

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



**Factores geoambientales que inciden en la dinámica litoral del
tramo Ancón-Anconcito, Santa Elena – Ecuador**

**Tesis Para optar el grado académico de Doctor en Ciencias
Ambientales**

Autora: Mg. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar

Tumbes, 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



Factores geoambientales que inciden en la dinámica litoral del tramo Ancón-Anconcito, Santa Elena – Ecuador

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Miguel Antonio Puestas Chully (Presidente)

Dr. Javier Mijahuanca Infante (Secretario)

Dr. Víctor Manuel Reyes (Miembro)

Tumbes, 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



Factores geoambientales que inciden en la dinámica litoral del tramo Ancón-Anconcito, Santa Elena – Ecuador

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma

Mg. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar (Autora).....

Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete (Asesor)

Dr. Paúl César Carrión Mero (Co-asesor)

Tumbes, 2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
Licenciada
Resolución del Consejo Directivo N° 155-2019-SUNEDU/CD
ESCUELA DE POSGRADO
Tumbes – Perú

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En Tumbes, a los diecinueve días de abril del dos mil veintidós, a las diecisiete horas y mediante la modalidad virtual por plataforma zoom, se reunieron los miembros del jurado designados con Resolución Directoral N° 021-2021/UNTUMBES-EPG-D: Dr. Miguel Antonio Puestas Chully, (presidente), Dr. Javier Mijahuanca Infante, (secretario), Dr. Víctor Manuel Reyes, (miembro) y además, al Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete, asesor, para proceder al acto de la sustentación y defensa de la tesis: **Factores Geoambientales que inciden en la dinámica litoral del tramo Ancón-Anconcito, Santa Elena – Ecuador**; presentado por la doctoranda de Ciencias Ambientales, Lucrecia Cristina Moreno Alcívar.

Concluida la exposición y sustentación, absueltas las preguntas y efectuadas las observaciones, la declaran: **APROBADA CON EL CALIFICATIVO SOBRESALIENTE**, dando cumplimiento al Artículo 91° del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado, de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las dieciocho horas y quince minutos, se dio por concluido el acto académico, y dando conformidad se procedió a firmar la presente acta.

Tumbes, 19 de abril de 2022.


Dr. Miguel Antonio Puestas Chully
DNI N° 02660522
Presidente de Jurado


Dr. Javier Mijahuanca Infante
DNI N° 00227398
Secretario de Jurado


Dr. Víctor Manuel Reyes
CE N° 002883155
Miembro de Jurado


Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete
DNI N° 16532820
ORCID N° 0000-0002-3324-3741
Asesor

C.c. Jurado de Tesis (3), Asesor (1), sustentante (1), UI (2)

DEDICATORIA:

*Para aquel que día a día trabajó por la “**Felicidad de los Pueblos**”, y creyó que el progreso viene de la mano con la educación integral, para el “Constructor” de profesionales capaces y honestos dedicado a edificar en la juventud universitaria principios y conocimientos desde 1966 hasta que Dios lo llamó a su encuentro en 2010. Para él “consagrado” a la Docencia, a la Ingeniería, a la familia y a la lectura; para el “insaciable bibliófago” que, lamentablemente; hoy ayunará mis líneas... pero, desde el cielo; me escolta, me asiste y exhorta. Para él: “Mi amado padre”; **Víctor Manuel de Jesús Moreno Lituma**, para él mi eterna admiración y mi esfuerzo ofrendado en esta tesis.*

*A mi Dulce madre Delia María Alcívar Escobar, ejemplo vivencial de lucha y superación, que junto a mi padre me ha dado la herencia más preciada que pueden dar los padres a sus hijos: **La educación**.*

Al compañero de mi vida, mi amado esposo, Juan José Humanante Cabrera, quien ha caminado junto a mí, en el sendero de la vida durante 35 años, quien es coactor de todos mis logros.

A mis hijos, María Victoria y Juan José, razón de mi lucha y superación.

A mis nietos Juanito, Jorgito, Victorita, Sebitas, y mi pequeña Luisanita mis horas de estudio y desvelo.

A mi abuelita Mariana, la fortaleza de los suelos.

A mis tíos, el sudor de una perforación.

A mis Hermanos, la alegría de un trabajo bien hecho.

A mis sobrinos, mi testimonio inspirador.

Lucrecia Cristina.

AGRADECIMIENTO:

A Dios, le fuente de mi fe, quien me ha dado la fortaleza, sabiduría, y me ha permitido culminar esta nueva etapa de mi carrera profesional.

Al Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete y al Dr. Paúl César Carrión Mero, asesor y co-asesor, respectivamente, quienes me han guiado en forma desinteresada compartiendo sus conocimientos y experiencias.

Al Dr. Kervin Chunga, por todo el apoyo proporcionado en el desarrollo del presente trabajo.

A los docentes nacionales y extranjeros, que en forma íntegra compartieron sus experiencias y conocimientos, afianzando mi formación durante el desarrollo de este doctorado.

A mis compañeros de estudios con quienes compartí en este doctorado sus experiencias y dedicamos muchas horas a la actualización de nuestros conocimientos, cuyo fruto se verá reflejado en la culminación de meta.

