



## **DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**

### **CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

#### **TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN CIENCIAS NAVALES**

**TEMA: “IMPORTANCIA PARA ECUADOR DE LA EXPLORACIÓN DE  
LOS RECURSOS NO VIVOS EN EL MARCO DE LA CONVENCION  
DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR  
(CONVEMAR)”**

**AUTOR: PABLO ANDRÉS STACEY SALCEDO**

**DIRECTOR: TNNV-GC EDWIN AGUILAR CARDENAS**

**CODIRECTOR: MGS. WENDY WASBRUM**

**SALINAS**

**2016**

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**  
**CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

**Certificación del Director**

Certifico que el proyecto de investigación, **“Importancia para Ecuador de la exploración de los recursos no vivos en el marco de Convención las Naciones Unidas sobre el derecho del mar CONVEMAR”** realizado por el señor **Pablo Andrés Stacey Salcedo** ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas - ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar para que lo sustente públicamente.

**Salinas, 18 de noviembre del 2016**

**Atentamente**

---

**TNNV-GC EDWIN MARCELO AGUILAR CARDENAS**

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**  
**CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

**Autoría de responsabilidad**

Yo, **Pablo Andrés Stacey Salcedo** con cédula de ciudadanía N° **0926059890** declaro que este trabajo de titulación “**Importancia para Ecuador de la exploración de los recursos no vivos en el marco de Convención las Naciones Unidas sobre el derecho del mar CONVEMAR**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros registrándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Salinas, 15 de noviembre del 2016**

---

**Pablo Andrés Stacey Salcedo**

**C.c. 0926059890**

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA**  
**CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

**Autorización**

Yo, **Pablo Andrés Stacey Salcedo**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE publicar en la biblioteca virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**Importancia para Ecuador de la exploración de los recursos no vivos en el marco de Convención las Naciones Unidas sobre el derecho del mar CONVEMAR**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Salinas, 05 de diciembre del 2016**

---

**Pablo Andrés Stacey Salcedo**

**C.c. 0926059890**

## **Dedicatoria**

A mi padre y mi madre con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

Pablo Andrés Stacey Salcedo

## **Agradecimiento**

Este proyecto es fruto del esfuerzo de varios actores, entre ellos el Director TNNV-GC Edwin Aguilar Cárdenas, la Codirectora Mgs. Wendy Waschbrum, quienes a lo largo de este tiempo pusieron a prueba mis capacidades y conocimientos en el desarrollo de este desafiante proyecto el cual ha finalizado despertando en mí intensas expectativas, para quienes expreso mi profundo agradecimiento por su valioso aporte.

Debo agradecer de manera especial y sincera al señor Capitán de Navío EM Manuel Humberto Gómez Proaño Director del Instituto Oceanográfico, quien, al orientarme en la selección y desarrollo del tema, despertó en mí el interés por un área tan apasionante como es la de la naturaleza y sus recursos no vivos presentes en los océanos de la tierra. Su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, tanto en el desarrollo del.

Mis padres y mi familia han sido el motor de mi vida, me enseñaron el camino a seguir, han sido guía para alcanzar metas, me han enseñado valores y principios para ser una persona de bien; por eso, en esta oportunidad aprovecho para agradecerles por todo lo que han hecho por mí.

Finalmente, a la Escuela Superior Naval que como universidad especial académica de las Fuerzas Armadas nos da enseñanzas de carácter no solo académico, sino también físico, militar profesional que nos forma como jóvenes de bien para la Institución y el país.

Pablo Andrés Stacey Salcedo

## Índice de contenidos

<b>Certificación del Director</b> .....	ii
<b>Autoría de responsabilidad</b> .....	iii
<b>Autorización</b> .....	iv
<b>Dedicatoria</b> .....	v
<b>Agradecimiento</b> .....	vi
<b>Índice de contenidos</b> .....	vii
<b>Índice de tablas</b> .....	x
<b>Índice de figuras</b> .....	xi
<b>Abreviaturas</b> .....	xiii
<b>Resumen</b> .....	xiv
<b>Abstract</b> .....	xv
<b>Introducción</b> .....	xvi
<b>Capítulo I</b> .....	1
<b>Planteamiento del problema</b> .....	1
<b>1.2 Hipótesis y variables</b> .....	2
<b>1.2.1 Hipótesis</b> .....	2
<b>1.2.2 Variables</b> .....	2
<b>1.3 Justificación</b> .....	2
<b>1.4 Objetivo general y objetivos específicos</b> .....	4
<b>1.4.1 Objetivo general</b> .....	4

1.4.2 Objetivos específicos .....	4
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>5</b>
<b>Fundamentación teórica .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Marco legal .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Espacios marítimos de acuerdo a la CONVEMAR .....	5
2.1.2 Normativa Legal del Ecuador aplicada a los Fondos marinos .....	9
<b>2.2. Marco Conceptual .....</b>	<b>12</b>
2.2.1. Plataforma continental del Ecuador .....	12
2.2.2 Plataforma del territorio continental.....	12
2.2.3 Plataforma del territorio Insular .....	13
2.2.5.Placeres .....	14
2.2.6. Hidrocarburos.....	15
2.2.7. Aplicación de los metales en la industria .....	15
2.2.8. Máquinas para requeridas para la exploración y explotación minera.....	16
2.2.9. La Autoridad Internacional de los Fondos Marinos .....	18
2.2.10. ¿Quién posee los recursos en el mar? .....	19
<b>Capítulo III .....</b>	<b>22</b>
<b>Fundamentación metodológica.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Modalidad de la investigación .....</b>	<b>22</b>
3.1.1 Enfoques o tipos de Investigación.....	22
<b>3.2 Alcance o nivel de la investigación .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Diseño de la investigación .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Técnica de recolección de datos.....</b>	<b>23</b>

3.4.1 Técnica documental .....	23
3.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5 Validez y confiabilidad de instrumentos para recolección de datos.....	24
3.6. Análisis de requerimientos para la exploración .....	25
Capítulo IV.....	27
Resultado de la investigación .....	27
4.1. Caracterizando los recursos minerales a partir de la exploración de la cordillera submarina de Carnegie. ....	27
4.2. Identificación y zonas de monitoreo para ventos hidrotermales, cortezas de cobalto, nódulos polimetálicos y zonas de concentración de sulfuros polimetálicos en la zona perteneciente a la cordillera submarina de Carnegie. ....	29
4.3. Determinación de áreas potenciales de hidratos de carbono en la zona de la cordillera submarina de Carnegie. ....	38
Formación de nódulos polimetálicos .....	39
4.4. Regiones importantes del océano donde hay nódulos de manganeso .....	41
Conclusiones .....	45
Recomendaciones .....	46
Bibliografía.....	47

## Índice de tablas

Tabla 1 Composición química de los nódulos .....	32
Tabla 2 Cortezas de ferromanganeso, parámetros, rango esperado y valor estimado .	34
Tabla 3 Cortezas y nódulos, localización, composición química y profundidad .....	35
Tabla 4 Localización, profundidades, porcentajes, ppm. y rocas .....	36

## Índice de figuras

Figura 1: Espacios marítimos de acuerdo a CONVEMAR .....	5
Figura 2: Áreas potenciales del límite exterior, plataforma submarina I. Galápagos. (Art. 76 CONVEMAR) .....	8
Figura 3: La combinación arena-agua se bombea desde el barco hasta la playa utilizando el "método del arco iris" .....	14
Figura 4: Recolección de sal luego de evaporarse el agua de mar, provincia de Santa Elena. ....	15
Figura 5: Área estimada de depósitos minerales de la dorsal oceánica de las placas Cocos y Nazca. (radio 20 KM). ....	27
Figura 6: Fotografías crucero de Exploración Oceánico NOAA, ABE Alvin Fondos marinos cercanos a I. Galápagos, (May-Jun 2015).Fuente: NOAA Ocean Exploration Curase (AT7–13), 2002. ....	28
Figura 7 Fotografías expedición Nautilus 2015, E/V Nautilus sitios cercanos a I, Galápagos (Jun-Jul 2015) .....	29
Figura 8: Recurso minerales localizados en fondos marinos. Superior izq.: Nódulos polimetálicos, Superior der.: Sulfuros masivos. Inferior: Corteza de ferromanganeso.....	30
Figura 9: Composición del nódulo polimetálico .....	31
Figura 10: Zonas de posible ubicación de Nódulos de Manganeso sobre la corteza oceánica en las llanuras abisales indicadas con color rosa.....	32
Figura 11: Mapa de áreas de posible ubicación de nódulos de manganeso dentro de la zona de Extensión de la Plataforma. ....	33
Figura 12: Zonas de posible ubicación de Corteza Ferromanganeso en las zonas de Cordilleras Submarinas indicadas con el color verde. <b>Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 13: Mapa de áreas de posible ubicación de cortezas de ferromanganeso dentro de la zona de Extensión de la Plataforma. ....	35
Figura 14; Fumarolas submarinas activas conocidas como chimeneas, que dan lugar a precipitación de sulfuros masivos polimetálicos .....	37
Figura 15 Zonas de posible ubicación de sulfuros polimetálicos indicada en el mapa sobre la mayoría del fondo marino con el color celeste.....	37
Figura 16: Mapa de áreas de posible ubicación de sulfuros polimetálicos dentro de la zona de Extensión de la Plataforma. ....	38
Figura 17: Formación geológica de nódulos de manganeso.....	40
Figura 18: Contenido de metales de los nódulos de manganeso en millones de toneladas .....	42

Figura 19: Zonas marinas importantes de la ubicación de los nódulos de manganeso	42
Figura 20: Zona de ubicación de Cortezas de cobalto r de cobalot en diferentes regiones marinas .....	43
Figura 21 Componentes químicos de nódulos de manganeso de diferentes regiones marinas del mundo. ....	43
Figura 22: En el futuro, los nódulos de manganeso se recogerán del suelo marino con máquinas cosechadoras .....	18

## Abreviaturas

No.	Abreviación	Significado
1	CCZ	Zona de Clarion-Clipperton
2	CLPC	Comisión de Límites de la Plataforma Continental
3	CONVEMAR	Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar
4	COOPNA	Comando de Operaciones Navales
5	DIGEIM	Dirección General de Interés Marítimos
6	DIRNEA	Dirección Nacional de Espacios Acuáticos
7	EDC	Energy Development Corporation
8	GPS	Global Position System
9	INIGEMM	Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico,
10	INOCAR	Institutito Oceanográfico de la Armada
11	IZA	International Seabed Authority
12	S.A.S.S.	The Sonar Array Sounding System
13	ZEE	Zona Económica Exclusiva

## Resumen

Este proyecto pretende demostrar la importancia de los recursos no vivos que se encuentran en la plataforma continental ecuatoriana y los beneficios económicos que a futuro estos puedan generar. El principal problema es la necesidad de que las autoridades estatales tomen en cuenta la importancia de estos recursos y determinen acciones, la falta de visión océano-política y la poca conciencia marítima que posee la población ecuatoriana. Para cumplir con el objetivo del proyecto se describió el marco jurídico relacionado con los fondos marinos de soberanía nacional y se identificó las áreas de posible ubicación de los recursos minerales que pueden encontrarse sobre la plataforma continental ecuatoriana. En el presente trabajo de investigación se realizó una recopilación y diagnóstico de la situación actual del Ecuador respecto a la legislación internacional y nacional relacionada con la exploración y explotación de recursos minerales en el fondo del mar. Se realizó una recolección de datos que indican las posibles áreas y zonas de existencia de recursos minerales dentro de espacios marítimos ecuatorianos, describiendo sus características, formas y lugares de formaciones de estos recursos. En cuanto a los métodos de recolección de información se utilizó la entrevista dirigida a autoridades navales conocedoras del tema con el fin de evidenciar el conocimiento con respecto a la gestión de los recursos no vivos a nivel de las autoridades, determinar el conocimiento de la CONVEMAR con relación a los recursos no vivos, evidenciar la necesidad de construir cultura institucional y general respecto al tema. Finalmente se determinaron algunas acciones que se sugieren ser tomadas en consideración para que a futuro Ecuador cuente con un inventario de los recursos no vivos de la Plataforma Continental e Insular.

Palabras clave: CONVEMAR- recursos no vivos (minerales)-Plataforma Continental e Insular.

## Abstract

The purpose of this project is to evidence the importance of non-living resources which are situated in the Ecuadorian continental shelf and the economic benefits which it can generate in the future. The main problem is the unawareness of state authorities on this matter, the lack of ocean-politic point of view and a low social conscious of the Ecuadorian population. In order to fulfil the objective of this project, the legal framework was described in relation to the national sovereignty sea bed which can be found in the Ecuadorian continental shelf. In the present research work, a compilation and diagnosis of the current situation of Ecuador with regard to the international and national legislation related to the exploration and exploitation of mineral resources in the seabed was carried out. A data collection was made that indicates the possible areas and areas of existence of mineral resources within Ecuadorian maritime spaces, describing their characteristics, forms and places of formation of these resources. As for the methods of data collection, an interview was conducted with naval authorities with knowledge of the subject in order to demonstrate knowledge regarding the management of non-living resources at the level of the authorities, to determine the knowledge of the CONVEMAR with Relation to non-living resources, evidence the need to build institutional and general culture on the subject. Finally, it was determined some actions that are suggested to be taken into consideration for future Ecuador to have an inventory of the non-living resources of the Continental and Insular Platform.

Palabras clave: UNCLOS -non-living resources (minerals)- continental insular shelves.

## Introducción

En el capítulo uno se presentó el planteamiento del problema, la hipótesis con sus variables, la justificación, el objetivo general y sus objetivos específicos.

