



Estudio de pre-factibilidad de obra de protección costera en el sector Puerto Cayo

Pre-feasibility study of coastal protection work in the Puerto Cayo sector

Estudo de pré-viabilidade de obras de proteção costeira no setor de Puerto Cayo

Julio Alberto Cedeño-Píncay ¹
jcedeno2296@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6291-2078>

Correspondencia: jcedeno2296@utm.edu.ec

Ciencias económicas y empresariales
Artículos de investigación

***Recibido:** 16 de julio de 2021 ***Aceptado:** 30 de agosto de 2021 * **Publicado:** 17 de septiembre de 2021

I. Ingeniero Civil, Ecuador. Investigador Independiente.

Resumen

La presente investigación analiza la pre factibilidad de una obra costera para el sector de Puerto Cayo, describiendo el crecimiento antropogénico no regularizado en su línea costera que sumado a los crecientes problemas de erosión costera y relacionado a los factores como el cambio climático han traído consigo problemas de afectaciones por oleajes y otras eventualidades. Una infraestructura de protección costera donde las funciones son diversas, pero en general se reducen a la protección de estructuras cercanas a la costa o la protección de la propia costa.

Se analizaron datos geológicos, climáticos de la Playa de Puerto Cayo donde se empleó un sistema geográfica GOOGLE EARTH para el procesamiento y mapeo de las estructuras, para la asignación de su impacto sobre la línea de costa.

De acuerdo al análisis se dedujo que la formación litológica de Puerto Cayo es de grauvacas y lutitas lo que conlleva a una roca fuertemente compactada. Grauvaca contiene principalmente granos con diámetros entre 0.02 y 2 mm. Está formado por cantidades considerables de feldespato, fragmentos de cuarzo y fragmentos de rocas de diferentes tipos.

Existen varias filosofías sobre qué proteger de las costas y cómo hacerlo, lo cual es un tema muy polémico que ha causado fricciones y problemas de índoles diversas, desde ambientales y económicos, hasta legales, políticos y sociales en las comunidades costeras.

Una vez analizado la pre factibilidad se induce a que la obra de protección costera es factible en su aspecto de seguridad de vida.

La solución que se plantea también permitirá, como un beneficio adicional, no solamente detener la erosión de la playa del sector de Puerto Cayo, sino que la obra de protección servirá para recuperar parte de la playa que se perdió a causas de la erosión.

Palabras claves: Antropogénico; oleajes; morfologías; erosión.

Abstract

This research analyzes the pre-feasibility of a coastal work for the Puerto Cayo sector, describing the non-regularized anthropogenic growth in its coastline that, added to the growing problems of coastal erosion and related to factors such as climate change, have brought problems of affectations by waves and other eventualities. A coastal protection infrastructure where the functions are diverse, but in general they are reduced to the protection of structures near the coast or the protection of the coast itself.

Geological and climatic data of the Puerto Cayo Beach were analyzed where a GOOGLE EARTH geographic system was used for the processing and mapping of the structures, for the assignment of their impact on the coastline.

According to the analysis, it was deduced that the lithological formation of Puerto Cayo is made of grauvacas and shales, which leads to a strongly compacted rock. Grauvaca contains mainly grains with diameters between 0.02 and 2 mm. It is made up of considerable amounts of feldspar, quartz fragments, and rock fragments of different types.

There are several philosophies about what to protect from the coasts and how to do it, which is a very controversial issue that has caused friction and problems of various kinds, from environmental and economic, to legal, political and social in coastal communities.

Once the pre-feasibility has been analyzed, it is induced that the coastal protection work is feasible in its life safety aspect.

The proposed solution will also allow, as an additional benefit, not only to stop the erosion of the beach in the Puerto Cayo sector, but the protection work will serve to recover part of the beach that was lost due to erosion.

Keywords: Anthropogenic; waves; morphologies; erosion.

