

PROTECCION ANTICORROSIVA DE TUBERIAS Y ACCESORIOS MARINOS NUEVOS Y EN OPERACIÓN

Robert Dunning - rdunning@coatsol.com - Fundador y Dir. Ejecutivo – Coating Solutions Ltd. UK

SINOPSIS

Los recubrimientos tienden a fallar rápidamente en la zona de salpicaduras, ya sea en muelles, estructuras marinas costeras y plataformas offshore. La aplicación de recubrimientos para su rehabilitación es una tarea sumamente difícil debido a la acción de las olas, las corrientes y, frecuentemente, la mala visibilidad.

La observación del estado de tuberías y “risers” en alta mar, plataformas offshore, muelles, puentes y varios tipos de estructuras marinas similares, nos permiten comprobar fehacientemente las fallas mencionadas. Las experiencias acumuladas a través de los años, principalmente en el área de recubrimientos para protección anticorrosiva, nos brindan la oportunidad de ser testigos de la degradación que tiene lugar en las mencionadas estructuras marinas alrededor del mundo, tanto en las zonas costeras como así también en alta mar, especialmente en las zonas de salpicadura. La reparación y el recambio de un recubrimiento en dichas áreas es siempre difícil. En este documento discutiremos los pros y las contras de los principales sistemas y tecnologías disponibles:

- Cintas aplicadas en frío con gel de petrolato
- Cintas a base de poliuretano que curan con la humedad
- Sistemas de pasta epoxi de dos componentes que curan bajo el agua
- Cubiertas envoltentes de una sola pieza
- Protección catódica

Es obvio que los recubrimientos deban especificarse correctamente desde un principio, es decir, antes de que la estructura de acero se instale en el mar, río ó laguna, pero lamentablemente suele suceder en contadas oportunidades. Frecuentemente las plataformas offshore tienen el mismo recubrimiento desde la parte inferior de la superestructura hasta el lecho marino, no prestándosele la debida atención a un área crítica: la zona de salpicadura. Es fácil especificar un recubrimiento que funcione y sobreviva en esta área y, sin embargo, casi nunca sucede. Incluso hoy en día, en el Mar del Norte, se han detectado gran cantidad de fallas en las torres instaladas en los distintos parques eólicos precisamente en dicha zona de salpicadura. Correctamente especificado, un buen recubrimiento no necesita ser muy costoso y debería poder durar entre 20 y 30 años con un mantenimiento normal.

INTRODUCCION

Descripción y visualización del problema



Fig. N° 1 – Revestimiento fallando en la zona de salpicadura

La vida marina, los percebes y otros organismos, se adhieren a la superficie de acero y, al arrancarse bajo la acción de su propio peso, despegan los recubrimientos de la misma (Fig. No. 1).

Es un fenómeno universal que encontramos tanto en Argentina como así también en muchos países del mundo, como ser Australia, México, Malasia, Reino Unido, entre muchos otros que tienen el mismo tipo de problema.

Como es de esperar, la velocidad de corrosión es rápida debido a la cantidad de oxígeno que se encuentra en el agua en la zona salpicadura. Cuanta más profundidad tengamos, menos oxígeno encontraremos en el agua y más lenta será entonces la velocidad de corrosión. Sin embargo, la corrosión es inevitable, inclusive a profundidades de más de 3,000-4,000 m. ¡El propio Titanic se está corroyendo lentamente hasta desaparecer!

La velocidad de corrosión se incrementa también por temperaturas más altas, duplicándose por cada 10°C. Por lo tanto, es fundamental que en las áreas tropicales se deba proteger adecuadamente la zona de salpicadura instalando un adecuado recubrimiento anticorrosivo. Las picaduras en esta área pueden conducir rápidamente a niveles peligrosos de pérdida de espesor de pared.

La protección catódica no funciona en zonas de salpicadura ya que el acero necesita estar sumergido el 100% del tiempo para que la corriente alcance y proteja de manera continua y permanente. Con los cambios de marea, la corriente de protección catódica no puede proteger el acero durante la marea baja y la corrosión en las áreas expuestas a atmósfera es rápida.



Fig. N° 2 – Revestimiento fallando en la zona de salpicadura – Corrosión rápida

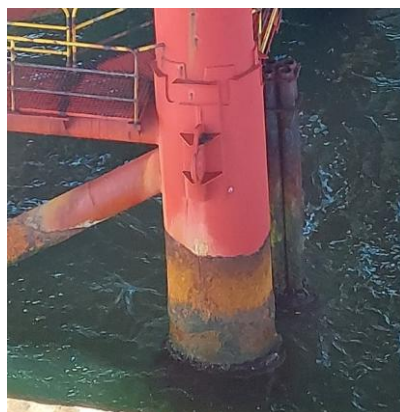


Fig. N° 3 – Revestimiento fallando en la zona de salpicadura – Corrosión típica hasta 2 metros por encima del nivel del mar

¿Cómo reparar el daño en esta zona?

