



LOS ACEROS INOXIDABLES Y LA CORROSIÓN

Todo lo que debes saber sobre los anclajes inoxidables y que hasta ahora todavía no te dijimos...

Las problemáticas que surgieron en estos últimos años a esta respecto y especialmente después de los accidentes que sucedieron durante el año 2012 en algunas zonas costeras del mundo nos inducen a profundizar los temas anexos, entender las lógicas y los límites del “que hacer”, y en fin proponer los posibles remedios y las líneas mejores de conducta, según nuestro parecer.

Nuestra empresa, desde su constitución en el año 1993, pensó siempre de presentarse en el mercado de la montaña con los mejores productos posibles. Y entonces, con respecto a los anclajes, proponerlos a todos exclusivamente en acero inoxidable. Fue una elección estratégica innovadora, pensando por sobre todo a la calidad y a la seguridad.

Las otras pocas empresas que producían estos mismos artículos diversificaban la oferta proponiendo también el acero galvanizado o el aluminio (ergal).

Estos también son materiales óptimos, pero menos adaptados para una utilización “universal”.

Elegimos de tener una línea de conducta “fundamenta-lista”, y es por este motivo que el material adoptado fue exclusivamente el acero inoxidable AISI 304 (norma EN 10088/3 – X5CrNi 18 – 10 -W. 1. 4301). Se trata de un óptimo acero inoxidable, un material noble creado para usos precisos y peculiares; utilizado muy bien en varios sectores como la industria alimentaria, química y mecánica.

Las características de resistencia mecánica, la resistencia a la corrosión, la tenacidad y el costo no demasiado elevado hacen que este material sea ideal para la realización de anclajes para ambientes alpinos y montanos en general.

Podemos afirmar que ninguno de nuestros anclajes, vendido y fijado en las paredes de todo el mundo, nunca han manifestado problemas de carácter corrosivo. Si en algún caso hubo corrosión, fue provocada por factores de mala conducción, o equivocados modos de uso, generados de una aproximativa falta de preparación en la fijación de los anclajes.

Ciertamente no queremos señalar a nadie, en todo caso una parte de culpa fue también nuestra por no haber informado a los climber y a los instaladores, las modos de fijación y explicarles como tenían que actuar para proteger adecuadamente sus vías.

Infortunadamente en los ambientes marinos o en las proximidades del mar(aun por algunos km...) este material mostró no ser el ideal, manifestando problemas de corrosión con consecuencias extremadamente peligrosas. Es necesario subrayar que no obstante los casos de rotura fueron extremadamente raros, especialmente en relación a la cantidad de material colocado en dicho

ambiente.

Este documento trata brevemente, dentro del posible, de abrir una grieta de luz posiblemente definitiva de este argumento. Entender de que cosa se esta hablando. Lo que le da miedo a todos los seres humanos, como los animales en general es lo desconocido, o sea aquello que no se puede tener bajo control. Un peligro o una amenaza si son conocidas, no dan miedo porque sabemos como enfrentarlas. Nosotros esperamos que después de haber leído esta elaboración, se sepa mejor como enfrentar el tema, se sea consciente de donde se esconden los peligros y como evitarlos.

Atención: en todo caso, algunos problemas no son totalmente evitables, pero es necesario enfrentarlos y ser conscientes de los riesgos a los cuales se va al encuentro.

Naturalmente hablaremos solo del argumento que nos compite y que es relativo a nuestra producción. Son muchos los tipos de anclaje, pero aquellos que no pertenecen a la clásica categoría de los "spit" están mas allá de nuestro tratamiento. A "spit" se refieren todos los "tornillos" a expansión que para ser utilizados necesitan de la realización de un orificio en la roca. Se les llama también "chiper", que es la sigla CH iodi a PER forazione.

Al final del documento, trataremos de ilustrar conclusiones claras y especialmente argumentar el porque decidimos de cambiar todo el material utilizado para nuestros anclajes y adoptar uno ciertamente mejor.

Para entender mejor todo esto, y para estar mejor informados sobre las características del material, se debe leer la elaboración reportada aquí abajo, la cual retenemos bastante exhaustiva sobre los aceros inoxidable. Se trata de material presente en el web que todos pueden encontrar navegando en el inmenso, pero aquí resumido en algunos párrafos sintéticos. El argumento sobre los aceros inoxidable en realidad es muy complejo y articulado, pero creemos que esto que reportamos aquí abajo sea suficientemente exhaustivo.

LOS ACEROS INOXIDABLES Y SU CORROSIÓN

Los aceros inoxidable son unas aleaciones a base de hierro, cromo y carbono que contienen eventualmente otros elementos como níquel, molibdeno, silicio, titanio, niobio, azufre, fósforo, manganeso, nitrógeno, cobre, etc.