Resumo

Esta pesquisa analisa a pré-viabilidade de uma obra costeira para o setor de Puerto Cayo, descrevendo o crescimento antropogênico não regularizado em seu litoral que, somado aos crescentes problemas de erosão costeira e relacionado a fatores como as mudanças climáticas, têm trazido problemas de afetações por ondas e outras eventualidades. Uma infraestrutura de proteção costeira onde as funções são diversas, mas em geral se reduzem à proteção de estruturas próximas à costa ou à proteção da própria costa.

Foram analisados os dados geológicos e climáticos da praia de Puerto Cayo onde foi utilizado um sistema geográfico GOOGLE EARTH para o processamento e mapeamento das estruturas, para a atribuição de seu impacto na linha de costa.

De acordo com a análise, deduziu-se que a formação litológica de Puerto Cayo é feita de grauvacas e folhelhos, o que leva a uma rocha fortemente compactada. Grauvaca contém principalmente grãos

com diâmetros entre 0,02 e 2 mm. É constituído por quantidades consideráveis de feldspato, fragmentos de quartzo e fragmentos de rocha de diferentes tipos.

Existem várias filosofias sobre o que proteger da costa e como fazê-lo, uma questão muito polêmica que tem causado atritos e problemas de vários tipos, desde ambientais e econômicos, até jurídicos, políticos e sociais nas comunidades costeiras.

Uma vez analisada a pré-viabilidade, induz-se que o trabalho de proteção costeira é viável no seu aspecto de segurança à vida.

A solução proposta também permitirá, como benefício adicional, não só deter a erosão da praia no setor de Puerto Cayo, mas as obras de proteção servirão para recuperar parte da praia que foi perdida devido à erosão.

Palavras-chave: Antropogênico; ondas; morfologias; erosão.

Introducción

La protección de las costas es una actividad humana que surgió desde que el hombre adquirió, a través de herramientas y trabajos simples, la capacidad de proteger el espacio que lo rodea para su propio beneficio. Muchos puertos costeros de todo el mundo se ven favorecidos al presentar protección natural en forma de rompeolas, piedras escolleras, entre otros. (Salles & Silva, 2003).

En términos generales, la infraestructura de protección costera representa el conjunto de obras y sistemas construidos e implementados por el hombre para la defensa o estabilización costera frente al embate de las inclemencias del mar (o del cuerpo de agua en cuestión, sea un río, lago, etc.)

El creciente aumento poblacional en la zona costera, así como el incremento y desarrollo de inversiones relacionadas con el turismo de sol y playa, hacen que sea cada vez más importante conocer el comportamiento de la interacción entre el oleaje y las estructuras de protección costera junto con la necesidad de conocer los procesos morfo dinámicos que tienen lugar en las playas arenosas en condiciones extremas. (Hernández Valdés & Córdova López, 2015).

Sin embargo, hay puertos costeros que necesitan intervención humana para construir obras de protección costera para mejorar la calidad de vida y el desarrollo socioeconómico del país.

Para solucionar este problema y proponer una solución, con obras de ingeniería de protección costera, que resuelva los problemas de inundaciones por el oleaje y aumente las capacidades de abrigo de los pequeños barcos pesqueros de la zona, se realiza una caracterización exhaustiva de la zona. zona para, posteriormente, suministrar los datos necesarios a los modelos matemáticos.

Uno de los principales problemas que enfrentan estos polos turísticos es la existencia de procesos erosivos, una situación que está determinada, entre otros factores, por la construcción en el pasado de elementos morfológicos del perfil de la playa (duna, berma), extracción de volúmenes de importantes sedimentos son resultados que actualmente afectan la calidad ambiental de estos escenarios (playas) basados en el turismo. (Cordova, Rodriguez, Franco, & Rueda, 2009)

Tales soluciones preservan la playa como un sumidero de energía de olas muy efectivo y la duna como una última línea flexible de defensa. Sin embargo, incluso estos métodos proporcionan solo una solución temporal a la erosión crónica a largo plazo. (Cordova, Rodriguez, Franco, & Rueda, 2009)

