



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE-RECTORADO DE LA PLANIFICACION Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA CIENCIAS BASICAS Y APLICADAS
SUBPROGRAMA INGENIERIA DE PETROLEO

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA ESPONJA
VEGETAL COMO ABSORBENTE DE DERRAMES DE CRUDO**

AUTOR:

Michele Morante

C.I:29632506

TUTOR ACADÉMICO:

Ing. Deivis Gonzalez

C.I: 16.635.218

Barinas, Marzo de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES ``EZEQUIEL ZAMORA``
VICE-RECTORADO DE LA PLANIFICACION Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA CIENCIAS BASICAS Y APLICADAS
SUBPROGRAMA INGENIERIA DE PETROLEO

**ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA ESPONJA
VEGETAL COMO ABSORBENTE DE DERRAMES DE CRUDO**

Trabajo Especial de Grado presentado como requisito parcial para optar por el
título de: Ingeniero de Petróleo

AUTOR

Michele Morante

C.I:29632506

TUTOR ACADÉMICO:

Ing. Deivis González

C.I: 16.635.218

Barinas, marzo del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES ``EZEQUIEL ZAMORA``
VICE-RECTORADO DE LA PLANIFICACION Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA CIENCIAS BASICAS Y APLICADAS
SUBPROGRAMA INGENIERIA DE PETROLEO

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Tutor (a) del Trabajo de Especial de Grado presentado por la ciudadana **Michele Morante, C.I. 29632506**, para optar al título de **Ingeniero de Petróleo**, considero que este reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Barinas a los _____ días del mes de _____ de _____

Tutor (a): Deivis González
C.I.: 16.635.218



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE-RECTORADO DE LA PLANIFICACION Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA CIENCIAS BASICAS Y APLICADAS
SUBPROGRAMA INGENIERIA DE PETROLEO

**ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA ESPONJA
VEGETAL COMO ABSORBENTE DE DERRAMES DE CRUDO**

AUTOR

Michele Morante

C.I:29.632.506

Trabajo Especial de Grado aprobado en nombre de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" por el siguiente jurado, a los _____ días del mes de _____ de _____.

JURADO C.I

JURADO C.I

TUTOR C.I 16.635.218



DEDICATORIA

El presente TEG va dedicado principalmente a Dios, por darme vida y salud para alcanzar una de tantas metas propuestas.

A mi Madre Carmen Márquez por guiarme por el buen camino, darme lo mejor de ella, su amor, orientación, confianza, paciencia y su apoyo en todo momento, este el premio galandor para ti

A mi abuelo Luis Enrique Márquez que siempre me brindo su cariño apoyo. Siempre expresando el querer estar presente el día de culminación de mi carrera académica, sé que desde el cielo estará orgulloso.

A mis hermanos Doarlys Morante, Emelin Morante y Alejandro Morante, sobrinos Norelys y Daniel por el cariño y apoyo que siempre me ha brindado.

A mis tíos Alirio Márquez, Maricela Márquez, Marina Márquez y Elimeres Márquez siempre estuvieron dando apoyo y palabras de ánimo para seguir adelante.

A mis amigos y amigas por siempre estar presentes en los buenos y malos momentos, compartiendo alegrías, angustias, tristezas y felicidad. Para todos ellos siempre tendrán un lugar en mi corazón.

Y a todas aquellas personas que colocaron su granito de arena para de esta manera alcanzar una meta la cual me propuse desde pequeña.



RECONOCIMIENTO

A Dios Todopoderoso quien ha sido nuestro guía espiritual, por habernos dado salud, fortaleza, entendimiento, motivación y sabiduría para lograr nuestra meta.

A mi Madre quien siempre me ha dado todo el amor, apoyo, comprensión y colaboración, gracias a ella hoy por hoy hemos alcanzado nuestro sueño y nuestro anhelo más deseado. Estoy orgullosa de ser su hija.

A mis hermanos y sobrinos quienes siempre me han brindan todo su cariño y entusiasmo a seguir adelante ante toda adversidad.

A la UNELLEZ por abrirme sus puertas y contribuir en mi formación profesional y los profesores por su orientación, asesoría y guía para alcanzar mis objetivos propuestos.

Al profesor Deivis Gonzalez por tenerlo como tutor académico y guiarme con paciencia en esta investigación, brindándome todo su conocimiento y consejos para de esta forma cumplir con el cometido por siempre brindarme el apoyo y disposición del laboratorio haciendo posible el desarrollo de las actividades del trabajo especial de grado.

A mis amigos quienes son considerados familia siempre proporcionando apoyo y ayuda en todo momento y juntos superando todo obstáculo que se presentara.



INDICE GENERAL

LISTA DE TABLAS	10
RESUMEN.....	11
INTRODUCCION.....	12
CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	14
ALCANCES LIMITACIONES.....	15
ALCANCES.....	15
LIMITACIONES.....	16
CAPITULO II: MARCO CONTEXTUAL.....	17
AREA DE LA INVESTIGACION.....	17
ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	17
MARCO TEORICO.....	20
EL PETROLEO.....	20
• DENSIDAD RELATIVA.....	20
• TENSION SUPERFICIAL.....	20
• SUPERFICIE.....	21
• PUNTO DE FLUENCIA	21
• PUNTO DE INFLAMACION.....	21
• SOLUBILIDAD.....	21



- CONTENIDO DE ASFALTENOS21
- PROCESOS NATURALES QUE ACTUAN SOBRE LOS DERRAMES DE HIDROCARBURO.....22
- DISPERSION QUIMICA.....22
- ABSORCION.....24
- DECIDIR EL USO O NO DE DISPERSANTES.....24
- CONTENCION RECUPERACION DE HIDROCARBUROS.....25
- BARRERAS.....26
- APLICACIONES Y CARACTERISTICAS COMUNES.....26
- SKIMMERS.....28
- DISPOSITIVOS DE COMPUERTAS28
- DISPOSITIVO DE ADHESION28
- DISPOSITIVOS DE INDUCCION.....29
- OTROS DISPOSITIVOS29
- TIPOS DE SKIMMERS.....29
- DE VERTEDERO.....29
- OLEOFILICOS30
- SORBENTES.....30
- OPERACIONES DE CONTECION Y RECUPERACION.....31
- EFFECTOS DE UN DERRAME DE HIDROCARBUROS SOBRE LOS ECOSISTEMAS ACUATICOS.....32
- EL DERRAME EN GOLFO TRISTE.....33
- AFECTACION DE LOS SISTEMA MARINOS-COSTEROS.....36
- EFETOS ECOLOGICOS.....41
- CONTAMINACION FISICA DE LA BIOTA DEL HABITAT.....41
- VELOCIDAD DE RECUPERACION.....42



PECES.....	43
MAMIFEROS MARINOS.....	43
TORTUGAS MARINAS	44
AVES MARINAS	45
DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN EL MAR.....	45
REPUESTAS FRENTE A DERRAME DE PETROLEO.....	47
QUE SON LAS ESPONJAS VEGETALES.....	47
COMO CULTIVAR LAS ESPONJA VEGETALES.....	48
SISTEMAS DE VARIABLES.....	49
MAPA DE VARIABLES.....	50
NORMATIVAS ASPECTOS LEGALES.....	52
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.....	54
TIPO DE INVESTIGACION.....	54
METODOLOGIA.....	55
PREPARACION DE LAS MUESTRAS.....	55
POBLACION Y MUESTRA	56
TECNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES APLICADOS EN LA RECOLECCION DE DATOS.....	56
CAPITULO IV: ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	59
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	67



ANEXOS.....	68
--------------------	-----------

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. LOCALIZACIONES DE LOS DERRAMES.....	39
TABLA 2. MAPA DE VARIABLES.....	50
TABLA 3. FORMULACION DEL AGUA DE MAR, CRUDO Y LAS ESPONJAS VEGETAL	59
TABLA 4 .MEDIDAS DE LAS ESPONJAS VEGETAL.....	60
TABLA 5. TIEMPO DE LA ABSORCION DE CRUDO Y CUANTO ABSORBIO LA ESPONJA	62
TABLA 6. % DE ABSORCION DE LA ESPONJA VEGETAL.....	63



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES ``EZEQUIEL ZAMORA``
VICE-RECTORADO DE LA PLANIFICACION Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA CIENCIAS BASICAS Y APLICADAS
SUBPROGRAMA INGENIERIA DE PETROLEO

**ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA ESPONJA
VEGETAL COMO ABSORBENTE DE DERRAMES DE CRUDO**

AUTOR

Michele Morante

C.I:29632506

TUTOR ACADÉMICO:

Deivis González

C.I:

RESUMEN

Cuando se produce un derrame, lo primordial es reducir los daños ecológicos, económicos y en la vida humana, para lo cual se deben tomar medidas inmediatas de precaución y correctivas. El análisis de la factibilidad técnica del uso de la esponja vegetal para absorbente de derrames de crudo partiendo de la creciente necesidad de proponer e implementar una opción viable que absorbe los derrames de crudo. Así mismo, para el desarrollo de la investigación se llevó a cabo una metodología experimental donde por medio del diseño y construcción de la esponja vegetal se realizaron pruebas en los modelos elaborados, llegando de esta manera a una serie de resultados donde se observó que una parte de la esponja fue eficaz, por lo que se llegó a una conclusión donde la esponja vegetal funciona como absorbente, puesto que cumple con el funcionamiento de absorber el crudo.

Descriptoros o palabras claves: derrame, técnica, esponja, absorbente, crudo.

e-mail de la autora: michel07morante@gmail.com



INTRODUCCION

La evolución de la industria petrolera, día tras día es más criticada por los daños que ocasionan debido a sus malos manejos operacionales y administrativos por lo que es muy importante la implementación e innovaciones de nuevos métodos y tecnologías limpias que favorezcan la sostenibilidad ambiental que busca mantener el ecosistema en condiciones óptimas generando el menor impacto posible. Es primordial que como ingeniero de petróleo no solo tenga visión en un compromiso profesional, que es el extraer combustibles fósiles para el funcionamiento del mundo, si no también se tenga una visión más crítica, analítica y consiente donde se incrementa el porcentaje de investigación en promedio ambiental para generar nuevos procesos de alta afinidad con la esponja vegetal, sin necesidad de utilizar sustancias nocivas.