Son definidos inoxidable por el hecho que, en presencia de un ambiente oxidante(entonces también en contacto con el aire que contiene oxígeno), se forma en su superficie una película protectora constituido de oxígeno adsorbido. Este fenómeno es llamado pasivación. Dicho fenómeno en los aceros inoxidable, en las condiciones ideales, adviene natural e inmediatamente. Apenas este metal se raya o se corta, eliminando una parte, la película protectora se regenera inmediatamente (si persisten las condiciones). Sin embargo esta proyección puede ser inducida artificialmente y en manera óptima procediendo con un tratamiento químico particular, sumergiendo en secuencia los productos primero en ácido decapado y después en ácido pasivado. Este tratamiento exalta en modo muy significativo la resistencia a la corrosión.

Este extracto invisible, que tiene un espesor de pocos átomos (aproximadamente 0,002 micro) y que se reforma espontáneamente, como ya subrayamos, en caso de destrucción, constituye un óptima barrera a la continuación de la **oxidación**, y entonces de la **corrosión**.

Condición indispensable para que tal película protectora se forme es la presencia de una cantidad suficiente de cromo.

TIPOS DE ACERO INOXIDABLE

En relación al comportamiento estructural, que varía en función de la composición química, los aceros inoxidable se pueden dividir en:

- **Martensítico**
- **Ferrítico**
- **Austenítico**
- **Austero-ferrítico**

ACEROS INOXIDABLES MARTENSITICOS

Son esencialmente aceros al solo Cromo (11-18%), conteniendo eventualmente pequeñas cantidades de otros elementos.

Estos aceros pueden aumentar sus características mecánicas de carga de rotura, límite elástico u dureza, mediante un tratamiento de curtido (al variar la temperatura de tratamiento térmico y de los porcentajes de carbono y de cromo presentes, se puede obtener un campo muy vasto de características mecánicas).

Después del tratamiento de curtido, para disminuir la excesiva fragilización de los aceros martensíticos, es oportuno (y a menudo indispensable) realizar un segundo proceso, llamado de batida. Se trata de un tratamiento térmico a 150-200°C que garantiza además las mejores condiciones de resistencia a la corrosión.

Una batida a 600-650°C después del curtido, garantiza las mejores condiciones de maleabilidad manteniendo buenas las características mecánicas y de resistencia a la corrosión.

Los aceros martensíticos resultan particularmente indicados para la construcción de órganos mecánicos expuestos a cargas notables y a la usura en ambientes no excesivamente corrosivos (paletas para turbinas a vapor).

ACEROS INOXIDABLES FERRIFICOS

Acero inoxidable ferrítico son esencialmente aleaciones de hierro-cromo-carbono con eventuales pequeñas adiciones de otros elementos.

Su característica principal es tener una estructura de hierro a cualquier temperatura y por esto no son susceptibles de aumento al aumento de las características mecánicas por efectos de tratamientos térmicos.

Estos aceros presentan una reducción brusca de la tenacidad a temperaturas poco inferiores a las del ambiente, por lo cual son los menos adecuados, entre los inoxidables, a ser empleados a bajas temperaturas.

Hay que tener en cuenta que estos materiales, si no se "estabilizan" de la presencia de ligantes oportunos, presentan un fenómeno notable de fragilización por permanencias a temperaturas entre los 400 y los 600 grados C' aunque si no son excesivamente prolongadas.

Dichos fenómenos se manifiestan cuando el material regresa a la temperatura ambiente. Esto deriva la necesidad de precauciones particulares durante los procesos de soldadura.

Su facilidad de moldeo en frío, su resistencia a la corrosión en ambientes de agresividad media,

unidos al pulido de las superficies (que mejora la resistencia a los agentes corrosivos dando al mismo tiempo un aspecto estéticamente muy apreciable), dan a estos materiales un campo muy amplio de empleo, desde la industria automovilística hasta la edificación, desde los electrodomésticos hasta la cubertería.

ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS

Son caracterizados por su estructura austenica estable a cualquier temperatura, entonces no son susceptibles de mejoramiento de las características mecánicas por efecto de tratamientos térmicos.

En función de su composición química y de las características de empleo, se pueden dividir en tres grupos:

- **Austenicos al Cr-Ni**, caracterizados de la presencia del 16 -20 % de Cr y 7-12% de Ni, con el posible agregado de otros elementos, como el Azufre y Selenio que facilitan la elaboración por eliminación de viruta, o bien Titanio o Niobio los cuales estabilizadores del Carbono y así evitar la formación de Carburos de Cromo. Poseen características mecánicas no elevadas a temperatura ambiente, pero notables a temperaturas muy bajas. Poseen también una buena resistencia a la fatiga y a la corrosión en casi todos los ambientes agresivos. Por este motivo son empleados frecuentemente en la industria alimentaria y química, en equipamientos sanitarios, en los utensilios de cocina y en ollas y sartenes.
- **Austenicos al Cr-Ni-Mo**, caracterizados por la composición química al Cr 16-18% , al Ni 10-18% y al Mo 2-6 %. La presencia de este último elemento (molibdeno) dona a estos aceros una resistencia particular a la corrosión por picaduras, consintiendo así el empleo también en ambientes de fuerte agresividad química y en presencia de soluciones que contienen iones de Cloro. La óptima resistencia a la corrosión, de esta categoría de inoxidable le consiente el empleo en la fabricación de implantes para la elaboración de nitratos, de la celulosa, de las fibras naturales y sintéticas. Son empleados también en las construcciones navales y en la industria alimentaria con elaboración de productos particularmente agresivos (mostaza, jugos de frutas) y en la industria del vino, para la conservación del vino blanco y vermouth particularmente sensibles a cada eventual residuo de hierro que entre en solución.
- **Refractarios**, se distinguen por las características de resistencia mecánica y a la corrosión que mantienen también a temperaturas muy altas. Se utilizan en la fabricación de elementos de hornos para tratamientos térmicos, de hornos y refrigeradores para el cemento, moldes y equipamientos para la elaboración del vidrio, colectores de motores endo-termicos.

ACEROS INOXIDABLES AUSTENO-FERRITICOS

Comúnmente denominados "**Duplex**", son aceros con tenores en Cromo siempre superiores al 16% y otros elementos como el Níquel, Molibdeno, Manganeso, Silicio. Presentan una estructura mixta de austenita y ferrita.

Estos ofrecen una soldabilidad decididamente mejor de los de los aceros ferríticos y al mismo tiempo poseen características de resistencia a la corrosión bajo tensiones superiores a las de los

aceros austenicos.

Resultan casi libres del peligro de corrosión íter-granular. Tienen una resistencia a la corrosión por picaduras superior a los tipos ferrifico y una resistencia a la corrosión en ambiente fuertemente ácido análoga a la de los aceros austenicos. Las características mecánicas a temperatura ambiente son superiores a los de los tipos ferrifico, la resistencia a la fatiga es superior a aquella de los austenicos.

De consecuencia en estos últimos tiempos a estos aceros se les concede interés en caso de aplicación en ambiente marino, fuertemente sujetos a corrosión, y también en los casos de tratamientos de sustancias alimentarias saladas.

LOS ACABADOS SUPERFICIALES

Sea sobre los productos terminados en aceraras, que sobre los artefactos de acero inoxidable, el estado superficial posee una importancia elevada no solo por motivos estéticos, si no también por la resistencia intrínseca a la corrosión del material.

La resistencia a la corrosión, generalmente, sera tanto elevada cuanto mayor resultara el suavizado de la superficie, o sea cuanto menor sera la rugosidad superficial del elemento de acero inoxidable. Además de estos factores se deben considerar también otros, como por ejemplo el enlace que existe entre la facilidad de limpieza y la mayor o menor suavidad de una superficie.

PRINCIPALES TIPOS DE ACABADOS

- **Acabado 2B:** se produce mediante una laminación de pieles a frío (skin pass) con cilindros lucidos. Su aspecto es gris plateado brillante y es el acabado mas difundido para las hojas laminadas en frío.
- **Acabado BA:** es un acabado de hojas y cintas laminadas en frío obtenidos con tratamiento térmico de recocido, re-cristalización o solubilizacion en atmósfera inerte después de la laminación y el sucesivo desengrase. Dado el tipo de tratamiento, térmico, el material no se oxida y entonces no es necesaria la operación de decapado, manteniendo así aquel aspecto muy lucido y brillante, casi perfectamente espejado que deriva de la laminación en frío. (sigue una eventual extra laminación skin pass).

EL “ENEMIGO” DE LOS ACEROS INOXIDABLES: LA CORRISION

Una de las características particulares de los aceros inoxidables y una de las razones de la continua difusión de su empleo es ciertamente su resistencia a la corrosión.

SIN EMBARGO SERIA UN ERROR PENSAR QUE ESTOS MATERIALES PUEDEN SOSTENER EN TODAS PARTES Y EN TODO CASO AQUEL CONJUNTO DE FENOMENOS DE DECAIMIENTO QUE SE DENOMINA CORROSION.

Su resistencia depende de muchos factores:

- De las condiciones intrínsecas (principalmente de su constitución analítica y estructural).
- Del tipo de ambiente en el cual se encuentra.

- Del modo con el cual se emparejan entre ellos o con otros materiales.
- De los eventos tecnológicos a los cuales fueron presentados.
- De las condiciones de aplicación.
- Del diseño de los particulares y del respectivo completo y demás.

El fenómeno de la corrosión, si lo observamos con mayor atención, se puede presentar en manera muy diferente, y entonces resulta importante conocer el mecanismo y las causas que lo generan, con el fin de adoptar las medidas oportunas en la elección de los materiales que se utilizarán.

