



UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

Interpretación del comportamiento de la costa Caribe Sur de Costa Rica, 2022-2023

Estudiante: María Fernanda Moreno Mora

Profesor: M.Sc Guillermo Calderón Ramírez

Curso: Práctica Profesional Supervisada

Heredia, Costa Rica, noviembre 2023.

Índice

Índice	2
Lista de Acrónimos.....	4
Introducción.....	5
Problema de investigación.....	5
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
Justificación del Estudio.....	7
Metodología.....	8
Resultados.....	15
Conclusiones.....	22
Bibliografía.....	25
Anexos	26
Cronograma	30

Índice de figuras

Figura 1: Medición horizontal y vertical con balizas (reglas) con inclinación descendente.	10
Figura 2: Medición horizontal y vertical con balizas (reglas) con inclinación ascendente.	11
Figura 3: Ejemplo de boleta de campo para anotación de mediciones.	12
Figura 4: Ejemplo de perfil de playa traspasado al Excel.	13
Figura 5: Columnas necesarias para la realización del gráfico.	13
Figura 6: Croquis de forma de la playa, enero 2022.	14
Figura 7: Gráfico individual de playa obtenido del Excel, enero 2022.	14
Figura 8: Gráfico integrado de playa obtenido del Excel.	15
Figura 9: Comportamiento de la playa según datos del 2022. Obtenido del Excel.	16
Figura 10: Comportamiento de la playa según datos del 2023. Obtenido del Excel.	16
Figura 11: Gráfico integrado de playa: Playa Bananito. Obtenido del Excel.	19
Figura 12: Gráfico integrado de playa: Playa Puerto Vargas. Obtenido del Excel.	20
Figura 13: Gráfico integrado de playa: Playa Puerto Vargas. Obtenido del Excel.	20
Figura 14: Gráfico integrado de playa: Almendros y Corales. Obtenido del Excel.	21
Figura 15: Gráfico integrado de playa: Gandoca. Obtenido del Excel.	21

Índice de mapas

Mapa 1: Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC) y sus respectivos puntos de muestreo.	9
Mapa 2: Orden de los puntos de muestreo dentro del Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC)	18

Lista de Acrónimos

ACLAC	Área de Conservación La Amistad Caribe
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
PROGEA	Programa de Geomorfología Ambiental
UNA	Universidad Nacional
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
PPS	Práctica Profesional Supervisada

Introducción

El presente informe, más que un aporte científico sobre la dinámica litoral en el Caribe Sur de Costa Rica, es un aporte práctico desde la interpretación de la dinámica de playa y los indicios de erosión costera que se presenta en la costa Caribe Sur del país, a través del Área de Conservación la Amistad Caribe (ACLAC) en colaboración del Programa de Geomorfología Ambiental (PROGEA) de la Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional por medio perfiles de playa, implementando el método de Emery.

La transformación de la costa está originada por el cambio climático, la geodinámica e incluso la intervención humana de forma directa, por lo que el presente informe determina aquellos puntos que presentan anomalías en la estructuración de su perfil integrado, brindando el debido seguimiento ante una eventual erosión.

Desde un aspecto metodológico, este documento ofrece las herramientas necesarias para la interpretación de los datos obtenidos por el personal del Área de Conservación La Amistad Caribe. Por ende, la intención de esta investigación radica en identificar los cambios en las nueve playas en las que se realiza el muestreo, desde la realización de perfiles de playa individuales como integrados, realizados de forma puntual a lo largo de la costa Caribe Sur.

Problema de investigación

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) dentro de sus unidades territoriales administrativamente delimitadas, cuenta con el Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC), encargada de conservar, manejar y hacer uso sostenible de la biodiversidad, así como del monitoreo de las condiciones espaciales de los cantones de Siquirres, Matina, Limón y Talamanca (SINAC, *s.f*).

Según Barrantes & Sandoval (2021), los espacios costeros en el caribe sur de Costa Rica han presentado una serie de variaciones en la línea de costa, lo que en algunos casos se ha manifestado como erosión costera.

La erosión de las playas de arena puede deberse a diversos factores, dentro de los cuales destacan:

Cambios en el uso del suelo de las cuencas hidrográficas, la disminución del aporte de sedimentos de los ríos como resultado de la construcción de represas, la edificación de infraestructura costera, cambios en el viento, oleaje, el patrón de las tormentas o en el nivel medio del mar. (Barrantes, Arozarena, Sandoval & Valverde, 2020, párr.3).

Según Lizano (2013) factores como el cambio climático y los procesos oceánicos no se encuentra contemplados dentro de la legislación vigente de la Zona Marítimo Terrestre. Por otro lado Sandoval & Barrantes (2021) registran cambios en la cobertura de la tierra en la zona costera que afecta incluso a las Áreas Protegidas del Caribe Sur, lo anterior, llevaría a pasar de cobertura boscosa a playas de arena o el mar, tal como lo sucedido en el Parque Nacional Cahuita (La Nación, 2010).

En atención a esta problemática, surge la iniciativa en el ACLAC de dar seguimiento a la dinámica costera, así como a los posibles eventos causantes de un retroceso de la playa, con el fin de cuantificar los procesos de transformación que experimenta la costa como resultado de la erosión. Para esto, se seleccionó una metodología apropiada tal como lo es el método de Emery; la cual, utiliza balizas para la medición de perfiles de playa y observaciones costeras con el fin de proporcionar información útil para estudios de seguimiento costero y procesos de gestión (Andrade & Ferreira, 2006, párr.1).

Con el propósito de brindar un registro de lo que sucede en el litoral caribe, funcionarios del ACLAC se encargan de la recolección de datos; no obstante, existe una acumulación de esta información que no ha sido procesada para ofrecer la interpretación de la dinámica de la costa. Entre las razones de este rezago está la falta de personal para suplir las demandas de las Áreas de Conservación, donde los trabajadores deben atender diversas problemáticas asociadas a la conservación y manejo del sector Caribe Sur, por lo que, no siempre es posible realizar los levantamientos con frecuencia mensual, y usualmente no se dispone de tiempo para su graficación e interpretación.

Por consiguiente, resulta la siguiente pregunta generadora: ¿Cómo caracterizar la dinámica de la playa en el Caribe Sur de Costa Rica a partir de perfiles de playa?

Objetivo General

Comprender la dinámica de la costa caribe sur de Costa Rica a partir de la construcción de perfiles de playa individuales e integrados mostrando su comportamiento y datos oceanográficos levantados en la costa entre enero 2022 y octubre 2023.

Objetivos Específicos

- Realizar perfiles de playa mediante el método de baliza para mostrar los cambios a través del tiempo.
- Definir variaciones espaciotemporales a través de perfiles integrados para estudiar el comportamiento a lo largo de la costa caribe sur según la estación.

Justificación del Estudio

La relevancia de esta investigación radica principalmente en estudiar la problemática de la erosión en las costas del Caribe Sur costarricense desde la comprensión de su dinámica, al ser este un problema que afecta directamente espacios protegidos, así como a la población y su entorno natural. De acuerdo con lo establecido por Barrantes & Sandoval (2021) los problemas de erosión costera son un problema global que también afectan a Costa Rica. Y en el caso del Caribe Sur se presentan en varios sectores críticos (párr. 6)

Esta problemática ha puesto en evidencia la importancia de monitorear el comportamiento de la costa Caribe, por lo que PROGEA procedió a entrenar a personal del ACLAC, quienes levantan perfiles de playa por medio del método de Emery, en las distintas playas. No obstante, no les ha sido posible procesar dichas datos. Por lo tanto, surge la necesidad de procesar estos insumos mediante perfiles individuales e integrados; actividades que justifican la realización de la Práctica Profesional Supervisada.

Lo anterior, permite determinar los espacios mayormente afectados por la dinámica de playa, dentro de las cuales se encuentran ecosistemas importantes para la conservación de especies. Además, de verse afectadas las zonas urbanas tras la reducción de la línea de costa. (Barrantes & Sandoval 2021)

Para Clavé & Reverté (2011) la ordenación del territorio no solo se encarga de la distribución de usos, sino que es una herramienta preventiva y/o mitigadora para posibles

problemas territoriales existentes o latentes (pág.15, párr. 2). En el caso de la costa Caribe Sur de Costa Rica, el reconocimiento de la dinámica de la playa incluso favorece al mejoramiento de instrumentos de ordenamiento, como lo es el Plan Regulador Costero a través de la zonificación de zonas de riesgo, estableciendo además medidas preventivas.

Con el fin de aportar a los objetivos pactados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en esta investigación resulta significativa involucrar el objetivo 13, referente a la acción por el clima el cual posee como meta incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales (ONU, *s.f*). En el caso de la costa Caribe Sur, es importante incluir dentro de la legislación vigente los posibles efectos del cambio climático; los cuales, comprometen la costa.