Por estas razones, se presentó el Análisis de la factibilidad técnica del uso de la esponja vegetal para absorbente de derrames de crudo ya que se ha ido investigando y creando esponjas para la absorción de derrames de crudo, como es el caso de la oleo sponge es una esponja diseñada para la recogida de hidrocarburos con 1000 vidas, en este caso la esponja fue creada artificialmente mientras que la se está proponiendo es una esponja de origen natural.

El estudio de desarrollo que se ha ido llevando es a través de una alternativa natural de la oleo sponge a través de la esponja vegetal esto nos llevaría a una pregunta ¿cómo es proceso de absorción de la esponja vegetal en los derrames de hidrocarburos?



CAPITULO I

EL PROBLEMA

PLANTAMIENTO DE PROBLEMA

El petróleo es uno de los principales contaminantes del mar, se calcula que se arrojan al mar un total de 3.2 millones de toneladas métricas de hidrocarburos que son introducidas al mar por año a escala mundial. El Consejo Nacional de Investigación (NRC, USA) ha calculado que el origen principal se debe al transporte por buques tanque, representando el 46% del total de hidrocarburos vertidos, seguido por los desechos municipales e industriales que representan un 37%. Los contaminantes de origen natural (por procesos de erosión de los sedimentos y filtraciones marinas) representan un 7%. La producción de petróleo en las plataformas costa afuera representa tan solo un 2% del total de la cantidad señalada. El 8% restante se refiere al transporte y deposición de contaminantes atmosféricos (Reis, J. C. 1996). Una vez que el petróleo ingresa al mar está sujeto a una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, que en su conjunto se denominan intemperismo.

Los derrames de hidrocarburos en el mar, a pesar de la mejora en la normativa que regula la operación de los buques de petróleo, es indudable que se seguirán produciendo, sobre todo los pequeños derrames (menores de 50 barriles) que se suscitan durante las operaciones de carga, descarga o mientras se realiza el abastecimiento de combustibles.

A través de los periodos de los años 2016 y 2021 en Venezuela se encontraron reportes de más de 199 derrames de petróleo,



incluyendo un derrame de gasolina estos derrames ocurrieron en las partes de los estados de Anzoátegui, Zulia, sucre, falcón y Carabobo.

En tal sentido, la perspectiva de este trabajo es comparar las propiedades de absorción las esponja, así determinar la factibilidad del uso de esponja vegetal natural. Consecutivamente se plantea las siguientes interrogantes ¿Cuál sería la diferencia entre la esponja vegetal y la oleo sponge?, ¿Cuál sería la esponja más viable tomando sus propiedades de absorción para utilizarlo para los derrames de hidrocarburos?, ¿es factible el uso de la esponja vegetal como absorbente de derrames de hidrocarburos?

OBJETIVO GENERAL

Analizar la factibilidad técnica del uso de la esponja vegetal para absorber derrames de crudo, en el mar y ríos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1: Recopilar información sobre la esponja vegetal, que se usara como absorbente de los derrames de crudo.
- 2: Seleccionar las medidas más apropiadas para esponja vegetal, que funciona como absorbente de crudo.
- 3: Determinar la absorbancia de la esponja vegetal mediante pruebas de laboratorio

JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

La prevención de la contaminación marina producida por vertidos accidentales de hidrocarburos constituye uno de los objetivos más importantes para la organización marítima internacional (OMI) que ha llevado a cabo, con lo que ha ayudado a reducir en una proporción superior de diez veces el máximo alcanzado hacia mediados de la década de 1970 (OMI 2005) A pesar de las mejoras que se ha



conseguido, seguirán produciéndose derrames de hidrocarburos. Estos derrames pueden tener un grave impacto en las actividades que suponen el uso y disfrutes de los recursos marinos. Como se puede observar los estados más vulnerables a ocurrir derrames de hidrocarburos como es Anzoátegui, falcón, Zulia, sucre y Carabobo se puede ocurrir la contaminación marina costero por tal razón es necesario investigar y verificar el medio para poder tratar el derrame de crudo.

El desarrollo de este trabajo de investigación se realizara on la finalidad de buscar una alternativa para la sustitución de un absorbente de hidrocarburos por otro cuas propiedades sean equivalentes, en este caso haciendo el uso de la esponja vegetal, el cual daría repuesta a la creciente necesidad de obtener una opción que nos permitan minimizar el daño en el mar así como también cumplir la función de absorbente de derrame de crudo, generando así un impacto positivo tanto natural evitando la contaminación de los mares ríos, como social no afectando a la población de la zona de influencia con contaminación del agua.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- El estudio está circunscrito al mejoramiento a la contaminación por el derrame de crudo en el mar empleando un diseño de una esponja a base de forma natural vegetal, siendo así la esponja vegetal que tiene una absorción de más 80%, de tal forma se aspira ofrecer una opción viable a la industria para el tratado de derrames de crudo.

- De esta manera el estudio se desarrolla en un lapso de 24 semanas, en las instalaciones de la universidad nacional experimental de los llanos occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ) VPDS-



BARINAS seguidamente desde el punto de vista metodológico este trabajo especial de grado sirve a futuros estudios, siendo así un antecedente a próximas investigaciones relacionadas a la absorción de derrames de crudo

LIMITACIONES

Los factores que afectaron el desarrollo de esta investigación se indica a continuación:

- Falta de información relacionada con la esponja vegetal
- Dificultades para obtener las medidas necesarias para la construcción de la esponja vegetal.



CAPITULO II:

MARCO TEORICO

AREA DE INVESTIGACION

La investigación se llevó a cabo como ensayo piloto en el laboratorio de fluidos perforación de la universidad experimental de los llanos occidentales “Ezequiel Zamora” Ubicada en la redoma de punto fresco, av.23 de enero, barinas 5201, barinas.

ANTECEDENTES DE ESTUDIOS

Martínez Bolaños, Emilia Areli (2014) realizó una investigación sobre “**La Factibilidad de remoción de hidrocarburos utilizando lirio acuático**” (***Eichhornia crassipes***). La contaminación por hidrocarburos puede ser de origen accidental o intencional. Casi la mitad de los hidrocarburos que llegan a los océanos provienen de tierra firme arrastrados por las corrientes fluviales debido a la falta de aplicación de métodos que permitan recuperarlos en el lugar del derrame. El presente estudio tiene como objetivo determinar la factibilidad del uso de fibras de lirio acuático, pasto, esponja vegetal y hoja de mazorca para remover hidrocarburos; para lo cual se realizaron pruebas de adsorción de lecho fijo con diferentes partes de la planta de lirio acuático y posteriormente se hicieron estudios con pruebas de jarras en sistema seco para comparar la eficiencia de remoción de contaminantes utilizando almohadillas preparadas con las fibras de las 4 especies vegetales. Los resultados en la columna de lecho fijo mostraron que la parte del bulbo y tallo del lirio acuático fueron las más eficientes para remover gasolina. En la prueba de jarras donde se utilizó tanto gasolina como aceite automotriz se obtuvo como resultado que la planta más eficiente para removerlos de un sistema acuoso fueron las almohadillas preparadas con lirio acuático



obteniéndose valores de 6g aceite/adsorbente mientras que para el otro hidrocarburo se obtuvo 5.2g gasolina/ gadsorbente.”

Este nuevo invento se basa en una investigación previa del ANL, que en 2011 presentaron una compleja estructura capaz de retener petróleo y aceite sin dañar sus componentes, la cual consistía en una esponja de celulosa que había recibido un tratamiento especial basado en "átomos de óxido de metal duro". El 23 de septiembre de 2017 un grupo de investigadores estadounidenses del Laboratorio Nacional Argonne ha desarrollado una esponja capaz de absorber petróleo y recuperarlo que podría ser la solución para limpiar los derrames de crudo en el mar. Los creadores de la Oleo Esponja aseguran que este material puede absorber hasta 90 veces su propio peso y que, después de exprimir la esponja, es posible reutilizarla y el crudo puede recuperarse. Aunque ya existen varios productos capaces de absorber petróleo, estos no permiten aprovechar el material absorbido, puesto que una vez utilizados son desechados o incinerados. El laboratorio Argonne ya busca acuerdos para comercializar el crudo recuperado. La esponja está compuesta por espuma de poliuretano recubierta de una nueva superficie química creada por los científicos, cuyas moléculas recogen fácilmente el petróleo sin absorber el agua. Para mejorar la eficacia de estas moléculas, se le ha añadido una delgada capa de óxido metálico. Además del petróleo, la Oleo Esponja es capaz de absorber aceite, lo que puede resultar de mucha utilidad para limpiar puertos donde el aceite y el petróleo tienden a acumularse por el tráfico de embarcaciones, señala Argonne en su web. Los científicos han testado el invento en un tanque gigante de agua salada donde la Oleo Esponja ha logrado recoger con éxito tanto petróleo como aceite sobre la superficie del agua y bajo ella.