Los tipos de corrosión más peligrosos son generalmente aquellos localizados que pueden dar lugar a la formación de grietas, agujeros, agrietamientos.

Al contrario los fenómenos generalizados son los menos peligrosos, en cuanto se manifiestan en forma de agresión progresiva y bastante constante en el tiempo. Esto permite establecer, con suficiente aproximación, la duración del material interesado por la corrosión. De todas maneras, determinar en manera bastante precisa la duración de un artefacto colocado en un ambiente agresivo es una tarea muy difícil porque los parámetros que lo determinan son extremadamente complejos y diversificados entre ellos.

PRINCIPALES TIPOS DE CORROSION

CORROSIÓN GALVÁNICA

Se verifica cuando, en presencia de un electrolito (una solución ácida, salina, la humedad atmosférica), dos elementos metálicos diferentes son conectados directamente entre ellos con continuidad eléctrica, formando propiamente una verdadera "pila".

Entre ellos, aquel que se corroerá más rápido será aquel que resultara más anódico. Por lo tanto no será aconsejable unir con tuercas o tornillos de aluminio o acero común, partes de acero inoxidable sumergidas en ambientes corrosivos.

No es aconsejable tampoco contaminar los aceros inoxidables con materiales anódicos (por ejemplo aceros comunes) dado que las partes pequeñas de estos se corroerían más rápido.

Es siempre oportuno, cuando existen las condiciones para que se pueda verificar una corrosión galvánica, unir aceros inoxidables con otras partes de aceros inoxidables.

CORROSIÓN INTERSTICIAL

La corrosión intersticial, llamada también "crevice corrosion", es un tipo de corrosión localizada y puede surgir cuando un artefacto presenta intersticios entre dos superficies unidas.

Se manifiesta en presencia de soluciones que contienen iones simplificados, como el ion del Cloro, al interior de intersticios creados por el contacto superficial entre artefactos diferentes, aun orgánicos, de manera tal que el fluido al interior del intersticio no sea mezclado con el del exterior.

Inicialmente la solución al interior del intersticio es igual a la externa del mismo, y la corriente anódica pasiva es balanceada por la reducción catódica del oxígeno. A causa de las dimensiones del intersticio y de la lentitud de las mociones difusivas el oxígeno al interior del intersticio es consumido y no es reemplazado completamente del exterior. Cuando todo el oxígeno al interior

del intersticio se consume, el metal es todavía pasivo, pero la corriente de pasividad al interior del intersticio se encuentra balanceada por la reducción del oxígeno externo y entonces se obtiene una separación entre el área anódica y el área catódica. La corriente de pasividad continúa a transferir iones metálicos a través de la película pasiva, pero mientras al exterior el fenómeno es balanceado del óxido reductor, al interior del intersticio se produce la hidrólisis de los iones metálicos y la migración desde el exterior de los iones Cloro que generan acidez llevando el PH a valores siempre más bajos.

Cuando el PH, a causa de la hidrólisis ácida del ion cloruro, alcanza un nivel crítico, que depende de las características intrínsecas del material, se obtiene la fractura de la película pasiva e inicia la fase de corrosión en profundidad con una velocidad controlada de las caídas ohmicas entre el área anódica (al interior del intersticio) y el área catódica (al exterior del intersticio).

CORROSIÓN POR PICADURAS

La corrosión por picadura, llamada también “pitting corrosion”, es una corrosión localizada que se manifiesta superficialmente con pequeños agujeros, en algunos casos invisibles al ojo humano, rodeados de una aureola de color oscuro y de una serie de cavidades subyacentes que se desarrollan en profundidad. El fenómeno corrosivo es precedido de una fase de activación que rasga la película protectora de óxido a causa del estado superficial del artefacto y del ambiente en el que se emplea.

Es un tipo de corrosión “localizada” que por sus características es muy peligrosa, dado que actúa en profundidad sobre áreas muy restringidas. Estos efectos pueden fácilmente escapar de un control visual, por lo cual el daño progresa sin obstáculos hasta perforar la parte agredida.

Los factores que pueden favorecer su presentación son diferentes: la aspereza superficial (cuanto más una superficie es lisa, tanto menos esta sujeta a la corrosión), escamas superficiales o contaminaciones ferrosas.

Típicos ambientes aptos a desarrollar la corrosión por picadura son las aguas marinas y, en general, las aguas que contienen iones de Cloro, especialmente si están estañadas. En general la máxima resistencia a la corrosión se obtendrá utilizando aceros especiales con contenido alto de molibdeno.

Otras disposiciones de adoptar son: Asegurar la más absoluta des-contaminación de las superficies de residuos ferrosos, emplear inhibidores de corrosión, evitar la presencia de intersticios entre las superficies del artefacto a contacto con el medio agresivo.