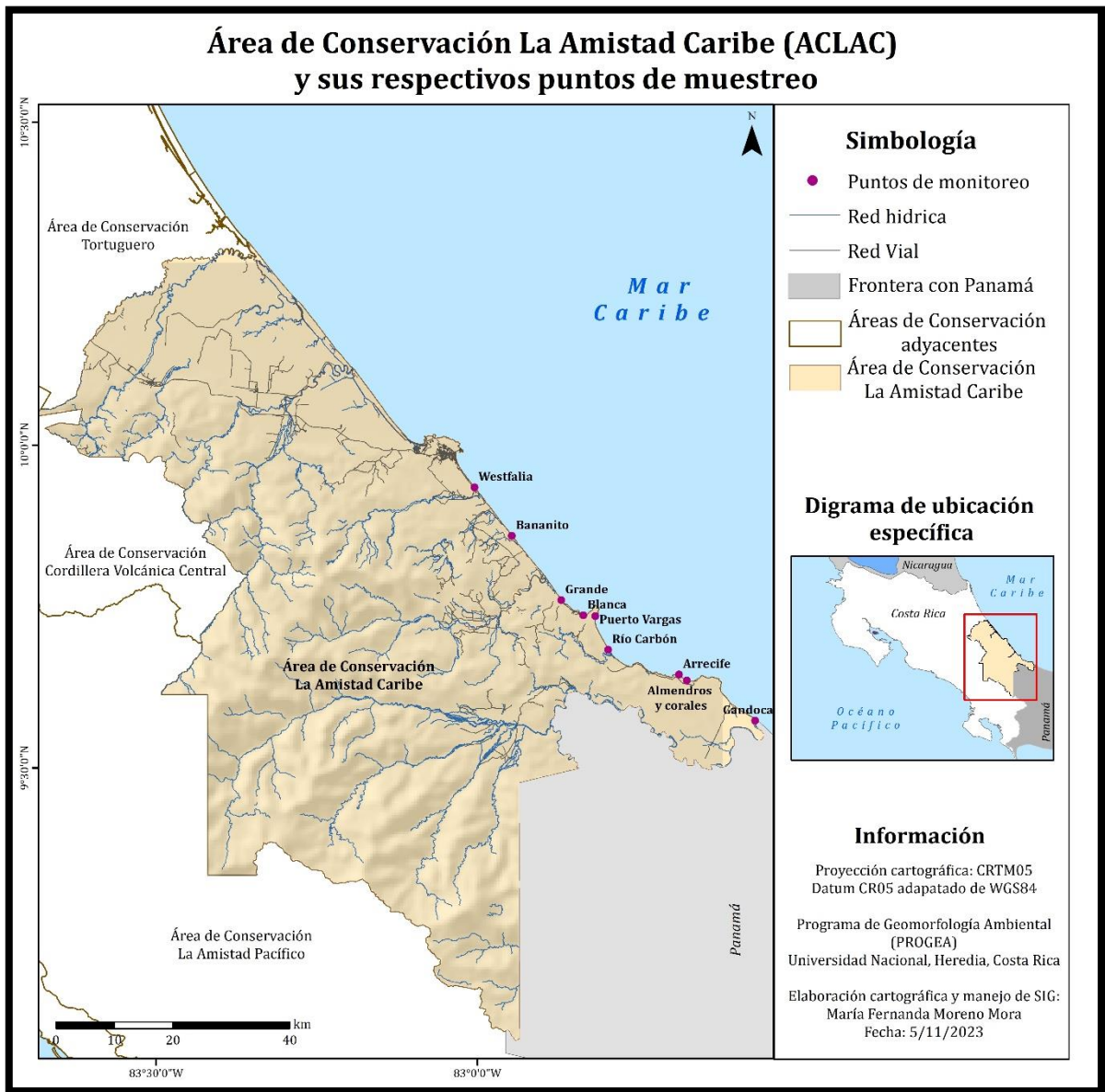
Y el objetivo 17, el cual busca adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales y detener la pérdida de la diversidad biológica (ONU, *s.f*) La medidas de mitigación tras el retroceso de la costa en el caribe sur podría reducir las afectaciones a esta área propensa a la pérdida de su biodiversidad, y además, reforzaría la legislación actual respectiva a la protección del ambiente.

Metodología

Al comprender la playa como una zona susceptible a cambios morfológicos tras la interacción con factores como el oleaje, la marea y el viento, surge la necesidad de implementar un proceso metodológico que permita brindar un seguimiento periódico con el que se logre comprender la costa (Andrade & Ferreira, 2006). Por esto, el científico Kenneth Orris Emery desarrolla su propio sistema denominado “método de Emery”; el cual, es utilizado para percibir el comportamiento de la playa en función del tiempo (Bustos, Cisneros, Perillo & Piccolo, 2013), siendo esta una investigación con metodología cuantitativa y cualitativa.

El ACLAC realiza el monitoreo mensual en nueve playas de la costa caribe sur de Costa Rica, siendo estas: Westfalia, Bananito, Grande, Blanca, Puerto Vargas, Carbón, Arrecife, Almendros y Corales, finalizando en Gandoca (*refiérase al mapa 1*). En cada uno de estos sitios se estableció un punto único de referencia en donde se toma la medición

mensual, por esto, resultó conveniente hacer uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), obteniendo así las coordenadas del lugar específico.



Mapa 1: Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC) y sus respectivos puntos de muestreo.

Fuente: Elaboración propia.

Ya determinados los puntos fijos, se procede a implementar el método de Emery, el cual utiliza dos balizas manejadas por el observador A y observador B respectivamente. Se

procede a realizar la medición de dos distancias; la horizontal, que resulta de la separación entre ambas balizas, y la vertical, obtenida mediante la altura marcada en el instrumento de medición (lectura de la baliza), es importante destacar que ambos instrumentos se encuentran graduados cada centímetro y poseen una extensión de 1,5 m (*figura 1*).

Tal como lo indican Bustos, Cisneros, Perillo & Piccolo (2013) el observador en la regla A deberá alinear su vista con el límite superior de la regla B y el horizonte (límite entre el mar y el cielo). Una vez alineados prolongará esa línea imaginaria hasta su regla, es decir, la regla A (pág. 30, párr. 2). Este valor corresponde a la distancia vertical, mientras que la distancia entre ambos observadores dará como resultado la distancia horizontal.

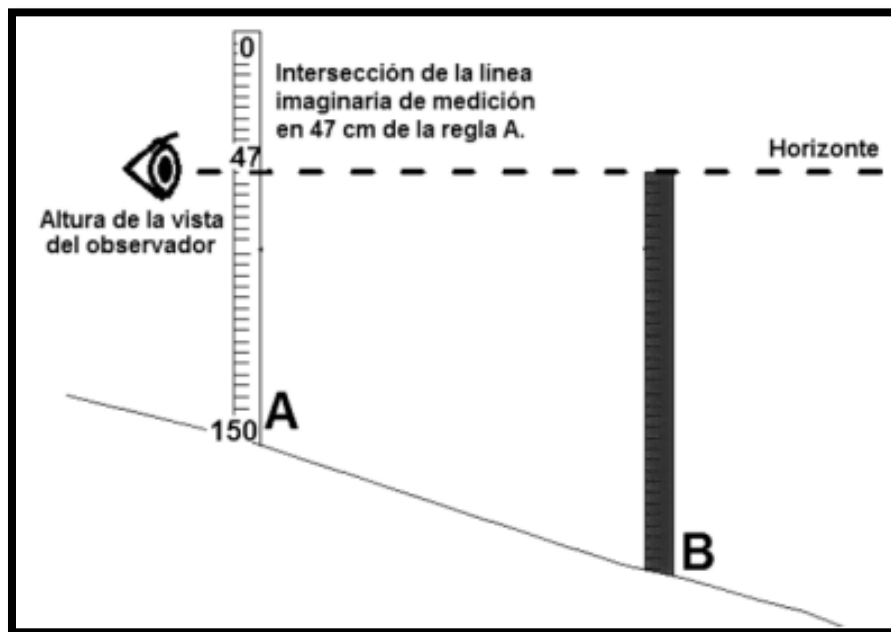


Figura 1: Medición horizontal y vertical con balizas (reglas) con inclinación descendente.

Fuente: Bustos, Cisneros, Perillo & Piccolo, 2013.

Otro posible escenario es que el terreno se encuentre en ascenso (*figura 2*), para este caso, el observador A trazará la línea imaginaria alineando el horizonte con el extremo superior de la regla A y se medirá la intersección en la escala de la regla B. (Bustos, Cisneros, Perillo & Piccolo 2013) En esta ocasión, la altura se determina como negativa.