La reparación y/o el recambio de un recubrimiento fallando en la zona de salpicadura (Fig. Nro. 2 y 3) son procesos complicados, costosos y peligrosos. Veamos:

- La aplicación de pintura u otro sistema de revestimiento líquido es imposible bajo agua. Es importante tener en cuenta que para que las pinturas ó los recubrimientos líquidos nuevos duren a largo plazo, es imprescindible eliminar los cloruros del sustrato. De lo contrario, al aplicar sobre superficies de acero, especialmente en agua de mar, atrapa cloruros en la superficie del acero y la corrosión es inevitable.
- También se necesita un buen perfil de anclaje para lograr una efectiva adherencia a largo plazo y un buen rendimiento de los recubrimientos líquidos.
- La protección catódica no funciona si no está 100% bajo agua.
- El costo del trabajo de los equipos de buceo es muy alto. Necesitamos entonces contar con un sistema de recubrimiento rápido y fácil de aplicar.
- Como quedó expresado previamente, la velocidad de corrosión es rápida debido a la cantidad de oxígeno en el agua en la zona de salpicadura y también ante temperaturas elevadas.

Dificultades y restricciones de instalación

Cualquier sistema elegido para rehabilitar la superficie debe superar:

- Olas y corrientes. Restricciones debido al clima. Normalmente el límite de altura de las olas es de 1,5 m. Una vez que las olas se acercan a este nivel, todo el trabajo en el agua se detiene.
- Mala ó nula visibilidad.
- Restricciones de acceso: “riser pipes” ó pilotes muy juntos, lo que dificulta la limpieza y la aplicación.
- Dificultades para la complicada preparación de superficie bajo el agua.
- Características de un trabajo peligroso: Se debe minimizar el tiempo de inmersión para reducir el riesgo.
- Riesgos de daño ambiental con algunos sistemas. Se requiere un sistema ambientalmente seguro, tanto para los aplicadores como así también para el ambiente marino.
- Ser no tóxico, cancerígeno ó peligroso para la vida marina y también para los buzos y los miembros de los equipos de acceso mediante cuerdas ó jaulas de trabajo.
- No requerir de un permiso de trabajo en caliente. (Hot Work Permit - HWP).
- No requerir granallado ó arenado.

➤ Dificil acceso



Fig. N° 4 – Los pilotes ubicados en delfines suelen estar inclinados y muy cerca los unos de los otros, lo que hace que el acceso para la limpieza y la aplicación sean complicadas

El delfín que se ilustra en la Fig. Nro. 4 tiene pilotes tan juntos que sería casi imposible envolver una cinta alrededor de la superficie de cada uno. Es una tarea especialmente difícil, inclusive si hubiera suficiente espacio para su aplicación, para garantizar que la superposición de las cintas se realice correctamente.

➤ **Mala ó nula visibilidad debajo del agua**



Fig. N° 5 – La mala ó nula visibilidad hacen que las aplicaciones submarinas sean casi imposibles de realizar con precisión.

La visibilidad mala ó nula bajo el agua hace que la aplicación de sistemas de múltiples capas, cintas en espiral u otros sistemas similares sea extremadamente difícil. A menudo, el consumo teórico de cinta, por ejemplo, es mucho menor que el real, afectando directamente el costo del material al final de su aplicación y necesitando una mayor cantidad de material para terminar el trabajo.

Este delfín en Irlanda, cuya fotografía se puede observar en la Fig. Nro. 5, tenía también el efecto adicional causado por fuertes corrientes marinas pasando por el delfín, lo que habría hecho prácticamente imposible la aplicación de una cinta en espiral, dada la visibilidad nula reinante. Los buzos tendrían que haber estado trabajando prácticamente a ciegas, tratando de pasarse las bobinas de cinta entre ellos sin visibilidad alguna.

Además, habría que considerar la limpieza y la preparación de la superficie...

➤ **Revestimientos epóxis líquidos ó en pasta aplicados en la zona de salpicadura ó debajo del agua**

Solución en pasta (epoxi ó poliuretano) aplicada sin eliminación de cloruros



Fig. N° 6 – La aplicación de epoxis de gran espesor sin eliminar los cloruros y sin perfiles de anclaje adecuados conduce a un fracaso inevitable

Un recubrimiento epoxi líquido ó en forma de pasta podrían parecer soluciones de bajo costo. Aplicado manualmente, se evitarían equipos y accesorios complicados, permitiendo equilibrar presupuestos de obra. Sin embargo, estos sistemas tienden a no tener una larga vida útil, por lo que todo el proceso de aplicación tendría que repetirse con bastante frecuencia.

¿Por qué fallan? Los revestimientos líquidos y las pastas moldeables necesitan de una muy buena limpieza de la superficie, de un muy buen perfil de anclaje y de la eliminación de cloruros para lograr una buena adherencia a largo plazo. Sin un buen perfil de anclaje, tanto por encima ó por debajo del agua, los cloruros presentes seguirán causando corrosión.

La corrosión continúa bajo la gruesa capa de epoxi ó poliuretano y eventualmente desprende el recubrimiento de la superficie.

Las fotos de las Fig. Nro. 6 y 7 nos muestran pilotes en Brasil recubiertos con aproximadamente 5 mm de pasta epoxi, la cual parecía haber sido aplicada con manos enguantadas. Se podía ver claramente que la corrosión continuó por debajo de la pasta epoxi hasta que la expansión de la corrosión termina destruyéndola y fallando de manera impactante, cayendo en forma de láminas, debiéndose considerar así mismo que el acero corroído aumenta hasta seis veces su volumen.

