

Alternativa de reuso para cortes de perforación contaminados con diésel

Alejandro Silva Gutsens

E-MAIL: quimicogutsen@gmail.com

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría

Yuletsis Díaz Rodríguez

E-MAIL: yuletsis@ceinpet.cupet.cu

Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET)

RESUMEN

En la industria petrolera cubana resulta necesario la adopción de nuevas alternativas y tecnologías para prevenir la contaminación y minimizar el impacto ambiental derivado de esta actividad. Entre las afectaciones más severas se destacan las producidas por las acciones de extracción y manejo del petróleo. Uno de los temas más preocupantes es la generación de grandes volúmenes de residuos sólidos petrolizados sobre todo los cortes de perforación impregnados con fluidos o lodos base combustible diésel ya que se dificulta su tratamiento y disposición final.

PALABRAS CLAVES:

contaminación, cortes, petróleo, residuos.

Reuse alternative for diesel contaminated drilling cuttings

ABSTRACT

In the Cuban oil industry, it is necessary to adopt new alternatives and technologies to prevent pollution and minimize the environmental impact derived from this activity. Some of the most severe effects include those produced by the actions of oil extraction and management. One of the most concerning issues is the generation of a large volume of petroleum solid waste (contaminants), especially drill cuttings coated with diesel fuel-based fluids or sludge, since their treatment and final disposal are difficult.

KEYWORDS: contamination, cuts, oil, waste.

01 INTRODUCCIÓN

En la industria petrolera cubana resulta necesario la adopción de nuevas alternativas y tecnologías para prevenir la contaminación y minimizar el impacto ambiental derivado de esta actividad. Entre las afectaciones más severas se destacan las producidas por las acciones de extracción y manejo del petróleo. Uno de los temas más preocupantes es la generación de grandes volúmenes de residuos sólidos petrolizados, sobre todo los cortes o recortes de perforación impregnados con fluidos o lodos base combustible diésel.

Los lodos de perforación, se definen como fluidos circulantes que se utilizan en la perforación rotatoria, para realizar una o todas de las varias funciones requeridas en las operaciones de perforación. Este fluido puede ser cualquier sustancia o mezcla de sustancias con características físicas y químicas apropiadas, por ejemplo: aire o gas, agua, petróleo o combinaciones de agua y aceite con determinado porcentaje de sólidos. Los fluidos de perforación son fundamentales en la perforación de un pozo, pues son los encargados de enfriar y lubricar la broca, la sarta de perforación, de limpiar las herramientas y el fondo del pozo, transmitiéndole energía hidráulica. Además, se encargan de suspender los sólidos y transportar los cortes y desprendimientos a la superficie. A la vez permiten estabilizar el pozo y controlar presiones subsuperficiales, sellando las formaciones permeables encontradas durante la perforación. Pero lo más importante es que mantienen la estabilidad y control del pozo (Pretel 2016).

En Cuba los procesos de perforación y específicamente en lo que concierne a los fluidos de perforación, se empleaba una mezcla de base agua. No obstante, presentaba como desventaja que a grandes profundidades no se tenía control de ciertas propiedades como presión y temperatura. Además, la presencia de arcillas activas que reaccionan con el agua provocan inestabilidad en el hoyo. Ante la necesidad de reducir los obstáculos geológicos en la actividad petrolera, se introduce el uso de fluidos base aceite diésel combustible conocido por sus siglas en inglés (oil based mud (OBM)). Con la incorporación de estos en 2016, se logró disminuir los gastos con respecto al tiempo de perforación haciendo más eficaz y económico el proceso (Pretel 2016).

A partir de la inserción de estos lodos se provoca uno de los efectos colaterales desafortunados de la exploración de hidrocarburos: la generación y acumulación de cortes considerados peligrosos por su alto contenido de diésel. Estos residuos son altamente contaminantes por contener hidrocarburos en su composición que impactan negativamente la fauna acuática y retardan la regeneración de la capa vegetal, por lo que son depositados en terrenos impermeabilizados para su posterior manejo.

El manejo y disposición de estos cortes de perforación desencadenan una problemática ambiental, a lo cual, surge la pregunta de cuáles son las tecnologías disponibles y más económicas para su tratamiento y disposición final en la industria cubana de petróleo.

Actualmente en el mundo se aplica la sustitución de diésel por aceites desaromatizados, los cuales son ambientalmente amigables, calificados de bajo riesgo a la salud y biodegradables, pero son muy costosos.