En 2020 pudimos presenciar cómo un equipo de científicos de la Universidad Tecnológica Nanyang de Singapur (NTU) y de la Universidad Sungkyunkwan de Corea del Sur había creado partículas de gel blando



ecológicas a partir de granos duros de polen. Ahora, han dado un paso más y han utilizado esas partículas de polen para fabricar esponjas que podrían absorber los derrames de petróleo y además biodegradarse una vez que hayan cumplido su cometido. Polen, es un recurso renovable y abundante. Esta alternativa ecológica comienza con la recolección de granos de polen de girasoles recubiertos con un cemento pegajoso a base de aceite de origen natural; luego, esos granos se incuban en condiciones alcalinas durante tres días para eliminar dicho cemento, dejando como resultado una sustancia interior similar a un gel. Así, la fabricación de la esponja hecha a base de granos duros de polen se lleva a cabo a través de un proceso químico similar a la fabricación de jabón. Más tarde, se recubre con un ácido graso ideal para repeler el agua, asegurándose que lo único que captura la esponja sea aceites y otro tipo de disolventes orgánicos y no el agua en el que se deposita. Tras calentar el material a 200 °C brevemente, se consigue la estabilidad estructural deseada y se duplica la resistencia a la deformación. Esta esponja hidrófoba hecha de polen de girasol demostró, en experimentos realizados en laboratorio, que absorbía satisfactoriamente contaminantes de aceite de varias densidades, como gasolina, aceite de motor o hexano (una sustancia química que se encuentra en el petróleo crudo), a una velocidad comparable a la de los absorbentes de polipropileno disponibles en el mercado. La esponja tenía una capacidad de absorción que oscilaba entre 9,7 y más de 29,3 g/g, mientras que los absorbentes de polipropileno comerciales, que son esencialmente derivados del petróleo, tienen una capacidad de absorción que oscila entre 8,1 y 24,6 g/g. Durante los experimentos, la esponja absorbió instantáneamente el aceite de motor en 2 minutos.



MARCO TEORICO

EL PETRÓLEO

El crudo es una mezcla compleja de hidrocarburos con pesos y estructuras moleculares diversas que comprende cuatro grupos químicos principales, parafínicos, naftenico, aromático y asfáltenos. Estos hidrocarburos van desde sustancias altamente volátiles hasta ceras y compuestos asfálticos que no pueden ser destilados (OMI, 2005)

El fraccionamiento de un crudo producen las siguientes fracciones en orden creciente de punto de ebullición y densidad: GLP (gases licuados), gasolina, queroseno, gas-oíl, lubricantes, parafinas y asfaltos. Las propiedades específicas del crudo tiene una gran importancia debido a que estas determinan el comportamiento del crudo sobre la superficie marina y en su velocidad de dispersión mediante procesos naturales (casado, 2013)

Densidad relativa: es la relación entre la masa de una sustancia y la masa de un mismo volumen de agua, la densidad condiciona la flotabilidad de los hidrocarburos e influye en los procesos de su propagación y dispersión natural. Esta magnitud se incrementa a medida que pasa el tiempo. Por los procesos de envejecimiento del crudo, que afectan el movimiento de derrame, la extensión y dispersión en el agua. La densidad de los hidrocarburos puede expresarse de dos formas. En unidades de masa por unidad de volumen (kg/m^3) o bien en función de la densidad ρ_{api}

Tensión superficial: Es la fuerza de atracción existente entre las moléculas de la capa superficial de un líquido. En conjunto con la viscosidad, condicionan la extensión del crudo, tanto en la superficie marina como en la arena de la playa o suelo (Casado, 2013 Viscosidad: Es el indicio de los hidrocarburos de su resistencia a fluir sobre una



Superficie: Es una función de la constitución química del crudo (menor cuanto mayor sea la proporción de fracciones ligeras) y de la temperatura (a menor temperatura mayor viscosidad). Los diferentes grados de viscosidad decrecen conforme aumenta la temperatura; por lo tanto, la temperatura que posea el agua del mar y la absorción del calor del sol afectarán a la viscosidad aparente del crudo derramado (Casado, 2013).

Punto de fluencia: Es la temperatura por debajo de la cual los hidrocarburos no fluyen, al adquirir una estructura plástica o semisólida. Este efecto es la consecuencia de la formación interna de una estructura micro cristalina. Si la temperatura ambiente se encuentra por debajo del punto de fluencia, los hidrocarburos se comportarán como sólidos (Casado, 2013).

Punto de inflamación: Es la temperatura mínima a la cual un vapor se inflama cuando es expuesto a una fuente de ignición. Es un factor importante en relación con la seguridad de las operaciones de limpieza, debido a que, muchos hidrocarburos pueden encenderse con facilidad si los componentes más volátiles no se han evaporado y dispersado en la atmósfera (Casado, 2013).

Solubilidad: Es la capacidad de disolución del crudo en el agua. Los componentes volátiles suelen ser las más solubles. Aunque la solubilidad es pequeña en comparación con la evaporación, pueden existir sustancias que produzcan una toxicidad significativa para la vida marina (Casado, 2013).

Contenido de asfaltenos: El contenido de ceras y asfaltenos en un crudo es importante, debido a que determinan la formación y estabilidad de las emulsiones de agua en los hidrocarburos. A su vez, un elevado contenido de los mismos dificulta determinadas operaciones de



combate del derrame y favorece la formación de sedimentos (Casado, 2013).

Procesos naturales que actúan sobre los derrames de hidrocarburos.

- Los hidrocarburos derramados sufren una serie de procesos conocidos como “meteorización” que modifican su comportamiento y características. Los principales factores que afectan el comportamiento de los hidrocarburos son:
 - Características físicas de los hidrocarburos como la densidad relativa, la viscosidad y el punto de ebullición.
 - La composición y las características químicas de los hidrocarburos.
 - Las condiciones meteorológicas (estado del mar, luz solar y temperatura del aire).
 - Las características del agua de mar (densidad relativa, corrientes, temperatura, presencia de bacterias, nutrientes y oxígeno disuelto, y sólidos en suspensión). Conocer cómo interactúan estos procesos, y como transforman la naturaleza de los hidrocarburos es de gran valor en la lucha contra los derrames

DISPERSIÓN QUÍMICA

Los hidrocarburos derramados en el océano flotan y se propagan formando una mancha. La acción de las olas y la agitación debido a las mareas y corrientes, hacen que una fracción de los hidrocarburos se fragmenten formando pequeñas gotas que pueden ser arrastradas hacia el fondo en la columna de agua, este proceso conocido como dispersión, puede intensificarse si se aplican dispersantes (OMI, 2005).



Los dispersantes se han utilizado para combatir derrames de hidrocarburos desde hace muchos años. Actualmente, los dispersantes están formulados para mitigar con rapidez y seguridad el daño potencial al ecosistema que plantea un gran derrame de hidrocarburos. De hecho, los dispersantes están considerados como una de las primeras opciones de mecanismo con las que cuentan los encargados como respuesta a los derrames. Es oportuno tener en cuenta, que no todos los derrames deben o necesitan ser tratados con dispersantes (Arpel, 2007).

Los dispersantes son agentes químicos que alteran el comportamiento físico de los hidrocarburos sobre la superficie del mar. Consisten en una mezcla de agentes tensioactivos disueltos en un solvente que contribuye a que esta penetre en los hidrocarburos, aumentando de esta forma la velocidad de formación de pequeñas gotas e inhibiendo su coalescencia (OMI, 2005).

Al dispersarse los hidrocarburos en la columna de agua, se generan los siguientes efectos:

- Evitan que los hidrocarburos se desplacen a causa de la acción del viento (a menudo hacia el litoral). En consecuencia, los dispersantes pueden contribuir a la protección del litoral y otras zonas sensibles que podrían verse afectadas si los hidrocarburos permanecieran en la superficie del mar.
- Amplían la exposición de la vida marina a los hidrocarburos en el lugar donde estos hayan sido dispersados. De este modo, los dispersantes potencian la toxicidad de los hidrocarburos.
- Potencian la biodegradación de los hidrocarburos en el medio marino. Los hidrocarburos finamente dispersados presentan una gran interfaz hidrocarburos/agua que favorece la biodegradabilidad de los hidrocarburos.



Entre aumentar la toxicidad y mejorar la biodegradación, es en la posibilidad de la rápida dispersión y dilución de los hidrocarburos en el medio marino donde radican las ventajas y desventajas del uso de dispersantes. Si la concentración de hidrocarburos dispersos se reduce rápidamente a un nivel seguro, el efecto será insignificante. Sin embargo, si la dilución de los hidrocarburos dispersos no es suficiente o es demasiado baja, debido por ejemplo a un intercambio deficiente de agua, en una zona restringida o en agua poco profundas la dispersión de los hidrocarburos puede tener efectos sobre los componentes sensibles del medio ambiente (OMI, 2005).

ABSORCION:

Es cuando se adhiere a la pared de un sólido o llamado absorbente en la industria es muy común encontrar columnas empacadas a través de las cuales se hace fluir el líquido.

DECIDIR EL USO O NO DE DISPERSANTES

La clave para tomar la decisión correcta en cuanto a que estrategia es la mejor respuesta a un derrame de hidrocarburos es la pre planificación. Sin ello, no se adoptarán las decisiones en manera oportuna. La clave es la pre planificación o también denominados planes de contingencia ante de derrames de hidrocarburos (Arpel, 2007).

Los planes de contingencia deben reflejar la política relativa al empleo de dispersantes. Para aquellas zonas marítimas compartidas por países vecinos, debe describirse una estrategia sobre el empleo de dispersantes en planes bilaterales o multilaterales para contingencias. Debe considerarse que el factor “tiempo” es el adversario más temible llegado el momento de considerar el empleo de dispersantes: una vez que los hidrocarburos se han meteorizado de forma significativa, lo más



probable es que el empleo de dispersantes no resulte eficaz a causa del acrecentamiento de la viscosidad.

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE HIDROCARBUROS

Cuando se derraman hidrocarburos en el mar, deben tomarse medidas para reducir al mínimo el daño que se le pueda causar a los recursos y al medio ambiente por contaminación. Una opción es seguir los hidrocarburos con buques que remolquen barreras con el fin de cercar los hidrocarburos flotantes y utilizar raseras para recuperarlos de la superficie del mar almacenándolos de forma temporal en tanques u otros dispositivos contenedores.

Las propiedades fisicoquímicas de los hidrocarburos pueden variar enormemente y, dependiendo del tipo concreto de hidrocarburos a manipular, se pueden necesitar diferentes equipos, especialmente raseras y bombas, pero también equipos de almacenamiento. Además, una vez que los hidrocarburos han sido derramados, sus propiedades se modificarán, por ejemplo, la viscosidad aumentará rápidamente a medida que se está produciendo la evaporación o se formarán emulsiones. Estos cambios tienen una influencia significativa sobre la eficacia de los equipos, requiriendo que se realicen modificaciones en los equipos que se están utilizando, o incluso que las operaciones se suspendan en su totalidad (Vergara & Pizarro, 1981).