Un rompeolas debería ser capaz de resistir las fuerzas producidas por las olas y proporcionar un área de refugio contra la acción de las olas. Esta protección puede ser utilizada por embarcaciones, hábitats y la población. (Cordova, Rodriguez, Franco, & Rueda, 2009)

Dentro de esta problemática la Parroquia Puerto Cayo es una zona turística y pesquera lo que le ha permitido tener un desarrollo comercial gradual, en el sector del hotel Puerto Cayo que se encuentra al lado de un risco en la cual está ubicada la carretera Jipijapa – Puerto López, en la zona 17 S coordenadas este= 529100.81 m E y coordenadas norte= 9849108.48 m S y altitud 3 msnm.

El sector presenta problemas de erosión que conlleva a grandes perjuicios en épocas de incremento del nivel del mar.

Un reportaje realizado por el medio de comunicación Universo redacta lo siguiente “Mientras que Puerto Cayo, en Jipijapa, la fuerza del mar ocasionó erosión en el malecón de ese balneario ubicado al sur de Manabí”. (Universo, 2014)

Cabe resaltar que los cultivos de esta zona se caracterizan por estar plantados a favor de la pendiente, provocando una acentuada erosión del suelo, factor determinante de la baja productividad que presenta la zona. (PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA PUERTO CAYO, 2015).

El área se caracteriza por su exposición directa al mar, con una costa baja y rocosa que sobresale hacia el este con una terraza submarina y una playa cubierta de sedimentos arenosos, que tienen un espesor variable. (Angel & Sanchez, 2003).

La erosión, y en consecuencia el retroceso de la costa, es un fenómeno que se puede ver en la mayoría de las playas del mundo y Ecuador. (Cordova, Rodriguez, Franco, & Rueda, 2009).

De continuar dichas actividades sin una planificación adecuada se apresurará la pérdida de estos destinos turísticos litorales.

En resumen, debido a su exposición directa al mar, la costa de la Parroquia Puerto Cayo se ve afectada por los diversos factores naturales que configuran su forma y que interfieren con la composición de las características y los procesos costeros.

Datos Geográficos

La zona costera de Puerto Cayo se encuentra ubicada en la parte sur de la provincia de Manabí, a 50 km del Cantón Jipijapa, ocupando un área de 171.26 km².

La Parroquia Puerto Cayo perteneciente al Cantón Jipijapa, es una localidad en el cual la mayoría de sus habitantes se dedica a la pesca artesanal y turismo, cuenta con una extensión de playa de 14.00 km de longitud.

Figura 1: Ubicación de la Zona de Estudio



Fuente: Google Earth

Datos Geológicos

De acuerdo a lo establecido en estudio realizado por el Ing. Williams J. Méndez Mata (2005) establece que:

- Disponibilidad de sedimentos a partir de la línea de costa: ambientes sedimentarios litorales, transicionales y fluviales.
- Ambientes geomorfológicos: llanuras litorales, playas longitudinales estrechas, playas de bolsillo, planicies aluviales, terrazas aluviales, llanuras fluvio-marinas y acantilados
- Presencia de plataforma de abrasión: si
- Presencia de arrecifes coralinos: no

- Vegetación costera densa (manglares): no; presencia de bosques deciduos y matorrales secos.
- Altitudes del relieve más elevado: lomas y acantilados con altitudes máximas entre 100 msnm y 200 msnm; acolinamientos con altitudes < 80 msnm.
- Morfología de la línea de costa: rectilínea a ligeramente convexa, con pequeñas bahías.
- Morfología submarina: regular.
- Formación Cayo (KCy) (Cretácico): grauvacas y lutitas.

