



Directrices y utilización de aceros inoxidables en entornos de tratamiento de agua y aguas residuales



Presentadora : Carol Powell
SIGA – Madrid - Febrero 2019

Razones de elegir acero inoxidable

- Bajas tasas de corrosion



Opus International Consultants

- No se requiere recubrimiento
- No contamina el agua

Razones de elegir acero inoxidable

- Fuerte y dúctil
- Facilidad de fabricación
- Ligero y fácil de transportar



Línea de aire ligera

Opus International Consultants

Modificaciones de diseño realizadas fácilmente en el lugar



Opus International Consultants

Y errores corregidos

Adaptable a formas complejas



Razones de elegir acero inoxidable

- Soporta alto caudal
- Bajos costes del ciclo de vida
- Reciclable



Opus International Consultants



Cuestiones

- Seleccionar el tipo adecuado para el ambiente
- Diseño para evitar corrosión localizada
- Prácticas de fabricación correctas
- Evitar la corrosión galvánica con metales diferentes



Opus International Consultants

En la zona atmosférica..

- Zonas rurales-T304L
- Zonas costeras-T316L
- Lavado ocasional para eliminar depósitos



- Áreas donde se acumulan los vapores de cloro
- Lavar e o ventilar
- Utilizar tipo más aleado



Escaleras y fijaciones



Pasarelas

Sistemas de tratamiento de aguas

Para la selección del acero inoxidable correcto, los parámetros de importancia son:

- Nivel de cloruros
- productos químicos utilizados en el tratamiento
- pH
- Caudal de agua
- Presencia de oxidante
- Sulfuro de hidrógeno



Propiedad	Planta de tratamiento	Sistema de distribución
Turbidez	Particulates	Limpieza
pH	6-8.5	7-8.5
Oxígeno	Bajo a saturado	Saturado
Oxidantes	O_3 , Cl_2 , ClO_2 , $KMnO_4$	Bajo residuo oxidante
Fe+Mn	Precipitado	Muy bajo
Productos químicos	por ejemplo $FeSO_4$, $FeCl_3$	Ninguno

Pautas de selección de grado para condiciones sumergidas

El contenido de cloruro del agua es el parámetro más importante

La experiencia práctica y las pruebas muestran que la corrosión en hendiduras es poco probable con $\text{pH} > 6$ y a la temperatura ambiente cuando:

Nivel de cloruro	Tipos adecuados :
<200 ppm	304L
< 1000 ppm	316L
<3600 ppm	duplex 2205,
>3600 pp de agua de mar	Superaustenítico 6% de Mo, Superdúplex 25% de Cr

Los aceros inoxidable
son muy adecuados
para estas condiciones



Boquillas de
aireación

Puertas deslizantes



Acero inoxidable T-316



T-316Ti en equipos con tuberías en obras hidráulicas, Alemania



Ligero

Construcción
soldada y
bridada

Conexiones

- Si se utilizan juntas embridadas, asegúrese de que las juntas sean:
 - No porosas
 - Libres de cloruros
 - No contengan grafito
- Si las juntas están soldadas:
 - La limpieza es lo más importante: sin aceite, grasa ni suciedad
 - Se prefiere GTAW (TIG)
 - Usar protección de gas argón
 - Asegurar la penetración completa de la soldadura
 - sin grietas
 - Purga de gas inerte en el orificio para minimizar
 - coloración por calor
 - Eliminar la coloración térmica externo - Con pulido ó decapado



Caudales

- Velocidades mínimas preferidas para evitar la acumulación de sedimentos:
 - Con agua limpia: mayor a 0.5 m / s
 - Con aguas más sucias: más de 1 m / s
- Evitar las zonas muertas
- Tubos de pendiente pueden soportar caudales de 40 m / s

Galería de tuberías en la planta de tratamiento de agua, Nueva Zelanda



Directrices de hidrotatamiento

- Eliminar la coloración por calor de la soldadura
- Use agua tratada limpia , por ejemplo agua potable
- Evite las condiciones prolongadas de agua estancada después de la prueba
- Drene el agua después de la prueba, siga circulandola ó ponga el sistema en servicio.