Las condiciones meteorológicas y marítimas influyen de forma significativa en la eficacia de las operaciones. Incluso en condiciones ideales de calma total, con los equipos adecuados y con las operaciones bien organizadas y controladas, a menudo sólo se puede recuperar una parte relativamente pequeña del total de hidrocarburos derramados. Con todo, en las circunstancias correctas las operaciones de contención y recuperación permiten reducir el daño de contaminación causado a los



recursos marinos y al medio ambiente. Las posibilidades de éxito son máximas en zonas de abrigo y en puertos, e incluso en algunas zonas de mar abierto si se utilizan los buques, los equipos, la vigilancia, los procedimientos de control y el personal experto adecuados (OMI, 2005).

BARRERAS

La contención de un derrame de hidrocarburos se refiere al proceso de confinamiento del petróleo, para evitar que se propague por una zona en particular, desviándolo a otra zona donde pueda ser recuperado y tratado. Las barreras son generalmente el primer equipo que se moviliza en un derrame, y se usan mientras el crudo persiste en la superficie marina, los cuales están diseñados para detener o desviar el movimiento del hidrocarburo en el agua (Fingas, 2016).

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS COMUNES

En las operaciones de contención y recuperación se pueden utilizar de diferentes formas y con distintos objetivos:

- Impedir que la descarga inicial se propague, si se utilizan de inmediato.
- Impedir que se propaguen tanto las descargas continuas como las descargas posteriores.
- Cercar a los hidrocarburos para su recuperación, cuando se utilizan en combinación con buques y raseras.
- Proteger los recursos y medios sensibles.
- Desviar de los recursos y medios sensibles una mancha que se está propagando.
- Desviar hacia zonas en las que se pueda recuperar con más facilidad una mancha que se está propagando (OMI, 2005).



Las barreras de contención están por lo general formadas por los siguientes componentes:

- **Francobordo:** para impedir o reducir las salpicaduras.
- **Faldón sumergido:** para impedir o reducir el escape de hidrocarburos por debajo de la barrera.
 - **Flotador:** de algún material flotante (suele incluir aire).
 - **Órgano de tracción longitudinal:** para resistir los efectos del viento, de las olas y de la corriente.
 - **Lastre:** para darle estabilidad y mantener el faldón por debajo de la superficie del agua.
 - **Acoplamiento:** para garantizar una buena conexión entre las secciones adyacentes (OMI, 2005).

Existen muchos tipos de barreras diferentes para satisfacer distintas necesidades y condiciones. Si bien su estructura puede variar, por lo general se agrupan en cuatro grupos principales:

- **Barreras de cortina:** suelen tener cámaras de flotación y un faldón característicos. En éstas se incluyen las de flotador macizo, inflable a presión y auto inflable.
- **Barreras de valla:** incluyen una valla común y barreras con órganos de tracción externos.
- **Barreras de sellado con el litoral:** formadas por una combinación de cámaras llenas de agua que hermetizan la barrera contra la costa con la saliente de la marea y cámaras de flotador que mantienen la flotabilidad de la barrera con la entrante de la marea.



SKIMMERS

Son equipos mecánicos diseñados para recuperar hidrocarburos flotantes derramados en la superficie del agua. Su funcionamiento se basa en la densidad de los hidrocarburos, (o la mayor parte de ellos), los cuales suelen tener una densidad menor al agua, formando una capa de menor o mayor espesor en su superficie (Fingas, 2016).

Estos equipos intentan recuperar esa capa que flota en la superficie del agua, y que la cantidad de agua mezclada con el hidrocarburo recogido sea la menor posible. Existe una diversa gama disponible de equipos de bombas, proyectados para recuperar los hidrocarburos flotantes de la superficie del mar. Estos equipos han sido desarrollados para operar de diferentes formas y en diversas condiciones de operación. En general, están comprendidos dentro de cuatro categorías principales:

- **Dispositivos de compuerta:** Éstos disponen de una compuerta ubicada en la interfaz hidrocarburos-agua para permitir que únicamente la película de hidrocarburos flotantes fluya por encima de dicha compuerta hacia un punto de recogida desde el cual los hidrocarburos son trasvasados a una unidad o instalación independiente de almacenamiento por medio de una bomba u otro dispositivo.
- **Dispositivos de adhesión:** Emplean superficies oleófilas a las que se adhieren con facilidad los hidrocarburos. Las superficies pueden comprender discos, cabos, cepillos o tambores. Los hidrocarburos que se adhieren a las partes oleófilas son extraídos del agua y, dependiendo de su construcción, se rascan o se exprimen estas partes para eliminar los hidrocarburos, los cuales se retienen entonces en una zona de recogida para su trasiego a una unidad o instalación independiente de almacenamiento.



- **Dispositivos de inducción:** Emplean el movimiento de las corrientes de agua o el flujo que crea el equipo a medida que se está remolcando por el agua para inducir una corriente de hidrocarburos flotantes a través del dispositivo para su separación y recogida. Debido al modo en el que operan, se suelen incorporar a los buques, los cuales pueden o no tener medios de propulsión.

- **Otros dispositivos:** Existe una gama de equipos no especializados que pueden utilizarse en ciertas circunstancias para la recuperación improvisada de hidrocarburos. Éstos incluyen sistemas de vacío, cucharones mecánicos, redes de arrastre y redes

Los componentes básicos de un skimmers son:

- **Cabeza flotante:** recupera el hidrocarburo de la superficie del agua.
- **Bomba o unidad de potencia:** crea una corriente de aspiración o el movimiento mecánico del skimmers respectivamente.
- **Mangueras de aspiración y descarga:** conectan al skimmers con la bomba y a ésta con el tanque de almacenamiento.
- **Tanque de almacenaje:** donde se deposita la mezcla de agua e hidrocarburo recuperado.

TIPOS DE SKIMMERS

Los skimmers pueden ser básicamente, con pequeñas variaciones de diseño, de tres tipos: De aspiración o vacío: Mediante una bomba se crea una corriente de aspiración o vacío. Este vacío se aplica un flotador que aspira a la capa superior de la mezcla hidrocarburo/agua impulsándolo posteriormente a un tanque de recolección (Casado, 2013)

- **De vertedero:** Un flotador soporta en su parte central un embudo que se mantiene ligeramente por debajo de la superficie. La



capa de agua e hidrocarburos que flota sobre ella se precipita en su interior por gravedad, donde es bombeada al tanque de almacenaje (Casado, 2013).

- **Oleofílicos:** Un material oleofílico (en forma de discos, cepillos o mopas) es movido sobre la superficie. El hidrocarburo impregna este material, que después es escurrido mediante un sistema de peines o de rodillos para caer posteriormente a una cubeta donde es bombeado al tanque de almacenamiento (Casado, 2013).hay diferentes tipos de hidrocarburos y diferentes condiciones meteorológicas (ITOPF, 2011).

SORBENTES

Los sorbetes de hidrocarburos comprenden una amplia gama de productos utilizados para absorber los hidrocarburos en lugar del agua. Pueden emplearse en algunos casos restringidos, como alternativa para pequeñas manchas y cuando la recuperación de los hidrocarburos mediante skimmers es complicada o no es posible (por ejemplo, debido a aguas poco profundas o inaccesibles) (ExxonMobile, 2008).

Este producto funciona por adsorción o por absorción. Se produce adsorción cuando el líquido recuperado se distribuye por la superficie del material adsorbente y se produce absorción cuando el líquido se incorpora al cuerpo o poros del material.

Los materiales sorbentes pueden estar formados por:

- Materiales inorgánicos (por ejemplo, vermiculita o vidrio volcánico).
- Materiales sintéticos (siendo fibra de polipropileno el más común).



- Materiales orgánicos naturales (por ejemplo, turba, pulpa, algodón, corteza de pino, etc.).

La mayoría de los sorbentes sintéticos son de fibra de polipropileno y están disponibles en una variedad de formas, siendo las almohadillas, los rollos o las barreras las formas más convenientes. A continuación, se muestran las propiedades generales de los distintos materiales sorbentes (OMI, 2005)

Los sorbentes recuperados deberán almacenarse de forma temporal y, después, deberán procesarse o eliminarse. La separación de hidrocarburos y sorbente es un proceso técnicamente complicado dado que los hidrocarburos permanecen en cierta medida dentro del sorbente, lo que hace casi imposible la reutilización de este último.

OPERACIONES DE CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN

Con el objetivo de concentrar en el mar los hidrocarburos flotantes, se emplean dos buques para remolcar las barreras con configuraciones en forma de U y en forma de J. Se despliega la rasera desde un buque (aunque en ocasiones se puede construir un dispositivo especializado de rasera integrado en el vértice de la barrera). A menudo, los buques cercan los hidrocarburos dentro de una configuración en U y después, una vez que se ha recogido suficientes hidrocarburos, se mueven formando una configuración en J para facilitar que la rasera descienda hacia dentro de los hidrocarburos y comience la recuperación desde el buque remolcador. El almacenamiento se producirá en los tanques del buque, o posiblemente en un sistema de tanques flotantes. En ocasiones se pueden utilizar tres buques, dos remolcando la barrera en una configuración en forma de U o en forma de V y el tercero situado en el vértice de la barrera para contribuir a una recuperación y recogida más continua.



EFFECTOS DE UN DERRAME DE HIDROCARBUROS SOBRE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

La contaminación del mar debido a los hidrocarburos puede ocasionar cambios en la estructura y función de los ecosistemas naturales, así mismo puede perturbar los procesos metabólicos de los organismos acuáticos, la reproducción e incluso puede provocar la muerte masiva de determinadas especies, disminuir la diversidad de especies, lo que puede conducir a la pérdida de la estabilidad del ecosistema (Waluyo et al., 2020).

Los efectos de un derrame en concreto dependerán de diversos factores. Entre estos se incluyen: el volumen del hidrocarburo derramado, sus características fisicoquímicas y toxicológicas; las condiciones locales en el momento del derrame (por ejemplo: temperatura o viento); la época del año; la presencia de estructuras o recursos en la trayectoria del derrame; y muchos más a tomar en cuenta.

