

Implementación de una metodología de reconstrucción de perfiles de playa a partir de mediciones indirectas: una aplicación a playa El Encanto, Reñaca, Región de Valparaíso.

MEMORIA DEL PROYECTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
OCEÁNICO

ENERO 2017

GABRIELA FRÍAS ADAOS



Índice de Contenidos

1. Introducción

2. Objetivos

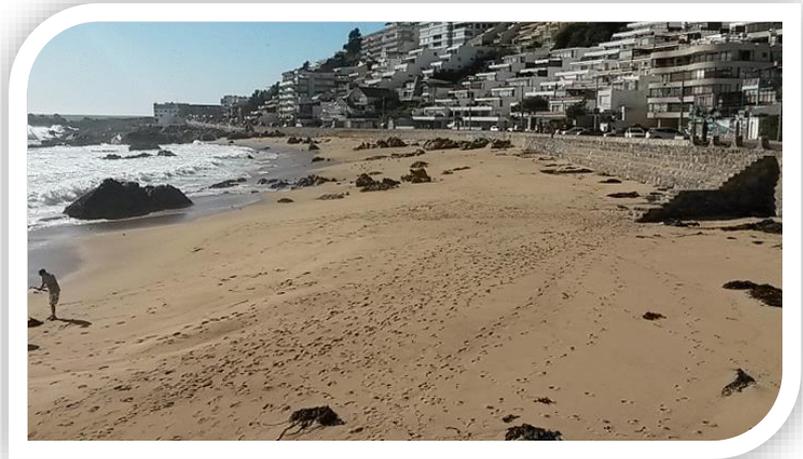
3. Alcances

4. Metodología

5. Resultados

6. Metodología Propuesta

7. Conclusiones



Introducción

El proyecto de título formulado pretende abordar la problemática presente en la dinámica costera de la playa El Encanto localizada en la ciudad de Viña del Mar, Región de Valparaíso, evidenciada en la erosión de su línea de costa, cuya intensificación visual del fenómeno puede observarse en los bruscos cambios del perfil transversal de la playa entre el período estival e invernal.



Objetivos

Objetivo General

Establecer una metodología para la estimación de perfiles de playa a partir de mediciones indirectas obtenidas a través de la distancia de elementos de referencia identificados en fotografías, correlacionadas con mediciones directas obtenidas en terreno.

Objetivos Específicos

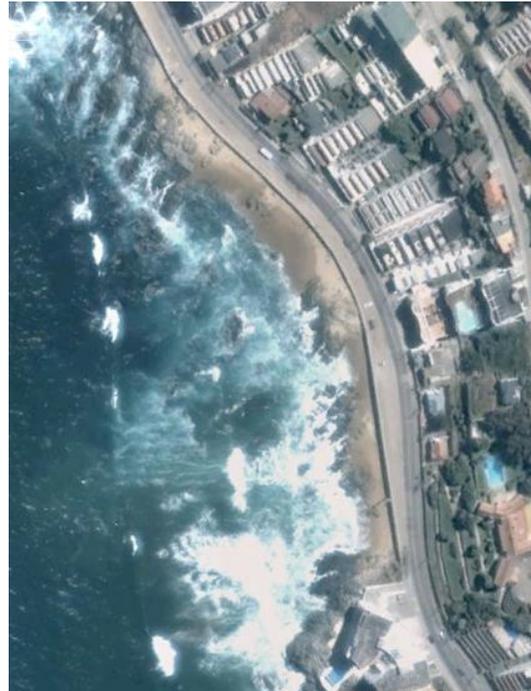
- Realizar un seguimiento de la evolución anual de los perfiles de playa, mediante el Método Emery (1961) y cuantificar la variación del área total de arena de sus perfiles.
- Identificar los cambios morfológicos experimentados en el perfil de la playa, identificando los característicos perfiles de invierno y verano.
- Relacionar registros de oleaje de la playa con la respuesta morfológica de esta.
- Utilizar información contenida en fotografías de fechas anteriores.



Alcances

Limitantes que presenta la zona para utilización de teorías o modelos empíricos:

- Por tratarse de una playa muy reducida, de manera que sus perfiles varían en tramos muy cortos y no pueden considerarse representativos de su geomorfología en general.
- Por la presencia de roqueríos tanto en los alrededores de la playa, como también en su fondo marino y que interfieren agregando turbulencia a la rotura, lo que modifica la dinámica natural de formación de playas y su balance sedimentario.
- La presencia de elementos constructivos que interfieren en las condiciones de borde de la playa, impiden la aplicación de cualquier fórmula empírica que describa el comportamiento y evolución de su forma.
- La particular configuración morfológica de la playa interactúa con el patrón de oleaje incidente pudiendo amplificar, disminuir o alterar sus efectos en la costa.



Mediciones Directas

La serie de tiempo para la medición de perfiles de playa, éstos se efectuaron en un período de tiempo de 21 meses, abarcando el transcurso de tiempo comprendido entre el 6 de septiembre de 2013 al 6 de noviembre de 2015.

Mediciones Indirectas

Recolección de imágenes de la playa El Encanto, ésta se extiende del 27 de marzo de 2008 hasta 6 de noviembre de 2015.

