

Offshore Oil Platform Surface Preparation Using the Pliant Media Blasting Technology

*David Miles, Progressive Technical Services, Inc.
Tony Anni, Sponge-Jet, Inc.*

*From: Increasing the Value of Coatings; The Proceedings from the 1999 Seminars
Orlando, FL November 14-18, 1999
Reprinted with Permission from The Society of Protective Coatings*

© 2000 SPONGE-JET, INC.

*Este artículo ha sido traducido de un texto en inglés.
Se realizaron todos los esfuerzos para mantener esta traducción
apegada al original, de caso contrario, Sponge-Jet Inc.
No se responsabiliza por cualquier error de traducción.*

ARTÍCULO TÉCNICO PUBLICADO

Preparación de Superficies en una Plataforma Petrolera Costa Afuera, Utilizando la Tecnología de Ráfagas de Esponja Maleable

*David Miles, Progressive Technical Services, Inc.
Tony Anni, Sponge-Jet, Inc.*

*Tomado de: "Aumentando el valor de los recubrimientos" actas de los seminarios del año 1999
(Increasing the Value of Coatings; The Proceedings from the 1999 Seminars).
Orlando, Florida. Del 14 al 18 de noviembre de 1999.
Publicado con la autorización Sociedad de protección de recubrimientos (Society of Protective
Coatings).*

© 2000 SPONGE-JET, INC.

OFFSHORE OIL PLATFORM SURFACE PREPARATION USING
THE PLIANT MEDIA BLASTING TECHNOLOGY

David Miles, Offshore Coating Maintenance Consultant and President
Progressive Technical Services, Inc
Gretna, Louisiana, 70056

Tony Anni, Marketing Manager
Sponge-Jet, Inc.
Portsmouth, NH 03801

ABSTRACT: Pliant abrasive media is transforming the way coating maintenance personnel approach offshore surface preparation. Pliant media users are often able to lower total job costs and provide higher quality surface preparation.

OVERVIEW OF OFFSHORE MAINTENANCE

Millions of dollars are being allocated toward the maintenance of offshore platforms with the goal to maximize oil production operations. A modern offshore platform extracting 40,000 barrels of crude oil per day at \$18 per barrel could return nearly \$720,000 a day. The opportunity costs during equipment failure or production shutdowns are large. Thus, platform owners expect innovative maintenance specialists to utilize maintenance solutions that minimize the adverse effects on production operations. Additionally, owners require performance within time, budgetary and space constraints common to offshore platform environments.

As a result, maintenance professionals must carefully select appropriate products and technologies. Few new products have had the impact of pliant abrasive media. Pliant media has the significant ability to allow top quality surface preparation in close proximity to operating production equipment.

An increasing emphasis on offshore preventative maintenance has led to scheduled coating maintenance long before total coating failure. Many offshore coating maintenance professionals start coating maintenance when only 3% to 6% of the coating is failing. This practice minimizes corrosion and minimizes the scale of operations required to restore the coating's effectiveness – ultimately lowering the total life-cycle cost and the potential for future interruption to oil producing operations.

Offshore Surface Preparation: Historically, painting contractors and offshore maintenance consultants have considered media cost and cut rates as key cost determinants. Conventional abrasives all offer similar cut rates and profiles with similar characteristics regarding freight, dust, rebound and waste. Except for price per pound and cut rate, no conventional abrasive material offered any exceptional benefit versus another that could be calculated into a given project. Therefore, cut rate and price per pound drove the choice to use one conventional abrasive over another, and project estimate calculations tended to over-emphasize these elements.

With the development of innovative abrasive blasting technologies, a variety of new, meaningful, value-oriented choices have become available. Considerations like media handling, freight costs, process cleanliness, personnel safety, containment costs, consumption rates and disposal costs are increasingly driving the decision to utilize one technology instead of another.

Offshore coating professionals are beginning to consider the value of each benefit, even if they have an indirect effect on the total cost of the job. In many cases price per pound and cut rates have become secondary – especially when the benefits associated with new technologies offer higher overall cost savings. Abrasives like sodium bicarbonate (soda) have, for nearly a decade, enjoyed a leading role on offshore platforms among the new abrasive blasting technologies. In recent years, pliant media has been found to match soda as a useful tool as well.

Pliant media can be defined as dual component granules containing a pliant, sponge-like material and an abrasive, cutting particle. As dual component granules, pliant media offer certain benefits commonly associated

RESUMEN: Los medios abrasivos maleables están cambiando la concepción y enfoque que tiene el personal de mantenimiento de recubrimientos sobre la preparación de superficies costa afuera. Con frecuencia, el uso de esponjas maleables permite que sus usuarios bajen los costos totales de los proyectos, a la vez que proporcionan una mayor calidad de preparación de superficies.

Información general sobre el mantenimiento costa afuera

Con el objetivo de maximizar las operaciones de producción de petróleo, se están invirtiendo millones de dólares en el mantenimiento de plataformas costa afuera. Una plataforma costa afuera moderna, que extraiga 40.000 barriles de crudo al día, con un precio de \$18 por barril, puede llegar a producir casi \$720.000 diarios. Los costos de fallas en el equipo y paralización de producción son exorbitantes. Por ello, los dueños de las plataformas buscan que los especialistas en mantenimiento encuentren soluciones innovadoras que minimicen los problemas que puedan afectar las operaciones de producción. Adicionalmente, se exige que los trabajos de mantenimiento se hagan en plazos estipulados, y bajo las restricciones de presupuesto y espacio típicas de las plataformas costa afuera.

Como resultado, los profesionales de mantenimiento deben seleccionar muy cuidadosamente los productos y tecnologías apropiados. Pocos productos nuevos han tenido tanto impacto como las esponjas abrasivas maleables, cuya más resaltante característica es que permite la preparación de superficies en las proximidades de equipos de producción operantes.

La creciente importancia del mantenimiento preventivo costa afuera, ha conducido a programar la realización de mantenimientos de los recubrimientos mucho antes de que haya fallas considerables. Muchos profesionales especializados en el mantenimiento de recubrimientos costa afuera comienzan a dar servicio cuando apenas el 3% a 6% del recubrimiento se deteriora. Esta práctica minimiza la corrosión, así como la escala de las operaciones necesarias para recuperar la efectividad de los recubrimientos, lo que en definitiva significa que disminuye el costo del ciclo total de vida y las interrupciones potenciales de operaciones de producción de petróleo.

Preparación de superficies costa afuera: A lo largo de la historia, los contratistas de pintura y los consultores de mantenimiento costa afuera han considerado los costos de materiales y las cut rates como factores determinantes. Todos los abrasivos convencionales ofrecen cut rates y perfiles de anclaje similares, en relación a las características de transporte, producción de polvo residual, rebote y desechos. A excepción del precio por peso y el cut rate, los materiales abrasivos convencionales no ofrecen ningún beneficio excepcional cuando se les compara con otro, en base a un proyecto determinado. En consecuencia, cut rate y el precio por peso son los factores que llevan a elegir el uso de un abrasivo convencional sobre otro, y los cálculos y estimados de un proyecto tienden a enfatizar estos elementos.

