreo Ambiental S.A.S. – 2021

Fig. 10 Panorámica de la caldera 500 BHP



Fuente: MCS Consultoría y monitoreo Ambiental S.A.S. – 2021

Evidencia de la corrosión generada se puede observar capas de óxido de hierro, la cual se observa en la figura 10. Que muestra la pérdida de material estructural y fragilización de la chimenea.

Fig. 11 Registro de estado interno de chimenea.



Fuente: Imagen propia

6. ALCANCE

Este documento contemplará los diferentes aspectos que pueden influir en la corrosión ocasionada en el interior de las chimeneas de las calderas que está ocasionando la poca duración de estas y la pérdida de integridad, dentro de los aspectos a revisar se contemplará el cumplimiento de las exigencias de ley en el espesor de lámina, diseño en el tope de la chimenea, de forma que se pueda determinar si son estos factores que estén sumando al efecto de la corrosión.

7. IMPACTOS ESPERADOS A PARTIR DE LOS RESULTADOS

El desarrollo de este estudio busca el aseguramiento de la integridad de las chimeneas de las calderas de tal forma que se pueda establecer un estándar de

diseño de recubrimiento interno para la compañía evitando que se repitan eventos de caída de estas estructuras que implican un riesgo a las personas y la operación.

8. METODOLOGIA

8.1 Desarrollo de la monografía.

La metodología del presente documento consiste en la recopilación y análisis de información de los aspectos que están incidiendo en la corrosión interna de las chimeneas de las calderas. Aspectos como el diseño de la estructura, espesor de lámina y el contacto al ambiente de las emisiones de la combustión de hidrocarburos pesados son los aspectos determinantes para evaluar y finalmente entrar a un proceso de selección de un recubrimiento adecuado a todas las condiciones anteriormente mencionadas.

El enfoque de la investigación será básicamente cualitativo por que se revisarán los aspectos que han afectado estas estructuras, algunas de las investigaciones datan de varios años atrás por lo cual solo se cuenta con los registros fotográficos y la información de las respectivas inspecciones de los mantenimientos periódicos.

Se realiza la revisión de la totalidad de chimeneas que han presentado evento de caída con presencia de deterioro en su integridad por corrosión y se recopilará información de las chimeneas que han sido cambiadas por motivos de corrosión de forma tal que se pueda contar con una mayor población a analizar. Estas chimeneas corresponden a Calderas que usan como combustible crudo pesado.

8.1 ESTRUCTURA

En la tabla 2 se mencionan las etapas de desarrollo de la investigación teniendo en cuenta cada uno de los objetivos que permitirán orientarnos sobre el origen del problema que se va a tratar.

Tabla 2: Estructura de la metodología de la investigación

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	TAREAS	INDICADOR DE LOGRO	TECNICA E INSTRUMENTOS
Verificar que el diseño del tope de la chimenea sigue las recomendaciones de la resolución 129 de forma tal que este no sea la causa de la corrosión.	Verificar el diseño del tope de la chimenea en campo.	Consultar la resolución 129 del Ministerio de protección Social.	Lograr determinar el cumplimiento o incumplimiento de las recomendaciones de la resolución.	Se realizará la comparación.
Verificar perfil de temperatura a lo largo de la chimenea para seleccionar el recubrimiento adecuado.	Toma de perfil de temperatura en la chimenea	Determinar la temperatura a más alta	Obtener el dato de mayor temperatura.	Termografía
Verificar las características de las emisiones o atmósfera de contacto interno de la chimenea.	Determinar los componentes de las emisiones de las calderas.	Realizar análisis isocinéticos	Resultados con las proporciones de los componentes de las emisiones.	Análisis isocinéticos

8.1.1 Verificación de diseño de la chimenea de la caldera

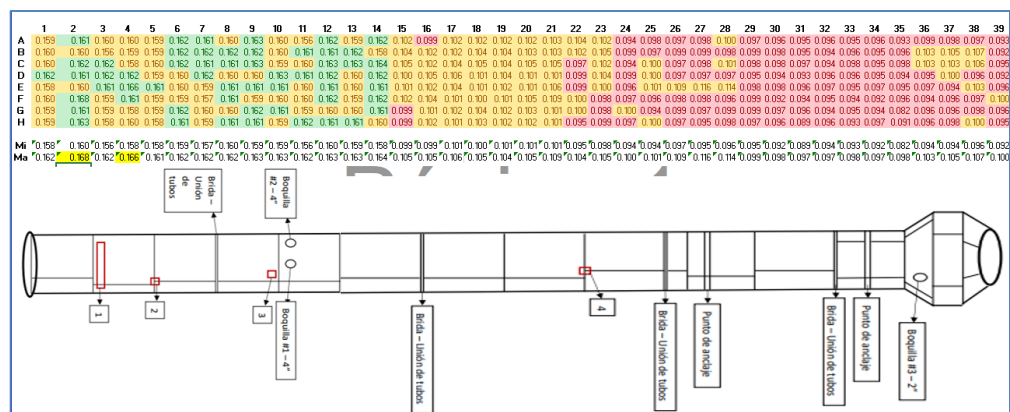
8.1.1.1 Verificación de espesor de lámina de construcción: Usando como referente la resolución 129 del Ministerio de Seguridad Social en el artículo 29 sección 29.4 que es de aplicación obligatoria debido a que hace parte de la legislación colombiana.

“Para calderas Categoría I, el material de la chimenea debe ser lamina HR o CR, de calibre No.12 mínimo. Para las otras categorías de calderas, el material de chimenea debe ser preferiblemente láminas de acero con un espesor mínimo de 3mm. También se permite para calderas de Categoría III y IV, el uso de concreto o ladrillo con especificaciones adecuadas para resistir temperaturas entre 200 y 400 grados centígrados” (social)⁵

La especificación del espesor de pared correspondiente a la chimenea de la caldera se solicita al fabricante en términos más exigentes, actualmente se solicita la construcción de la chimenea en lámina 3/16” que equivale a 4.76 mm

Se realiza la medición de espesores de la totalidad de la chimenea con el propósito de verificar la perdida de material en la medida del incremento de altura (Figura 11).

Fig. 11 Perfil de espesores de Chimenea



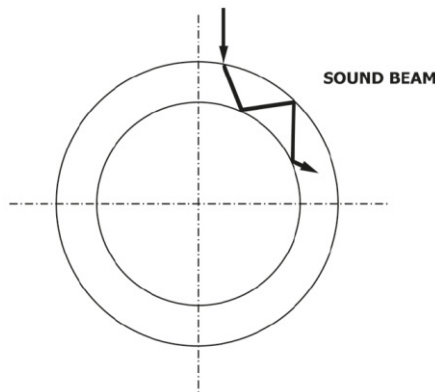
⁵ Resolución 129 del Ministerio de seguridad Social de Colombia.

Fuente: imagen de A plus. 2021

El método para medir los espesores fue ultrasonido scan A. este método permite tomar los espesores de la lámina de forma puntual, por tal motivo se bajó la chimenea al piso y se realizó un barrido en la superficie de la chimenea.

“El método ultrasónico es un procedimiento para detectar discontinuidades en espesores de tubos y tuberías de metal durante un examen volumétrico. Técnicas específicas del método ultrasónico al que se aplica esta práctica incluyen técnicas de pulso-reflexión, tanto de contacto como sin contacto (para ejemplo, como se describe en la Guía E1774), muescas de referencia transversal colocadas en las superficies de un estándar de referencia se emplean como el medio principal de estandarización del sistema ultrasónico.” (ASME, 2019) ⁶En la figura 12 se observa el mecanismo propagación de la onda con la cual se realiza la medición del espesor de la pared.

Fig 12. Imagen de propagación de onda



Fuente: Imagen de ASME BPVC Cap 5.