Antecedentes Generales



La playa El Encanto se localiza al norte con el sector de Cochoa, donde se ubica la facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso, al sur con la extensa playa de Reñaca, y expuesta al Oeste hacia el océano Pacífico. Esta playa pertenece a la provincia de Valparaíso, comuna de Viña del Mar, de la V región de Chile.

Antecedentes Generales

Evolución Histórica



1905 Origen de la ciudad de Reñaca.

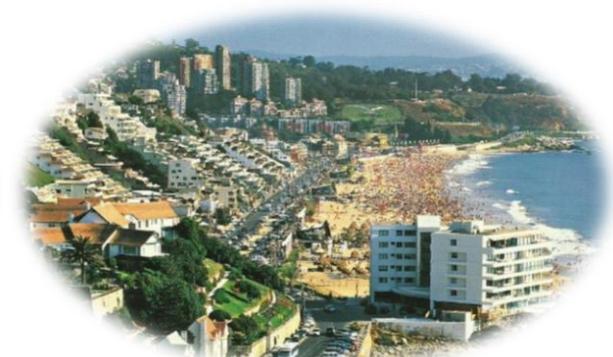
1912 Materializa el primer protocolo para construcción de casas a orillas del estero de Reñaca.

1917 Se construye el primer camino costero.

1940 Comienza edificación a orillas del borde costero.



1965 Comienza la urbanización de la playa que origina un fuerte desarrollo constructivo, donde las casas construidas fueron derribadas para levantar en su lugar imponentes edificios escalonados en la ladera.



1980 Reñaca se transforma en el núcleo de mayor desarrollo urbano en todo el litoral central, donde cada verano miles de turistas de todo el país eligen como destino las codiciadas playas de Reñaca y sus alrededores.

Antecedentes Generales

Características Geomorfológicas

El Encanto es una playa arenosa de 220 metros de longitud que actúa como playa receptora de sedimento transportado por corrientes litorales presentes en la costa.

El relieve del litoral central se caracteriza por diversos niveles de terrazas de abrasión marina y más específicamente se distinguen dos niveles entre el tramo Marga Marga- Concón.



Metodología

1. Recolección de antecedentes

- Recolección de fotografías de la playa en años anteriores.
- Selección de perfiles de playa y su medición mensual.
- Cálculo de área total de arena movilizada entre campañas de medición de perfiles.
- Selección de muestras de arena y posterior estudio sedimentológico.
- Identificación de punto de captura fotográfica para su seguimiento.
- Selección y medición de puntos notables en la playa.

2. Correlación de mediciones

- Medición de la distancia de los puntos notables en cada fotografía.
- Cálculo de correlación de mediciones directas de puntos notables (en terreno) con mediciones indirectas de los puntos (en fotografías).
- Utilizando modelo de regresión lineal se recrea distancia real de puntos notables a partir de su medición en fotografías.

3. Relación entre medición de puntos y perfiles

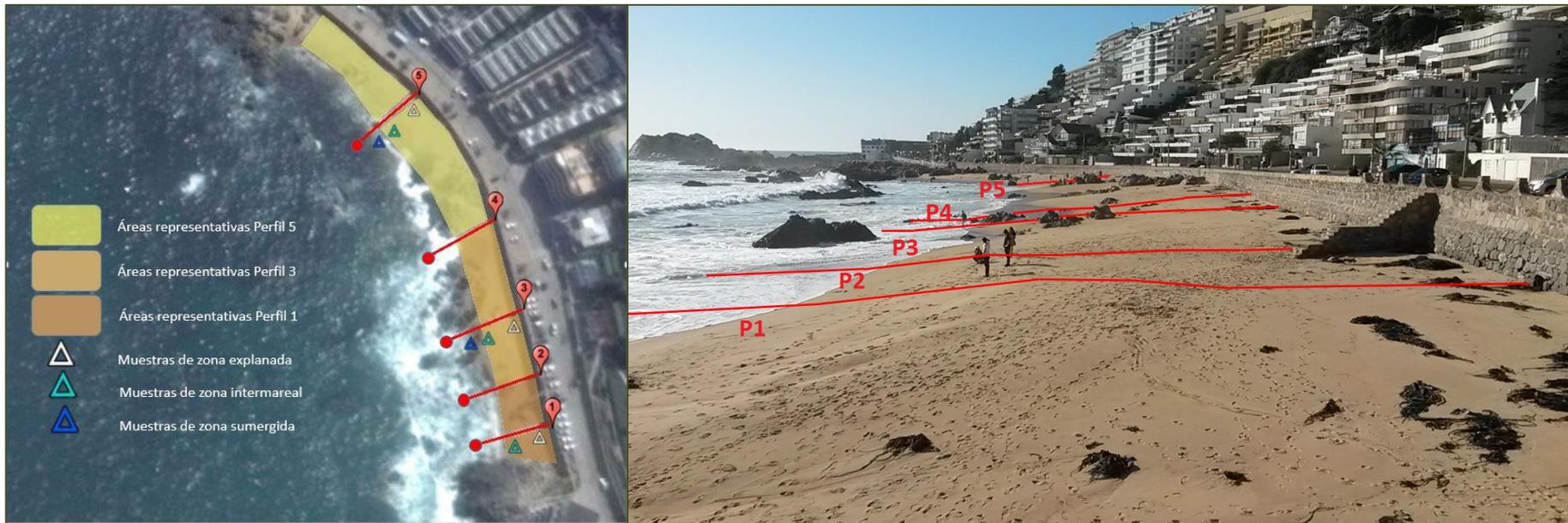
- Mediante levantamiento topográfico se referencian los puntos notables respecto al NRS para conocer su ubicación en el perfil de playa.
- Se establece relación entre perfiles de playa y puntos notables obtenidos mediante la regresión lineal.