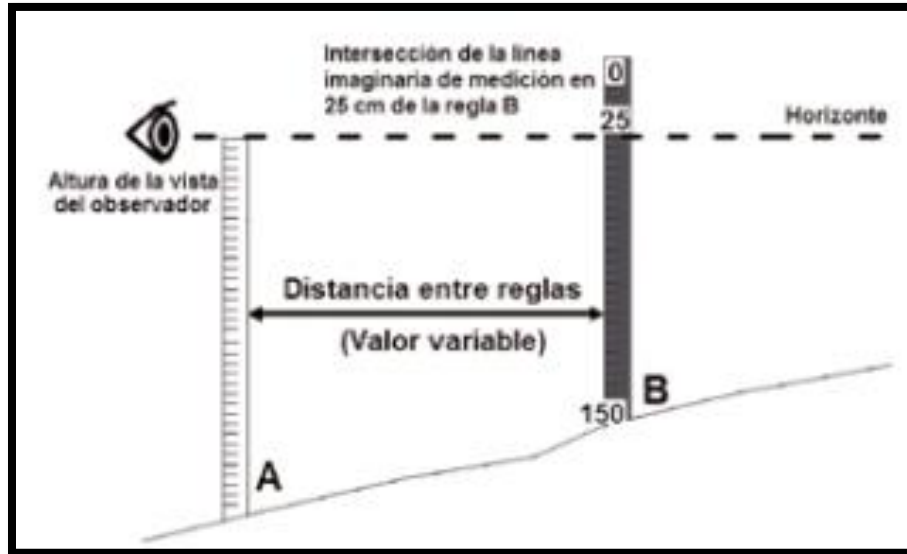



Figura 2: Medición horizontal y vertical con balizas (reglas) con inclinación ascendente.

Fuente: Bustos, Cisneros, Perillo & Piccolo, 2013.

El procedimiento anterior (en pendiente ascendente y descendente) deberá realizarse en segmentos continuos desde el punto de inicio hasta unos metros después del comienzo del agua, obteniendo verticalmente valores negativos y positivos. Estos datos recolectados son colocados en boletas que permiten almacenar la información.

Posteriormente los datos registrados en las boletas de papel es traspasada a la herramienta de Excel para su tabulación y graficación, y de esta forma obtener la variación del perfil a través de la distancia horizontal acumulada y la lectura de la baliza acumulada. En la figura 3 se observa el diseño de las boletas; en las cuales, no se requiere aplicar ninguna fórmula o procedimiento más que la transcripción del dato obtenido en el campo. Además, la boleta contiene una columna de observaciones a través de la cual se corroboran ciertos aspectos del perfil, principalmente en la forma; por ejemplo, si la boleta indica el inicio de un escarpe en el punto cinco, el gráfico del perfil debe mostrar una interrupción en la continuidad de la playa tras la presencia de una pendiente pronunciada en dicho punto.



 PLANTILLA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO SITIOS DE MONITOREO DE PLAYA

Plantina para perfil topográfico de playa PS ACLAC

Localización: Playa 8 Almendras y Corales Estado del mar: Mar Suave
 Fecha: 26 Mayo 22 Hora de inicio: 9:25a Hora de término: 9:50am
 Equipo de trabajo: Charlie, Fco Remi, Mirna Cortes y M^a Feli Ariles
 Número de foto: 042730 Coordenadas: Este 645782 Oeste 1065405

	Distancia Horizontal (m)	Lectura de Baliza () topográfico ()	Observaciones (Ubicación y características del perfil)
1	0		
2	6	-4	
3	1.35	0	
4	1.20	-3	
5	0.90	-22.5	escarpe inicio
6	0.55	-18	fin escarpe
7	2.30	-21	
8	1.90	-12.5	inicia agua
9	6	-16	
10	1.92	-8	
11	4	-24	nivel medio
12	4	-23	
13	3.40	-20	
14	2	-13	
15			
16			
17			

Figura 3: Ejemplo de boleta de campo para anotación de mediciones.

Fuente: Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC).

La figura 4 muestra la estructuración de los perfiles tras pasados al Excel; en la primera columna se colocan los datos registrados en la boleta, correspondientes a la distancia horizontal, y posteriormente se realiza la distancia acumulada (segunda columna) a través de la sumatoria diagonal de la columna B y C. Seguidamente se encuentra la columna de la lectura de baliza, que de igual forma posee únicamente los valores tras pasados de la boleta sin olvidar colocar el respectivo signo, estos datos deben ser pasados a metros (m), por lo que en la siguiente columna este dato en centímetros (cm) se divide entre 100. La columna correspondiente a la distancia vertical acumulada se realiza de la misma forma en la que se realiza el acumulado de la distancia horizontal, este dato es el que se utilizará para obtener la variación vertical del perfil mediante el punto referente al nivel medio del agua.

La indicación del nivel medio del agua permite restar cada uno de los datos obtenidos en el acumulado (columna F) entre sí mismo. Por ejemplo, la celda F3 se resta a la celda F13, siendo la celda F13 el valor constante e invariable. El resultado de estas restas se observan en la figura 4 dentro de la columna G nombrada “Variación vertical del perfil”.

	B	C	D	E	F	G	H
1	Distancia Horizontal (m)	Distancia Horizontal Acumulada (m)	Lectura Baliza (cm)	Lectura Baliza (m)	Acumulado	Variación vertical del perfil (m)	Observaciones
2	0,00	0,000	0,0	0,000	0,000	1,290	retaguardia 9.20 m 220° SO
3	6,00	6,000	-4,0	-0,040	-0,040	1,250	
4	1,35	7,350	0,0	0,000	-0,040	1,250	
5	1,20	8,550	-3,0	-0,030	-0,070	1,220	
6	0,90	9,450	-22,5	-0,225	-0,295	0,995	escarpe inicio
7	0,55	10,000	-18,0	-0,180	-0,475	0,815	fin escarpe
8	2,30	12,300	-21,0	-0,210	-0,685	0,605	
9	1,90	14,200	-12,5	-0,125	-0,810	0,480	Inicio agua
10	6,00	20,200	-16,0	-0,160	-0,970	0,320	
11	1,92	22,120	-8,0	-0,080	-1,050	0,240	
12	4,00	26,120	-24,0	-0,240	-1,290	0,000	Nivel medio del agua
13	4,00	30,120	-23,0	-0,230	-1,520	-0,230	
14	3,40	33,520	-20,0	-0,200	-1,720	-0,430	
15	2,00	35,520	-13,0	-0,130	-1,850	-0,560	

Figura 4: Ejemplo de perfil de playa traspasado al Excel.

Fuente: Elaboración propia.

Únicamente las columnas marcadas en la figura 5, son necesarias para la realización del gráfico obtenido en Excel. Tanto la distancia horizontal acumulada como la variación vertical del perfil muestran el comportamiento de la playa mediante la obtención de una línea que grafica la forma de la playa (figura 7); la cual, debe mostrar una similitud con la realidad observada. Una técnica que favorece a la verificación de la coincidencia entre la realidad y el resultado obtenido en Excel es el dibujo en campo (figura 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Punto	Distancia Horizontal (m)	Distancia Horizontal Acumulada (m)	Lectura Baliza (cm)	Lectura Baliza (m)	Acumulado	Variación vertical del perfil (m)	Observaciones
2	1	0,00	0,000	0,0	0,000	0,000	1,290	retaguardia 9.20 m 220° SO
3	2	6,00	6,000	-4,0	-0,040	-0,040	1,250	
4	3	1,35	7,350	0,0	0,000	-0,040	1,250	
5	4	1,20	8,550	-3,0	-0,030	-0,070	1,220	
6	5	0,90	9,450	-22,5	-0,225	-0,295	0,995	escarpe inicio
7	6	0,55	10,000	-18,0	-0,180	-0,475	0,815	fin escarpe
8	7	2,30	12,300	-21,0	-0,210	-0,685	0,605	
9	8	1,90	14,200	-12,5	-0,125	-0,810	0,480	Inicio agua
10	9	6,00	20,200	-16,0	-0,160	-0,970	0,320	
11	10	1,92	22,120	-8,0	-0,080	-1,050	0,240	
12	11	4,00	26,120	-24,0	-0,240	-1,290	0,000	Nivel medio del agua
13	12	4,00	30,120	-23,0	-0,230	-1,520	-0,230	
14	13	3,40	33,520	-20,0	-0,200	-1,720	-0,430	
15	14	2,00	35,520	-13,0	-0,130	-1,850	-0,560	

Figura 5: Columnas necesarias para la realización del gráfico.

Fuente: Elaboración propia.

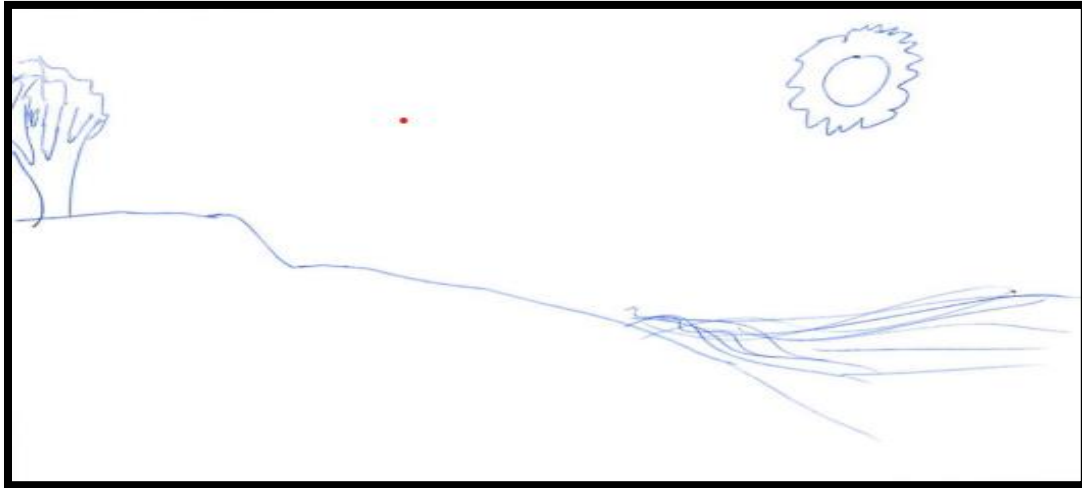


Figura 6: Croquis de forma de la playa, enero 2022.