Se ha podido ver este tipo de falla en muelles, puentes y plataformas en condiciones ambientales y climáticas muy variadas, como son Escocia y Brasil. La única variación es la velocidad de la falla. Posiblemente aquí la aplicación podría haberse mejorado eliminando los cloruros de la superficie antes de la aplicación de la pasta epóxica, pero en esta etapa de deterioro era imposible ver ni siquiera si el acero había sido limpiado y/ó granallado ó arenado.

En cualquier caso, esta aplicación ha sido mal realizada en la sección de la playa, siendo mucho peor su efecto en los pilotes en el mar.

El granallado bajo el agua es teóricamente posible. Todos sabemos que se necesita un buen perfil de anclaje para darle a cualquier recubrimiento una oportunidad de sobrevivir a largo plazo. Por lo tanto, la aplicación de pastas epoxi bajo el agua no va a ser satisfactoria. La aplicación bajo el agua está muy posiblemente condenada al fracaso a largo plazo, ya que es imposible eliminar los cloruros como se indicó anteriormente.



Fig. N° 7 – Fotografía tomada de una pulsera de epoxi grueso que se estaba cayendo en trozos. Efectivamente, se creó una celda de corrosión seria donde la corriente de PC no podía llegar debido al alto espesor del epoxi. Lo mejor, en este caso, sería retirarlo por completo.

➤ **Sistemas de cintas aplicados en la zona de salpicadura más una capa adicional para protección mecánica**

Se ha podido constatar sistemas de cinta de petrolato aplicados en espiral como el que se ilustra en la fotografía de la Fig. Nro. 8, fallar en tan sólo 3 meses desde su instalación. En primer lugar, los buzos aplican una capa inicial sobre la superficie de acero, usando sus manos enguantadas, una operación definitivamente desordenada. Luego aplican una capa de una cinta de tela impregnada con un gel de petrolato en espiral. En teoría, esta aplicación debería proteger bien el acero, ya que desplazaría el agua y, sin la presencia de agua con oxígeno sobre la superficie del acero, la corrosión debería detenerse. Sin embargo, las cintas de petrolato necesitan protección mecánica, como se puede apreciar en la foto de la izquierda. La lámina exterior típica está hecha de un plástico no reforzado que con el tiempo tiende a fallar. La fuerza que ejerce el agua (olas y corrientes) impacta constantemente sobre la cubierta exterior, junto con la radiación UV y la expansión por calentamiento en el lado expuesto al sol, lo que genera que la cubierta se afloje gradualmente y se deslice hacia abajo del pilote. Tarde ó temprano, esta cubierta exterior falla dejando las cintas expuestas a las olas y corrientes. Eventualmente, las cintas se van desenrollando hacia el agua.

Otro aspecto a tener en cuenta en tales sistemas es que el consumo teórico de material generalmente se asume en condiciones perfectas: muy buena visibilidad, cintas aplicadas con tensión uniforme y correcta, y con las correctas superposiciones de cinta sobre cinta. En la práctica, los buzos que han instalado estos tipos de sistemas admiten que a menudo tienen muy poca visibilidad y, a veces, ninguna. La acción de las olas y de las corrientes pueden causar que a menudo se pueda perder alguna superposición. De hecho, se tiende a realizar superposiciones superiores al 50% especificado, por lo que finalmente el uso de material es mucho mayor que el teórico.

Los guantes de los buzos y de los instaladores tienden cubrirse con gel, lo mismo que sus máscaras. Las cuales terminan contaminándose y afectando la capacidad para ver el trabajo que se está realizando. Finalmente, estos inconvenientes terminan afectando de manera importante la aplicación final. Es una realidad palpable que si los operadores (buzos ó equipos de acceso por cuerdas) trabajan de manera segura y eficiente, el resultado final será mucho más efectivo y de una mayor productividad.



Fig. N° 8 – El resultado de las cintas aplicadas en espiral mucho dependen de las capas externas de protección mecánica, las cuales tienden a desprenderse y caerse, dejando las cintas de petrolato sin protección.

Tarde ó temprano, la fuerza del agua desgarrará la cubierta exterior, exponiendo las cintas de petrolato aplicadas en espiral debajo de la misma, las cuales finalmente se desenrollarán y terminarán en el agua.

➤ **Sistemas de epoxi moldeado instalados debajo del agua**

Existen también sistemas complejos de encofrados y moldes que se colocan alrededor del pilote y se llenan con resinas epoxi líquidas, encapsulando completamente la superficie tubular a proteger con un espesor de varios centímetros. Esta opción parece en principio buena, pero es bastante complicado de implementar y ejecutar. Varias importantes empresas internacionales ya han probado esta metodología y finalmente la han eliminado de sus especificaciones. Se trata de la misma realidad mencionada anteriormente: sin la eliminación de cloruros de la superficie a proteger, la celda de corrosión permanece activa y tarde ó temprano la corrosión evolucionará y hará que la gruesa capa de epoxi se desprenda de la superficie. La corrosión continúa de manera invisible a la inspección externa y el único signo concreto de la misma es cuando la capa se desprende y se puede ver la superficie expuesta.

Para entonces, es muy posible que el efecto de la corrosión a lo largo de varios años hayan dañado y debilitado el acero hasta el punto de necesitar un importante fortalecimiento de la pared, por ejemplo, soldando chaquetas de acero alrededor ó inclusive generando una sustitución total de la estructura. En estos casos, la reparación ó el reemplazo son siempre muy costosos.