Gracias a todos y cada una de las personas que participaron en la investigación realizada, ya que invirtieron su tiempo y conocimiento para ayudarme a completar mi proyecto de tesis.

La Autora.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
RESUMO	13
CAPÍTULO I	¡Error! Marcador no definido.
1. INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO II	¡Error! Marcador no definido.
2. REVISIÓN DE LITERATURA	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III	¡Error! Marcador no definido.
3. MATERIALES Y MÉTODOS	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO IV	¡Error! Marcador no definido.
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
4.1 Resultados	¡Error! Marcador no definido.
4.2 Discusión	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO V	¡Error! Marcador no definido.
5. CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO VI	¡Error! Marcador no definido.
6. RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO VII	¡Error! Marcador no definido.
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO VIII	¡Error! Marcador no definido.
8. ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Operacionalización de la variable independiente. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 2: Operacionalización de la variable dependiente. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 3: Coordenadas Muestreo de Suelos, Parroquia "San José de Ancón" y Anconcito..... ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 4: Coordenadas – Zona de estudio Parroquia "San José de Ancón". ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 5: Resultados de la evaluación de los factores geoambientales que inciden en la dinámica del litoral del tramo Ancón-Anconcito, Santa Elena – Ecuador..... ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 6: Resultados del análisis de las condiciones hidrometeorológicas, según indicador precipitación en la línea de costa ubicada entre Ancón y Anconcito..... ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 7: Resultados de las condiciones geomecánicas del indicador Características mecánicas de los suelos. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 8: Límites de Atterberg – Índice de Cohesión – Minerales Arcillosos. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 9: Peso Específico – Resistencia a la Compresión – Sensitividad de las Arcillas..... ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 10: Expansión Libre y Controlada – Corte Directo. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 11: Resumen tabla Q. Barton. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 12: Resumen tabla RMR Bieniawski..... ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 13: Tasa de regresión por desplazamientos del macizo rocoso. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 14: Tasa de regresión por desplazamientos de los acantilados conformados por suelos..... ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 15: Tasa de regresión por socavación marina. ¡Error! Marcador no definido.	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Diagrama de flujo de la fase analítica.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2: Función de Gumbel.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3: Tp y períodos de retorno - Método de Gumbel mediante modelo SQRT-ET Max.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4: Análisis estadístico anual de altura significativa de la ola respecto a las boyas 1 – 5 en el período de estudio: octubre del 2020 a septiembre del 2021.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5: Análisis Estadístico Anual de Altura Significativa de la Ola respecto a las boyas 6 – 7 en el período de estudio: octubre del 2020 a septiembre del 2021.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6: Análisis Estadístico Anual de la Dirección de Ola respecto a las boyas 1 – 5 en el período de estudio: octubre del 2020 a septiembre del 2021.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7: Análisis Estadístico Anual de la Dirección de Ola respecto a las boyas 6 – 7 en el período de estudio: octubre del 2020 a septiembre del 2021.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8: Relación entre el índice de Plasticidad y Fracción Arcillosa – Minerales Arcilloso.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9: Movimiento del perfil costero período 2014 a 2020.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10: Movimiento del perfil costero período noviembre 2020 a septiembre 2021.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11: Tasa de retroceso de la línea de costa período noviembre 2020 a septiembre 2021.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12: Movimiento de la Línea Costera del Tramo Ancón-Anconcito.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1: Ubicación del área de estudio y evidencias de la problemática.	¡Error!
Marcador no definido.	
Anexo 2: Delimitación de hitos.	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 3: Ubicación de Boyas – Registro de la plataforma Copernicus.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Anexo 4: Grado de riesgo al deslizamiento – Método Mora y Vahrson.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Anexo 5: “INFOGRAMA” – Socavaciones en el pie de acantilados.	¡Error!
Marcador no definido.	
Anexo 6: Resultados de la aplicación del Método RMR de Bieniawski.	¡Error!
Marcador no definido.	
Anexo 7: Resultados de la aplicación del Método Q Barton.¡Error!	Marcador no definido.
Anexo 8: Modelación geotécnica con GEOLOSPE. ¡Error!	Marcador no definido.
Anexo 9: Modelación geotécnica con Dips.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 10: Modelación geotécnica con SWedge.	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 11: Modelación geotécnica con software RocPlane.¡Error!	Marcador no definido.
Anexo 12: Tasa de Recesión – (DSAS).	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 13: Movimiento de la Línea Costera del Tramo Ancón-Anconcito.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Anexo 14: Comparativa de retroceso – años.	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 15: Informe de similitud en el software Turnitin¡Error!	Marcador no definido.