Fuente: Funcionarios del Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC).

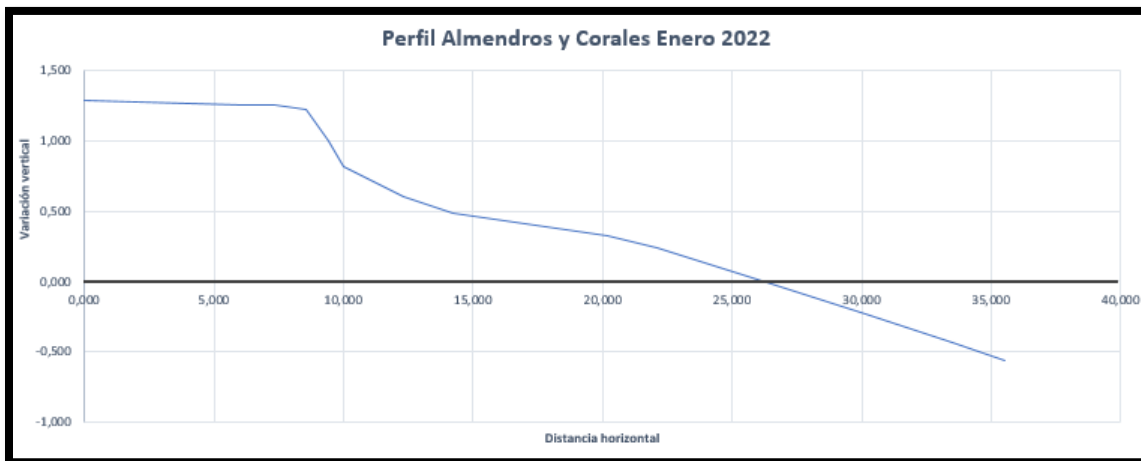


Figura 7: Gráfico individual de playa obtenido del Excel, enero 2022.

Fuente: Elaboración propia.

Ya que el fin es comparar el retroceso de playa en distintos momentos del año, resulta fundamental obtener gráficos individuales correctos (entiéndase gráficos individuales como la información procesada de forma mensual), de esta forma, al realizar la integración de perfiles de una misma playa pueda visualizarse el comportamiento que esta presenta en distintos momentos del año (*figura 8*).

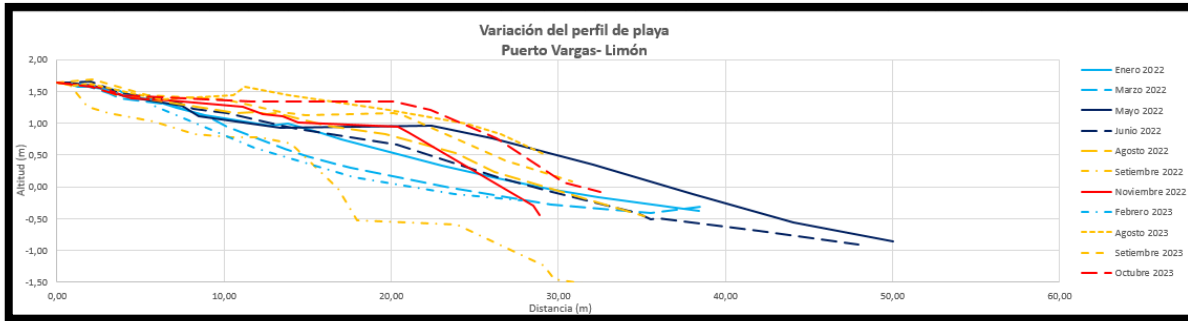


Figura 8: Gráfico integrado de playa obtenido del Excel.

Fuente: Elaboración propia.

Los gráficos integrados reúnen todos los meses en los que se realizó el monitoreo de las nueve playas; obteniendo como resultado una herramienta que permite la interpretación de la dinámica en el litoral caribe, apoyándose de información secundaria, así como de estudios previos; es decir, que el resultado brinda información útil y precisa para estudios de seguimiento costero tras la problemática de la erosión costera, reconociendo los puntos críticos a los cuales se les debe brindar mayor importancia, tras las posibles consecuencias que trae consigo el retroceso de la línea de costa.

Resultados

Como ha sido indicado anteriormente, el presente trabajo busca determinar posibles indicios de erosión a partir de la descripción de la dinámica habitual de la playa, detectando anomalías en el comportamiento regular. Primeramente, a pesar de que fueron dos años en los que se recolectaron los datos (2022 y 2023), en el primer año de monitoreo es más fácil interpretar el comportamiento de la playa al tener mayor cantidad de meses dentro del diseño del perfil, ejemplo de esto es la *figura 9* en la que se muestra la dinámica del primer punto de monitoreo (playa Westfalia) desde la integración de ocho meses del año 2022. Mientras que en el segundo año, de cinco meses, hay tres que resultan funcionales para determinar la dinamización de la playa, siendo estos: febrero, agosto y octubre (*refiérase a la figura 10*).

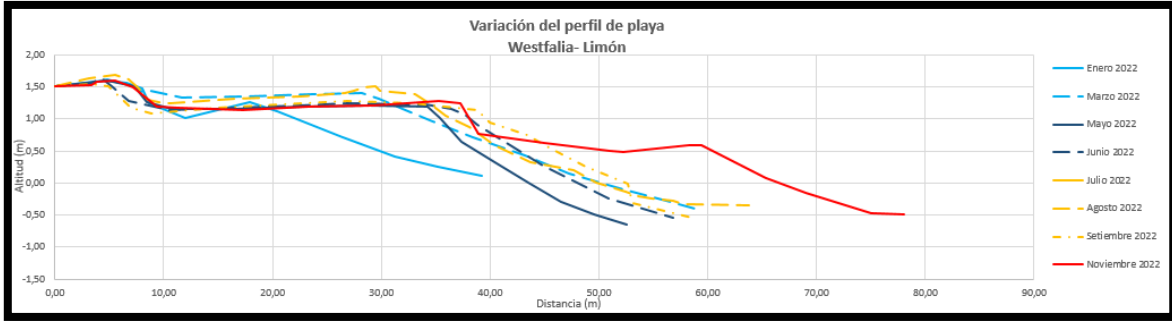


Figura 9: Comportamiento de la playa según datos del 2022. Obtenido del Excel.

Fuente: Elaboración propia.

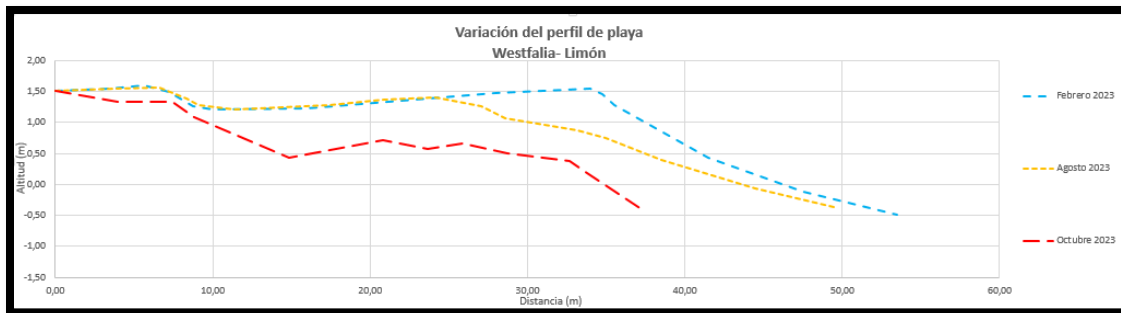


Figura 10: Comportamiento de la playa según datos del 2023. Obtenido del Excel.

Fuente: Elaboración propia.