En el capítulo dos se abordó la fundamentación teórica, describiéndose brevemente el marco jurídico internacional y la legislación nacional relacionada con los espacios marítimos de acuerdo a la CONVEMAR, refiriéndose al derecho que tiene el Ecuador sobre los recursos que se encuentran en la plataforma del territorio continental y la de las islas del Archipiélago de Galápagos, detallándose sobre los recursos minerales de los fondos marinos, identificándose las zonas de monitoreo para ventos hidrotermales, cortezas de cobalto, nódulos polimetálicos y zonas de concentración de sulfuros polimetálicos en la zona perteneciente a la cordillera submarina de Carnegie, explicándose sobre la formación de nódulos polimetálicos, indicándose dónde están las regiones más importantes del océano donde hay nódulos de manganeso, informándose cuales son los intereses económicos y el uso de los minerales, describiéndose la posible maquinaria de aguas profundas, e informándose que es la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos y quién posee los recursos en el mar.

En el capítulo tres, se expresó la fundamentación teórica, especificándose que el enfoque para el presente trabajo de investigación fue el cualitativo, su alcance exploratorio, el diseño no experimental, la técnica de recolección de datos documental y el instrumento escogido para recolección de datos fue la entrevista, destacándose que, al haber sido aplicada a las autoridades navales en funciones de la Armada del Ecuador, su validez y confiabilidad fue elevada.

En el capítulo cuatro, se detalló el resultado de la investigación, enunciándose los espacios marítimos de soberanía nacional establecidos en la CONVEMAR y la legislación nacional sobre investigación, exploración y explotación de los minerales de los fondos marinos, identificándose los minerales oceánicos depositados en la plataforma continental e insular del Ecuador, enfatizándose en su importancia económica y enumerándose las acciones orientadas a que en futuro se pueda contar con un inventario de los recursos minerales de la plataforma del Ecuador, de interés comercial.

## Capítulo I

### Planteamiento del problema

El continuo desarrollo de la humanidad requiere de la explotación de los recursos existentes en el planeta, ya sean vivos o no vivos, para el consumo y satisfacción de las necesidades de la población, lo cual ha llevado a un incesante desgaste de los mismos y en algunos casos a su total extinción. Tanto los fondos marinos como el subsuelo oceánico contienen, entre otros recursos, ingente cantidad de minerales necesarios para mantener la producción de la industria mundial. Algunos minerales oceánicos como hidrocarburos, arenas y gravas en la cercanía de la costa han venido siendo explotados, pero los grandes espacios de los fondos marinos se encuentran en una etapa de investigación y exploración para su posterior explotación, cuando las condiciones de mercado, tecnología y consideraciones ambientales justifiquen su extracción.

Los derechos de soberanía y jurisdicción de los Estados sobre los fondos marinos, al igual que todos los demás espacios marítimos se encuentran regulados por la Convención de las Naciones Unidas de 1982 (CONVEMAR). Ecuador se adhirió a la CONVEMAR en diciembre del año 2012 y por lo tanto la legislación nacional debe armonizarse a las disposiciones de este instrumento internacional.

De acuerdo con la CONVEMAR, Ecuador tiene derechos de soberanía y jurisdicción sobre los recursos de la plataforma continental e insular hasta las 200 millas medidas desde las líneas de base, y sobre la plataforma extendida en el área de Galápagos hasta una distancia máxima de 350 millas náuticas, según el artículo 76 de la CONVEMAR.

En el Ecuador hasta la fecha no se han realizado actividades de exploración de los Recursos vivos y no vivos puesto que nuestro país no cuenta con equipamiento altamente tecnificado, recurso humano especializado en las distintas áreas de conocimiento que comprende este campo, laboratorios y centros de capacitación, entre otros aspectos

necesarios para cumplir con actividades de exploración e investigación. Realizando en los últimos años actividades como toma de muestras de los recursos de los fondos marinos por otros países.

Siendo la exploración de los recursos vivos y no vivos de la plataforma continental un tema que no ha tenido investigación y desarrollo por las limitaciones técnicas del Ecuador en este campo de estudio.

El presente trabajo de investigación se enfoca en realizar una recopilación y diagnóstico de la situación actual del Ecuador respecto de la legislación internacional y nacional relacionada con la explotación de los minerales del mar, el tipo de recursos no vivos que se han localizado en los fondos marinos y termina con un enunciado de las necesidades nacionales.

## **1.2. Hipótesis y variables**

**1.2.1. Hipótesis.** La exploración de los recursos no-vivos existentes en la plataforma continental e insular ecuatoriana conforme a los espacios marítimos definidos en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar contribuirán con el desarrollo económico del Ecuador.

### **1.2.2 Variables**

*1.2.2.1 Variable independiente.* La exploración de los recursos no-vivos existentes en la plataforma continental e insular ecuatoriana conforme a los espacios marítimos definidos en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

*1.2.2.2 Variables dependientes.* Desarrollo económico del Ecuador.

## **1.3 Justificación**

Una vez que Ecuador se adhirió a la CONVEMAR, el Estado cuenta con un territorio marítimo de casi un millón de kilómetros cuadrados y con la posibilidad de ampliar su soberanía en Galápagos hasta una distancia máxima de 350 millas, un adicional entre 100.000km<sup>2</sup> y 200.0km<sup>2</sup>.

Este amplio territorio de suelo y subsuelo oceánico, casi cinco veces la actual superficie terrestre (252.000 km<sup>2</sup>) contiene importantes recursos que se han descubierto especialmente en Galápagos a través de exploraciones realizadas principalmente por universidades de Estados Unidos y europeas, así como por empresas privadas de los países industrializados. Sin embargo, la mayor parte de la superficie de los fondos marinos del Ecuador no han sido debidamente explorados y por lo tanto su cuantificación económica aún no es posible realizarla.

Desde esa perspectiva, el presente trabajo se orienta en la recopilación, análisis y evaluación de la información existente respecto de los recursos no vivos que se han identificado en la plataforma continental del Ecuador y a proponer acciones que permitan a futuro contar con un inventario de los recursos minerales de los fondos marinos de interés nacional, para una exploración y posterior explotación en beneficio de la presente y futuras generaciones.

## **1.4 Objetivo general y objetivos específicos**

**1.4.1 Objetivo general.** Evidenciar la importancia para Ecuador de la exploración de los recursos no vivos en el marco de Convención las Naciones Unidas sobre el derecho del mar CONVEMAR mediante un análisis de información relacionada a las investigaciones, marco legal y requerimiento para mejorar el desarrollo en este campo en nuestro país.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

*1.4.2.1 Objetivo específico No. 1.* Realizar un análisis de la legislación nacional sobre la investigación, exploración y explotación de los fondos marinos para los espacios marítimos de soberanía nacional establecidos en la CONVEMAR

*1.4.2.2 Objetivo específico No. 2.* Identificar las acciones orientadas al desarrollo de la exploración de los recursos minerales de la plataforma del Ecuador de interés comercial.

*1.4.2.3 Objetivo específico No. 3.* Identificar los minerales oceánicos depositados en la plataforma continental e insular del Ecuador y su importancia en el desarrollo económico del Ecuador.

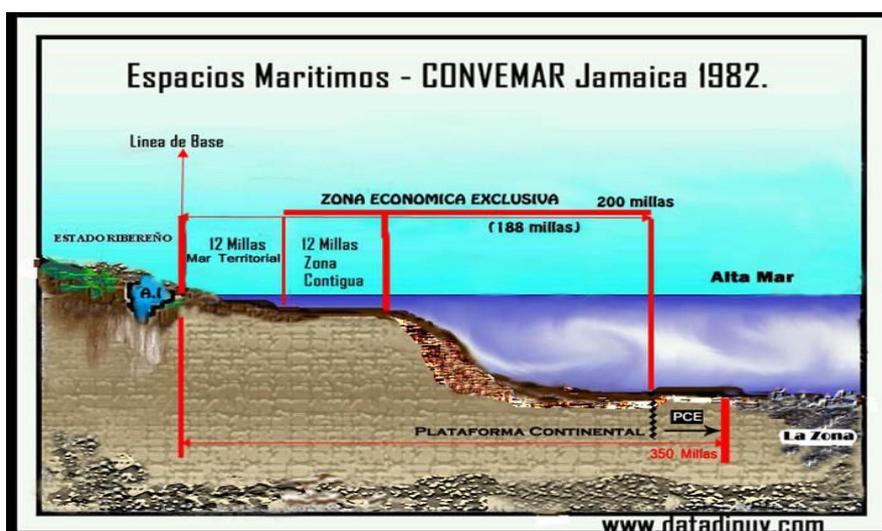
## Capítulo II

### Fundamentación teórica

#### 2.1. Marco legal

En este capítulo se describe brevemente el marco jurídico internacional y la legislación nacional relacionada con los espacios marítimos y los recursos no vivos del fondo oceánico.

**2.1.1. Espacios marítimos de acuerdo a la CONVEMAR.** La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982, codificó 320 artículos y nueve anexos que regulan casi todos los aspectos de los espacios oceánicos, entre otros, la delimitación marítima, los derechos de soberanía y jurisdicción de los Estados, la solución de controversias, aspectos ambientales, etc. La CONVEMAR dividió los espacios oceánicos en; Aguas interiores, Mar territorial, Zona Contigua, Zona Económica Exclusiva (en adelante ZEE), Plataforma Continental, Alta Mar y la Zona, constituida por los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo fuera de los límites jurisdiccionales nacionales. (Figura No. 1).



**Figura 1:** Espacios marítimos de acuerdo a CONVEMAR  
**Fuente:** Datadinuv, 2013

**2.1.1.1 Aguas interiores.** Las “aguas interiores” están situadas entre la línea base hacia la costa, incluyendo ríos, lagos, lagunas y están sujetas a la soberanía única y plena de Estado ribereño al cual pertenecen.

**2.1.1.2 Mar territorial.** La anchura del mar territorial para todos los Estados ribereños puede alcanzar hasta una distancia máxima de 12 millas marinas medidas desde las líneas de base de dicho Estado, como establece la CONVEMAR. La soberanía de aquellos Estados ribereños no solamente corresponde a su territorio, sino que se extiende más allá de eso y también de sus aguas interiores, el cual es el mar adyacente denominado mar territorial, así como a su espacio aéreo, el lecho y subsuelo de dicho mar.

Los buques de todos los Estados gozan del derecho de “paso inocente” en el mar territorial; entendiéndose que debe ser el paso rápido e ininterrumpido, salvo casos de fuerza mayor según la CONVEMAR. El paso es considerado “inocente” cuando este no perjudique la paz, el buen orden o seguridad del Estado ribereño, el mismo que podrá dictar leyes y reglamentos relativos a este paso por su mar territorial. Los buques de guerra deben cumplir los requisitos exigidos por el Estado ribereño y si no lo hacen se les puede exigir la salida del mar territorial.<sup>2</sup> Para los submarinos la Convención refiere que debe tener enarbolado su pabellón navegando en la superficie.

**2.1.1.3 Zona contigua.** La Zona Contigua de un Estado ribereño es aquella que máximo puede extenderse hasta 24 millas, contadas desde las líneas de base; desde donde se mide la anchura del mar territorial. El Estado ribereño podrá tomar medidas de fiscalización que prevengan y sancionen infracciones de sus leyes y reglamentos fiscales, aduaneros, de inmigración o sanitarios que sucedan en su territorio o su mar territorial.

*2.1.1.4 Zona Económica Exclusiva (ZEE).* La Zona Económica Exclusiva (ZEE) de un estado ribereño es una zona adyacente al mar territorial que máximo podrá extenderse hasta 200 millas marinas contadas desde la línea base. En esta zona el Estado ribereño tiene derecho de soberanía para exploración, explotación y conservación de los recursos naturales, (vivos y no vivos), en las aguas, suelo y subsuelo del mar, y de otras actividades con miras a la exploración y explotación económica en la Zona.

En la ZEE el Estado ribereño tiene jurisdicción, entre otros derechos, a la investigación científica marina, preservación del medio ambiente, establecimiento y uso de islas artificiales, instalaciones y estructuras. En esta Zona todos los Estados gozan de las libertades de navegación, sobrevuelo y tendido de cables y tuberías submarinas y de otros usos del mar internacionalmente legítimos relacionados con dichas libertades, tales como los vinculados a las operaciones de buques, aeronaves, cables y tuberías submarinas.

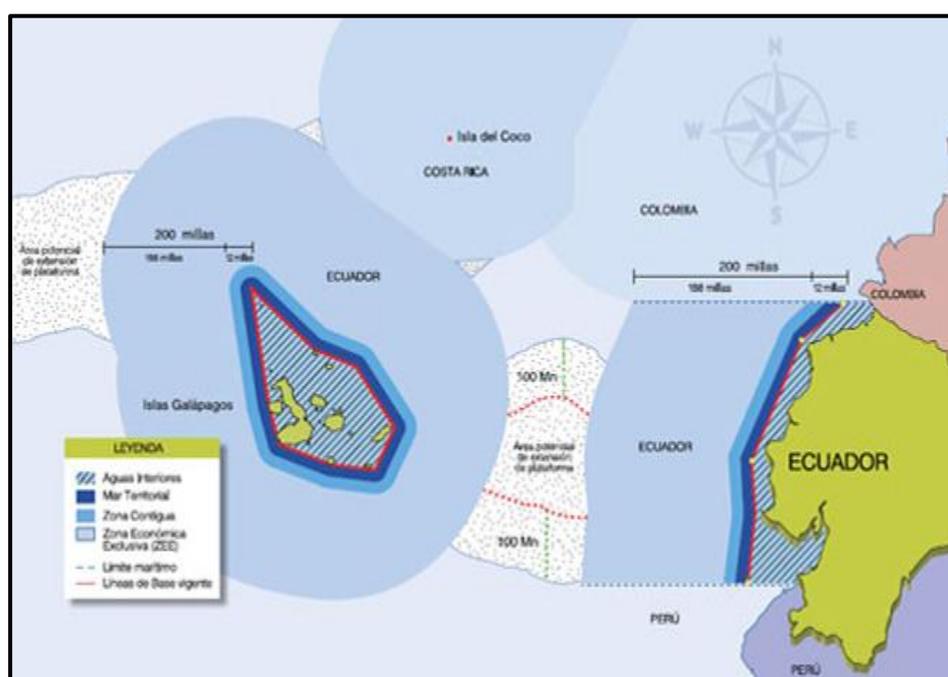
*2.1.1.5 Plataforma continental.* La Plataforma Continental está conformada por el lecho y subsuelo de las áreas submarinas que se prolonga naturalmente desde el territorio hasta una distancia de 200 millas marinas contadas desde la línea base, desde donde se mide la anchura del mar territorial. La plataforma continental puede ser extendida hasta un máximo de 350 millas náuticas en caso de que su plataforma natural se prolongue más allá de las 200 millas.