Las consecuencias de los derrames de hidrocarburos se pueden evidenciar a distintos niveles: individual, poblacional o en el ecosistema y en distintas escalas de tiempo. Donde la variabilidad y la interacción de los factores producidos por estos eventos producen una amplia gama de efectos ecológicos, económicos y físicos (Villamizar, 2021).



FUENTE: DERRAMES DE PETROLEO Y ECOSITEMA MARINO (2020)



EL DERRAME EN GOLFO TRISTE

Una imagen de satélite del 22 de julio de 2020 analizada en el Laboratorio de Sensores Remotos (LSR) de la Universidad Simón Bolívar mostró una mancha de hidrocarburos en la costa del estado Carabobo, frente a la Refinería El Palito (REP). La mancha tenía una longitud aproximada de 5,6 km y un ancho de 1,5 km, correspondiente a un área poligonal aproximada de 8,4 km². El informe respectivo del LSR indica que asumiendo un espesor promedio para esa mancha de 0,5 mm se estima que el derrame tendría a un volumen de 26.730 barriles.

Sin embargo, el informe advierte que el espesor de una mancha de hidrocarburo (HD) en agua es extremadamente difícil de calcular, lo cual implica una imprecisión en cuanto al volumen derramado y tasado de esta manera. En otra imagen de satélite de la misma zona costera frente a la refinería, correspondiente al 19 de julio de 2020, no se observó mancha alguna, con lo cual se concluye que el derrame de hidrocarburos tuvo su origen entre el 19 y el 22 de julio en la refinería El Palito de la empresa PDVSA. La empresa petrolera no desplegó actividades para la contención y recolección del derrame, lo cual permitió que se esparciera en el Golfo Triste y llegase el 2 de agosto a la línea de costas que va desde Boca de Aroa hasta Tucacas, según fue alertado por la Fundación Azul Ambientalista. El derrame se extendió hasta Cayos y manglares del Parque Nacional Morrocoy, según informó el portal Playas de Venezuela el 5 de agosto. No se produjo una declaración pública oportuna sobre el derrame por parte de PDVSA.

Acerca del origen del derrame, en una imagen tomada de Google Earth el 31 de marzo de 2020, fecha en la que se produjo otro derrame en la REP, se observa claramente un vertido de hidrocarburos proveniente de las lagunas de la refinería. La imagen muestra que no se trata del desbordamiento de las lagunas sino de un vertido. Conocer la causa de



tales vertidos al mar es importante porque permite asumir acciones preventivas de nuevos derrames. No se dispone de información proveniente de la empresa al respecto, sin embargo, los antecedentes del funcionamiento de la refinería de los últimos años podrían arrojar algunas pistas. La REP sufrió un incendio en la planta de craqueo catalítico a finales de 2017 que obligó el cierre de sus operaciones.

Los intentos posteriores de poner en funcionamiento algunas de sus instalaciones resultaron infructuosos y la empresa petrolera decidió abandonar esos intentos y concentrarse en la reactivación de las refinerías del Centro Refinador de Paraguaná (Amuay y Cardón).

El deterioro y los daños por accidentes en el parque refinador de país en los últimos años fueron tales que ya no se ha logrado abastecer la demanda nacional de combustibles y para subsanar el déficit se importaron hasta 121.000 barriles diarios de combustibles (24 % gasolina) desde Estados Unidos en enero de 2019. Posteriormente, el 28 de enero de 2019 el Departamento del Tesoro de ese país anunció el bloqueo de todas las propiedades y activos de PDVSA bajo jurisdicción estadounidense y prohibió las transacciones comerciales de individuos estadounidenses con la compañía.

Al verse limitada la capacidad de importación de combustibles, la recuperación de la REP se convirtió en una prioridad, pero la poca disponibilidad de capital humano y el estado de deterioro en que se encontraba ese parque, que había estado casi tres años parado y en un entorno de alta corrosión debido a su proximidad con el mar, propició la continuación de accidentes acompañados de algunos derrames de petróleo. La reactivación de una refinería en mal estado requiere la adopción de todas las acciones preventivas posibles por cuanto la probabilidad de ocurrencia de accidentes es elevada y requiere también la máxima preparación para atender las contingencias de posibles



derrames, que incluye la capacidad de despliegue inmediato del Plan de Contingencia contra Derrames. Para ello se necesita tener a disposición barreras de contención, desnatadores, lanchas y tanques de almacenamiento, así como de personal capacitado para ejecutar las labores del plan, mapas de sensibilidad ambiental, coordinación interinstitucional, procedimiento para la protección preventiva de áreas ambientalmente sensibles y protocolos de vocería para la divulgación pública. Es evidente que toda esta capacidad de acción para atender contingencias de derrames, existente en el pasado en PDVSA, ya no está disponible. No se tiene información acerca de las características del hidrocarburo derramado en Golfo Triste: si efectivamente fueron hidrocarburos vertidos desde las fosas de la refinería, entonces se trata de un slop. Un slop es un hidrocarburo (nafta, diésel, gasolina o fuel oil) fuera de especificaciones que se genera en la refinería debido a errores de planificación, fallas de destilación, fallas de equipos (intercambiadores de calor, bombas, compresores, etc.), errores operacionales y otros.

El slop es también un hidrocarburo que puede contener contaminantes, partículas sólidas, agua emulsionada, catalizadores, o sus componentes (azufre, metales) en cantidades inadecuadas se vierten en la laguna para permitir que decanten los sólidos y el agua y así el hidrocarburo decantado pueda ser reprocesado. La ocurrencia de accidentes y paradas de planta frecuentes en la REP pudo ser la causa de la generación de cantidades excesivas de slop, que dio origen a los derrames recientes, y en particular el del 22 de julio 2020, cuyas características pueden ser muy variadas, pues dependen de la naturaleza de los hidrocarburos vertidos en las lagunas. En síntesis, el derrame de la REP pudo haber sido un slop que contenía además de hidrocarburos diversos contaminantes, con la posibilidad de que algunos fuesen de naturaleza tóxica: fluoruros (neutralización del catalizador de alquilación), benceno, tolueno oxileno (planta BTX) u otros. Con respecto al volumen



derramado, en efecto, es difícil poder corroborar la cifra estimada de 26.730 barriles. En todo caso, la capacidad de almacenamiento de las dos lagunas de la refinería es de 56.800 barriles y 100.750 barriles, por lo tanto, puede decirse que es totalmente posible que se haya derramado un volumen de hidrocarburos de esa magnitud.

El derrame en Golfo Triste puede ser catalogado como uno de los más graves de la historia petrolera nacional, cuando se compara a otros derrames significativos ocurridos en el país.



FUENTE: GOLFE TRITE(2020)

AFECCIÓN DE LOS SISTEMAS MARINO-COSTEROS

El daño ambiental ocasionado por un derrame depende de la naturaleza del hidrocarburo derramado: los hidrocarburos livianos producen más daños que los pesados porque contienen compuestos tóxicos que se disuelven en el agua y suelen ocasionar mortandad de peces. Cuando ocurrió el derrame de 7.000 barriles de gasoil (hidrocarburo liviano) en Carenero en 1998 se produjo una mortandad considerable de peces. Sin embargo, en el derrame de Golfo Triste no se observó una mortalidad significativa. Siendo la REP diseñada para procesar crudos pesados provenientes del Zulia y crudos livianos de Barinas [6], la refinería procesa hoy en día principalmente hidrocarburos pesados debido a que la producción de crudos livianos ha mermado considerablemente en el país. Los crudos pesados contienen pocos



compuestos solubles en agua, son por ello menos tóxicos y su impacto sobre los organismos marinos se limita a producir asfixia mecánica a la fauna marina de baja movilidad. Estos hidrocarburos al derramarse permanecen más tiempo en el ambiente que los livianos, ya que su evaporación es mucho menor.

El impacto sobre los organismos que viven enterrados en la arena de las playas depende de la granulometría de la arena misma: si son arenas finas, el crudo se infiltra poco, más bien tiende a acumularse en la superficie, por lo cual resulta menos difícil de recoger. Si son arenas gruesas, el hidrocarburo se infiltra hasta 15 o 20 cm y afecta a los moluscos bivalvos (chipichipis, almejas, guacucos) Estas son especies filtradoras de agua que acumulan el hidrocarburo en su organismo, por ello es usual que se establezca una alerta y se prohíba el consumo humano, hasta que se determine que estén aptas mediante muestreo y análisis de laboratorio. Cuando ocurrió el derrame de crudo pesado ocasionado por el tanquero Nissos Amorgo en el Golfo de Venezuela en 1997 se observó mortandad de bivalvos. Según estudios de la Universidad de Los Andes, 5 años después del derrame solo se había recuperado el 40 % de las especies de bivalvos. Parte del crudo derramado se oxida, forma asfaltos y se hunde, afectando a las especies que viven en el fondo (bentónicas) y en particular a las fanerógamas marinas. Este crudo hundido también puede ser arrastrado por las corrientes hacia las playas, aunque se desplaza más lentamente que el crudo superficial.

Los manglares son humedales costeros conformados por una densa trama de árboles que crecen en el agua salada. Sus raíces enmarañadas forman un laberinto casi impenetrable que proporciona un hábitat ideal para peces juveniles (pargos, jureles, etc.). Allí, estos pequeños peces de arrecife crecen a salvo, protegidos de los depredadores más grandes.



Sin embargo, los manglares son directamente afectados por los derrames y sus raíces muestran manchas debidas a esta perturbación. Los manglares con las raíces manchadas difícilmente pueden recuperarse y en algunas semanas mueren, lo que destruye el ecosistema manglar. Pero no solo ocurre la impregnación con hidrocarburos en las raíces, además se afectan moluscos, crustáceos, larvas, huevos de peces y de toda especie de movilidad limitada presentes en las raíces de los manglares, lo que suele resultar fatal. Los peces se alejan.