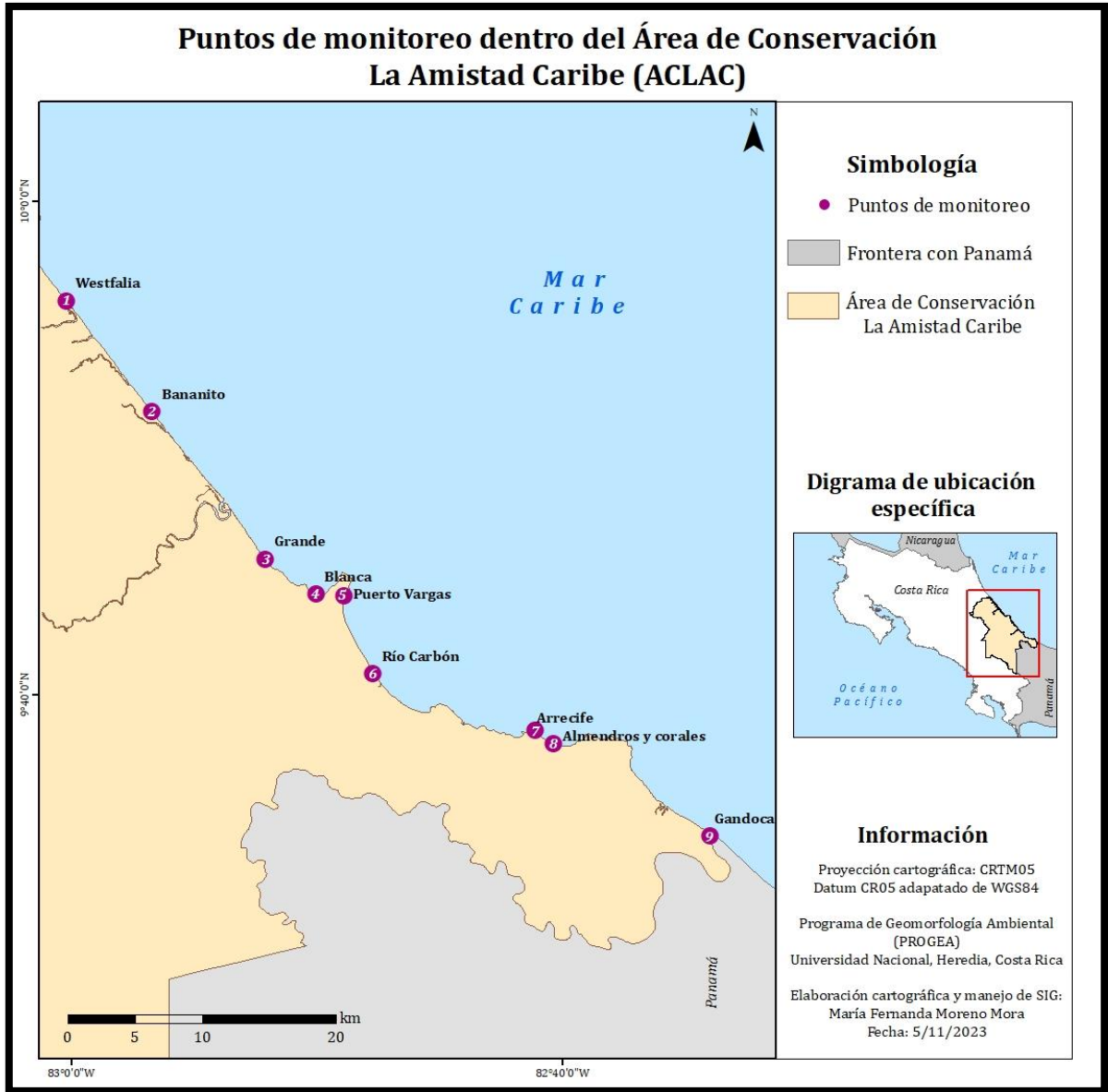
De forma generalizada, los nueve puntos de monitoreo del ACLAC poseen una dinámica habitual, en la que los primeros meses del año la playa suele retroceder; lo anterior, debido a la influencia que posee el hemisferio norte con respecto a la costa Caribe Sur del país. Cuando el sector septentrional del planeta se encuentra culminando el invierno, las playas del Caribe suelen reducir su volumen, ya que el oleaje deposita la arena que estaba expuesta en espacios localizados bajo el mar; por lo tanto, se puede observar en la *figura 9* que meses como enero, febrero y marzo (con coloración celeste) se encuentran más cortos que el resto y en la mayoría de los casos con un escarpe más pronunciado.

Seguidamente, meses como mayo, junio, julio, agosto y septiembre deben comenzar a extenderse ya que el oleaje redirige la arena nuevamente hacia la playa (refiérase a las líneas azules y amarillas de la *figura 9*); esto, por la finalización de las épocas de primavera y otoño en el hemisferio norte. En esta misma línea de la influencia climática septentrional, se explica

la dinámica en los últimos meses del año (de octubre a diciembre) en la que el verano suele extender al máximo la playa.

La imagen referente al comportamiento de playa Westfalia en el segundo año de monitoreo (*figura 10*), arroja un resultado que aunque no es habitual, puede llegar a presentarse, y es un comportamiento atípico en la forma de los perfiles según su estacionalidad. Como se mencionó anteriormente, la línea de costa se determina según la estación que posea el hemisferio norte; sin embargo, no solo la variable estacional resulta fundamental dentro de este estudio, sino también la localización espacial, eventos hidrometeorológicos, actividades humanas y otros fenómenos, los cuales pueden ocasionar lo que se muestra en la *figura 10*, donde el perfil de febrero 2023 se muestra más largo que el de octubre 2023, cuando la dinámica habitual indica que estos perfiles deberían comportarse de forma opuesta.

Por otro lado, resulta factible describir el comportamiento de los nueve puntos de muestreo respecto al lugar en el que estos se sitúan, el *mapa 2* muestra el orden en que se ubican cada una de estas playas. Las primeras cuatro son: Westfalia, Bananito, Grande y Blanca (*anexos 1, 2, 3 y 4*), cada una de ellas poseen una dinámica similar, con distancias horizontales máximas entre los 80 m y 100 m (es decir, largas), a modo de referencia, se puede observar el comportamiento de playa Bananito en cuanto a forma (*figura 11*).



Mapa 2: Orden de los puntos de muestreo dentro del Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC).

Fuente: Elaboración propia.

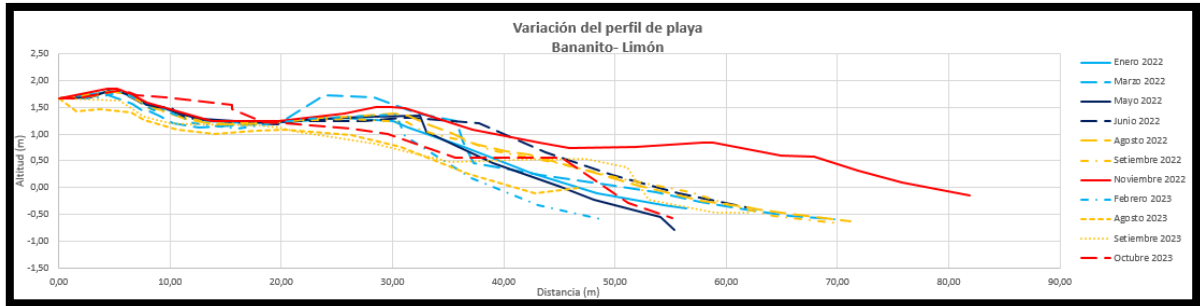


Figura 11: Gráfico integrado de playa: Playa Bananito. Obtenido del Excel.

Fuente: Elaboración propia.

Estas primeras cuatro playas del monitoreo poseen una particularidad, y es que gracias a los datos oceanográficos levantados en la costa, se determina que la dirección de incidencia de las olas en la mayoría de los casos se da hacia el sur o hacia el suroeste. Al observar mediante la herramienta de Google Earth (*figura 12*) la forma que presenta la costa Caribe Sur, resulta más fácil comprender el porqué de la dirección de impacto de las olas, ya que, al comparar espacialmente estas playas con respecto a Puerto Vargas, estas se encuentran en línea recta y con pocas barreras o elementos geográficos que intervengan en la dirección en que se fricciona el viento con la superficie marítima. Con respecto a lo anterior, Puerto Vargas, quinto punto de muestreo, presenta en su gráfico integrado una forma distinta a las playas anteriores, desde su estructura hasta la largura que esta posee (*refiérase a la figura 13*). En este caso, la punta de Cahuita implica una barrera que interviene en la dirección del viento y por ende, según los datos oceanográficos, la dirección de incidencia de las olas se dirige hacia el noroeste en la mayoría de los casos. Lo anterior explicaría el largo e incluso el comportamiento de los perfiles, los cuales presentan pocos escarpes.



Figura 12: Gráfico integrado de playa: Playa Puerto Vargas. Obtenido del Excel.

Fuente: Elaboración propia.

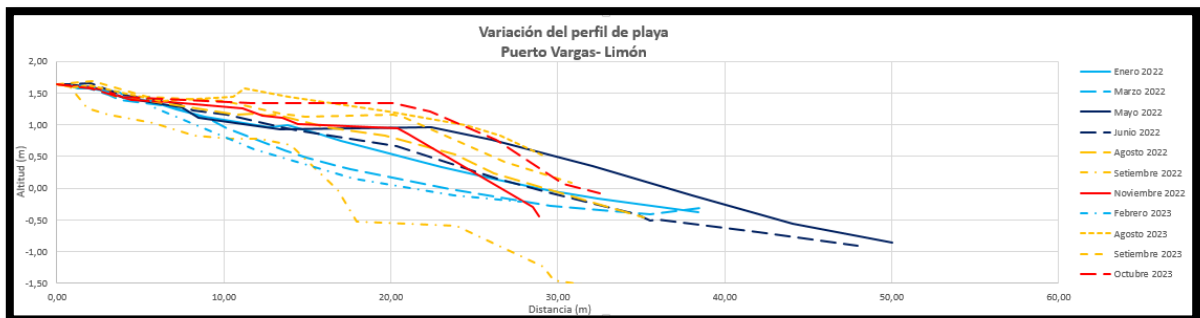


Figura 13: Gráfico integrado de playa: Playa Puerto Vargas. Obtenido del Excel.