En la Plataforma Continental el Estado ribereño ejerce derechos de soberanía a efectos de exploración y explotación sobre sus recursos naturales, tanto vivos como no vivos, en el lecho o en el subsuelo. Si el Estado ribereño no los explota, nadie podrá hacerlo sin su consentimiento. En la plataforma continental otros Estados tienen derecho a tender cables y tuberías submarinas.

Si la plataforma de un Estado se extiende de manera continua sobre las 200 millas, la CONVEMAR faculta a dicho Estado el derecho de

soberanía y jurisdicción sobre una plataforma ampliada hasta un máximo de 350 millas, sujeto al cumplimiento de criterios establecidos en las Directrices Técnicas y Científicas de la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (Artículo 76).

Esta es una situación especial que beneficia al Ecuador ya que podría extender la plataforma de Galápagos más allá de las 200 millas sobre la cordillera Carnegie. (Figura No. 2).



**Figura 2:** Áreas potenciales del límite exterior, plataforma submarina I. Galápagos. (Art. 76 CONVEMAR)

**Fuente;** INOCAR, 2006

**2.1.1.6 Alta mar.** Alta mar se refiere a todas las partes del mar no incluidas en el mar territorial, ZEE o aguas interiores de un Estado, ni en las aguas archipelágicas de un Estado Archipelágico”. En la alta mar todos los Estados ribereños y sin litoral gozan de las libertades de navegación, sobrevuelo, tendido de cables y tuberías submarinas, construcción de islas artificiales, libertad de pesca y libertad de investigación científica. Ningún Estado puede someter cualquier parte de la alta mar a su soberanía.

2.1.1.7 *La Zona*. La Zona comprende los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo más allá de los límites de la jurisdicción nacional; sus recursos son patrimonio común de la humanidad, en cuyo nombre actuará la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos y ningún Estado puede reivindicar o ejercer soberanía sobre parte alguna de la Zona o sus recursos

## 2.1.2. Normativa Legal del Ecuador aplicada a los Fondos marinos

2.1.2.1 *Constitución de la República del Ecuador*. La Constitución de la República del Ecuador, en el Título I, Capítulo I, Art. 4, establece que: “*el territorio del Ecuador constituye una unidad geográfica e histórica de dimensiones naturales, sociales y culturales, legado de nuestros antepasados y pueblos ancestrales. Este territorio comprende **el espacio continental y marítimo, las islas adyacentes, el mar territorial, el Archipiélago de Galápagos, el suelo, la plataforma submarina, el subsuelo y el espacio supra yacente continental, insular y marítimo. Sus límites son los determinados por los tratados vigentes***”.

El Art. 16: “*Son de propiedad inalienable, imprescriptible, inembargable e irrenunciable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, los minerales y sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, **incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial.***”

2.1.2.2 *Reglamento General a la Ley de Minería*. El artículo 18 (I) del Reglamento General a la Ley de Minería le faculta al Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico, INIGEMM, a “*Efectuar la investigación y proponer planes para el aprovechamiento de sustancias minerales de cualquier **clase existentes en el fondo marino***”

No existe una legislación especial para la explotación de los recursos del mar, excepto para los hidrocarburos.

2.1.2.3. *Exploración de los Recursos no vivos de acuerdo a la CONVEMAR.* La CONVEMAR, es la Constitución Universal de los Océanos que regula los derechos y soberanía de todos los Estados, con o sin litoral, en los distintos espacios marinos reconocidos en dicho instrumento, espacios que se miden a partir de las líneas de base promulgadas por el Estado ribereño. Estos espacios son: Aguas Interiores; Mar Territorial de 12 millas; Zona Contigua de 24 millas; Zona Económica Exclusiva de 200 millas; Plataforma Continental de 200 millas y Plataforma Continental Ampliada hasta un máximo de 350 millas; el Alta Mar; y la Zona o fondos marinos que no se encuentran bajo la soberanía de los Estados, los recursos de la zona constituyen patrimonio común de la humanidad y son administrados por la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos.

El Ecuador al haberse adherido a la CONVEMAR debe armonizar su legislación interna con este Tratado Internacional. Actualmente, la legislación nacional no ha sido armonizada con la CONVEMAR, tarea que debe cumplir la Asamblea Nacional con el asesoramiento de los distintos Ministerios que tienen relación con el mar como Defensa, Relaciones Exteriores, Ambiente, Pesca, Comercio Exterior, etc., y con el importante aporte que repartos de la Armada como el Estado Mayor, DIGEIM, INOCAR, DIRNEA y COOPNA, repartos que cuentan con personal especializado mismo que puede contribuir significativamente en base a su experiencia y fortaleza de investigación.

Conforme al Derecho del Mar, todos los recursos que se encuentren dentro de la plataforma continental (200 millas) y plataforma extendida (hasta un máximo de 350 millas), son de soberanía absoluta del Estado ecuatoriano y por lo tanto cualquier empresa nacional o extranjera que desee realizar exploración y/o explotación de los recursos no vivos de la plataforma deberá sujetarse a las leyes y reglamentos que al efecto promulgue el Estado ecuatoriano.

En la plataforma ampliada el Estado Ribereño deberá pagar a la Autoridad pagos o contribuciones en especie respecto de la explotación de

los recursos no vivos, conforme a lo dispuesto en el artículo 82 de la CONVEMAR.

Si Ecuador desea explorar y explotar recursos minerales de la Zona, por sí solo o asociado, deberá cumplir las disposiciones establecidas en la Parte XI de la CONVEMAR y en el Acuerdo Relativo a la Parte XI, tratados internacionales de las cuales Ecuador es parte. Así mismo, las empresas deberán observar todas las disposiciones técnicas y legales que se encuentran redactadas en el Código Minero de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos.

Respecto a legislación nacional sobre explotación minera en el mar, no existe ninguna legislación especial del Ecuador relacionada con la explotación de los recursos no vivos del mar. Únicamente se ha promulgado una ley especial para la explotación de hidrocarburos, así como de gravas y arenas. Existe un gran vacío legal al respecto.

Ecuador es un Estado que tiene tanto territorio continental como insular. De acuerdo con la CONVEMAR el territorio terrestre como el insular generan derechos sobre la plataforma continental. La plataforma continental constituye la continuación del territorio bajo el agua, hasta una distancia de 200 millas.

En el Ecuador continental la plataforma o extensión del territorio bajo el agua termina a 30-40 millas de distancia de la costa debido a que a esta distancia se encuentra la fosa o trinchera que es el sitio en que la placa oceánica Nazca es subducida por la placa continental Sudamericana. Geológicamente hablando la plataforma de manera natural solo llega a esa distancia. La CONVEMAR sin embargo le beneficia a Ecuador atribuyéndole derechos sobre los recursos de los fondos marinos y subsuelo hasta una distancia de 200 millas.

En el Archipiélago de Galápagos, las islas tienen derecho a una plataforma de 200 millas. Pero, además, debido a que la plataforma de Carnegie (que constituye la extensión submarina de las islas Galápagos) se extiende hacia el este unos 800 km, la CONVEMAR le brinda la

posibilidad al Estado ecuatoriano de ampliar los derechos sobre la plataforma hasta un máximo de 350 millas en los lugares en que la misma de manera continua se extienda sobre las 200 millas.

Los límites de la plataforma ampliada los debe presentar Ecuador a la Comisión de Límites de la Plataforma Continental, en base a estudios técnicos y científicos establecidos en las Directrices Técnicas y Científicas de la Plataforma Continental (Doc. CLCS.11). Las recomendaciones que sobre esos límites realice la Comisión serán finales y vinculantes. En este proceso se encuentra INOCAR liderando el proyecto con otras instituciones nacionales.

## **2.2. Marco Conceptual**

**2.2.1. Plataforma continental del Ecuador.** Ecuador tiene derecho sobre los recursos que se encuentran en la plataforma del territorio continental y también sobre los recursos localizados en la plataforma de las islas del Archipiélago de Galápagos.

**2.2.2. Plataforma del territorio continental.** Geológicamente la plataforma que se extiende bajo el mar desde el territorio continental tiene una continuidad geológica entre 30 y 40 millas de anchura. La plataforma termina en la fosa o trinchera desde donde empieza el piso oceánico profundo.

Jurídicamente, sin embargo, la Convención del Mar le faculta al Estado Ecuatoriano derechos de soberanía y jurisdicción sobre los recursos localizados en el piso oceánico hasta una distancia de 200 millas medidas desde las líneas de base.

**2.2.3. Plataforma del territorio Insular.** Al igual que el territorio continental, las islas Galápagos tienen derecho a los recursos sobre la plataforma hasta 200 millas, medidos desde las líneas de base (Art. 121). Las islas Galápagos fueron originadas en el punto caliente o “hot spot” de Galápagos localizado actualmente al oeste de la Isla Fernandina.

La cordillera Carnegie es una prolongación natural de las islas Galápagos, originada en el mismo punto caliente o “hot spot” de Galápagos hace 23 millones de años. Esta cordillera se extiende desde las islas hacia el continente en una prolongación sobre 800 km de longitud, 200 km de anchura y se eleva unos 3 km sobre el piso oceánico adyacente.

Debido a que de manera natural la plataforma de Galápagos se extiende sobre las 200 millas, la Convención del Mar le faculta al Ecuador que pueda extender los límites de dicha plataforma hasta una distancia máxima de 350 millas, sujeto a las recomendaciones que sobre esos límites realice la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (CLPC). Para esto, Ecuador debe presentar a la Comisión los estudios técnicos y científicos que sustenten dicha extensión, siguiendo las Directrices Técnicas y Científicas de la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (CLPC). Al momento, el Estado ecuatoriano se encuentra realizando dichos estudios a través de una comisión delegada al Instituto Oceanográfico de la Armada.

**2.2.4. Recursos minerales de los fondos marinos.** En los fondos marinos existen recursos minerales dentro de los espacios de soberanía nacional (hasta un máximo de 350 millas) así como en la “Zona” emplazada fuera de los espacios de soberanía nacionales, que pertenecen a toda la humanidad y son administrados por la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos. Todos los Estados ostentan interés en la exploración y posterior explotación de los fondos marinos de soberanía nacional y de aquellos que se encuentran en la Zona, consecuentemente el Estado ecuatoriano debe desplegar esfuerzos para incursionar en esta actividad que un futuro cercano será una realidad, debiendo concordar el marco jurídico nacional con lo regulado en la CONVEMAR.

**2.2.5.Placeres.** Debido a la erosión las rocas en la tierra se desintegran y los ríos transportan estos sedimentos a los océanos; por efecto de las corrientes y olas dichos sedimentos en el transcurso del tiempo se tornan en minerales, los cuales se depositan en bancos o placeres en las playas y plataforma. Entre estos minerales se encuentran las arenas y gravas, placeres de hierro, oro, platino y metales pesados como, estaño, rutilo, tungsteno y zirconio.

En Ecuador, se extrae artesanalmente arena y grava de las playas para uso en la construcción y suministro de arenas ferrosas para la fabricación del cemento, en la provincia de Santa Elena industrialmente se recoge sal luego de la evaporarse el agua de mar. Se conoce que en el Ecuador no se ha llevado a cabo exploración en la plataforma en la búsqueda de placeres de otros minerales. (Figura No. 3 y No 4).



**Figura 3:** La combinación arena-agua se bombea desde el barco hasta la playa utilizando el "método del arco iris".

**Fuente:** Sea-floor mining, 2013



**Figura 4:** Recolección de sal luego de evaporarse el agua de mar, provincia de Santa Elena.

**Fuente:** Ecuasal, 2012

**2.2.6. Hidrocarburos.** Dentro de la plataforma continental en el Golfo de Guayaquil, cerca del límite marítimo con el Perú está el Campo Amistad bloque 3 (mar afuera), donde existen yacimientos de hidrocarburos y la empresa Energy Development Corporation (EDC) el 3 (mar afuera) explota gas natural.

En el piso oceánico al norte de Perú y en la plataforma continental de Perú y Chile hay yacimientos de fosforita e hidratos de gas, característicos de ambientes de disposición tropical y subtropical. La fosforita contiene fosfato, el cual es utilizado en la agricultura como fertilizante. No se ha realizado una exploración apropiada en la plataforma en busca de hidrocarburos.

### ***2.2.7. Aplicación de los metales en la industria***

**2.2.7.1. Cobre.** El cobre metal característico por su maleabilidad, ductilidad y alta conductividad térmica y eléctrica; es un elemento muy importante en la industria ya que es uno de los más usados en la actualidad principalmente conformando artefactos eléctricos, cableados de edificaciones, tuberías de agua, gas etc.

*2.2.7.2. Níquel.* El níquel tiene como características resistencia a la corrosión, elevada dureza y buen conductor de electricidad y calor. La aleación del níquel con el hierro forma acero inoxidable la cual es una de las principales aplicaciones de este metal.

*2.2.7.3. Cobalto.* El cobalto es un metal que se encuentra presente en las aleaciones que son resistentes a la alta temperatura y un ejemplo en donde se utiliza es en las turbinas de avión. Una de las principales aplicaciones es combinarlo con hierro para obtener un acero de mayor resistencia.

*2.2.7.4. Manganeso.* Tiene un gran uso en distintas aplicaciones formando aleaciones con otros componentes. Se lo usa para la fabricación de baterías secas, aleaciones con el hierro, como agente purificador

*2.2.7.5. Hierro.* Una de las principales características que tiene este metal es dúctil y maleable. En su ámbito de aplicación el hierro puro tiene un uso limitado, pero aliado con otros metales forma parte del material estructural para la construcción de buques, puentes, automóviles entre otros; además de su aplicación en el campo de la medicina para el consumo humano en caso de baja hemoglobina en la sangre.