Además, existen alternativas de manejo como la llamada reinyección de cortes que consiste en mezclar los cortes, que se procesan mediante trituración u otra acción mecánica, con agua de mar para formar una lechada viscosa estable. La misma se bombea en un pozo o a través del espacio anular existente entre las sargas de revestimiento en un pozo activo y se inyectan bajo presión en las

formaciones. Otra opción es el proceso de remoción de sólidos químicamente mejorado (RECLAIM) donde se logran eliminar la mayoría de los sólidos finos de los fluidos no acuosos (Hernández 2020).

Otras tecnologías identificadas y desarrolladas para el tratamiento de los cortes de perforación pueden clasificarse en dos grupos principales: procesos físico-químicos y procesos biológicos. Según el tipo de contaminante, también pueden ser viables otras opciones como el relleno de seguridad o el confinamiento.

Entre los procesos físico-químicos aplicados en el tratamiento de residuos contaminados con hidrocarburos se encuentra la incineración, la solidificación o fijación química, la extracción de vapores del suelo, la desorción térmica y la extracción o el lavado con solventes (Pretel 2016). Todas las técnicas antes mencionadas resultan muy costosas, por lo que Cuba se ha inclinado más al tratamiento de estos residuos por procesos biológicos, los que resultan más económicos, como es la biorremediación.

Al respecto existen experiencias donde se demuestra que la biorremediación permite reducir la carga contaminante de los residuos a partir de la capacidad degradadora de los microorganismos. Como resultado se obtuvo un proceso efectivo con tasas de biodegradación final de 72 % para grasas y aceites y 73 % para hidrocarburos totales en un período de 250 días aproximadamente para concentraciones finales de 1 % que especifica la normativa de disposición final de residuos (Hernández 2020). No obstante, el proceso es lento y poco efectivo a la hora de tratar grandes volúmenes del residuo acumulado.

En el mundo también existen opciones para el reúso de estos residuos en la fabricación de cemento y como material de relleno en la construcción de nuevas locaciones de pozos, lo que minimiza la contaminación ambiental y su acumulación. Partiendo de esta base se establece como objetivo general analizar las alternativas de manejo de los cortes de perforación más comunes y económicas en la actualidad mediante la revisión bibliográfica, donde su aplicación sea principalmente en la industria de la construcción.

02 MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar la revisión bibliográfica se escogieron distintos tópicos a analizar, partiendo desde el análisis de los cortes de perforación y su reúso hacia la industria de la construcción.

CLASIFICACIÓN DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN

Los fluidos de perforación se clasifican fundamentalmente teniendo en cuenta la composición del lodo, distinguiendo el componente que define con claridad la función y el rendimiento del mismo.

Los lodos base agua consisten en una fase continua de agua en la cual están suspendidos arcilla y otros sólidos (reactivos e inertes). Lo más usual es agua dulce ya que se consigue normalmente, es barata y fácil de controlar. Además, es el mejor líquido para evaluar formaciones. El agua salada se usa en perforación marina dada su fácil accesibilidad. También se usa agua salina saturada para perforar secciones de domos salinos con el fin de estabilizar la formación y reducir la erosión de las paredes del hueco (Hernández 2020).

Los lodos base aceite son aquellos fluidos de perforación cuya fase continua o externa corresponden a petróleo crudo o derivados. Son de gran utilidad en casos de perforación de zonas

productoras con problemas de estabilidad de pozos por arcillas sensibles; y perforación de pozos profundos a altas temperaturas y presiones (Espíritu 2014).

Los lodos base sintética son los cuales su base consta de un aceite sintético, es usado principalmente en las plataformas offshore (Compañía extraterritorial), teniendo las mismas propiedades de los lodos base aceite, pero con toxicidades mucho menores (Espíritu 2014).

CORTES DE PERFORACIÓN

De acuerdo a la norma mexicana NOM-115-SEMARNAT (2003), los cortes o ripios de perforación se definen como aquellos fragmentos de roca que se obtienen del proceso de perforación; constituidos por minerales de las formaciones perforadas, entre otros, arcillas, cuarzo, feldespatos, carbonatos y otros compuestos calcáreos y de sílice que están impregnados con fluidos de perforación.