Mediante el perfil de espesores se puede observar en la figura 11 en color rosado que muestra la zona crítica con espesores menores a 1 mm, con lo cual se

⁶ ASME V, Non destructive examination, (2019)

comprueba que la pérdida de material se ocasiona de forma más severa en el nivel superior de la chimenea, punto de mayor contacto con la humedad del medio ambiente cuando la caldera se apaga, por lo cual comprueba que el mecanismo de daño de mayor influencia es la formación de ácidos por el contacto de los depósitos de sólidos producto de la combustión en la superficie interna de la lámina y el ambiente húmedo o en su defecto presencia de agua por lluvia.

8.1.1.2 Instalación de Caperuza: De acuerdo con la resolución 129 del ministerio de protección social, establece la recomendación de la instalación de una caperuza para evitar el ingreso de agua lluvia hacia el interior de la chimenea, actualmente las calderas cuentan con el sistema del gorro europeo que consiste en un cono invertido que se encarga de recibir el agua lluvia y drenarla mediante un ducto hacia el exterior ver figura 9. Ver figura 13, en este sentido se cumple con la sugerencia.

Fig. 13 Detalle de caperuza



Fuente: Imagen propia.

El efecto observado en las caperuzas de las chimeneas es la afectación del cono interno el cual presenta deterioro y pérdida del fondo lo que ocasiona que pierda su función. Un aspecto observado es el taponamiento del ducto de drenaje o deficiencia en su capacidad, aspecto que debe mejorarse para evitar que esto ocurra ver figura 4.

8.1.2 Verificación de perfil de temperatura de la chimenea

En la figura 7 se observa que la temperatura máxima alcanzada es de 159 °C que corresponde a la primera sección (más cercana al cuerpo de la chimenea).

De acuerdo con la medición de la temperatura en los análisis isocinéticos se tiene una temperatura de referencia de 179°C por lo cual se tomará como temperatura máxima 190 °C.

8.1.3 Verificación de características de las emisiones

Como seguimiento a las emisiones de las calderas se le realiza análisis isocinéticos, “este método consiste en tomar una muestra de la emisión que permita determinar la concentración de contaminantes” (Echeverry, 2006)⁷

En la tabla 3 se encuentra consignadas la información general de la caldera monitoreada.

Tabla 3. Información general de la caldera.

Fuente Fija	Información General Fuentes a Monitorear		Locación	CPF
	CALDERA 3			
Fecha de Monitoreo	Mayo 01 de 2021			
Marca	Distral			
Tipo	Caldera			
Fecha Puesta en marcha	2017			
Producción nominal	500 BHP			
Capacidad	500 BHP			
Frecuencia de operación	380 h/mes			
Producción máxima mes	10.945.125 Lb			
Producción promedio mes	5,472,562 Lb			
Tipo de combustible	Líquido Aceite Crudo			
Consumo de Combustible	40 BBl/día			
Contaminantes a medir	Material particulado, MP			
Método a Utilizar	US EPA 5 de tres repeticiones			

Fuente: MCS consultoría y monitoreo ambiental

⁷ Echeverry C. A. Determinación de la emisión de material particulado en fuentes Fijas. (2006)

En la tabla 4. Se encuentra los resultados del CO₂, Oxígeno y temperatura de los gases.

Tabla 4. Resultados de Análisis isocinéticos

Composición de los gases de emisión Caldera 3 X-1501 de 500 BHP				
Parámetro	Composición gases de emisión Caldera 3 X-1501 de 500 BHP			
	Preliminar	R1	R2	R3
CO ₂ %	4,1	5,3	5,8	6,0
O ₂ %	12,9	11,8	11,5	11,9
Bws. %	5,7	5,4	5,1	4,9
Exceso de aire, %	143,1	117,0	111,3	121,7
Temperatura gases, °C	179	169	155	169
Velocidad gases, m / seg.	14,4	14,5	14,6	15,4
Caudal estándar, m ³ / min.	151,8	156,9	163,3	167,5
Volumen DGM estándar, m ³	0,602	1,183	1,227	1,253
Tiempo medición, minutos	36	60	60	60

Fuente: MCS consultoría y monitoreo ambiental

En la tabla 5 se consigna los resultados de la composición de los gases de Caldera, de Dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y material particulado.

Tabla 5. Composición de gases de Caldera.

Parámetro	Material Particulado	Dióxido de Azufre	Óxidos de Nitrógeno
	Resultado		
Concentración, mg / m ³ std	166,0	705,1	64,1
Con. Referencia, 11% O ₂ , mg / Rm ³	186,8	793,6	71,6
Rata emisión del muestreo, Kg / h	0,47	1,98	0,17

Los análisis confirman la presencia de dióxido de azufre alta al igual que óxidos de nitrógeno y material particulado que en parte queda depositado en la superficie interna de la chimenea.

9. PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE REVESTIMIENTO

Existen diferentes mecanismos para reducir los efectos corrosivos en las chimeneas, se puede realizar un lavado de los gases mejorando las condiciones de las emisiones y a su vez el impacto en la corrosión.

Sin embargo, requiere de inversiones altas y adaptación de equipos y facilidades para su implementación.

Otra alternativa es cambiar el tipo de combustible, con menores concentraciones de azufre o inclusive el uso de combustibles refinados que permiten una combustión más “limpia”.

El uso de crudo en muchas ocasiones es la alternativa utilizada debido a la posibilidad de uso en lugares remotos para el transporte de los refinados, pero cerca a los sitios de producción de crudo.

9.1 Propuestas de revestimiento:

En el mercado se encuentran gran diversidad de productos que ofrecen el revestimiento de superficies metálicas para evitar la corrosión bajo diferentes condiciones.

A continuación, se presentan las siguientes alternativas que se tienen en el mercado, estos en las fichas técnicas nos entregan las recomendaciones de perfil de anclaje y el tipo de preparación de la superficie:

9.1.1 Plasite 4550 S, es un producto 100% sólidos es un epoxy novolac revestimiento diseñado para interiores de acero es aplicado por un equipo de spray, este producto ha sido probado y aprobado para almacenamiento y transporte de crudo a 350°F (177°C) ver figura 14. Anexo 2 la ficha técnica completa del producto.

Fig. 14 Especificaciones Plasite 4550 S



Plasite® 4550 S
PRODUCT DATA SHEET

SELECTION & SPECIFICATION DATA

Description

PLASITE 4550 S is a 100% solids, flake filled, premium novolac epoxy coating designed for internal steel and concrete substrates. It is a two component system consisting of four-parts by volume of Part A resin and one part by volume of Part B hardener. It is applied by plural component or single component spray equipment, from a total thickness of 20-60 mils (500-1500 microns) in a single coat application for a variety of applications. This product has been tested and is approved for crude oil storage and transportation up to 350°F (177°C). It has superior thermal shock resistance over the range -40° to 350°F (-40 to 177°C). Typical Uses: Crude oil tankers, chemical storage tanks, wastewater clarifiers, plating vats, oil storage tanks, catwalks, pulp and paper liquor tanks or concrete exposures in wastewater applications.

Fuente: Fabricante

9.1.2 Epoxi fenólico Novolac Serie 400 NF de Sika, que consiste en un producto 100% sólidos diseñado para el uso de interior y exterior de metal, resistente a

productos derivados del petróleo, resistente al agua salada y soluciones alcalinas hasta 210°C. Alta resistencia química y alta resistencia a la abrasión ver Anexo 2 ficha técnica completa del producto. En la figura 15 se observa la descripción del producto.

Fig. 15 Descripción de producto Seria 400 NF de Sika.

Epoixifenólico Novolac

Serie 400NF

DESCRIPCIÓN

Sistema epóxico autoimprimante de altos sólidos, dos componentes, libre de solventes, 100% de sólidos en volumen, contiene pigmentos activos a base de Fosfato de Cinc. Catalizador tipo amina cicloalifática. Buena resistencia a la temperatura hasta 210°C.