**2.2.8. Máquinas para requeridas para la exploración y explotación minera.** La extracción de nódulos de manganeso a escala industrial actualmente no es posible porque no hay máquinas de minería listas para el mercado. A pesar de que Japón y Corea del Sur han construido prototipos en los últimos años y los puso a prueba en el mar, estos todavía necesitan mejoras.

Hace tres años el Instituto Federal Alemán de Geociencias y Recursos Naturales (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Primas - BGR) convocó una licitación para un estudio de diseño para máquinas de aguas profundas adecuadas que Alemania quiere implementar en su propia área de la licencia en el CCZ. Las empresas participantes incluyen uno que ya

fabrica máquinas para la extracción de diamantes en el Atlántico frente a Namibia. Equipamiento para la producción de diamantes, sin embargo, se despliega en tan sólo 150 metros de agua cerca de la costa. Todavía tiene que ser adaptado para profundidades de agua en la CCZ y las condiciones de trabajo en alta mar.

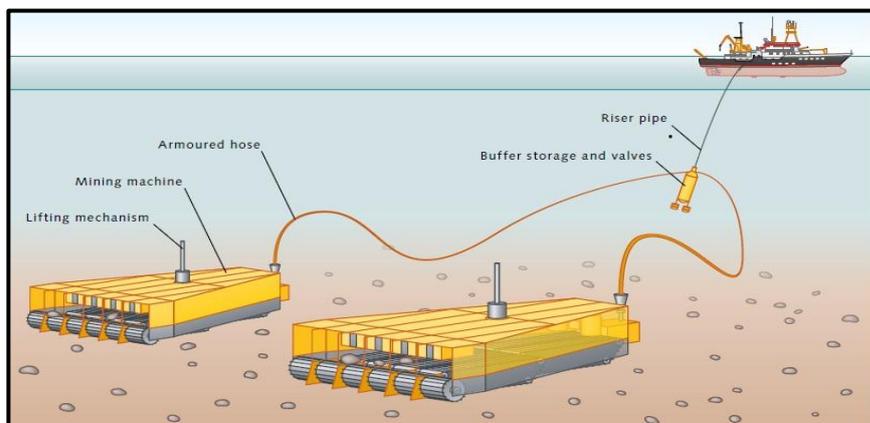
Después de todo, las máquinas para la extracción de nódulos de manganeso tienen que soportar las altas presiones en profundidades de agua de 6.000 metros. Además, deben ser capaces de trabajar de forma fiable durante períodos de tiempo largos debido a que las reparaciones de equipos de alta mar son extremadamente costosos,

Se estima actualmente que en el área de la licencia alemana de la zona Clarion-Clipperton solo, alrededor de 2,2 millones de toneladas de nódulos de manganeso tendrían que ser extraído con el fin de hacer la minería económicamente factible. Esto requiere no sólo la maquinaria para la minería, sino también la tecnología para las etapas subsiguientes de trabajo. La extracción comienza con las máquinas de minería, que aran en el fondo del mar a una profundidad de 5 centímetros y extraen los nódulos de los sedimentos.

La mezcla nódulo-sedimento restante se bombea luego desde el fondo del mar a través de mangueras rígidas a las naves de producción en la superficie del agua. En los barcos de los nódulos de manganeso se separan del sedimento y se limpian. Finalmente se cargan sobre los cargueros que transportan a la tierra, donde son procesados y los metales separado. Toda esta cadena de proceso todavía tiene que ser desarrollado. Por otra parte, los procesos metalúrgicos necesarios para recuperar los diversos metales a partir de los nódulos de manganeso todavía no están plenamente desarrollados.

En el futuro, los nódulos de manganeso se recogerán del suelo marino con máquinas cosechadoras y bombeándolas a la nave a través de tubos sólidos. Pero aún no se han construido tales máquinas. Los estudios

conceptuales contemplan un aparato equipado con un cuerpo especial que evita la agitación de grandes cantidades de sedimento (Figura 5).



**Figura 5: En el futuro, los nódulos de manganeso se recogerán del suelo marino con máquinas cosechadoras**  
Fuente: Sea-floor mining, 2013

**2.2.9. La Autoridad Internacional de los Fondos Marinos.** La Autoridad Internacional de los Fondos Marinos es una organización internacional autónoma establecida en virtud de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982 y del Acuerdo de 1994 relativo a la aplicación de la Parte XI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. La Autoridad es la organización mediante la cual los Estados Partes en la Convención organizan y controlan las actividades que se llevan a cabo en los fondos marinos y su subsuelo fuera de los límites de la jurisdicción nacional (es decir, en la Zona), de conformidad con el régimen establecido en la Parte XI y en el Acuerdo, particularmente con miras a la administración de los recursos de la Zona.

La Autoridad, que tiene su sede en Kingston (Jamaica), se creó el 16 de noviembre de 1994, con la entrada en vigor de la Convención de 1982. La Autoridad empezó a funcionar plenamente como organización autónoma internacional en junio de 1996, cuando pasó a ocupar los locales e instalaciones de Kingston (Jamaica) que antes utilizaba la Oficina de las Naciones Unidas para el Derecho del Mar en Kingston. La Autoridad celebra sus reuniones en el Centro de Conferencias de Jamaica, en el centro de Kingston.

El sitio web de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos contiene información detallada sobre los órganos de la Autoridad, entre ellos la Asamblea, el Consejo, la Comisión Jurídica y Técnica, el Comité de Finanzas y la Secretaría

**2.2.10. ¿Quién posee los recursos en el mar?.** El Derecho internacional del mar regula de forma precisa quién puede extraer nódulos de manganeso o sulfuros masivos y las cortezas de cobalto en el futuro. Si los recursos se encuentran dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de un país, la llamada zona de 200 millas náuticas, este país tiene el derecho exclusivo de explotar o adjudicar licencias de extracción a las empresas extranjeras. Este es el caso, por ejemplo, en una parte de la cuenca Penrhyn cerca de las islas Cook.

La zona Clarion-Clipperton, la cuenca del Perú, y la zona del Océano Índico, se encuentran en el ámbito de la alta mar, alejadas de las zonas económicas exclusivas de los Estados. Aquí, la minería es regulada por una agencia de las Naciones Unidas, la Autoridad Internacional de los fondos Marino (ISA), con sede en Kingston, Jamaica.

En particular, la Ley de Seguridad asegura que los beneficios de las futuras actividades relacionadas con la minería marina se distribuyan equitativamente. Su autoridad se basa en varios artículos de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, que definen la alta mar como patrimonio común de la humanidad. Actividades en alta mar deben servir al bien de todas las personas. Entre otras cosas, no se debe dar preferencia a que los países ricos tengan acceso exclusivo a los recursos prometedores en el fondo del mar.

Para las áreas de nódulos de manganeso, esto significa que los contratistas se aplican a la ISA por un área de exploración de hasta 150.000 kilómetros cuadrados. El contratista individual debe pagar una tarifa de licencia para estas áreas. La condición fundamental es que los países pueden utilizar solamente la mitad de su área de licencia, o un máximo de 75.000 kilómetros cuadrados. Después de la exploración

preliminar, la otra mitad está reservado para el desarrollo de los Estados. Hasta ahora, el ISA ha otorgado catorce de estos contratos son para la exploración de nódulos polimetálicos en la zona de fractura Clarion-Clipperton (13) y la Cuenca del Océano Índico Central (1). Hay cinco contratos para la exploración de sulfuros polimetálicos en el suroeste y, centro de la cresta de India, la Cordillera del Atlántico Medio y cuatro contratos para la exploración de costras ricas en cobalto en el Océano Pacífico occidental. Los contratistas son China, Alemania, Francia, India, Japón, la Federación de Rusia, Corea del Sur, y la Organización Conjunta Interoceanmetal, un consorcio de Bulgaria, República Checa, Eslovaquia, Polonia, la Federación de Rusia y Cuba.

Dos empresas comerciales se han incorporado recientemente a los solicitantes: la compañía británica Reino Unido de los Fondos Marinos Resources Limited y el belga G-TEC Mar Recursos Minerales NV. Desde el año 2011 una serie de países en desarrollo (Nauru, Kiribati y Tonga) han presentado solicitudes en cooperación con empresas de países industrializados.

Estas aplicaciones están relacionadas con las áreas exploradas por los contratistas originales y reservados para los países en desarrollo, que ahora serán consignados a Nauru, Kiribati y Tonga. Los medios financieros y técnicos para la exploración y eventual desarrollo de estas áreas, sin embargo, no serán suministrados por las 3 naciones insulares, sino por los socios de la industria.

Hasta ahora, las licencias otorgadas por la ISA han sido todas para exploración, que permiten a las naciones investigar las posibles zonas mineras más cercanas. Esto incluye estudios detallados para determinar qué partes de la región tiene las más altas densidades de nódulos o nódulos con altos contenidos de metales. Las licencias se otorgan por un período de quince años y pueden extenderse una vez durante cinco años más.

Después de esto la minería debe comenzar explotar o el país perderá sus derechos de explotación minera. Sin embargo, la Autoridad de Fondos Marinos no define el marco legal regulatorio para la futura minería hasta el 2016. Todavía hay una serie de preguntas sin resolver. Las técnicas de extracción que se utilizarán en el futuro para cosechar los nódulos aún no han sido determinadas, y no hay un plan en marcha para la protección efectiva del medio marino de la minería a gran escala ya que tampoco se saben exactamente el nivel de daño que llegaría alcanzar y sus consecuencias en el medio ambiente. Además los costos para realizar una exploración son muy elevados, de igual manera e incluso son extremadamente grandes los valores para una explotación minera en los fondos marinos.

## Capítulo III

### Fundamentación metodológica

#### 3.1. Modalidad de la investigación

**3.1.1 Enfoques o tipos de Investigación.** El enfoque considerado para el presente trabajo de investigación es el cualitativo, el mismo que consiste en la exploración del fenómeno en profundidad.

La investigación se realizará a través de procesos de revisión y consultas a las fuentes que generan información con relación a los fondos marinos y plataforma continental. Esta información, en primera instancia, deberá ser la necesaria para entender los procesos que se llevan a cabo a nivel de la gestión de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos, centrado en el conocimiento de los espacios marítimos jurisdiccionales y no jurisdiccionales y los respectivos estatus que tienen con relación a los Estados en general, pero sobre todo con los Estados Ribereños.

Para lo cual, durante el desarrollo del proyecto se aplicarán algunos métodos afines con la presente problemática, la que nos hace observar que debemos entrar en un proceso exploratorio, para obtener una visión general del marco en el que se llevan a cabo las acciones del derecho internacional marítimo, siendo sustancial aplicar este método para conocer a la CONVEMAR, con un nivel avanzado, sin que ello tenga que ser profundo.

#### 3.2. Alcance o nivel de la investigación

El presente proyecto se lo realiza a nivel exploratorio, debido a que no existe información de haberse desarrollado con anterioridad, su estudio permitirá reconocer la importancia para el Ecuador de haberse adherido a la CONVEMAR y sus beneficios económicos.

Desde esa perspectiva el trabajo se orienta en la recopilación, análisis y evaluación de la información existente respecto de los recursos no vivos que se han identificado en la plataforma continental del Ecuador y a

proponer acciones que permitan a futuro contar con un inventario de los recursos minerales de los fondos marinos de interés nacional para una exploración y posterior explotación en beneficio de la presente y futuras generaciones.

### **3.3. Diseño de la investigación**

El diseño aplicado para el presente proyecto es no experimental, donde se realizarán observaciones del fenómeno en su contexto natural.

El plan o estrategia para obtener la información consiste en una fase inicial donde se realizará una recolección de datos de fuentes secundarias para el posterior análisis de la información, tomando en referencia la CONVEMAR, páginas web de la Autoridad Internacional de Fondos Marinos y publicaciones del Instituto Oceanográfico.

Se analizará el contexto de la CONVEMAR en el Ecuador, para luego realizar entrevistas a autoridades concededoras del tema a fin de determinar el nivel de comprensión acerca de la importancia de este organismo y de los recursos no vivos para el desarrollo del país.

### **3.4. Técnica de recolección de datos**

**3.4.1. Técnica documental.** En el presente proyecto se utiliza la técnica documental para recolectar información de fuentes secundarias disponibles en la WEB y en publicaciones de la “Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar” (CONVEMAR), de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA), del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR), de la Constitución de la República del Ecuador y del Reglamento General a la Ley de Minería; así como, información de revistas especializadas sobre los recursos no vivos en el mar y su importancia..

**3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.** En el proyecto se ha determinado que la entrevista, es el instrumento apropiado para la recolección de opiniones de las autoridades conocedoras del tema, para evidenciar el nivel de conocimiento de ellos que, directa o indirectamente, tienen responsabilidades sobre la gestión de los recursos no vivos establecido en la CONVEMAR; además, demostrar la necesidad de construir cultura institucional y general respecto a lo que se considera como tema fundamental para el futuro del país. También es necesario proponer acciones en beneficio de la presente y futuras generaciones.

Para la recolección de opiniones de estas autoridades se ha programado visitas al Comandante de Operaciones Navales, al Director Nacional de los Espacios Acuáticos, al Director del Instituto Oceanográfico de la Armada y en la plaza de Quito, con entrevista virtual, al Director de Intereses Marítimos.

Además, se va a realizar visitas al Instituto Oceanográfico de la Armada para consultar a las autoridades y funcionarios del departamento de la CONVEMAR sobre el conocimiento de los seres no vivos, las acciones desarrolladas en torno a dicha problemática y conocer sobre los proyectos en desarrollo y sus alcances.

### **3.5. Validez y confiabilidad de instrumentos para recolección de datos**

La entrevista, instrumento seleccionado y aplicado, para la recolección de opiniones y criterios del Comandante de Operaciones Navales, del Director de Intereses Marítimos, del Director Nacional de los Espacios Acuáticos, del Director del Instituto Oceanográfico quienes tienen relación directa o indirecta con la gestión de los recursos no vivos establecido en la CONVEMAR son válidas y confiables porque son autoridades de la Armada del Ecuador, en funciones.