Fuente: Elaboración propia.

Los puntos de muestreo Río Carbón, Arrecife, y Almendros y Corales (*anexos, 6, 7 y 8*), al igual que las primeras cuatro playas, poseen una dinámica habitual con perfiles cortos, medios y largos según la temporada en que se encuentren. En este tema es importante destacar que es necesario seguir realizando de forma mensual los perfiles para determinar si ciertas anomalías en los perfiles se siguen repitiendo de forma continua, o incluso, si la playa tiende a perder volumen sin su respectiva recuperación.

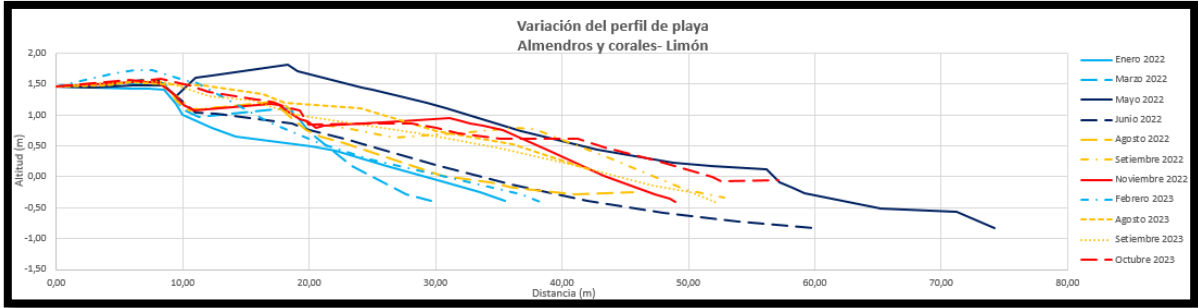


Figura 14: Gráfico integrado de playa: Almendros y Corales. Obtenido del Excel.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, dentro de los puntos de monitoreo más reducidos en cuanto a su extensión de playa, se encuentra Gandoca. A pesar de que su dinámica es en la mayoría de los casos habitual, posee una largura máxima registrada de 44 metros en el mes de mayo 2022, siendo este un perfil corto en comparación con los demás puntos de monitoreo (*refiérase a la figura 15*). Además, hay registros de tan solo nueve metros de largo, lo cual, incita al seguimiento del comportamiento de esta playa.

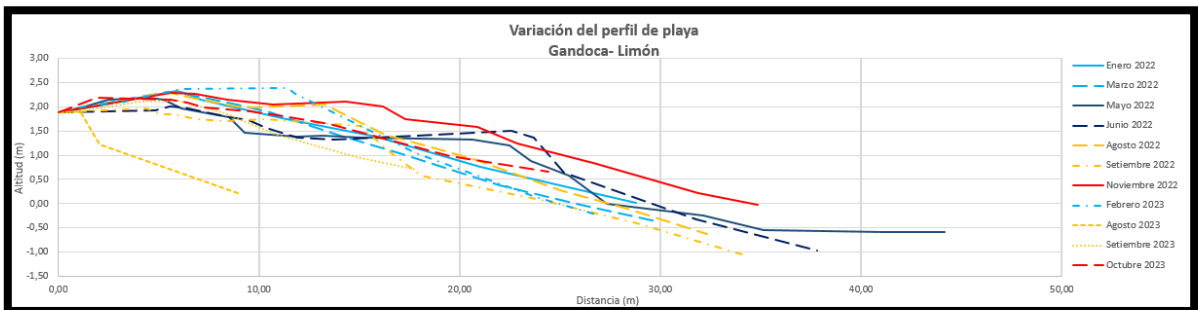


Figura 15: Gráfico integrado de playa: Gandoca. Obtenido del Excel.

Fuente: Elaboración propia.

Playa Gandoca ha sido durante muchos años sitio de desove para las tortugas Baula (*Dermochelys coriacea*), al haber factores ecológicos, biológicos, químicos y físicos favorecedores para su anidación. Sin embargo, la reducción de la costa ha generado la escogencia de otras playas como lugar de desove, estudios previos indican lo siguiente:

“Actualmente, las zonas de anidación de tortugas marinas son vulnerables como consecuencia de las presiones naturales y antrópicas a los que están expuestos los ambientes costeros y que actúan sobre la morfología de la costa. Esto afecta los procesos de ovoposición por la disminución del espacio disponible y las constantes modificaciones de las playas, generando impactos negativos sobre el estado de estas poblaciones”. (Piedra, L., & Morales, V. 2015, párr. 7)

De lo anterior, yace la importancia de seguir brindando seguimiento a los diferentes puntos de monitoreo, de esta forma, corroborar mediante gráficos integrados la reducción de la playa y sus respectivos comportamientos; que al parecer, no resultan favorecedores para la biodiversidad del lugar.

Conclusiones

A partir de la obtención de resultados, se evidencia mediante la aplicación del método de Emery que la realización tanto de perfiles individuales como integrados resulta una herramienta funcional para la comprensión de la distribución de los sedimentos en la costa Caribe Sur. Si bien es cierto, existen otras metodologías (como el nivel de Abney y mosaicos de ortofotos) que resultan adecuados para el monitoreo de las playas; sin embargo, el método de balizas (Emery), además de generar productos que permiten su respectiva caracterización, resulta más factible en términos de coste y disponibilidad de equipo. A pesar de ser un sistema sencillo en cuanto a materiales y aplicación, la precisión de los resultados no se reduce.

Como es evidenciado en esta práctica, la variación estacional del hemisferio norte determina los cambios volumétricos en cada una de las playas. Sin embargo, hay perfiles con comportamientos no habituales, como el caso de playa Westfalia en el año 2023 (*figura 10*), en donde el mes de febrero presenta las características que debería tener octubre y viceversa. Lo anterior, podría estar ocasionado a posibles eventos hidrometeorológicos que intervienen en la dinámica habitual. Por esto, resulta importante, adicional a la recolección de datos, la datación de los respectivos eventos climatológicos para determinar si las anomalías presentadas en los perfiles integrados, corresponden a un suceso específico o si la playa realmente está retrocediendo sin su respectiva recuperación.

Por otra parte, el brindar seguimiento a estos insumos gráficos resulta funcional para la planificación local de los sectores marítimos costeros. La recolección de información a lo largo de varios años permite determinar comportamientos no habituales que pueden llegar a interferir en el ordenamiento de espacios adyacentes a la costa, como lo son ecosistemas, poblaciones y sectores turísticos/comerciales. Si bien es cierto, la realización de los perfiles integrados funcionan para explicar la dinámica regular, pero las anomalías solo son detectables mediante la comparación anual de los gráficos integrados. Según el Manual para la elaboración de Planes Reguladores Costeros en la Zona Marítimo Terrestre, es posible involucrar la temática de erosión dentro de la planificación costera a través del SINAC, cito:

“... la zona costera no se administra de manera centralizada con el concurso de una sola institución especializada sino por el contrario con la participación de muchas instituciones tales como el MINAET, SINAC, MOPT, IDA, INVU, Municipalidades, ICT, entre otras posibles. Es precisamente mediante la interacción entre estas funcionalidades y procedimientos establecidos por varias instituciones que se construye la forma en que se gestiona la zona costera...” (SCIJ, s.f)

Es evidente, que los procesos costeros inciden no solo en dinámicas poblacionales y turísticas/comerciales, sino también en pérdida de biodiversidad. Al considerar la erosión costera como un elemento que puede incidir en el balance ecosistémico del sector Caribe Sur, resulta importante la detección de puntos vulnerables a la reducción de costa, como el caso de Gandoca, en el que la interpretación de la dinámica de la costa favorecería investigaciones, incluso, de índole biológica como lo son la anidación de tortugas. Por lo tanto, el presente monitoreo resulta un importante insumo para la gestión territorial costera a nivel interinstitucional en donde se involucre la sociedad civil en la toma de decisiones.

Recomendaciones

Como se mencionó en apartados anteriores, el método de Emery resulta apropiado para la realización de perfiles y la respectiva interpretación de la playa; sin embargo, requiere de precisión en el desarrollo de su metodología, para evitar errores al momento de unir cada uno de los perfiles individuales dentro del perfil integrado. Por ejemplo; es necesario que la colocación de los signos en la distancia vertical sea correcta, ya que de no ser así, el gráfico se obtiene de forma invertida, ejemplo de esto, es el registro de agosto 2023 en el punto de monitoreo número uno (*Anexo 10*).

Resulta importante realizar una programación anual de las fechas de realización de giras de campo para recolección de datos. Como es evidenciado dentro de esta investigación, los años que poseen mayor cantidad de perfiles individuales, son los que favorecen a la interpretación de la dinámica; por ende, dadas las condiciones de poco personal y bajo presupuesto, se recomienda realizar un cronograma anual.