T304L La planta MIEX elimina el carbono orgánico disuelto (DOC) del agua no depurada



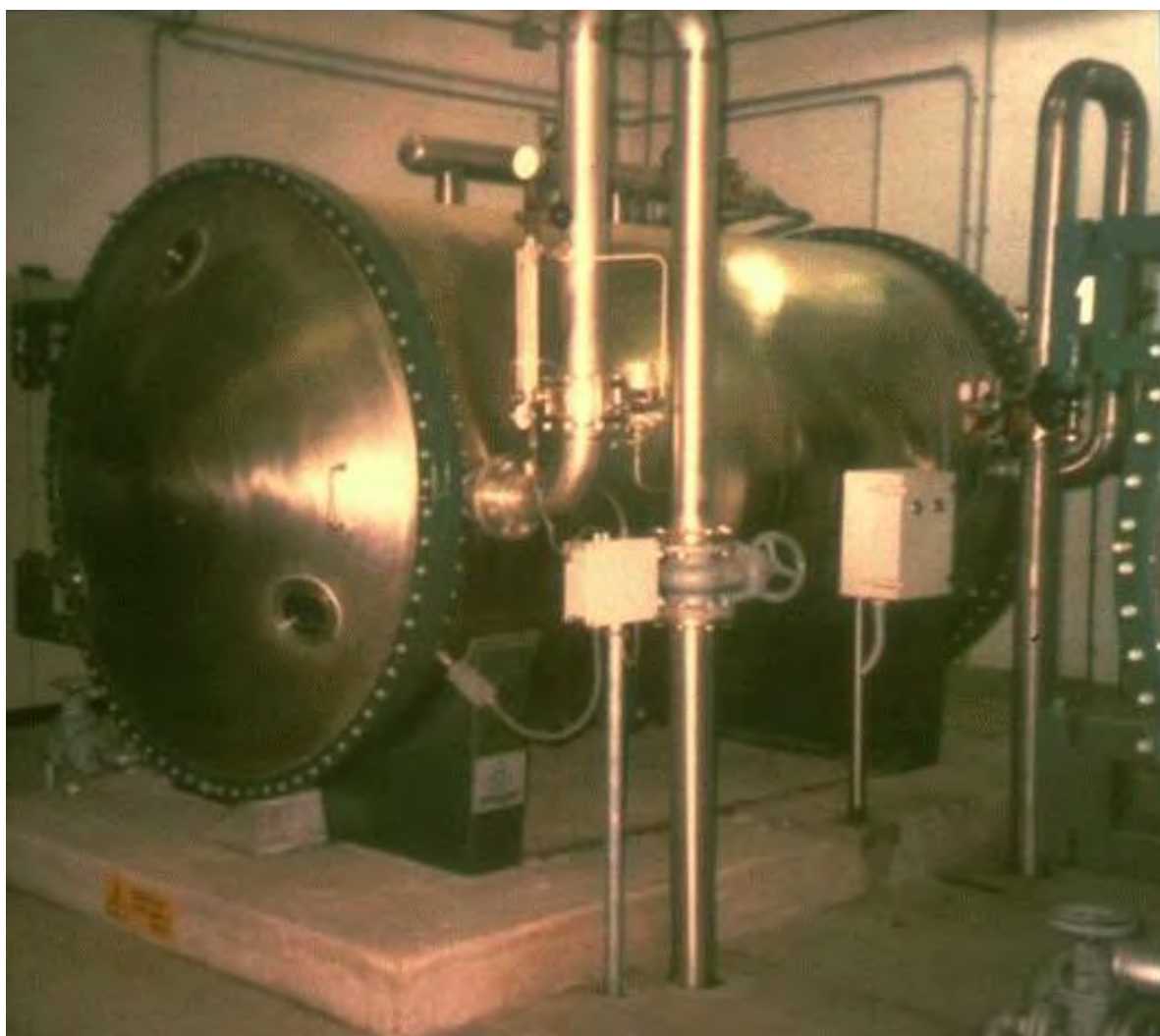
Tanques de carbón activado granulado



Italia

Ejemplos:

Cloro, ozono, dióxido de cloro, permanganato de potasio



Generador de ozono

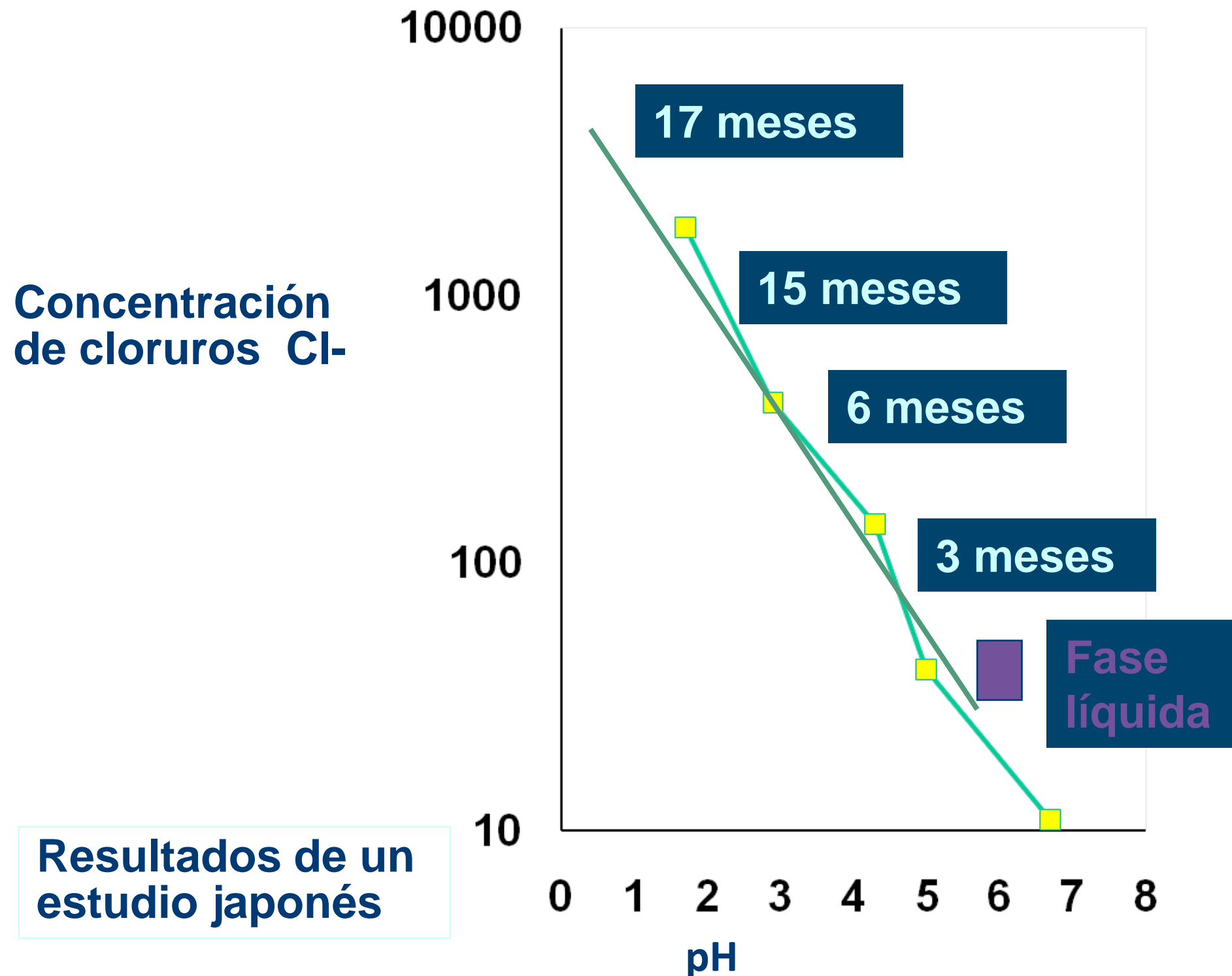


Torres de mezcla de cloro / ozono
T- 316L-EE. UU.