Resulta importante resaltar que las cantidades de cortes de perforación que se generan en la etapa de perforación son elevadas. Si se tiene un pozo típico de aproximadamente 5 km de profundidad, se pueden generar 636 m³ de cortes de perforación. El mayor inconveniente en este caso no se produce por el volumen de sólidos que se genera, sino por la toxicidad de estos, ya que estuvieron en continuo contacto con el fluido de perforación. En este sentido resulta muy común tener cortes con impregnaciones de aceites o cualquier otro contaminante. Estos cortes de perforación son desechados, si bien el daño provocado al medio ambiente en el lugar del pozo es relativamente pequeño y se limita a los alrededores de la operación de perforación, el impacto ambiental en las zonas próximas a la plataforma es significativo. Dicho impacto depende del tipo de lodo que se use y de las condiciones ambientales predominantes (Hernández 2020).

COMPOSICIÓN DE LOS CORTES DE PERFORACIÓN

La composición de los recortes de perforación principalmente depende del tipo de formación geológica en la que se encuentre cada sección de la perforación, además del tipo de lodo que se use bien sea en base agua, aceite o sintéticos. Los recortes de perforación se componen principalmente de barita, bicarbonato de calcio, bentonita, sales orgánicas, polímeros orgánicos, inhibidores de corrosión, detergentes y biocidas.

También de una serie de partículas producto del desprendimiento del interior de las rocas molidas por la acción giratoria de las brocas, frecuentemente están constituidas por rocas sedimentarias y algunos minerales naturales. Otro factor para determinar la composición de estos recortes es el contenido del fluido de perforación, debido a que este fluido varía según cada proyecto y cada pozo, según la profundidad y el diámetro que se esté utilizando.

Dentro de la composición de los cortes de perforación se encuentran metales pesados, el cadmio, el cual es tóxico como el zinc afectando principalmente la salud humana; el plomo, afecta a la mayoría de los organismos vivos sobre el sistema nervioso; el mercurio, es neurotóxico y peligroso; el arsénico, es muy tóxico, cancerígeno, incluso puede causar la muerte; cobre, en dosis altas puede provocar irritación en el estómago e intestino, anemia, daño renal y hepático.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS CORTES DE PERFORACIÓN CONTAMINADOS CON DIÉSEL

Los cortes generados durante la perforación con diésel pueden causar grandes impactos ambientales y se dificulta su tratamiento debido a que su degradación es lenta y complicada. Además, generan condiciones anaerobias en el fondo de los sedimentos, lo que provoca una alteración en la composición de las comunidades microbianas. Así mismo, inhiben el crecimiento y desarrollo reproductivo de algunas especies acuáticas y reducen el establecimiento de ciertas comunidades biológicas (Zamora and Ramos 2010).

Estos desechos son colocados en algunas ocasiones en piscinas abiertas al medio ambiente sin someterse a un tratamiento. En estas piscinas se colocan también los desechos que se generan cuando se reacondicionan los pozos petroleros, constituyendo un importante foco de contaminación. En este sentido los desechos pueden migrar a las capas subterráneas del suelo en el caso que las piscinas se desborden cuando la lluvia es abundante, y contaminar las fuentes de aguas superficiales.

En zonas próximas a plataformas de perforación, se han registrado elevados contenidos de hidrocarburos policíclicos aromáticos en los tejidos de peces, lo que incide en enfermedades hepáticas en las comunidades humanas que dependen de estos peces para su alimentación (Pretel 2016).

MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE LOS CORTES DE PERFORACIÓN

El manejo integral de los cortes se centra en los tratamientos que buscan mejorar las propiedades fisicoquímicas del material, dichos tratamientos están clasificados en cuatro grandes grupos, tratamientos térmicos, tratamientos físicos, tratamientos químicos y tratamiento biológicos, teniendo en cuenta la viabilidad de cada tratamiento en cuanto a su efectividad en remoción de los contaminantes, economía e impacto ambiental. Estos métodos están pensados para mejorar las condiciones de los cortes de perforación, estos procesos nos arrojan resultados diferentes y gracias a esto se puede determinar su disposición final de manera que sea viable tanto ambiental como económicamente.

Es vital conocer la naturaleza de cada uno de los métodos a los que los recortes pueden someterse y a continuación se describen las prácticas más reconocidas y con mejores resultados.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

En estos procesos se usa la alta temperatura para la destrucción de los agentes tóxicos, principalmente orgánicos. Entre ellos se encuentran; a desorción térmica, la termo mecánica, calentamiento por radiofrecuencia e incineración.