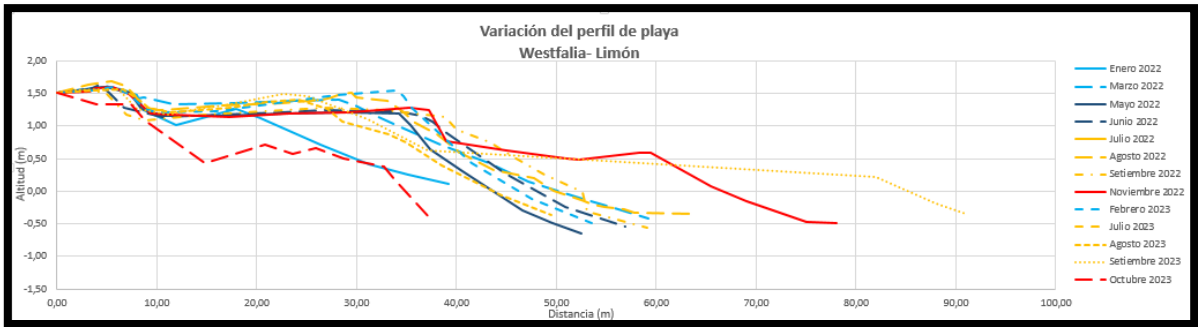
Dentro de la metodología se indica que las boletas de papel llevadas a campo son utilizadas para el levantamiento de distancias horizontales y verticales, pero además, son útiles también para la recolección de observaciones; de esta forma, al graficar el perfil individual en Excel es posible asociar las observaciones con lo mostrado en el gráfico (detección de bermas, escarpes, troncos, canales...). A raíz del punto anterior, se han realizado ajustes manuales, al no encontrar en las observaciones el indicador del nivel medio del mar, el cual, es un valor constante que determina la forma del gráfico. Ejemplo de esto son las boletas de agosto 2023 (*Anexo 11*).

Por último, es necesario una mayor coordinación con especialistas de la Universidad Nacional para el análisis de los datos y correcciones en la metodología. El programa de Geomorfología Ambiental (PROGEA) en su asociación directa con el ACLAC, busca examinar los procesos geomorfológicos de la costa Caribe Sur de Costa Rica; por ende, una mayor conexión entre ambas instituciones favorecería a las investigaciones a futuro.

Bibliografía

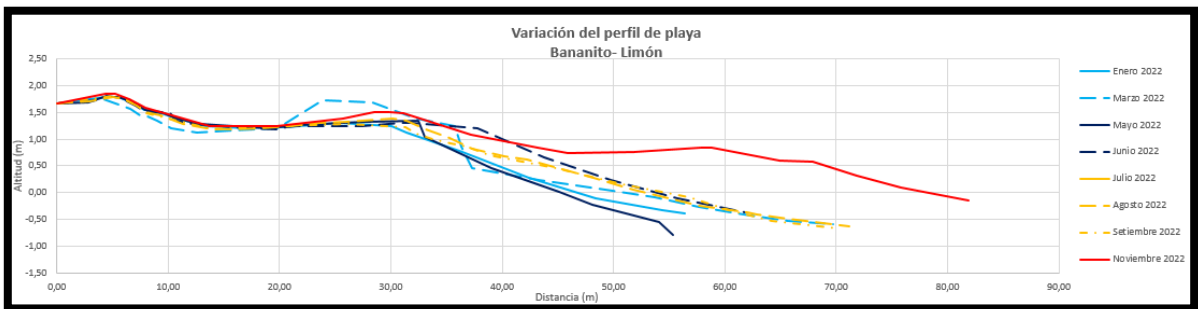
- Andrade, F., & Ferreira, M. A. (2006). A simple method of measuring beach profiles. *Journal of Coastal Research*, 22(4), 995-999.
- Barrantes-Castillo, G., Arozarena-Llopis, I., Sandoval-Murillo, L. F., & Valverde-Calderón, J. F. (2020). Playas críticas por erosión costera en el caribe sur de Costa Rica, durante el periodo 2005-2016. *Revista Geográfica de América Central*, (64), 75-102.
- Barrantes Castillo, G., & Sandoval Murillo, L. F. (2021). Cambios en la línea de costa en el Caribe Sur de Costa Rica durante el periodo 2005-2016. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 105-134.
- Bustos, M. L., Cisneros, M. H., Perillo, G. M., & Piccolo, M. C. (2013). Métodos sencillos para la medición de perfiles de playa y observaciones costeras. *EdiUns, Bahía Blanca*.
- Clavé, S. A., & Reverté, F. G. (2011). *Planificación territorial del turismo*. Editorial UOC.
- La Nación. (November 10, 2010). Erosión en las playas de Costa Rica: Urge tomar medidas en la zona marítimo-terrestre debido al cambio climático [Erosion on the beaches of Costa Rica: It is urgent to take measures in the maritime-terrestrial zone due to climate change].
- Lizano, O. G. (2013). Erosión en las playas de Costa Rica, incluyendo la Isla del Coco. *InterSedes*, 14(27), 06-27.
- Organización de las Naciones Unidas. (ONU). (s.f). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Piedra-Castro, L., & Morales-Cerdas, V. (2015). Preferencias en la anidación de tortugas Carey (*Eretmochelys imbricata*) y baulas (*Dermochelys coriacea*) en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca Manzanillo, Limón, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 28(3), 86-98.

Anexos



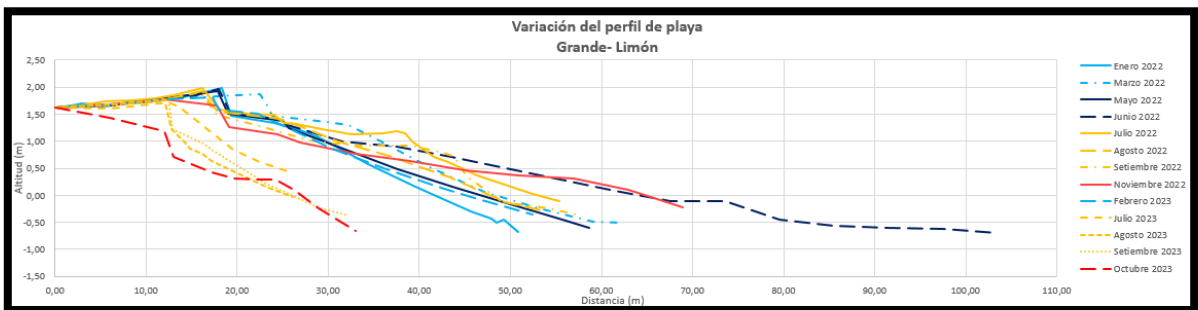
Anexo 1: Perfil integrado de Westfalia.

Fuente: Elaboración propia.



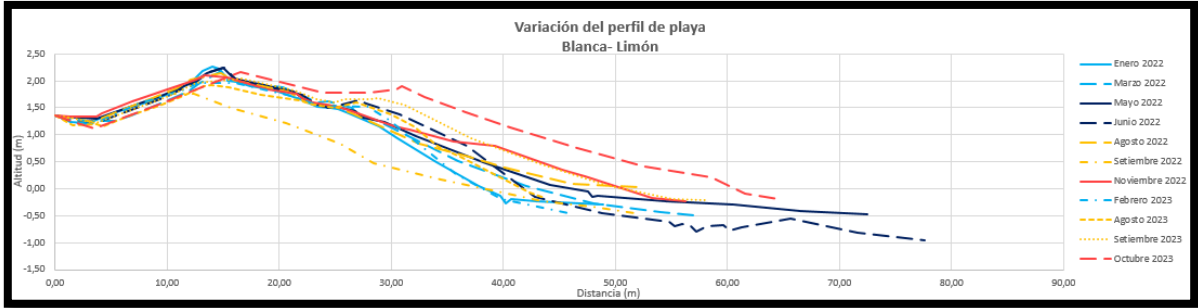
Anexo 2: Perfil integrado de Bananito.

Fuente: Elaboración propia.



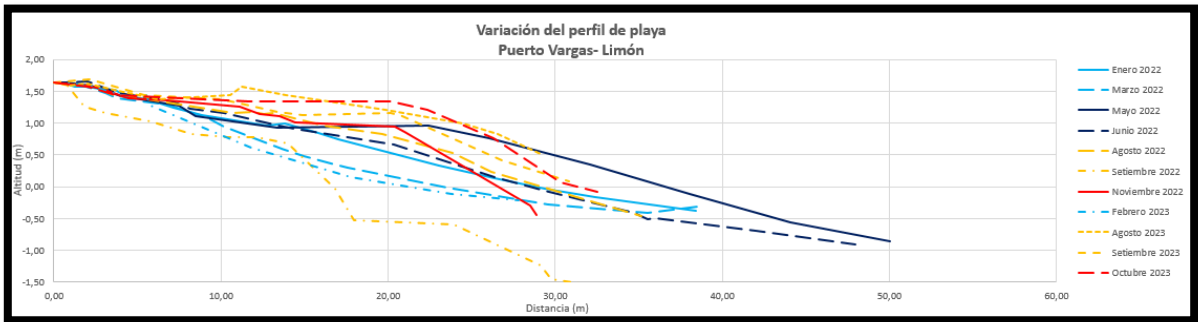
Anexo 3: Perfil integrado de Grande.

Fuente: Elaboración propia.