USOS

Sistema epóxico multi-uso 100% sólidos:

- Como recubrimiento interior y/o exterior de tuberías (aéreas y/o enterradas) que conducen productos derivados de petróleo, aguas industriales con temperatura hasta 210°C.
- Producto compatible con recubrimientos tipo FBE, TPP y TPE, con **Sika Refuerzo Tejido**.
- Como recubrimiento interior y/o exterior de tanques metálicos que contienen agua industrial, agua salada, productos livianos de petróleo, crudos de petróleo, soluciones alcalinas con temperatura hasta 210°C.
- Como capa intermedia o barrera para elementos metálicos en ambientes marinos (casco de buques).
- Diseñado para ambientes industriales, costeros y marinos.
- Para uso en contacto con agua potable para consumo humano.
- Temperatura mínima de operación: -30°C.

Fuente: Fabricante

9.1.3 Sika Permacor serie 550 HR, es un producto 100% sólidos buena resistencia a la temperatura hasta 210°C en seco y 170°C en inmersión. Alta resistencia química y alta resistencia a la abrasión en la figura 16 se encuentra la descripción del producto. En el anexo 3 se encuentra la ficha técnica del producto.

Fig 16. Descripción de producto Epoxi fenólico Serie 550 HR de Sika

Sika Permacor Serie 550 HR

EPOXIFENOLICO AUTOIMPRIMANTE

DESCRIPCIÓN

Epoixifenólico autoimprimante de altos sólidos, dos componentes, libre de solventes, 100% de sólidos en volumen. Catalizador tipo base de Mannich. Buena resistencia a la temperatura hasta 210°C en seco y 170°C en inmersión continua para crudo.

USOS

Sistema epóxico multi-uso 100% sólidos, para aplicación en superficies metálicas y de concreto:

- Como recubrimiento interior y/o exterior de tuberías (aéreas y/o enterradas) que conducen productos derivados de petróleo, aguas industriales con temperatura hasta 210°C.
- Como recubrimiento interior y/o exterior de tanques metálicos que contienen agua industrial, agua salada, productos livianos de petróleo, crudos de petróleo, soluciones alcalinas con temperatura hasta 210°C.

Fuente: Fabricante

9.1.4 Sika epoxi rico en zinc, es una mezcla sinérgica de polvo de zinc y óxido de hierro micáceo, con excelente resistencia química, excelente resistencia a álcalis y buena resistencia a ácidos. Una resistencia hasta de 110°C en seco. En la figura 17 se observa la descripción general del producto y en anexo 4 se consigna la ficha técnica del producto.

Fig. 17 Descripción general del producto epoxi rico en zinc.

Sika Epóxi Rico en Zinc

DESCRIPCION	Recubrimiento de dos componentes con base en resinas epóxicas, mezcla sinérgica de polvo de zinc y óxido de hierro micáceo (MIO), excelente resistencia química y endurecedor poliamida.
USOS	Como imprimante para estructuras metálicas, expuestas a ambientes agresivos industriales y marinos.
VENTAJAS	Buena adherencia al soporte, resistencia química y a la abrasión.

Fuente: Fabricante.

9.1.5 Imprimante inorgánico de zinc. Es un producto con alta resistencia a la abrasión y acción de agentes químicos, con la propiedad de suministrar protección galvánica, resistente hasta temperaturas de 400 °C. En la figura 18 se encuentra la descripción del producto y en el anexo 5 se encuentra la ficha técnica.

Fig. 18 Descripción de imprimante inorgánico de zinc

Imprimante Inorgánico de Zinc

163707

DESCRIPCIÓN	Imprimante Inorgánico de Zinc de dos componentes (Comp. A es líquido y Comp. B es el polvo de zinc), con alta resistencia a la abrasión y a la acción de los agentes químicos, resina base de silicato de etilo, con propiedad de suministrar protección galvánica a superficies ferrosas, resistente a temperaturas hasta de 400°C. Este producto cumple con los requerimientos del Standard de la SSPC- Paint 20, Tipo 1-C (mínimo 85% de Polvo de Zinc, en peso, presente en la película seca).
USOS	<ul style="list-style-type: none"> • Como Imprimante para estructuras metálicas expuestas a ambientes agresivos industriales y marinos. • Imprimante para tuberías metálicas, tanques de almacenamiento, contenedores • En chimeneas y ductos que se encuentran a temperaturas hasta de 400°C • Interior de tanques que contienen aceites, esteres, cetonas, disolventes aromáticos y agua industrial

9.2 Selección de revestimiento

A continuación, se encuentra la tabla 6. en la que se encuentra un comparativo de las especificaciones de trabajo de cada uno.

Tabla 6. Comparación de diferentes revestimientos

Producto	% Sólidos	Temperatura max °C	Resistencia Química	Resistencia abrasión	Aplicación
Plasite 4550 S	100	170	Alta	sin información.	airless spray
Epoxi fenolico novolac Serie 400 NF	100	210	Alta	Alta	brocha /Airless spray
Sika permacor 550 HR	100	210	Alta	Alta	brocha /Airless spray
Sika epoxi rico en Zinc	80	110	Alta	Alta	brocha /Airless spray
Imprimante inorgánico de Zinc	85	400	Excelente	Buena	Airless spray

Fuente: Propia

Hay dos condiciones básicas para tener en cuenta en la selección, la primera es la temperatura y la segunda la resistencia química, en los resultados medidos en los análisis isocinéticos es de 180°C, considerando un margen de seguridad se toma 190°C como referencia para la selección del producto, de los productos en el cuadro quedan 3 productos que cumplen con este requisito.

En cuanto a la resistencia química de estos 3 productos solo uno tiene la calificación con un desempeño como “excelente”, que corresponde al imprimante inorgánico de zinc, por lo tanto, este es el recomendado para la aplicación como revestimiento interno de la chimenea.

Para aplicar el imprimante inorgánico de zinc es necesario tener en cuenta la preparación de la superficie y preparación del producto de acuerdo con las recomendaciones de la ficha técnica del producto.

10. CONCLUSIONES

En el análisis del problema planteado se encuentra que hay alternativas para evitar la corrosión de estas estructuras que permitan mantener la integridad asegurando el proceso productivo y del personal que labora entorno de las calderas.

A pesar de la múltiple cantidad de productos que existen en el mercado es necesario tener en cuenta la experiencia de las compañías fabricantes y la facilidad de consecución en el mercado.

Es conveniente evaluar mediante exposición de cupones con diferentes revestimientos de forma tal que se valore directamente y por un tiempo considerable la protección que pueden ofrecer estos productos, ya que la velocidad del flujo incide en el desgaste de estos lo cual puede llegar a acortar el tiempo de la vida útil.

Hay aspectos muy importantes para tener en cuenta en la aplicación del revestimiento la aplicación de la norma ISO 12944-3 es fundamental para el éxito de una efectiva protección, las acumulaciones en algunas partes de las estructuras son el inicio del deterioro. Al igual que la preparación de la superficie previo a la aplicación del revestimiento.

11. BIBLIOGRAFIA

Ministerio de seguridad social, M. d. (s.f.). Resolución 129 . *reglamento técnico aplicable a las calderas de vapor para uso en Colombia*. Bogota, Colombia.

L.L Sheir, G. T. (1994). *Corrosion*. Houston: Butterworth-Heinemann.

Peabody, A. (2001). *Peabody's control of pipeline corrosion*. Houston, texas: NACE international.

España, G. d. (01 de noviembre de 2021). *Ministerio para la transición ecologica y el reto demografico*. Obtenido de Ministerio para la transición ecologica y el reto demografico: <https://prtr-es.es/SOx-oxidos-de-azufre,15598,11,2007.html>

ASME. (2019). *Nondestructive examination*. Obtenido de <https://www.asme.org>
ASME. (2019). *Nondestructive examination*. Obtenido de <https://www.asme.org>

Echeverry, C. A. (2006). *DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN FUENTES FIJAS*. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/determinacion.pdf>

12. ANEXOS

Anexo 1.