La desorción térmica es el proceso en el cual se busca elevar la temperatura de los lodos, mediante una fuente de calor directa o indirecta, hasta el punto de volatilizar el agua y los residuos orgánicos presentes en el lodo, la temperatura debe ser la necesaria para lograr el punto de ebullición de los contaminantes, además de controlar el tiempo que el material será expuesto a la fuente.

La mayor ventaja que presenta este método es que los vapores generados son condensados para así separar el agua y el hidrocarburo para ser recuperado. Una desventaja de este método es que el único metal contaminante al que puede ser aplicado este método es el mercurio (Sacristán 2020).

El método termo mecánico también conocido como “hammermill”, logra la evaporación del agua y de los compuestos orgánicos presentes en los lodos. El mismo consiste en un eje central que conecta varios martillos rotativos, los cuales giran a alta velocidad generando fricción entre los materiales. El nivel de giro, la velocidad, la rotación e inclinación se obtienen a partir de los puntos de ebullición de los contaminantes, ya que son los que se busca eliminar; si la turbulencia no es la adecuada puede no transferirse el suficiente calor.

Al igual que en la desorción térmica la mayor ventaja que presenta este método es que los vapores generados son condensados para la reutilización de los hidrocarburos (Sacristán 2020).

El proceso de calentamiento por radiofrecuencia usa la energía electromagnética para la eliminación de los contaminantes, mediante la volatilización de estos. Su energía es similar a la usada en un microondas. Este método solo se puede utilizar en cuerpos que no conduzcan electricidad.

En la incineración el residuo se somete a temperaturas altas que rondan entre 870 °C y 1200 °C, mediante un incinerador. Durante este proceso se volatilizan y destruyen los compuestos orgánicos, además pueden producirse gases o vapores tóxicos con nitrógeno, azufre o compuestos que difieren según la composición del residuo (Montaluja 2018).

Uno de los principales objetivos de este sistema consiste en la recuperación de energía; lo que se convierte en una de las principales ventajas de este método. Esto se debe a la alta reducción del volumen del residuo y la posibilidad de recuperar energía gracias a los gases con altos contenidos volátiles que se producen por la combustión. Su principal desventaja está dada a los elevados costos por la utilización de materiales resistentes a altas temperaturas también, los tiempos de puesta en marcha y parada, el consumo de combustible y el costo de mantenimiento.

El método es usado principalmente cuando el residuo contiene componentes pesados, es un proceso casi de destrucción total de la materia peligrosa, sin posibilidad de recuperar los hidrocarburos contenidos en el recorte.

TRATAMIENTOS FÍSICOS

Los tratamientos físicos logran modificar los componentes peligrosos con el fin de mejorar su forma y composición para su manejo posterior mediante el cambio de fase y/o concentración. Esto se hace gracias a las diferencias en las características como la densidad, presión de vapor, tamaño de partículas, entre otras. Rara vez son utilizados estos métodos como opción final de tratamiento para cualquier material contaminado.

Un método empleado es la ventilación, el cual se considera un método de eliminación pasiva. En el mismo, el suelo se vierte sobre una superficie impermeable, más o menos una capa de 20 cm, y se espera a que los compuestos orgánicos volátiles se volatilicen. El riego ayuda a que los contaminantes se disuelven, además la humedad acelera la actividad de los microorganismos. Es un proceso muy lento y poco viable ya que los contaminantes se disuelven directamente en la atmósfera, aunque es un proceso bastante económico siendo esta su principal ventaja.

Otro proceso consiste en el lavado donde se ponen en contacto el recorte con una solución de tensoactivos que son sustancias capaces de remover hidrocarburos y grasas. La solución se calienta a una temperatura aproximada a los 70 °C favoreciendo la separación de los hidrocarburos que pasan del suelo al líquido de lavado. Durante el proceso de lavado se utilizan grandes cantidades de agua y

aditivos por lo que se recomienda realizar una prueba con el fin de elegir correctamente los aditivos para cada caso (Montaluisa 2018).