DESARROLLO

Analizando las características propias descritas en este trabajo necesarias para lograr una efectiva y eficiente reparación de una estructura marina dañada a largo plazo, hace varios años se comenzó a desarrollar una nueva tecnología que permitiera optimizar la aplicación de un recubrimiento en distintos ambientes marinos y una adecuada performance a largo plazo.

Las principales características que se consideraron para el desarrollo de este nuevo recubrimiento son las siguientes:

- Una chaqueta envolvente de una sola pieza.
- Reparación rápida y sencilla de la superficie, sin necesidad de arenado ó granallado.
- No requiere la eliminación de cloruros.
- Instalación sencilla y rápida con un equipo mínimo, con buzos y equipos de acceso por cuerdas, sin riesgo para las partes involucradas.
- Sin necesidad de contar con equipos de instalación complejos y costosos.
- Minimiza la posibilidad de un error humano.
- Idealmente, un sistema que no necesite andamiaje u otra disposición compleja para el acceso.
- Sin necesidad de contar con un permiso para su aplicación tipo HWP (Hot Work Permit).
- Desmontable para inspección y re-instalable sin necesidad de nuevos materiales.
- Sin necesidad de mantenimiento por 20 años.
- Menor costo total durante toda su vida útil.

Donde quiera que vayamos, es una realidad concreta y comprobable que, si le brindamos a los operadores un sistema que sea fácil de instalar y no demasiado complicado, es muy probable que hagan un muy buen trabajo y el resultado final sea muy satisfactorio. Por el contrario, si los operadores tienen que instalar un sistema que sea demasiado difícil y complejo, la probabilidad de error aumentará de manera significativa y, eventualmente, la calidad del resultado final se verá afectada.

Este tipo de solución y esta tecnología ya han sido elegidos por varias empresas a nivel mundial durante muchos años. Su selección se debe a la sencillez y a la facilidad de contar con una chaqueta de una sola

pieza, instalable por buzos en combinación con operadores que trabajan desde plataformas flotantes ó canastas suspendidas desde una grúa ó desde un sistema de cuerdas (Rope Access). Una solución efectiva y económica, que prácticamente no tiene necesidad de ningún mantenimiento por los próximos 20 años (Ver Fig. Nro. 9)



Fig. N° 9 – Chaqueta desmontable de una sola pieza con capa exterior reforzada y cierre atornillado

➤ **Características principales de la chaqueta y del sistema**

(Fig. Nro. 10)

- Fabricada con materiales que resisten el ambiente marino.
- Construida en una sola pieza.
- Tensión circunferencial sobre el gel anticorrosivo.
- Sistema de bridas con pernos inoxidable.



Fig. N° 10 – Chaqueta de cuatro capas que elimina múltiples pasos en la instalación.

El diseño se basó en una funda de poliuretano reforzado con fibras de nylon, con un interior de fieltro fuertemente impregnado con un gel inhibidor de la corrosión (3kg/m^2). Se buscó fundamentalmente facilitar y optimizar la aplicación del recubrimiento en cualquier condición del ambiente marino y atmosférico, incluyendo fuertes mareas y corrientes marinas.

Las chaquetas se instalan bajo tensión, utilizando herramientas manuales sencillas, lo que representa una muy buena ventaja para los buzos y también para los operadores involucrados en la instalación.

La “tensión del aro” circular resultante mantiene la camisa bajo presión, resistiendo las fuerzas de las corrientes del río ó del mar, que tienden a dañar y desprender el recubrimiento.

Adicionalmente, dicha tensión posibilita una adecuada aplicación bajo tensión del gel inhibidor, forzando la penetración del material a cualquier picadura ó irregularidad de la superficie.

El agua y el oxígeno ya no pueden llegar a la superficie del acero y el pilote, el “riser” ó la pata de la plataforma quedan sellados durante los próximos 20 años, previniéndose así el proceso de corrosión

➤ Fundamentos de la nueva tecnología de recubrimiento

El objetivo de la secuencia de fotografías es el de ilustrar las principales características del recubrimiento desarrollado para ser instalado en distintos ambientes marinos y de condiciones atmosféricas.