Con el desarrollo de la innovadora tecnología de abrasivos de ráfaga, han aparecido una gran variedad de opciones nuevas, significativas y orientadas al valor. Cada vez más se consideran factores como el manejo de material, los costos de transporte, limpieza del procedimiento, seguridad personal, costos de contención, tasa y costos de consumo y desechos, a la hora de tomar la decisión de cuál tecnología utilizar.

Los especialistas en recubrimientos costa afuera están comenzando a considerar el valor de cada uno de estos beneficios, incluso si tienen un sólo un efecto indirecto sobre el costo total del proyecto. En muchos casos, el precio por peso y los cut rates se han convertido en factores secundarios, especialmente cuando los beneficios asociados a las nuevas tecnologías ofrecen un ahorro en los costos totales del proyecto. Por casi una década, los abrasivos como el bicarbonato de sodio han gozado de un papel protagónico en las plataformas costa afuera, entre las nuevas tecnologías de ráfaga de abrasivos. En los últimos años, los medios maleables han logrado igualar el bicarbonato de sodio como una herramienta igual de útil.

Las esponjas maleables pueden definirse como un compuesto dual de gránulos que contienen un material maleable, similar a una esponja, y partículas abrasivas, cutting particle. Por ser un compuesto

Preparación de superficies en una plataforma petrolera costa afuera, utilizando la tecnología de ráfagas de esponja maleable

**David Miles, Presidente y Consultor del Departamento de Mantenimiento de Recubrimientos costa Afuera de Progressive Technical Services, Inc. Gretna, Louisiana, 70056
Tony Anni, Gerente de Mercadeo de Sponge-Jet, Inc. Portsmouth, NH 03801**

with conventional abrasives as well as those associated with high-tech, low dust abrasive technologies. It is one of the few technologies that combine the best attributes of each category.

Pliant media technology is distinguished by its clean, dry, low dust, low rebound, reusable characteristics. It has been successfully used in offshore applications for the past three years. In addition to hands-on experience, both qualitative and quantitative data has been collected by operators, coating contractors and rig employees, revealing several important benefits.

Overblast: One of the key surface preparation problems on offshore platforms is overblasting. Unintentional blasting of a nearby area is usually caused by excessive media rebound. With overblasting, damage occurs to



Blasting near a "Pig Launcher" on this platform required little equipment wrapping and containment due to pliant media technology's low rebound and low dust attributes.

surrounding areas and to what may have been a stable coating system. For example, blasting operations in tight crevasses around overhead pipe racks, especially below the main decking, are conducive to overblast problems - since these areas are often hard to see during blasting and are hard to shield. If overblasting unintentionally removes existing coating systems, and these areas pass undetected, managers responsible for the coating project can be haunted with unscheduled and unbudgeted maintenance visits. Thus, the costs associated with the failure to control overblasting can extend well into the future - long after the job has ended. As a result, offshore maintenance managers and supervisors are continuously searching for new technologies that limit overblasting.

There are a number of alternative surface preparation technologies, but only a few are able to cut effectively and minimize media rebound associated with overblasting. Pliant media has been found to be effective at lowering overblast problems because of the energy absorbent physical and structural characteristics of its sponge-like component. It is also an efficient cutting technology partly because pliant media is manufactured to include such a wide range of traditional abrasive materials.

One reason pliant media limits rebound is that it hits the substrate traveling at lower velocities than do other abrasive blasting technologies. Conventional abrasive technologies typically achieve strike velocities close to 660 miles per hour (at 100 psi), while pliant media products effectively hit the surface at 340 miles per hour (at 80 psi) - both using a venturi blast nozzle.

Another reason why pliant media reduces rebound is because of its ability to absorb collision energy upon substrate impact. A discussion of elastic and inelastic forms of collision are useful to understand how pliant media lowers media rebound. Nearly all abrasive blasting technologies create tiny collisions, which form a series of either elastic or inelastic collisions. Inelastic collisions can be illustrated by throwing a beanbag against a wall and observing the result. Similar to what one would expect of the beanbag, at surface impact pliant media deforms, extending dwell time, dissipating potential rebound energy, flattening, exposing its abrasive components and contracting as it falls to the ground₂. After leaving the substrate, theoretical calculations suggest pliant media velocities are reduced to 19 miles per hour, as compared to its initial strike velocity of 340 miles per hour₃. Standard, crystalline-abrasive media, like silica sand or coal slag, form elastic collisions. Similar to a cue ball hitting another billiard ball, elastic collisions produce very little dwell time, dissipating little rebound energy on impact, and ricocheting in the manner one would expect a billiard ball to react when hit by the cue ball₄.

Observation, experience and theoretical calculations all suggest a significant reduction in over-blast with the use of pliant media. Pliant media's post-impact velocity was reduced by over 94%, supporting hands-on evidence of minimal damage to surrounding offshore coating systems. On the other hand, conventional abrasives

dual de gránulos, las esponjas maleables ofrecen ciertos beneficios comúnmente asociados con los abrasivos convencionales, así como a tecnologías abrasivas de punta que generan bajos niveles de polvo residual. Se trata de una de las pocas tecnologías que combina los mejores atributos de ambas categorías.

La tecnología de esponjas maleables se distingue por ser un medio seco, limpio, reutilizable, de bajo rebote y que produce bajos niveles de polvo residual. Se ha utilizado exitosamente en aplicaciones costa afuera durante los últimos tres años. Además de la experiencia que tienen, los operadores, contratistas de recubrimientos y empleados de las plataformas han recolectado datos cuantitativos y cualitativos logrando obtener conocimientos importantes y beneficiosos.

Para la aplicación de ráfagas cerca de un "Pig Launcher", en esta plataforma, se necesita poca contención y envoltura, gracias a que la tecnología de esponjas maleables tiene un bajo rebote y baja producción de polvo residual.

Las ráfagas no intencionales: Uno de los problemas principales en la preparación de superficies costa afuera es el de las ráfagas no intencionales. Por lo general, se aplican ráfagas no intencionales a las áreas adyacentes, debido al excesivo rebote de material. Las ráfagas no intencionales ocasionan daños a las áreas cercanas y a sistemas de recubrimientos que debieron ser estables. Por ejemplo, las operaciones de ráfagas pequeñas grietas alrededor de los piperos superiores, especialmente debajo de las cubiertas principales, pueden producir problemas de ráfagas no intencionales, pues estas áreas, con frecuencia, son difíciles de ver durante la aplicación de ráfagas, y son difíciles de proteger. Si se eliminan sistemas de recubrimientos por las ráfagas no intencionales, y esto pasa desapercibido, será necesario que los encargados de los proyectos de recubrimientos hagan visitas de mantenimiento fuera de los tiempos y presupuesto establecidos. Por ello, los costos asociados a la falta de control sobre las ráfagas no intencionales pueden extenderse hasta mucho después de que el proyecto se haya terminado. Como resultado, los encargados del mantenimiento costa afuera, así como los supervisores, están en la búsqueda permanente de nuevas tecnologías que eviten estos problemas.