4. Recreación de perfiles de playa antiguos

- Se establece patrón de distancia entre puntos notables y se identifica su comportamiento en los cinco perfiles de playa.
- Reconstrucción final de perfiles de playa a partir de puntos notables obtenidos de forma indirecta para fechas pasadas

Metodología- Recolección de antecedentes

Selección y medición de perfiles de playa - Muestreo de sedimento





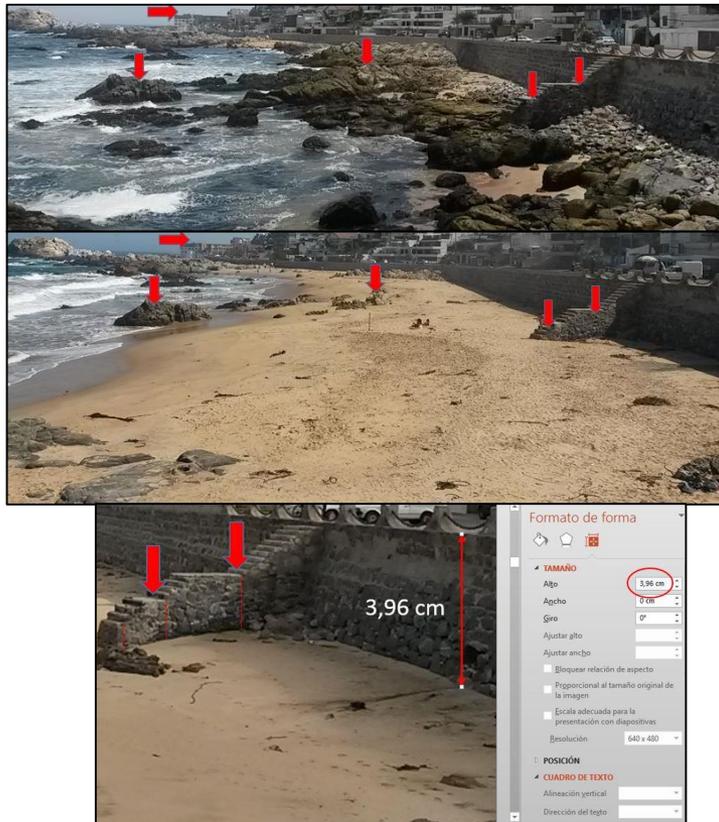
Metodología- Recolección de antecedentes

Identificación punto de captura fotográfica y selección de puntos notables



Metodología- Correlación de mediciones

Cálculo de distancia de puntos notables en fotografías v/s en terreno



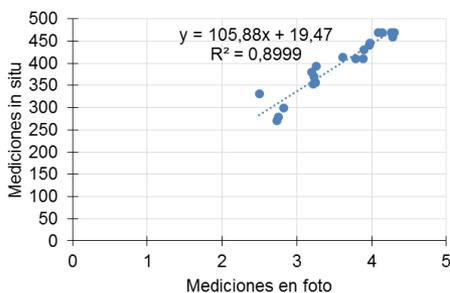
Fecha	Muro P1 foto	Muro P1 in situ	Roca P1 foto	Roca P1 in situ	Descanso E1 foto	Descanso E1 in situ	Descanso E2 foto	Descanso E2 in situ	Descanso E3 foto	Descanso E3 in situ
11-07-2014	4,14	470	0,71		1,35		1,53		1,22	
11-08-2014	3,48		1		1,45		1,4		1,3	
20-08-2014	3,7		0,97		1,21		1,25		0,96	
08-09-2014	3,76		0,96		1,29		1,22		0,99	
01-10-2014	4,09	470	1		1,44		1,4		1,17	
16-10-2014	4,3	470	1,06	157	1,46	210	1,55	215	1,09	180
02-11-2014	3,28		0,9		1,32		1,3		0,95	
24-11-2014	4,08		0,9		1,26		1,27		1	
27-11-2014	4,26	470	0,98	142	1,36	210	1,46	223	1,1	176
27-12-2014	3,61	414	0,1	18	1,31	207	0,96	150	0,7	99
12-02-2015	3,26	394			1,29	195	0,86	131	0,23	40
28-03-2015	3,25	357			0,81	136	0,48	69		
01-04-2015	3,22	353			0,85		0,44			
28-04-2015	2,5	332			0,74	131	0,29	58		
05-05-2015	2,82	300			0,31	60	0,1	27		
15-05-2015	2,01				0,27		0,15			
19-06-2015	2,75	280			0,19	17	0	2		
01-08-2015	2,73	270			0,19	40	0,72	64	0,44	102
11-08-2015	3,39		1,01		1,42		1,11		0,86	
28-08-2015	3,97	440	0,7	91	1,29	196	1,32	203	0,98	162
24-09-2015	3,79	410	0,25		1,42	210	1,32	193	0,84	118
06-11-2015	3,89	410	0,13	32	1,3	201	1,19	175	0,74	113

Extracto de matriz con mediciones directas e indirectas de puntos notables.