Plasite® 4550 S PRODUCT DATA SHEET

SELECTION & SPECIFICATION DATA

Description	PLASITE 4550 S is a 100% solids, flake filled, premium novolac epoxy coating designed for internal steel and concrete substrates. It is a two component system consisting of four-parts by volume of Part A resin and one part by volume of Part B hardener. It is applied by plural component or single component spray equipment, from a total thickness of 20-60 mils (500-1500 microns) in a single coat application for a variety of applications. This product has been tested and is approved for crude oil storage and transportation up to 350°F (177°C). It has superior thermal shock resistance over the range -40° to 350°F (-40 to 177°C). Typical Uses: Crude oil tankers, chemical storage tanks, wastewater clarifiers, plating vats, oil storage tanks, catwalks, pulp and paper liquor tanks or concrete exposures in wastewater applications.
Features	<ul style="list-style-type: none"> • High impact and thermal shock resistance • Superior adhesion to steel and concrete • Resistance to a broad range of chemicals • Can be applied up to 60 mils in one coat • Can be sprayed using single component airless equipment
Color	Light grey, tile red, white, black
Finish	N/A
Dry Film Thickness	20 - 30 mils (508 - 762 microns) per coat The cure mechanism of this product is not affected for a minimum of 24 months. Maximum film build (per coat) on vertical surfaces and overhead decreases with age: Fresh: Over 60 mils 3-6 months: 50-30 mils After 6 months: less than 30 mils. Follow intercoat preparation requirements when applying multiple coats
Solids Content	By Volume 100% +/- 2%
Theoretical Coverage Rate	1604 ft ² /gal at 1.0 mils (39.4 m ² /l at 25 microns) 80 ft ² /gal at 20.0 mils (2.0 m ² /l at 500 microns) 53 ft ² /gal at 30.0 mils (1.3 m ² /l at 750 microns) Allow for loss in mixing and application.
VOC Values	As Supplied : 0.0
Dry Temp. Resistance	Non-Continuous: 400°F (204°C) Discoloration and loss of gloss occurs above 200°F(93°C) but does not affect performance

SUBSTRATES & SURFACE PREPARATION

General	Surfaces must be clean and dry. Employ adequate methods to remove dirt, dust, oil and all other contaminants that could interfere with adhesion of the coating.
Steel	Immersion: Prepare by abrasive blasting to a minimum near White Metal Finish (NACE NO 2, SSPC-SP10) with a minimum 3 mil (75 micron) dense, sharp anchor profile. For special applications involving stainless steel used in wet FGD applications a minimum of 2 mils (50 microns) dense angular anchor profile is acceptable.

Plasite® 4550 S
PRODUCT DATA SHEET



SUBSTRATES & SURFACE PREPARATION

Concrete or CMU	Clean, dry and remove all loose, unsound concrete. Do not apply coating unless concrete has cured at least 28 days @ 70°F (21°C) or equivalent. Prepare surfaces in accordance with SSPC-SP13/NACE No. 8 Surface Prep of Concrete. Voids in concrete may require filling and/or surfacing. Consult Carboline Technical Service for recommended primer/sealer.
------------------------	---

MIXING & THINNING

Mixing	Mix each component separately to a smooth, uniform consistency. Any settling in the container must be thoroughly scraped and re-dispersed. Use a Jiffy type mixer and avoid plunging it up and down in the bucket, which can fold air into the resin causing bubbles to form in the coating after it has been applied.
Thinning	Thinning not normally required Use of thinners other than those supplied or recommended by Carboline may adversely affect product performance and void product warranty, whether expressed or implied.
Pot Life	75°F (24°C): 45-60 minutes

APPLICATION EQUIPMENT GUIDELINES

Listed below are general equipment guidelines for the application of this product. Job site conditions may require modifications to these guidelines to achieve the desired results.

Airless Spray	Use air motor with an air ratio of 42:1 or larger. All filters should be removed from the pump. Use a 3/8 in. spray hose from pump to gun, not to exceed 100 linear ft. It is best to bring the material directly to the gun body and not go through a tube in the handle. The size of airless spray tip should be from 0.019-0.035 inches. The mixed material temperature should be 75-85°F/24-38°C for best spraying properties. Temperatures above 85°F (29°C) will shorten pot life.
Plural Component Airless Spray	Use a fixed (4:1) ratio plural component spray rig with heated hoppers, heated hoses to a mixer manifold through a static mixer to a 50 ft whip hose and self-cleaning reversible tips from 0.017" to 0.035". The Part A material should be a minimum of 110°F (43°C) and the Part B should be 90-100°F (32-38°C). Take care to prevent mixed material from setting up in your hoses. For best results keep hoses as short as possible, purge them immediately with Carboline Thinner #78 if work is interrupted, keep them out of direct sunlight and insulated from hot surfaces.
Brush & Roller (General)	Not recommended for tank lining applications except when striping welds.

APPLICATION PROCEDURES

General	<u>Lining Repair:</u> Before any touch up or recoat material can be applied the first coat must be properly prepared for intercoat adhesion. The first coat must be cured firm to touch. Coating on floors must be able to support foot traffic. Scrub the first coat with soap and water and thoroughly rinse and dry. If the first coat cures more than 24 hours, sand or mechanically abrade the surface after scrubbing it down. Any surface to be touched up or recoated should be protected. When the recoat material is applied the surface must be dry and free of all dirt, dust, debris, oil, grease or other contamination.
----------------	---



APPLICATION PROCEDURES

Airless Spray	<p>Immediately before applying spray coat, stripe all continuous welds and edges with a brush coat to assure adequate protection of these areas.</p> <p>Apply material to specified thickness using 8-14 mil (200-350 microns) per pass. Apply in a criss-cross, multi-pass technique, moving gun at a fairly rapid rate and maintaining a wet-appearing film. Use a wet film gauge to monitor film build.</p>
----------------------	--

APPLICATION CONDITIONS

Condition	Material	Surface	Ambient	Humidity
Minimum	75°F (24°C)	50°F (10°C)	50°F (10°C)	0%
Maximum	85°F (29°C)	125°F (52°C)	90°F (32°C)	85%

Do not apply material when temperature will fall within 5°F (3°C) of the dew point.
Material temperatures listed above are optimal for standard airless spray. For plural spray: Part A should be a minimum of 110°F (43°C) and Part B 90-100°F (32-37°C).

CURING SCHEDULE

Surface Temp.	Dry to Handle	Final Cure Immersion
50°F (10°C)	30 Hours	7 Days
60°F (16°C)	24 Hours	4 Days
75°F (24°C)	12 Hours	36 Hours
90°F (32°C)	4 Hours	24 Hours

* And 50% relative humidity
@ 75°F (24°C): dry to touch in 12 hours, firm dry in 24 hours
Final cure above is for mild immersion service.
Epoxies may form amine blush under some curing conditions. Blush must be removed before coating or placing in some services.

CLEANUP & SAFETY

Cleanup	Plasite Thinner 71 or Carboline Thinner 2
Safety	Read and follow all caution statements on this product data sheet and on the SDS for this product. Employ normal workmanlike safety precautions.
Ventilation	Ventilation must be used during and after application until the coating is cured. The ventilation system should be capable of preventing the solvent vapor concentration from reaching the lower explosion limit for the solvents used. User should test and monitor exposure levels to insure all personnel are below guidelines. Use MSHA/NIOSH approved air respirators as needed.
Caution	Fire and explosion hazards: This product contains less than 1% volatile components, however, vapors are heavier than air and can travel long distances, ignite and flash back. Eliminate all ignition sources. Keep away from sparks and open flames. All electrical equipment and installations should be made and grounded in accordance with the National Electric Code. In areas where explosion hazards exist, workers should be required to use non-ferrous tools and wear conductive and non-sparking shoes.