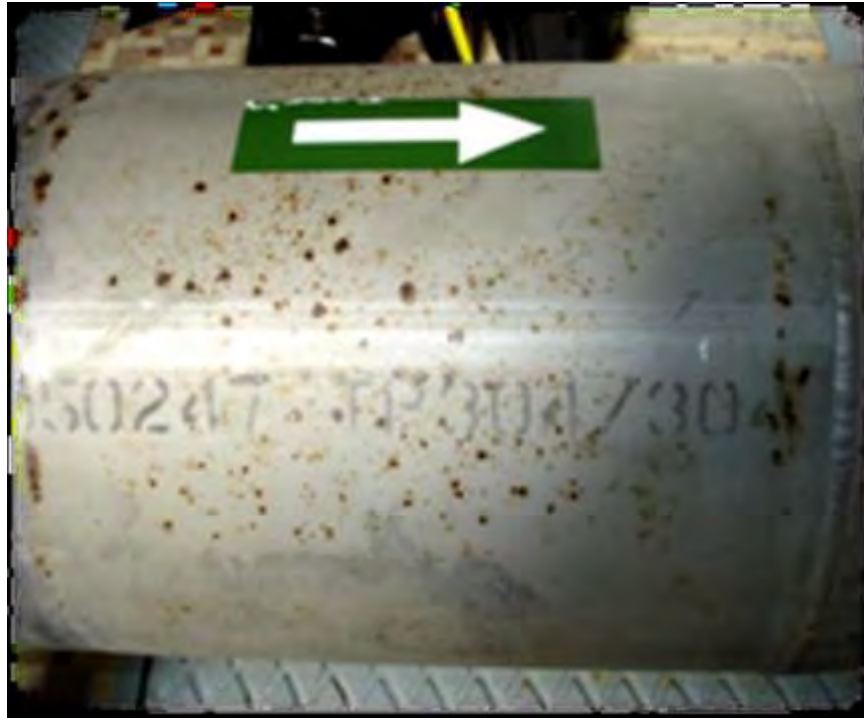
Directrices para el cloro (no debe confundirse con el cloruro!)

- T-304L adecuado para niveles de cloro de hasta 2 ppm
- T-316L adecuado para niveles de cloro de hasta 5 ppm
- Una dosificación a corto plazo, digamos de 25 ppm, con fines de esterilización de 24 horas es aceptable si se enjuaga después de forma efectiva.

Acumulación de cloruros a lo largo del tiempo en la zona de vapor de la pared de un tanque



Corrosión por vapor de cloro en espacios confinados



Corrosión superficial por picaduras en tuberías con agua fría



Se evita con ventilación ó lavado regular ó con tipo de acero de mayor aleación

- El acero inoxidable se usa ampliamente tanto en ósmosis inversa (RO), como en procesos térmicos



Tubería de alta presión en la planta de RO, frecuentemente con acero inoxidable 6%Mo

Singapur

Planta de tratamiento de aguas de Thames Gateway

Filtros aclaradores de la Planta Lamella soportados por 78 vigas de acero dúplex T-2205



El diseño logró un ahorro de peso y facilidad de transporte

Aplicaciones en plantas de tratamiento de aguas residuales

- Pantallas
- Removedores de arena
- Limpia barro
- Puertas deslizantes
- Tubería de aireación
- Bombas y válvulas
- Tuberías de transferencia de lodo
- Tanques
- Tuberías de gas del digestor
- Vertederos
- Generadores y tuberías de ozono
- Equipo ultravioleta
- Líneas de tratamiento químico
- Sistemas de lavado de conductos
- Distribuidores



*Planta de tratamiento de aguas residuales
de North Shore
Auckland, Nueva Zelanda*

Manejo cuidadoso



De H Butting, Germany

Grandes tubos soldados longitudinalmente para planta de tratamiento de aguas residuales en Grecia

Una buena fabricación mejora el rendimiento a largo plazo



Comunidad de Aglomeración La Rochelle

Sistemas de tuberías después del ensamblaje en una planta de Tratamiento de Aguas

Falta de eliminación de coloración térmica



Pernos de
acero

Coloración por el calor

En condiciones sumergidas ¿ Qué tipo inoxidable ...?