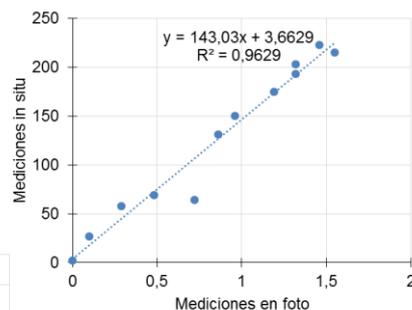
Metodología- Correlación de mediciones

Correlación de mediciones directas e indirectas

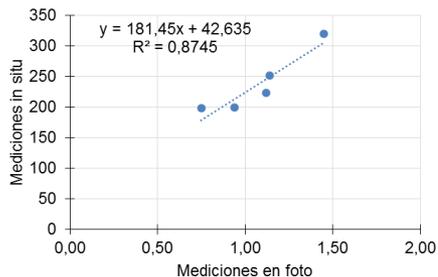
Correlación Muro P1



Correlación Descanso E2



Correlación P3 (2°)

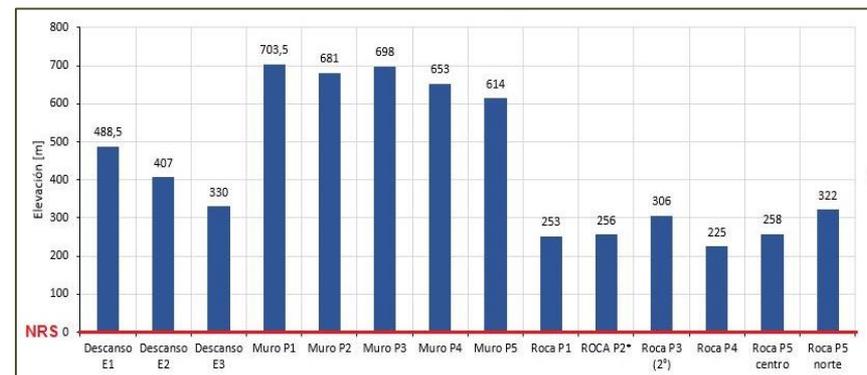
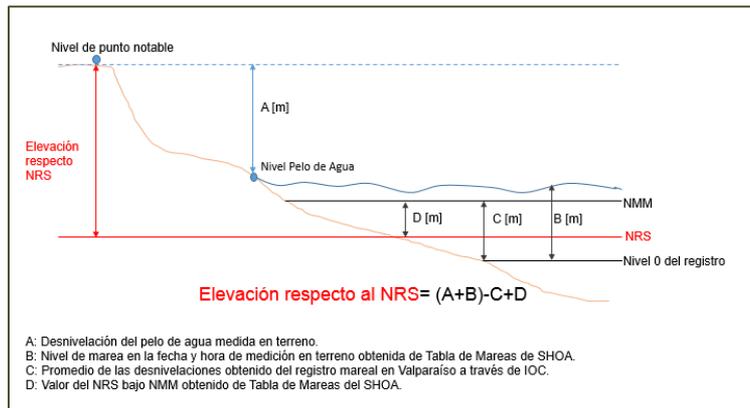


	Muro P1	Corrección	Roca P1	Corrección	Desc E1	Corrección	Desc E2	Corrección	Desc E3
27-04-2008	2,8	311,7	0,0	7,2	1,1	171,1	0,6	83,8	0,1
08-05-2008	2,7	306,4	0,0	7,2	1,1	166,7	0,6	83,8	0,1
15-05-2008	2,8	310,6	0,0	7,2	1,1	168,2	0,5	80,9	0,0
19-05-2008	2,6	290,5	0,0	7,2	1,1	166,7	0,6	88,1	0,0
23-05-2008	3,2	356,2	0,2	39,8	1,3	198,7	1,3	195,3	0,9
26-05-2008	2,8	311,7	0,1	26,2	1,3	203,1	1,0	145,3	0,6
02-06-2008	3,3	366,8	0,1	22,1	1,3	201,6	1,0	149,6	0,6
05-06-2008	2,4	270,4	0,0	7,2	0,7	104,2	0,7	103,8	0,4
12-06-2008	3,7	405,9	0,7	97,0	1,3	197,3	1,4	201,0	0,9
16-06-2008	3,5	384,8	0,7	102,4	1,4	211,8	1,4	201,0	0,9
20-06-2008	3,4	377,3	0,5	80,6	1,4	210,3	1,3	191,0	0,9
27-06-2008	-		0,4	54,8	1,5	227,8	1,4	199,6	0,9
30-06-2008	3,2	359,3	0,2	39,8	1,2	190,0	1,1	163,9	0,7
04-07-2008	3,4	382,6	0,3	42,5	1,4	211,8	1,2	169,6	0,8
07-07-2008	3,5	387,9	0,3	41,2	1,3	200,2	1,2	176,7	0,8
10-07-2008	3,5	384,8	0,2	31,7	1,3	204,5	1,2	169,6	0,7
21-07-2008	3,7	407,0	0,8	117,4	1,3	195,8	1,2	181,0	0,9
18-08-2008	3,2	354,1	0,6	91,5	1,4	206,0	1,4	201,0	0,9
04-09-2008	3,7	411,2	0,9	133,7	1,3	203,1	1,3	182,5	0,9
11-09-2008	4,1	453,6	0,7	107,9	1,4	207,4	1,4	196,8	1,0
25-09-2008	3,4	380,5	0,3	52,1	1,4	219,1	1,3	191,0	0,9
02-10-2008	3,4	378,4	0,3	46,6	1,4	214,7	1,3	191,0	0,9
23-10-2008	3,1	342,4	0,3	43,9	1,3	200,2	1,3	182,5	0,8
06-11-2008	3,4	379,5	0,4	63,0	1,3	203,1	1,3	191,0	0,9
27-11-2008	3,5	384,8	0,5	77,9	1,3	198,7	1,3	191,0	0,7
04-12-2008	3,6	400,6	0,4	65,7	1,3	200,2	1,4	199,6	0,9
07-05-2009	2,9	322,3	0,2	35,7	0,8	131,8	1,2	168,1	0,9
08-06-2009	2,7	308,5	0,2	30,3	0,9	137,6	1,0	143,8	0,6
26-06-2009	2,6	293,7	0,3	42,5	0,9	137,6	1,0	149,6	0,7
04-07-2011	1,4	170,9	0,0	7,2	0,2	40,2	0,2	33,7	0,0
05-08-2011	3,3	365,7	0,1	24,8	1,1	174,0	1,0	148,1	0,7