- Limpieza de la superficie a proteger

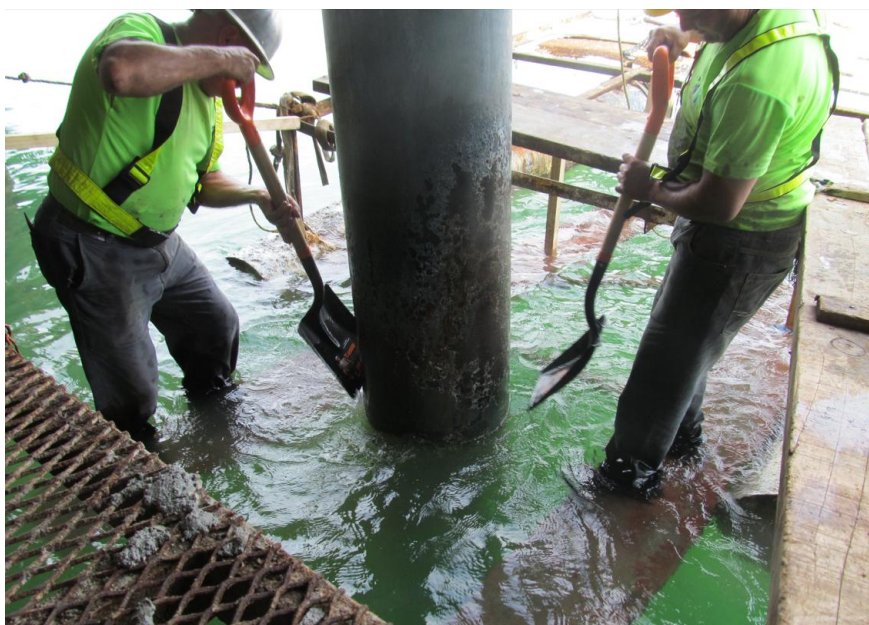


Fig. N° 11 – Limpieza de superficies usando herramientas manuales simples

Las fotos de las Fig. Nro. 11 y 12 muestran ejemplos de una limpieza fácil y sencilla utilizando palas, las cuales proporcionan una limpieza eficaz y rápida de las superficies. Una pala con perfil redondeado es una herramienta económica que se adapta muy bien a una superficie curva.



Fig. N° 12 – El raspado manual evita la utilización de un costoso, lento y contaminante sistema de arenado, granallado ó por chorro de agua

- Ambiente marino y condiciones atmosféricas

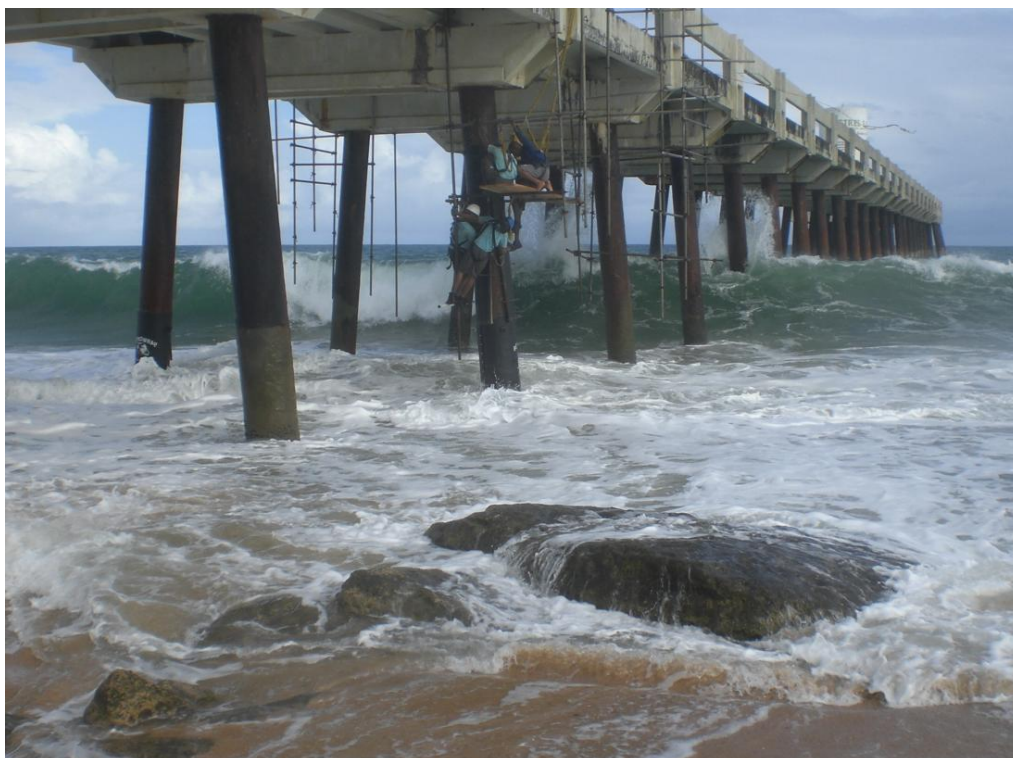


Fig. N° 13 – Olas altas y fuertes sobre los pilotes del muelle



Fig. N° 14 – Las importantes fuerzas de las olas complican los trabajos de reparación y también pueden crear problemas de erosión a nivel del lecho marino

Las fotos de las Fig. Nro. 13, 14 y 15 ilustran una típica instalación cuando las fuerzas de las olas son determinantes y afectan la aplicación de cualquier recubrimiento. En este caso, y debido a su facilidad de instalación en estas condiciones extremas del mar, el sistema de chaqueta única fue seleccionado para proteger las estructuras de los rompeolas en una playa de Salvador, Brasil.



Fig. N° 15 – Frente a la acción de fuertes olas altas, se instalaron dos chaquetas en cada pilote de 22" de diámetro, comenzando desde el nivel de la playa hasta justo debajo de la superestructura de hormigón.