RESUMEN

El presente estudio intitulado: “Factores geoambientales que inciden en la dinámica litoral del tramo Ancón-Anconcito, Santa Elena – Ecuador”, pretende analizar los factores detonantes que activan los deslizamientos de los acantilados y las incidencias en el desarrollo de las actividades humanas. El objetivo de este trabajo fue evaluar los factores geoambientales que inciden en la dinámica litoral del tramo Ancón-Anconcito, Santa Elena – Ecuador. Investigación de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo - explicativo, de diseño experimental de corte longitudinal; se aplicaron procedimientos de laboratorio y analíticos para evaluar las precipitaciones, el oleaje, y determinar las propiedades mecánicas del suelo y del macizo rocoso (Normas ASTM), y su incidencia en la estabilidad de los taludes. El trabajo contempló un momento descriptivo, con representaciones en campo del perfil costero con un vehículo aéreo no tripulado (UAV-drone). Las características climáticas de la zona ponen en evidencia la aridez producto de los bajos montos de precipitación. Los períodos de retorno entre 2 y 500 años van desde los 45.6 mm hasta los 273.48mm para 24 horas. Estos montos en conjunto con un oleaje intenso mayor a 1 m configurarían unas condiciones de riesgo importantes para la estabilidad de la zona costera, pues esta fuerza del oleaje es la que ocasiona problemas de inestabilidades por socavación al pie de talud por erosión marina. Sedimentológicamente se identificaron prevalencias de arcillas de plasticidad variable, acompañados de arenas y grava. Los suelos al exponerse al agua tienden generar fisuras y/o canales que facilitan la regresión. Se obtuvo que la calidad de la roca se categoriza de media o regular, y Se concluye que la morfología del litoral es el resultado de la interacción de factores geotectónicos y geomecánicos, potenciados por aspectos meteorológicos y antropogénicos.

Palabras Clave: Geoambientales, dinámica del litoral, acantilados, deslizamientos, geotecnia, macizo rocoso, riesgo ambiental.

ABSTRACT

The present study entitled: "Geo-environmental factors affecting the coastal dynamics of the Ancon-Anconcito section, Santa Elena - Ecuador", aims to analyze the triggering factors that activate cliff slides and incidences in the development of human activities. The objective of this work was to evaluate the geo-environmental factors that affect the coastal dynamics of the Ancon-Anconcito section, Santa Elena - Ecuador. Quantitative approach research, descriptive type – explanatory, experimental design longitudinal cut; laboratory and analytical procedures were applied to evaluate precipitation, waves, and determine the mechanical properties of the soil and the rock mass (ASTM Standards), and their incidence on slope stability. The work contemplated a descriptive moment, with field representations of the coastal profile with an unmanned aerial vehicle (UAV-drone). The climatic characteristics of the area show the aridity caused by the low precipitation. Return periods between 2 and 500 years range from 45.6 mm to 273.48mm over 24 hours. These values together with an intense wave most than 1 m constitute significant risk conditions for the stability of the coastal zone, since this wave force is what causes instability problems due to undermining at the foot of the slope due to marine erosion. Sedimentologically, an identified prevalence of clays of variable plasticity, accompanied by sands and gravel. Soil exposure to water tends to generate fissures and/or channels that facilitate regression. It was obtained that the quality of the rock is categorized as average or regular, and we conclude that the morphology of the coast is the result of the interaction of geotechnical and geomechanical factors, enhanced by meteorological and anthropogenic aspects.

Keywords: Geo-environmental, coastal dynamics, cliffs, landslides, geotechnics rock mass, environmental risk.

RESUMO

O presente estudo intitulado: "Fatores geoambientais que incidem na dinâmica costeira do trecho Ancón-Anconcito, Santa Elena - Equador" pretende analisar os fatores que desencadeiam os deslizamentos das falésias e as incidências no desenvolvimento das atividades humanas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os fatores geoambientais que incidem na dinâmica litoral do trecho Ancón-Anconcito, Santa Elena - Equador. Investigação de abordagem quantitativa, de tipo descritivo - explicativa, de concepção experimental de corte longitudinal; foram aplicados procedimentos laboratoriais e analíticos para avaliar as precipitações; as ondas, e determinar as propriedades mecânicas do solo e do maciço rochoso (Normas ASTM), e a sua incidência na estabilidade dos taludes. O trabalho contemplou um momento descritivo, com representações no campo do perfil costeiro com um veículo aéreo não tripulado (UAV-dron). As características climáticas da zona põem em evidência a aridez produto das baixas precipitações. Os períodos de retorno entre 2 e 500 anos vão desde 45.6 mm até 273.48mm para 24 horas. Estes valores, em conjunto com ondas intensas superiores a 1 m, configurariam condições de risco importantes para a estabilidade da zona costeira, uma vez que esta força das ondas é o que causa problemas de instabilidade devido à erosão marinha. Sedimentos foram identificados prevalências de argilas de plasticidade variável, acompanhadas de areia e cascalho. Os solos quando expostos à água tendem a gerar fissuras e/ou canais que facilitam a regressão. Obteve-se que a qualidade da rocha se categoriza de média ou regular, e conclui-se que a morfologia do litoral é o resultado da interação de fatores geotectônicos e geomecânicos, potenciados por aspectos meteorológicos e antropogênicos.

Palavras-chave: Geoambientais; Dinâmica costeira; penhascos; Deslizamentos de terras; Geotecnia; Maciço Rochoso; Risco ambiental.