ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Marítima y Ciencias del Mar

Determinación de características oceanográficas y biológicas de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia para apoyar el manejo de la anidación de tortugas marinas en el Ecuador y promover turismo responsable

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Oceanográfica

Presentado por:

Maitté Cristina De la Cuadra Sánchez

Mabel Zavala Moreira

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018 - 2019

DEDICATORIA

Maitté De la Cuadra

El siguiente proyecto en primer lugar va dirigido a mi mami Isabél Sánchez Mendoza por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, por enseñarme a mantener mis objetivos y me ha inculcado que el aprendizaje es el camino al éxito, a mi hermano Andrés De la Cuadra Sánchez por ayudarme en este camino por la universidad. También va dirigido en memoria de mi papá Galo De la Cuadra Orellana. Los amo con mi vida.

Mabel Zavala

Dedico este trabajo con mucho amor a toda mi línea familiar, en especial a mi madre, Josefa Moreira, por su empeño en educarme y brindarme su apoyo, comprensión y amor en todo momento. También se lo dedico a la memoria de mi padre, Julio Zavala.

Los ecosistemas marinos deben ser comprendidos y respetados, dedico este trabajo a todas las personas que hacen conservación desde sus posibilidades y que luchan de corazón por los derechos de cada individuo en este planeta.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Reserva Marina El Pelado, en especial al Blgo. Sebastián Alvarado, su director, por la atención brindada cuando lo requeríamos; a las instituciones como la CPPS y Conservación Internacional, en especial a la Lic. María Fernanda, de la última, por su interés y tiempo para atendernos. Agradecemos a la ESPOL porque es aquí en donde encontramos todo el conocimiento y criterios para poder realizar este proyecto: Al Ing. Galo Montenegro y a la Ing. Nancy Zumba, por su valioso aporte en el laboratorio de Petrografía; a la Ing. Mariela González por su preciada contribución en el análisis estadístico de los datos; a los profesores tutores de la materia Integradora y en especial a nuestra tutora Ing. Gina Andrade por proponer este proyecto y apoyarnos en la realización del mismo; gracias a David Briones por su tiempo en la edición de las fotografías para el póster y por último agradecemos a todos los voluntarios, compañeros y amigos que nos ayudaron en la recolección de datos, sin ustedes esto no hubiera sido posible.

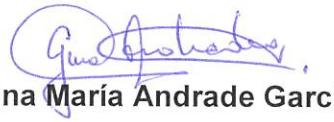
DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Maitté Cristina De la Cuadra Sánchez y Mabel Zavala Moreira damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

De la Cuadra Sánchez Maitté Cristina

Zavala Moreira Mabel

EVALUADORES



Gina María Andrade García

PROFESORA DE LA MATERIA Y TUTORA

RESUMEN

Las tortugas marinas cumplen un rol importante dentro del ecosistema marino, brindando diversos servicios ecosistémicos, como reguladores de poblaciones de medusas, esponjas y prados marinos, entre otros. Sin embargo, estas especies se han visto seriamente amenazadas por factores antropogénicos y naturales, encontrándose todas en alguna categoría de peligro, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El proyecto pretende a través de tres disciplinas (oceanografía, biología y turismo), determinar las características oceanográficas, biológicas y sociales en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia de la provincia de Santa Elena, para promover actividades de turismo responsable en pro de la conservación de áreas de anidación de tortugas marinas por medio de propuestas de gestión en estos sitios. Se recolectó información en las tres playas, aplicando metodología Lagrange y Euleriana, para generar un estudio del patrón de circulación frente a estas playas. Se utilizaron flotadores tipo veletas superficiales y subsuperficiales, el método de Emery y Andrade para el levantamiento de perfiles de playa, y se midió in situ características físicas litorales.

Se analizó la información recolectada para caracterizar el medio en las playas donde se presenta la anidación comenzando así una línea para futuras investigaciones y también se compararon dos playas de anidación vs una playa de no anidación. Por último, entre las tres componentes se busca concientizar a los involucrados (entidades públicas, privadas, sector turístico, comunidad local y turistas) del cuidado y preservación de la zona costera a través de la práctica de un turismo sostenible donde todos se beneficien.

Palabras claves: Tortugas marinas, turismo sostenible, playas de anidación, sensibilización, conservación.

ABSTRACT

Sea turtles play an important role in the marine ecosystem, providing diverse ecosystem services such as regulators of jellyfish populations, sponges and marine meadows, among others. However, this species have been seriously threatened by anthropogenic and natural factors, being all of them in some category of danger determined by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). The present project pretends through three disciplines (oceanography, biology and tourism), to determine oceanographic and biological characteristics, during the spring tide's, at the Valdivia, San Pedro and Playa Rosada beaches, Santa Elena’s Province, to promote responsible tourism activities in order to preserve sea turtle nesting areas. Applying Lagrange y Eulerian methods, beach´s information is collected, to generate a circulation pattern study inshore and offshore. Superficial and deep current, Emery and Andrade method to beach slope, and littoral physical characteristics were measured in situ.

The information collected was analyzed to characterize the environment on the beaches where the nesting is presented, thus starting a line for future research and also comparing two nesting beaches versus a non-nesting beach. Finally, among the three components is to raise awareness among those involved (public entities, private, tourism sector, local community and tourists) of the care and preservation of the coastal area through the practice of sustainable tourism where everyone benefits.

Keywords: Marine turtles, sustainable tourism, nesting beaches, sensitization, conservation

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES....5
RESUMEN....I
ABSTRACT....II
ÍNDICE GENERAL....III
ABREVIATURAS....V
SIMBOLOGÍA....VI
ÍNDICE DE FIGURAS....VII
ÍNDICE DE TABLAS....VIII
CAPÍTULO 1....1
1. INTRODUCCIÓN....1
1.1. Descripción del problema....1
1.2. Justificación del problema....1
1.3. Objetivos....2
1.3.1. Objetivo general....2
1.3.2. Objetivos específicos....2
1.4. Marco teórico....2
CAPÍTULO 2....7
2. METODOLOGÍA....7
2.1. Descripción de las áreas de estudio....7
2.2. Materiales y Equipos....9
2.3. Trabajo de campo....10
2.3.1. Marea....11
2.3.2. Características litorales....11
2.3.2.1. Corriente litoral....11
2.3.2.2. Corrientes costa afuera....12
2.3.2.3. Olas rompientes....12
2.3.2.4. Perfil de playa....13
2.4. Trabajo de laboratorio....14
2.4.1. Granulometría....14
2.4.2. Mineralogía....16
2.5. Análisis de Resultados....16
2.5.1. Clasificación de los diferentes tipos de playas....16
2.6. Análisis Estadísticos....18

2.6.1. Análisis de componentes principales 19
2.6.2. Análisis multivariable de la varianza (MANOVA) 19
2.6.3. Análisis permutacional multivariable de varianzas (PERMANOVA) 19
2.7. Diseño del producto 19
CAPITULO 3 20
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS 20
3.1. Características de las playas 20
3.1.1. Oleaje 20
3.1.2. Distancia de Línea de agua a Rompiente 20
3.1.3. Corrientes Litorales 21
3.1.4. Corrientes Costa afuera 23
3.1.5. Perfil de playa 26
3.1.6. Granulometría 27
3.1.7. Mineralogía 29
3.1.8. Tipo de playa 30
3.2. Comparación estadística entre playas 30
CAPÍTULO 4 34
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34
4.1. Conclusiones 34
4.2. Recomendaciones 35
BIBLIOGRAFÍA 36
APÉNDICES 39
Apéndice A 39
Apéndice B 43
Apéndice C 44
Apéndice D 53
Apéndice E 57

ABREVIATURAS

UICN	Conservación de la Naturaleza
REMAPE	Reserva Marina “El Pelado”
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador
MAE	Ministerio del Ambiente
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral

SIMBOLOGÍA

km	Kilómetros
m	Metros
mm	Milímetros
%	Porcentaje

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Perfil de playa con sus componentes. (CERC, 1984) 5

Figura 2.1. Estaciones en área de estudio, Playa Rosada - Santa Elena. (Autores, 2019) 8
Figura 2.2. Estaciones en área de estudio, San Pedro - Santa Elena. (Autores, 2019) 8
Figura 2.3. Estaciones en área de estudio, Valdivia - Santa Elena. (Autores, 2019) 9
Figura 2.4. Veleta lagrangiana y siembra de veletas. (Autores, 2019) 12
Figura 2.5. Tipos de Olas. (Galvin Jr., 1968) 13
Figura 2.6. Toma de perfil de playa con el método de Emery. (Autores, 2019) 13
Figura 2.7. Toma del perfil de playa con el método Andrade. (Autores, 2019) 13
Figura 2.8. Tamizador Humboldt MDG. CO. y mallas normalizadas por la ASTM. (Autores, 2019) 15

Figura 3.1. Altura de ola rompiente vs. Frecuencia relativa de la playa de San Pedro para cada estación durante cada salida a campo. (Autores, 2019) 20
Figura 3.2. Distancias observadas en la primera salida de: línea de playa a rompiente, línea de playa a flotador y Ancho de Zona de Surf para Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. (Autores, 2019) 21
Figura 3.3. Vectores de velocidad de corrientes costa afuera en Playa Rosada el 27 de octubre/2018 de 12:27 a 14:31. (Autores, 2019) 23
Figura 3. 4. Vectores de velocidad de corrientes costa afuera en San Pedro el 10 de noviembre/2018 de 11:13 a 13:19. (Autores, 2019) 24
Figura 3. 5. Vectores de velocidad de corrientes costa afuera en San Pedro el 10 de noviembre/2018 de 11:14 a 14:08. (Autores, 2019) 25
Figura 3. 6. Comparación de perfiles de playa en las estaciones 1, 2 y 3 durante cada salida. (Autores, 2019) 26
Figura 3.7. Distribución granulométrica promedio de la zona Alta entre salidas de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. (Autores, 2019) 27
Figura 3.8. Distribución granulométrica promedio de la zona Media entre salidas de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. (Autores, 2019) 27
Figura 3.9. Distribución granulométrica promedio de la zona Baja entre salidas de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. (Autores, 2019) 28
Figura 3. 10. Análisis de componentes principales (PCA) entre cada playa, salida y estación. (Autores, 2019) 31
Figura 3.11. Comparación de variables promedio. (Autores, 2019) 32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Fechas de Salidas de campo. (Autores, 2019) 10
Tabla 2.3. Clasificación de tamaño de grano de los sedimentos. (Wentworth, 1922) 15
Tabla 2.4.Condiciones del tipo de rompientes. (Iribarren & Norales, 1949) 17
Tabla 2.5. Condiciones del tipo de rompientes con el parámetro costero ξb. (Iribarren & Norales, 1949) 17
Tabla 2.6. Condiciones de la zona de surf. (Guza & Inman, 1975) 17
Tabla 2.7. Parámetro de Dean. (Wright & Short, 1983) 18

Tabla 3.1. Corriente Litoral en promedio por estación y por Salida en Playa Rosada. E = Estación, D= Derecha, I= Izquierda. (Autores, 2019) 22
Tabla 3.2. Corriente Litoral en promedio por estación y por Salida en la playa Valdivia. E = Estación, D= Derecha, I= Izquierda. (Autores, 2019) 22
Tabla 3.3. Corriente Litoral promedio por estación y por Salida en la playa San Pedro. E = Estación, D= Derecha, I= Izquierda. (Autores, 2019) 22
Tabla 3. 4. Sedimento de las áreas de estudio. (Autores, 2019) 29
Tabla 3.5. Análisis de tipo de playa con el parámetro de Dean (Ω). (Autores, 2019) 30
Tabla 3.6. Playa Rosada vs. San Pedro. (Autores, 2019) 33
Tabla 3. 7. Playa Rosada vs Valdivia. (Autores, 2019) 33
Tabla 3.8. Valdivia vs San Pedro. (Autores, 2019) 33

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

Las tortugas marinas son especies muy vulnerables y están mundialmente amenazadas por actividades antropogénicas, cambios morfológicos, erosión de playas, cambio climático, etc. encontrándose todas en alguna categoría de peligro determinada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Actualmente el Manejo de anidación de tortugas marinas en las playas del Ecuador se encuentra desligado del ecosistema, no se contemplan características físicas de las playas, así como fauna y flora acompañante y actividades sociales, los estudios se centran en el individuo y sus huevos.

Actualmente en el Ecuador, se realizan monitoreos de los sitios de anidación de tortugas marinas, sin embargo, en Playa Rosada, Valdivia y San Pedro ubicadas en la provincia de Santa Elena el Manejo de anidación de tortugas marinas se encuentra desligado del ecosistema, no se contemplan características físicas de las playa, fauna y flora acompañante y contexto social, los estudios se centran en el individuo y sus huevos. El desconocimiento de la importancia de los servicios ecosistémicos por parte de los usuarios en estas playas, produce: invasiones de berma en la franja costera por parte del sector turístico (restaurantes, hoteles y turista), extracción de arena de las playas (minería ilegal) y conflictos entre la actividad pesquera y la conservación de fauna acompañante. La Tortuga Marina, como indicadora del equilibrio ecosistémico de las zonas costeras, es un claro ejemplo de las amenazas a las cuales se enfrentan los ecosistemas marino-costeros de las costas continentales del Ecuador.

1.2. Justificación del problema

El presente trabajo nace de la necesidad de conocer las dinámicas del ambiente marino - costero enfocadas a los procesos de anidación de las tortugas marinas y así apoyar al desarrollo de base de datos y monitoreo del perfil costero de las playas de San Pedro, Valdivia y Playa Rosada para la conservación y buen manejo de los recursos. Se parte de algunos programas de organizaciones nacionales e internacionales que velan por la

conservación de estas especies, pero sabemos que tales acciones para llevarlos a cabo son insuficientes o no logran causar un impacto fuerte en la población, lo cual se refleja en las amenazas inminentes por las actividades realizadas en el ambiente costero como son la pesca, construcción y turismo. Se desea también por parte de todas las personas que conformamos este grupo de trabajo que se lleven a cabo acciones de manera coordinada y participativa, y que se logren consolidar relaciones más sólidas que permitan lograr los objetivos de conservación y manejo, compartiendo y aplicando los conocimientos académicos adquiridos con el fin de mejorar la gestión, el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente marino, dando a conocer de mejor manera la naturaleza de las playas y recursos del océano.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinación de las características físicas, biológicas y sociales de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia para el apoyo al manejo de la anidación de tortugas marinas del Ecuador, mediante actividades de turismo responsable.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Comparar playas de anidación frente a una playa de no anidación a fin de evaluar las características de preferencia que tienen las tortugas marinas para anidar en las costas de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. (Oceanografía y Biología)
2. Clasificar las playas objeto de nuestro estudio de acuerdo a las características morfológicas, procesos dominantes y tipo de sedimentos. (Oceanografía)

1.4. Marco teórico

Las costas y océanos se encuentran entre los ecosistemas más degradados del mundo (Hassan, Scholes, & Neville, 2005); están expuestos a una serie de amenazas antropogénicas y climatológicas, de las cuales, la más importante es el desconocimiento de la población de los servicios ecosistémicos y la importancia de conservar estos espacios para su subsistencia y desarrollo. Este trabajo se enfoca en los procesos costeros de las tres playas de estudio en relación a la anidación de tortugas marinas.

La playa ha significado un recurso valioso para el desarrollo de las poblaciones costeras; por su naturaleza dinámica es vulnerable a más de una amenaza en primer lugar por la cercanía de las personas y sus actividades productivas y en segundo lugar por el cambio climático. De acuerdo a estudios del IPCC (2014), se prevé que el nivel del mar global se eleve de 0.28 a 0.98m hasta el 2100, que a futuro las zonas de oxígeno mínimo en el océano aumenten en las latitudes tropicales, que aumente la probabilidad de ocurrencia de oleaje de tormenta y que la combinación de factores resulte en una redistribución de las especies marinas y pérdida de ciertos servicios ecosistémicos. En más de un estudio se describe la preocupación de la comunidad científica ante los escenarios de cambio climático (Fish et al. 2008; Nicholls & Cazenave, 2010; Langridge et al. 2014; Uzun & Nida, 2014; etc). Cada vez los esfuerzos para un manejo integrado son más comunes debido a que es la única manera de que se trate la conservación de recursos, pero en un contexto local, en donde se reconocen las necesidades de los actores locales para adaptar las medidas contextualizadas en el medio (Johnston, Slovinsky, & Yates, 2014). El Manejo integrado basado en los ecosistemas busca promover los pensamientos y acciones que lleven a un balance entre los grupos de personas y los ecosistemas a los cuales pertenecen y forman parte (Slocombe, 1993), incentivando primero a que todos los actores comprendan las dinámicas en estos y segundo a que se integren las visiones para alcanzar los objetivos de conservación de las tortugas marinas de manera conjunta. Para poder tomar decisiones en cuanto al uso de la zona costera, un balance debe de realizarse entre el costo del uso del suelo y los efectos de inundaciones y erosión costera. Un manejo integral basado en el riesgo ha emergido recientemente aunque en su evolución se han realizado las decisiones solo en cuanto a una amenaza extrema antes que una consideración completa; para aplicar esto en ámbitos locales, identificar los factores que intervienen específicamente en ese lugar es de vital importancia (Wainwright, y otros, 2014) (Johnston, Slovinsky, & Yates, 2014)

Debido a la importancia que guardan las zonas de anidación de tortugas marinas, se deben de tomar las medidas necesarias para que los actores principales que incluyen a los usuarios de las playas de estudio (pescadores, turistas, operadores) sean parte de los programas de conservación de los hábitats costeros y puedan aplicarlo bajo su realidad en sus actividades diarias. Para aplicar todas las medidas y planes es de suma importancia estimular relaciones de cooperación antes que relaciones antagónicas que empeoren los conflictos, para que las transformaciones sociales emerjan eventualmente

(Fidelman, y otros, 2014); aunque la comunidad y los actores locales deben verse incluidos en las acciones, los tomadores de decisiones también juegan un rol muy importante.

Para aplicar los programas de manejo es muy importante el conocimiento del área de estudio de una manera holística como se mencionó anteriormente. La zona costera se encuentra bajo la influencia de un sin número de dinámicas a nivel global regional y local. A nivel más global, los patrones de circulación oceánicos, los patrones de presión y las estacionalidades correspondientes en la región tropical, subtropical y polar así como ENOS[1] , ODP[2] ; a nivel regional el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) , la formación de oleaje en el fetch , dinámica de las corrientes del norte (El Niño) y del sur (Humboldt); y a nivel local, el transporte de sedimentos, características de oleaje incidente, corrientes litorales, corrientes costa afuera y pendiente de playa.

Las playas son zonas buffer, el sistema físico se compone de dos fuerzas, la del mar que brinda la energía y la playa que la absorbe, de esta interacción se crean defensas naturales contra el ataque de oleaje, corrientes y condiciones extremas o de tormenta (CERC, 1984). La mayor contribución de energía la brindan las ondas generadas por el viento (olas) las cuales tienen altura, período y longitud; otra clase de onda que interviene en los procesos costeros es la onda de marea, ésta se genera en cambio por las fuerzas gravitacionales de la luna, en mayor medida, y del sol en menor (por la distancia), en el Ecuador la marea es de régimen semi-diurno es decir hay dos pleamares y dos bajamares en un día. Las corrientes en la zona costera se clasifican por su cercanía a la playa en: litorales, las cuales se generan por el oleaje incidente y son paralelas a la costa, y, la corrientes costa afuera, que son generadas por la diferencia de elevaciones provocadas por el esfuerzo del viento, las olas que rompen en la playa y la fuerza de restitución y por las descargas de cuerpos de agua como ríos.