- Proceso de instalación en patas de plataformas Costa Afuera

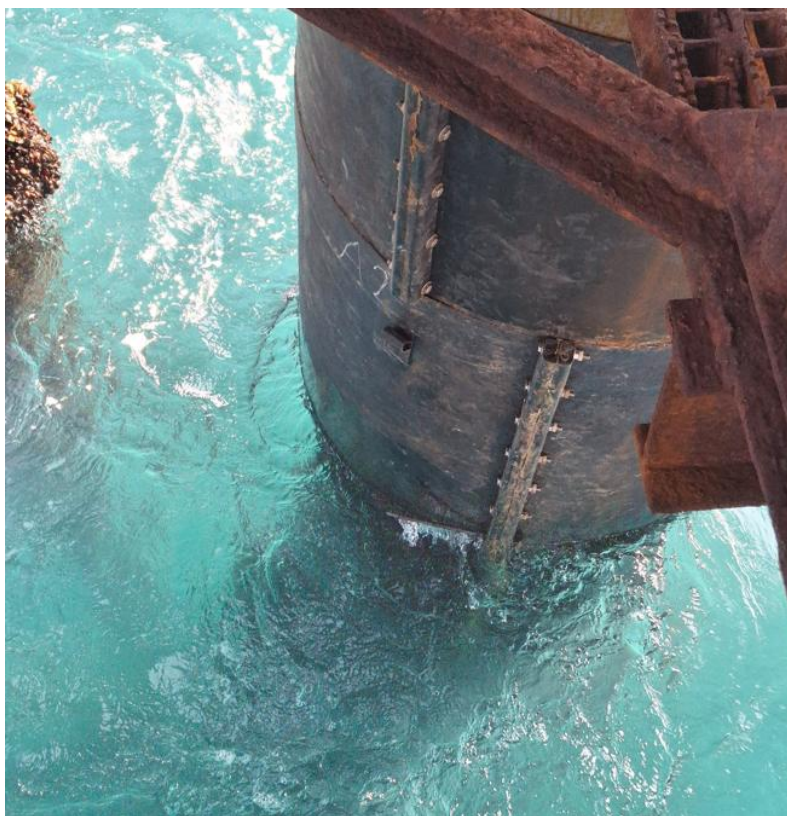


Fig. N° 16 – Dos chaquetas instaladas en la zona de salpicadura de una pata de plataforma de 1.30 m de diámetro. La chaqueta superior cubre 1.00 m de la pata y está superpuesta por la chaqueta inferior que cubre 3.00 m de la pata.

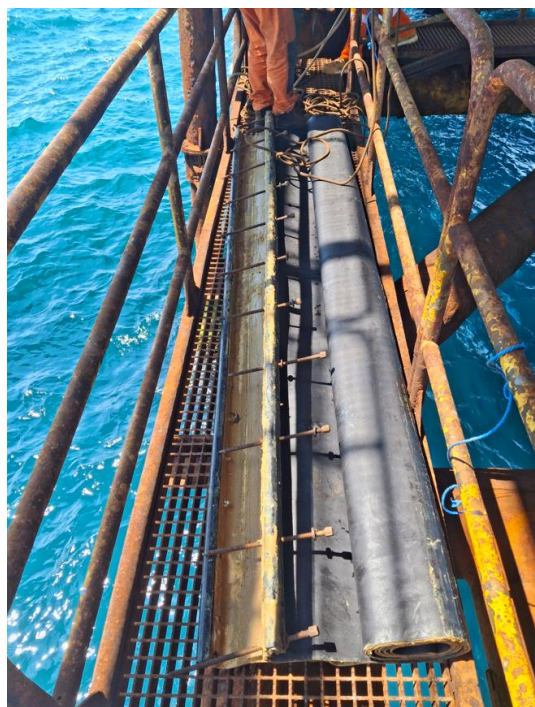


Fig. N° 17 – Una chaqueta con pernos de tensión preinstalados, lista para su aplicación

Las fotos de las Fig. Nro. 16 a 23 muestran distintas facetas de la aplicación de la chaqueta para la protección de las patas de una plataforma offshore.

La chaqueta de la Fig. Nro. 17 que se muestra sobre la plataforma, tiene los pernos largos ya preinstalados para poder tensarla. La chaqueta luego será bajada por el equipo de acceso por cuerda y sostenida en el nivel final correcto, lista para su tensado.



Fig. N° 18 – Buzo y técnico de acceso por cuerda posicionando la chaqueta antes de aplicar tensión

La Fig. Nro. 18 nos muestra al equipo de acceso con cuerdas trabajando junto con los buzos, ajustando el nivel de la chaqueta antes de aplicar la primera tensión sobre los pernos largo.