Existen muchas alternativas tecnológicas para la preparación de superficies, pero sólo unas pocas pueden minimizar significativamente el rebote de material asociado a las ráfagas no intencionales. Se ha descubierto que las esponjas maleables son un método efectivo para disminuir estos problemas, gracias a que absorben la energía por las características físicas y estructurales de sus componentes, similares a los de una esponja. También es una tecnología efectiva de cutting, en parte porque las esponjas son fabricadas con una gran variedad de compuestos abrasivos tradicionales.

Una de las razones por las que las esponjas maleables reducen el rebote es que impacta el sustrato a velocidades inferiores a aquellas de otras tecnologías de ráfagas abrasivas. Las tecnologías abrasivas convencionales, generalmente alcanzan velocidades de choque cercanas a las 660 millas por hora (a 100 psi), mientras que los productos de las esponjas maleables impactan efectivamente la superficie a 340 millas por hora (a 80 psi), en ambos caso utilizando una boquilla de ráfaga estilo venturi₁.

Otra razón por la que las esponjas maleables reducen el rebote es gracias que a absorben la energía de choque al impactar la superficie. Para poder entender cómo ocurre esto, es útil explicar la diferencia entre las formas de choque elástico e inelástico. Casi todas las tecnologías de ráfagas abrasivas producen pequeños impactos, que generan una serie de choques elásticos e inelásticos. Los choques inelásticos pueden ser ilustrados lanzando una bolsa de frijoles contra una pared y observando el resultado. En un efecto similar al que podría esperarse de la bolsa de frijoles, la esponja maleable, al impactar la superficie, se deforma, extendiendo el tiempo de vida, disipando la energía potencial del rebote, achatándose, exponiendo sus componentes abrasivos y contrayéndose al caer al suelo₂. Los cálculos teóricos sugieren que, al dejar el sustrato, la velocidad de la esponja maleable se reduce a unas 19 millas por hora, a diferencia de su velocidad inicial de impacto de 340 millas por hora₃. Los abrasivos de cristal normales, como el silicio de la arena o el carbón, producen choques elásticos, que son similares al impacto que puede producir una bola de billar sobre otra. Los choques elásticos producen muy poco tiempo de vida, disipando poco la energía de rebote en el impacto y produciendo desechos con un rebote similar al que podría esperarse de las bolas de billar₄.

La observación, la experiencia y los cálculos teóricos sugieren una reducción significativa en el problema de las ráfagas no intencionales con el uso de un medio maleable. La velocidad posterior al impacto de los medios maleables, se reduce en más de un 94%, lo que es una evidencia de la minimización de daños a los sistemas de recubrimientos adyacentes en las operaciones costa afuera₅. Por otra parte, los abrasivos convencionales mantienen sus velocidades después del impacto, lo que permite que el material genere daños a otras superficies que no se desean trabajar₅.

Consumo de material: Debido a su repercusión directa en los costos de manejo, transporte y desecho en tierra, el consumo de material es de gran importancia en los proyectos de mantenimiento de recubrimientos costa afuera. A medida que decrece la tasa de consumo de material, lo hacen los

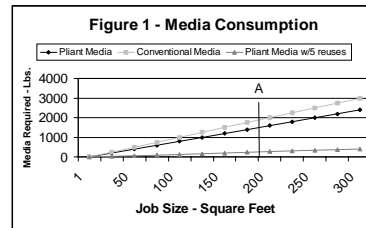
maintain higher post-impact velocities, which allow the abrasive material to damage surfaces not meant to be cut.

Media Consumption: Media consumption is of great importance to offshore coating maintenance projects due to its direct impact on media handling, in and outboard freight costs, as well as on-shore disposal costs. As media consumption rates decrease, so do the costs associated with its handling, freight and disposal. Overall, pliant media users can expect to use less media than conventional abrasive media on same size projects.

Pliant media is designed and manufactured for reuse in sizes that allow for quick and efficient classification. With the use of modified sifting equipment, reusable pliant media can be efficiently separated from spent media, surface contaminants and failed coating particles. For instance, the particular pliant media used was prepared in sizes ranging from 1/16 to 1/4 inch diameters - or small enough to fit through a U.S. standard #3 sieve with a .279 inch square opening, but not to pass through a number #16 (.0445 inches). Conventional abrasives, like coal slag, are milled to much smaller sizes, as they can pass through standard #25 and #35 sieves (.0277 and .0176 inch openings). The size difference is a benefit to pliant media users because the large particle sizes are easily separated from smaller waste coating particles and the contaminants it removed on impact. For the purposes of offshore applications, pliant media can be effectively reused from five to six times using simple, portable classification equipment.

It is helpful to compare square foot consumption requirements of both conventional and pliant medias. Approximately eight pounds of pliant media are required to remove one square foot of a fully adhered, industrial epoxy coating system and to achieve an SP-10 "Near White Blast." Approximately ten pounds of conventional abrasives are required to prepare the same surface, which is two pounds or 20% more than pliant media requirements. When blasting 200 square feet to the same specifications listed above, 1,600 pounds (200 sq. ft. x 8 lbs.) of pliant media is required, while it requires 2,000 (200 sq. ft. x 10 lbs.) pounds using conventional media to complete the same job. As we conservatively expect five reuses for every pound of blasted pliant media collected, we calculate a revised consumption rate. The total media requirement for

the job, assuming five reuses, reduces from 1,600 to 320 pounds (refer to "A" in Figure 1). Conventional, free, hard abrasives, such as garnet and aluminum oxide, can be recycled, but usually the size and cost of the equipment required makes recycling impractical, especially offshore.



Virtually every offshore material requires transportation from an on-shore dock using a marine vessel or helicopter. Among the highest costs to consider when planning offshore coatings maintenance are the volume requirements of abrasive blasting media already mentioned, and the resources required to transport it. As media consumption rates decrease so should material handling costs, such as freight to and from the job-site.

Transportation costs can be considerable, given the usual transportation methods. Onshore transportation, using common motor freight carriers is billed by the pound and pallet. For example it costs approximately \$122 to transport one 400-pound pallet of pliant media forty miles to a shipping dock. It costs \$331 to transport one 2,000-pound pallet of conventional abrasives.