Extracto de matriz con correlación de puntos notables.

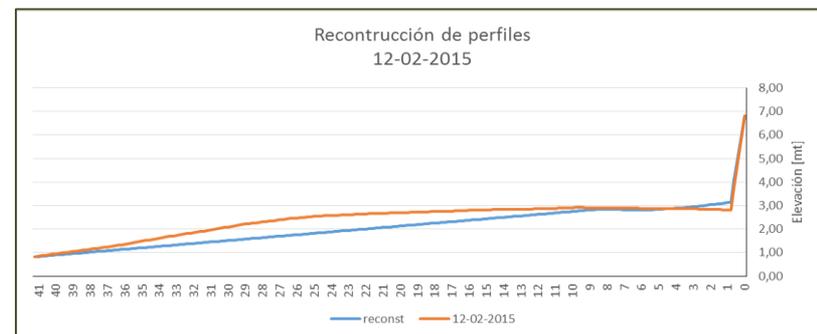
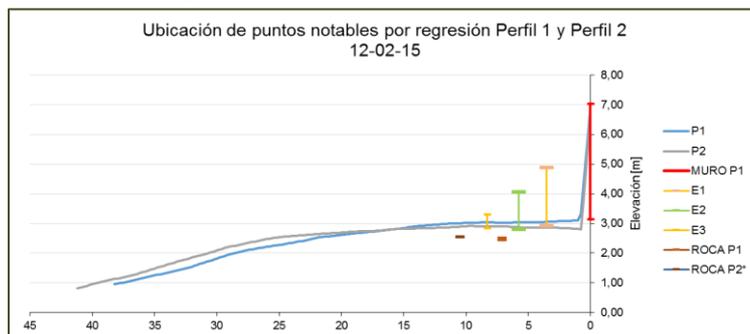
Metodología- Relación entre mediciones de puntos y perfiles de playa

Puntos notables referidos al NRS



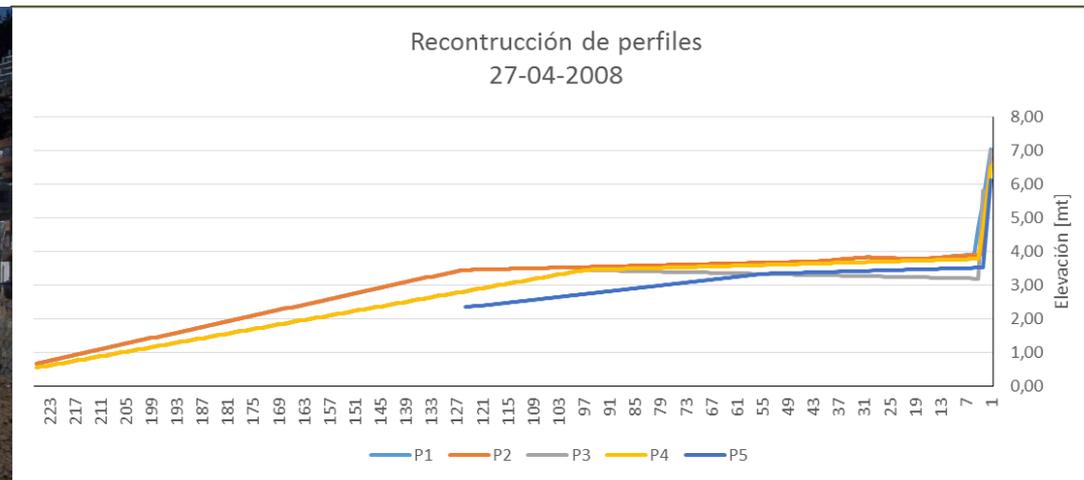
Establecer coincidencia: Superposición entre perfil medido en terreno y nivel de arena estimado de forma indirecta (por regresión lineal)

Obtener correcciones: Superposición entre perfil medido en terreno y perfil obtenido de mediciones indirectas.