En las playas se distinguen cuatro zonas importantes: backshore que es la región entre la berma a la más alta marea, foreshore que va desde la línea de más alta a la de más baja marea, nearshore que comprende el sector entre la más baja marea y en donde rompen las olas y por último off-shore que comprende el área fuera de la zona de rompiente (CERC, 1984) (Figura 1.1)

[1] El Niño- Oscilación Sur.
[2] Oscilación Decadal del Pacífico

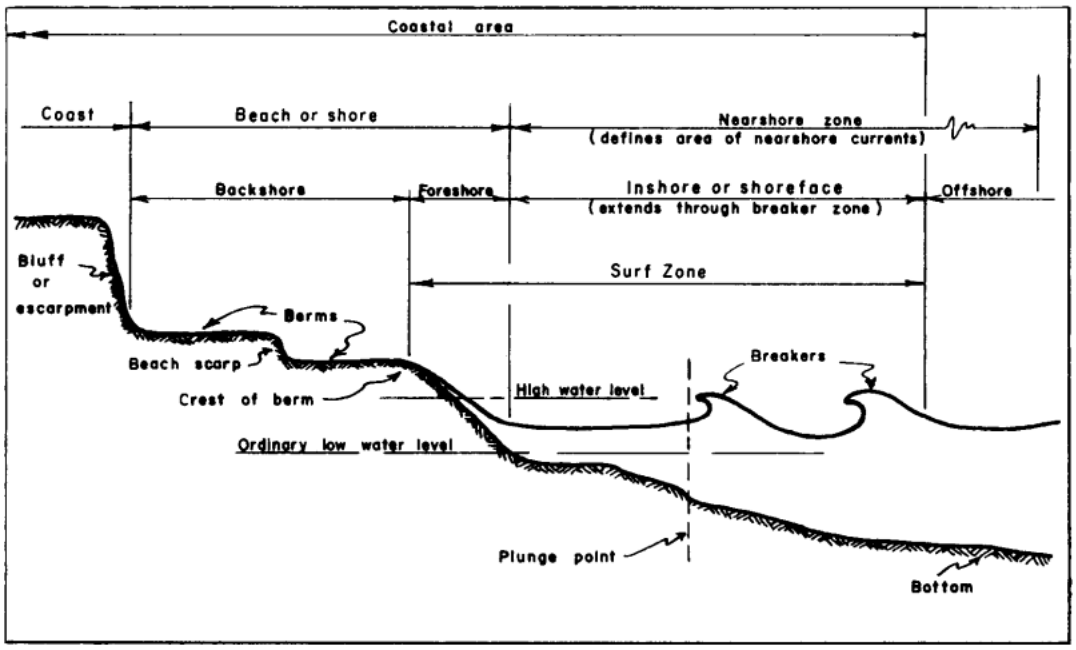


Figura 1.1. Perfil de playa con sus componentes. *(CERC, 1984)*

La forma y tamaño de los sedimentos, así como la pendiente de playa dependen del tipo de material disponible en la costa y de las fuerzas a las cuales está expuesta la playa; al entrar en contacto con los sistemas marinos el sedimento es transportado a lo largo de la playa, permaneciendo siempre en suspensión el sedimento más fino.

Cuando el oleaje viaja desde la zona de generación hacia la playa atraviesa varios procesos: el asomeramiento, refracción, difracción y finalmente la rotura; estos procesos modifican las características del oleaje (Hernández & Casarín, 2001) (CERC, 1984). La primera defensa que encuentra la ola es el fondo inclinado marino y cuando alcanza una profundidad de aproximadamente 1.3 veces la altura, ésta se deforma y rompe.

El principal factor natural que amenaza el sistema costero es la erosión, el retroceso de la línea de playa es el resultado inmediato de este proceso; esta amenaza se ve agravada por la débil planificación en la zona costera principalmente por asentamientos en la berma y la extracción ilegal de arena (Fish, y otros, 2008) (Nicholls & Cazenave, 2010). Se conoce que la vulnerabilidad de la población asentada en la costa incrementa con el aumento del nivel del mar, pero puede verse disminuida con la presencia de infraestructura natural y hábitats (dunas, bermas, humedales, guarderías de peces, etc). (Langridge, y otros, 2014). Otro de los problemas ha sido la defensa reactiva de las costas ya que la construcción de infraestructura costera de protección como diques y

rompeolas ha ocasionado que se modifique el transporte de sedimentos lo cual también explica la erosión de las playas. Es conocido que las playas con menor pendiente son más vulnerables al embate del oleaje y a la pérdida de playas causada por el aumento del nivel del mar (Uzun & Nida, 2014). Las playas son ambientes frágiles que se ven amenazadas cada vez más por la presión antropogénica, sobre todo pérdida de playas debido a la ocupación de bermas, alterando así los ecosistemas e incrementando la vulnerabilidad de especies en alguna categoría de peligro, como lo son las tortugas marinas (Fish, y otros, 2005)

Los mecanismos por los cuales las hembras eligen el sitio para depositar sus huevos es poco estudiado y entendido (Mortimer, 1995), pero muchos autores han descrito que algunos de los parámetros considerados por las tortugas marinas son longitud y ancho de la playa, pendiente de playa, tipo de grano y minerales (Fish et.al. 2005; Horrocks and Scott, 1991), aunque depende mucho de la especie de tortuga marina, en general los estudios se encuentran mayormente concentrados en la especie *Caretta Caretta*, misma que no ha presentado registros de anidación en las playas objeto de nuestro trabajo. De acuerdo a la información brindada personalmente por técnicos y directivos del MAE se sabe que a Valdivia van a anidar tortugas Golfinas, y Playa Rosada en cambioe es preferida por tortugas Carey y Verde. Se tiene conocimiento de que la tortuga Golfina elige sitios con mucha humedad, en litorales continentales e islas de barreras, inclusive en la desembocadura de ríos; por otro lado la Carey anida en lugares que tiene un difícil acceso, en las partes altas de la playa, se cree que prefiere playas compuestas por arenas medias y que se da independientemente de la pendiente; la Verde que también presenta registros de anidación en Playa Rosada elige sitios con oleaje muy fuerte, pendientes leves y vegetación, así como presuntamente arenas de tamaño medio (ECURAMDES, 2017)

En San Pedro y Valdivia existe información de características litorales a diferencia de Playa Rosada en donde no se han realizado estudios de caracterización, en todo caso ninguno de estos trabajos fue relacionado con las preferencias de anidación de las tortugas marinas.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Descripción de las áreas de estudio

El área de estudio está compuesta por tres playas que son Playa Rosada, San Pedro y Valdivia de la provincia de Santa Elena y forman parte de la Reserva Marina “El Pelado” (REMAPE) con una extensión terrestre y marina total de 13,155.30 km^2. Playa Rosada posee una distancia de 19.2 km con respecto a San Pedro y una distancia de 20.3 km con respecto a Valdivia por la ruta Spondylus de acuerdo al servidor Google maps. El islote el Pelado se encuentra ubicado al frente de estas tres playas y posee un ecosistema rico.

Posee dos ecorregiones (Eco-región Bosque Seco Jama-Zapotillo; Ecoregión Guayaquil) y varios tipos de ecosistemas (Aguas Costeras, Arrecife coralinos, Arrecifes rocosos, Bajos Costas rocosas, Playas, Bosque bajo y Arbustal deciduo Ecosistema de Manglar) (Cárdenas, 2015). Según Pazmiño et al, 2014, en el Plan de desarrollo y Ordenamiento territorial de Santa Elena, 2014-2019; Playa Rosada (Figura 2.1) perteneciente a la parroquia Colonche se caracteriza por tener un bosque seco de palosantos, con un deterioro alto debido a la acción turística. Esta playa ofrece servicios ambientales y culturales como: medicina natural, recreación y belleza escénica.

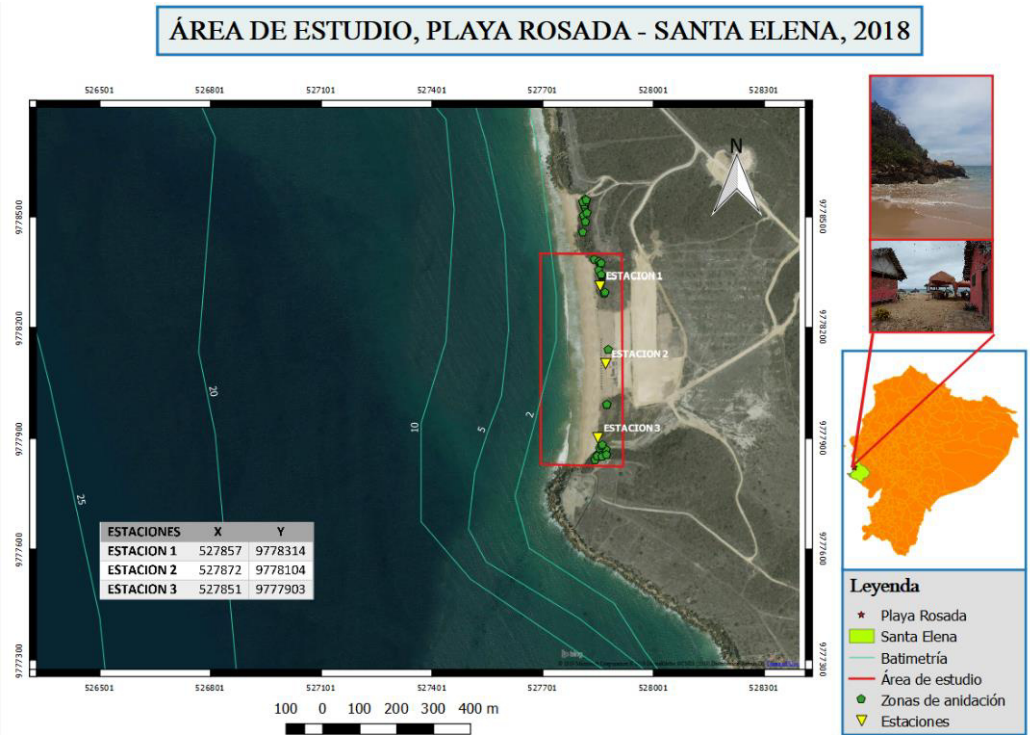


Figura 2.1. Estaciones en área de estudio, Playa Rosada - Santa Elena. (Autores, 2019)

San Pedro (Figura 2.2) perteneciente a la parroquia Manglaralto, tiene su principal fuerza de trabajo sobre la pesca, además se puede encontrar centros de investigación científica y está enfocada en su desarrollo social, cultural y turístico *(Pazmiño, y otros, 2014)*

Figura 2.2. Estaciones en área de estudio, San Pedro - Santa Elena. (Autores, 2019)

Valdivia (Figura 2.3) perteneciente a la parroquia Manglaralto posee ecosistemas de manglar, además de un sistema hidrográfico que contribuye al acuífero de Santa Elena, pero se ve afectada por la explotación sin manejo de canteras, minería ilegal y la deforestación (Pazmiño, y otros, 2014)

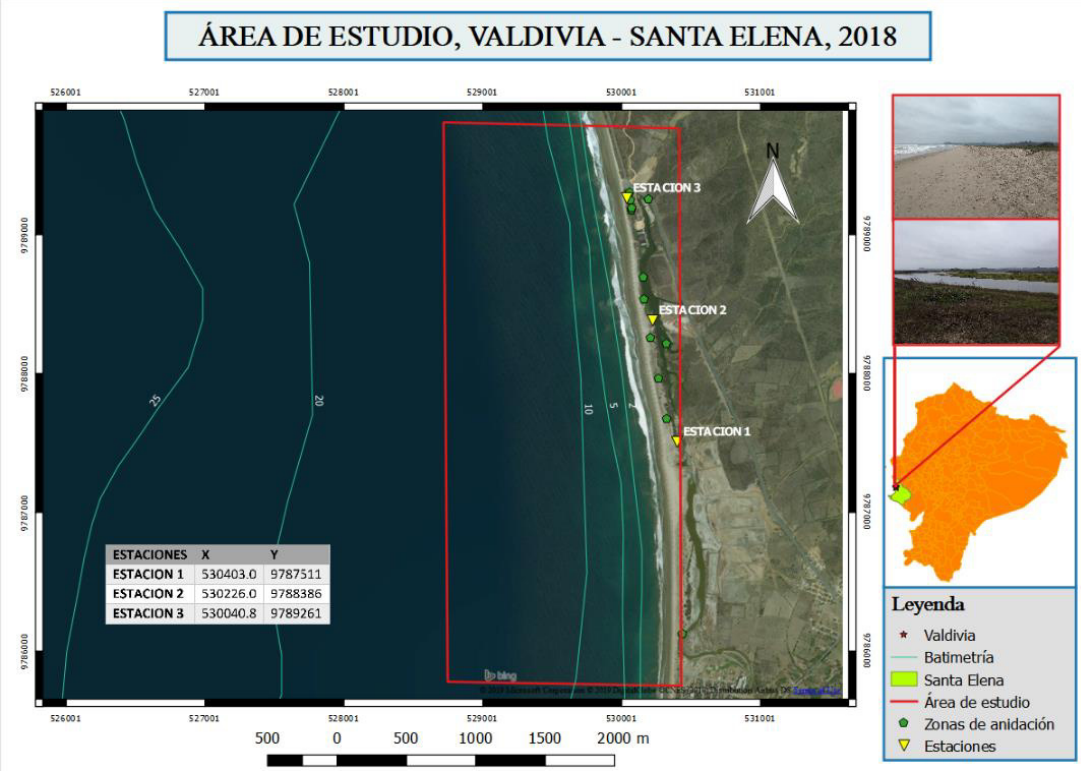


Figura 2.3. Estaciones en área de estudio, Valdivia - Santa Elena. (Autores, 2019)

2.2. Materiales y Equipos

- GPSmaps 60CSx marca Garmin
- Horno de secado BINDER
- Tamizador Humboldt MDG. CO.
- Bascula
- Estufa
- Microscopio invertido
- GEOFORM – Thin sectioning system
- Cronómetros
- Brújulas
- Par de palos Emery (método Andrade)
- Salvavidas
- Tableros A4
- Hojas de campo
- Veletas lagrangianas subsuperficiales
- Veletas lagrangianas superficiales

- Paneles de madera
- Pesos
- Cinta métrica de 50 metros
- Frascos plásticos
- Etiquetas adhesivas
- Fundas plásticas
- Recipientes de aluminio
- Guantes
- Resina
- Resina epóxica
- Lijas
- Pinzas
- Porta objetos y cubre objetos

2.3. Trabajo de campo

La caracterización física de las playas de Valdivia, San Pedro y Playa Rosada, se realizó por medio de mediciones in situ de oleaje, corrientes costeras, pendiente de playa, y toma de sedimentos para su posterior análisis en el laboratorio de Oceanografía física y de Petrografía de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Se llevaron a cabo dos muestreos en cada playa, a excepción de San Pedro en donde se realizó una salida para el muestreo, teniendo cinco salidas en total. Estos muestreos se realizaron en los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2018 (*Tabla 2.1*) que es época de transición de estación seca a húmeda y también temporada de anidación y eclosión de tortugas marinas (ECURAMDES, 2017). Las fechas de los muestreos fueron planteadas considerando las máximas amplitudes de la marea, es decir en época de sicigia con amplitudes correspondientes a luna llena y luna nueva. Se realizó esta consideración en base al tiempo de desarrollo de este trabajo y la línea de agua para poder tomar las muestras de arena en la marea más baja posible. Los datos de la marea fueron tomados de la tabla de predicción de marea del INOCAR, estación Monteverde. Los muestreos en las playas fueron realizados desde las 10:30 hasta las 17:00 horas aproximadamente.

Tabla 2.1. Fechas de Salidas de campo. (Autores, 2019)

Fecha	Playa	Hora Salida (Espol)	Hora Retorno (Espol)	Tiempo de Observación y muestreo
10 de Octubre del 2018	Playa Rosada	7:00	17:30	6h30min
27 de Octubre del 2018	Playa Rosada	7:00	17:30	6h30min
10 de Noviembre del 2018	San Pedro	7:30	17:30	5h30min
08 de Diciembre del 2018	Valdivia	7:30	17:30	6h30min
22 de Diciembre del 2018	Valdivia	7:30	17:30	6h00min

En las playas de estudio se definieron tres estaciones; esto considerando la extensión de las mismas y las zonas de anidación registradas por el MAE 2017 - 2018. Fueron tomados aproximadamente 600g (peso seco) de arena en cada estación[3], para efectuar los análisis granulométricos y mineralógicos. Todas las muestras de sedimento fueron tomadas a 30 cm de profundidad en cada perfil de acuerdo a la tesis realizada por (Rubiano, 2011).

Se midieron corrientes litorales y costa afuera utilizando flotadores para las primeras y veletas por medio de una embarcación y GPS para las segundas.

La metodología de cada una se describe a detalle a continuación.

2.3.1. Marea

Para designar las fechas y periodos de muestreo se tuvo en consideración la marea como punto principal, y estas se establecieron en base a las tablas de marea que ofrece INOCAR, escogiendo la tabla de marea de la estación de Monteverde, siendo la más cercana a las áreas de estudio.

Las mareas son una oscilación regular en el nivel del agua diariamente, el nivel más alto se denomina marea alta y el nivel más bajo marea baja. La diferencia entre la elevación de la marea alta y baja es el rango de marea y controla el movimiento del nivel del agua en la costa. Sin embargo, el rango de esa oscilación varía espacialmente en el mundo y temporalmente en los lugar de la costa (Davidson-Arnott, 2010). Ecuador presenta una marea de tipo diurna con un solo ciclo de marea y con una carrera de marea viva media, menor a 2 m, son playas micromareales.

2.3.2. Características litorales

2.3.2.1. Corriente litoral

Mediante el método Lagrangiano, se usó botellas a la deriva, en el cual se anotó la posición inicial en la que se lanzó, la posición final que alcanzó y el tiempo en que la

[3] La arena será regresada a cada estación en la cual se la tomó por parte de las autoras de este trabajo.

botella llegó a la línea de costa consiguiendo su desplazamiento en un tiempo determinado y a su vez la rapidez de la corriente litoral y su dirección.

2.3.2.2. Corrientes costa afuera

Mediante el Método Lagrangiano que permite analizar el movimiento de la partícula de un fluido a través del espacio, con el track generado durante un intervalo de tiempo se determina la dirección y rapidez de la corriente, de acuerdo a esto el track de una partícula del fluido es establecida por su posición como una función del tiempo.

Para el estudio se pre-designaron las posiciones a partir del veril 10, donde se colocaron las veletas “derivadores” para poseer una referencia. Una vez en la zona con la ayuda del GPS GARMIN se sembró cada veleta y se marcaron las coordenadas, aproximadamente 10 min más tarde se regresó a cada veleta para marcar con en el GPS la nueva posición que poseían los derivadores y esto continuo de manera sucesiva hasta culminar con el tiempo de muestreo permitiendo elaborar cartas de trayectorias por siembras durante el muestreo.

Figura 2.4. Veleta lagrangiana y siembra de veletas. (Autores, 2019)

2.3.2.3. Olas rompientes

Las olas son ondas de gran amplitud que se levantan por encima de la superficie del agua debido a la acción de viento y corrientes, estas pueden determinan la morfología de la franja costera (CERC, 1984). En esta variable se han descrito mediante observaciones el tipo de olas, alturas, periodos y dirección del oleaje. Para después analizar y calcular la frecuencia de altura, altura significativa, dirección y periodo de olas. Según la clasificación de (Galvin Jr., 1968), donde relaciona la altura y la longitud de la ola cuando esta rompe, se pueden clasificar cuatro tipos de olas: spilling, plunging, surging y collapsing.

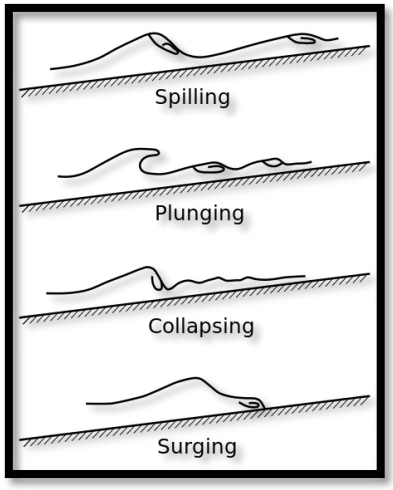


Figura 2.5. Tipos de Olas. (Galvin Jr., 1968)

2.3.2.4. Perfil de playa

La orientación y pendiente de la playa juegan un papel importante en cuanto a la caracterización del tipo de ola rompiente y la zona de surf de la playa. Para determinar los perfiles de playa se utilizó el método de Andrade (modificado Emery) (Andrade & Ferreira, 2006) (Emery, 1961). Para el método Emery generalmente se escoge como referencia el horizonte del océano, el perfil se mide en segmentos de longitud fija cómo se puede observar (*Figura 2.6.)* a diferencia del método de Andrade donde el perfil se mide por cada segmento en donde marca la línea de agua en las mangueras (*Figura 2.7.)*

Figura 2.6. Toma de perfil de playa con el método de Emery. **(Autores, 2019)**

Figura 2.7. Toma del perfil de playa con el método Andrade. **(Autores, 2019)**

2.4. Trabajo de laboratorio

2.4.1. Granulometría

Para el análisis granulométrico, en las playas de estudio de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia se recolectaron muestras de arena durante la marea baja en los puntos de las estaciones previamente establecidas. Por estación se recolectaron muestra en tres segmentos de cada estación entre la zona supralitoral, mediolitoral e intermareal (CERC, 1984), identificando cada zona como alta, media y baja respectivamente. De manera que las muestras identificadas como alta fueron recolectadas de la berma, las muestras identificadas como baja se recogieron cercana a la línea de agua durante la marea baja y la media en la mitad de ambos puntos.