Las aves marinas, especialmente las zambullidoras, por lo general no distinguen la superficie del agua de la superficie de un derrame y al zambullirse en el derrame se impregnan de petróleo y pocas sobreviven.

Las especies impregnadas sobrevivientes pueden acumular hidrocarburos en sus tejidos y aunque las bacterias presentes en las aguas pueden biodegradar los hidrocarburos, este es un proceso que toma años.

Una consideración importante es que existen intrincadas conexiones entre los ecosistemas de arrecifes, lagunas, fanerógamas marinas y manglares, como los que se encuentran en el Parque Morrocoy. Por lo tanto, la contaminación de un hábitat puede tener un efecto dominó devastador.

Los corales necesitan la luz solar para su sustento, pero también se alimentan del zooplancton. La contaminación del agua por el petróleo no solo enturbia el agua, bloqueando los rayos del sol, sino también es letal para el zooplancton. Las sustancias químicas tóxicas contenidas en el petróleo también debilitan la capacidad fotosintética de las zooxantelas, algas unicelulares que viven en el tejido del coral y de las cuales el coral obtiene los nutrientes. Aún después de varios años posteriores a un derrame de petróleo, el crecimiento y reproducción de los corales se ven



mermados, lo cual disminuye la cantidad de especies vivas en los arrecifes. A pesar de esto, los corales constituyen ecosistemas resilientes que logran recuperarse. Afectación de los sistemas marino-costeros. Tomado de luego de varias décadas.

Las especies locales son la clave para la restauración: los peces, por ejemplo, pueden prestar un servicio esencial a los arrecifes al comer ciertas algas que de otro modo podrían ahogar y consumir el coral debilitado por la contaminación. Pero para poder ser útiles a los corales, estos peces han de crecer en los ecosistemas vecinos sanos: manglares y praderas de fanerógamas marinas, que también pueden resultar afectadas por un derrame petrolero, como ha podido ocurrir en el Parque Nacional Morrocoy.

Tabla 1. Localizaciones de los derrames

Localización del derrame	Volumen derramado estimado (barriles)	Fecha	Área afectada
Encallamiento del buque tanquero nissos amorgo saliendo del estrecho de Maracaibo hacia el golfo de Venezuela	25.400	28-02-1997	Costa noroeste de la isla san Carlos balneario de calmare chico
Rotura de un oleoducto en la	60.000	04-02-2012	100 km del rio guarapiche,



estación jusepin de PDVSA en el Edo. Monagas			cierre de la planta de potabilización que surte a la ciudad de Maturín durante dos meses
Rotura de oleoducto de petro-Anzoátegui en santa clara Edo. Anzoátegui	25.000	01-11-2016	25 km de los ríos arabí y Pao y plantaciones de las inmediaciones
Refinería el palito de PDVSA en el Edo. Carabobo	26.730	22-07-2020	golfo triste, línea de costas entre boca de Aroa tucacas el parque nacional morrocoy

Los lechos de fanerógamas forman praderas submarinas que también constituyen una especie de “vivero” de la fauna marina (peces, crustáceos, moluscos, equinodermos, etc.). Pero al igual que los manglares, se ven afectados por la contaminación petrolera. Ambos hábitats tienden a crecer donde las olas y las mareas son suaves y los sedimentos se acumulan a su alrededor, al igual que la fracción del petróleo derramado que se hunde.

Los manglares y las praderas de fanerógamas atrapan el material que drena desde tierra, haciendo que las aguas costeras sean más claras sobre los corales y dándoles mejor acceso a la luz. A cambio, los arrecifes



absorben la energía de las olas provenientes del océano, lo que protege los manglares y las playas de la erosión.

La vida marina en lugares como Morrocoy depende de estos tres ecosistemas. Las especies a menudo viven en uno mientras se alimentan en otro. Esto asegura un flujo estable de nutrientes entre ellos. Las aves marinas anidan en manglares, se alimentan en las praderas de fanerógamas, pero sus desechos orgánicos se transportan a los arrecifes donde es el alimento de otros organismos. Estas conexiones entre ecosistemas hacen que si un ecosistema se daña, los demás también se verán afectados. Por ello, el monitoreo y las evaluaciones técnicas de los posibles daños ocasionados en el Parque Morrocoy son fundamentales para el establecimiento de las estrategias que permitan la restauración a largo plazo de sus ecosistemas.

EFFECTOS ECOLÓGICOS

Los efectos ecológicos que se pueden producir son los siguientes:

- Cambios fisicoquímicos en el hábitat.
- Cambios el crecimiento, fisiología y comportamiento de determinados organismos y especies.
- Toxicidad y aumento de mortandad de determinados organismos y especies.

CONTAMINACIÓN FÍSICA DE LA BIOTA Y DEL HÁBITAT

Los hidrocarburos pueden contaminar a los mamíferos, peces, tortugas marinas y aves que nadan en la superficie del agua o se sumergen en ella. Si existe presencia de actividades de pesca en las cercanías, estas pueden quedar contaminadas debido al contacto con el hidrocarburo. La magnitud y persistencia de la contaminación en la zona



intermareal depende de la geomorfología y características de los sedimentos de la costa.

En las playas de arena fina, es posible que los hidrocarburos permanezcan en la superficie y puedan ser retirados, caso contrario a las playas arenosas donde el hidrocarburo puede cubrirse en la arena y más tarde aflorar de nuevo por la acción del viento y de las mareas (OMI, 2005).

Los hidrocarburos en el mar, aparte de los efectos físicos directos debido a la asfixia o a la suciedad, la gran parte de mortandad producida en las primeras etapas de un derrame se debe a la toxicidad de los compuestos aromáticos más ligeros presentes en los hidrocarburos, los cuales son más solubles en agua.

Los efectos de la toxicidad aguda durante las primeras etapas de un derrame de hidrocarburos pueden ser locales o pasajeros, o también pueden perdurar durante años tras el derrame, todo dependerá del tamaño, la ubicación y la época en que se produjo y las especies expuestas a sus efectos (OMI, 2005).

VELOCIDAD DE RECUPERACIÓN

La recuperación ecológica de una zona que ha sido contaminada por un derrame de hidrocarburos no depende exclusivamente de las cantidades y de la contaminación de los contaminantes que persisten en el derrame. La velocidad de recuperación depende de la dinámica de la población y de las interacciones ecológicas de las especies repobladoras, mucho tiempo después de que se haya reducido la toxicidad por debajo de los niveles significativos (OMI, 2005).

PECES

Son pocos los casos donde se ha observado la muerte de peces adultos como consecuencia directa de un derrame de hidrocarburos. Aunque se ha podido apreciar que algunos peces habían ingerido hidrocarburos y, en muchos casos, que la contaminación por hidrocarburos de los tejidos musculares había dado lugar a la maculación.

Los efectos que se han podido detectar suelen limitarse a las proximidades inmediatas del derrame. En las poblaciones de peces y moluscos se ha detectado la formación de tumores, debido a la exposición a hidrocarburos aromáticos polinucleares, procedentes de los derrames de hidrocarburos (OMI, 200).



FUENTE: VICTIMAS DE DERRAMES (2020)

MAMÍFEROS MARINOS

Dentro de los tipos de mamíferos marinos afectados tenemos a las focas, nutrias, ballenas, marsopas, delfines, morsas, etc., donde estas especies nadan en aguas cubiertas por hidrocarburos o que, en algunos casos, se están acercando a tierra. Lo cual causa que el hidrocarburo ensucie el pelaje o la piel de estos animales (OMI, 2005).



FUENTE: VICTIMAS DE DERRAMES (2020)

TORTUGAS MARINAS

Las tortugas marinas también pueden estar expuestas a los hidrocarburos derramados al alimentarse, al salir a la superficie para respirar, o al anidar en las playas contaminadas con hidrocarburos varados.

Los efectos que se han podido observar incluye: reacción tóxica a la inhalación de vapores y a la ingestión de hidrocarburos, interferencia con la función de las glándulas salinas, irritación de la piel y lesiones. Además, los hidrocarburos son muy tóxicos para los huevos de tortuga, especialmente en las últimas etapas de su desarrollo (OMI, 2005).



FUENTE: VICTIMAS DE DERRAMES (2020)

AVES MARINAS

Esta especie es visiblemente vulnerable a los derrames de hidrocarburos. Muchas especies de aves dependen del mar y de las zonas litorales para su alimentación y anidación. Los derrames de crudo pueden ser causantes de índices de mortandad elevados debido a los efectos físicos directos como la obstrucción de los espacios intersticiales de las plumas.

Los efectos a largo plazo, es bien sabido que las aves ingieren hidrocarburos, tanto al limpiarse y componer su plumaje impregnado de crudo como al consumir alimentos contaminados, lo que provoca la disminución de la producción de huevos y del número de aves debido a efectos patológicos (OMI, 2005).



FUENTE: VICTIMAS DE DERRAMES (2020)

DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN EL MAR

El hidrocarburo entra al medio ambiente marino como resultado tanto de actividades humanas como de procesos naturales. Los accidentes de buques y tanqueros costa fuera constituyen alrededor de 15% de la cantidad de hidrocarburos que entra a los océanos.

Toda esta masa oleosa que se crea cuando se produce un derrame de crudo en medio marino se la denomina Marea Negra. Este fenómeno



se trata de una de las formas de contaminación más graves, ya que no solo invade el hábitat de numerosas especies marinas, sino que en su dispersión alcanza igualmente costas y playas contaminando todo a paso, alterándola gravemente, a la vez que genera grandes costes de limpieza, depuración y regeneración de las zonas afectadas (Vergara & Pizarro, 1981).

Una mancha de petróleo en el medio marino puede producir los siguientes efectos físicos:

- Eliminación de especies marinas o costeras sensibles.
- Efectos no letales en otras especies (deformaciones, comportamiento).
- Absorción de petróleo en los tejidos.
- Cambios en el medio físico o químico.
- Contaminación en las playas.

Los efectos ambientales de un derrame pueden clasificarse de acuerdo con su permanencia, como efectos inmediatos y efectos a largo plazo. Estos últimos son más difíciles de evaluar, por lo general por falta de estudios de base y a que en la mayoría de los casos el petróleo no es el único contaminante en el área afectada (Vergara & Pizarro, 1981).