Metodología- Recreación de perfiles antiguos

Se utiliza la distancia del nivel de arena obtenida de la regresión lineal de los 14 puntos notables para trazar el perfil de playa existente en la fecha deseada.



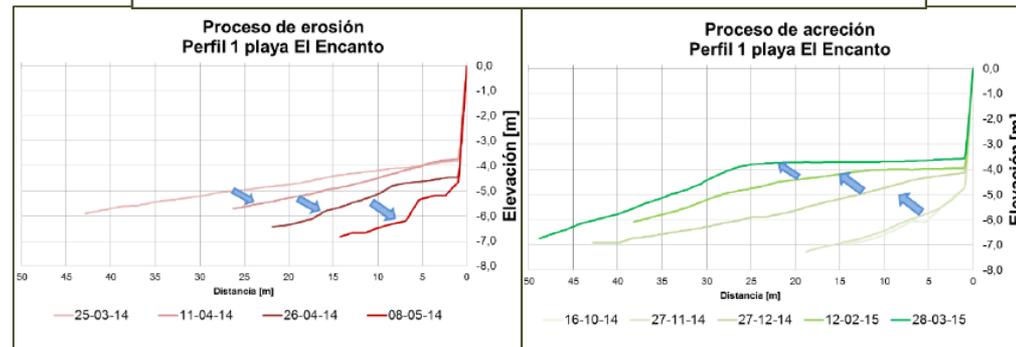
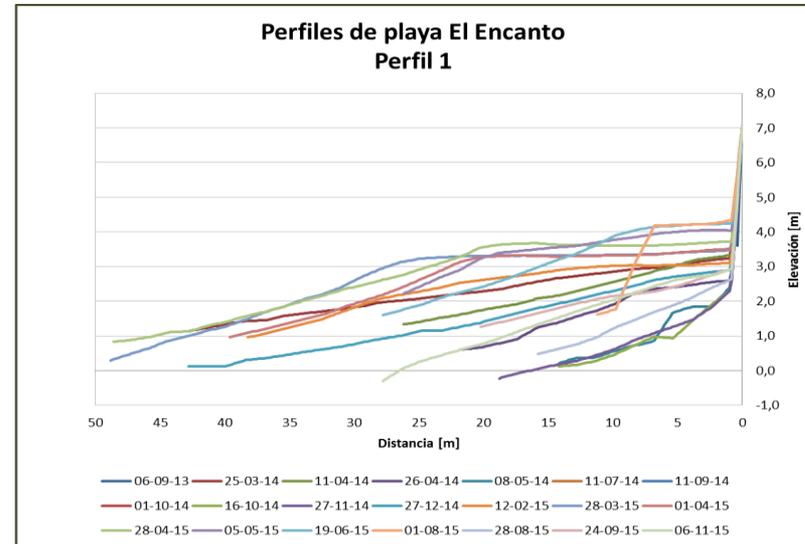
Resultados

Medición perfiles de playa



Sector resguardado del oleaje incidente del SW, pero se ve afectado por el fenómeno de difracción debido a la formación rocosa donde se emplaza un edificio residencial y a mayor profundidad la presencia de la Roca El Encanto. Es el sector más vulnerable de la playa ya que evidencia con mayor facilidad el cambio en el contenido energético del oleaje.

Las mayores variaciones del nivel de arena medidas en el muro alcanzan los 2,1 [m], y en la zona de la explanada, un máximo de 3,1 [m] de altura.



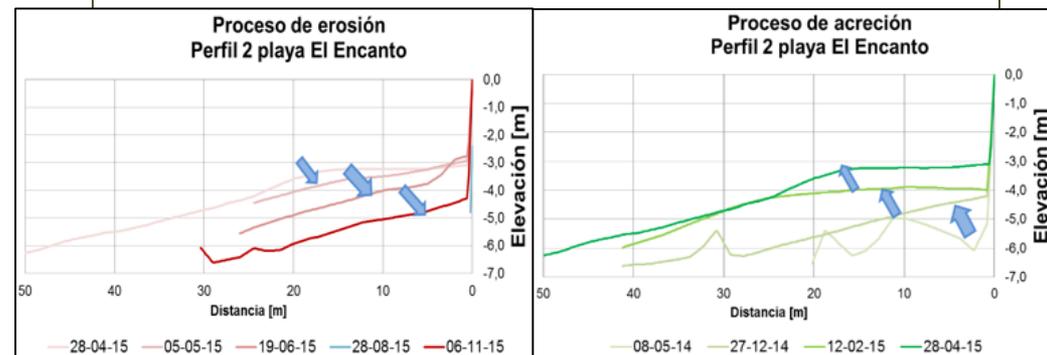
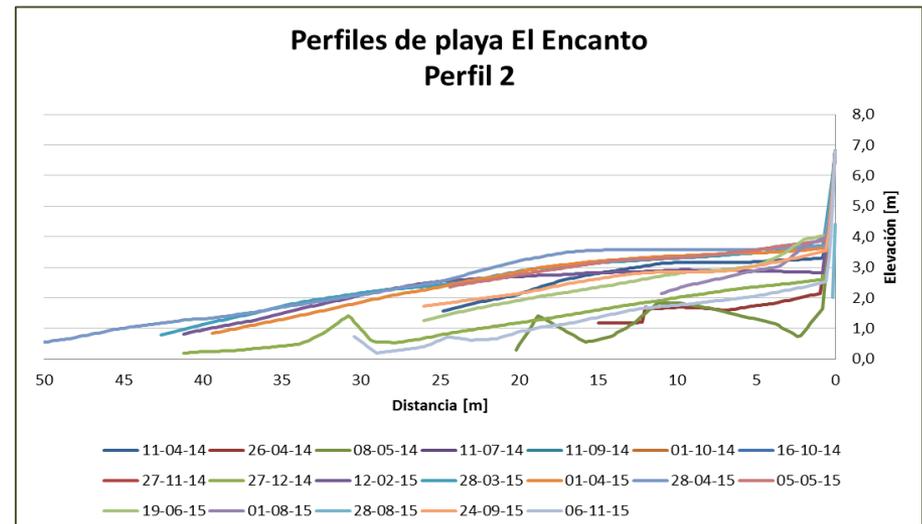
Resultados