Figura 2: Unidades Litológicas

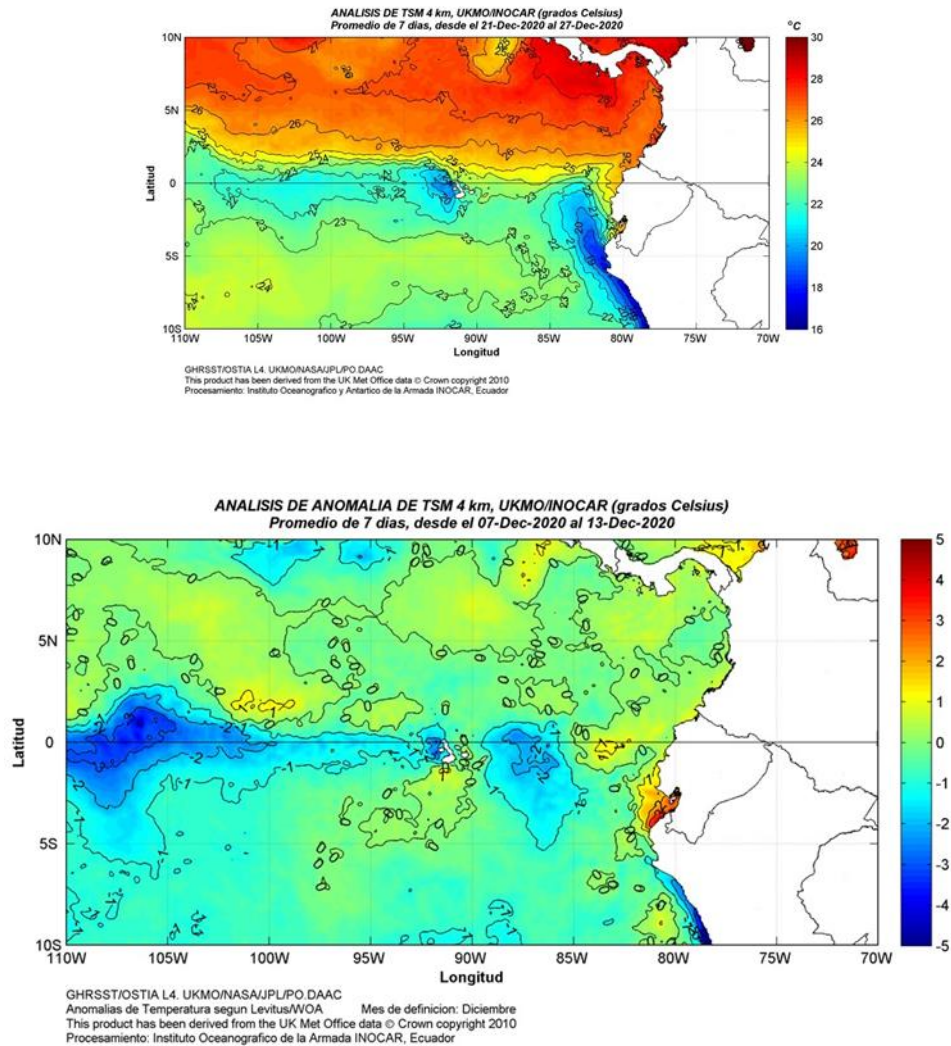


Fuente: Williams J. Méndez Mata (2005)

Temperatura superficial del mar

Según (Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, 2020) la temperatura del agua supera los 24° C. En la Figura 4 se muestra la anomalía que ha presenta durante un promedio de 7 días desde el 07 de diciembre al 13 de diciembre de 2020.