Este tipo de análisis granulométrico se puede realizar mediante dos métodos que son mecánico e hidrómetro (Das, Análisis mecánico de suelo, 2015). Para el estudio se empleó un proceso mecánico, mediante el cual se separan las partículas del suelo en sus diferentes tamaños empleando tamices estandarizados y numerados en orden decreciente. La serie de tamices recomendados por la ASTM para agregado grueso son 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", 4 y para agregado fino son #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200. En este ensayo se implementó una serie de mallas para agregado fino cercanas a las normalizadas y recomendadas por la ASTM y para la clasificación del tipo de sedimentos de acuerdo al porcentaje de sedimentos retenidos por tamiz se implementó la clasificación de Wentworth, 1922.

Figura 2.8. Tamizador Humboldt MDG. CO. y mallas normalizadas por la ASTM. (Autores, 2019)

Tabla 2.2. Clasificación de tamaño de grano de los sedimentos. *(Wentworth, 1922)*

	Milímetros (mm)	**Phi**	**Wentworth (1992)**	**Tamaño (phi)**
	4096	-12.0	Roca	Conglomerado/ brecha
	256	-8.0	Cobble	
	64	-6.0	Guijarro	
	4	-2.0	Gránulos	
	2.00	-1.0	Arena muy gruesa	Arenisca
	1.00	0.0	Arena gruesa	
½	0.50	1.0	Arena media	
¼	0.25	2.0	Arena fina	
1/8	0.125	3.0	Arena muy fina	
1/16	0.0625	4.0	Limo grueso	Limolita
1/32	0.031	5.0	Limo medio	
1/64	0.0156	6.0		

1/128	0.0078	7.0	Limo fino Limo muy fino	
1/256	0.0039	8.0		
	0.00006	14.0	Arcilla	Arcilita

2.4.2. Mineralogía

Por medio del método de láminas delgadas, utilizado en el laboratorio de Petrografía de la ESPOL, se identifica los componentes mineralógicos principales que conforman la muestra, también nos ayudamos con muestras de mano para poder identificarlos por su forma textura y coloración.

2.5. Análisis de Resultados

2.5.1. Clasificación de los diferentes tipos de playas

Para la clasificación de tipo de playa se utilizó el parámetro de similitud de surf. Con este parámetro se busca predecir el tipo de rompiente del oleaje para ello se aplica el número de Irribaren (Iribarren & Norales, 1949) (Battjes, 1974) que está basado en las características del oleaje y la pendiente de playa.

$$\xi_0 = \frac{Tan\beta}{\sqrt{\frac{H_0}{L_0}}} \qquad \textbf{\textit{Número de Irribaren}} \qquad (2.1)$$

Donde:

$H_0 = Altura\ de\ ola\ en\ aguas\ profundas$

$L_0 = Longitud\ de\ onda\ en\ aguas\ profundas$

$\beta = angulo\ de\ la\ pendiente$

El parámetro ξ_0 puede usarse para clasificar varios tipos de rompiente en tres principales categorías, de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 2.3.Condiciones del tipo de rompientes. (Iribarren & Norales, 1949)

Tipos de rompiente	Parámetro ξ_0
surging y collapsing	$\xi_0 > 3.3$
Plunging	$0.5 < \xi_0 < 3.3$
Splilling	$\xi_0 < 0.5$

Una transformación de $\xi_0$en parámetro costero

$$\xi_b = \left(\frac{H_b}{L_0}\right)^{-\frac{1}{2}} Tan\beta \qquad (2.2)$$

Donde

H_b es la altura de ola rompiente

Sus rangos se encuentran en la tabla 2.5.

Tabla 2.4. Condiciones del tipo de rompientes con el parámetro costero ξ_b. *(Iribarren & Norales, 1949)*

Tipos de rompiente	Parámetro ξ_b
surging y collapsing	$\xi_b > 2.0$
Plunging	$0.4 < \xi_b < 2$
Splilling	$\xi_b < 0.4$

También se usó el parámetro de escala de surf (Guza & Inman, 1975) que tiene como propósito determinar el estado morfo-dinámico de la playa.

Permite diferenciar entre condiciones de zona de surf reflectivas, intermedias y disipativas.

$$\varepsilon = \frac{H_b \theta^2}{2\, Tan^2 \beta} \text{ , donde } \theta\ es\ la\ frecuencia\ de\ oleaje\ (radianes) \qquad (2.3.)$$

Tabla 2.5. Condiciones de la zona de surf. *(Guza & Inman, 1975)*

Zona de surf	Parámetro ε

Reflectiva	$\varepsilon < 2.5$
Intermedio	$2.5 < \varepsilon < 3.0$
Disipativa	$\varepsilon > 3.0$

También se aplicó el parámetro de Dean (Wright & Short, 1983) que permite clasificar el tipo de playa de acuerdo a su morfodinámica que es el producto de la interacción de tres factores: mareas, olas y tamaño de grano. La interacción ocasiona rango de tipos morfodinámica donde los 3 tipos principales de playa son disipativas, intermedias y reflectivas.

Una playa de tipo reflectiva se caracteriza por tener olas pequeñas con largo período, arena gruesa, pendiente fuerte y sin zonas de surf con zonas de acreción, cortos periodos swash, pequeño rango swash, la energía de la ola es reflejada y las olas rompen directo con la playa. Mientras que en un tipo de playa disipativa se encuentran características de olas altas con corto período, arena fina, pendientes suaves, una amplia zona de surf, erosión, largos períodos swash, amplio rango swash y la energía de ola es disipada.

Tabla 2.6. Parámetro de Dean. (Wright & Short, 1983)

Tipo de playa	**Parámetro Ω**
Reflectiva	$\Omega < 2$
Intermedio	$2 < \Omega < 6$
Disipativa	$\Omega > 6$

2.6. Análisis Estadísticos

Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa Matlab (ver apéndice). Para realizar este análisis se creó una matriz con los valores de las variables promediadas por cada estación con respecto a la salida, playa y estación; luego a partir de esta matirz se obtuvieron matrices de distancia a partir de varios métodos entre los cuales se usó: Euclideano normalizado, Bray Curtis y Manhattan. Se utilizaron las funciones de FATHOM (Jones, 2017) con las cuales se pueden utilizar opciones no paramétricas para rechazar o aceptar la homogeneidad entre varias variables.

2.6.1. Análisis de componentes principales

Se utilizó este método para poder conocer las componentes que explican la varianza entre las playas, estaciones y salidas. Para esto se debe de colocar a los datos promediados, es decir un dato por estación, salida y playa y estandarizados.

2.6.2. Análisis multivariable de la varianza (MANOVA)

Se comprobó, a través del Metodo Manova la interacción entre las playas de estudio, si guardaron o no una relación significativa de acuerdo a los datos de corriente litoral, ancho de zona de surf, distancia de línea de playa a rompiente, dirección, período y altura de olas rompientes, pendiente y diámetro medio d50. También se probó la varianza sumándole el valor de velocidad de corriente costa afuera.

2.6.3. Análisis permutacional multivariable de varianzas (PERMANOVA)

Se comprueba con el permanova el valor p para cada combinación de playa a través de permutaciones. Se usó la función npPermanova de FATHOM para obtener dichos resultados.

2.7. Diseño del producto

Los resultados obtenidos de características litorales como altura, periodo, dirección de olas, zona de surf, zona de rompiente, tipo de olas, velocidad de corriente litoral, velocidad de corrientes costeras, perfiles de las playas, tipo, forma y composición mineralógica de los sedimentos utilizando diferentes metodologías, con el fin de determinar las características físicas de cada playa de estudio y realizar un análisis comparativo entre ellas. La información expuesta servirá como línea base para la elaboración de propuestas de gestión turística, que beneficiaran la conservación de tortugas marinas. Los productos por entregar por parte de la carrera de Oceanografía son:

- Características físicas de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia
- Perfiles de playa
- Tipo, forma y composición mineralógica de los sedimentos de cada playa
- Comparación entre playas de anidación vs. no anidación

CAPITULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Características de las playas

3.1.1. Oleaje

La Figura 3.1 muestra los histogramas de cada estación y cada playa con respecto a la salida. En general se tiene un oleaje típico de la costa central del Ecuador en las tres playas con alturas que se concentran principalmente entre los 0.4 y 0.6m. Visualmente para Playa Rosada no hay un patrón marcado entre una salida y otra a diferencia de Valdivia en la cual las alturas correspondientes a la segunda salida son mayores.

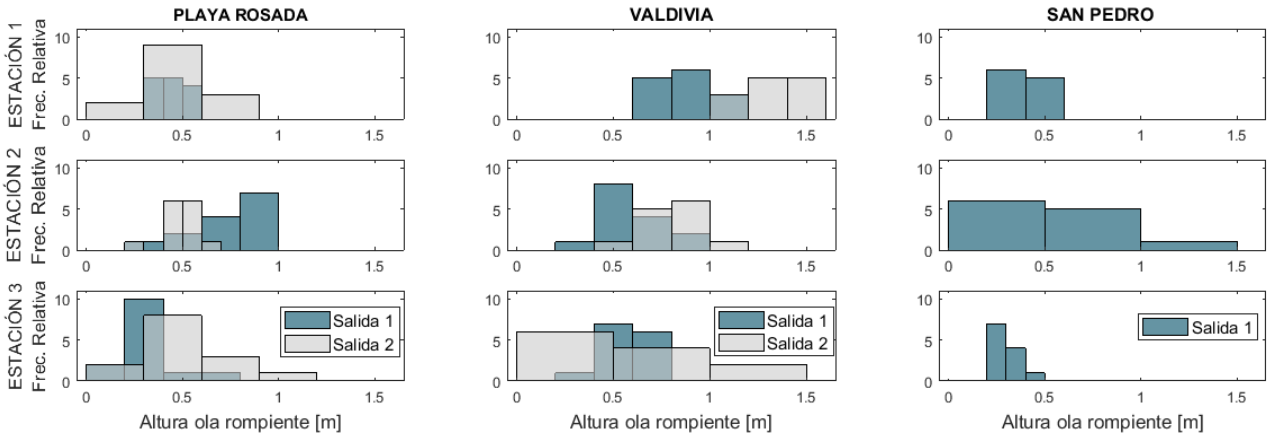


Figura 3.1. Altura de ola rompiente vs. Frecuencia relativa de la playa de San Pedro para cada estación durante cada salida a campo. (Autores, 2019)

3.1.2. Distancia de Línea de agua a Rompiente

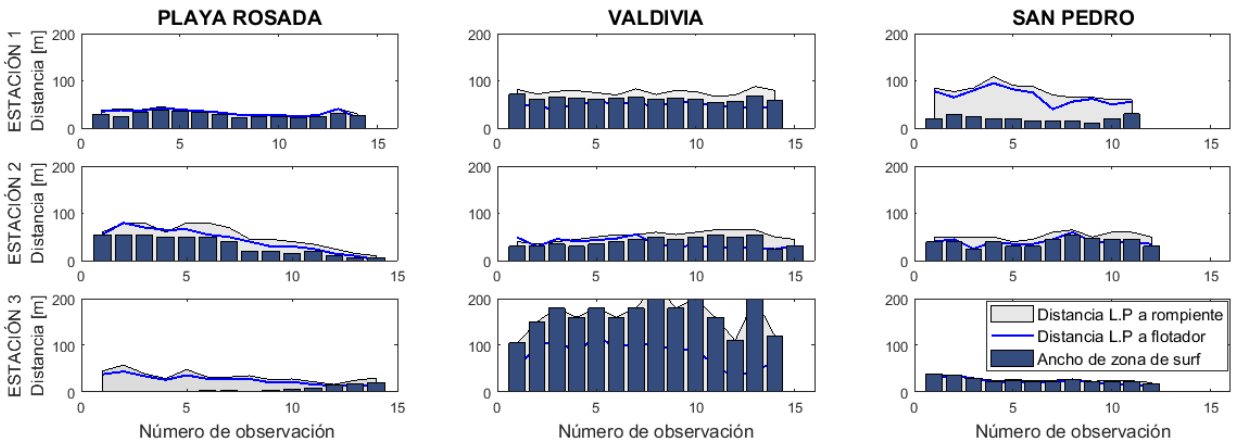


Figura 3.2. Distancias observadas en la primera salida de: línea de playa a rompiente, línea de playa a flotador y Ancho de Zona de Surf para Playa Rosada, San Pedro y Valdivia.

(Autores, 2019)

De acuerdo a las observaciones realizadas en la primera salida se puede notar claramente de la Figura 3.2 que la tercera estación de Playa Rosada y de Valdivia difiere visualmente con el resto de estaciones de cada playa. En todo caso, en general se puede ver que las olas recorren una mayor distancia en Valdivia y rompen con una mayor altura.

3.1.3. Corrientes Litorales

En las siguientes tablas se resume las mediciones de corrientes litorales para cada playa, por estaciones y por salida. En todos los casos la corriente litoral se dirigió hacia la derecha, a excepción de Valdivia en la que se registraron corrientes litorales hacia la izquierda que corresponden a la segunda salida (amplitud de marea por luna llena y entrada de oleaje proveniente del noroeste). Tanto para Playa Rosada y Valdivia las velocidades aumentaron en la segunda salida. El promedio de corriente litoral de las tres playas de estudio es de 0.31m/s. A pesar de que hubo corrientes de resaca en Valdivia y en menor proporción en Playa Rosada, no se ve reflejado en las tablas de resumen ya que se toma en cuenta todas las horas de mediciones.

Tabla 3.1. Corriente Litoral en promedio por estación y por Salida en Playa Rosada.

E = Estación, D= Derecha, I= Izquierda. **(Autores, 2019)**

	E 1	E 2	E 3	Promedio Salida 1	E 1	E 2	E 3	Promedio Salida 2
Espacio (x)	3.64	15.50	4.50	7.88	19.50	10.00	5.88	11.79
Tiempo (s)	58.07	121.07	20.07	66.40	47.14	70.36	40.23	50.50
Dirección	D	D	D	D	D	I	D	D
Velocidad (m/s)	0.06	0.13	0.36	0.18	0.55	0.15	0.16	0.29
Corriente de Resaca	No	No	No	No	No	No	No	No

Tabla 3.2. Corriente Litoral en promedio por estación y por Salida en la playa Valdivia.

E = Estación, D= Derecha, I= Izquierda. (**Autores, 2019)**

	E 1	E 2	E 3	Promedio Salida 1	E 1	E 2	E 3	Promedio Salida 2
Espacio (x)	25.07	16.63	28.00	23.23	59.31	32.00	94.83	62.05
Tiempo (s)	107.57	77.50	139.64	108.24	114.00	63.31	118.50	98.60
Dirección	D	I	D	D	I	I	I	I
Velocidad (m/s)	0.26	0.23	0.21	0.23	0.38	0.51	0.84	0.58
Corriente de Resaca	No	No	No	No	No	No	No	No

Tabla 3.3. Corriente Litoral promedio por estación y por Salida en la playa San Pedro.

E = Estación, D= Derecha, I= Izquierda. **(Autores, 2019)**

	E 1	E 2	E 3	Promedio Salida 1
Espacio (x)	10.77	35.42	5.96	17.38
Tiempo (s)	76.82	69.64	76.39	74.28
Dirección	D	D	D	D
Velocidad (m/s)	0.14	0.50	0.13	0.26
Corriente de Resaca	No	No	No	No

3.1.4. Corrientes Costa afuera

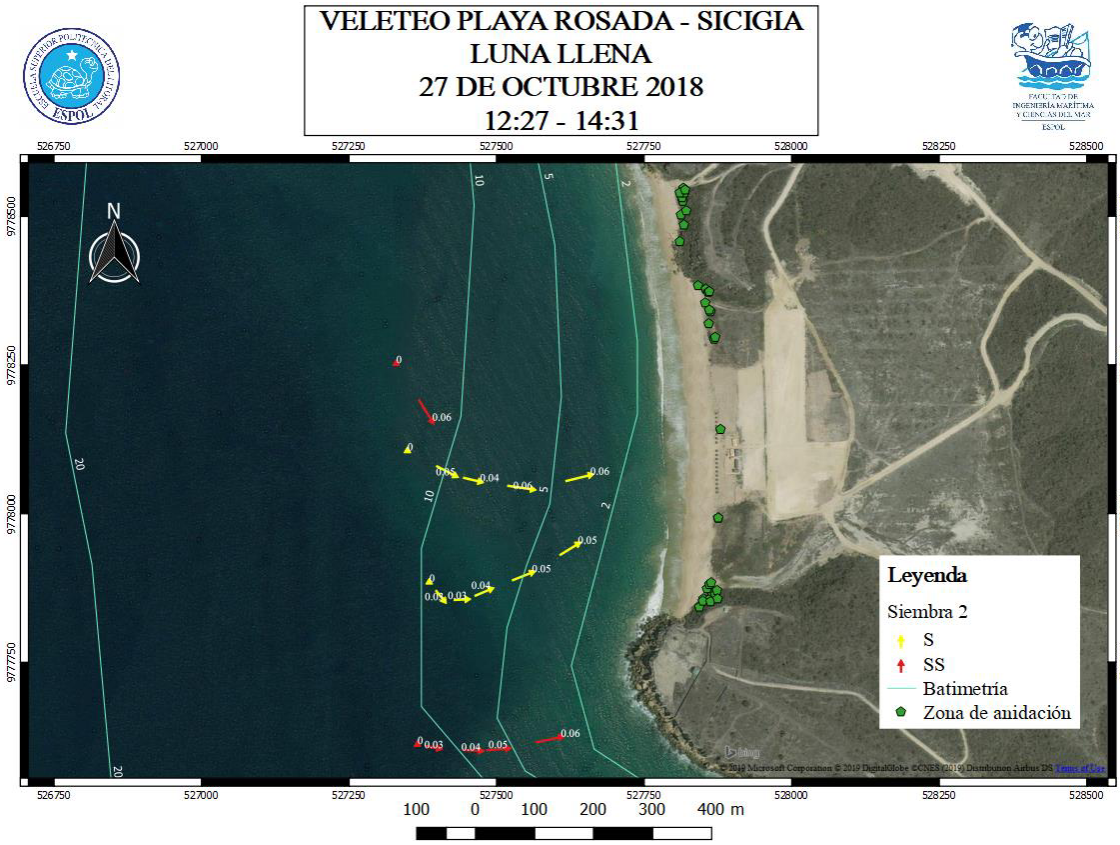


Figura 3.3. Vectores de velocidad de corrientes costa afuera en Playa Rosada el 27 de octubre/2018 de 12:27 a 14:31. (Autores, 2019)

El veleteo en Playa Rosada muestra lineas de corriente con simulitud a playas reflectivas a lo largo de una costa irregular, es decir cercana a los acantilados la batimetria cambia rapidamente disminuyendo haciendo que se forme un tren de olas antes de llegar a las playa y la corriente se dirija en direccion al acantilado que posee la playa.