FUENTES: DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN EL MAR (2020)



RESPUESTA FRENTE A DERRAME DE PETRÓLEO

Cuando se produce un derrame, lo primordial es reducir los daños ecológicos, económicos y en la vida humana, para lo cual se deben tomar medidas inmediatas de precaución y correctivas.

La respuesta debe ser rápida, eficaz y económicamente eficiente. Para que ello sea factible es necesario que se cumplan tres elementos primordiales:

- Que exista personal entrenado, que conozca las técnicas y equipos. Que haya un supervisor o jefe de operaciones con capacidad de evaluar la situación y opciones de respuesta.
- Que se disponga de materiales y equipos para el control de derrames; y
- Que exista un adecuado plan de contingencia que haya previsto las condiciones más probables en que ocurre el derrame, los medios para combatirlo y las técnicas más adecuadas a cada circunstancia (Vergara & Pizarro, 1981).

Estudios de contaminación e industria petrolera a escala mundial.

¿QUÉ SON LAS ESPONJAS VEGETALES?

Son un producto orgánico obtenido a partir de una especie de pepino, que tras ser secado y pelado, se obtiene un esqueleto fibroso similar a la rodaja de un tomate, que resulta perfecto para ser utilizado como una esponja para diversos usos domésticos, como el cuidado personal o lavar los platos. Estas esponjas se obtienen de una planta perenne anual de la familia de las cucurbitáceas, como la sandía, el melón, las calabazas o los pepinos, del género *luffa* que se denomina



Luffa cylindrica (L.) M. Poen. Su origen está en el suroeste asiático y son frecuentes en las zonas subtropicales del planeta.

¿CÓMO CULTIVAR LA ESPONJA VEGETAL?

Como son plantas muy sensibles a las heladas y necesitan temperaturas superiores a los 20°C, tenemos que sembrarlas en épocas de calor, o tenerlas al resguardo, en una huerta tapada, por ejemplo, hasta que germine. Las plantas tienen hojas grandes, verdes, lobuladas 5 ó 7 veces o angulares, con forma triangular, textura de papel y rasposas al tacto.

Son plantas trepadoras que pueden alcanzar hasta dos metros de altura. Cuando han madurado su color es verde amarillento, alcanzan de 25 a 30 cm y es el momento de recolectarlas.

En una misma planta existen calabazas de distintos tamaños y en distintos estados de madurez. Debemos recogerlas antes que comiencen las heladas. Una vez recolectadas las mantenemos en un lugar seco y ventilado, sobre papeles de periódicos. Cuando se vuelven de color marrón y al moverlas suenan las semillas es el momento de quitar la cáscara. Se pelan sin dificultad, utilizando las manos, al retirar la piel descubrimos con sorpresa una verdadera esponja vegetal.

Es el tejido vegetal formado por las células ahora muertas, rígidas y lignificadas que antes sirvieron para conducir la savia y sostener la estructura. Para eliminar los restos de materia orgánica y las impurezas las ponemos en agua caliente a la que hemos añadido un chorrito de hipoclorito.

Las utilizamos como exfoliante de la piel y como esponja para la higiene personal. Es importante que se sequen bien después de cada uso. Según un estudio, las esponjas naturales son más propicias al



desarrollo bacteriano, debido a su infinidad de recovecos y las condiciones de humedad en las que se encuentran por esto queremos darte algunas recomendaciones para que la utilización de la esponja sea lo más higiénica posible: Lo que más se aprovecha del fruto es la fibra del endocarpio, lo que en la práctica se denomina “esponja vegetal” Se limpian éstas fibras quedando un cuerpo que es muy resistente el cual se adapta a distintos usos, como ser filtros, para calzados, como esponja para baño, para uso doméstico, artesanías, entre otros.

SISTEMA DE VARIABLES

En estudio de investigación descriptiva, se pretende delimitar claramente las variables sujetas a ser estudiadas por su referencia a un conjunto empírico.

Según Hernández y otros (2007) definen variable como “una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse.



MAPA DE VARIABLES

Tabla 2. Mapa de variables

OBJETIVO GENERAL: Analizar la factibilidad técnica del uso de la esponja vegetal para absorber derrames de crudo, en el mar y ríos.

Objetivos específicos	Variable	Definición operacional	indicadores
Recopilar información sobre la esponja vegetal, que se usara como absorbente de los derrames de crudo	Esponja vegetal	Son un producto orgánico obtenido a partir de una especie de pepino, que tras ser secado y pelado, se obtiene un esqueleto fibroso similar a la rodaja de un tomate, que resulta perfecto para ser utilizado como una esponja	Orgánico Esqueleto fibroso
Seleccionar las medidas más apropiadas para esponja vegetal, que funciona como absorbente de crudo.	Crudo	Son mezclas complejas de varios hidrocarburos de diverso peso y estructura molecular, que van desde las sustancias simples y muy volátiles hasta	Hidrocarburo Estructura



		los compuestos asfálticos que no se pueden destilar	Sustancias Asfálticos
Determinar la absorbancia de la esponja vegetal mediante pruebas de laboratorio	Pruebas de laboratorio	Se realiza con objetivo de comprobar si como actúa la esponja al momento de absorber el crudo	Comprobar absorber

Fuente: Michele Morante 2023



NORMATIVA Y ASPECTOS LEGALES.

En la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, Capítulo IX - de los Derechos Ambientales, Publicada en Gaceta Oficial del jueves 30 de diciembre de 1999, N° 36.860:

Art 127: Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

En esta ley presentada nos ampara al presentar una alternativa ecológica que regularía la contaminación de aguas subterráneas y del subsuelo, como también a innovar nuevas técnicas investigativas biodegradables.

En la ley Orgánica de los Hidrocarburos cita en el capítulo II, Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860 de fecha 30 de diciembre de 1.999.

Art 5: las actividades reguladas por esta ley estarán dirigidas a fomentar el desarrollo integral, orgánico y sostenido del país, atendiendo el uso racional del recurso y la preservación natural del ambiente, a tal fin se promoverá el fortalecimiento del sector productivo nacional y la transformación en el país de materias provenientes del hidrocarburo, así



como, la incorporación de nuevas tecnologías

En este artículo dicha investigación se ampara en la utilización de materiales biodegradables que son de provecho para el crecimiento de la conciencia ambiental, y la implementación de nuevas tecnologías biodegradables para el fortalecimiento de nuestra industria de hidrocarburo.



CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

TIPO DE INVESTIGACION

La presente investigación tiene una naturaleza cuantitativa también llamada empírico-analítico, racionalista o positivista que es aquel que se basa en los aspectos numéricos para investigar, analizar y comprobar información y datos. Diversos autores han definido lo que es la investigación cuantitativa, así tenemos: según Landeau (2007) y Cruz, Olivares, & González (2014) la investigación cuantitativa pretende establecer el grado de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados por medio de una muestra permite realizar inferencias causales a una población que explican por qué sucede o no determinado hecho o fenómeno.

Este trabajo especial de grado se enmarca en el modelo del paradigma cuantitativo puesto que en ella se usaron instrumentos de laboratorio para la obtención de absorción de crudo de la esponja vegetal.

Por su parte este trabajo está orientado hacia un tipo de investigación descriptiva, donde según Tamayo (2006) define que la investigación descriptiva “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre un grupo de personas o cosas”.

De tal forma que este trabajo especial de grado es de tipo descriptivo por la razón que se está buscando la alternativa de un producto para la manera más factible de limpiar los derrames de hidrocarburos, como lo es Análisis de la factibilidad técnica del uso de la esponja vegetal para absorber derrames de crudo.



METODOLOGIA

MODALIDADES DE INVESTIGACION EXPERIMENTAL

El autor Fidias G. Arias (2012), define: “La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)”.

De igual manera, los autores Palella y Martins (2010), define: El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a incrementar el cúmulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la acción educativa (pag.86).

Partiendo de lo anterior, este trabajo especial de grado tiene una modalidad de investigación experimental, ya que se está trabajando con una esponja vegetal para uso de absorción donde será puesto en pruebas en el laboratorio para Comprobar si la esponja aporta la eficiencia de absorción, lo que serviría para dar una opción viable que ayude a recoger los hidrocarburos que se derramen en mar y ríos.

En este sentido en el carácter experimental se cumple los siguientes pasos y procedimientos:

1: Preparación de las muestras:

Procedimiento de realizado

- A. Se procedió a pesar las concentraciones de cada una de las muestras.



- B. Se preparó una concentración de fluido de agua de mar de 1000ml, 45.6411 gramos de crudo y se utilizó una esponja pequeña.
- C. Se preparó una segunda muestra con la misma concentración de agua de mar y crudo y en este caso se trabajó con una esponja mediana.
- D. Se preparó una tercera muestra con la misma concentración de agua de mar y crudo y en este caso se trabajó con una esponja grande doble.

POBLACION Y MUESTRA

Según (Morlés, 1994) La población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación, (p. 17). A los efectos de esta investigación la población estará constituida con todos los derrames de crudo que se ha llevado en el mar.

Por otro parte, según Arias (2006, p. 83) la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. Por lo tanto la muestra está constituido por crudo liviano y agua de mar.

TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES APLICADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el desarrollo de la investigación se emplea como técnica de recolección de datos una investigación documental y observación directa donde según Bavaresco (2002, pag 26, 27) “la investigación documental constituye prácticamente la investigación que da inicio a casi todas las demás por cuanto permite un conocimiento previo o bien del soporte documental o bibliográfico vinculado al tema, objeto de estudio, conociendo los antecedentes y quien han escrito sobre el tema”. De igual



forma Fideas G. Arias define como: “la investigación documental es el proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

Partiendo de lo anterior expuesto, en la presente investigación se usaron referencias bibliográficas electrónicas como: documentos de internet (sitios web, publicaciones en línea), publicaciones no periódicas en línea (libros, informes, tesis) y documentos obtenidos a través de correo electrónico, al fin para determinar si la absorción de la esponja vegetal es factible para su posible aplicación como absorbente.