Medición perfiles de playa



Su principal característica es su fondo que está compuesto por imponentes formaciones rocosas que se tornan visibles en la fase erosiva de la playa y se extienden en los primeros 20 [m].

Las mayores variaciones de arena son registradas en el muro de contención de la playa alcanzando los 1,8 [m], y en la zona de explanada superando los 2,5 [m]



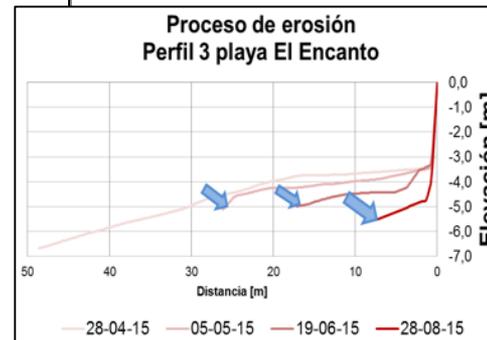
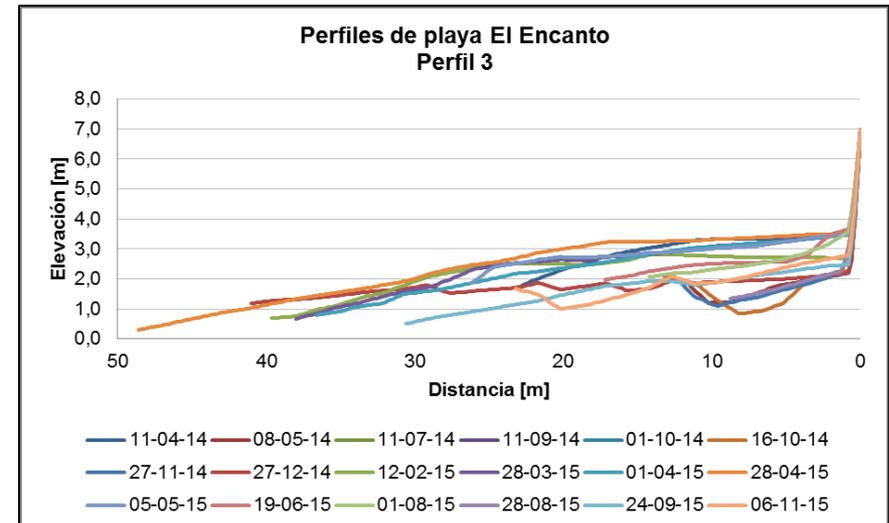
Resultados

Medición perfiles de playa



Presenta formaciones rocosas tanto en la zona sumergida e intermareal que generan una cierta protección ante la fuerza erosiva del oleaje, de modo que las variaciones de su nivel de arena son mucho menores.

Esto se traduce en 1,1 [m] de variación en altura del muro, y 1,9 [m] en la explanada del perfil.