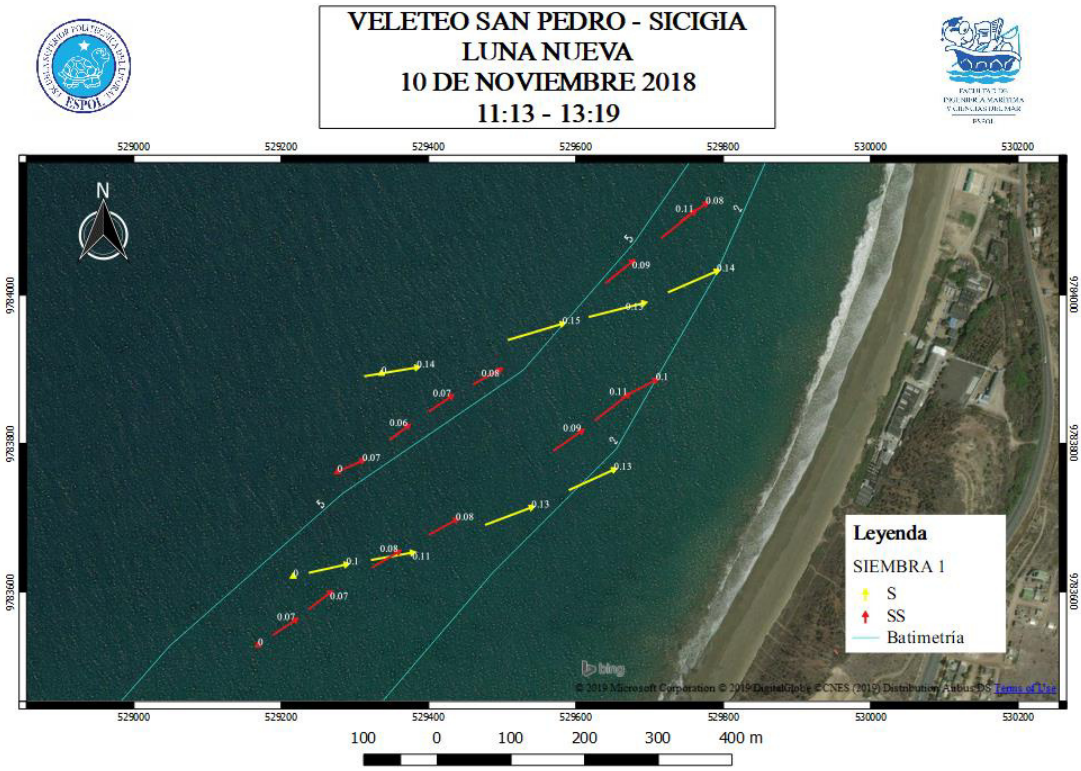


Figura 3. 4. Vectores de velocidad de corrientes costa afuera en San Pedro el 10 de noviembre/2018 de 11:13 a 13:19. (Autores, 2019)

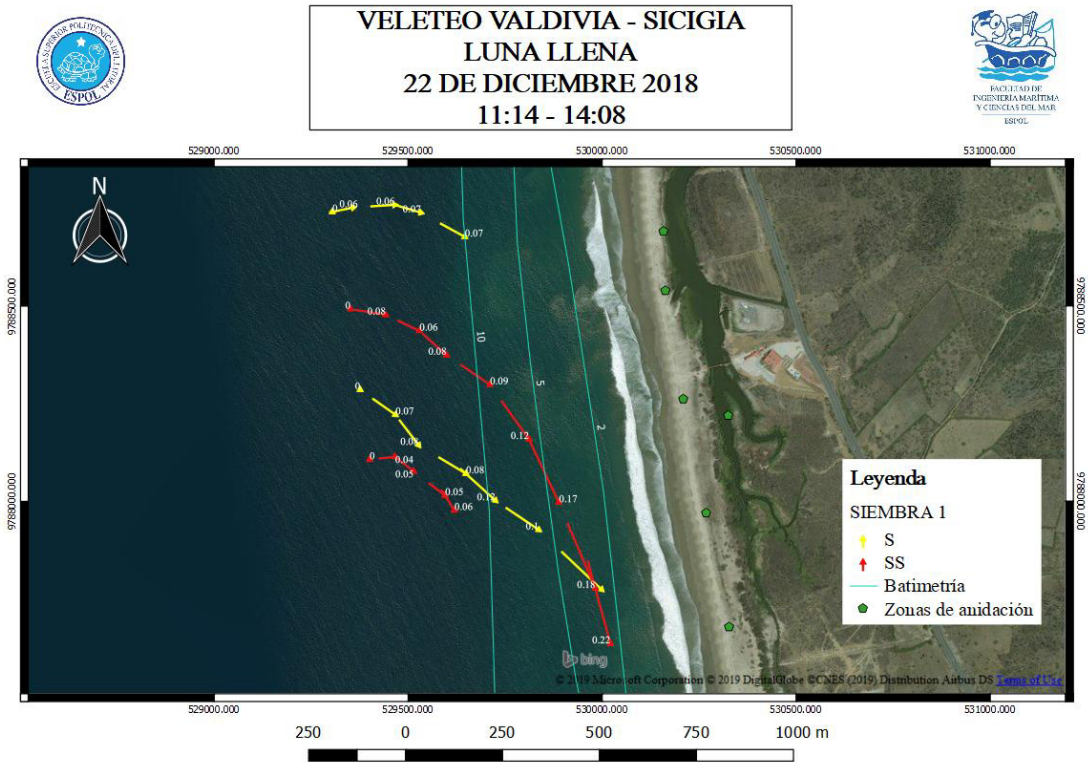


Figura 3. 5. Vectores de velocidad de corrientes costa afuera en San Pedro el 10 de noviembre/2018 de 11:14 a 14:08. (Autores, 2019)

Para las figuras de corriente costa afuera de San Pedro y Valdivia se observa, que a pesar de ser playas contiguas sus patrones de circulación costa afuera cambian, esto se puede deber a la forma de fondo en el lugar y a las dimensiones de las playas.

3.1.5. Perfil de playa

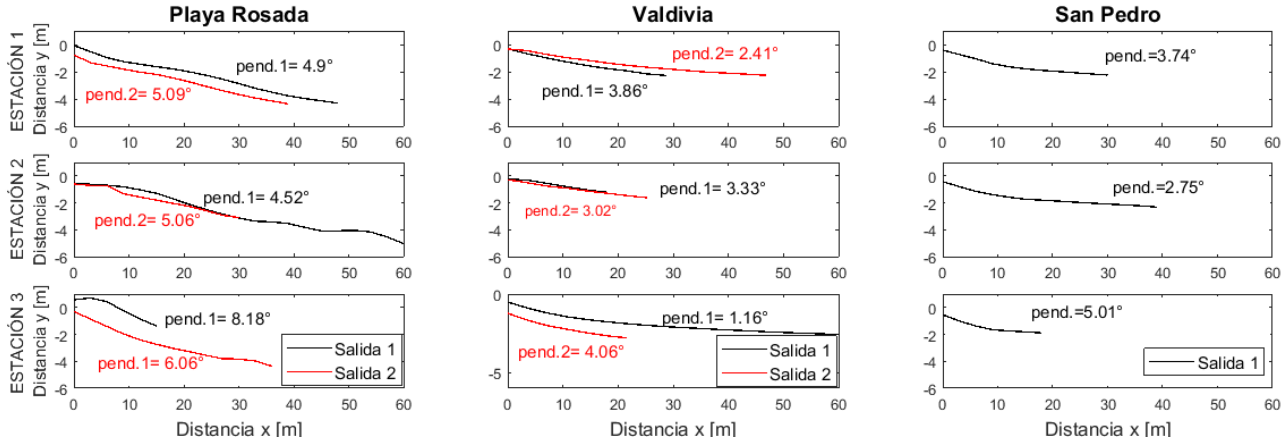


Figura 3. 6. Comparación de perfiles de playa en las estaciones 1, 2 y 3 durante cada salida. (Autores, 2019)

En la Figura 3.6 se representan los dos perfiles obtenidos por salida para cada estación. Las diferencias en las longitudes (distancia en x) se deben a las limitaciones que se tuvieron a la hora de muestrear, en cuanto a la cantidad de voluntarios y el avance de la línea de agua mientras transcurría el tiempo de flujo. Generalmente en la segunda salida se registran los mayores valores de pendiente es decir pendientes más pronunciadas.

3.1.6. Granulometría

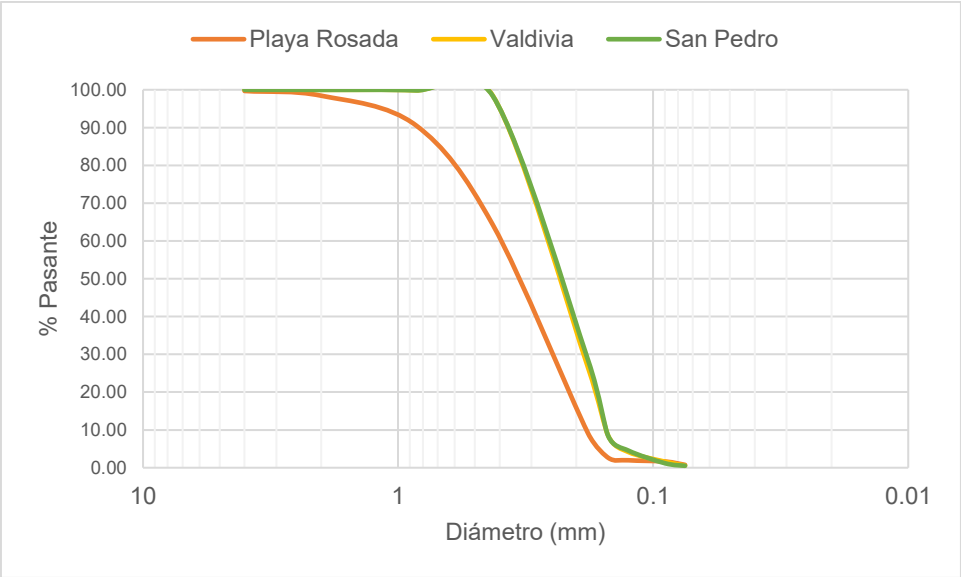


Figura 3.7. Distribución granulométrica promedio de la zona Alta entre salidas de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. (Autores, 2019)

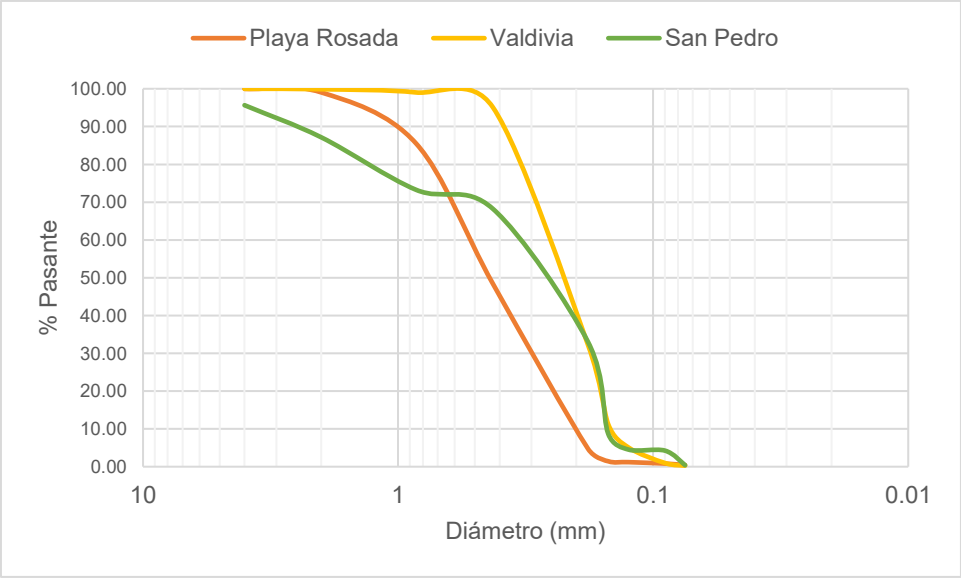


Figura 3.8. Distribución granulométrica promedio de la zona Media entre salidas de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. (Autores, 2019)

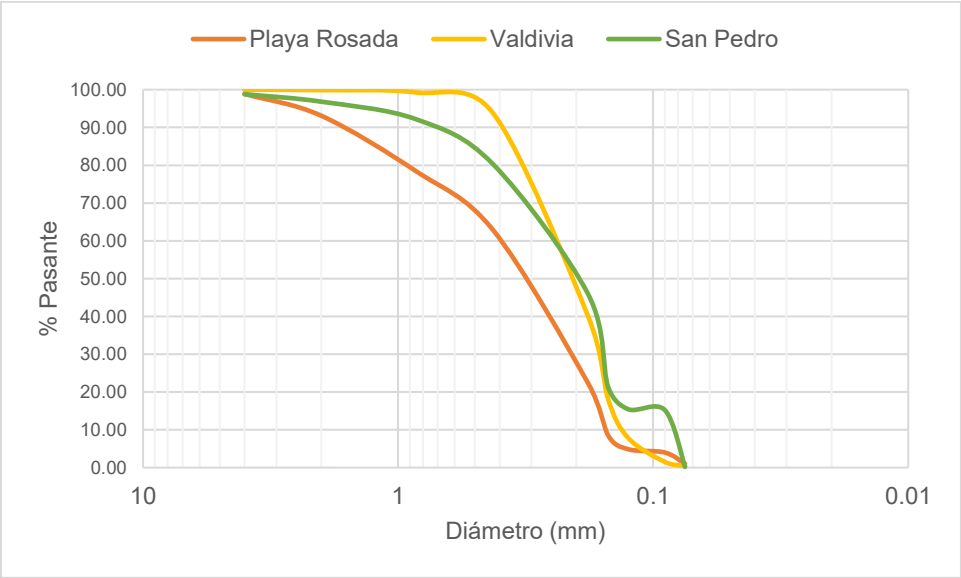
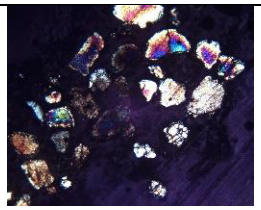
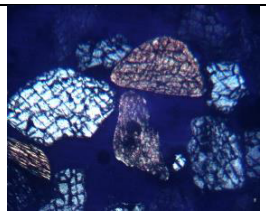
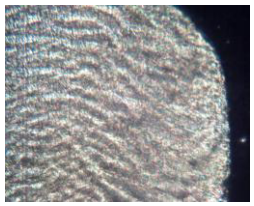
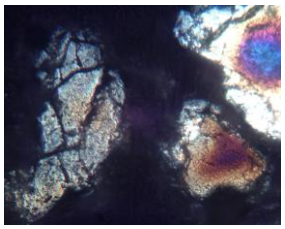


Figura 3.9. Distribución granulométrica promedio de la zona Baja entre salidas de Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. (Autores, 2019)

En las tres últimas gráficas se presentan las curvas granulométricas, promediando las salidas y las estaciones de las playas muestreadas, por cada zona del perfil (alta, media y baja). Como se puede observar sí existen diferencias entre las zonas muestreadas y entre las playas a excepción del caso de la zona alta representada en la figura 3.7, en donde se ve que el sedimento presenta las mismas características de tamaño en Valdivia y San Pedro. De todas las playas la que presenta más variación con respecto a las zonas del perfil fue San Pedro.

3.1.7. Mineralogía

Tabla 3. 4. Sedimento de las áreas de estudio. (Autores, 2019)

	Playa Rosada	Valdivia	San Pedro
Muestra de arena			
Láminas Delgadas			
Composición mineralógica	60% conchas, 10% cuarzo hialino, 15% cuarzo lechoso, 15%calcedonias y accesorios.	80% cuarzo hialino, 10% líticos, 10% conchas y accesorios.	70% cuarzo hialino, 20% líticos, 10% conchas y accesorios.
Textura			

Para el caso de Playa Rosada se encontró granos redondeados y alargados con una mala clasificación y con una textura característica de aragonita (compuesto carbonatado que tiende a calcita), estas muestras presentaron fragmentos de roca con cementación calcárea, fragmentos de conchas y de otros restos orgánicos; en la muestra perteneciente a la estación 3 se encontraron más fragmentos de textura clástica, que refleja la influencia del acantilado. A diferencia de Playa Rosada, Valdivia y San Pedro poseen una arena más

abrasiva, mejor clasificada, mucho más silicoclástica y fosfática, con presencia de minerales de hierro en menor cantidad; la diferencia entre Valdivia y San Pedro se marca por la presencia de mayor cantidad de líticos (rocas) en la segunda playa, y esto debido a la presencia del acantilado.

3.1.8. Tipo de playa

Tabla 3.5. Análisis de tipo de playa con el parámetro de Dean (Ω). (Autores, 2019)

	Parámetro de Dean (Ω)	Tipo de Playa
Playa Rosada	1.74	Reflectiva
San Pedro	2.87	Reflectiva
Valdivia	1.93	Intermedia

Valdivia corresponde a una playa de barrera, en la cual el proceso dominante es el oleaje; las otras dos playas se encuentran cercanas a acantilados, en zonas mucho más protegidas a diferencia de Valdivia que es una playa abierta.

3.2. Comparación estadística entre playas

Desde el punto de vista físico podemos comparar las playas de acuerdo a las características obtenidas en los muestreos de campo. Naturalmente las playas son lugares muy dinámicos, las mediciones realizadas en términos generales constituyen la línea base para los estudios posteriores acerca de las características determinantes para la anidación. La densidad de datos obtenidos no es suficiente para explicar claramente las variables, pero se trató de tomar en cuenta todas las posibles. En cuanto al oleaje se puede ver en la Figura 3.10 que las salidas no fueron un factor determinante, a excepción de Valdivia en la cual la segunda salida se efectuó en una entrada de oleaje más energético proveniente del noroeste. Las características obtenidas de la playa deben de considerar su grado de incertidumbre al ser observaciones netamente visuales.

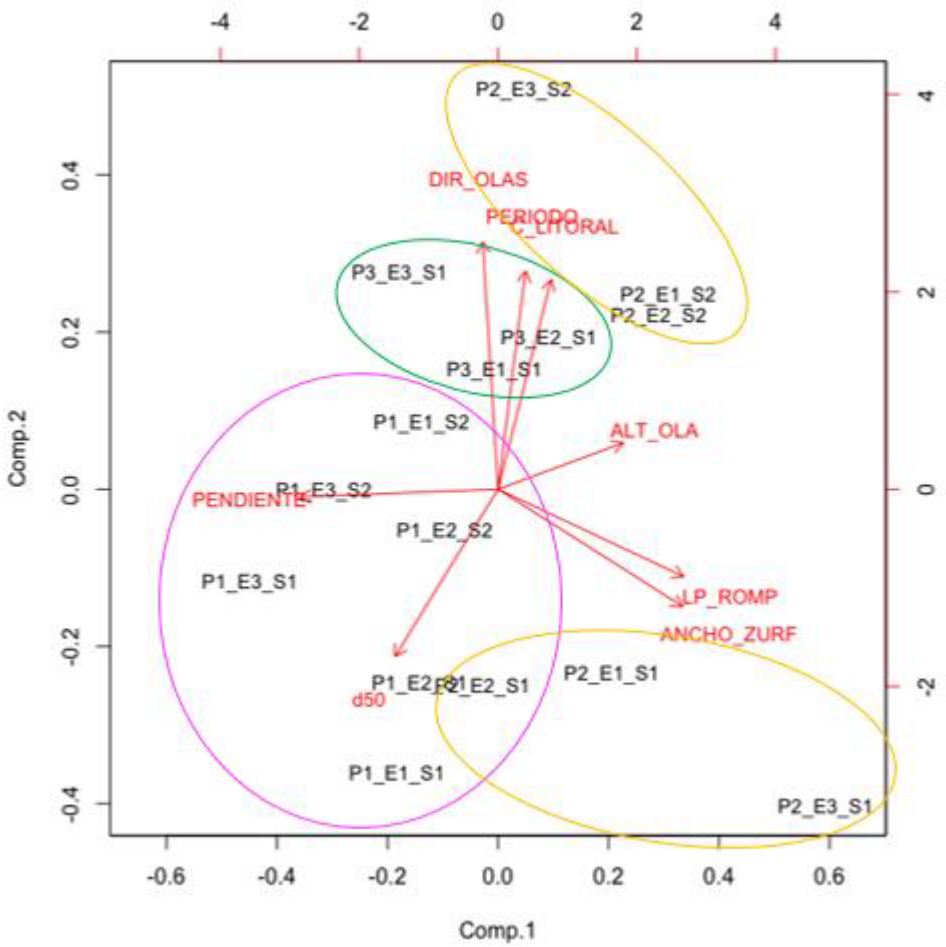


Figura 3. 10. Análisis de componentes principales (PCA) entre cada playa, salida y estación. (Autores, 2019)

Esta figura representa el análisis de cuáles variables explican la varianza de una u otra playa con respecto a las demás, de acuerdo a las estaciones, salidas y playas. La Componente 1 explica el 37.4% de la varianza y la Componente 2 el 27.3%; en total este gráfico explica el 64.7% de la varianza. Se puede ver claramente que la varianza para Playa Rosada se explica principalmente por su pendiente y por su diámetro medio, en el caso de San Pedro la varianza se encuentra explicada en mayor proporción por la dirección del oleaje y la corriente litoral en el caso de Valdivia entre las salidas se tuvo una gran variabilidad.