El proceso de remoción de sólidos químicamente mejorado (RECLAIM) es una alternativa de manejo para los cortes, donde se logran eliminar la mayoría de los sólidos finos de los fluidos no acuosos. El mismo consiste en remover el grueso de las partículas coloidales finas mediante un equipo de control de la producción de sólidos, encargado de remover las partículas LGS (siglas en inglés de Low Gravity Solids) de más de 5 a 7 micrones. Las partículas más pequeñas permanecen en el sistema de lodo, ya que los sólidos finos o LGS se acumulan en un sistema de lodo durante el proceso de perforación obstaculizando estas operaciones. Posteriormente estos pueden ser utilizados para incrementar la relación agua/petróleo (RAP) del fluido de perforación (Hernández 2020).

TRATAMIENTOS QUÍMICOS

Los tratamientos químicos tienen como principal función modificar los compuestos contaminantes y peligrosos mediante reacciones químicas, de esta forma lo que se busca es eliminar o neutralizar los elementos peligrosos; en otros casos no es posible eliminar por completo estos residuos, pero se realiza el tratamiento para reducir el riesgo que puedan presentar, hasta un punto en que puede ser posible su manejo y posterior disposición (Sacristán 2020). Estos se clasifican en oxidación química, extracción y estabilización/solidificación.

El primero emplea sustancias oxidantes para destruir los componentes contaminantes, transformándolos en dióxido de carbono y agua. Los agentes que actúan como oxidantes pueden ser: o permanganato (MnO_4), el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el ozono. Se obtiene una efectividad de degradación bastante altas. Las sustancias utilizadas en este proceso tienen características corrosivas, lo que indica riesgos para la salud humana y de explosión, debido a esto se deben tomar las precauciones necesarias de manejo de estas sustancias (Sacristán 2020).

En la extracción, los componentes orgánicos se disuelven en el solvente que con el corte se mezcla en un equipo que realiza la extracción del contaminante en el solvente. Se utilizan diferentes tipos de solventes depende de las características del material. Una vez terminada la extracción el solvente junto con la mezcla de contaminantes se calientan con el fin de facilitar la separación, el solvente se recupera y se recircula hacia el equipo extractor.

La técnica de estabilización/solidificación para el lodo y recorte de perforación lo que busca es estabilizar algunos componentes, adicionando al suelo cierta sustancia que controle e inhiba las reacciones químicas que se pudieran presentar. La estabilización consiste en la reducción del contaminante mediante una reacción química entre el agente estabilizador y el contaminante mientras que en la solidificación el compuesto contaminante se micro encapsula en una matriz sólida, con el fin de generar un producto inertizado. Entre los agentes estabilizadores se tienen: cemento y cal, asfalto emulsificador y el bitumen fundido (Sacristán 2020).

TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS

Los tratamientos biológicos se llevan a cabo mediante la acción de algunos organismos vivos, usualmente bacterias y otros microorganismos. Estos métodos son aplicables a residuos tanto peligrosos como no peligrosos, básicamente consiste en la biodegradación de la materia orgánica convirtiéndola en dióxido de carbono, agua y energía (Montaluisa 2018).

Existen dos formas en las que puede ocurrir la biodegradación, de manera aerobia (con oxígeno) y anaerobias (sin oxígeno); el método a escoger varía según la composición del material que se quiera tratar. En el proceso intervienen microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias peligrosas en sustancias de carácter menos tóxico o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana (Montaluisa 2018).

La técnica más utilizada es la biorremediación y se puede clasificar en *in situ* (en el lugar) o *ex situ* (fuera del lugar). En los tratamientos *ex situ* el suelo es excavado y transportado hasta la localización donde se implementará la tecnología, mientras que en los tratamientos *in situ* el suelo es tratado en su emplazamiento natural. Esto conlleva una serie de ventajas como un mayor espectro de tecnologías disponibles, mejor control sobre el proceso y su evolución. Sumado a eso, una mayor velocidad y homogeneidad, hacen preferibles los tratamientos *in situ* en muchos casos. En cambio, el proceso de excavación y transporte conlleva mayores costos, pero las tecnologías asociadas pueden ser más efectivas en relación a contaminantes de elevada persistencia en el ambiente (Hernández 2020).