In addition to the lower shipping costs of transporting pliant media to dockside, lower marine transportation costs could be expected as well. Marine transportation costs are mainly billed by the day. There are three basic vessel types used to transport abrasive blasting materials. Crew boats, ranging from 80 to 110 feet long, are used to transport personnel and small volumes of material. Utility boats, ranging from 100 to 120 feet long, are used to transport moderate volumes of material. Supply boats, ranging from 150 to 180 feet long, transport larger volumes of material. It is standard in the industry to charge per day rates from \$1,100 to \$1,300, \$1,400 to \$1,700 and \$2,200 to \$2,700 respectively. Helicopters, used only during time-

pulgadas cuadradas, pero no a través de una número #16 (de .0445 pulgadas). Los abrasivos convencionales, como el carbón, molidos en tamaños mucho más pequeños, que pueden atravesar tamizadores estándar #25 y #35 (con aberturas de .0277 y .0176 pulgadas, respectivamente). La diferencia de tamaño es una ventaja para quienes utilizan esponjas maleables porque las partículas grandes se pueden separar fácilmente de las partículas de desecho más pequeñas y de los contaminantes que se remueven con el impacto. Para todas las aplicaciones de costa afuera, las esponjas maleables pueden ser reutilizadas de manera efectiva ente cinco y seis veces, utilizando un equipo sencillo de clasificación portátil.

Es también muy útil comparar las necesidades de consumo por pie cuadrado de los medios de esponjas maleables y los abrasivos convencionales. Para remover un pie cuadrado completamente adherido de un sistema de recubrimiento epoxidico industrial, alcanzando un estándar SP-10 "casi a blanco", se necesitan, aproximadamente, ocho libras de esponjas maleables; mientras que se necesita alrededor de diez libras de abrasivos convencionales para preparar la misma superficie. Ello quiere decir que se necesitan dos libras o un 20% más de un abrasivo convencional que de esponjas maleables. Para preparar una superficie de 200 pies cuadrados, con las especificaciones antes expuestas, se necesitan sólo 1.600 libras (200 pies cuadrados x 8 libras) de esponjas maleables, en comparación a las 2.000 libras (200 pies cuadrados x 10 libras) que se necesitan de un abrasivo convencional. Esta tasa de consumo puede recalcularse a partir de los cinco reciclajes que, siendo conservadores, podemos esperar por cada libra de esponja recolectada. Asumiendo que puede reutilizarse cinco veces, para la realización total del mismo trabajo, podemos reducir las 1.600 libras a sólo 320 libras (designadas con "A" en la Figura 1). Los abrasivos fuertes convencionales gratuitos, tal es como el granate y el óxido de aluminio pueden ser reciclados pero, generalmente, el costo de los equipos necesarios hace de este tipo de reciclaje algo poco práctico, especialmente en operaciones costa afuera.

Figura 1 – Consumo de material Escala de la operación – Pies cuadrados

Material que se necesita en libras

Esponjas maleables, abrasivos convencionales, esponjas maleables asumiendo 5 reciclajes.

Prácticamente cualquier material que se utilice costa afuera, requiere de transporte desde tierra firme, a través de embarcaciones marítimas o helicópteros. Entre los costos más altos que deben considerarse cuando se planifica mantenimiento de recubrimientos costa afuera, se encuentra aquel del volumen de materiales abrasivos que se ha mencionado, y los recursos necesarios para su transporte. Entre más disminuyan las tasas de consumo, también lo harán los costos de manejo de material y transporte hacia y desde el área de trabajo.

Los costos de transporte pueden llegar a ser significativos, especialmente tomando en cuenta los métodos de transporte que se suelen utilizar. El transporte de material, utilizando medios terrestres, se cobra por peso y volumen. Por ejemplo, el costo aproximado de transportar una paleta de 400 libras de esponjas maleables, una distancia de cuarenta millas, hacia un muelle de transporte, es de \$122, mientras que transportar una paleta de 2.000 libras de abrasivos convencionales, la misma distancia, cuesta \$331.

Además de reducir los costos de transporte hacia el muelle de salida en tierra firme, también puede esperarse una reducción en los costos de transporte marítimo. El costo de transporte marítimo se cobra por día. Existen tres tipos básicos de embarcación que pueden ser utilizadas para el transporte de materiales abrasivos. Los botes de tripulación, que miden entre 80 y 110 pies de largo, se utilizan para transportar personal y volúmenes pequeños de material. Los botes de servicio, que miden entre 100 y 120 pies de largo, sirven para transportar volúmenes medianos de material. Los botes de suministro, de entre 150 y 180 pies de largo, transportan volúmenes grandes de material. En esta industria, se suelen cobrar tarifas diarias de entre \$1.100 y \$1.300, entre \$1.400 y \$1.700, y entre

costos asociados con el manejo, transporte y desecho. En general, puede esperarse que el uso de esponjas maleables disminuya la tasa de consumo, en comparación a medios abrasivos convencionales, en proyectos de la misma escala.

Las esponjas maleables están diseñadas y fabricadas para ser reutilizada según su tamaño, lo que permite una clasificación rápida y eficiente. Con el uso de equipos de tamizado modificados, las esponjas maleables reutilizables pueden separarse del material gastado, los contaminantes de la superficie y las partículas de recubrimientos dañados. Por ejemplo, si se utiliza la esponja maleable preparada en tamaños que van desde 1/16 a 1/4 pulgadas de diámetro, es decir, lo suficientemente pequeñas para pasar a través de un tamizador americano estándar #3, con una abertura de .279

critical situations, also carry people and small cargo, but require flat fee rentals between \$3,000 and \$5,000 plus \$350-550 per flight hour.

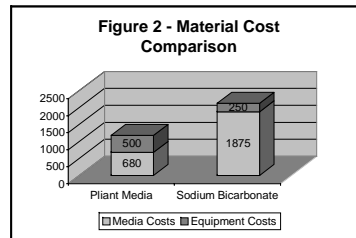
Conventional media, due to the large weight and volumes required, typically call for an independent vessel costing from \$1,500 to \$3,000. The lower weight and volume requirements of pliant media can typically fit on weekly grocery boats, which lead to significant cost savings.

Technology Comparison: When conducting moderate to small-scale offshore coating maintenance, sodium bicarbonate and pliant media blasting are the two technologies of choice. They both reduce media rebound, overblasting, and reduce damage to surrounding equipment. Surface preparation tests conducted on a Louisiana/Texas Gulf coast platform using both sodium bicarbonate and pliant media revealed pliant media is more cost effective, especially when comparing the cost for materials.

Five days of consumption data were collected by a project foreman. Only 400 pounds of pliant media were consumed, while, to blast the same square footage and substrate using sodium bicarbonate, 1,500 pounds were consumed. Comparisons showed that the pliant media costs totaled \$680 (2 bags per day × \$68 per bag × 5 days), while the costs for sodium bicarbonate were \$1,875 (15 bags per day × \$25 per bag × 5 days). Equipment rental costs were \$500 and \$250 per week respectively (refer to Figure 2- Material Cost Comparison).