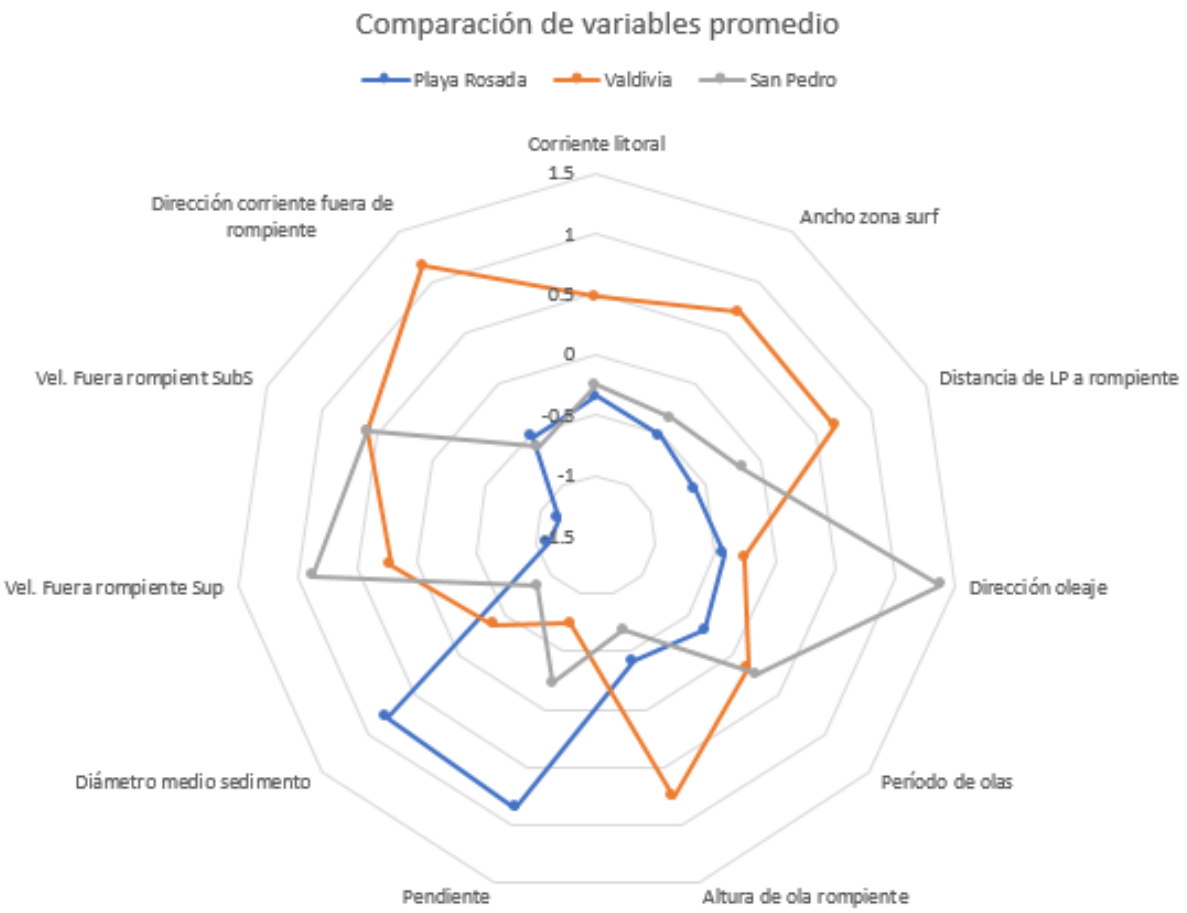


Figura 3.11. Comparación de variables promedio. (Autores, 2019)

Se realizaron análisis estadísticos de las tres playas a través de funciones no paramétricas que comparen más de dos variables; se compararon 11 variables de acuerdo a la playa, salida y estación. Como resultado sabemos que los valores de las variables de acuerdo a las estaciones no son significativamente diferentes, a excepción de Playa Rosada, en la cual las características de una estación a otra si difieren, esto se puede deber al acantilado presente en su lado más sur, el cual puede alterar la ruptura del oleaje y el reflejo de esa energía. Con respecto a las salidas no se encontraron diferencias significativas, pero en la que se encontró una mayor diferencia fue en la playa de Valdivia, lo cual se refleja en la figura 3.10 como se menciona antes.

Se realizó también un análisis estadístico a través de las funciones de FATHOM (Jones, 2017) de las tres playas de estudio, resultando ser estadísticamente diferentes; paralelamente se realizó un análisis entre playas encontrándose de que a pesar de que no

existan semejanzas significativas entre éstas, al compararlas playa por playa, obtuvimos que entre Playa Rosada y San Pedro existe una mayor semejanza en comparación con las playas de San Pedro y Valdivia y menos entre Playa Rosada y Valdivia. (Ver tablas 3.6, 3.7 y 1.8)

Tabla 3.6. Playa Rosada vs. San Pedro. (Autores, 2019)

```
================================================
              Modified PERMANOVA:
------------------------------------------------
 F  = 5.0730    p    =  0.0308 (iter=5000)
------------------------------------------------
```

Tabla 3. 7. Playa Rosada vs Valdivia. (Autores, 2019)

```
================================================
              Modified PERMANOVA:
------------------------------------------------
 F  = 6.8134    p    =  0.0030 (iter=5000)
------------------------------------------------
```

Tabla 3.8. Valdivia vs San Pedro. (Autores, 2019)

```
================================================
              Modified PERMANOVA:
------------------------------------------------
 F  = 8.6475    p    =  0.0240 (iter=5000)
------------------------------------------------
```

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Las diferencias entre las tres playas desde el punto de vista físico son significativas. Playa Rosada se corresponde mejor con San Pedro por la presencia del acantilado y porque tienden a ser reflectivas; a diferencia de Valdivia, la cual es una playa de barrera y tiende a ser intermedia.

- Las características biológicas no definen la anidación, más bien se debe a la intervención antropogénica, principalmente la ocupación del espacio de berma por los sectores turístico, pesquero y residencial.

- El tipo y forma del sedimento podría incidir en la elección del sitio de anidación por especie. En la playa con sedimento redondeado, alargado y calcáreo se encontraron nidos de tortuga carey y verde, mientras que en la playa con sedimentos angulares y subangulares se encontraron nidos de Golfina. Esto concuerda con el Manual de Monitoreo de playas de anidación de tortugas marinas en Ecuador Continental.

- Probablemente las características como oleaje y corrientes no influyen en la anidación pero para confirmarlo se debería tener una muestra más grande y un análisis estadístico más detallado.

- Junto a las propuestas turísticas para la conservación de las tortugas se debe llevar un programa de comunicación, por medio de señaléticas y paneles de información en las playas.

4.2. Recomendaciones

- Realizar un análisis más profundo desde el punto de vista estadístico ya que las playas son ambientes muy dinámicos.
- Se recomienda también realizar las mediciones de campo en el mismo día para poder tener una comparación estadística más sólida.
- Se sugiere que se implemente una metodología estandarizada para medir las mismas variables, junto con los que no se pudieron medir tales como temperatura, humedad, viento, compactación y que se pueda replicar en las playas que han sido identificadas como sitios de anidación de tortugas marinas. Esto finalmente serviría para identificar las características que estadísticamente podrían preferir las tortugas por especie.
- Se recomienda llegar a instancias de carácter político, para que se tomen decisiones acertadas y no se permitan las construcciones o proyectos turísticos dentro del área de anidación de tortugas marinas en peligro crítico de extinción como lo es la tortuga Carey. Es necesario, para la conservación de esta especie, que se haga cumplir el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial en las comunidades costeras del Ecuador Continental.

BIBLIOGRAFÍA

Airoldi, L., Abbiati, M., Beck, M., Hawkins, S., Jonsson, P., & Marin, D. (2005). An ecological perspective on the deployment and design of low-crested and other hard coastal defense structures. *Coastal Engineering*, 1073-1087.

Andrade, F., & Ferreira, M. (2006). A Simple Method of Measuring Beach Profiles. *Journal of Coastal Research*, Vol. 22, No 4.

Battjes, J. (1974). *Surf similarity.* Proceedings 14th International Conference on Coastal Engineering, pp. 466–480.

Cárdenas. (2015). *Áreas marinas y costeras protegidas del Ecuador*. Retrieved from Ministerio del Ambiente: https://docplayer.es/12397141-Areas-protegidas-marino-costeras-subsecretaria-de-gestion-marina-y-costera.html

CERC. (1984). *Shore Protection Manual .* Washington, DC: Coastal Engineering Research Center, U.S. Army.

Das, B. M. (2015). Análisis mecánico de suelo. In B. M. Das, *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (p. 55). México: CENGACE Learning.

Das, B. M. (2015). Clasificación de suelos. In C. edición, *Fundamentos de ingeniería geótecnica* (p. 103). México: CENGAGE Learning.

Davidson-Arnott, R. (2010). *Introduction to Coastal Processes.* Ontario: Cambridge.

ECURAMDES. (2017). *Manual de monitoreo de playas de anidación de tortugas marinas en Ecuador Continental. Guía de Campo.* Guayaquil, Ecuador: Ministerio del Ambiente de Ecuador, Conservación Internacional Ecuador, Instituto Humanista para la Cooperación con los Países en Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

Emery, K. (1961). *A simple Method of Measuring Beach Profiles.* Los Angeles, California: University of Southern California.

Enfield. (1977). *Refracción de Ondas.*

Fidelman, P., Evans, L., Foale, S., Weible, C., von Heland, F., & Elgin, D. (2014). Coalition cohesion for regional marine governance: A stakeholder analysis of the Coral Triangle Initiative. *Ocean & Coastal Management*, 117-128.

Fish, M., Cote, I., Gill, J., Jones, A., Renshoff, S., & Watkinson, A. (2005). Predicting the impact of sea level rise on Caribbean sea turtle nesting habitat. *Conservation biology 19*, 482-91.

Fish, M., Coté, I., Horrocks, J., Mulligan, B., & Watkinson, A. &. (2008). Construction setback regulations and sea level rise: Mitigating sea turtle nesting beach loss. *Ocean Coastal Management, 51*, 330-341.

Galvin Jr., C. J. (1968). *Breaker type classification on three laboratory beaches.* American Geophysical Union.

Guza, R. T., & Inman, D. L. (1975). Edge waves and beach cusps. *Journal of Geophysical Research*, Volume 80, Issue 21.

Hassan, R., Scholes, R., & Neville, A. &. (2005). Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the Conditions and Trends Working Group. IslandPress.

Horrocks, J., & Scott, N. (1991). Nest site location and nest success in the hawksbill turtle, Eretmochelys imbricate, in Barbados West Indies. *Marine ecology*, 1-8.

IPCC. (2014). Climate Change 2014; Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working Group II to the Fifth assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1132. United Kingdom and New York Cambridge University Press.

Iribarren, & Norales. (1949). *Protection des ports.* Lisbon: Proceedings XVIIth International Navigation Congress, Section II, Communication, 4, pp. 31–80.

Johnston, A., Slovinsky, P., & Yates, K. (2014). Assesing the vulnerability of coastal infraestructure to se level rise using multi-criteria analysis in Scarborough, Maine (USA). *Ocean & Coastal Management*, 176-188.

Jones, D. L. (2017). *Fathom Toolbox for MATLAB: software for multivariate ecological and oceanographic data analysis.* St. Petersburg, FL, USA: College of Marine Science, University of South Florida. Retrieved from https://www.marine.usf.edu/research/matlab-resources/

Komar, P. D. (1998). *Beach Processes and Sedimentation.* Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

Langridge, S., Hartge, E., Clark, R., Arkema, K., Verutes, G., & Prahler, E. (2014). Key lessons for incorporating natural infraestructure into regional climate adaptation planning. *Ocean & Coastal Management, 95*, 189-197.

Mortimer, J. (1995). Factors influencing beach selection by nesting sea turtles. *Biology and conservation of sea turtles*, 45-51.

Nicholls, R., & Cazenave, A. (2010). Sea- level rise and its impact on coastal zones. *Science*, 1517-1520.

Pazmiño, Landin, Santos, Cruz, Yagual, Mence, . . . Amén. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - Canton Santa Elena 2014 -2019.* Municipalidad de Santa Elena.

Rubiano. (2011). *Caracterización de playas de anidación de tortugas marinas en Isla Fuerte, Bolivar, Caribe Colombiano (Tesis de Licenciatura)*. Retrieved from Pontificia Universidad Javeriana: https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11870/RubianoCiodar

Slocombe, S. (1993). Implementing Ecosystem- based management. *BioScience*, 612-622.

Uzun, B., & Nida, C. (2014). Sustainable manegement of coastal lands: A new approach for Turkish . *Ocean & Coastal management*, 53-62.

Wainwright, D., Ranasinghe, R., Callaghan, D., Woodroffe, C., Cowell, P., & Roger, K. (2014). An argument for probabilistic coastal hazard asessment: Retrospective examination of practice in New South Wales, Australia. *Ocean & Coastal Management*, 147-155.

Wentworth, K. (1922). *A scale of grade and class terms for clastic sediments.* State University of Iowa: University of Chicago.

Wright, L., & Short, A. (1983). *Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis*. Retrieved from Virginia Institute of Marine Science: College of William and Gloucester Point, VA 23062 U.S.A.

APÉNDICES

Apéndice A

Cuadro resumen de parámetros medidos en las salidas de campo, promedio de las 3 estaciones. S1= Salida 1, S2=Salida 2

	Playa Rosada			Valdivia			San Pedro
	Salida 1	**Salida 2**	**Promedio**	**Salida 1**	**Salida 2**	**Promedio**	**Salida 1**
Ancho de zona de surf [m]	22,26	23,83	23,05	77,59	41,03	59,31	28,22
Distancia a rompiente [m]	29,75	34,37	37,06	98,09	67,39	82,74	52,31
Altura rompiente [m]	0,48	0,51	0,5	0,58	0,92	0,75	0,42
Dirección oleaje [°]	268,54	272,6	270,62	327,73	336,87	332,29	302.51
Período [s]	10,42	13,08	11,76	11,95	16,56	14,27	14,52
Pendiente	1/11	1/10	1/11	1/27	1/19	1/23	1/18
Velocidad de corriente superficial costa fuera [m/s]	0,080	0,070	0,075	0,079	0.150	0.115	0,130
Velocidad de corriente subsuperficial costa afuera [m/s]	0,07	0,045	0,0575	0,049	0.152	0,101	0,096

Velocidad de corriente litoral [m/s]	0,18	0,35	0,27	0,21	0,62	0,42	0,26
Tamaño de grano D50 [mm]	0,47	0,38	0.2 0,425	0,26	0,22	0,24	0,34
Forma grano	Redondeados y alargados			Angulares			
Composición mineralógica	60% conchas, 10% cuarzo hialino, 15% cuarzo lechoso, 15%calcedonias y accesorios. Textura de aragonita predominante, fragmentos de roca con cementación calcárea, fragmentos de conchas, equinodermos.			80% cuarzo hialino, 10% líticos, 10%conchas y accesorios. Arena más abrasiva, mucho más silicoclástica y fosfática			70% cuarzo hialino, 20% líticos, 10% conchas y accesorios. Se diferencia de Valdivia por la presencia de líticos

MUESTRA	ESFERICIDAD	CLASIFICACIÓN
PR1_ALTAE1	**Redondeados**	**Pobremente clasificado**
PR1_MEDIAE1	**Redondeados**	**Moderadamente clasificado**
PR1_ALTAE2	**Redondeados**	**Moderadamente clasificado**
PR1_MEDIAE2	**Subredondeados**	**Pobremente clasificado**

PR1_ALTA_E3	Subredondeados	Pobremente clasificado
PR1_MEDIAE3	Redondeados	Moderadamente clasificado
PR2_ALTAE1	Subredondeados	Pobremente clasificado
PR2_MEDIAE1	Subredondeados	Pobremente clasificado
PR2_ALTAE2	Subredondeados	Pobremente clasificado
PR2_MEDIAE2	Redondeados	Moderadamente clasificado
PR2_ALTA_E3	Subredondeados	Pobremente clasificado
PR2_MEDIAE3	Redondeados	Moderadamente clasificado

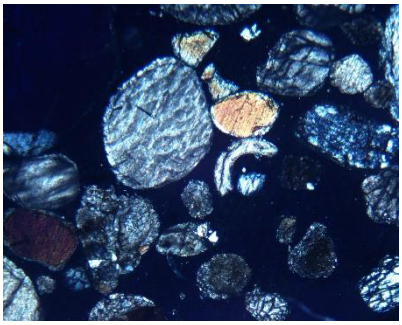
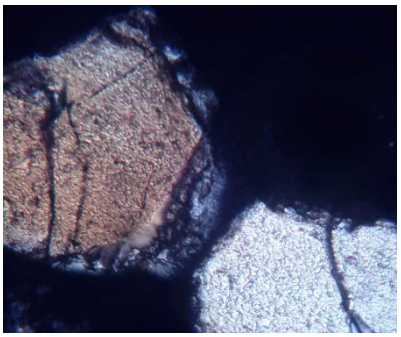
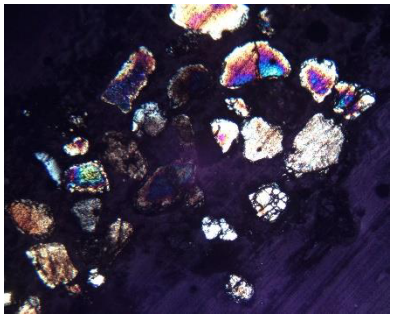
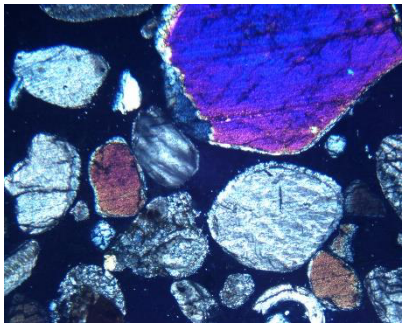
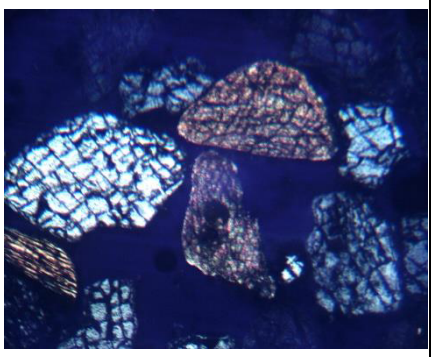
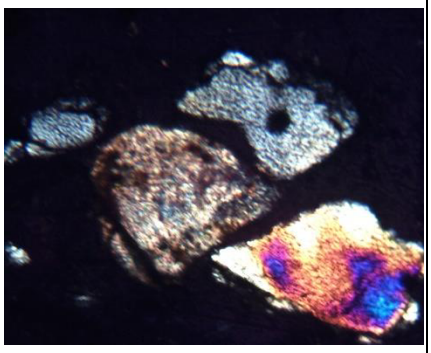
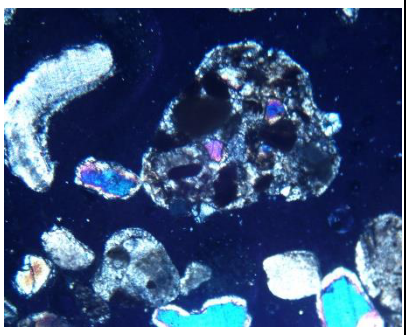
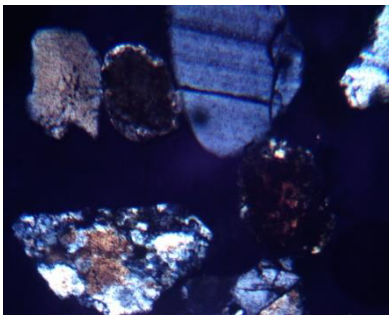
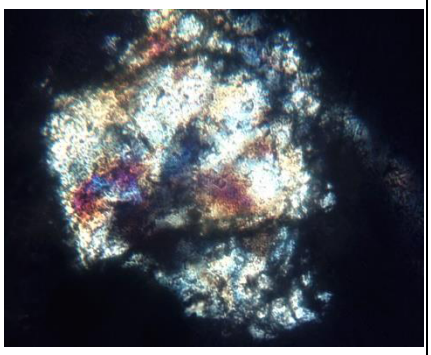
MUESTRA	ESFERICIDAD	CLASIFICACIÓN
SP_ALTAE1	Angulosa	Moderadamente clasificada
SP_ALTAE2	Subangulosa	Bien clasificada

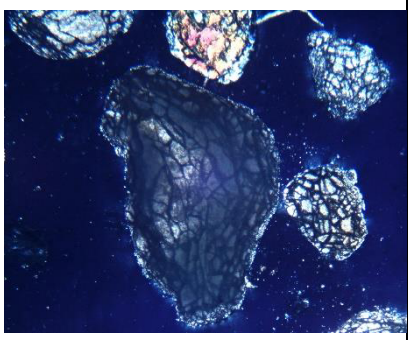
MUESTRA	ESFERICIDAD	CLASIFICACIÓN
V1_ALTAE1	Subredondeados	Bien clasificada
V1_ALTAE2	Subangulosa	Bien clasificada
V1_ALTAE3	Angulosa	Bien clasificada

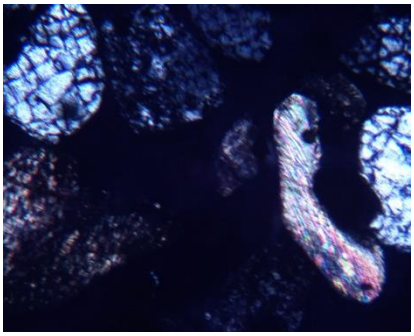
V2_ALTAE1	**Angulosa**	**Bien clasificada**
V2_ALTAE2	**Angulosa**	**Bien clasificada**
V2_ALTAE3	**Angulosa**	**Bien clasificada**

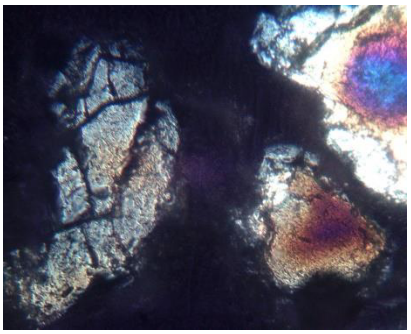
Apéndice B

Fotografías del microscopio, muestras de sedimento para cada playa en láminas delgadas