03 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según las propiedades, el impacto ambiental de dichos residuos y los métodos de manejo químico-físico se realizó una búsqueda de alternativas de manejo como lo son:

OTRAS ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LOS CORTES DE PERFORACIÓN

La reinyección de cortes es una alternativa que consiste en mezclar los cortes con agua de mar y se procesan mediante trituración u otra acción mecánica para formar una lechada viscosa estable. La misma se bombea en un pozo o a través del espacio anular existente entre las sartas de revestimiento en un pozo activo y se inyectan bajo presión en las formaciones. Este proceso crea una fractura hidráulica en la formación, que contiene efectivamente la lechada, lo cual es considerable, pero durante el curso de la perforación se incrementa el contenido de sólidos ultrafinos presentes en el lodo; para finalmente considerarlo como gastado y eliminarlo (Hernández 2020).

Según el tipo de contaminante, también pueden ser viables otras alternativas como el relleno de seguridad o el confinamiento. Esta forma de disposición es la que se encuentra mejor desarrollada con base en criterios de ingeniería. El confinamiento controlado son instalaciones para el depósito de residuos en forma controlada, clasificada y duradera. Los residuos en la mayoría de los casos requieren previamente de tratamiento fisicoquímico y de incineración (detoxificación, deshidratación, reducción de volumen) (Sacristán 2020).

También es posible su uso como mezcla de revestimiento de carreteras, mientras posea características de densidad de mezcla y contenido de metales consistentes con las aprobadas para asfalto de carreteras o mezclas. En aplicaciones directas, a cargo del mismo generador en tramos de carreteras públicas o privadas, debe ser en relaciones de cargas que reduzcan la posibilidad de escurrimientos superficiales y apegados a las regulaciones locales. El reglamento que debe observarse es el referente a mezclas de asfalto y materiales para la construcción de carreteras (Soroa et al. 2021).

Otra alternativa para el uso posterior de los recortes de perforación sin tratar, es el oprocesamiento para la producción de cemento. En México en el estado de Tabasco, se cuenta con

una planta productora de cemento que recibe estos tipos de residuos; además, por la distancia la hace atractiva y económica (Sacristán 2020).

EXPERIENCIAS EN CUBA DE LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS PARA LA FABRICACIÓN DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN

La industria cubana de materiales de la construcción está seriamente afectada debido al agotamiento progresivo de los recursos naturales y el aumento en los obstáculos para desarrollar nuevas canteras. En adición a esto se encuentra la agresiva política de Estados Unidos contra el país y la falta de recursos. Dicha situación hace cada vez más relevante la introducción de residuos en el sector de la construcción. Al respecto diversas investigaciones en los últimos años en torno a los residuos de construcción y demolición (RCD) para elaborar hormigones y morteros han experimentado un marcado desarrollo.

El uso de los escombros como parte de los materiales de construcción permite incrementar la capacidad constructiva con los mismos materiales pues sustituyen partes del cemento y los demás materiales en la mezcla. El uso de esta materia prima permite incrementar la capacidad constructiva y puede lograrse con la participación de recursos de la localidad, lo que se incrementa la participación popular, no se afecta la calidad y si se disminuyen los costos. Esta línea de utilización de los escombros como materia prima para la construcción es de vital importancia a desarrollar en el Programa Nacional de la Viviendas (Sacristán, 2020).

No obstante, las actividades actuales relacionadas con los procesos de reciclaje y reutilización de escombros que produce la construcción se encuentran fragmentadas, ya que generan vertederos con grandes volúmenes almacenados de residuos en todo el país. Para ello se han diseñado acciones estratégicas que propicien cambios graduales y sistemáticos con respecto al manejo adecuado de los RCD.

En la provincia de Holguín en los últimos años se han realizado investigaciones para la reutilización del plástico PVC en la fabricación de bloques huecos de hormigón con resultados viables en dosificaciones de un 25 % de residuos de PVC para sustitución del árido grueso. Dichos resultados presentaron una adecuada resistencia ante los esfuerzos a compresión, alcanzando valores aproximados de 3,94 MPa a los 28 días, para su utilización en muros divisorios. También se han realizado pruebas de reúso a mezcla de vidrio triturado con asfalto para producir superficies de vías de alta duración. El vidrio triturado añade fuerza a la mezcla del asfalto y reduce los costos de construcción de vías.

En la Habana en la empresa de materiales de la construcción también se realizan estudios sobre la cascarilla de arroz, que es un desecho agroindustrial producido en altos volúmenes en los lugares donde se siembra y se procesa la planta del arroz. Este residuo pudiera utilizarse para la obtención de dióxido de silicio que mejora las características mecánicas del cemento y contra los sulfatos que puede sufrir un concreto puesto en obra. En el caso concreto de Cuba se considera de gran potencial como una alternativa de alta viabilidad para las construcciones de bajo costo y cubiertas de poco peso. Otra aplicación que se puede abordar con el uso de este material, está en el hecho de utilizarlo en la industria ladrillera, lo cual por medio de sinterización de los elementos constituyentes puede generar ladrillos más económicos y más liviano.