### 3.6. Análisis de requerimientos para la exploración

Tomando en consideración la investigación realizada y los comentarios de las entrevistas llevadas a cabo a altas autoridades navales y civiles que tienen injerencia directa en el tema de este trabajo, las siguientes acciones se sugieren ser tomadas en consideración para que a futuro Ecuador cuente con un inventario de los recursos no vivos de la Plataforma Continental e Insular:

- Armonizar la legislación nacional con la CONVEMAR y sus instrumentos relacionados.
- Promulgar leyes y reglamentos especiales para la exploración y explotación de los recursos no vivos de la plataforma.
- Constituir a nivel ministerial un organismo como la DIGEIM que vele por los intereses marítimos del país.
- Promulgar políticas nacionales para el desarrollo de los intereses marítimos del Ecuador.
- Fortalecer la conciencia marítima nacional y la educación primaria y secundaria sobre los espacios marítimos nacionales, sus límites y recursos.
- Incrementar la capacidad nacional de investigación formando masters y PHD en las distintas ramas de las ciencias del mar, y fortalecer a las universidades y politécnicas en los distintos campos del conocimiento técnico, científico y legal relacionados con el mar y sus recursos.
- Mantener la presencia de ecuatorianos en los distintos organismos especializados relacionados con los temas del mar como la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos, Tribunal Internacional del Mar, Comisión Técnica y Científica de la Plataforma Continental, Sesiones de la Asamblea relacionadas con temas del Mar, Organización Hidrográfica Internacional, Comisión Oceanográfica Intergubernamental, Comisión Permanente del Pacífico Sur, Comité Consultivo del Tratado Antártico, etc.

- Definir con claridad los intereses del Ecuador en la Zona.
- Establecer programas, planes y proyectos orientados a incrementar la capacidad nacional en el conocimiento, investigación, exploración y explotación de los recursos no vivos en la plataforma, plataforma ampliada y zona.
- Dotar al INOCAR y Universidades de una plataforma de investigación moderna y laboratorios especializados para la investigación de los fondos marinos.

Acorde al tipo de investigación explorativa los resultados se verifican a través de la especialización y autenticidad de la información recogida en los documentos, leyes, normativas y acuerdos nacionales e internacionales revisados como documentación primaria y secundaria al respecto.

Como derivación de la revisión realizada y las entrevistas a los especialistas y autoridades navales se arribaron a las acciones planteadas como propuesta del trabajo investigativo.

### **3.7. Análisis de las entrevistas**

Se realizaron cinco entrevistas a prominentes autoridades de la Armada Nacional apreciándose que:

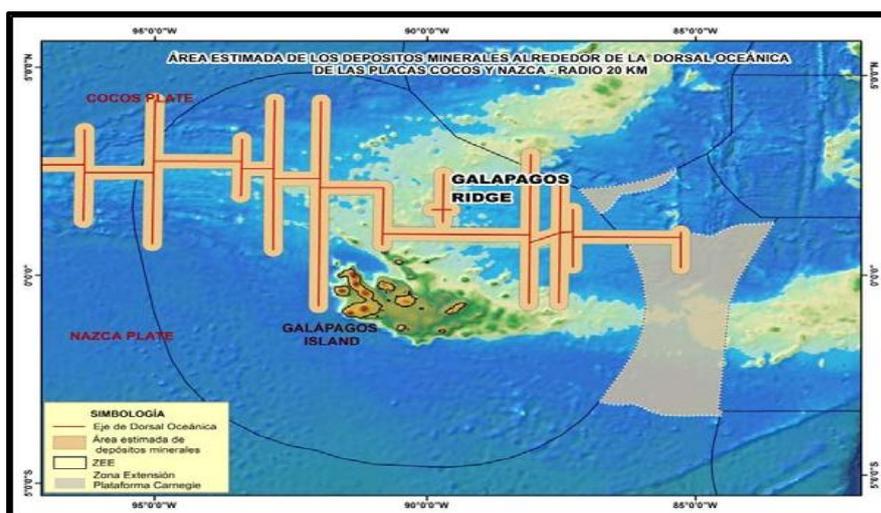
- Es reconocida entre las entrevistas la importancia económica de la exploración y posible explotación de los recursos marinos no vivos en la Plataforma Continental e Insular.
- Se aprecia la necesidad de que exista una sensibilización primero y un accionar posterior con respecto a un inventario de las riquezas marinas existentes en las áreas determinadas por la CONVEMAR.
- Los entrevistados reconocen la demanda de emprender acciones que permitan revertir la situación actual con respecto a la exploración y explotación de las riquezas marinas no vivas para contribuir al desarrollo económico del país.

## Capítulo IV

### Resultado de la investigación

#### 4.1. Caracterizando los recursos minerales a partir de la exploración de la cordillera submarina de Carnegie.

**4.1.2. Dorsal Cocos – Nazca** en el sector adyacente a la cordillera submarina de Carnegie, caracterización preliminar. La información obtenida en los relevamientos batimétricos, investigación sísmica y registros documentales, permitirá identificar de alguna manera las principales estructuras y aspectos importantes del fondo marino, así como el posterior inventario y caracterización preliminar de la zona perteneciente a la cordillera de Carnegie.

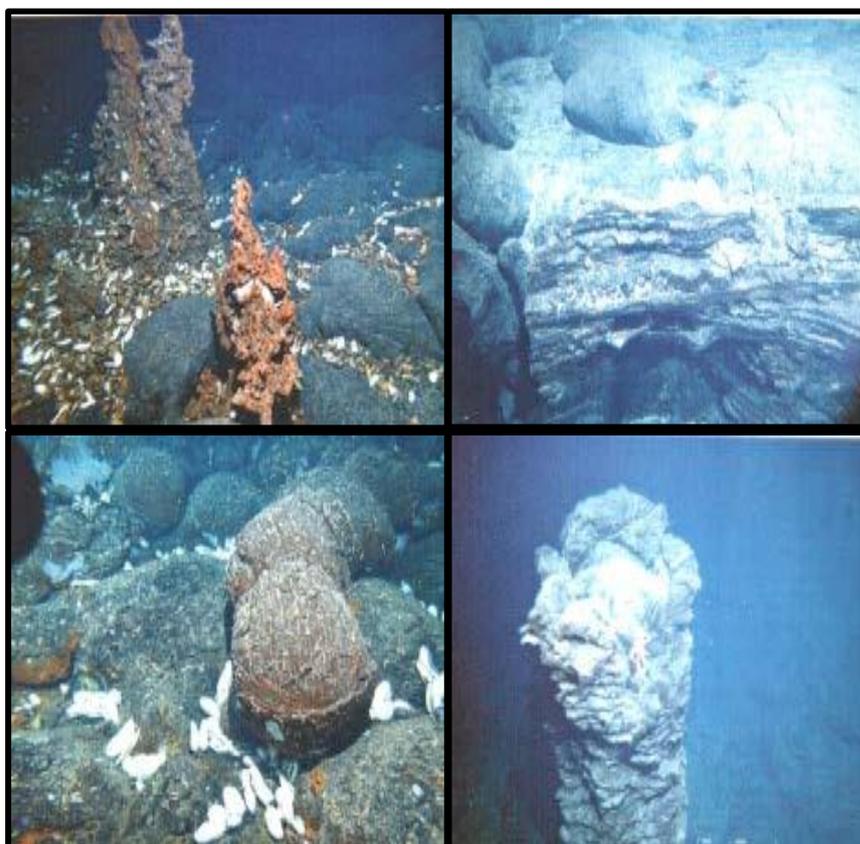


**Figura 6:** Área estimada de depósitos minerales de la dorsal oceánica de las placas Cocos y Nazca. (radio 20 KM).

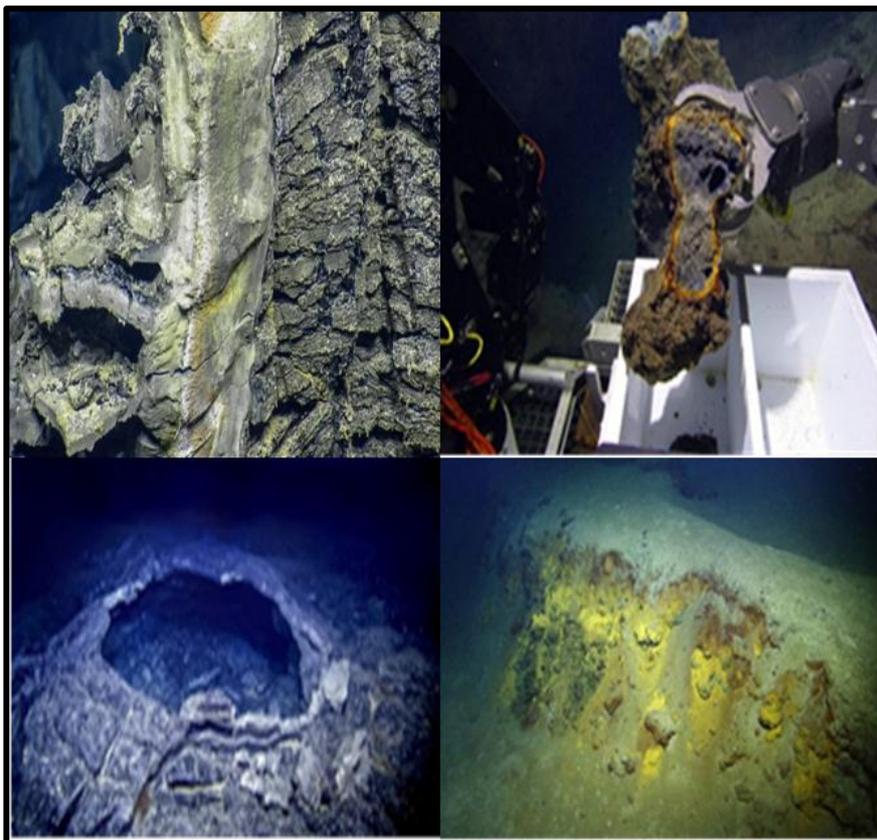
**Fuente:** INOCAR, 2014

Alrededor de la dorsal oceánica de las placas Cocos y Nazca se ubican los distintos depósitos minerales en los ventos hidrotermales. Encontramos cortezas de hierro y manganeso asociadas a potenciales recursos de cobalto existentes en la provincia volcánica de Galápagos, así como sulfitos masivos, en las cúspides de las montañas submarinas. (Figura No 5)

La extensión del océano Pacífico es aproximadamente de 177'000.000 km<sup>2</sup>, su ZEE comprende 72'000.000 km<sup>2</sup> y la zona Fondo Marino bajo el Alta Mar es de 105'000.000 km<sup>2</sup>. La zona de interés del Ecuador en este espacio marítimo abarca un total de 1'118.000 km<sup>2</sup> de ZEE y 300.000 km<sup>2</sup> de zona potencial de extensión. Lo anteriormente expresado significa que el 1,064% del total del océano Pacífico y el 0,41% en área extendida, tiene un potencial de al menos el 10% donde encontramos minerales de elevado interés económico relacionado a las cordilleras submarinas producto de la interacción punto caliente y centro de divergencia. Al referirnos al gas y petróleo, encontramos que las cuencas sedimentarias de progreso en el Golfo de Guayaquil son fuente de gas natural, el tope de la plataforma continental tiene concentraciones de gas hidrato y los substratos de zeolita, en un área de 10.000 km<sup>2</sup> son usados como fertilizantes y filtro natural.



**Figura 7:** Fotografías crucero de Exploración Océánico NOAA, ABE Alvin Fondos marinos cercanos a I. Galápagos, (May-Jun 2015).  
**Fuente:** NOAA Ocean Exploration Curase (AT7-13), 2002.



**Figura 8** Fotografías expedición Nautilus 2015, E/V Nautilus sitios cercanos a I, Galápagos (Jun-Jul 2015)  
**Fuente:** programa de exploración Nautilus 2015 (<http://nautiluslive.org>)

#### **4.2. Identificación y zonas de monitoreo para ventos hidrotermales, cortezas de cobalto, nódulos polimetálicos y zonas de concentración de sulfuros polimetálicos en la zona perteneciente a la cordillera submarina de Carnegie.**

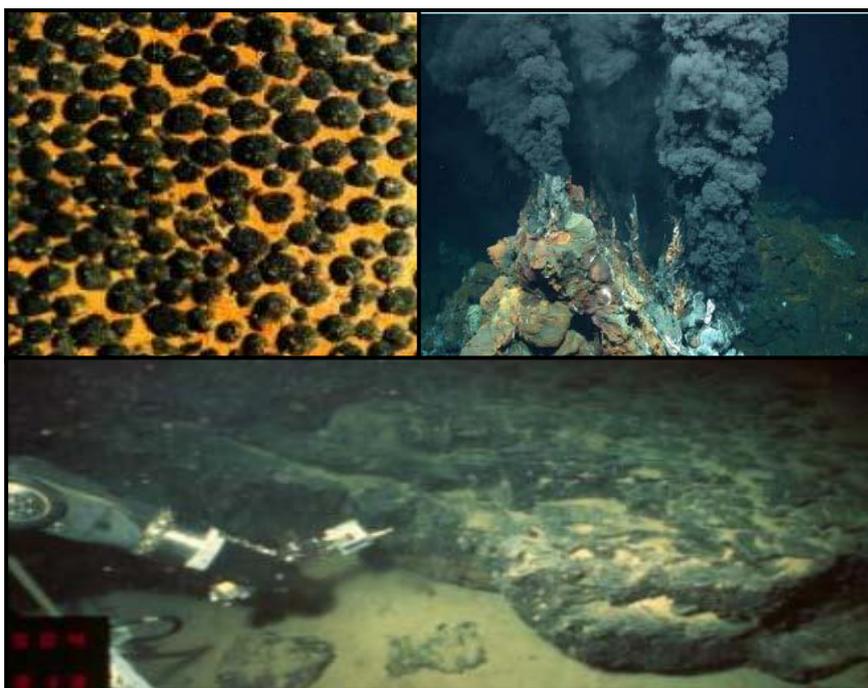
Basado en la información levantada por la actividad inicial y conociendo las características de los ambientes geológicos en los que se forman los diferentes recursos no vivos se pretende identificar las zonas potenciales en donde los depósitos de sulfuros polimetálicos, nódulos y cortezas cobálticas pueden encontrarse, de tal manera que en un futuro próximo se realicen con mayor certeza controles y extracciones de muestras de roca para análisis geológicos y geoquímicos.