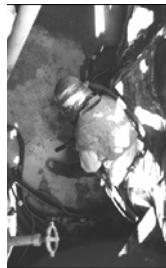
While pliant media equipment rental costs were double those of sodium bicarbonate, pliant media consumption accounted for less than a quarter of the sodium bicarbonate media costs. Combined, the material and equipment costs led to a savings of \$875 using pliant media, which was 63% less than sodium bicarbonate costs.

Airborne Dust: In addition to the direct cost benefits regarding the use of pliant media, there are many indirect benefits. For example, pliant media users can expect improved visibility, better control of the area being prepared and the ability to conduct blasting in closer proximity to sensitive machinery. Although these benefits do not equate to directly measurable cost savings, they make surface preparation significantly easier on operators. They also allow for improvements in the quality of the



prepared surface, the total work environment and create less of an interference with nearby production processes.

As discussed earlier, pliant media particles flatten on surface impact, expose the cutting abrasive, work the failed coating and other surface contaminants loose, leaving the substrate with the specified profile. It reduces airborne dust in two ways. First, it flattens on impact, acting like a blanket, which inhibits the ricochet of the airborne paint and contaminants. Second, it traps paint and contaminants in its porous structure. The result is a significant reduction of airborne dust.



Note the clean, low dust environment enjoyed by this pliant media blaster on a checkered platform deck plate.

An airborne dust and contaminant study conducted by Jacques Whitford, Inc., a New England-based environmental engineering firm, measured amounts of airborne lead concentrations generated by pliant media blasting with the media produced by this company and conventional silica sand. Three two-hour blast periods were monitored for each blast process in an SSPC Class #3 negative pressure containment system. The blaster and an area monitor used NIOSH compliant air sampling pumps and filter cases. The tests, which are summarized below,

\$2,200 and \$2,700 respectively. Por otra parte, los helicópteros sólo se utilizan en situaciones críticas. Pueden transportar gente y cargas pequeñas, pero es necesario pagar tarifas fijas de alquiler que oscilan entre \$3,000 y \$5,000, además de unos \$350 a \$550 por hora de vuelo. Debido al volumen y peso que se necesitan de abrasivos convencionales, generalmente requieren de transportes marítimos independientes que cuestan entre \$1,500 y \$3,000. Gracias al volumen y peso requeridos de esponjas maleables, por lo general, pueden transportarse en botes de víveres semanales, lo que conduce a un ahorro significativo en los costos.

Comparación tecnológica: Cuando se realizan proyectos de mantenimiento de recubrimientos de escalas pequeñas a moderadas, las dos tecnologías preferidas son las ráfagas de bicarbonato de

sodio y de esponjas maleables. Ambas reducen el rebote de material, las ráfagas no intencionales y los daños potenciales a equipos adyacentes. Una prueba de preparación de superficies realizada en una plataforma en la costa del golfo entre Texas y Louisiana, en la que se utilizaron ráfagas de bicarbonato de sodio y de esponjas maleables, reveló que estas últimas resultan mucho más rentables, especialmente cuando se compara el costo de los materiales.

Un supervisor de proyecto recolectó datos sobre el consumo durante cinco días. Para trabajar una superficie de la misma área y sustrato, se utilizaron sólo 400 libras de esponjas maleables, mientras que se necesitaron 1,500 libras de bicarbonato de sodio. La comparación mostró que el costo total de esponjas maleables fue de \$680 (2 bolsas diarias × \$68 por bolsa × 5 días), mientras que el costo total de consumo de bicarbonato de sodio fue de \$1,875 (15 bolsas diarias × \$25 por bolsa × 5 días). Los costos totales de alquiler de equipos fueron de \$500 y \$250 semanales respectivamente (véase la Figura 2- Comparación de costo de materiales).

A pesar de que los costos de alquiler de equipos para esponjas maleables doblan aquellos utilizados para bicarbonato de sodio, el costo de consumo de esponjas maleables fue menos de una cuarta parte del costo de consumo de bicarbonato de sodio. En conjunto, los costos de consumo de materiales y equipos condujeron un ahorro de \$875 al utilizar esponjas maleables, que fue un 63% menos del costo de bicarbonato de sodio.

Producción de polvo residual: Además de los beneficios directos de costos, con la utilización de esponjas maleables, existen un gran número de beneficios indirectos. Uno de ellos, consiste en el aumento de visibilidad de quienes utilizan las esponjas maleables, que permite tener un mayor control del área que se está preparando y la posibilidad de trabajar en las adyacencias de maquinaria delicada. Aún cuando estos beneficios no pueden equipararse directamente a los de ahorro de costos, ni medirse, hacen la preparación de superficie significativamente más fácil para los operadores. También permiten mejoras en la calidad de las superficies preparadas, el ambiente de trabajo en general, e interfieren menos con otros procesos de producción en las proximidades.

Figura 2 – Comparación de costo de material
Esponjas maleables Bicarbonato de Sodio
Costo de material Costo de equipos

Como hemos dicho anteriormente, las partículas de las esponjas maleables se aplanan al impactar la superficie, exponiendo los elementos abrasivos que trabajan sobre los recubrimientos dañados y sobre los contaminantes de la superficie, dejando el sustrato con el perfil de anclaje especificado. Las esponjas maleables reducen la producción de polvo residual de dos formas. Primero, al aplanarse en el impacto, funciona como una esponja, que inhibe los residuos de pintura y contaminantes que se sueltan en forma de polvo. Segundo, atrapa los contaminantes en su estructura porosa, lo que resulta en una disminución significativa del polvo residual.

La compañía de ingeniería ambiental Jacques Whitford, Inc., cuya sede principal se encuentra en Nueva Inglaterra, realizó un estudio sobre los contaminantes y polvos residuales, en el que se midieron las cantidades y concentraciones de polvo residual generado por el abrasivo maleable que produce esta compañía y el generado por arena convencional de silicio. Durante el estudio se monitorearon tres períodos de ráfagas, de dos horas de duración cada uno, con cada uno de los procedimientos, en un sistema de contención de presión negativa Clase #3 SSPC. El propulsor y un monitor de área utilizaron bombas de aire y cajas de filtro aprobadas por la NIOSH. Las pruebas, que se resumen a continuación, comparan el uso de ráfagas abrasivas de arena y de un medio abrasivo maleable fabricado con grit de acero #40.

Nótese el ambiente limpio y libre de polvo residual del que goza el operador de abrasivos maleables en checkered platform deck plate.

compared abrasive blasting using sand and pliant media manufactured with #40 grit steel.

