

# UNIVERSIDAD DEL MAR

## *campus Puerto Ángel*



## **Impacto ambiental potencial de posibles derrames de hidrocarburo en el golfo de Tehuantepec**

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de  
**Licenciado en Biología Marina**

Presenta

**Carlos Martínez Perea**

Director de Tesis

**Dr. Miguel Ángel Ahumada Sempoal**

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2020

## Resumen

Se analizó el impacto ambiental potencial que pudiera resultar de posibles derrames de hidrocarburo (crudo medio Istmo) producidos en la Mono-Boya #3 de la refinería “Ing. Antonio Dovalí Jaime” de PEMEX, localizada en aguas costeras del golfo de Tehuantepec a aproximadamente 17 km del puerto de Salina Cruz, Oaxaca. Para analizar dicho impacto se simuló la dispersión y destino de posibles derrames de hidrocarburo con ayuda del modelo Lagrangiano GNOME (Modelado General de Entorno Operacional de la NOAA, <https://response.restoration.noaa.gov/>). Se especificó el sitio donde se pudieran originar los derrames de 5,000 litros de hidrocarburo, capacidad máxima que puede almacenar la Mono-Boya #3. Para realizar los cálculos de dispersión y destino del hidrocarburo, se utilizaron campos de viento y corrientes marinas superficiales obtenidos de las páginas oficiales de REMSS (<http://www.remss.com/>) y HYCOM (<https://www.hycom.org/>), respectivamente. En general, se evaporó aproximadamente el 48% del hidrocarburo derramado y el resto se desplazó a lo largo de la costa o hacia mar abierto dependiendo de la época del año. Entre los meses de mayo y septiembre (temporada de No-Tehuano), cuando los eventos de viento del Norte son menos frecuentes y menos intensos, el hidrocarburo derramado fue movido en dirección oeste alcanzando diferentes sitios de importancia biológica y/o recreativa localizados a lo largo de la línea de costa entre el puerto de Salina Cruz y bahías de Huatulco. Entre los meses de octubre y abril (temporada de Tehuanos), cuando los eventos de viento del Norte son más frecuentes y más intensos, el hidrocarburo derramado fue movido hacia mar abierto siendo generalmente atrapado en el giro anticiclónico generado por el viento en la región oeste del golfo. Los resultados del presente trabajo indican que el impacto ambiental potencial, considerando la cantidad de hidrocarburo depositado, se dará principalmente sobre playa Morro Ayutla, sitio de anidación de tortugas; ecosistemas de manglar, áreas con arrecifes coralinos y/o playas de importancia turística entre el puerto de Salina Cruz y la región este de las bahías de Huatulco.

**Palabras Clave:** Derrames de hidrocarburo; Simulaciones numéricas; Modelo Lagrangiano; GNOME; Impacto ambiental potencial; Sitios de importancia biológica y/o recreativa.

*A mi señora madre, Flora*

## **Agradecimientos**

A Flora y Adelfo, mis padres que siempre estuvieron ahí para apoyar este sueño, nuestro sueño. Agradezco que me hayan hecho entrar en razón cuando estaba a punto de olvidarme de una carrera universitaria. Fue duro el camino, pero a lo largo de estos cinco años mucho aprendí y tenías razón madre cuando me decías: “cinco años se pasan rápido y en cuanto menos sientas serás un Licenciado”.

Al Dr. Miguel Ángel Ahumada mi padre académico y director de este trabajo, siempre estaré agradecido por todo lo que me enseñó, especialmente la enseñanza de la redacción científica.

A Emma la señorita que siempre estuvo conmigo a lo largo de estos años.

A mi comité revisor: Dr. Leonardo Álvarez Santamaría, Dr. Andrés López Pérez, Dr. A. Cristóbal Reyes Hernández y MAIA. Eduardo J. Ramírez Chávez, gracias por tomarse el tiempo para hacerme observaciones y correcciones.

A mis hermanos Nico, Chuy, Liz y Karen, mi abuelita Margarita mi segunda madre, a mis tíos Narciso, Gabriel e Irene con quienes pasé gran parte de mi niñez y adolescencia, he aprendido mucho de ustedes. A mi tía Reina y Tere que me dieron un hogar en el tiempo que estuve en Ensenada.

Por último, pero no menos importante a los amigos que he conocido a lo largo de mi vida y a todas las personas que directa e indirectamente contribuyeron en este trabajo.

## Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Antecedentes .....</b>	<b>7</b>
2.1. Afectaciones producidas por derrames de hidrocarburos .....	7
2.2. La pluma de un derrame de hidrocarburo .....	8
<b>3. Justificación .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Hipótesis .....</b>	<b>12</b>
<b>5. Objetivos .....</b>	<b>13</b>
5.1. General .....	13
5.2. Particulares .....	13
<b>6. Materiales y métodos .....</b>	<b>14</b>
6.1. Área de Estudio .....	14
6.3. Preparación de datos de entrada para el modelo Lagrangiano .....	20
6.4. Simulaciones Numéricas .....	20
<b>7. Resultados .....</b>	<b>22</b>
7.1. Esfuerzo del viento .....	22
7.2. Circulación marina superficial.....	23
7.3. Trayectorias seguidas por las partículas de hidrocarburo derramado .....	24
<b>8. Discusiones .....</b>	<b>45</b>
8.1. Posibles trayectorias del hidrocarburo derramado .....	45
8.2. Impacto potencial de los posibles derrames de hidrocarburo .....	46
8.3. Fortalezas y debilidades del modelo Lagrangiano .....	49
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>51</b>
<b>10 Recomendaciones.....</b>	<b>52</b>
<b>11 Referencias .....</b>	<b>53</b>