Se recomienda realizar estudios posteriores aumentando el nivel de conocimientos geológicos y confianza con el fin de actualizar la base de

datos y migrar de recursos indicados a reservas posibles, de esta manera contribuir de forma más eficiente a estudios prospectivos y exploratorios de empresas estatales mineras y del sector hidrocarburífero.

El fondo marino de los Espacios Marítimos y las zonas potenciales de extensión, por su marco geológico, tiene la formación de recursos marinos no vivos que facilitarán en el futuro proyectar su extracción industrial mediante recursos y tecnología especializada.

Los yacimientos o depósitos minerales que se forman son de tres tipos: los nódulos polimetálicos, las cortezas de ferromanganeso enriquecidas con cobalto y los sulfuros polimetálicos enriquecidos en minerales como el hierro, manganeso, cobre, zinc y plata. A continuación, se presenta una breve descripción de los yacimientos más comunes que ocurren en el fondo marino.



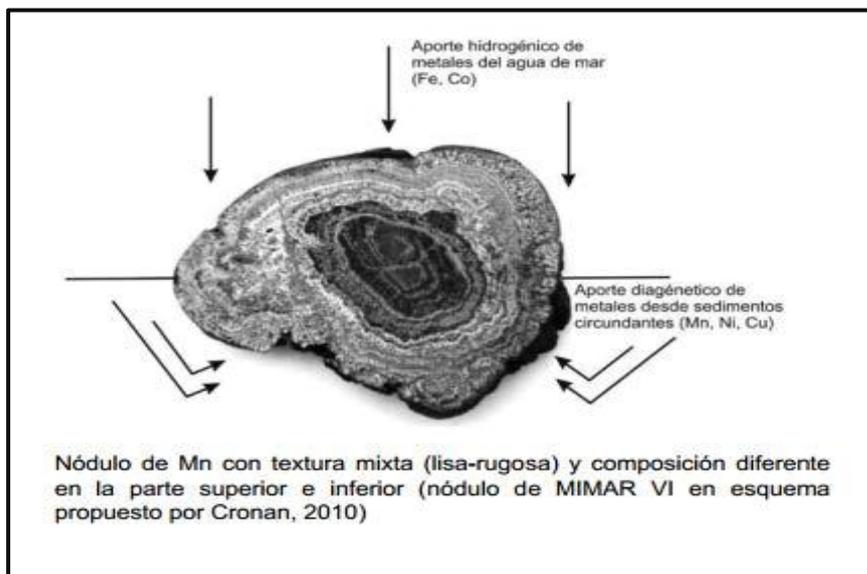
**Figura 9:** Recurso minerales localizados en fondos marinos. Superior izq.: Nódulos polimetálicos, Superior der.: Sulfuros masivos. Inferior: Corteza de ferromanganeso.

**Fuente:** Documentos de la International Seabed Authority

**4.2.1. Nódulos polimetálicos.** Los nódulos se precipitan en los lugares donde el agua de mar se desplaza de manera ascendente desde las profundidades oceánicas hasta las plataformas continentales, formando suelos de amplias extensiones de llanuras abisales.

Se forman como capas concéntricas de hidróxido de hierro y de manganeso que crecen partiendo de un núcleo. El tamaño puede ser microscópicos o de hasta 20 cm de diámetro y se encuentran entre los 4.000 a 6.000 metros de profundidad.

La densidad debe ser mayor a 10 kg por m<sup>2</sup> para que tenga interés económico por un periodo de 20 a 25 años con una producción de 1.5 a 4,0 millones de toneladas al año de nódulos.



**Figura 10:** Composición del nódulo polimetálico

**Fuente:** Technical Study N<sup>o</sup> 5 de la International Seabed Authority ISA

Los minerales de manganeso que encontrados son: todorokita, vernadita, birnessita. Los minerales de hierro son: goethita, lepidocrocita, hematita y ferroxihita.

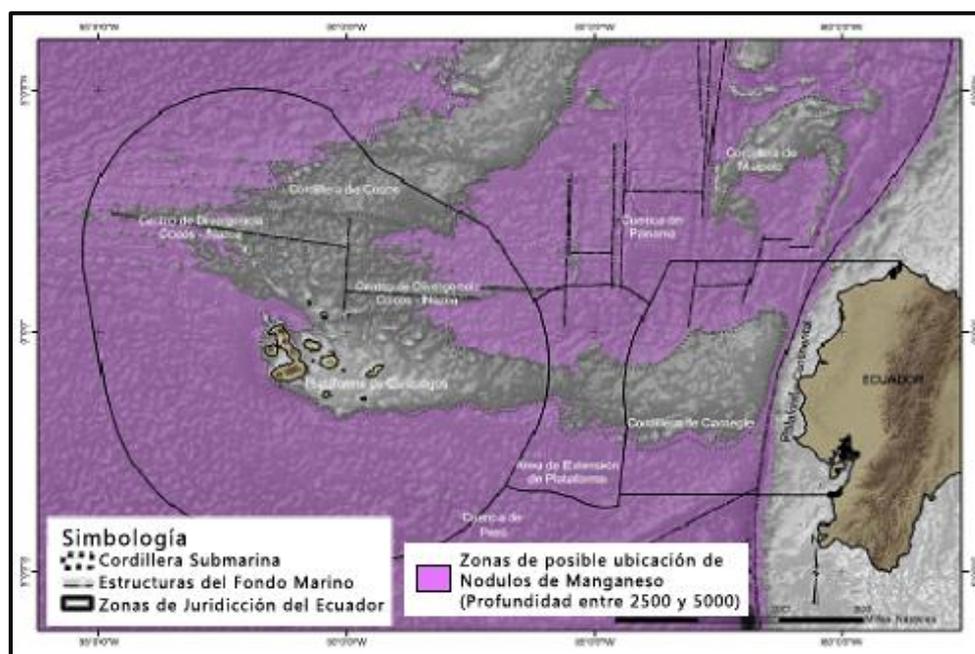
La composición química de los nódulos varía según el tipo de minerales de manganeso, el tamaño y las características del núcleo, detallados en la tabla que a continuación se presenta.

**Tabla 1** Composición química de los nódulos

#	Elementos	Porcentajes	#	Elementos	Porcentajes
1	Manganeso	29.00%	9	Hidrógeno	1.50%
2	Hierro	6.00%	10	Sodio	1.50%
3	Silicio	5.00%	11	Calcio	1.50%
4	Aluminio	3.00%	12	Magnesio	0.50%
5	Níquel *	1.40%	13	Potasio	0.50%
6	Cobre *	1.30%	14	Titanio	0.20%
7	Cobalto *	0.25%	15	Bario	0.20%
8	Oxígeno	1.50%	* Los elementos más valiosos		

Fuente: INOCAR, 2014

Tomando en consideración las profundidades a las que este tipo de depósito mineral se forma, se obtuvo un mapa con zonas de posible ubicación de los Nódulos Polimetálicos en territorio marítimo ecuatoriano y países vecinos(Figura 11).

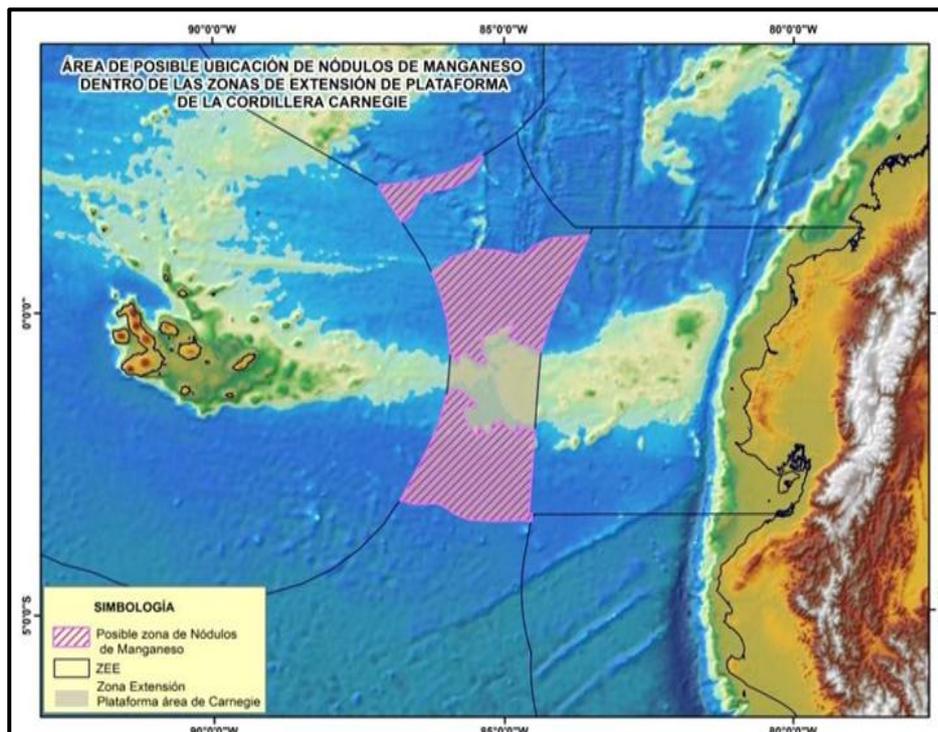


**Figura 11:** Zonas de posible ubicación de Nódulos de Manganeso sobre la corteza oceánica en las llanuras abisales indicadas con color rosa.

**Fuente:** Calderón et al, CNDM

La figura, a continuación(Figura 12), contiene varias zonas que corresponden a lo que serían posibles sitios en donde se encontrarían nódulos de manganeso dentro de las posibles zonas de Extensión de la

Plataforma (255.999,33 Km<sup>2</sup>)



**Figura 12:** Mapa de áreas de posible ubicación de nódulos de manganeso dentro de la zona de Extensión de la Plataforma.

*Fuente:* Elaborado en base al mapa de Calderón et al, CNDM

Se estima que el área en donde se encuentran las posibles zonas de nódulos polimetálicos dentro de la extensión de plataforma corresponde a **255.999,33 Km<sup>2</sup>**.

**4.2.2. Cortezas de ferromanganeso.** Se localizan a profundidades menores que los nódulos polimetálicos (400 a 4.000 metros), en las laderas y cumbres de las cordilleras submarinas, arrecifes y mesetas

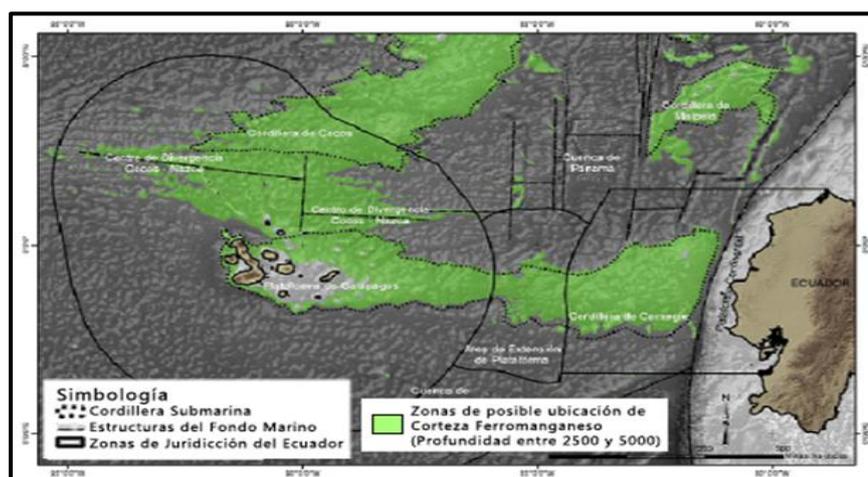
**Tabla 2** Cortezas de ferromanganeso, parámetros, rango esperado y valor estimado

Parámetros	Rango esperado	Valor estimado
Espesor medio de la corteza	< 1- 15 cm	3.5 cm
Cobalto (Co)	0.8 – 1.1 %	0.9 %
Níquel (Ni)	0.4 – 0.6 %	0.5 %
Manganeso (Mn)	20 -25 %	22 %
Platino (Pt)	0.4 grs. / ton	0.4 grs./ton
Pendiente de montaña submarina	5 – 20 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>
Cobertura de la corteza	60 -90 %	
Columna de agua	800 – 2,400 m	800 – 2,400 m
Porcentaje de recuperación	50 – 70%	70 %
Producción (dry t/ yr)	550,000 – 1,000,000	700000

Fuente: INOCAR, 2014

El 1,7 % del fondo marino, que corresponde a 6'350.000 km<sup>2</sup>, está cubierto de cortezas de cobalto; se estima que existiría un aproximado de 1.000 millones de toneladas de cobalto. Además, en las cortezas se encuentran también bismuto circonio, cerio, fósforo, manganeso, molibdeno, níquel, platino, talio, telurio, titanio y tungsteno Los minerales componentes son: ferroxihita y vernadita, y en pequeñas cantidades, cuarzo, feldespato y fluoropatita.