- Los tipos principales usados son 304L y 316L
- El tipo queda definido principalmente por el nivel de cloruro del efluente , de forma similar a las pautas de tratamiento del agua



Tipo dúplex 2205 Tubería de transferencia de biogás en planta de tratamiento de aguas residuales en Nueva Zelanda

Tanque de asentamiento , Nueva Zelanda



EX L. Boulton NewZealand

Filtros



Pantallas de barras con múltiples rastrillos , T- 304 en Meadowhead STW Scotia



De Hans Huber , Germany

Enviado en secciones y vuelto a montar en el sitio a través del techo del edificio

Micro-coladores



De Hans Huber, Germany

Utilizado para la eliminación de sólidos finos suspendidos en el efluente de los clarificadores secundarios



- Ambiente abierto
- Ambiente húmedo con sulfuro de hidrógeno
- Lodo activado con cloruros, sulfatos y otros productos químicos

- Aire cálido y humedad
- Gases de digestión húmeda
- Lodos con cloruros, sulfatos, sulfuro de hidrógeno y otros gases



*Tubería de celda del reactor de filtro inundado aireado biológico (BAFF) Aire del colector superior (T-2205) Dispersión del aire del colector inferior (T-2205)
4 tuberías inferiores son las entradas 316 Las líneas verticales no conectadas son líneas de reciclaje, todas en T-316*

Aireación



Tubería de acero inoxidable 304 después de limpiar el depósito ,en EE. UU.



Ex Centrolnox

Dos contenedores de acero inoxidable con tanques de aireación.

Tubería de transferencia

Alemania



Italia



Sistema de tuberías bajo los depósitos de filtros de arena en una planta de tratamiento de aguas residuales en Suecia



De Outokumpu

Línea de descarga de lodo espesado al 30%, clasificación de 60 bar



Caudales

- Velocidades preferidas para evitar la acumulación de sedimentos:
 - Agua limpia mayor de 0.5 m / s
 - Aguas más sucias más de 1 m / s
 - Los lodos más de 0.6 m / s
- Evitar las zonas muertas, sin movimiento
- Disponer de puntos de acceso para enjuagues
- Tubos de pendiente

Facilidad de montaje



Montaje de tubería de acero inoxidable sobre patín

Tubería de acero inoxidable en planta de embalaje



Cajas de membranas



De Centrolnox, Milan

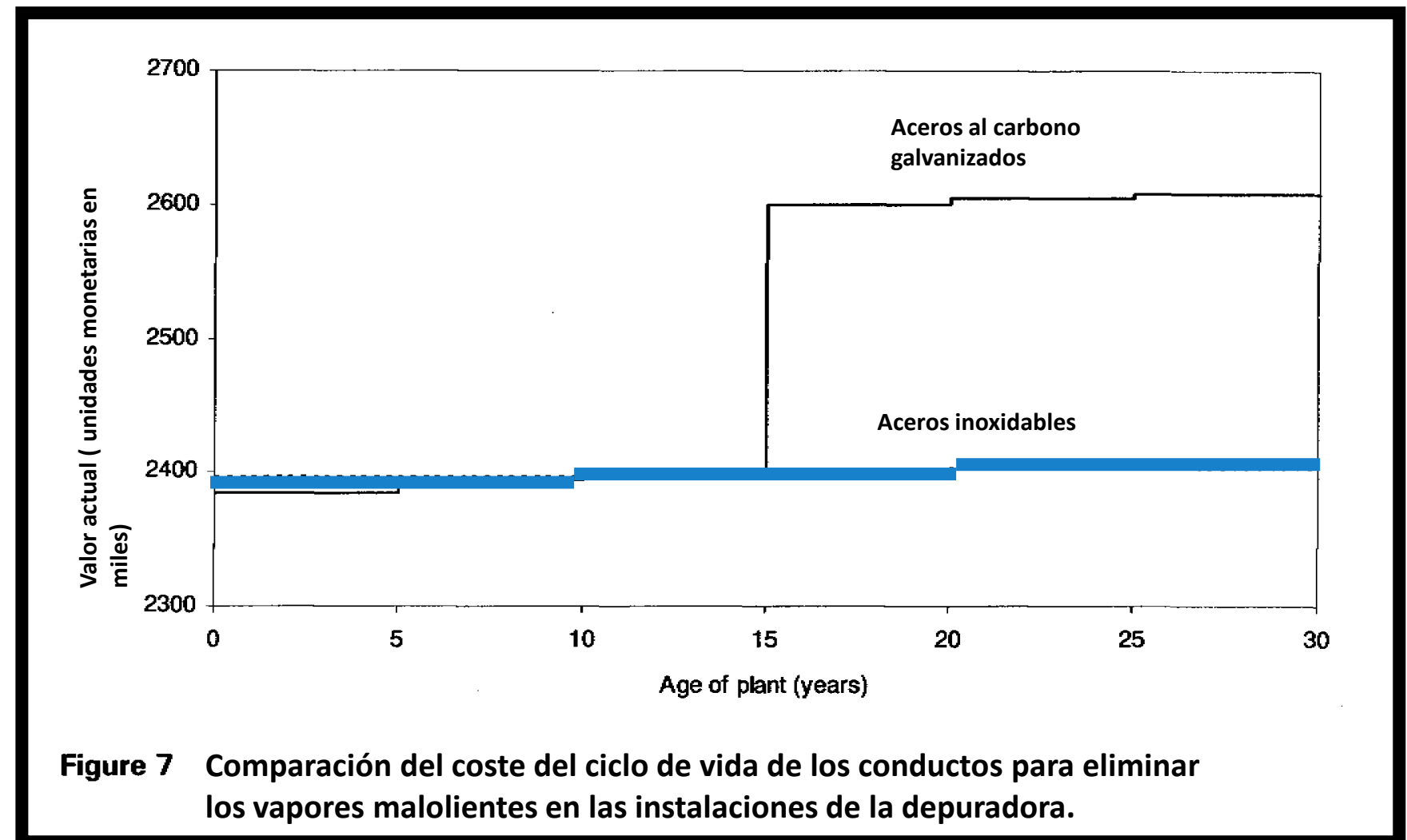
- El sulfuro de hidrógeno húmedo generalmente tiene un efecto mínimo sobre los aceros inoxidables
- En sistemas cerrados con sulfuro de hidrógeno húmedo, cloruros y altas temperaturas, o ácido sulfuroso formado -utilizar T-2205 ó T- 904L (25Ni-20Cr-4.5Mo-Cu)