CORROSIÓN BAJO TENSIÓN

La corrosión bajo tensión, o “tenso-corrosión”, llamada también stress corrosion cracking o “SCC” es una corrosión que se manifiesta cuando, en condiciones ambientales particulares, el material está sujeto a la acción combinada de una tensión mecánica, en particular a tracción, y un ambiente corrosivo también de acción corrosiva blanda que, en ausencia del estado de tensión, hubiera dado lugar a otro tipo de ataque. Las grietas generalmente ramificadas también al interior del material tienen una tendencia casi perpendicular a la dirección de la tensión a tracción y se denominan a tendencia:

Tras-granular: cuando las grietas atraviesan la estructura de los granos.

Ínter-granular: cuando las grietas se propagan a lo largo de los bordes de los granos.

Y como ya se dijo, también este es un fenómeno de corrosión localizada y es particularmente preocupante porque se desarrolla en profundidad y en manera rápida en los miembros agredidos. Generalmente se manifiesta sin particulares señas premonitorias y se detiene cuando la tensión a tracción cesa.

La causa del inicio de este fenómeno son generalmente los estados de tensión externos, de cambios térmicos, o de tensiones internas, generadas de procesamientos de deformaciones plásticas como flexiones, soldaduras, rellenados, etc.

Las disposiciones de adoptar para evitar que se verifique este tipo de corrosión es: Remover la tensión generada de los procesamientos, estudiar detalladamente en fase de proyecto el artefacto o implanto, para evitar así, sea durante su realización, que durante su ejercicio, de generar estados de tensión a tracción. Utilizar materiales concebidos para ser intrínsecamente idóneos para resistir mejor a este tipo de corrosión "SCC".

CORROSIÓN POR FATIGA

Se manifiesta sobre toda la superficie del elemento sujeto a la coincidente acción de la tensión cíclica y de la agresión ambiental, con la aparición de grietas. Los elementos que favorecen el inicio de este tipo de corrosión son el agua de mar y las soluciones de cloruro.

Para prevenir este fenómeno es necesario operar contemporáneamente en diversas direcciones: En la elección del tipo de acero mas apto para utilizar, en la fase de proyecto tratando de reducir lo mas posible fenómenos vibratorios que generan estados de tensión cíclica.

CORROSIÓN ÍTER-GRANULAR

Es un tipo de corrosión causado de agentes agresivos que afectan los bordes de los granos de los aceros inoxidable, cuando, después de la verificación de ciertos fenómenos térmicos, aquellos serán sensibilizados.

Un acero inoxidable es sensibilizado cuando permanece por un tiempo aunque breve, a determinadas temperaturas, que causan al material la perdida de las características de resistencia mecánica y de dureza.

La temperatura considerada dañosa es comprendida entre los 450 y 850 grados C. para los aceros inoxidables austenicos, superior a los 950 grados C. para los aceros ferrifico y entre los 250 y 1300 grados C. para los aceros austenicos estabilizados.

Por el peligro de corrosión íter-granular, cuando se opera en ambientes que la pueden provocarla, es oportuno tener presente algunas advertencias: evitar la utilización de materiales sensibilizados, emplear aceros inoxidables estabilizados o con bajo contenido de Carbono.

CORROSIÓN POR EROSIÓN

Es originada por el deslizamiento de un fluido, aunque poco corrosivo, cuando sobre la superficie del acero inoxidable son presentes partículas solidas capaces de causar una usura mecánica.

Este es el caso de las aguas salobres o de descarga que contienen partículas abrasivas en suspensión. El ataque se produce en forma mas severa cuando es mayor la cantidad de sólidos en

suspensión en el fluido. Esto se verifica entonces, en particular, en correspondencia de curvas a rayo estrecho de tuberías, en los injertos a "T" de tuberías, en los impulsores de bombas, y en las cuchillas de las turbinas.

Para obviar este tipo de corrosiones es necesario predisponer un preciso diseño de las partes para evitar así mociones turbulentas del fluido, variaciones bruscas de dirección en la velocidad del flujo, evitar o reducir la presencia de sólidos en suspensión.

[Obviamente cuando esto no es posible, mas allá de un cierto limite, es necesario elegir entre los aceros inoxidables que presentan mayor resistencia a la corrosión, o una buena resistencia a la usura].

De todas maneras debemos recordar que los aceros inoxidables presentan generalmente una buena resistencia a este tipo de corrosión y son capaces de soportar la velocidad del fluido superior con respecto a otras aleaciones.

CORROSIÓN POR CAVITACION

Se verifica por el ataque de un fluido a la superficie metálica, aun en ausencia de partículas solidas agresivas, por causas exclusivamente fluido-dinámicas, cuando la velocidad fluido-pared es muy elevada.