Subject	Pliant Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Silica Sand ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Lead Reduction ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Blaster	4,990	69,800	64,810
Area Monitor	980	11,300	10,320

*Test processing by ESA Laboratories, Inc. Chelmsford, Massachusetts. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = Micrograms Per Cubic Meter

The results indicated levels of airborne contaminants were significantly lowered when blasting with pliant media. Airborne lead levels were reduced by 64,810 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, or 92.8% at the blaster and 10,320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, or 91.3% in the containment area. The implications on health and safety in an environment using pliant media are clear.

The improved visibility experienced by the pliant media blaster delivers an indirect benefit on its surface preparation quality. Conventional abrasive blasters have limited ability to view real-time blasting results due to the dust generated by the process, while pliant media blasters have better visibility, and therefore, better indication how their blasting is affecting the surface – at all times. Increased production rates can be expected, as there are fewer blasting stoppages taken to assess the progress and quality of the job. Better visibility also allows better control at the nozzle. Blasters, who are able to see the immediate effect of their nozzle movements, angles and distances from the substrate, are able to immediately adjust to problems.

With pliant media blasting, the ability to continue oil and gas production is critical to platform production operations. Pumping 1,666 barrels per hour, at \$18 per barrel, interruptions could cost the owner \$30,000 per hour when dusty surface preparation stops production. Damage to sensitive pumps, piping, gas generators and computerized production control systems happens most often when maintenance teams are abrasive blasting. The dust generated from conventional abrasive blasting tends to be a major cause of production equipment failure. During such failures, shut-ins occur, causing time consuming and costly production interruptions. The rule of thumb regarding production process failures is they require twice

the time and the resources to repair when compared to onshore production lines. Pliant media's low dust and low rebound attributes tend to minimize impact on sensitive production processes.

The use of pliant media also allows deliberate blasting in close proximity to sensitive machinery. For example, there are a number of generators, pipeline pumps and gas compressors that are designed to rotate in different process configurations. These rotating mechanisms, often contaminated by dusty abrasive blasting, are less affected by pliant media blasting again due to its low dust and low rebound attributes. Process dust and ricochet, from conventional blasting, also tend to cause drainage clogs, pump malfunctions, or computerized system problems, which interrupt production and threaten productivity. These problems are drastically reduced with pliant media blasting.

Surface Cleanliness: Lower quality levels of surface cleanliness after abrasive blasting often lead to additional, time consuming water-washing. Pliant media has been measured to clean at exceptionally high levels, in some cases without post-blast washing.

A.W. Chesterton, Inc., a worldwide industrial coating manufacturer and applicator, conducted blast tests using silica sand and this company's pliant media impregnated with aluminum oxide. Metal panels, which had been deliberately contaminated with sodium chloride to levels of 400 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, were blasted using both abrasives. Testing revealed the plates blasted with conventional abrasives required three washing cycles and one additional blast cycle to achieve chloride levels below 10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, while the plate blasted using pliant media required no washing cycle, having already achieved residual chloride levels below 10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. A.W. Chesterton then applied equivalent thicknesses of composite lining to both sets of panels, and subjected them to ATLAS Closed Cell Tests, per ATSM C868, using 50°C demineralized water. After six months the panels were inspected for blistering. Neither the conventionally blasted nor the pliant media blasted panels revealed coating failure, indicating with reasonable certainty, pliant media blasting can clean steel substrates to acceptable surface cleanliness without additional steps of water-washing.

Objeto	Abrasivo maleable ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Arena de silicio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Reducción de plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Propulsor	4.990	69.800	64.810
Monitor de área	980	11.300	10.320

Los datos de la prueba fueron procesados por ESA Laboratories Inc., en Chelmsford, Massachusetts. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = Microgramos por metro cúbico.

Los resultados indicaron que nos niveles de contaminantes pulverizados se redujeron significativamente con el abrasivo maleable. Los niveles de plomo liberado al aire se redujeron a 64,810 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o en un 92.8% en el propulsor y a 10,320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en un 91.3% en el área de contención. Las consecuencias sobre la salud y seguridad del ambiente cuando se utilizan medios maleables, son evidentes.

El aumento en la visibilidad del operador que utiliza medios maleables, resulta en un beneficio indirecto en la calidad de la preparación de superficies. Los abrasivos convencionales limitan la capacidad del operador de ver los resultados del procedimiento mientras lo lleva a cabo, debido a la cantidad de polvo residual que genera el procedimiento; mientras que los operadores que utilizan medios maleables tienen mayor visibilidad y, por ello, indicios más precisos de cómo las ráfagas están afectando la superficie, a lo largo de todo el proceso. Por esta razón pueden esperarse incrementos en las tasas de producción, pues hay también una menor necesidad de parar el proceso para obtener una alta calidad en el trabajo. El aumento en la visibilidad también permite un mayor control sobre la boquilla. Cuando los operadores pueden ver el efecto inmediato que tienen los movimientos, ángulos y distancias de la boquilla, sobre el sustrato, pueden ajustar rápidamente estos factores para mejores resultados.

La capacidad de no interrumpir las operaciones de producción, que otorga el trabajar con abrasivos maleables, puede ser un factor determinante para las operaciones de producción en las plataformas petroleras. En una producción que extrae 1.666 barriles por hora, a \$18 el barril, las interrupciones podrían costar \$30.000 por hora, cada vez que se detiene la producción de preparación de superficies en condiciones de polvo. La mayor parte de los daños que se hacen a los delicados extractores, las tuberías, los generadores de gas y los sistemas de control de producción computarizados, ocurren mientras los equipos de mantenimiento están dando servicio de ráfagas abrasivas. El polvo residual, generado por ráfagas de abrasivos convencionales, es considerado una de las principales causas de fallas en los equipos de producción. Durante este tipo de fallas, puede ser necesaria apagar los equipos, lo que genera interrupciones de producción y pérdidas de tiempo muy costosas. La regla general en las fallas de procesos de producción es que requieren el doble de tiempo y recursos para repararse, en comparación al necesario en las líneas de producción sobre tierra firme. Los atributos de bajo rebote y baja producción de polvo residual de los medios abrasivos maleables suelen minimizar este tipo de problemas en los delicados procesos de producción.

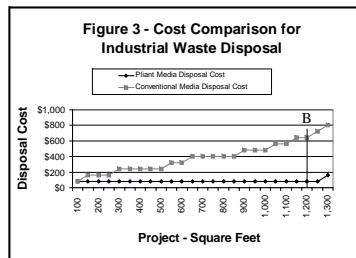
El uso de abrasivos maleables también permite que se realicen operaciones de ráfagas deliberadamente en las adyacencias de equipos delicados, como pueden ser los diversos generadores, bombas de tuberías y compresores de aire, diseñados para rotar en diferentes configuraciones de procesos. Estos mecanismos rotativos, que con frecuencia se contaminan con el polvo residual producido por las ráfagas de abrasivos, pueden ser menos afectados cuando se utilizan abrasivos maleables, gracias a su bajo rebote y baja producción de polvo residual. El polvo residual y rebote de material, producido por los abrasivos convencionales, tiende también a causar obstrucción en los drenajes, malfuncionamientos en las bombas y problemas en los sistemas computarizados, que interrumpen la producción y, en consecuencia, amenazan la productividad. Estos problemas se reducen drásticamente con el uso de esponjas abrasivas maleables.