Figura 3: Temperatura del Mar

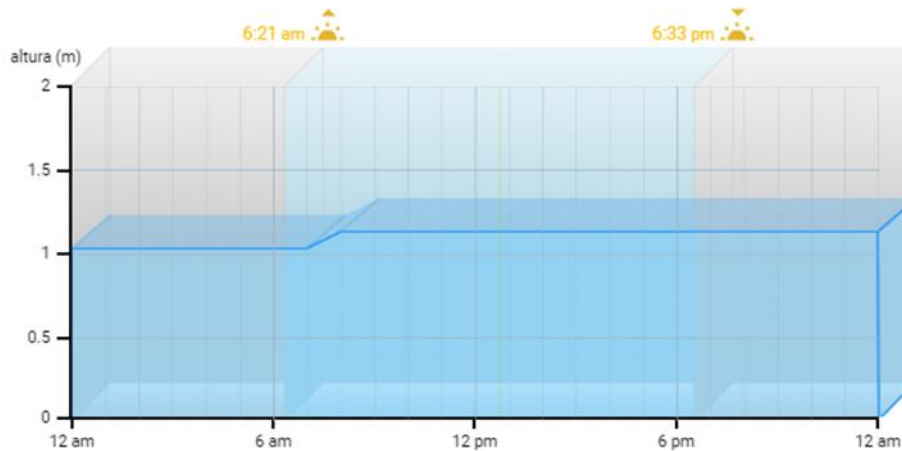


Fuente: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada, (2020)

Corriente

Según (Tabla de Mareas, 2020) publicaciones realizadas de la zona de Puerto Cayo las corrientes superficiales tienen una dirección predominante hacia el sur oeste WSW (250°), con alturas significativas de 1.10 a 2.20 m con un periodo de olas de 14.6 seg.

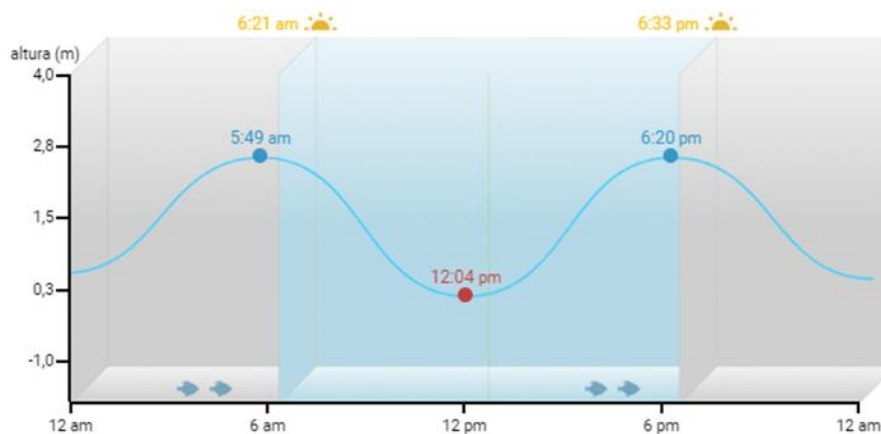
Figura 5: Oleaje Puerto Cayo



Fuente: Tablas Mareas, (2021)

Pleamares y Bajamares

Figura 6: Pleamar y Bajamar



Fuente: Tablas Mareas, (2021)

La construcción de un trabajo portuario para proteger el puerto es una opción factible para el problema actual. Entre los diversos tipos de obras portuarias, la mejor alternativa recae en un rompeolas para proteger el área. Asimismo, debe seleccionar entre los diferentes tipos de rompeolas, el más conveniente de acuerdo con los recursos naturales que presenta el puerto.

1) Evite la erosión de la costa, ya sea natural o artificialmente recuperada del mar;

- 2) evitar inundaciones en las zonas costeras causadas por el aumento del nivel del mar (alta frecuencia con olas generadas por el viento, con períodos de 5 a 15 segundos de baja frecuencia comúnmente como mareas de tormenta, con períodos de horas o días);
- 3) proteger contra las olas en las entradas y recintos de puertos o puertos deportivos, generando zonas tranquilas. (Suarez , 2016).

Metodología

En el artículo se emplearon varios métodos de investigación tales como:

Método bibliográfico

Que permitió indagar, analizar para elaborar fundamentos teóricos, basado en libros y artículos científicos que estudian la calidad de vida y la habitabilidad desde varios enfoques.