MANEJO DE CORTES DE PERFORACIÓN EN CUBA

En Cuba se trabaja en búsqueda de alternativas de manejo para los cortes de perforación contaminados con diésel. En el Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET) existen experiencias en cuanto a la biorremediación de residuos petrolizados y se realizan los primeros pasos en el tratamiento a los lodos de perforación base aceite diésel. Así mismo la utilización de acondicionadores orgánicos para mejorar el proceso (biorremediación mejorada). Dicha aplicación tributó a un proyecto de investigación financiado por la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo del Centro (EPEP-C) a fin de brindar manejo adecuado a los cortes contaminados con diésel generados por la perforación. En tal caso se obtuvo como resultado un proceso efectivo con tasas de biodegradación final de 72 % para grasas y aceites y 73 % para hidrocarburos totales en un período de 250 días aproximadamente para concentraciones finales de 1 % que especifica la normativa de disposición final (Hernández 2020). Se realizó también un estudio sobre un proceso de estabilización química-biológica como tratamiento de cortes de perforación contaminados con diésel, en microcosmos, en un período de 90 días. En la misma se demostró que la aplicación del tratamiento propuesto es factible para el manejo seguro de estos residuos, alcanzándose los mayores niveles de degradación con el producto mejorador de suelos (Soroa et al. 2020).

También existen otras investigaciones en el CEINPET para la disposición final de los cortes como materia prima para la conformación del Clinker de cemento. En este caso se realizaron pruebas del tipo industrial con diferentes relaciones de mezcla entre corte seco y corte húmedo con marga y suelo ferrítico. Obteniéndose como resultado que con la mezcla de suelo ferrítico y corte seco se obtiene un contenido inferior de la fracción de aromático y no afecta la calidad del Clinker (Soroa et al. 2021).

Ante las potencialidades de estos residuos de la perforación se sigue investigando nuevas alternativas de manejo para su disposición final, en el sector de la construcción.

04 CONCLUSIONES

El empleo de cortes de perforación contaminados con aceite diésel como reuso en procesos de la construcción proporcionan:

- Una disposición segura de este residual peligroso.
- Calidad del pavimento asfáltico formado.
- La continuidad de la exploración petrolera en Cuba con el empleo del sistema de fluidos OBM.

05 REFERENCIAS

Espíritu O. (2014). "Manejo, clasificación y disposición de residuos peligrosos (cortes de perforación base aceite) en plataformas petroleras ". Tesis de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

Hernández D. (2020). "Biotratamiento a cortes de perforación contaminados con diésel ", Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae), La Habana

Pretel T. (2016). Alternativas de tratamiento de las sustancias químicas peligrosas en los lodos de perforación., Fundación Universidad de América, Bogotá DC, Colombia. 72 pp

- Romero R. et al.** (2017). Búsqueda de Información sobre el manejo y disposición final de ripios de perforación con contaminantes base aceite. CEINPET, Editor. Centro de investigación del Petróleo (CEINPET): La Habana, Cuba. Proyecto 9018, Etapa 1. 41 pp
- Sacristán D.** (2020). "Caracterización de los recortes de perforación de pozos petroleros para el análisis de su tratamiento y sus posibles aplicaciones ", Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.
- Soroa B. et al.** (2021). "Disposición final de cortes de perforación petrolera en la fabricación del Clinker de cemento. Revista Centro Azúcar 48(4): 63-73.
- Zamora, A.C. y J. Ramos.** (2010). Las actividades de la industria petrolera y el marco ambiental legal en Venezuela. Una visión crítica de su efectividad. Revista Geográfica Venezolana. 51(1): 115-144 pp

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Alejandro Silva Gutsens <https://orcid.org/0000-0003-0731-7388>

Realizó el estudio bibliográfico. Participó en el diseño de la investigación, análisis de los resultados y en la revisión y redacción del informe final.

Yuletsis Díaz-Rodríguez <https://orcid.org/0000-0002-0705-1439>

Participó en la búsqueda de información y en la redacción final.