Limpieza de la superficie: Cuando la calidad de limpieza de la superficie son bajos, suele ser necesario realizar lavados con agua adicionales, que quitan mucho tiempo. Los niveles limpieza que se han logrado alcanzar y medir con las esponjas maleables son excepcionalmente altos, en algunos casos, sin siquiera realizar lavados posteriores con agua.

La A.W. Chesterton, Inc., es una compañía mundial de fabricación y aplicación de recubrimientos industriales, que condujo experimentos utilizando arena de silicio y las esponjas abrasivas impregnadas con óxido de aluminio producidas por esta compañía. Para ello, se contaminaron deliberadamente paneles de metal con niveles de cloruro de sodio de 400 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, y se aplicaron ambos sistemas de ráfagas abrasivas. Los resultados de la prueba revelaron que con los abrasivos

Disposal of Pliant Media: There are many options regarding the disposal of spent pliant media. When disposing spent media and non-lead-based coatings, waste can be disposed in registered special waste or industrial landfills, similar to any other non-hazardous industrial waste product.

Costs of disposing waste in a special waste landfill are determined by minimum per ton fees, with the rough cost of \$80 per ton plus a minimum gate rate, which can range from \$200 to \$300. Recall from the previous example the media volumes required to blast 200 square feet were 320 pounds of pliant media and 2,000 pounds of conventional sand, which are both under one ton, and the minimum gate fee would be the same for both waste products. The total disposal costs for both waste streams would be estimated at \$330 (or \$80 + 250). It is important to note on smaller projects, especially those that require the disposal of less than a ton of spent media and contaminants, disposal costs would remain the same. On larger projects, however, there can be a significant difference in disposal costs (refer to "B" in Figure 3).



Note the incremental difference in disposal cost as project square footage increases. For example, waste generated from a 1,200 square foot project using conventional abrasives would cost \$890 (\$250 + (8 tons × \$80)), while the disposal costs using pliant media with the same square footage would cost \$330 (\$250 + \$80), which would account for a 63% (\$560) savings.

One additional benefit using pliant media is that the classification process effectively separates out fine particles from spent media in two separate spouts. At the end of a job, fine particles of spent pliant media, failed

coating and contaminant particles are separable from good, reusable media. The reusable pliant media can be stored in barrels until it is needed again.

One-Step Dry Process: Pliant media blasting is a one-step, dry process. It does not utilize solvents, chemical thinners or other industrial cleaners to cut or clean a given surface. Pliant media is designed to hit the surface, flatten on impact, clean the contaminated surface, expose its abrasive, cut into the substrate, trap or inhibit dust generation – all in one step. Because pliant media is a dry process, it can be used near electrical conduit and sensitive computerized machinery.

Range of Abrasion: Pliant media is manufactured with a wide variety of abrasives. Steel grit, aluminum oxide, staurolite, plastic urea, glass beads and non-abrasive additives can be entrained in urethane to make pliant media. One pliant media manufacturer can demonstrate its pliant media system can be used as an industrial cleaner, and then, in as little as five minutes, be used to cut into the toughest industrial epoxy coating systems available. Additionally, pliant media is one of the few abrasive technologies that can be used to cut rubberized tank and railcar coatings. Pliant media, as a surface preparation and industrial tool, is perhaps the most versatile, low dust, technology available.

Containment: Shade cloths, wind screens, or polypropylene mesh screens are typically used as temporary containment walls in large open areas on offshore platforms. They allow blowing offshore winds to pass through them without ripping them from the platform. Their semi-transparent quality also allows moderate levels of daylight to pass through them.

The benefits of pliant media also allow for less sophisticated containment. The use of plywood along handrails and against production skids is sufficient to contain blasted pliant media in local areas – providing easy retrieval at the deck level. Ground cloths placed over grating decks is a good practice for containing blasted media from falling through grated openings on offshore platforms. Wrapping moderately sensitive equipment to protect it from over-blast is typically not necessary when pliant media blasting due to its lower ricochet.

convencionales eran necesarios tres ciclos de lavado y un ciclo de ráfaga adicional para alcanzar niveles de cloruro inferiores a los 10 µg/cm², mientras que con las esponjas maelables abrasivas no fue necesario ningún ciclo de lavado, pues se alcanzaron niveles de cloruro inferiores a los 10 µg/cm². Luego, la A.W. Chesterton aplicó capas de compuestos de igual espesor a ambos grupos de paneles, y los sometió a pruebas ATLAS de Célula Cerrada, por ATSM C868, utilizando agua desmineralizadas a 50°C. Seis meses más tarde se inspeccionaron los paneles, buscando posibles formaciones de burbujas. No se encontraron fallas en los recubrimientos de los paneles de ninguno de los dos grupos⁷, lo que indica, con una certeza razonable, que ambos sistemas de ráfagas abrasivas pueden alcanzar niveles aceptables de limpieza en la superficie de los sustratos, sólo que, en el caso de las esponjas abrasivas maleables, no es necesario realizar lavados con agua.

Métodos de desecho de las esponjas maleables: Existen muchas opciones a la hora de realizar el desecho de material de esponjas maleables gastadas. Cuando se trata de esponjas gastadas o recubrimientos que no son a base de plomo, pueden utilizarse botaderos industriales o botaderos especiales para derechos, igual que cualquier otro desecho de productos industriales que no sea tóxico.

Los costos de desechos en un botadero especial de desechos se determinan por tarifas mínimas por tonelada, con un costo aproximado de \$80 por tonelada, más un costo mínimo de gate rate, que oscila entre los \$200 y \$300. Retomando los ejemplos previos, los volúmenes de material requeridos para preparar una superficie de 200 pies cuadrados, fueron de 320 libras de esponjas maleables y 2,000 libras de arena convencional, ambos inferiores a una tonelada, y donde el costo mínimo de gate sería el mismo para ambos productos. EL total de costos para ambos tipos de desecho se estima en \$330 (o \$80 + \$250). Es importante hacer notar que el costo de los desechos, para proyectos más pequeños, que contengan menos de una tonelada de esponjas gastadas y contaminantes, se mantendría igual. Sin embargo, en proyectos más grandes, puede haber una diferencia significativa en los costos de desechos (Véase "B" en la Figura 3).

Figura 3 – Comparación de costos para desechos industriales.