En estas ocasiones, que se pueden verificar en bombas, turbinas, hélices, órganos en rotación o expuestos a vibración en un fluido, pueden formarse áreas de baja presión que generan burbujas en el fluido. Estas se forman y estallan con extrema velocidad y generan olas de choque, en grado de acelerar el fenómeno corrosivo, que tiene de esta manera origen esencialmente mecánica.

Los métodos para obviar este ataque son: Primero proporcionar, en fase de proyecto y de diseño del particular, el modo de evitar el establecimiento de un fenómeno de cavitacion. O bien utilizar aceros austenicos de características notables elato-plasticas o aceros inoxidables de dureza y resistencia elevadas.

CORROSIÓN POR ROCE

Se puede verificar cuando dos superficies no lubricadas, en ambiente atmosférico, están diversamente en contacto entre ellas: presionadas una en contra de la otra, tanto de provocar pequeñas deformaciones locales, sujetas a vibraciones o de cualquier manera a un roce cíclico continuo, de amplitud aun limitada.

El fenómeno se forma a causa de la distribución mecánica localizada de la capa pasiva presentándose con el aspecto de pequeñas ulcers superficiales con forma de picaduras. Para obviar este tipo de corrosión se intenta modificar, dentro de lo posible, el régimen de movimiento entre las paredes actuando en modo de evitar el roce entre ellas, o al menos de aumentar la amplitud del mismo.

Se puede ademas recurrir a una buena lubricante con fluidos de viscosidad oportuna, extendida en toda la superficie de contacto, o interponiendo la entre las partes con buenas características plásticas. Se trata así de trasladarse mas allá de las condiciones criticas del fenómeno.

CONCLUSIONES

Los aceros inoxidable son materiales que se emplean en muchas aplicaciones y en muchos sectores en los cuales se requiere resistencia a la agresión en diferentes ambientes.

El conocimiento de los principales factores que determinan la resistencia a la corrosión y de los demás aspectos que pueden determinar el desencadenamiento es fundamental para una elección correcta de la aleación justa. Además, reconocer el tipo de fenómeno corrosivo verificado es seguramente importante para poder operar una intervención de resolución correcto.

Entonces, volviendo a nuestro campo de aplicación, o sea el de los anclajes tipo "chiper", es importante subrayar, por cada caso específico, como es mejor actuar en relación a los diversos tipos de corrosión e individuar cuales son los materiales idóneos en cada caso. Como se evidencia en la lista de los diferentes tipos de acero inoxidable indicados más arriba, aquellos que probablemente nos servirían son los de matriz bifásica, los llamados "duplex" o sea aquellos austeno-ferríticos, en cuanto ofrecen ciertamente las mejores performances en la resistencia mecánica y a la corrosión.

Existen en el mercado muchos tipos y algunas fundiciones producen también algunas siempre más específicas y novedosas.

Generalmente estos aceros bifásicos son:

*Aceros inoxidables "duplex"

*Superduplex

Super austenococ como:

*AISI 904L

*AISI 2205

*Hastelloy

*Incoloy

*Inconel

*Monel

Y muchos más.....

Nuestra empresa, cuando decidió de agarrar las "riendas" del problema de la corrosión sondeo atentamente el mundo comercial de las empresas que ofrecen estos productos en el mercado descubriendo que estos aceros especiales llevan con sí problemas no poco importantes.

Primero la dificultad de suministrar. Siendo "especiales" su producción es relativamente limitada.

Los elementos en aleación, generalmente constituidos en porcentajes altos y su costo elevado, determinan una limitación fuerte en la disponibilidad de las medidas y de las bases disponibles. En pocas palabras, muchas empresas revendedoras tienen en el almacén solo las medidas y las secciones más requeridas. Con más razón actualmente que las elecciones estratégicas son aquellas de no tener almacén por muchos factores económicos que lo determinan. Lamentablemente la mayor parte de los artículos que nuestra empresa produce se realizan utilizando barras elaboradas de poco diámetro (6 mm /18 mm aprox.) y son estas las más difíciles de encontrar. De última se pueden adquirir pero solo haciendo un pedido en grande cantidad. La lamina que se usa para la

producción de plaquetas, en este tipo de aceros no la pudimos conseguir y no sabemos ni siquiera si es disponible en el mercado....

Esto no funciona bien porque nuestro almacén necesita flexibilidad y de poca inercia en las compras.

Lo peor del caso es que el precio de estas aleaciones es altísimo, por muchas y validas razones. El material ideal seria el TITANIO porque ofrece una elevada resistencia a la corrosión, pero es elevado también su precio y muy difícil su ministración. Además nos dimos cuenta de otros problemas, como por ejemplo : Cuantos climber podrían adquirir productos finales tan costosos?