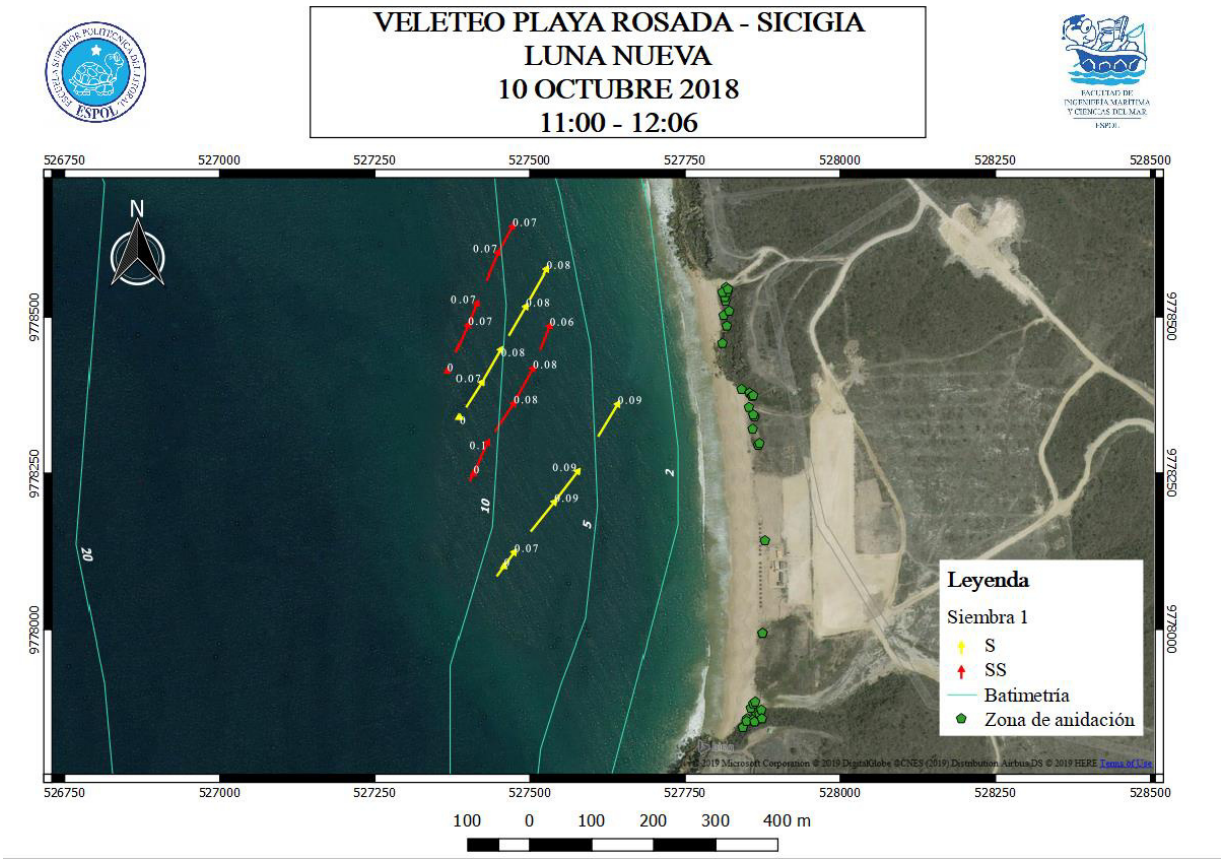
PLAYA ROSADA	SAN PEDRO	VALDIVIA
		
		
		

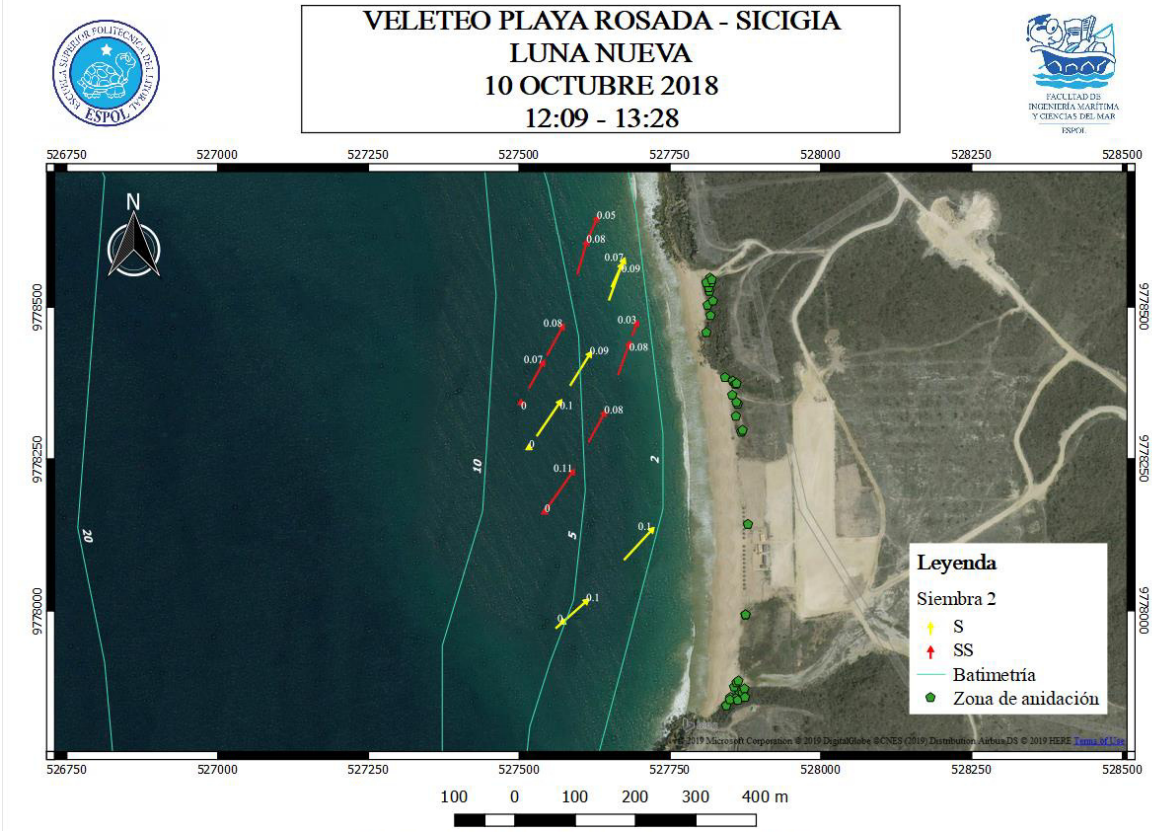


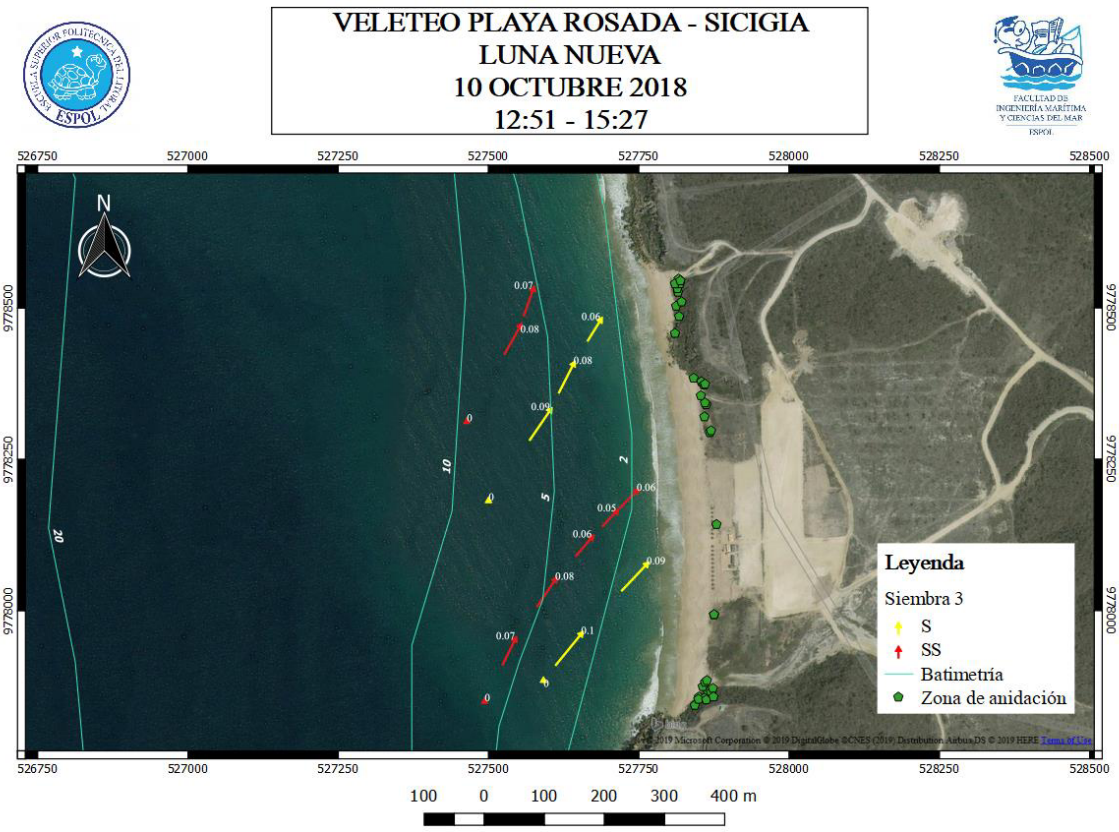


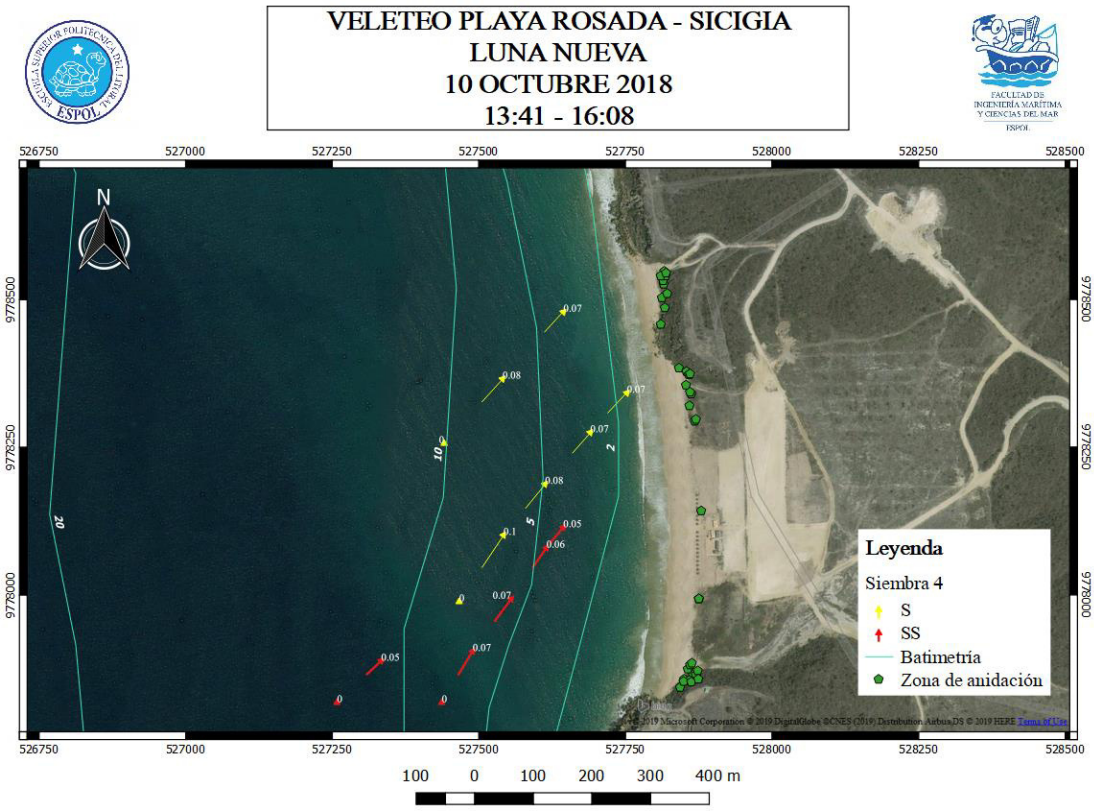


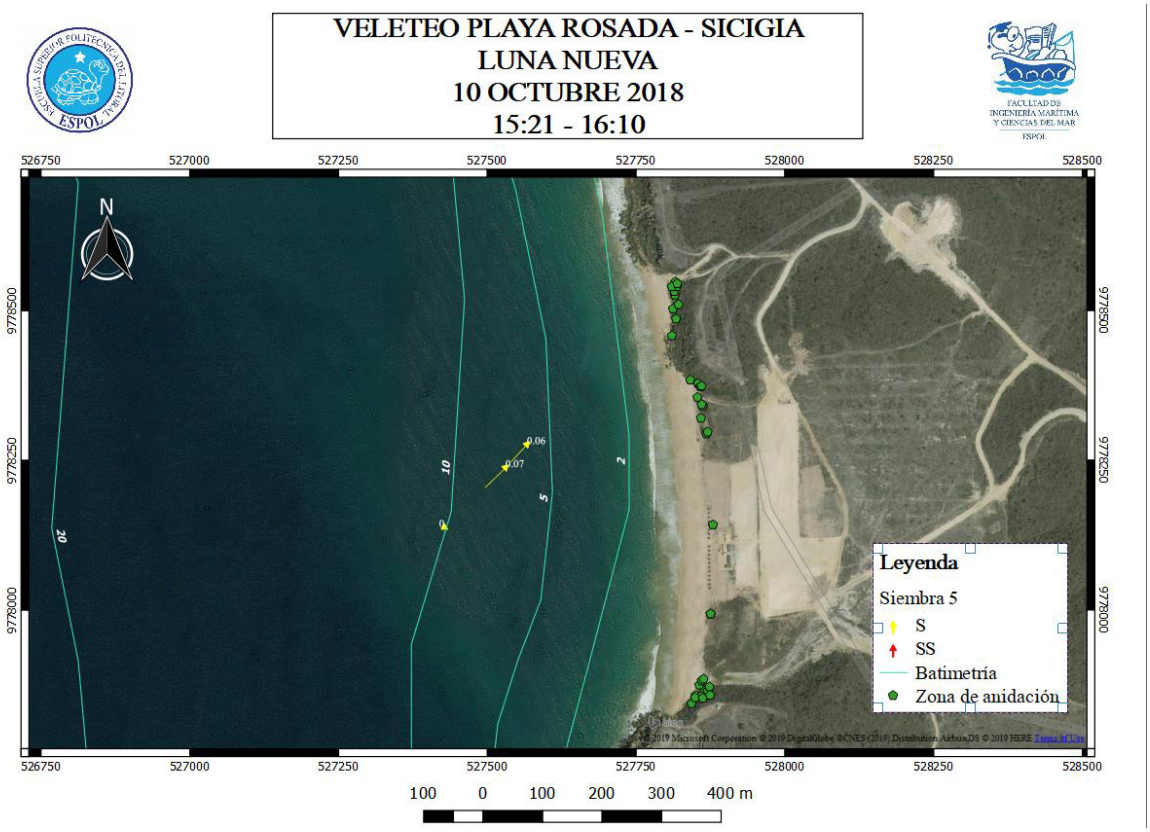
Apéndice C

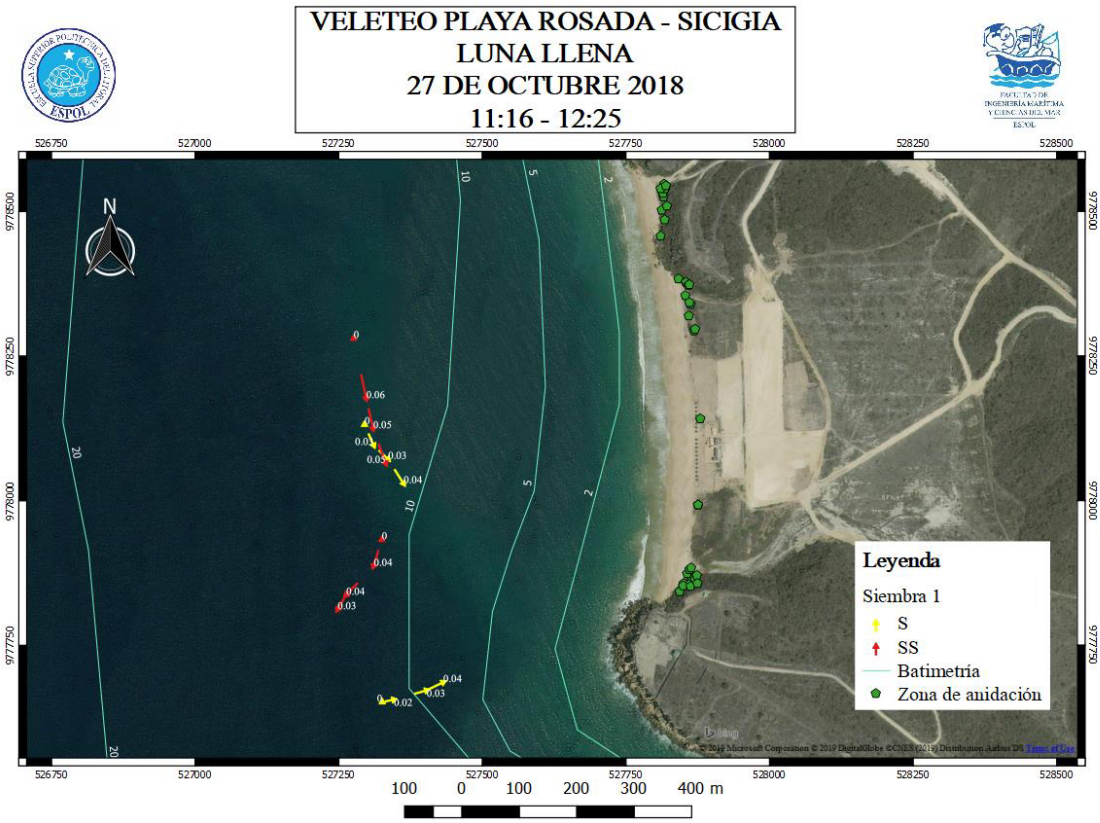

VELETEO PLAYA ROSADA - SICIGIA
LUNA NUEVA
10 OCTUBRE 2018
11:00 - 12:06
ESPOL
FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA Y CIENCIAS DEL MAR
526750
527000
527250
527500
527750
528000
528250
528500
9778500
9778250
9778000
N
0.07
0.08
0.06
0.09
20
10
5
2
Leyenda
Siembra 1
S
SS
Batimetría
Zona de anidación
100 0 100 200 300 400 m

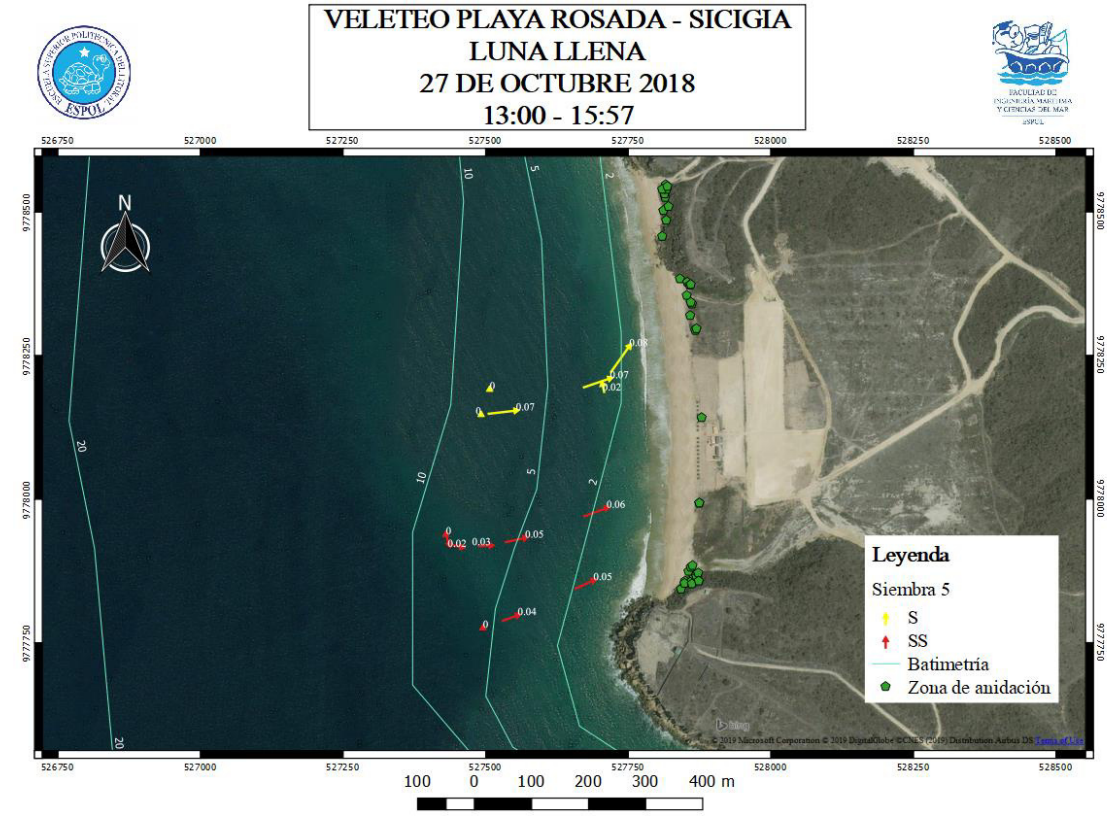

VELETEO PLAYA ROSADA - SICIGIA
LUNA NUEVA
10 OCTUBRE 2018
12:09 - 13:28
526750
527000
527250
527500
527750
528000
528250
528500
9778500
9778250
9778000
N
Leyenda
Siembra 2
S
SS
Batimetría
Zona de anidación
100 0 100 200 300 400 m