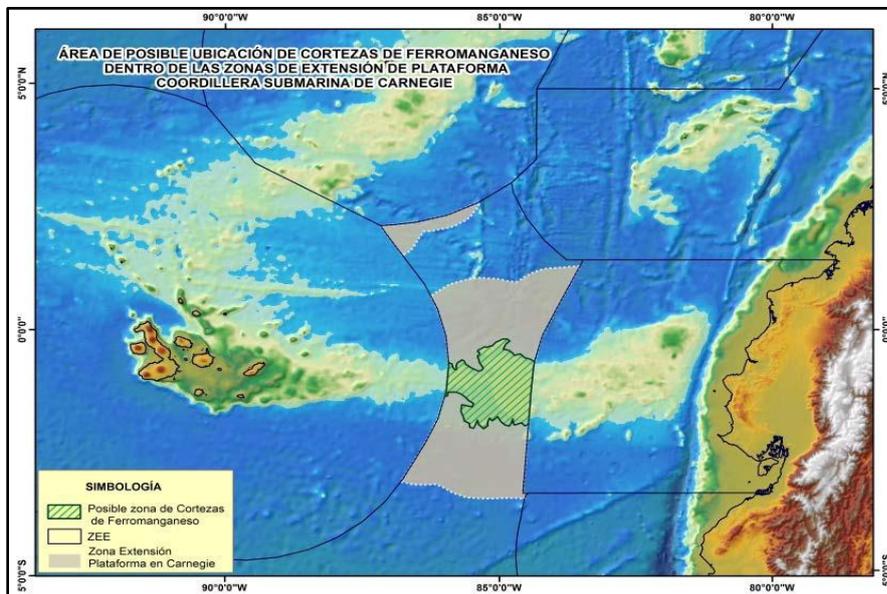
Tomando en cuenta la característica de la profundidad a las que este tipo de depósito suele formarse, se obtuvo un mapa con zonas de posible ubicación para las Cortezas de Ferromanganeso en territorio marítimo ecuatoriano y de países vecinos(Figura 13).



**Figura 13:** Zonas de posible ubicación de Corteza Ferromanganeso en las zonas de Cordilleras Submarinas indicadas con el color verde.

Fuente Calderón et all, CNDM).

El siguiente gráfico (Figura 14) muestra varias zonas que corresponden a lo que sería lugares de posibles depósitos de Cortezas de Ferromanganeso dentro de los que serían las zonas de Extensión de la Plataforma.



**Figura 14:** Mapa de áreas de posible ubicación de cortezas de ferromanganeso dentro de la zona de Extensión de la Plataforma.

**Fuente:** Elaborado en base al mapa de Calderón et all, CNDM

Además, se estima que el área en donde se encuentran las zonas de posible ubicación de Cortezas de Ferromanganeso dentro de la extensión de plataforma corresponde a **24.130,5 Km<sup>2</sup>**.

A continuación, se muestra una tabla en donde se tiene la composición química de las cortezas y nódulos además de la profundidad a la que se suelen encontrar en dos zonas identificadas.

**Tabla 3 Cortezas y nódulos, localización, composición química y profundidad**

	Localización	Metales	Profundidad (m)
<b>Cortezas</b>	Equatorial Pacific In - & outside of EEZ	Co: 0.64 %	800-2.500
		Ni: 0.50 %	
		Cu: 0.13 %	
<b>Nódulos</b>	CCFZ in Pacific Outside of EEZ (Sometimes	Co: 0.20 %	4.000-6.000
		Ni: 1.44 %	
		Cu: 1.12 %	

	in EEZ)		
--	---------	--	--

**4.2.3. Sulfuros polimetálicos.** Este yacimiento ocurre en los respiraderos o fuentes de aguas termales del fondo marino, las cuales se conocen como “chimeneas negras y blancas”.

El cobre, hierro, plata, plomo, oro, y zinc son los minerales que se precipitan y concentran en forma de depósitos de sulfuros marinos entre miles a cien millones de toneladas; en las muestras de sulfuros se han encontrado grandes concentraciones de oro en los centros de expansión de la parte posterior a los arcos.

**Tabla 4 Localización, profundidades, porcentajes, ppm. y rocas**

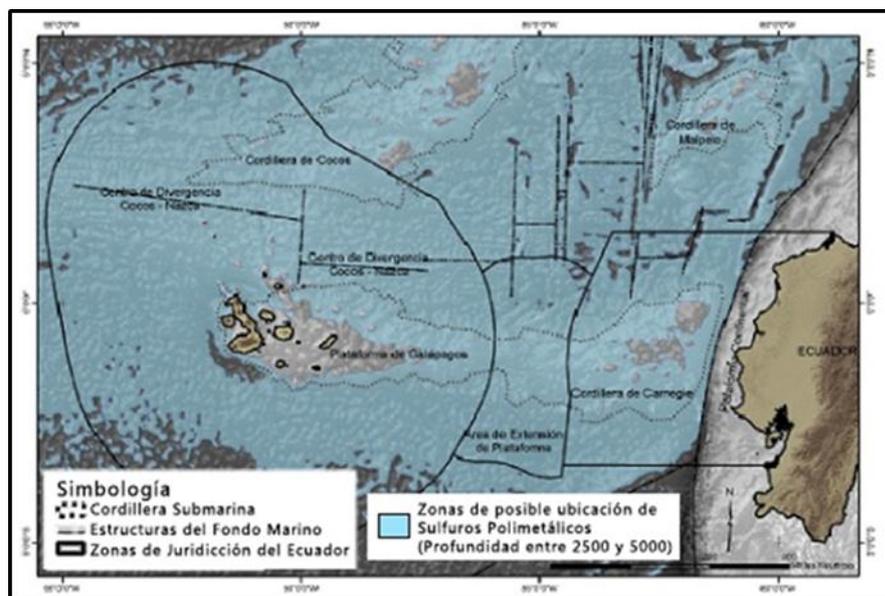
Localización	Prof Mts.	% Cu	% Zn	% Pb	Ppm Au	Ppm Ag	Rocas
Explorer, Pacífico NE	1.800	3,23	4,85	0,11	0,8	122	basalto
Middle Valley, Pacífico NE	2.500	2,55	5,90	-	-	-	basalto/sedimento
Juan de Fuca, Pacífico NE	3.300	0,16	36,72	0,26	0,1	178	basalto/sedimento
Guayma, California	2.000	0,20	0,90	0,40	-	78	-
Galápagos	2.700	4,10	2,10	-	0,2	35	basalto
TAG, Atlántico medio	3.650	6,21	11,71	-	2,2	80	mantélicas
Snake Pit, Atlántico medio	3.465	12,42	7,00	-	2,1	111	basalto
Logatchev, Atlántico medio	3.000	24,98	2,58	-	7,7	27	ultramáficas
Atlantis II, Mar Rojo	2.000	0,5	2	-	0,6	39	sedimentos

Fuente: Calderón et al, CNDM



**Figura 15;** Fumarolas submarinas activas conocidas como chimeneas, que dan lugar a precipitación de sulfuros masivos polimetálicos

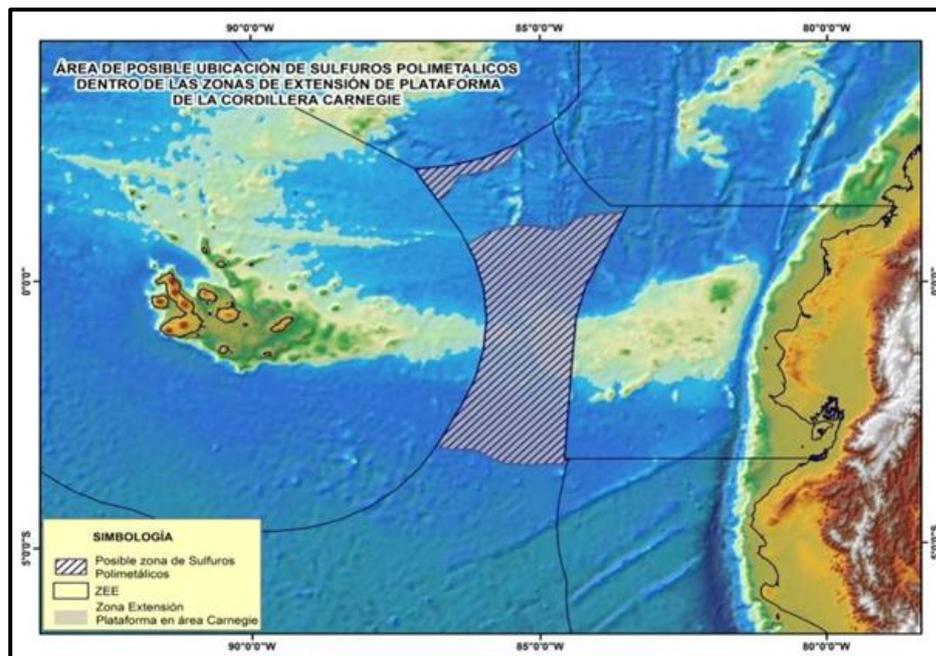
**Fuente:** Reyss



**Figura 16** Zonas de posible ubicación de sulfuros polimetálicos indicada en el mapa sobre la mayoría del fondo marino con el color celeste.

**Fuente:** Calderón et al, CNDM

Se realizó un mapa con zonas de posible ubicación para los Sulfuros Polimetálicos en territorio marítimo ecuatoriano y de países vecinos, considerando características como profundidad.



**Figura 17:** Mapa de áreas de posible ubicación de sulfuros polimetálicos dentro de la zona de Extensión de la Plataforma.

**Fuente:** mapa de Calderón et all, CNDM

A continuación, se muestra un gráfico en donde se resaltan varias zonas que corresponden a lo que sería lugares de posible ubicación de Sulfuros Polimetálicos dentro de los que serían las zonas de Extensión de la Plataforma.

Se estima que el área en donde se encuentran los posibles lugares que contienen sulfuros polimetálicos dentro de la zona potencial de extensión corresponde a **257.768,11Km<sup>2</sup>**

#### **4.3. Determinación de áreas potenciales de hidratos de carbono en la zona de la cordillera submarina de Carnegie.**

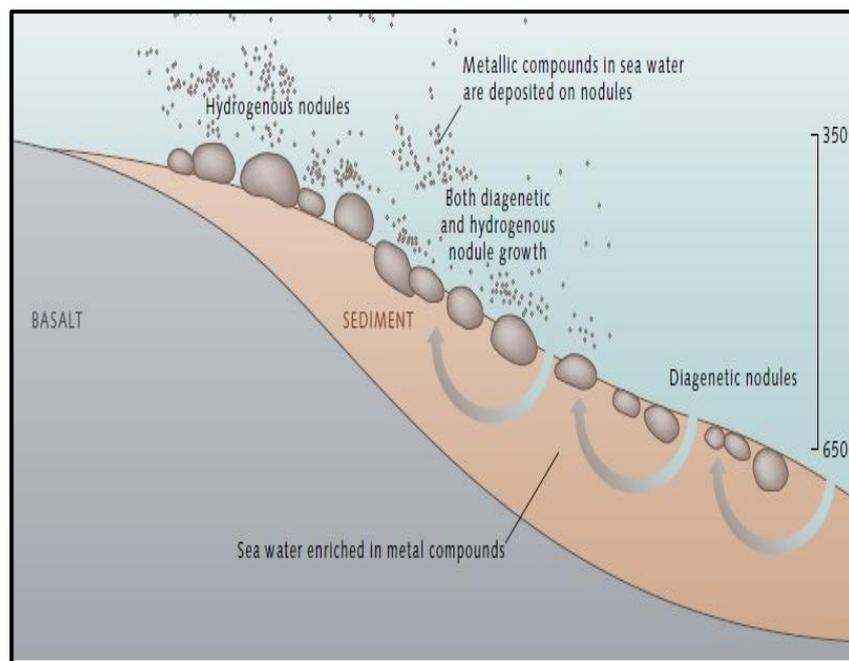
Utilizando la información procesada y obtenida en cuanto a los cruceros batimétricos, geológicos, geomorfológicos realizados en el desarrollo de este proyecto y en base información secundaria generada por entes nacionales para la exploración de hidratos de carbono en el Golfo, se determinarán las zonas posibles que contengan hidratos de carbono para lo cual se utilizarán criterios de expertos en el área apoyados en el uso de software especializados.

#### **4.4. Formación de nódulos polimetálicos**

La formación de los nódulos de manganeso es muy simple, los compuestos de metales disueltos en el agua de mar se precipitan con el tiempo alrededor de algún tipo de núcleo que se encuentra en el fondo marino. El núcleo de crecimiento puede ser, por ejemplo, un diente de tiburón o un fragmento de una concha de almeja, alrededor de la cual crece el nódulo. Este proceso de crecimiento puede tener lugar de dos maneras: el proceso de hidrogenético y el proceso de diagenético. El proceso de hidrogenético, consiste en que los compuestos metálicos se precipiten a través del agua hundiéndose hasta el fondo. En gran parte, esto implica al mineral vernadita (óxido de manganeso), que se forma naturalmente en el agua y los compuestos de otros metales se unen en cantidades más pequeñas.

El proceso diagenético no se produce en la columna de agua sino dentro de los sedimentos y los compuestos metálicos que están presentes en el agua se depositan entre las partículas de sedimento y los poros de agua. El agua de mar que penetra en el fondo marino reacciona con los sedimentos para ser enriquecida con compuestos metálicos. Esta se eleva hacia arriba y afuera de los sedimentos, provocando que los compuestos de metal se depositen alrededor del núcleo de la formación de nódulos. Por regla general, esto produce los óxidos de manganeso todorokita y birnessita.

La mayoría de los nódulos crecen tanto hidrogenético y diagenético, por lo que la influencia relativa de cada proceso varía en diferentes regiones marinas. Los nódulos de manganeso crecen muy lentamente y en un millón de años aumenta su tamaño en milímetros. Los nódulos hidrogenados crecen hasta 10 milímetros por cada millón de años, mientras que los nódulos diagenético crecen entre 10 y 100 milímetros.