PACKAGING, HANDLING & STORAGE

Shelf Life	Part A: 24 months Part B: 24 months
-------------------	--

Plasite[®] 4550 S
PRODUCT DATA SHEET



PACKAGING, HANDLING & STORAGE

Storage Temperature & Humidity	50-85°F (10-29°C) For 24-48 hours prior to use narrow the storage temperature to 70-85°F (21-29°C) to facilitate ease of mixing
Storage	Store indoors
Shipping Weight (Approximate)	1 gal unit: 11.6 lbs (5.3 kg) 5 gal unit: 57.9 lbs (26.3 kg) Quart kits, units of 4, 12.2 lbs (5.6 kg)
Flash Point (Setaflash)	Part A & Part B: 485°F (252°C)

WARRANTY

To the best of our knowledge the technical data contained herein is true and accurate on the date of publication and is subject to change without prior notice. User must contact Carboline Company to verify correctness before specifying or ordering. No guarantee of accuracy is given or implied. We guarantee our products to conform to Carboline quality control. We assume no responsibility for coverage, performance, injuries or damages resulting from use. Carbolines sole obligation, if any, is to replace or refund the purchase price of the Carboline product(s) proven to be defective, at Carbolines option. Carboline shall not be liable for any loss or damage. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY CARBOLINE, EXPRESS OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW, OR OTHERWISE, INCLUDING MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. All of the trademarks referenced above are the property of Carboline International Corporation unless otherwise indicated.

HOJA TÉCNICA DE PRODUCTO

Epoxifenólico Novolac

Serie 400NF

DESCRIPCION	Sistema epóxico auto imprimante de altos sólidos, dos componentes, libre de solventes, 100% de sólidos en volumen, contiene pigmentos activos a base de Fosfato de Cinc. Catalizador tipo amina cicloalifática. Buena resistencia a la temperatura hasta 210°C.
USOS	<p>Sistema epóxico multi-uso 100% sólidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Como recubrimiento interior y/o exterior de tuberías (aéreas y/o enterradas) que conducen productos derivados de petróleo, aguas industriales con temperatura hasta 210°C.] · Producto compatible con recubrimientos tipo FBE, TPPy TPE, con Sika Refuerzo Tejido. · Como recubrimiento interior y/o exterior de tanques metálicos que contienen agua industrial, agua salada, productos livianos de petróleo, crudos de petróleo, soluciones alcalinas con temperatura hasta 210°C. · Como capa intermedia o barrera para elementos metálicos en ambientes marinos (cascos de buques). · Diseñado para ambientes industriales, costeros y marinos. · Para uso en contacto con agua potable para consumo humano. · Temperatura mínima de operación: -30°C.
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> · Producto libre de solventes, 100% sólidos en volumen · Auto imprimante de altos sólidos que permite espesores de 28 a 32 mils por capa. · Reducción de costos por permitir aplicación de alto espesor en una sola capa. · Excelentes propiedades de barrera. · Alta resistencia a la temperatura. · Alta resistencia química. · Alta resistencia a la abrasión · Buena adherencia a superficies metálicas y/o con imprimantes Epóxicos · Compatible con Acabados del tipo: Epóxicos, Uretanos, Coalatar Epóxico, Anti-fouling Vinílico. · Buena resistencia mecánica · Diseñado para aplicar con equipo Airless (relación > a 60:1) y para equipo multiplural. · No contiene pigmentos nocivos (ni minio, ni cromatos).
MODO DE EMPLEO	<p>Preparación de la Superficie Las superficies deben estar libres de polvo, suciedad, grasas, humedad o de otros contaminantes que puedan interferir con la adherencia del recubrimiento.</p> <p>Método de limpieza Realizar limpieza con chorro abrasivo hasta obtener Grado Metal Blanco de acuerdo con los patrones de la norma Sueca Sa3, norma Americana SSPC- SP5 y/o norma ICONTEC NTC 3895. Se recomienda un perfil de anclaje entre 50 y 100 micrones (de 2,0 a 4,0 mils).</p> <p>Preparación del producto Se requiere que cada componente este completamente homogéneo. Se obtiene una mezcla más perfecta empleando equipos neumáticos para agitación: el rango</p>

de velocidad se debe encontrar entre 200 rpm y 400 rpm.

La relación de mezcla en volumen es de 2.7 partes de Componente A por una parte de Componente B, Catalizador Grupo 3 (Relación A:B :: 2.7:1). Dependiendo del procedimiento de aplicación, la mezcla puede ser diluida hasta un 5% con Colmasolvente Epóxico, referencia 958025.

Aplicación del Producto

Se puede aplicar con: brocha, rodillo equipo sin aire (Airless) con relación de bomba superior a 60:1 o con equipo multiplural.

El producto catalizado debe utilizarse dentro de los 20 minutos siguientes a la mezcla realizada a 25°C.

En caso de que se requiere aumentar el tiempo de uso de la mezcla, se recomienda mantenerla en un rango de 15°C a 20°C antes de su aplicación.

Para áreas limitadas o cordones de soldadura o para retoques puntuales se recomienda aplicar con brocha, ésta debe ser de cerda animal y no de nylon.

En caso de aplicar capas de acabado tipo Uretano, CoalTar, Epoxicos, Anti-fouling se recomienda no dejar transcurrir más de cinco (5) días contados a partir de la aplicación del producto.

El mejor desempeño del producto se obtiene cuando se ha permitido su curado óptimo, el cual se logra como mínimo a 24 horas(a un espesor de película seca de 25 mils y una temperatura promedio de 25°C).

A medida que aumenta el espesor de película húmeda, se requiere un mayor tiempo de curado. Limpiar el equipo con **Colmasolvente Epóxico** referencia 958025, cuando aún el producto esté fresco.

Rendimiento Teórico

150 m²/gal a un espesor de película seca de 25.4 micrones (1.0 mils).

El rendimiento práctico puede sufrir modificaciones debido a perfiles de anclaje mayores que los especificados, corrientes de aire, alta porosidad de la superficie, equipo de aplicación utilizado, diseño y forma del elemento a recubrir, mayor espesor aplicado, etc.

En productos de dos componentes (epóxicos y uretanos) que no contienen disolventes o que los contienen en poca cantidad, suele darse un fenómeno de contracción volumétrica de la película aplicada la cual ocurre en la reacción de los dos componentes entre sí.

Esta contracción tiene el efecto de que el valor del volumen de sólidos determinado experimentalmente y aplicable en la práctica esté entre el 10% y el 12% por debajo del valor teórico.

DATOS TÉCNICOS

Acabado:	Semibrillante
Densidad a 25°C (ASTM D1475):	4,85 ± 0,2 kg/gal
Color:	Gris o marfil
Viscosidad a 25°C (ASTM D562):	105 ± 5 UK
*Nota: cuando el producto es expuesto a la acción de los rayos solares, se presentan cambios de color, amarillamiento y cambio de brillo o entizamiento	
Componentes:	A: Epoxifenólico Serie 400NF B: Catalizador Grupo 3
Relación de mezcla en Volumen A: B	2.7:1
Mecanismo de Curado:	Por reacción química entre componentes
Disolvente recomendado:	Colmasolvente Epóxico 958025
Espesor de película seca recomendado (SSPC-PA2):	28 a 32 mils por capa (711 a 813 micrones) (en 2 capas)
Sólidos en Volumen (ASTM D2697):	100 %
Tiempo de Secado (a 25°C) (ASTM D1640):	Al tacto: 2 horas
Tiempo de Repintado:	entre 6 a 8 horas (a 35°C) entre 8 a 10 horas (a 25°C) entre 12 a 18 horas (a 10°C)
Limites de aplicación:	
Humedad relativa máxima:	90 %

Temperatura mínima del producto para su aplicación:	10°C
Temp. mínima del soporte:	10°C y 3°C por encima de la temp de rocío
Temp. máxima del soporte:	50°C
Temp. máxima de servicio:	210°C, calor seco / 140°C calor húmedo
Resistencias:	
Intemperie:	Buena (entiza)
Alcalis:	Excelente
Acidos:	Buena
Inmersión agua industrial:	Excelente
Inmersión agua salada:	Excelente
Productos derivados del petróleo:	Excelente
Gasolina motor, gasolina avión:	Excelente
Pérdida a la abrasión (ASTM D 4060):	36 mgs, rueda CS10, 10000 cidos con un peso de 1 kg
VOC (ASTM D3960):	< 50 g/l

Consultar con nuestros asesores técnicos para casos específicos.
Recomendamos consultar siempre la última versión de la Hoja Técnica de este producto.