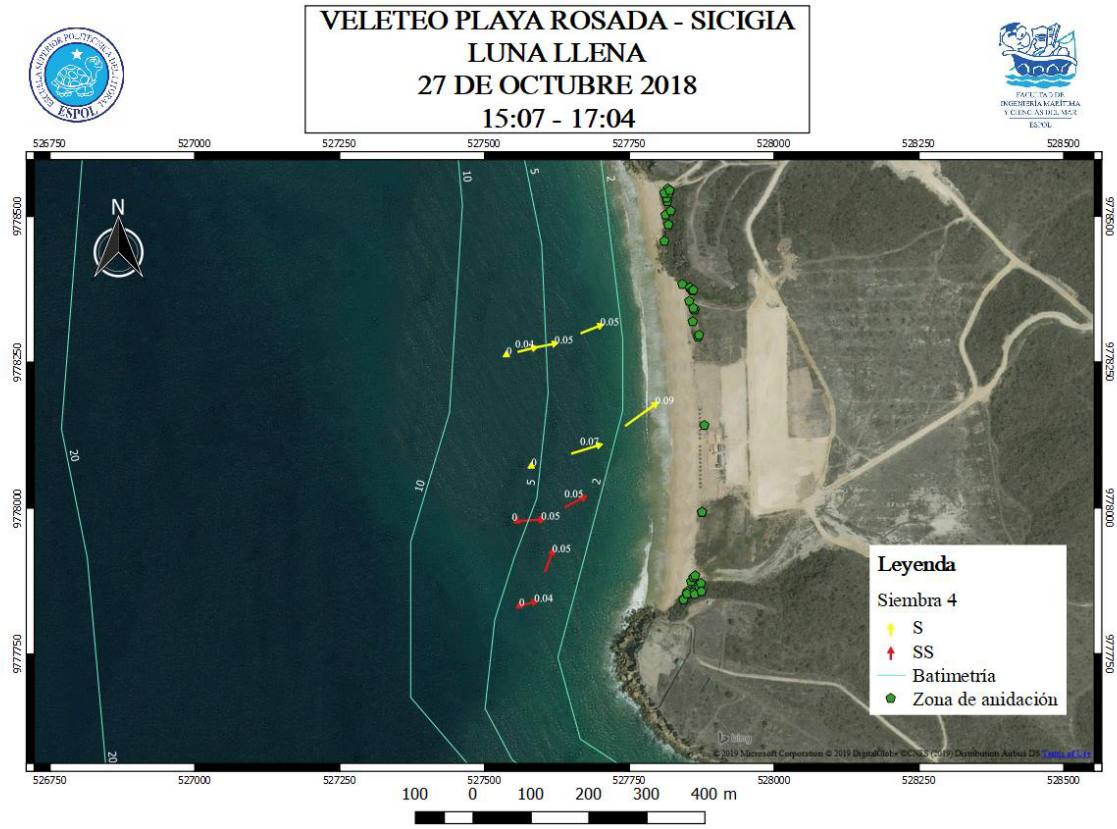

VELETEO PLAYA ROSADA - SICIGIA
LUNA NUEVA
10 OCTUBRE 2018
12:51 - 15:27
526750
527000
527250
527500
527750
528000
528250
528500
9778500
9778250
9778000
N
Leyenda
Siembra 3
S
SS
Batimetría
Zona de anidación
100 0 100 200 300 400 m

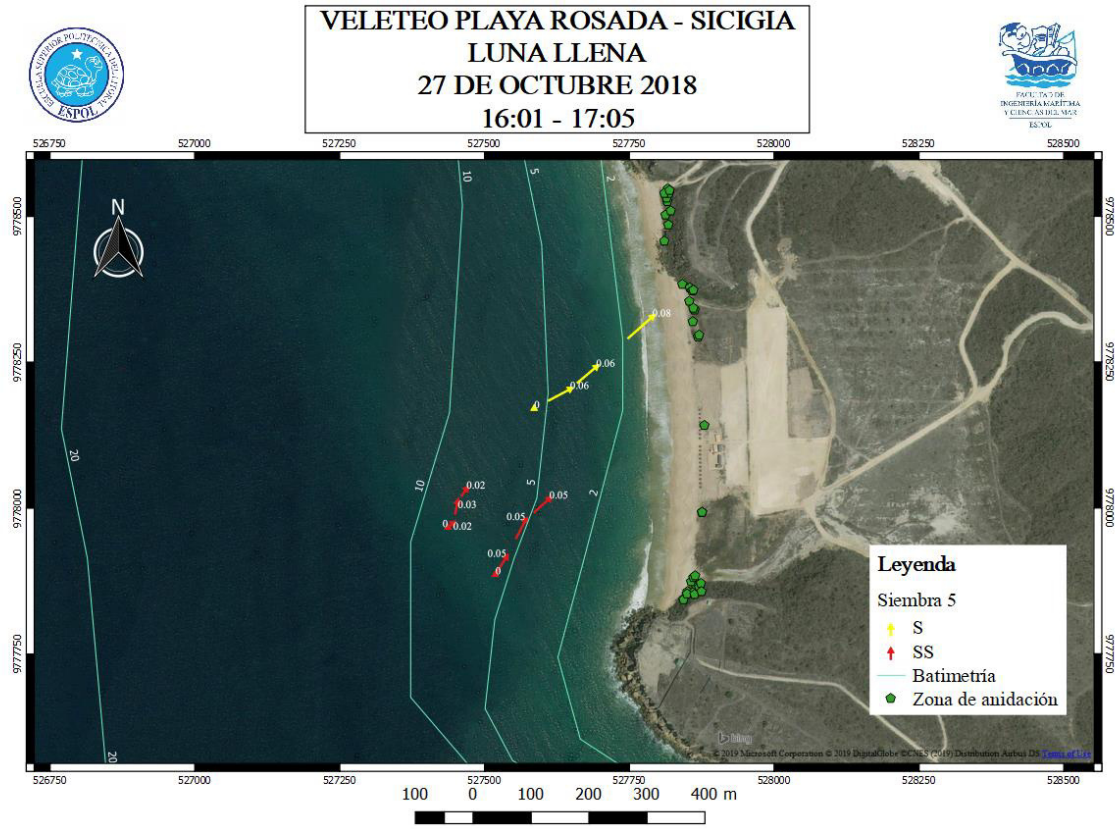

VELETEO PLAYA ROSADA - SICIGIA
LUNA NUEVA
10 OCTUBRE 2018
13:41 - 16:08
526750
527000
527250
527500
527750
528000
528250
528500
9778500
9778250
9778000
N
Leyenda
Siembra 4
S
SS
Batimetría
Zona de anidación
100 0 100 200 300 400 m


VELETEO PLAYA ROSADA - SICIGIA
LUNA NUEVA
10 OCTUBRE 2018
15:21 - 16:10
526750
527000
527250
527500
527750
528000
528250
528500
9778500
9778250
9778000
N
Leyenda
Siembra 5
S
SS
Batimetría
Zona de anidación
100 0 100 200 300 400 m

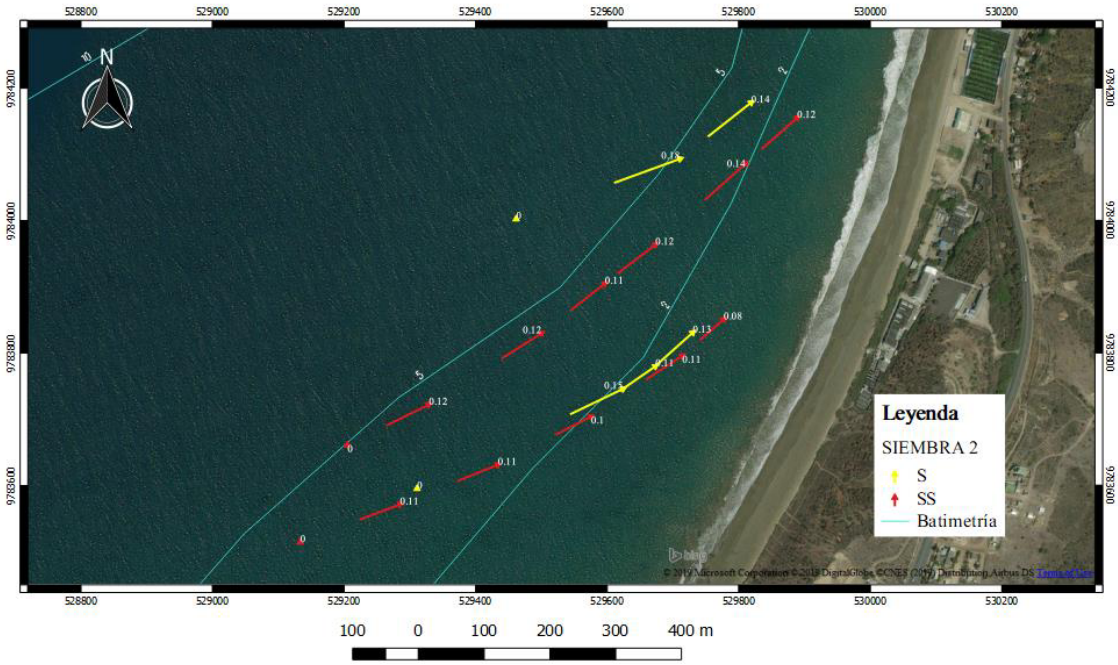

VELETEO PLAYA ROSADA - SICIGIA
LUNA LLENA
27 DE OCTUBRE 2018
11:16 - 12:25
Leyenda
Siembra 1
S
SS
Batimetría
Zona de anidación
N
526750
527000
527250
527500
527750
528000
528250
528500
9778500
9778250
9778000
9777750
100 0 100 200 300 400 m


VELETEO PLAYA ROSADA - SICIGIA
LUNA LLENA
27 DE OCTUBRE 2018
13:00 - 15:57
Leyenda
Siembra 5
S
SS
Batimetría
Zona de anidación
N
526750
527000
527250
527500
527750
528000
528250
528500
9778500
9778250
9778000
9777750
100 0 100 200 300 400 m

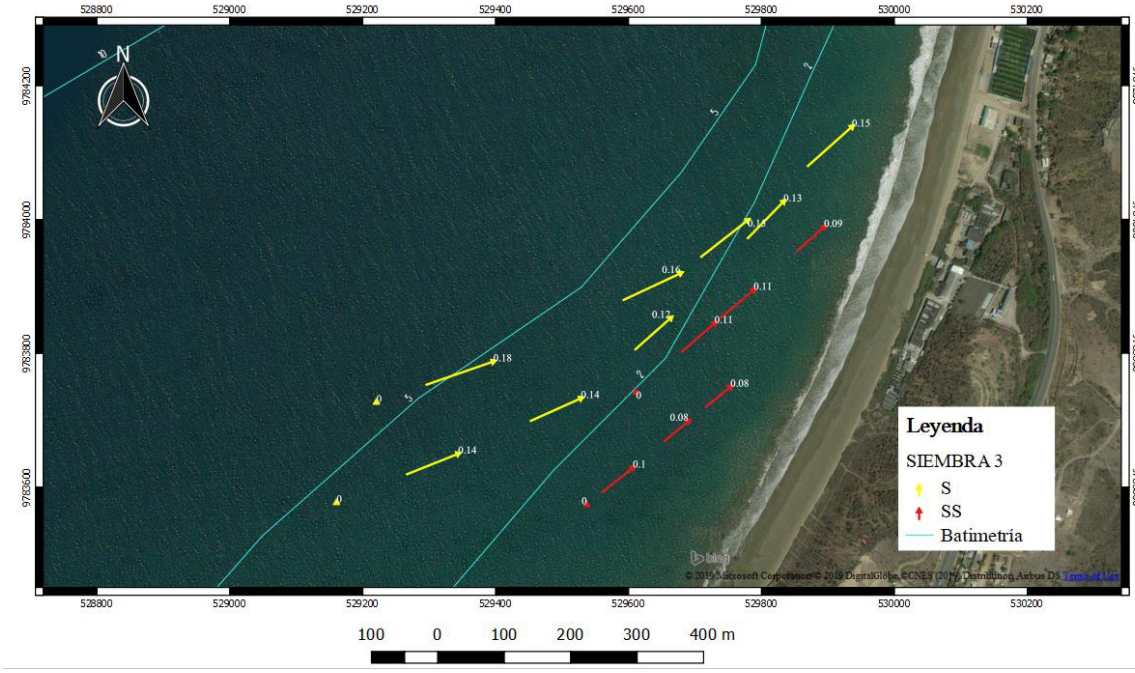

VELETEO PLAYA ROSADA - SICIGIA
LUNA LLENA
27 DE OCTUBRE 2018
15:07 - 17:04
526750
527000
527250
527500
527750
528000
528250
528500
9778500
9778250
9778000
9777750
N
10
5
2
20
0.04
0.05
0.05
0.09
0.07
0.05
0
0.05
0.05
0
0.04
Leyenda
Siembra 4
S
SS
Batimetría
Zona de anidación
100
0
100
200
300
400 m

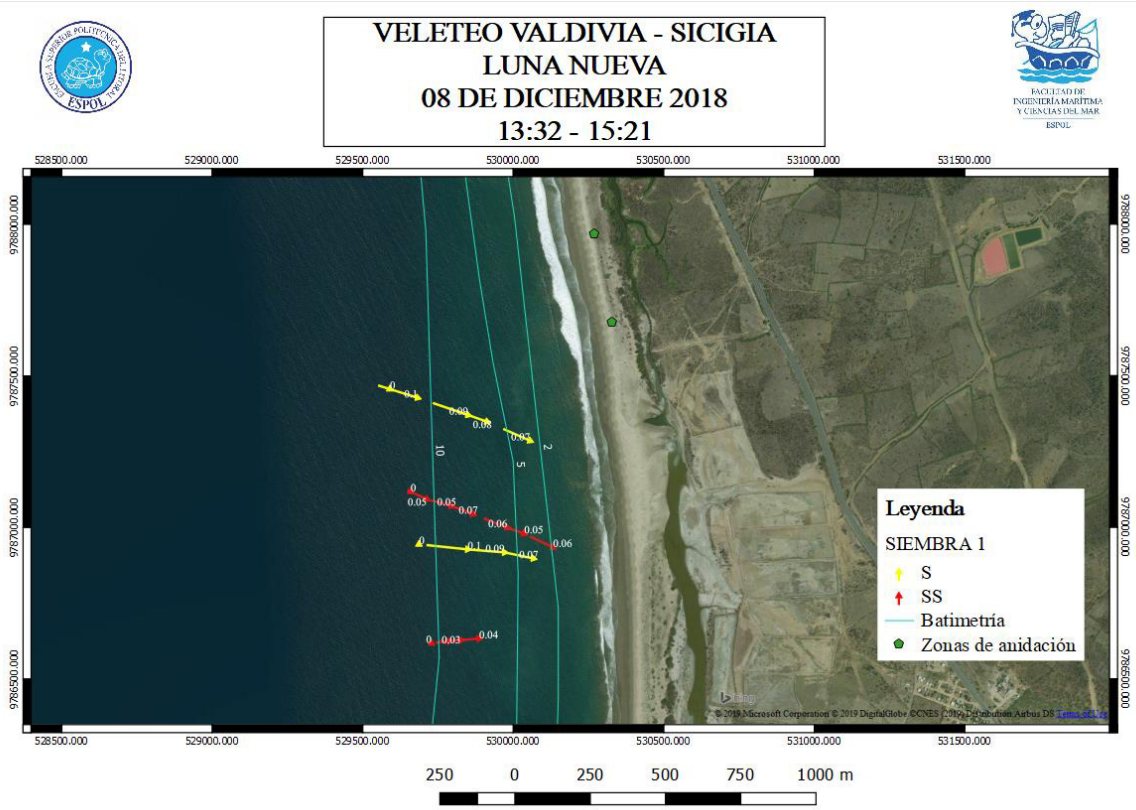

VELETEO PLAYA ROSADA - SICIGIA
LUNA LLENA
27 DE OCTUBRE 2018
16:01 - 17:05
526750
527000
527250
527500
527750
528000
528250
528500
9778500
9778250
9778000
9777750
N
10
5
2
20
0.08
0.06
0.06
0.02
0.03
0.02
0.05
0.05
0.05
0
Leyenda
Siembra 5
S
SS
Batimetría
Zona de anidación
100
0
100
200
300
400 m