Por parte de la observación directa según Goetz y Le Compte (1988), “favorece de igual forma la labor de cualquier persona que realiza funciones de observador, ya que le permite, desde una posición independiente y detallada, reconstruir las características del fenómeno o sujeto de estudio”. Del mismo modo, los autores Hernández, Fernández y Baptista (2006: 316), expresan que: “la observación directa consiste en el registro sistemático, aliado y confiable de comportamientos o conducta manifestadas en las muestras de estudio”. A través de esta técnica el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. Y según la explicación de Palella y Martins (2017: 122), “la observación es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar”.

De lo antes mencionado, en la presente investigación se determinaron sucesos, conocimientos y experiencias a medida que se fueron observando directamente en el laboratorio de fluidos de perforación (Unellez-Barinas), los procesos de mezclado entre el crudo y el agua como se comporta la esponja al momento de absorción entre



otros. Por lo que se hace precisa la observación directa como técnica de recolección de información.

Por otro lado, es importante recalcar que se utilizó instrumentos de recolección de datos, materiales y equipos que facilitaron la obtención de la información y la ejecución de la misma. Los cuales fueron:

Instrumentos de recolección de Datos:

1. Tabla de Datos o Registro: es donde se deja constancia de un hecho o el acto de hacer lo mismo de acontecimientos.
2. Microsoft Word: es un software que nos permite la creación y edición de documentos de textos en un ordenador o computadora.

Materiales:

- 1) Cuaderno de notas: Es donde se escribe la información recogida a momento de realizar un trabajo.
- 2) Dispositivos electrónicos: (cámara fotográfica o teléfono, pendrive).
- 3) Materiales de laboratorio: (cilindro graduado, peso digital, bandeja de plástico)



CAPITULO IV

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Análisis y discusión de los resultados de la investigación

El presente capítulo se relaciona con la discusión y análisis de los resultados obtenidos, que corresponden a la factibilidad técnica del uso de la esponja vegetal para absorbente de derrames de crudo el laboratorio de fluidos de perforación (UNELLEZ-Barinas), implementando la esponja vegetal como absorbente y controlador de filtrado, donde fueron planteados objetivos específicos que ayudaron al cumplimiento de este trabajo especial de grado.

1) Recopilar información sobre la esponja vegetal, que se usara como absorbente de los derrames de crudo.

Para la recolección de información se tomó como base las investigaciones hechas sobre la oleo sponge cual elaboración fue hecha por los investigadores estadounidenses del Laboratorio Nacional Argonne seguidamente se presentara las formuladas esponja vegetal.

Tabla 3. Formulación del agua de mar, crudo y las esponjas vegetal

Compuestos	formulación	Peso específico (gramos)
Agua de mar	1000ml	2876
Petróleo	100ml	45,6411
Esponja vegetal	pequeña	4
Esponja vegetal	mediana	7
Esponja vegetal doble	grande	17

Fuente: Elaboración propia (2023)



En la **Tabla n°3** se muestra la formulación de las esponjas vegetal, donde se utilizó 1 litro de agua de mar a escala de laboratorio siendo igual a 1000 ml, 100ml de petróleo que equivalente a 45,6411 gramos y, posteriormente se adicionó las esponjas vegetales con sus respectivos pesos.

2. **Seleccionar las medidas más apropiadas para esponja vegetal, que funciona como absorbente de crudo.**

Para la construcción de estas esponjas, se extrajo la esponja vegetal de una enredadera, la cual se obtuvo en estado Portuguesa, ubicada en el pueblo de Guanarito en el barrio samanes verde. Luego se trasladó la muestra de esponja hasta el estado Barinas donde se procedió a cortarle la parte del corazón para poder usarla libremente sin dificultad. Luego se procedió a cocerla para poder obtener el tamaño deseado. Después se pasó a llevar al laboratorio, donde se obtuvo sus pesos para la adsorción de crudo. Las medidas que se utilizó son las siguientes.

Tabla 4. Medidas de la esponja vegetal

Compuesto	Medidas.	Peso neto (gramos)
Esponja vegetal	Pequeña	4
Esponja vegetal	Mediana	7
Esponja vegetal doble	Grande	17

Fuente: Elaboración propia (2023)

En **Tabla n°4** se observa las medidas que se utilizaron de la esponja vegetal.



3. Determinar la absorbancia de la esponja vegetal mediante pruebas de laboratorio.

Por medio de pruebas de laboratorio se lograron obtener diversos datos que son tomados como resultados para las diferentes esponjas diseñadas, determinando así la absorción de cada una de las esponjas vegetal. De esta manera se presenta la siguiente tabla

Tabla 5. Tiempo de la adsorbió de crudo y cuanto adsorbió la esponja vegetal

Compuesto	Peso	Cantidad de agua de mar (ml)	Cantidad de crudo (gramos)	Cantidad que absorbió la esponja vegetal de crudo (gramos muestra 1)	Tiempo de adsorbió muestra 1	Cantidad que absorbió la esponja vegetal de crudo (gramos muestra 2)	Tiempo de adsorbió muestra 2	Cantidad que absorbió la esponja vegetal de crudo (gramos muestra 3)	Tiempo de adsorbió muestra 3
Esponja vegetal (pequeña)	4	1000ml	45.6411	75	45 s	76	46s	73	43s
Esponja vegetal (mediana)	7	1000ml	45.6411	80	4,51m	82	4,56m	78	4,48m
Esponja vegetal (grande doble)	17	1000ml	45.6411	130	9 m	133	9,08m	128	8,56m

Fuente: Elaboración propia fecha: 2023

Tabla 6. % de absorción de la esponja vegetal

Compuesto	Peso de la esponja vegetal	Cantidad de Crudo (gramos)	Cantidad que absorbió la esponja vegetal de crudo (gramos muestra 1)	Resta de la cantidad que absorbió la esponja – la cantidad de crudo – el peso de la esponja (gramos muestra 1)	% que absorbió la esponja de crudo Muestra 1	Cantidad que absorbió la esponja vegetal de crudo (gramos muestra 2)	Resta de la cantidad que absorbió la esponja – la cantidad de crudo – el peso de la esponja (gramos muestra 2)	% que absorbió la esponja de crudo Muestra 2	Cantidad que absorbió la esponja vegetal de crudo (gramos muestra 3)	Resta de la cantidad que absorbió la esponja – la cantidad de crudo – el peso de la esponja (gramos muestra 3)	% que absorbió la esponja de crudo Muestra 3
Esponja vegetal (pequeña)	4	45,6411	75	25,4	25,4%	76	26,4	26,4%	73	23,4	23,4%
Esponja vegetal (mediana)	7	45,6411	80	27,4	27,4%	82	29,4	29,4%	78	25,4	25,4%
Esponja vegetal (grande doble)	17	45,6411	130	67,4	67,4%	133	70,4	70,4%	128	65,4	65,4%

Fuente: Elaboración propia fecha: 2023



Los resultados obtenidos de la **Tabla n°6** por medio de las pruebas de laboratorio con la esponja vegetal nos dice si se utiliza la doble esponja se obtiene un (67,4%, 70,4%, 65,4) del 100% de crudo por lo tanto si es eficiente para la absorción de crudo.



COCLUSIONES RESULTADOS

CONCLUSIONES

Tras la investigación y el correspondiente análisis de los resultados finales, se extraen las siguientes conclusiones:

Se logró diseñar una esponja vegetal en función de absorbente del derrame de crudo. Se alcanzó la formulación que se quería obtener, describiendo de manera sistemática como se obtuvo la esponja vegetal y como se trabajó.

Se obtuvieron valores de absorción de la esponja, las cuales fueron tomados como eficiente, llevándonos a determinar que se encuentran en una eficiencia promedio muy capaz de ser un absorbente de derrames de crudo.

Dentro del porcentaje de la esponja vegetal pequeña, mediana y grande doble se observó una diferencia notable, presentando en la esponja vegetal grande doble, en comparación con la esponja pequeña y medianas, siendo esto ocasionado por la esponja vegetal grande doble ya que su capacidad de absorción es más eficaz

Tomando en consideración los diferentes valores obtenidos, por medio de pruebas de laboratorio para determinar la esponja vegetal podemos decir que puede ser usado como absorbente de los derrames de hidrocarburos puesto que cumple con todos los parámetros establecidos.



RECOMENDACIONES

Proceder a realizar una prueba con una esponja triple para observar si puede absorber más crudo.

Por medio de los datos obtenidos en laboratorio, se recomienda llevar a cabo una prueba piloto en el campo.

Tomar en cuenta las medidas de la esponja para que se pueda absorber bien recomendando que se haga en forma recta.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

El Autor Martínez Bolaños, Emilia Areli realizo una investigación sobre la Factibilidad de remoción de hidrocarburos utilizando lirio acuático (Eichhornia crassipes).

<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/6354>.

El 23 de septiembre de 2017 un grupo de investigadores estadounidenses del Laboratorio Nacional Argonne ha desarrollado una esponja capaz de absorber petróleo y recuperarlo que podría ser la solución para limpiar los derrames de crudo en el mar <https://elperiodicodelaenergia.com/una-esponja-capaz-de-recuperar-el-petroleo-podria-ser-la-solucion-a-los-derrames-de-crudo/>

En 2020 pudimos presenciar cómo un equipo de científicos de la Universidad Tecnológica Nanyang de Singapur (NTU) y de la Universidad Sungkyunkwan de Corea del Sur había creado partículas de gel blando ecológicas a partir de granos duros de polen https://www.elconfidencial.com/medioambiente/2021-04-26/esponjas-derrames-petroleo-mar_3048723/

ANEXOS

::



Fuente: elaboración propia fecha: 2023



Fuente: elaboración propia fecha: 2023



Fuente: Elaboración propia fecha: 2023



Fuente: Elaboración propia fecha: 2023



Fuente: Elaboración propia fecha: 2023



Fuente: Elaboración propia fecha: 2023



Fuente: Elaboración propia fecha: 2023