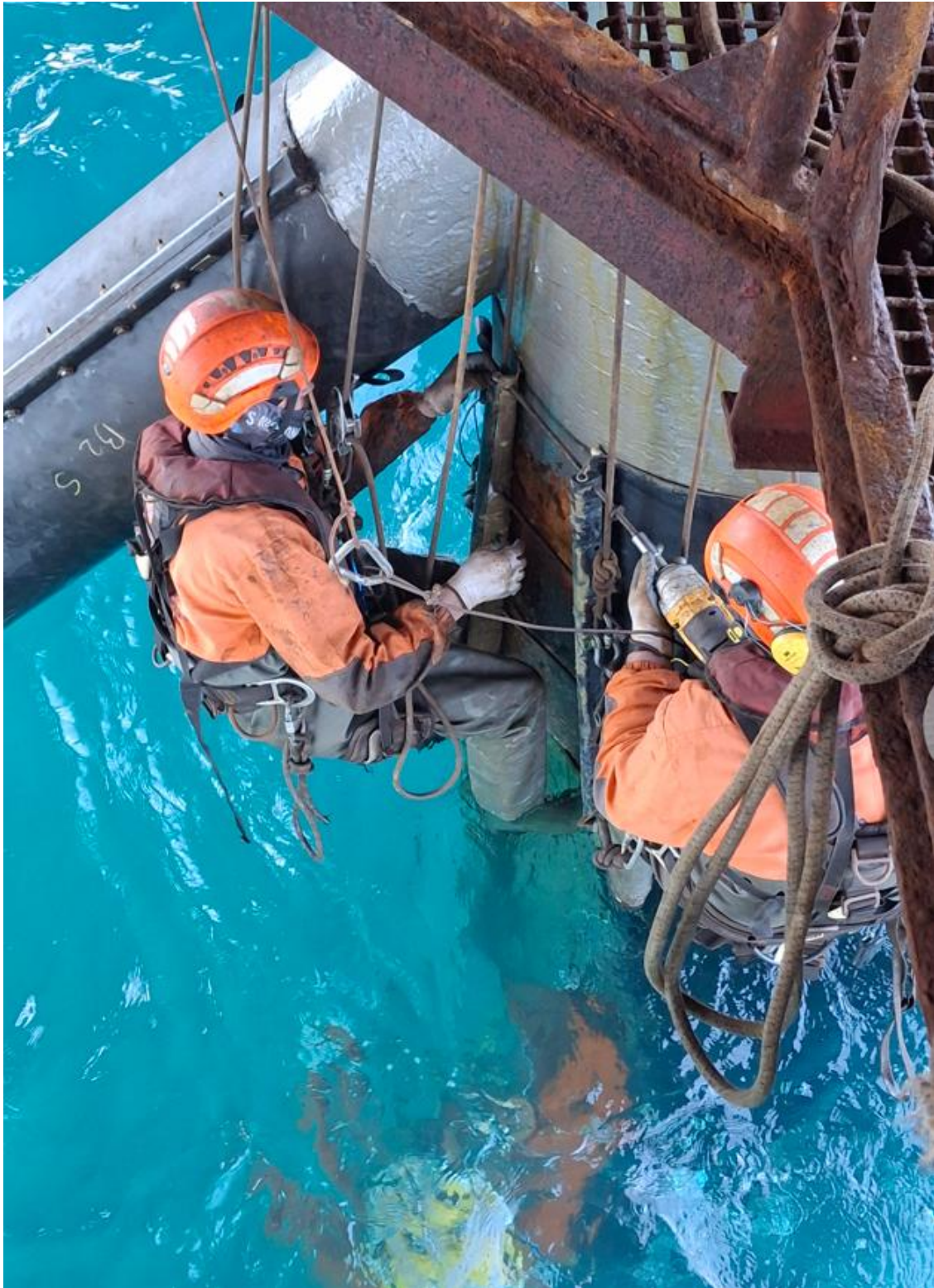


Fig. N° 19 – Primera tensión aplicada con llaves de impacto neumáticas por encima del agua y llaves hidráulicas por debajo del agua

La Fig. No. 19 muestra cuando los equipos de instalación (buzos y de cuerdas) están conectando las bridas de PVC con los pernos largos para tensar la chaqueta. Se puede observar a los buzos trabajando debajo de la superficie.



Fig. N° 20 – Chaqueta casi completamente cerrada, lista para la colocación de los tornillos permanentes de acero inoxidable

En la Fig. Nro. 20 podemos observar las bridas cerradas por encima de la línea de agua y aun ligeramente abiertas a nivel del mar. Se pueden asimismo a los buzos realizando el mismo trabajo debajo del agua.



Fig. N° 21 – Pernos permanentes completamente instalados por encima del agua. Los buzos aún trabajando debajo del agua.

La Fig. Nro. 21 muestra que ya se han retirado los pernos largos y que los pernos permanentes, de acero inoxidable 316L, ya están instalados.



Fig. N° 22 – Buceadores terminando los últimos pernos en la zona de salpicaduras



Fig. N° 23 – Foto submarina en primer plano de buzos apretando un perno largo para cerrar las bridas

Las Fig. Nro 22 y 23 nos ilustran el tensado final de los pernos permanentes realizado por el equipo de buzos.

- Costo por ciclo de vida

La Tabla ilustrada en la Fig. Nro. 24 nos muestra una comparativa de costos entre un sistema multicapa y un sistema de chaqueta de una sola pieza. Se puede observar un mayor costo inicial del sistema de una sola pieza en comparación con otros sistemas multicapas (cintas ó pastas de epoxi) y un menor costo durante su vida útil estimada en 20 años.

Adicionalmente, el sistema de chaqueta tiene un muy importante beneficio:

Se puede retirar, inspeccionar y volver a instalar en áreas donde se observó que la corrosión era grave antes de la instalación, permitiendo el monitoreo y la verificación de un efectivo control del proceso de corrosión.