PRECAUCIONES

- Contiene endurecedores que son nocivos antes del curado del producto.
- Se deben respetar los tiempos de mezcla establecidos para el uso de este producto catalizado. Si las temperaturas son mayores a las especificadas en esta hoja, los tiempos para aplicar el producto catalizado se reducen.
- Todos los sistemas epóxicos cuando se encuentran expuestos a la intemperie sufren el fenómeno de entizamiento y cambio de color dependiendo de las características del agente agresor.
- Entre lote y lote se pueden presentar ligeras diferencias de color.
- Cuando está en contacto con algunas sustancias químicas agresivas puede cambiar de color sin que sus propiedades químicas se afecten.
No se debe aplicar cuando se prevea lluvia ni alta humedad (mayor al 90%): esta condición debe conservarse durante el curado.
- Mantenga los productos alejados de fuente de calor, chispas o exposición de llamas abiertas.
- Evite el contacto con los ojos.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

- Cuando se aplique en áreas cerradas, se debe proveer ventilación forzada.
- Se debe utilizar máscaras y el equipo usado (luces, etc.) debe ser a prueba de explosión. Recomendamos consultar la Hoja de Seguridad del Producto.
- Cuando se aplique en áreas cerradas, se recomienda usar equipos de aplicación a prueba de explosión.

PRESENTACION

Relación de mezcla en Volumen A:B :: 2.7:1
Componente A: Cuñete que contiene 2.7 galones de Epóxi Fenólico Serie 400NF
Componente B: 1 galón Catalizador Grupo 3

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

El tiempo de almacenamiento es de doce (12) meses, en su envase original bien cerrado, en lugar fresco y bajo techo, sin exposición directa a los rayos solares. Transporte con las precauciones normales para productos químicos.

CÓDIGOS R/S



Componente A:	Componente B:
R: 20/21/22	R: 20/21/22/34/43
S: 26/36/37/39/45/51	S: 26/36/37/39/45/51

NOTA

La información, y en particular las recomendaciones relacionadas con la aplicación y uso final de los productos Sika, se proporcionan de buena fe, con base en el conocimiento y la experiencia actuales de Sika sobre los productos que han sido apropiadamente almacenados, manipulados

Anexo 3.

Sika Permacor Serie 550 HR

EPOXIFENOLICO AUTOIMPRIMANTE

DESCRIPCIÓN	Epoxifenólico autoimprimante de altos sólidos, dos componentes, libre de solventes, 100% de sólidos en volumen. Catalizador tipo base de Mannich. Buena resistencia a la temperatura hasta 210°C en seco y 170°C en inmersión continua para crudo.
USOS	Sistema epóxico multi-uso 100% sólidos, para aplicación en superficies metálicas y de concreto: <ul style="list-style-type: none">· Como recubrimiento interior y/o exterior de tuberías (aéreas y/o enterradas) que conducen productos derivados de petróleo, aguas industriales con temperatura hasta 210°C.· Como recubrimiento interior y/o exterior de tanques metálicos que contienen agua industrial, agua salada, productos livianos de petróleo, crudos de petróleo, soluciones alcalinas con temperatura hasta 210°C.
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">· Producto libre de solventes, 100% sólidos en volumen· Autoimprimante de altos sólidos que permite espesores de máximo 16 mils por capa.· Reducción de costos por permitir aplicación de alto espesor en una sola capa.· Excelentes propiedades de barrera.· Alta resistencia a la temperatura.· Excelente resistencia al agua.· Excelente flexibilidad y resistencia al impacto.· No tóxico, no corrosivo.· Retención de la película de los bordes de los elementos.· Alta resistencia química.· Alta resistencia a la abrasión· Buena adherencia a superficies metálicas y/o con imprimantes Epóxicos· Compatible con Acabados del tipo: Epóxicos, Uretanos, Coalter Epóxico.· Buena resistencia mecánica· Diseñado para aplicar con equipo Airless (relación > a 60:1) y para equipo multiplural.· No contiene pigmentos nocivos (ni minio, ni cromatos).
MODO DE EMPLEO	<p>Preparación de la Superficie Las superficies deben estar libres de polvo, suciedad, grasas, humedad o de otros contaminantes que puedan interferir con la adherencia del recubrimiento.</p> <p>Método de limpieza Realizar limpieza con chorro abrasivo hasta obtener Grado Metal Blanco de acuerdo con los patrones de la norma Sueca Sa3, norma Americana SSPC-SP5 y/o norma ICONTEC NTC 3895. Se recomienda un perfil de anclaje entre 50 y 100 micrones (de 2,0 a 4,0 mils).</p> <p>Preparación del producto: Se requiere que cada componente este completamente homogéneo. Se obtiene una mezcla más perfecta empleando equipos neumáticos para agitación: el rango de velocidad se debe encontrar entre 200 rpm y 400 rpm.</p>

	<p>Temperatura mínima del producto para su aplicación: 10°C Temp. mínima del soporte: 10°C y 3°C por encima de la temp de rocío Temp. máxima del soporte: 50°C Temp. máxima de servicio: 210°C, calor seco / 160°C, calor húmedo Resistencias: Intemperie: Buena (entiza) Alcalis: Excelente Ácidos: Buena Inmersión agua salada e industrial: Excelente Productos derivados del petróleo: Excelente Gasolina motor, gasolina avión: Excelente Vida de la mezcla (25°C): 40 minutos Pérdida a la abrasión (ASTM D 4060): 50 mgs, rueda CS10, 1000 ciclos con un peso de 1 kg Consultar con nuestros asesores técnicos para casos específicos. VOC (ASTM D3960): < 40 g/l Recomendamos consultar siempre la última versión de la Hoja Técnica de este producto.</p>
PRECAUCIONES	<ul style="list-style-type: none"> · Contiene endurecedores que son nocivos antes del curado del producto. · Se deben respetar los tiempos de mezcla establecidos para el uso de este producto catalizado. Si las temperaturas son mayores a las especificadas en esta hoja, los tiempos para aplicar el producto catalizado se reducen. · Todos los sistemas epóxicos cuando se encuentran expuestos a la intemperie sufren el fenómeno de entizamiento y cambio de color dependiendo de las características del agente agresor. · Entre lote y lote se pueden presentar ligeras diferencias de color. · Cuando está en contacto con algunas sustancias químicas agresivas puede cambiar de color sin que sus propiedades químicas se afecten. No se debe aplicar cuando se prevea lluvia ni alta humedad (mayor al 90%); esta condición debe conservarse durante el curado. · Mantenga los productos alejados de fuente de calor, chispas o exposición de llamas abiertas. · Evite el contacto con los ojos.
MEDIDAS DE SEGURIDAD	<p>Cuando se aplique en áreas cerradas, se debe proveer ventilación forzada. Se debe utilizar máscaras y el equipo usado (luzes, etc.) debe ser a prueba de explosión. Recomendamos consultar la Hoja de Seguridad del Producto. Cuando se aplique en áreas cerradas, se recomienda usar equipos de aplicación a prueba de explosión.</p>
PRESENTACIÓN	<p>Relación de mezcla en Volumen A:B 4:1 Componente A: Cuñete que contiene 4 galones de Silka Permacor Serie 550 HR Componente B: 1 galón Catalizador de 550 HR</p>
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	<p>El tiempo de almacenamiento es de doce (12) meses, en su envase original bien cerrado, en lugar fresco y bajo techo, sin exposición directa a los rayos solares. Transporte con las precauciones normales para productos químicos.</p>
CÓDIGOS R/S	<p>Componente A: R: 38/40/43/51/53 S: 36/37/39 Componente B: R: 22/34/43/52/53 S: 26/36/37/39/45</p>

La relación de mezcla en volumen es de cuatro partes de Componente A por una parte de Componente B (Relación A:B :: 4:1). Dependiendo del procedimiento de aplicación, la mezcla puede ser diluida hasta un 5% con **Colmasolvente Epóxico**, referencia 958025.

Aplicación del Producto:

Se puede aplicar con: brocha, rodillo equipo sin aire (Airless) con relación de bomba superior a 60:1 o con equipo multiplural.