Método analítico

Sintético también se utilizó para elaborar el fundamento teórico, aquí la información recolectada fue analizada y sintetizada en el fundamento teórico. Se analizaron datos geológicos, climáticos de la Playa de Puerto Cayo. Se empleó un sistema de información geográfica (SIG) se empleó para el procesamiento y mapeo de las estructuras y para la asignación de su impacto sobre la línea de costa.

Métodos teóricos

Análisis-síntesis: Permite llegar a síntesis científica a partir del proceso de la caracterización del objeto y del campo de la investigación sustentado en su historia y el marco teórico contextual.

Histórico-lógico: Permite llegar a la obtención de los antecedentes que han caracterizado el campo de acción de Playa Puerto Cayo.

Métodos empíricos

Observación Científica

Permite la percepción directa del campo del objeto de investigación, o sea orienta hacia un objetivo y fin determinado dando un conjunto de características para un mejor desarrollo del trabajo en Playa Puerto Cayo.

De acuerdo con los métodos descritos por Jiménez et al., (1997) y Pajak et al., (2002) todas las imágenes disponibles fueron georreferenciadas en orden de remover los problemas de escala y distorsión.

Análisis

En la presente Investigación se plantea obtener como resultados: datos confiables, parámetros, características físicas e hidrológicas en el área de estudio.

El análisis de los procesos de erosión en el sector mediante fotos satelitales, así también analizar estos datos y parámetros permitirán un adecuado diseño de la obra de protección y una correcta toma de decisiones de qué tipo de rompeolas o muro de piedra escollera es el adecuado ante los parámetros obtenidos en la investigación y bajo los reglamentos, normas nacionales e internacionales que permiten garantizar un óptimo diseño la obra de protección de tipo rompe olas. Disminución de la erosión de la superficie costera en este sector específico.

Dentro del proyecto en mención se recopiló la información obtenida mediante el programa google Earth el cual nos da una idea del margen de erosión que se presentado a través de los años el cual se puede observar con las imágenes satelitales desde los diferentes años.

Figura 6: Línea de Costa 1969-2018



Fuente: Google Earth

Según el estudio de imágenes mediante el programa google Earth se evidencio que ha habido un cambio variable de las olas y por ende las deformaciones de los suelos en el hotel de puerto cayo

Figura 6: Sector Hotel año 2003



Fuente: Google Earth

Figura 6: Sector Hotel año 2018



Fuente: Google Earth

Resultados

Mediante información recopilada por los propietarios del establecimiento en los cuales nos indicaron que tenían un área de construcción 390 m² (13 m x 30m) y en la actualidad tiene un área de 75.00 m² (2.50 m x 30 m) el cual se evidencia en las imágenes satelitales obtenidas.

Una vez analizada la información de erosión producida durante los años analizados se propone el diseño de obra de protección costera que se implementara para evitar la línea de retroceso en manera de erosión.

Dentro de las alternativas investigadas para protección de obras costeras tenemos dos:

- Rompe olas.
- Muro de piedra escollera.

Se descartó el diseño de rompe ola debido al análisis técnico de la geomorfología del área de investigación el cual de manera natural ha erosionado la superficie de este terreno creando cavidades que con los oleajes generan corrientes horizontales y verticales las que ocasionan que en el sector se formen pequeños remolinos los mismos que no asegurarían la estabilidad del rompe ola.

Calculo de muro de piedra escollera

Método de Hudson

$\gamma = 2.6 \text{ Tonf}/m^2$ Peso específico de las piedras escolleras

$H = 4.00 \text{ m}$ Altura de la Máxima Ola

Con número de capas de coraza mayor a 3

$Kd = 2.02$ Rompe delante del dique

$\gamma_0 = 1.027 \text{ m}$ Altura de la Máxima Ola

$\alpha = 3.43^\circ$ Ángulo que se forma desde el nivel del agua del mar con respecto a la pendiente de la playa.