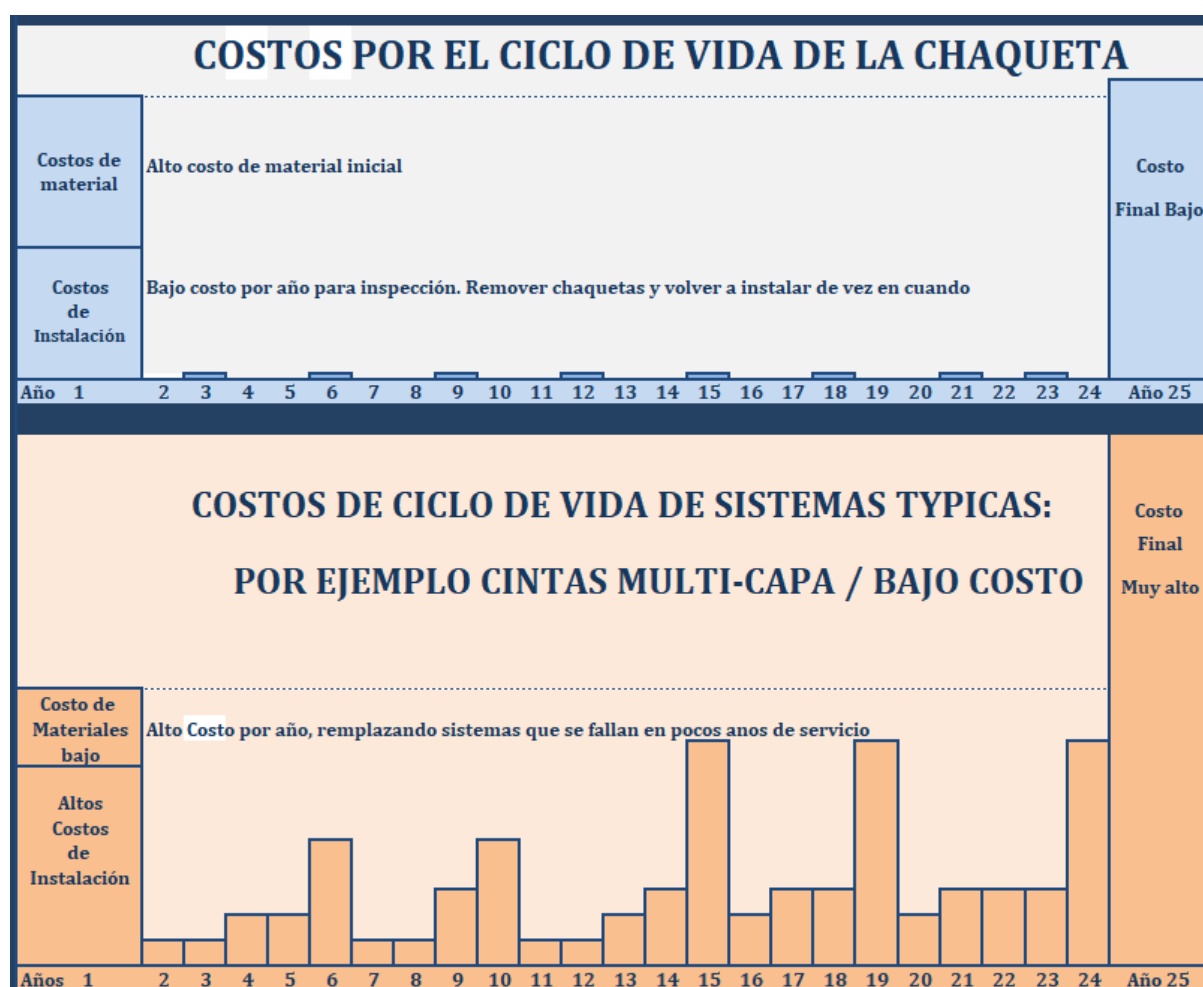


Fig. N° 24 – Comparación del costo de sistemas multicapa con un sistema de chaqueta de una sola pieza durante un ciclo de vida de 25 años

Se pudo comprobar también que la simple aplicación de la chaqueta en una sola pieza, permite que el tiempo de instalación para los buzos se reduzca de manera significativa en comparación con las aplicaciones más complejas de múltiples capas.

CONCLUSIONES

El diseño y la selección de recubrimientos aptos a largo plazo para ambientes marinos y condiciones atmosféricas extremas, tanto de estructuras nuevas como en operación con recubrimientos dañados, deben ser realizados considerando no sólo las propiedades y beneficios de los materiales sino también de su proceso de aplicación.

A diferencia de estructuras enterradas ó expuestas a la atmósfera en tierra, las variables que afectan la performance de un recubrimiento anticorrosivo en el mar (sobre la costa ó en alta mar), ríos y lagunas, están fuertemente condicionadas por las condiciones de borde de su aplicación.

Si bien los costos totales a lo largo de la vida útil de un recubrimiento y sus propiedades son factores muy importantes a tener en cuenta, consideramos que el factor clave y fundamental para seleccionar y especificar un recubrimiento para tuberías y accesorios nuevos ó en operación, en los ambientes marinos reales en los cuales será aplicado. La confiabilidad y la facilidad durante el proceso de aplicación son factores claves a considerar.

Consideramos que el sistema de recubrimiento de una chaqueta en una sola pieza descrito en este trabajo ofrece los mayores beneficios y la mejor protección anticorrosiva a largo plazo para los distintos tipos de estructuras marinas descriptos.

**Robert Dunning: BSc Trent University, UK.
Managing Director, Coating Solutions Ltd. UK.**

- 5 años con Entropose International, en América Latina y Medio Oriente: gestión de proyectos, trabajando en la construcción de plataformas costa fuera y oleoductos en tierra y costa fuera.
- 18 años con Raychem: Gerente de Ventas y Servicio Técnico para las regiones de UK, Medio Oriente y America-Asia Pacífico.
- 8 años con Specialty Polymer Coatings, Vancouver. Gerente de Ventas y Servicio Técnico para América Latina.
- Desde 2008 hasta la fecha, Director Ejecutivo de Coating Solutions Ltd UK. Consultoría en corrosión y suministro e instalación de recubrimientos industriales.

Robert Dunning

rdunning@coatsol.com

www.coatsol.com

Cel +44 7841 974242

Tel +44 1561 443415