El producto catalizado debe utilizarse dentro de los 20 minutos siguientes a la mezcla realizada a 25°C.

En caso de que se requiere aumentar el tiempo de uso de la mezcla, se recomienda mantenerla en un rango de 15°C a 20°C antes de su aplicación.

Para áreas limitadas o cordones de soldadura o para retoques puntuales se recomienda aplicar con brocha, ésta debe ser de cerda animal y no de nylon.

El mejor desempeño del producto se obtiene cuando se ha permitido su curado óptimo, el cual se logra como mínima a 24 horas (a un espesor de película seca de 16 mils y una temperatura promedio de 25°C).

A medida que aumenta el espesor de película húmeda, se requiere un mayor tiempo de curado.

Limpiar el equipo con **Colmasolvente Epóxico** referencia 958025, cuando aún el producto esté fresco.

Rendimiento Teórico

150 m²/gal a un espesor de película seca de 25.4 micrones (1.0 mils).

El rendimiento práctico puede sufrir modificaciones debido a perfiles de anclaje mayores que los especificados, corrientes de aire, alta porosidad de la superficie, equipo de aplicación utilizado, diseño y forma del elemento a recubrir, mayor espesor aplicado, etc.

En productos de dos componentes (epóxicos y uretanos) que no contienen disolventes o que los contienen en poca cantidad, suele darse un fenómeno de contracción volumétrica de la película aplicada la cual ocurre en la reacción de los dos componentes entre sí.

Esta contracción tiene el efecto de que el valor del volumen de sólidos determinado experimentalmente y aplicable en la práctica esté entre el 10% y el 12% por debajo del valor teórico. Este valor de la contracción es independiente de las pérdidas por desperdicios en el proceso de aplicación del producto.

DATOS TÉCNICOS

Acabado:	Semibrillante
Densidad a 25°C (ASTM D1475):	5,7 ± 0.2 kg/gal
Color:	Gris o marfil
Viscosidad a 25°C (ASTM D562):	104 UK Aguja pequeña
*Nota: cuando el producto es expuesto a la acción de los rayos solares, se presentan cambios de color, amarillamiento y cambio de brillo o entizamiento	
Mecanismo de Curado:	Por reacción química entre componentes
Disolvente recomendado:	Colmasolvente Epóxico 958025
Espesor de película seca recomen.:	Máximo 16 mils por capa
Sólidos en Volumen:	100 %
Tiempo de Secado (a 25°C)(ASTM D1640):	Al tacto: 1 hora
Tiempo de Repintado:	entre 3 a 5 horas (a 35°C) entre 5 a 8 horas (a 25°C) entre 8 a 12 horas (a 10°C)
Límites de aplicación:	
Humedad relativa máxima:	90 %

Anexo 4.

Sika Epóxi Rico en Cinc

DESCRIPCIÓN	Recubrimiento de dos componentes con base en resinas epóxicas, mezcla sinérgica de polvo de zinc y óxido de hierro micáceo (MIO), excelente resistencia química y endurecedor poliamida.	
USOS	Como imprimante para estructuras metálicas, expuestas a ambientes agresivos industriales y marinos.	
VENTAJAS	Buena adherencia al soporte, resistencia química y a la abrasión.	
MODO DE EMPLEO	<p>Preparación de la superficie La superficie debe estar limpia, seca, libre de óxido, cascarilla de laminación, pinturas en mal estado y demás contaminantes que puedan interferir con la adherencia del producto.</p> <p>Método de limpieza Realizar limpieza con chorro abrasivo hasta obtener grado metal casi blanco (SPC-SP10) de acuerdo con las normas internacionales. El perfil de anclaje recomendado debe estar entre 1.5 y 3.0 mils (38 y 75 micrones). Nota: aplicar este producto sobre superficies preparadas con herramientas mecánicas (SSPC-SP3), su desempeño será notoriamente más bajo.</p> <p>Preparación del producto Agitar cada componente en su empaque. Verter el Componente B (Catalizador Ref. 138006) sobre el Componente A (Base) en relación de 4:1 (A:B) en volumen. Mezclar manualmente o con agitador de bajas revoluciones (400 rpm) hasta obtener una mezcla homogénea. Evitar usar espátulas o paletas contaminadas con el componente B o con la mezcla, para agitar o mezclar el componente A que no esté usando.</p> <p>Aplicación Aplicar con brocha o pistola convencional o airless. Aplicar con brocha de cerda animal y no de Nylon. Aspersión convencional: Se requiere pistola De Vilbiss MBC-510 con paso de fluido "E" y copa de aire No. 704, No. 765 o No. 78. El tiempo de aplicación entre capas debe ser de 6 a 8 horas a una temperatura de 25°C. Usar el Colmasolvente Epóxico, 958025 para diluir si es necesario o para lavar los equipos. Aplicar el número de capas necesarias para obtener el espesor de película seco requerido de acuerdo con la recomendación dada para el caso.</p> <p>Rendimiento Teórico 84 m²/galón a un espesor de película seca de 25,4 micrones (1,0 mils). El rendimiento práctico puede sufrir modificaciones debido a perfiles de anclaje mayores que los especificados, corrientes de aire, alta porosidad de la superficie, equipo de aplicación utilizado, diseño y forma del elemento a recubrir y mayores espesores de película aplicada, etc.</p>	
DATOS TÉCNICOS	Color	Gris
	Densidad a 20°C (ASTM D1475):	8.34 + 0,5 kg/gal

	<p>Viscosidad (ASTM D562) 90 ± 5 Unidades Krebs a 25°C Relación de mezcla: 4:1 en volumen Disolvente recomendado Colmasolvente Epóxico 958025 Espesor de película seca recomendado por capa (SSPC-PA2): 3,5 a 4,0 mils (88 a 102 micrones) % Sólidos en volumen (ASTM D2697) 56 + 2 Vehículo Resina epóxica y poliamida Pigmentos Polvo de cinc reforzado con óxido de hierro micáceo Pigmento inhibidor de corrosión sobre sólidos totales 80% Límites de aplicación Humedad relativa máx. 90% Temp. ambiente mínima de aplicación: 11°C Temp. mín. del soporte: 10°C y 3°C por encima de la temp de rocío. Temp. máx. del soporte: 50°C Temp. máxima de servicio Calor húmedo 90°C Calor seco 110°C Tiempo de secado a 25°C (ASTM D1640) Al tacto 30 minutos Repinte 6 a 8 horas Tiempo de vida de la mezcla: 8 horas a 25°C Resistencias químicas Alcalis / Petróleo Excelente Ácidos Bueno Agua dulce/salada Excelente VOC (ASTM D3960): < 400 g/l Otras sustancias consultar con nuestros asesores técnicos.</p>	
PRECAUCIONES	<p>Una vez mezclados los dos componentes, el producto resultante debe usarse dentro de las 8 horas siguientes. Este tiempo puede disminuir si la temperatura ambiente es mayor a 25°C. Cuando se pone en contacto con algunas sustancias químicas puede cambiar de color sin presentar deterioro de sus propiedades químicas y mecánicas. Proteger de la lluvia mínimo durante 6 horas después de aplicado.</p>	
MEDIDAS DE SEGURIDAD	<p>Manténgase fuera del alcance de los niños. Aplicar en sitios con buena ventilación o proveer ventilación forzada cuando se aplique en áreas encerradas. Contiene vapores orgánicos, utilizar máscara de protección para gases y vapores. En caso de contacto con la piel, limpiarse con una estopa humedecida en Colmasolvente Epóxico referencia 958025 y luego lavarse con abundante agua y jabón. Consultar hoja de seguridad del producto. Cuando se aplique en áreas cerradas, se recomienda usar equipos de aplicación a prueba de explosión.</p>	
PRESENTACIÓN	<p>Componente A: Cuñete por 4 galones (Ref. 133710) Componente B: 1 galón (Ref. 138006)</p>	
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	<p>El tiempo de almacenamiento es de: Componente A: 6 meses y Componente B: 18 meses, en sitio fresco y bajo techo, en el envase original bien cerrado. Transportar con las precauciones normales para productos químicos.</p>	
CÓDIGOS R/S	<p>Componente A R: 22/37/38 S: 24/25/26</p>	<p>Componente B R: 36/37/38/43 S: 24/25/26</p>

Anexo 5.