Bóveda del digestor



Beneficio económico - Coste del ciclo de vida (LCC)

Conducto de control de olores



La estructura superior
está fabricada en T-
304L y las superficies
húmedas son de T-
316L



Acoplamientos y abrazaderas



El acero inoxidable es ampliamente utilizado para acoplamientos, roscas de manguitos, espaciadores y abrazaderas de sujeción y reparación



La corrosión es improbable si:

- $\text{pH} > 4.5$
- Resistividad $> 2000 \text{ ohm.cm}$
- Hay buen drenaje y relleno limpio

Si existe riesgo de corrosión:

- Utilizar tipo de acero más aleado
- Proteger con envoltura, ó usar protección catódica

Fabricante de acoplamientos de tubos flexibles y Jack

Tipo de acoplamiento	Condiciones del suelo			
	Interior Cl ⁻ <1000ppm	En la costa		
		Zona sin mareas Cl ⁻ <2000ppm	zona de mareas	zona muy agresiva
Tubería de Elevación	316L	316L	2205	Super duplex 6%Mo
Acoplamiento Flexible	304	316	304 protegido con cinta Impermeable	316 protegido con cinta impermeable

Tabla 1: Recomendaciones de tipos específicos

Resistividad $\Omega.cm$	Concentración de cloro (ppm)			
	200	1000	2000	15,000
>5000	304/304L			
2000-5000	316/316L/2304		2205	Super dúplex
1000-2000	2205		Super dúplex	
<1000	Super dúplex			

Source: ArcelorMittal.

- Elija un tipo de acero inoxidable apropiado para los niveles de cloruro y oxidante
- Mantenga las condiciones de flujo donde sea posible.
- Buenas prácticas de fabricación.
- Drene el agua después de hidro-tratar
- Evite la dosificación excesiva de cloro.
- Ventile o lave regularmente las áreas donde
- los vapores de cloro húmedo pueden acumularse



Un brillante ejemplo tras 25 años!

Presentadora : Carol Powell

Gracias por tu atención



Nickel Institute - <https://www.nickelinstitute.org/>

Consultas técnicas - <https://inquiries.nickelinstitute.org/>

Bibliografía <https://www.nickelinstitute.org/Library/Water>