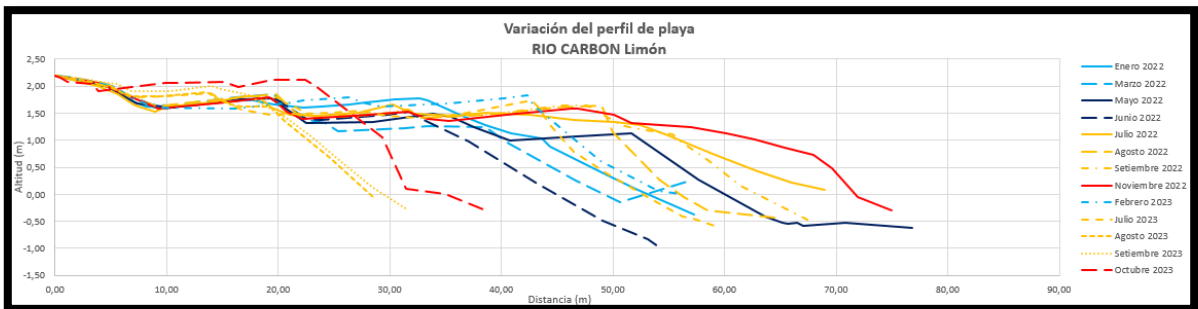
Anexo 4: Perfil integrado de Blanca.

Fuente: Elaboración propia.



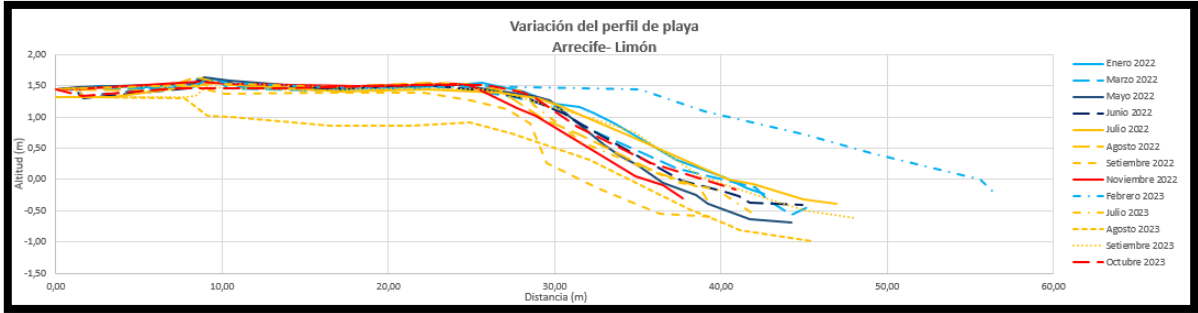
Anexo 5: Perfil integrado de Puerto Vargas.

Fuente: Elaboración propia.



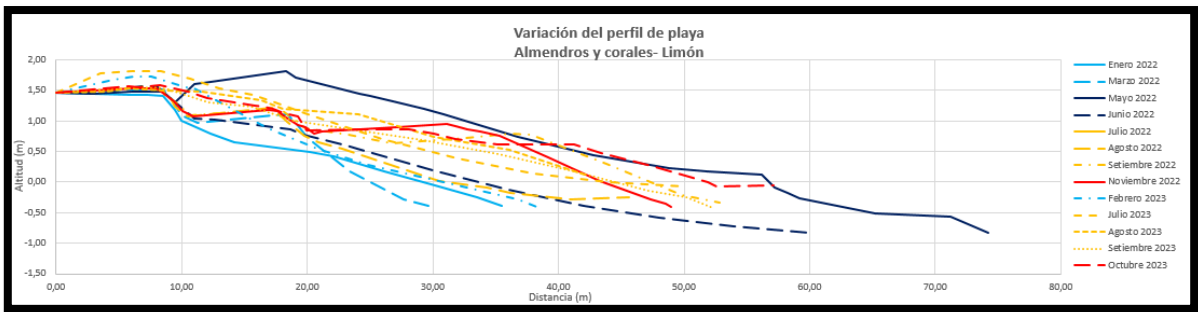
Anexo 6: Perfil integrado de Río Carbón.

Fuente: Elaboración propia.



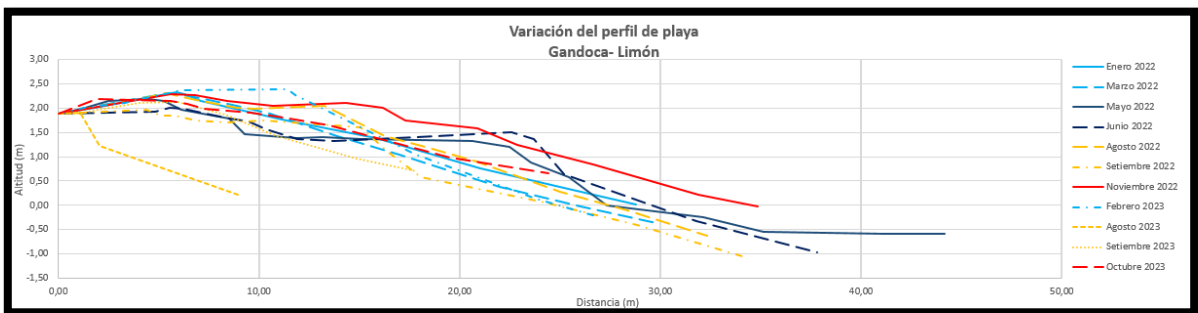
Anexo 7: Perfil integrado de Arrecife.

Fuente: Elaboración propia.



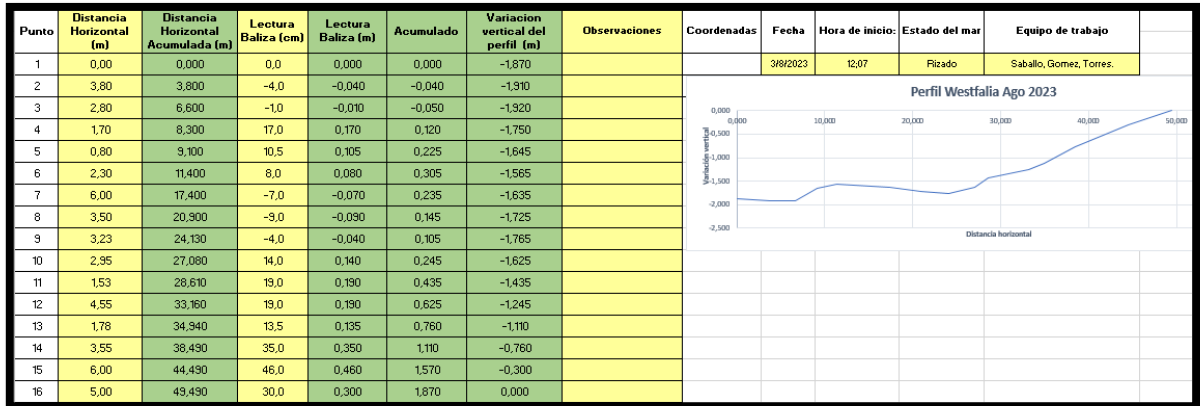
Anexo 8: Perfil integrado de Almendros y corales.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 9: Perfil integrado de Gandoca.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 10: Perfil individual de Westfalia, con error en los signos.

Fuente: Elaboración propia.

PLANTILLA LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA SITIOS DE MONITOREO DE PLAYA ACLAC

Plantilla para perfil topográfico de playa

Localización: Playa Grande #3 Estado del mar: Rizado
 Fecha: 03/08/2023 Hora de inicio: 1:39 pm Hora de termino: 1:57 pm
 Equipo de trabajo: J. Saballo, A. Gomez, M. Torres
 Número de foto 134011 Coordenadas: Este _____ Norte _____

	Distancia Horizontal (m)	Lectura de Baliza () topográfico ()	Observaciones (Ubicación y características del perfil)
1	0	-----	Inicio perfil
2	6	-5	Vegetación
3	5,95	-10	Vegetación
4	0,85	+54,5	Escarpamiento
5	1,50	+25	
6	0,54	+11	
7	1,37	+10	
8	0,95	+14	
9	6	+47	
10	3	+19	
11			VL

Anexo 11: Boleta de campo de playa Grande, sin observaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Cronograma

CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividades	Agosto					Setiembre						Octubre					Noviembre			
	8	10	17	24	31	1	2	5	14	21	28	5	12	19	26	31	7	14	21	
Estructura de investigación	■																			
Reconstrucción de perfiles individuales y recopilación de info		■																		
Reconstrucción de perfiles individuales y recopilación de info			■	■																
Integración de perfiles			■	■	■															
Gira de campo						■	■													
Integración de nuevos datos / Avance 1								■												
Interpretación de perfiles									■											
Recopilación de información secundaria									■	■	■									
Sistematización de información / Resultados												■								
Avance 2													■							
Resultados / Análisis de resultados													■							
REVISIÓN de resultados y conclusiones														■						
Correcciones de perfiles y mejoramiento del escrito														■	■					
Avance 3																	■			
Correcciones del último avance																		■		
ENTREGA FINAL																				■