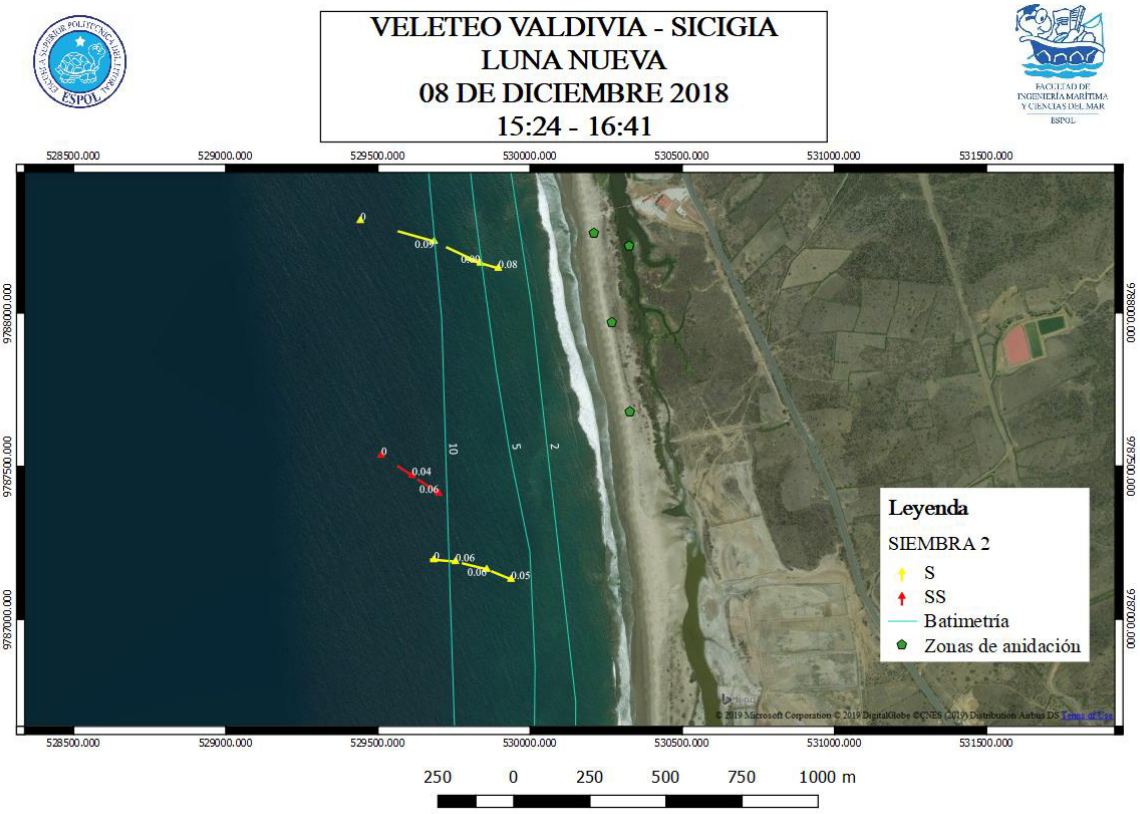
VELETEO SAN PEDRO - SICIGIA
LUNA NUEVA
10 DE NOVIEMBRE 2018
12:15 - 15:24

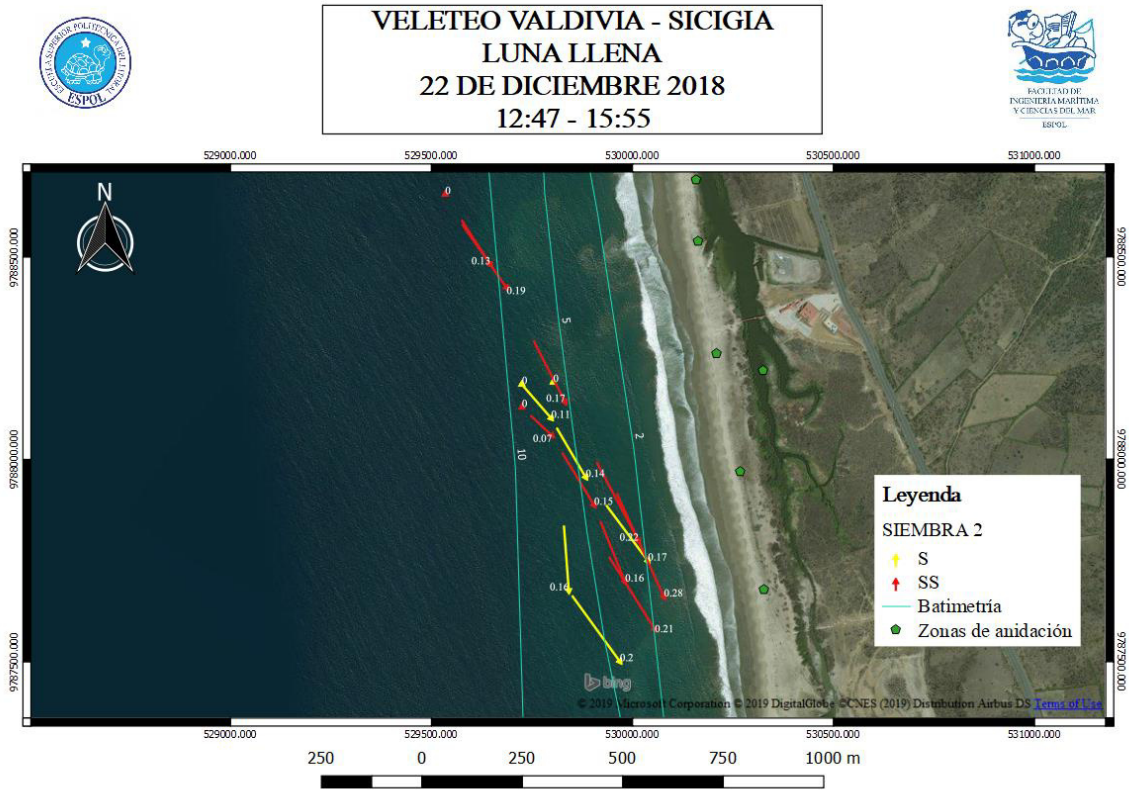


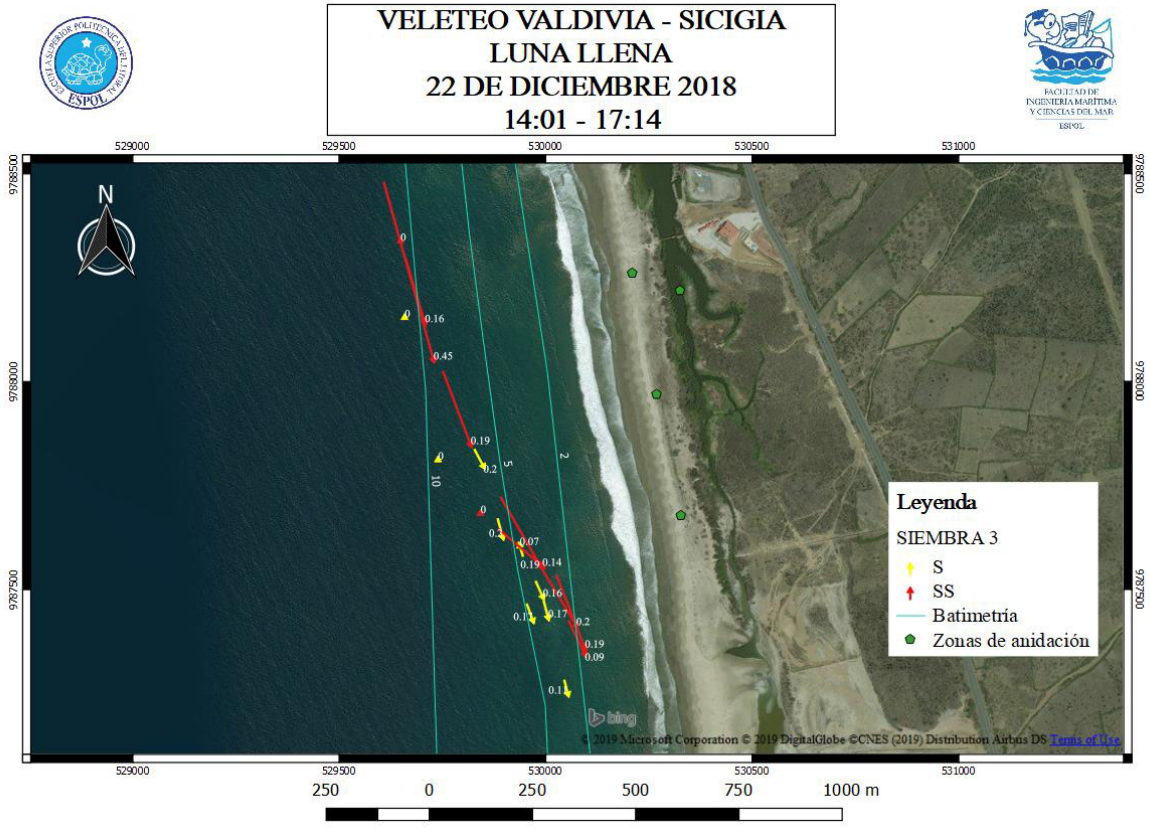
VELETEO SAN PEDRO - SICIGIA
LUNA NUEVA
10 DE NOVIEMBRE 2018
13:25 - 16:29

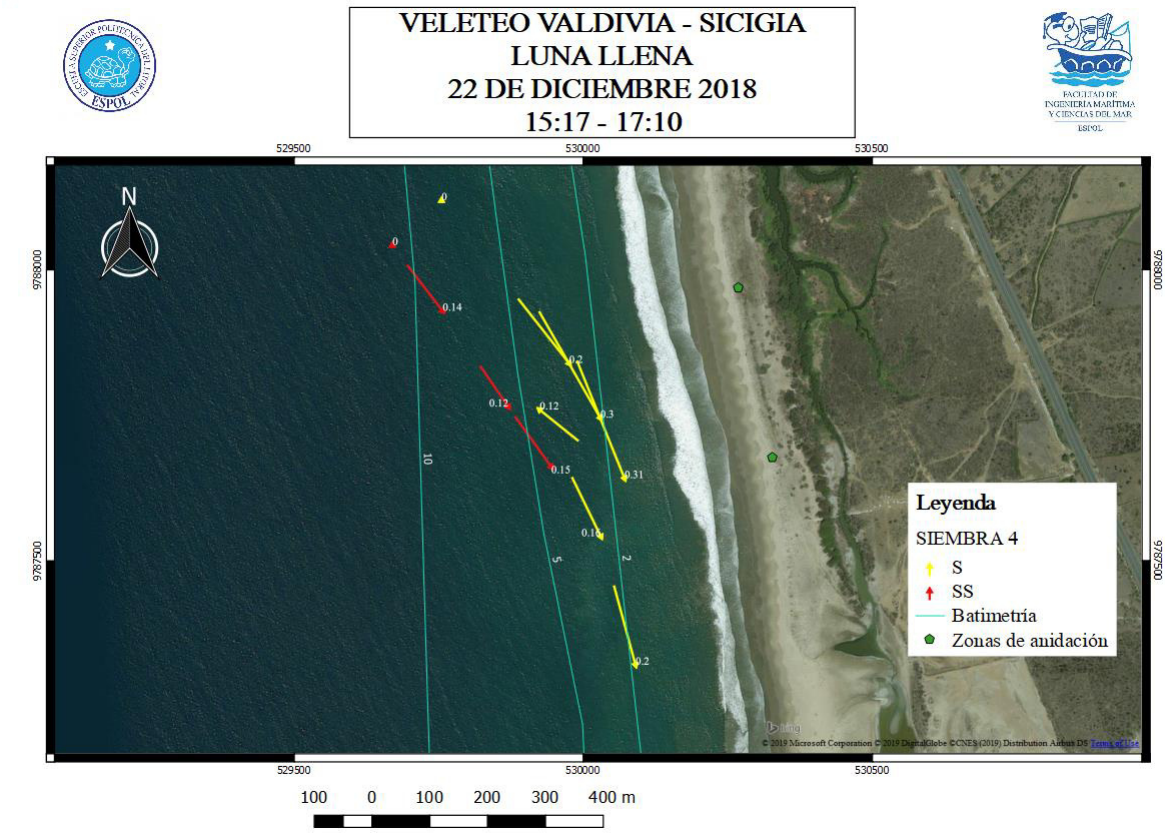



VELETEO VALDIVIA - SICIGIA
LUNA NUEVA
08 DE DICIEMBRE 2018
13:32 - 15:21
528500.000
529000.000
529500.000
530000.000
530500.000
531000.000
531500.000
9788000.000
9787500.000
9787000.000
9786500.000
Leyenda
SIEMBRA 1
S
SS
Batimetría
Zonas de anidación
250 0 250 500 750 1000 m


VELETEO VALDIVIA - SICIGIA
LUNA NUEVA
08 DE DICIEMBRE 2018
15:24 - 16:41
528500.000
529000.000
529500.000
530000.000
530500.000
531000.000
531500.000
9788000.000
9787500.000
9787000.000
Leyenda
SIEMBRA 2
S
SS
Batimetría
Zonas de anidación
250 0 250 500 750 1000 m


VELETEO VALDIVIA - SICIGIA
LUNA LLENA
22 DE DICIEMBRE 2018
12:47 - 15:55
FACULTAD DE INGENIERIA MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR ESPOL
529000.000
529500.000
530000.000
530500.000
531000.000
9788500.000
9788000.000
9787500.000
N
Leyenda
SIEMBRA 2
S
SS
Batimetría
Zonas de anidación
© 2019 Microsoft Corporation © 2019 DigitalGlobe ©CNES (2019) Distribution Airbus DS Terms of Use
250 0 250 500 750 1000 m


VELETEO VALDIVIA - SICIGIA
LUNA LLENA
22 DE DICIEMBRE 2018
14:01 - 17:14
FACULTAD DE INGENIERIA MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR ESPOL
529000
529500
530000
530500
531000
9788500
9788000
9787500
N
Leyenda
SIEMBRA 3
S
SS
Batimetría
Zonas de anidación
© 2019 Microsoft Corporation © 2019 DigitalGlobe ©CNES (2019) Distribution Airbus DS Terms of Use
250 0 250 500 750 1000 m


VELETEO VALDIVIA - SICIGIA
LUNA LLENA
22 DE DICIEMBRE 2018
15:17 - 17:10
FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA Y CIENCIAS DEL MAR
ESPOL
529500
530000
530500
9788000
9787500
N
0
0.14
0.2
0.12
0.12
0.3
0.15
0.31
0.16
0.2
10
5
2
Leyenda
SIEMBRA 4
S
SS
Batimetría
Zonas de anidación
100 0 100 200 300 400 m

Apéndice D

```
%%% PROYECTO TORTUGAS
%   ESTADÍSTICAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PLAYAS DE VALDIVIA, SAN
%   PEDRO Y PLAYA ROSADA
% Se tiene la comparación de las matrices de distancia con diferentes
% métodos, se eligió el euclidiano normalizado, pero tambien el Bry Curtis;
% también se tiene la obtención de matrices de distancia y Manovas de las
% tres playas, tres estaciones,y dos salidas (para los casos de Valdivia y
% Playa Rosada)
% También se prueba el análisis de Permanova para comparar las playas entre
% sí

%Los datos están agrupados en columnas:
% 1-Salida; 2-Playa; 3-Estación; 4-Corriente Litoral; 5-Ancho zona de surf;
% 6-Distancia LP a flotador; 7-Distancia LP a rompiente;
% 8-ortogonal;9-período de olas;10-Altura de olas;11-Pendiente;12-D50
% pr=Playa Rosada (1)/ v=Valdivia (2)/ sp=San Pedro (3)
```

```
%% indices
%por playa
pr_e1=find(datosf(:,2)==1);
v_e1=find(datosf(:,2)==2);
sp_e1=find(datosf(:,2)==3);

%porplaya y estacion

pr_e1=find(datosf(:,2)==1&datosf(:,3)==1);
pr_e2=find(datosf(:,2)==1&datosf(:,3)==2);
pr_e3=find(datosf(:,2)==1&datosf(:,3)==3);
v_e1=find(datosf(:,2)==2&datosf(:,3)==1);
v_e2=find(datosf(:,2)==2&datosf(:,3)==2);
v_e3=find(datosf(:,2)==2&datosf(:,3)==3);
sp_e1=find(datosf(:,2)==3&datosf(:,3)==1);
sp_e2=find(datosf(:,2)==3&datosf(:,3)==2);
sp_e3=find(datosf(:,2)==3&datosf(:,3)==3);
```

```
%por salida

s1_pr=find(datosf(:,1)==1&datosf(:,2)==1);
s1_v=find(datosf(:,1)==1&datosf(:,2)==2);
s1_sp=find(datosf(:,1)==1&datosf(:,2)==3);
s2_pr=find(datosf(:,1)==2&datosf(:,2)==1);
s2_v=find(datosf(:,1)==2&datosf(:,2)==2);
s2_sp=find(datosf(:,1)==2&datosf(:,2)==3);

% std1=std(datosf([pr_e1,pr_e2,pr_e3],4));
% std2=std(datosf([v_e1,v_e2,v_e3],4));
```

```
%% estadística de las funciones de fathom
%primero estandarizamos los datos o utilizamos una función de matriz de
%distancia normalizada

std_matrix=f_stnd(datosf(:,4:15));
%euclidean distance square
dist_std1=f_dis(std_matrix,'esq');
%manhattan
dist_std2=f_dis(std_matrix,'man');
%Pearson correlation dissimilarity
dist_std3=f_dis(std_matrix,'cor');
%Average distance
dist_std4=f_dis(std_matrix,'ave');

%matriz de distancia sin estandarizar
eucn_matrix=f_dis(datosf(:,4:15),'bc');

%npManova entre las tres playas con diferentes matrices de distancia
M1=f_npManova(dist_std1,datosf(:,2),1000);
M2=f_npManova(dist_std2,datosf(:,2),1000);
M3=f_npManova(dist_std3,datosf(:,2),1000);
M4=f_npManova(dist_std4,datosf(:,2),1000);
M5=f_npManova(eucn_matrix,datosf(:,2),4000);
%m5_result=f_npManovaPW(eucn_matrix,datosf(:,2),4000)
```

```
%el caso para permanova
%M5PERMANOVA=f_permanova(eucn_matrix,datosf(:,2),4000)

% resultando que se rechaza la hipotesis nula de que son similares, es
% decir presentan diferencias significativas
```

```
%% npManova con el metodo euclidiano por playa y estacion
%matriz de distancia para cada playa

eu_m1=f_dis(datosf([pr_e1,pr_e2,pr_e3],4:15),'eucn');
eu_m2=f_dis(datosf([v_e1,v_e2,v_e3],4:15),'eucn');
eu_m3=f_dis(datosf([sp_e1,sp_e2,sp_e3],4:15),'eucn');

%manova

M1_eu=f_npManova(eu_m1,datosf([pr_e1,pr_e2,pr_e3],3),1000);
M2_eu=f_npManova(eu_m2,datosf([v_e1,v_e2,v_e3],3),1000);
M3_eu=f_npManova(eu_m3,datosf([sp_e1,sp_e2,sp_e3],3),1000);

%resultados: las diferencias entre estaciones para el caso de 'sp' y 'v'
%            no son significativas (se acepta la hipotesisi de que son
%            similares por estación),a diferencia de 'pr' en el cual el
%            valor p es < al 0.05 de significancia, por lo tanto si varía
%            por estaciones
%       Al hacer el análisis con los datos de veleteo para las tres playas
%       para playa rosada cambia el valor p, y hace que las estaciones sean
%       homogeneas para las demás playas el valor es igual
%       (siendo homogéneas por estaciones)



%matriz de distancia por salida por playa

eu_pr=f_dis(datosf([s1_pr,s2_pr],4:11),'eucn');
eu_v=f_dis(datosf([s1_v,s2_v],4:11),'eucn');
eu_sp=f_dis(datosf([s1_sp,s2_sp],4:11),'eucn');
```

```
%manova por salida

pr_eum=f_npManova(eu_pr,datosf([s1_pr,s2_pr],1),1000);
v_eum=f_npManova(eu_v,datosf([s1_v,s2_v],1),1000);
sp_eum=f_npManova(eu_sp,datosf(s1_sp,1),1000);

%resultados: se acepta en todos los casos la hipótesis nula,es decir son
%            homogéneas y no difieren por salida, a pesar de que en
%            Valdivia el valor p es menor en contraste con las otras playas

% comparar playas por salida

dist_sal1=f_dis(datosf([s1_pr,s1_v,s1_sp],4:15),'eucn');
dist_sal2=f_dis(datosf([s2_pr,s2_v],4:15),'eucn');

s1=f_npManova(dist_sal1,datosf([s1_pr,s1_v,s1_sp],2),1000);
s2=f_npManova(dist_sal2,datosf([s2_pr,s2_v],2),1000);

%comparación entre playas
%matriz de distancia
ipv=[pr_e1;pr_e2;pr_e3;v_e1;v_e2;v_e3],
ivs=[v_e1;v_e2;v_e3;sp_e1;sp_e2;sp_e3],
ips=[pr_e1;pr_e2;pr_e3;sp_e1;sp_e2;sp_e3],

%por el metodo euclidiano normalizado
eucn_pr_v=f_dis(datosf(ipv,4:15),'eucn');
eucn_sp_v=f_dis(datosf(ivs,4:15),'eucn');
eucn_pr_sp=f_dis(datosf(ips,4:15),'eucn');


%por el método de Bry Curtis (Jones,2017)
% bc_pr_v=f_dis(datosf(ipv,4:15),'bc');
% bc_sp_v=f_dis(datosf(ivs,4:15),'bc');
% bc_pr_sp=f_dis(datosf(ips,4:15),'bc');
```

```
%manovas entre playas

mnv_pr_v=f_npManova(eucn_pr_v,datosf(ipv,2),1000);
mnv_v_s=f_npManova(eucn_sp_v,datosf(ivs,2),1000);
mnv_pr_s=f_npManova(eucn_pr_sp,datosf(ips,2),1000);


bcmn_pr_v=f_npManova(bc_pr_v,datosf(ipv,2),5000);
bcmn_v_s=f_npManova(bc_sp_v,datosf(ivs,2),5000);
bcmn_pr_s=f_npManova(bc_pr_sp,datosf(ips,2),5000);


%r2perma=f_permanova(bc_pr_sp,datosf(ips,2),5000)

result1manova=f_npManovaPW(bc_pr_v,datosf(ipv,1),5000)
result2manova=f_npManovaPW(bc_sp_v,datosf(ivs,1),5000)
result3manova=f_npManovaPW(bc_pr_sp,datosf(ips,1),5000)


% Estadísticamente Playa Rosada se encuentra más cercana a San Pedro que a
% Valdivia a pesar de que en San Pedro no existe anidación en la actualidad
% a pesar de la cercanía no son estadísticamente (con los datos ingresados)
% similares

%playas +salida
%
% s1_pr_v=f_dis(datosf([s1_pr,s1_v],4:15),'eucn');
% s1_pr_sp=f_dis(datosf([s1_pr,s1_sp],4:15),'eucn');
% s1_sp_v=f_dis(datosf([s1_v,s1_sp],4:15),'eucn');
%
% pr_v_s1=f_npManova(s1_pr_v,datosf([s1_pr,s1_v],2),1000);
% pr_sp_s1=f_npManova(s1_pr_sp,datosf([s1_pr,s1_sp],2),1000);
% v_sp_s1=f_npManova(s1_sp_v,datosf([s1_v,s1_sp],2),1000);
```

Apéndice E

Imágenes de playas con resumen de mediciones biológicas y físicas. Realizados para ser presentados en el póster multidisciplinario, elaborados por David Briones, estudiante de EDCOM.

Playa Rosada

San Pedro

Valdivia

Estación 3 Valdivia
Estación 2 Va
Estación 1 Va
TIPO DE GRANO
SIMBOLOGÌA
SEDIMENTOS
TREN DE OLA
OLEAJE ROMPIENTE
SITIO DE ANIDACIÒN