$Sr = \frac{\gamma - \gamma_0}{\gamma_0}$ Parámetro de daño

$Sr = \frac{2.6 \text{ Tonf}/m^2 - 1.027 \text{ m}}{1.027 \text{ m}} = 1.53 \text{ onf}/m^2$ Parámetro de daño

Peso correspondiente al tamaño 50% de la curva granulométrica de las piezas del manto

$$W_{50} = \frac{\gamma_s H^3}{K_D (S_r - 1)^3} * \frac{1}{\cot \alpha}$$

$$W_{50} = \frac{2.6 * 4^3}{2.2(1.53 - 1)^3} * \frac{1}{\cot 3.43} = 30.17 \text{ Tonf}$$

Conclusiones

La protección costera en Ecuador y en especial en la Playa de Puerto Cayo es un aspecto complejo de nuestra interacción con la naturaleza, y los factores involucrados en la planificación y el diseño de soluciones no son solo de ingeniería.

De acuerdo al análisis realizado se verifico que la erosión que se ha analizado en este sector dentro de un margen de 17 años ha sido de 10.50 m tendiendo a que en los posteriores años siga erosionando paulatinamente debido que el sector en estudio no cuenta con una protección costera. Debido al terreno y a las corrientes se determina que la mejor alternativa de protección costera es el muro de piedra escollera el cual deberá diseñarse tomando en cuenta los parámetros geomorfológicos del sitio en estudio.

Se indica que el Municipio de Cantón Jipijapa debe evaluar periódicamente el cambio de la línea costera y las profundidad de la costa, frente al perfil costanero de la parroquia.

Referencias

1. Angel, M., & Sanchez, E. (2003). Diseño De Las Obras De Protección Costera Del Malecón De La Libertad, Provincia Del Guayas. Researchgate, 4-5.
2. Cordova, E. A., Rodriguez, R. A., Franco, J. A., & Rueda, A. (2009). La Erosión en las playas del litoral de Holguín, Cuba. researchgate, 12.
3. Diaz, A. P. (2017). Estudio y diseño de los rompe olas para el deposito del monoplaza UPM13C. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.
4. Hernández Valdés, K., & Córdova López, L. F. (Diciembre de 2015). Simulación matemática de la interacción oleaje-estructuras de protección costera. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 3(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300006
5. Instituto Oceanografico y Antártico de la Armada. (2020). Obtenido de <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/temperatura-superficial-del-mar>

6. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA PUERTO CAYO. (2015). En G. P. Csyo.
7. Salles, P., & Silva, R. (Enero de 2003). Infraestructura de protección costera. ResearchGate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/323719211_Infraestructura_de_proteccion_costera
8. Sánchez Cuadros, E. (2003). DISEÑO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL MALECÓN DE LA LIBERTAD, PROVINCIA DEL GUAYAS. researchgate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/28793714_Disenio_De_Las_Obras_De_Proteccion_Costera_Del_Malecon_De_La_Libertad_Provincia_Del_Guayas
9. Suarez , J. O. (2016). DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN COSTERA, EN FORMA DE ROMPEOLAS SUMERGIDO EN PLAYA DON LINO. Holguin: Universidad de Holguin.
10. Tabla de Mareas. (2020). Obtenido de https://tablademareas.com/ec/manabi/puerto-cayo#_oleaje
11. Torres-Hugues, R., & Cordova, L. (2010). Metodología para la rehabilitación y protección de playas. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarría. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222010000400009
12. Universo, E. (14 de Enero de 2014). Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/01/14/nota/5343316/oleaje-afecta-manabi-lluvias-otras-dos-provincias>
13. Martínez, J. (1997), Geomorfología Ambiental, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.
14. Matteucci, S. (1987), "The vegetation of Falcón State, Venezuela", Vegetatio, vol. 70, pp. 67-91.
15. Matteucci, S. y A. Colma (1982), "Análisis ecológico regional del Estado Falcón", Acta Científica Venezolana, vol. 33, pp. 78-87.