Imprimante Inorgánico de Cinc

163707

DESCRIPCIÓN	Imprimante Inorgánico de Cinc de dos componentes (Comp. A es líquido y Comp. B es el polvo de cinc), con alta resistencia a la abrasión y a la acción de los agentes químicos, resina base de silicato de etilo, con propiedad de suministrar protección galvánica a superficies ferrosas, resistente a temperaturas hasta de 400°C. Este producto cumple con los requerimientos del Standard de la SSPC- Paint 20, Tipo 1-C (mínimo 85% de Polvo de Cinc, en peso, presente en la película seca).
USOS	<ul style="list-style-type: none">• Como Imprimante para estructuras metálicas expuestas a ambientes agresivos industriales y marinos.• Imprimante para tuberías metálicas, tanques de almacenamiento, contenedores• En chimeneas y ductos que se encuentran a temperaturas hasta de 400°C• Interior de tanques que contienen aceites, esteres, cetonas, disolventes aromáticos y agua industrial
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• Buena adherencia al sustrato metálico• Buena resistencia química• Buena resistencia a la abrasión• Resistencia a altas temperaturas (hasta 400°C en régimen continuo)• Suministra protección catódica similar al galvanizado
MODO DE EMPLEO	<p>Preparación de la superficie La superficie debe estar limpia, seca, libre de óxido, cascarilla de laminación, pintura en mal estado y demás contaminantes que puedan interferir con la adherencia del producto.</p> <p>Método de limpieza Realizar limpieza con chorro abrasivo hasta obtener grado Metal Blanco (SSPC-SP5), con un perfil de anclaje de 38 a 50 micras (1,5 a 2,0 mils).</p> <p>Preparación del producto Agitar previamente el Componente A hasta perfecta homogenización. Adicionar luego lentamente y con agitación constante el Componente B (Polvo de cinc) con agitador de bajas revoluciones (400 rpm) hasta obtener una mezcla homogénea y uniforme.</p> <p>Nunca adicione el Componente A al Componente B. Los recipientes de los componentes A y B deben abrirse sólo al momento de su aplicación: todo empaque abierto debe utilizarse completamente.</p> <p>NOTA: Luego de mezclados los Componentes A y B se debe utilizar la mezcla en el menor tiempo posible máximo 2 horas.</p> <p>Este producto cura en presencia de la humedad (mínima 50%, máxima 90%). Para retoques después de transcurridas 72 horas, se recomienda realizarlo con Imprimante Epóxico Rico en Cinc, ref. 133750.</p> <p>El tiempo del curado final depende de varios factores: espesor de la película seca aplicada, temperatura ambiente durante la aplicación y durante el curado, humedad relativa presente.</p>

Para segunda capa del sistema, aplicar después de 16 horas a 25°C.
 Para inmersión, el tiempo de curado debe ser como mínimo 72 horas.
 Se requiere de 24 horas como mínimo para pinturas de acabado.
 Para evitar formación de burbujas y obtener una aplicación óptima se recomienda aplicar una primera capa diluida del 30% al 50% de la capa de barrera o del acabado correspondiente. Posteriormente continuar aplicando las capas sucesivas de acabado. La temperatura tanto del sustrato como del material preparado no debe ser menor a 10°C ni mayor a 40°C.

Evitar completamente el polvillo residual después de la aplicación, mediante lijado suave o soplado con aire: esta operación debe realizarse antes de aplicar la siguiente capa de pintura.

Aplicación

El producto debe ser agitado durante todo su proceso de aplicación. Aplicar con equipo convencional provisto de agitador.

Rendimiento Teórico

90 metros cuadrados por galón a 25,4 micrones (1 mil).

El rendimiento práctico puede sufrir modificaciones debido a perfiles de anclaje mayores que los especificados, corrientes de aire, alta porosidad de la superficie, equipo de aplicación utilizado, diseño y forma del elemento metálico a recubrir, exceso de espesores de película aplicada, etc.

DATOS TÉCNICOS

Color	Gris verdoso
Acabado	Mate
Viscosidad a 20°C (ASTM D562)	75 ± 5 Unidades krebs
Densidad 20°C (ASTM D1475)	8.3 ± 0.5 kg/gal
Disolvente recomendado	Colmasolvente Epóxico Ref. 958025
Espesor de película seca	
recomendado por capa (SSPC-PA2):	2 a 3.0 mils (50-75 micrones)
% Sólidos/volumen (ASTM D2697)	60 ± 2
% Sólidos totales en peso	80 ± 2
Contenido de Cinc en la película seca	Mínimo, 74% en peso
Vehículo	Silicato de Etilo
Pigmento	Cinc metálico en Polvo
Límites de aplicación	
Humedad relativa:	Max. 90% Min. 60 %
Temperatura ambiente de aplicación	Mínima 10°C
Temperatura del soporte	Mín. 10°C / Máx. 40°C.
Durante el proceso de aplicación y de curado la temperatura debe estar mínimo:	3°C por encima de la temperatura de rocío
Temperatura de servicio	Calor seco: Menor 400°C en régimen continuo
	Calor Húmedo: Menor a 50°C
Tiempo de secado a 15°C Al tacto:	30 minutos
Tiempo de secado a 25°C Al tacto:	20 minutos
Tiempo de secado a 35°C Al tacto:	10 minutos
(ASTM D1640)	Repinte: 2 horas (se debe realizar con Imprimante Epóxico Rico en cinc, ref. 133750. No se recomienda otros tipos de Imprimantes)
Dureza final (ASTM D3363)	Dependiendo del espesor de la capa aplicada, temperatura y humedad del ambiente, se puede obtener de 1 a 2 días.
Resistencias químicas	Alcalis, Ácidos: Excelente Agua dulce y salada: Excelente Productos de petróleo: Excelente Calor seco: Máx. 400°C: Excelente
VOC (ASTM D3960):	< 295 g/l
Otras sustancias consultar con nuestros asesores técnicos Sika.	

PRECAUCIONES

No se debe aplicar a temperatura ambiente menor a 10°C y/o humedad relativa superior al 90%. No aplicar espesores de película seca mayores al recomendado. Evite inhalar

	<p>los vapores, prevea una ventilación adecuada en recintos cerrados. Sobre espesores de película seca de este producto produce cuarteamientos y pérdida de adherencia. Evite el contacto con la piel: use guantes y anteojos; en caso de contacto con los ojos, lávelos con agua tibia en abundancia y acuda a un médico. Este producto contiene solventes y es inflamable.</p>
MEDIDAS DE SEGURIDAD	<p>Manténgase fuera del alcance de los niños. Aplicar en sitios con buena ventilación o proveer ventilación forzada cuando se aplique en áreas cerradas. Contiene vapores orgánicos: utilice máscara de protección para gases y vapores. En caso de contacto con la piel, límpiase con abundante agua y jabón. Cuando se aplique en áreas cerradas, se recomienda usar equipos de aplicación a prueba de explosión. Consultar hoja de seguridad del producto.</p>
PRESENTACION	<p>Componente A: Envase metálico de un galón (3.6 kg aprox.) Componente B: Envase metálico de ½ galón (4.3 kg aprox. de polvo de cinc) La mezcla de los dos componentes forma un volumen de 1 galón de producto. Vida de la resina: 6 meses Pigmento: al menos 24 meses (almacenamiento del pigmento sin humedad).</p>
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	<p>El tiempo de almacenamiento es de seis (6) meses, en sitio fresco y bajo techo, en el envase original bien cerrado. Transporte con las precauciones normales para productos químicos.</p>
CODIGOS R/S	<p>R: 11/21/22/29/37/38 S: 2/3/7/8/9/16/23/25/29/33/38</p>