**Figura 18:** Formación geológica de nódulos de manganeso  
*Fuente: Sea-floor mining*

Esto significa que los nódulos de manganeso sólo pueden crecer en zonas donde las condiciones ambientales permanecen estables. Los siguientes factores son esenciales para la formación de nódulos de manganeso:

- Las bajas tasas de sedimentación del material en suspensión, de lo contrario los nódulos serían cubiertos con demasiada rapidez;
- El flujo constante de la corriente inferior Antártica limpia permanentemente las partículas de los sedimentos finos ya que de otra manera los nódulos se enterrarían en el tiempo. Las partículas más gruesas, como las conchas de pequeños organismos marinos y fragmentos de conchas de almejas y de nódulos, pueden quedar como núcleos de nuevos nódulos;
- Buen suministro de oxígeno. El agua de la corriente del fondo de la Antártida, por ejemplo, transporta agua rica en oxígeno desde la superficie del mar a mayores profundidades. Sin esto los compuestos de óxido de manganeso no podrían formarse;

- Sedimento acuoso. El sedimento tiene que ser capaz de contener grandes cantidades de poros de agua. La formación de nódulos diagenético sólo puede tener lugar en los sedimentos muy acuosos.

Por otra parte, algunos investigadores sostienen la opinión de que los organismos que habitan en el fondo, como los gusanos que se introducen en el sedimento deben estar presentes en grandes cantidades con el fin de impulsar constantemente los nódulos de manganeso hasta la superficie del sedimento. Esta hipótesis, sin embargo, aún no se ha demostrado.

#### **4.5. Regiones importantes del océano donde hay nódulos de manganeso**

Los nódulos de manganeso existen en muchas regiones marinas, encontrándolos en cuatro regiones del océano:

**4.5.1. Zona de Clarion-Clipperton (CCZ).** Con una superficie de alrededor de 9 millones Km<sup>2</sup>, esta es la región de mayor cantidad de nódulos de manganeso del mundo. El CCZ se encuentra en el océano Pacífico desde la costa oeste de México hasta Hawai. Los nódulos en algunos sitios están más densamente agrupados y no los encontramos en áreas rocosas. En promedio, un metro cuadrado en la zona contiene alrededor de 15 kilogramos de nódulos de manganeso. Y la masa total de estos se calcula en aproximadamente 21 mil millones de toneladas.

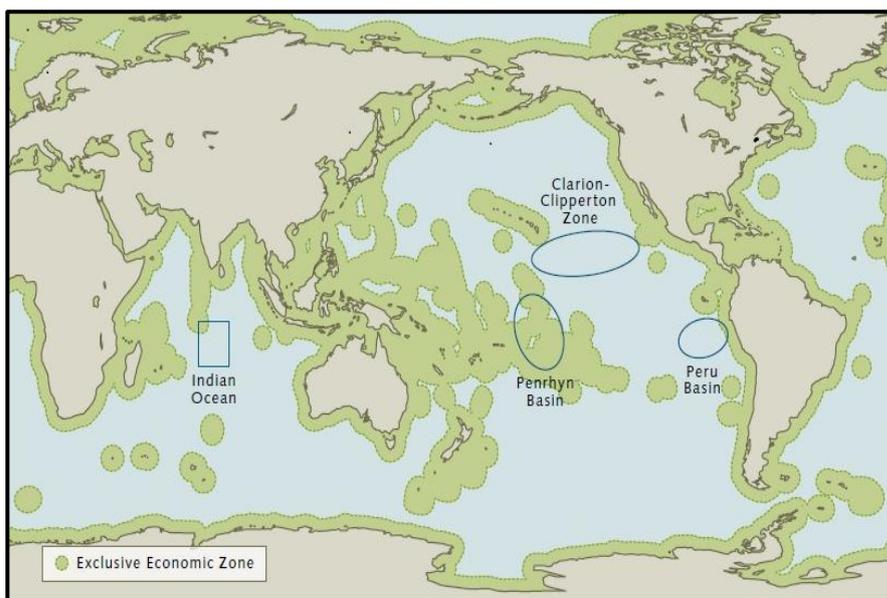
**4.5.2. La Cuenca de Perú.** Se encuentra a 3.000 kilómetros de la costa peruana que es aproximadamente la mitad del tamaño de la zona Clarion-Clipperton. La región contiene un promedio de 10 kilogramos de nódulos de manganeso por metro cuadrado.

**4.5.3. La Cuenca Penrhyn.** Es la tercera área más importante de nódulos de manganeso en el Pacífico, muy cerca de las islas Cook al este de Australia. Tiene una superficie alrededor de 750.000 kilómetros cuadrados, con concentraciones de más de 25 kilogramos de nódulos de manganeso por metro cuadrado.

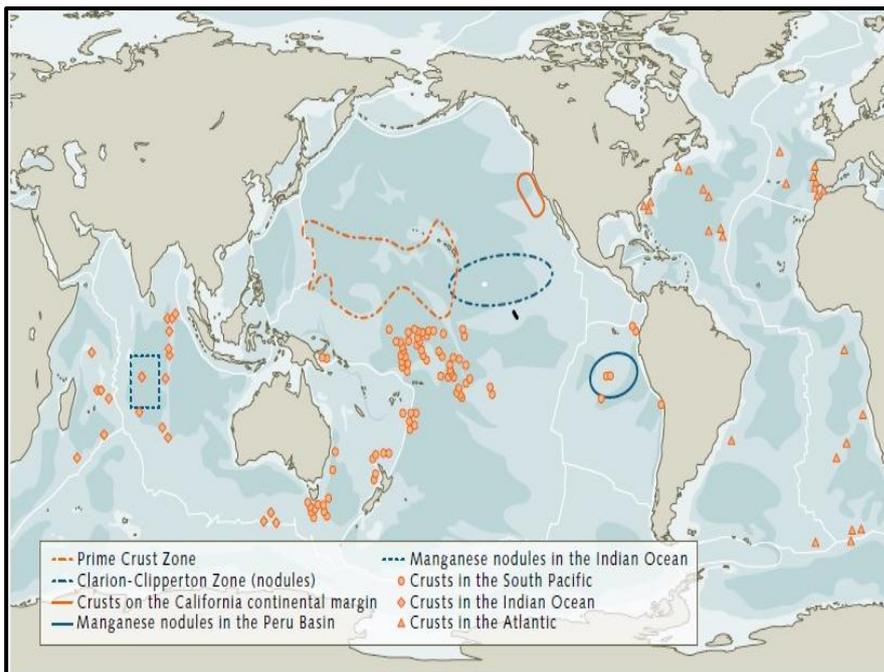
**4.5.4. Océano Índico.** Hasta ahora, en el Océano Índico Central sólo se ha descubierto una única área grande de nódulos de manganeso, comparable a la de la cuenca Penrhyn. Cada metro cuadrado del fondo del mar contiene alrededor de 5 kilogramos de nódulos de manganeso.

Metal content of manganese nodule occurrences in millions of tonnes			
Elements	Clarion-Clipperton Zone (CCZ)	Global reserves and resources on land (both economically recoverable and sub-economic reserves)	Global reserves on land (economically recoverable reserves today)
Manganese (Mn)	5992	5200	630
Copper (Cu)	226	1000+	690
Titanium (Ti)	67	899	414
Rare earth oxides	15	150	110
Nickel (Ni)	274	150	80
Vanadium (V)	9.4	38	14
Molybdenum (Mo)	12	19	10
Lithium (Li)	2.8	14	13
Cobalt (Co)	44	13	7.5
Tungsten (W)	1.3	6.3	3.1
Niobium (Nb)	0.46	3	3
Arsenic (As)	1.4	1.6	1
Thorium (Th)	0.32	1.2	1.2
Bismuth (Bi)	0.18	0.7	0.3
Yttrium (Y)	2	0.5	0.5
Platinum group metals	0.003	0.08	0.07
Tellurium (Te)	0.08	0.05	0.02
Thallium (Tl)	4.2	0.0007	0.0004

**Figura 19:** Contenido de metales de los nódulos de manganeso en millones de toneladas  
**Fuente:** Sea-floor mining



**Figura 20:** Zonas marinas importantes de la ubicación de los nódulos de manganeso  
**Fuente:** Sea-floor mining



**Figura 21: Zona de ubicación de Cortezas de cobalto r de cobalot en diferentes regiones marinas**  
**Fuente: Sea-floor mining**

Chemical components of manganese nodules from different marine regions				
Elements	Manganese nodules of the CCZ	Manganese nodules of the Peru Basin	Manganese nodules of the Indian Ocean	Manganese nodules of the Cook Islands area
Manganese (Mn) **	28.4	34.2	24.4	16.1
Iron (Fe) **	6.16	6.12	7.14	16.1
Copper (Cu) *	10,714	5988	10,406	2268
Nickel (Ni) *	13,002	13,008	11,010	3827
Cobalt (Co) *	2098	475	1111	4124
Titanium (Ti) **	0,32	0.16	0.42	1.15
Tellurium (Te) *	3.6	1.7	40	23
Thallium (Tl) *	199	129	347	138
Rare earth elements and yttrium *	813	403	1039	1707
Zirconium (Zr) *	307	325	752	588

\* Grams per tonne    \*\* Percentage by weight

**Figura 22 Componentes químicos de nódulos de manganeso de diferentes regiones marinas del mundo.**  
**Fuente: Sea-floor mining**

El interés económico se concentra especialmente en los océanos Pacífico e Índico, en las amplias cuencas de aguas profundas, entre 3.500 a 6.500

metros de profundidad. Los nódulos individuales se encuentran libremente en el fondo del mar, también pueden estar tapados por una capa de sedimento fino. En estos nódulos se puede encontrar minerales como cobre, manganeso, níquel, hierro entre otros que son utilizados en la elaboración de artefactos eléctricos, en piezas de avión, barcos y automóviles por lo que su explotación generaría cuantiosos recursos económicos en nuestro país, puesto que se contaría con materia prima para el sector de transporte que anualmente genera ventas de estos elementos muy representativos además de los valores tan representativos por los costos de fabricación y adquisición de los mismos.

Considerando que el Ecuador es un país que tiene entre la mayoría de sus exportaciones productos agrícolas y un limitado nivel de industrialización, la explotación de estos recursos minerales contribuiría con el desarrollo económico del país puesto que se generarían nuevas fuentes de ingresos centrados en este mercado.

Es por esto que se evidencia la necesidad de mejorar la exploración de los recursos no vivos de los fondos marinos, dado los ingresos económicos que estos yacimientos generarían al Ecuador, generando beneficios económicos representativos.

## Conclusiones

- El análisis de la legislación nacional sobre la investigación, exploración y explotación de los fondos marinos para los espacios marítimos de soberanía nacional establecidos en la CONVEMAR permite establecer las directrices en lo que respecta a las facultades y alcance aplicados a exploración de recursos no vivos.
- La Identificación las acciones orientadas al desarrollo de la exploración de los recursos minerales de la plataforma del Ecuador de interés comercial permite determinar los requerimientos de recursos y de tecnología para este campo.
- La Identificación de los minerales oceánicos depositados en la plataforma continental e insular del Ecuador y su importancia económica evidencian la relevancia de la exploración de los recursos no vivos en nuestro país.

## Recomendaciones

- Sugerir la promulgación a través de acciones de políticas del Estado ecuatoriano respecto de actividades encaminadas a la investigación y exploración de los minerales del fondo oceánico lo que le permitirá a futuro su exploración y explotación.
- Invertir en investigación y desarrollo para estar en la capacidad de realizar exploraciones de los recursos no vivos por instituciones del Estado.
- Proponer que una vez iniciado el trabajo de investigación de los recursos marinos no vivos se realice el análisis del costo-beneficio de su explotación tomando en cuenta de manera cuantitativa importancia económica generada por estos recursos.

## Bibliografía

Pazmiño Manrique, Gómez Proaño, Pazmiño Manrique, NPM, HGP, PPM. (2013). ***Establecimiento de las Potencialidades reales de la Plataforma Continental ecuatoriana más allá de las 200 MN***, Guayaquil-Ecuador, INOCAR.

Dirección General de Intereses Marítimos de la Armada del Ecuador, DIGEIN, (2002). ***Ecuador Marítimo del Siglo XXI***, Quito-Ecuador, DIGEIN.

Jean-Yves Collot, Valenti Sallares, Nelson Pazmiño (2009). ***Geología y geofísica marina y terrestre del Ecuador***, Guayaquil-Ecuador: Comisión Nacional del Derecho del mar (CNDM)

Goyes Arroyo, PGA (2007). ***Límite Marítimo Ecuador- Perú***. Dirección General de Intereses Marítimos de la Armada del Ecuador, DIGEIN.

Miguel Calderón, Carlos Martillo B., Andrés Pazmiño Manrique, ***Determinación de los Recursos Marinos no vivos en la Plataforma Continental e Insular ecuatoriana y los posibles beneficios para el Ecuador***, Unidad Técnica de la CNDM

**United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982**, Recuperado de: [http://www.un.org/Depts/los/convention\\_agreements/convention\\_overview\\_convention.htm](http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/convention_overview_convention.htm)

**Autoridad Internacional de los Fondos Marinos**, Recuperado de: <https://www.isa.org.jm/es/acerca-de-la-autoridad-internacional-de-los-fondos-marinos>

**Constitución de la República del Ecuador**, Recuperado de <http://www.pucesi.edu.ec/web/wp-content/uploads/2016/04/Constituci%C3%B3n-de-la-Republica-2008..pdf>

Registro Oficial Suplemento # 67 Status: Vigente, Decreto Ejecutivo # 119, (16-11-2009). **Reglamento general a la ley de Minería.**

France Gérard Grignon, FGG. (October 2013) ***Extension of the Continental shelf beyond 200 nautical miles: an asset.*** Recuperado de <http://www.eesc.europa.eu/ceslink/resources/docs/13-12-avis-plateau-continental-eng.pdf>

Project manager: Jan Lehmköster, Editing and text: Tim Schröder, **2 Sea-floor mining**, Editorial team at the Cluster of Excellence: Erna Lange, Dr. Sven Petersen, Dr. Lars Rüpke, Dr. Emanuel Söding, Dr. Klaus Wallmann, ISBN 978-3-86648-221-0 Published by: maribus gGmbH, Pickhuben 2, D-20457 Hamburg, Germany, Recuperado de [http://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor3/WOR3\\_chapter\\_2.pdf](http://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor3/WOR3_chapter_2.pdf)