La producción y venta de los aceros inoxidable se limita principalmente en dos tipos canónicos: El AISI 304 y el AISI 316. Son también disponibles en la versión "L" o sea "low carbon", lo que significa con bajo contenido de carbono. Descartado el 304 por motivos notables y examinadas bien la calidad y las características del acero inoxidable AISI 316L (norma EN 10088/3: X2CrNiMo 17-12-2-/-W. 1.4404).

NUESTRA EMPRESA ELIGIO PROPIO ESTE TIPO DE ACERO PARA REALIZAR TODOS LOS PRODUCTOS DE ANCLAJE.

Fue una elección razonada atentamente también porque, en el fondo, no hay alternativa.

Sera ciertamente difícil encontrar en el mercado anclajes en aceros super- especiales.

En todo caso, ya el acero inoxidable AISI 316L es optimo y cuesta un poco mas del 304 justamente porque contiene elementos en su aleación mucho mas resistente a la corrosión marina.

Sus características mas destacadas son:

- Bajo tenor de carbono. Por este motivo es prácticamente insensible a la corrosión intergranular (inter-cristalina). En otras palabras, el tratamiento post- soldadura no es necesario. No adviene entonces el fenómeno de la precipitación de los carburos de cromo en la matriz y de consecuencia la película de oxido protectora queda inalterada.
- Presencia de un porcentaje (2-2,5%) de Molibdeno (Mo). La presencia de este elemento aumenta la estabilidad de la capa pasiva en presencia de ambientes que contienen cloruros. Es un elemento ferritizante y entonces aumenta también la resistencia a la corrosión (grieta) y a la tenso-corrosión.
- El alto porcentaje de Cromo (Cr) aumenta la resistencia a la corrosión por picadura (pitting).
- El tenor de Níquel (Ni) otorga optima elasticidad y alta tenacidad, buena resistencia a la corrosión en ambientes poco oxidantes. (corrosión intersticial)
- La presencia de otros elementos estabilizadores en aleación como Silicio (Si), Manganeso (Mn), Fósforo (P), Azufre (S) y Azoto (N) otorga a la estructura molecular un optimo equilibrio entre los diferentes componentes.

Por estos motivos, se trata objetivamente de un buen material para realizar anclajes para ambiente marino. Quizás el mejor compromiso. Pero ATENCION, estamos hablando siempre de un compromiso (No existe el material perfecto contra cualquier tipo de corrosión). Para que se convierta en un optimo material para este empleo se necesita actuar sobre dos lineas, una al interno de la empresa en la fase de producción, y una de parte del consumidor final, o sea de la persona que lo colocara en los acantilados marinos.

Como empresa creamos con este propósito una parte especial de productos en acero AISI 316L,

llamada Linea Marina que implica tratamientos y acabados particulares que exaltan en modo significativo la resistencia a la corrosión marina. No obstante este tipo de acero como ya dijimos, por su naturaleza no tiene necesidad de un tratamiento térmico particular, nosotros decidimos de todas maneras de realizarlo. Se trata del “endurecimiento de solubilidad”. Este proceso espera de poder llevar el material terminado, a través de un horno oportuno, a la temperatura de solubilidad de los carburos de cromo (1050°C aprox.) y de arrojarlo de repente en el agua. El cromo se encuentra así homogéneamente distribuido en la matriz, lo que permite al metal la optima formación de la película de pasivación de óxido protector. Una vez terminada esta operación, los detalles son adecuadamente decapados sumergiéndolos en un ácido especial. Esta operación se realiza para “limpiar” a fondo y destruir cualquier elemento de molestia debido al calentamiento y a la contaminación eventual de las piezas. Después del sucesivo lavaje los productos son sumergidos en otra solución ácida a base de ácido nítrico para crear artificialmente el espesor ideal del óxido adsorbido, llamado “pasivación”.

Ahora los anclajes están listos para enfrentar en las mejores condiciones los ataques corrosivos. La parte dolorosa: cuestan un poco más...

En este momento, la segunda línea sobre la cual actuar es el “climber” mismo, que tendrá que tener mucho cuidado en el procedimiento de implante de los anclajes respetando algunas reglas de base. Veamos.

Lo más importante es evitar de usar anclajes compuestos, o sea constituidos de materiales diferentes. Por ejemplo, no se deben utilizar plaquetas en acero inoxidable y clavijas en acero galvanizado y viceversa. En ambientes agresivos se obtendrán efectos de corrosión galvánica. El inoxidable es un material noble que actúa como un cátodo y el hierro galvanizado y los otros metales (como el aluminio) de ánodo. Rápidamente el hierro, atacado del inoxidable, se herrumbrará contaminando el inoxidable mismo dando origen a los efectos corrosivos del tipo “pitting corrosión”. (sin contar que la clavija de hierro fue destruida).