Proyecto – Pies cuadrados – Costo de los desechos

Costo de los desechos de esponjas maleables
Costo de los desechos de abrasivos convencionales

Nótese cómo la diferencia en los costos de desechos de un proyecto de igual área, aumentam a medida que aumenta el tamaño del proyecto. Por ejemplo, el costo de los desechos generados por un proyecto de 1.200 pies cuadrados utilizando abrasivos convencionales sería de \$890 (\$250 + (8 toneladas × \$80)), mientras que el costo de los desechos de un proyecto de igual ta maño con esponjas maleables sería de \$330 (\$250 + \$80), con lo que se obtiene un ahorro de un 63% (\$560).

Otra ventaja del uso de esponjas maleables es que el proceso de clasificación puede separar, de manera efectiva, las partículas finas de las esponjas gastadas, en dos grupos diferentes. Al finalizar el trabajo, es posible separar las partículas finas de esponjas gastadas, los recubrimientos desprendidos y las partículas contaminantes, de las esponjas buenas reutilizables. Estas esponjas reutilizables pueden almacenarse en barriles hasta que se necesiten de nuevo.

Un proceso de un único paso seco: Las ráfagas de esponjas abrasivas son un proceso seco que consiste en un único paso. No es necesario utilizar solventes, diluyentes químicos ni otros limpiadores industriales para obtener una superficie limpia y bien preparada. Las esponjas maleables están diseñadas para impactar la superficie, aplanarse, limpiar la superficie contaminada, exponer sus componentes abrasivos y cut into el sustrato, disminuyendo la generación de polvo residual y atrapándolo, todo en un simple paso. Gracias a que se trata de un procedimiento seco, puede ser realizado cerca de maquinarias delicadas computarizadas o de conductores eléctricos.

Rango de abrasión: Las esponjas maleables son fabricadas con una amplia gama de abrasivos. Gránulos de acero, óxido de aluminio, staurolite, úrea plástica, glass beads y aditivos no abrasivos, pueden ser incrustados en el uretano para fabricar esponjas maleables. Un fabricante de esponjas maleables puede hacer una demostración de cómo su sistema puede ser utilizado como un limpiador industrial y luego, apenas cinco minutos más tarde, ser utilizado para cut into los sistemas de recubrimientos industriales epoxídicos más fuertes disponibles en el mercado. Además, las esponjas maleables son uno de las pocas tecnologías de abrasivos que pueden ser utilizadas para cut recubrimientos con goma para tanques y trenes. Las esponjas maleables, como herramienta industrial y de preparación de superficies es, quizás, la tecnología más versátil y con menor producción de polvo residual disponible en el mercado.

Although less substantial containment structures are needed, they are still necessary – especially around pump air intakes.

The benefits of building less substantial containment combined with the time saved preparing production equipment from ricochet have a direct, beneficial effect on labor costs, although they are hard to calculate.

CONCLUSION

Pliant media is well suited for harsh offshore environments and is changing the way offshore coating professionals think about planning, estimating and conducting surface preparation. With the availability of this new surface preparation technology, it is now appropriate to consider the process benefits as they effect the entire maintenance project, their effect on oil production operations, in addition to simple production rates.

Pliant media technology's clean, dry, low dust, low rebound and reusable characteristics minimize over-blast, minimize damage to surrounding equipment, minimize waste and materials transportation - making it an excellent tool on offshore platforms.

FOOTNOTES

- (1) Sponge-Jet, Inc., Portsmouth, NH, USA.
- (2) Paul Hewitt, *Conceptual Physics* (Canada: Little Brown & Company, 1981). P. 109-110.
- (3) Sponge-Jet, Inc., Portsmouth, NH, USA.
- (4) Paul Hewitt, *Conceptual Physics* (Canada: Little Brown & Company, 1981). P. 109-110.
- (5) Sponge-Jet, Inc., Portsmouth, NH, USA.
- (6) Jacques Whitford, Inc., Freeport, Me.
- (7) Arc, Division of Chesterton, Stonham, Ma.

es colocar suelos impermeables sobre las rejillas de las cubiertas, pues evita que caiga en las aberturas de las plataformas costa afuera. Por lo general, no es necesario envolver los equipos medianamente delicados para protegerlos de las ráfagas no intencionales, gracias al bajo rebote de las esponjas.

Aún cuando se necesitan métodos de contención estructurales menos sustanciales, estos pueden ser necesarios, especialmente alrededor de las entradas de aire de las bombas. Los beneficios de no tener que construir sistemas de contención estructurales, junto al tiempo que se ahorra a la hora de preparar el equipo de producción para protegerlo del rebote, tienen un efecto directo beneficioso en los costos de producción, aunque son difíciles de calcular.

CONCLUSION

Las esponjas maleables son un medio adecuado para el difícil ambiente de las plataformas costa afuera, y están cambiando la forma en que los especialistas en recubrimientos costa afuera piensan en cuanto a planificación, estimación y realización de preparación de superficies. Ahora, con la disponibilidad de esta nueva tecnología de preparación de superficies, es apropiado considerar los beneficios que otorga este proceso y la forma en que afectan todo el proyecto de mantenimiento, así como su efecto en las operaciones de producción de petróleo, en lugar de tomar en cuenta sólo las tasas de producción.

La tecnología de esponjas maleables es limpia, seca, de bajo rebote y produce bajos niveles de polvo residual, minimizando el daño a equipos adyacentes y el transporte de materiales y desechos, haciendo de esta tecnología, una excelente herramienta en las plataformas costa afuera.

NOTAS AL PIE DE PÁGINA

- (1) Sponge-Jet, Inc., Portsmouth, NH, USA.
- (2) Paul Hewitt, *Conceptual Physics* (Canada: Little Brown & Company, 1981). P. 109-110.
- (3) Sponge-Jet, Inc., Portsmouth, NH, USA.
- (4) Paul Hewitt, *Conceptual Physics* (Canada: Little Brown & Company, 1981). P. 109-110.
- (5) Sponge-Jet, Inc., Portsmouth, NH, USA.
- (6) Jacques Whitford, Inc., Freeport, Me.
- (7) Arc, Division of Chesterton, Stonham, Ma.

Contención: En las áreas descubiertas de las plataformas costa afuera, generalmente, se utilizan telas que protegen contra el sol y el viento, así como pantallas de polipropileno, como paredes temporales de contención. Esto permite que los vientos costa afuera pasen a través de las plataformas sin arrancarlas. Su cualidad de semi-transparencia también permite que entre una cantidad moderada de luz.

Entre los beneficios de las esponjas maleables, se encuentra el que su uso requiera de métodos de contención menos sofisticados. El uso de contraenchapados a lo largo de las barandas y contra las rastras de producción es suficiente para contener las esponjas y sus desechos en áreas localizadas, proporcionando un fácil acceso al nivel de cubierta. Una excelente forma de contener las esponjas