Evitar dentro del posible la contaminación del acero inoxidable con metales de hierro, de cualquier naturaleza. Por ejemplo, al batir mismo de la cabeza de la clavija para introducirlo en la roca con un martillo de hierro, se liberan pequeñas partículas de metal que pronto se traducirán en manchas de herrumbre que pueden, con el tiempo, dar origen al proceso corrosivo. Lo mismo sucede si sobre una plaqueta implantamos un mosquetón de hierro o un mailon galvanizado.

Los casos límites son múltiples. En algunas áreas de la Sardegna por ejemplo, y en muchas otras partes, las paredes de los acantilados son de naturaleza rojiza, señal evidente de inclusiones de tipo ferroso. Clavar en estas paredes significa disminuir de entrada la resistencia a la corrosión. En estas áreas de deberá prestar máxima atención. La elección de los materiales tendrá que ser con mira de evitar aquellos tipos que por naturaleza tienen discapacidades intrínsecas, estructurales, y de forma, como los parabolt a expansión, los fix . La dinámica de instalaciones de estos anclajes espera esta secuencia de fases, o sea: La perforación y la sucesiva limpieza del orificio en la roca, la introducción del parabolt con la relativa plaqueta y definitivo apriete de la tuerca, con pareja adecuada del mismo.

Veamos en una sección imaginaria lo que hicimos.

Veremos la roca. Veremos el parabolt que sale con las roscas y detrás la plaqueta sostenida de la tuerca, todo bajo presión. La posible corrosión que fluirá , en un ambiente agresivo (y aquí subrayamos absolutamente agresivo) será potencialmente mortal y esto quiere decir: posible corrosión intersticial, porque en la parte inicial del orificio inevitablemente ligeramente

ensanchado el agua marina depositara pequeñas partículas de agua salada, la plaqueta misma protegiendo esta zona del secado, provocara que en el intersticio el oxigeno comience lentamente a faltar también porque el espacio, pequeño, esta siempre ocupado del agua estancada que liberara otro ion cloro y así sucesivamente. La película pasivante con el tiempo se despedaza e inicia el fenómeno corrosivo, dramáticamente rápido. Otro problema concomitante es el hecho que el parabolt/plaqueta esta constantemente bajo presión entonces (siempre en ambiente agresivo), se puede verificar el fenómeno de decaimiento por “tenso-corrosión”. Y como si esto no fuera suficiente, por la naturaleza misma del tipo de anclaje, un uso intenso del mismo puede originar la “corrosión por fatiga”.

Que hacer? En estos casos puede ser útiles los anclajes que eliminan en gran parte la fuente de estos problemas. Los anclajes “resinados” pensamos que sean una optima solución. Los diámetros aconsejados serán mínimo de 10mm, el ideal son aquellos de 12mm. La profundidad de la instalación tiene una importancia relativa, valen las reglas generales que tienen en cuenta la naturaleza de la roca.

El instalador tendrá que prestar mucha atención para realizar un trabajo final de calidad. Antes que nada eligiendo un anclaje de la Linea Marina. El implanto tendrá que ser hecho a regla de arte o sea sumergiendo lo mas posible el anclaje en el orificio de la roca, aun la parte socavada del ojal, permeandolo bien con la resina a lo largo de toda la longitud de la gravilla y especialmente en proximidad del externo en tal modo de aislar perfectamente el inicio del orificio de la posibilidad de infiltraciones de agua clorurada. La parte externa del anclaje sera bien visible y fácilmente inspeccionable. El anclaje es por su naturaleza absolutamente no en tensión (efecto tenso corrosivo nulo) y el posicionamiento así como aconsejado anula de hecho problemas de trabajo a fatiga porque durante el uso no se verifican fluctuaciones cíclicas importantes.

Con la seguridad no se juega, por lo cual hacemos bien a no descuidar nunca un punto fundamental: **NUNCA COLGARSE DE UN SOLO ANCLAJE!!!**

Si esto es básico en cualquier ambiente de montaña, en ambiente marino es fundamental. En caso de descenso o de posición de seguridad es indispensable confiarse al menos a dos anclajes concomitantes. Si no existen en el lugar crearlos de persona, siempre, conectándolos entre ellos con un pedazo de cuerda. Es para el bien de nuestra vida!

Atención! La actividad deportiva en alpinismo, en escalada, así como en espeleología y en barranquismo y la efectuada en altura, es por naturaleza peligrosa y en algunos casos puede causar serias heridas y hasta la muerte. Cada una de las personas que practican estas disciplinas deben ser conscientes y no se sienten capaces de asumir todos los riesgos y la responsabilidad no deben desafiarse a si mismos y en nuestro caso no usar absolutamente nuestros productos. Quien lo hace de todos modos se asume toda la responsabilidad respecto a si mismo y a sus compañeros. La empresa RAUMER SRL declina desde ahora cualquier responsabilidad.

Schio, Abril 2013