Resultados

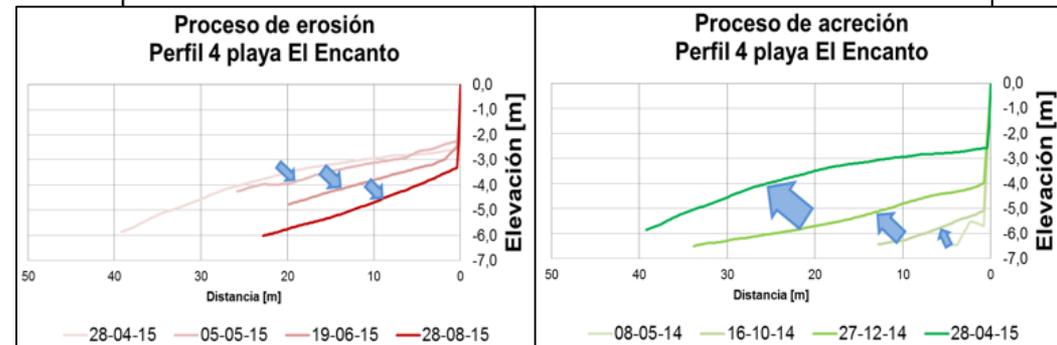
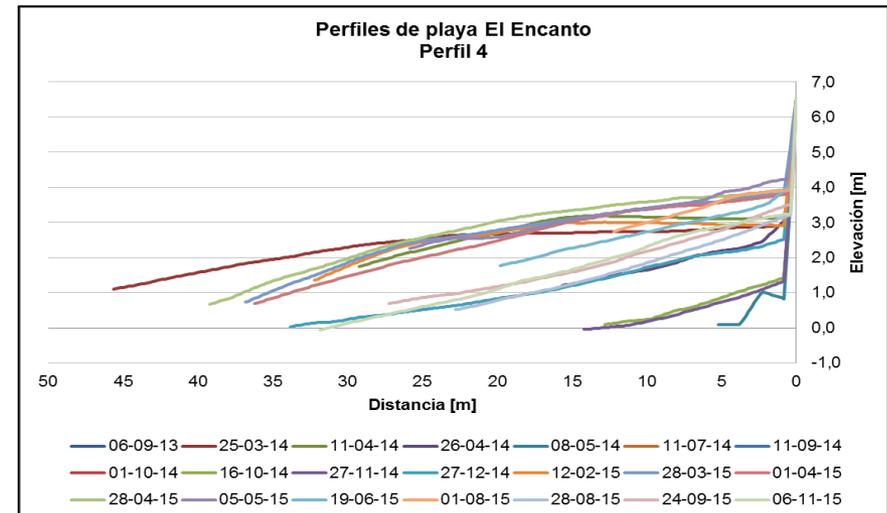
Medición perfiles de playa



La primera característica del perfil es que en el muro de contención se ubica la salida de un tubo de descarga de aguas lluvias que presenta un reducido pero constante caudal de descarga lo que acrecienta la erosión del perfil en invierno.

En época invernal, la erosión del perfil adquiere una forma de canal, provocando que el oleaje incidente llegue hasta el mismo muro de contención, dividiendo la playa en dos tramos

Las variaciones en el nivel de arena alcanzan los 1,96 [m] en muro, y 3 [m] en la explanada del perfil.



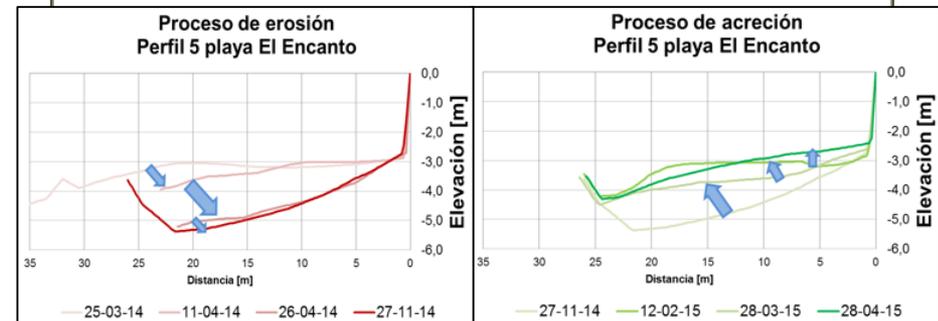
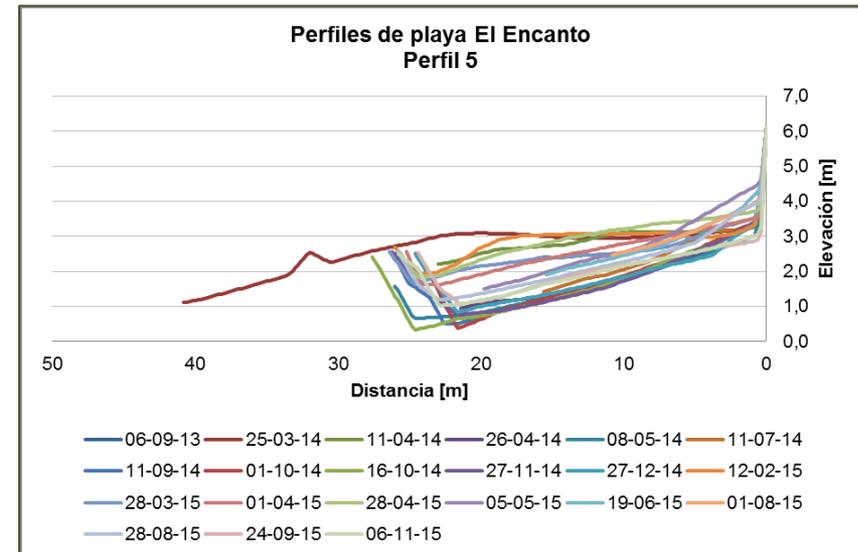
Resultados

Medición perfiles de playa



Tramo de la playa con mayor cobertura de arena de la playa en términos de mayor estabilidad sedimentaria en el transcurso anual.

Las variaciones en el nivel de arena se traducen en 1,5 [m] en el muro de contención y 1,6 [m] promedio en la explanada de la playa.

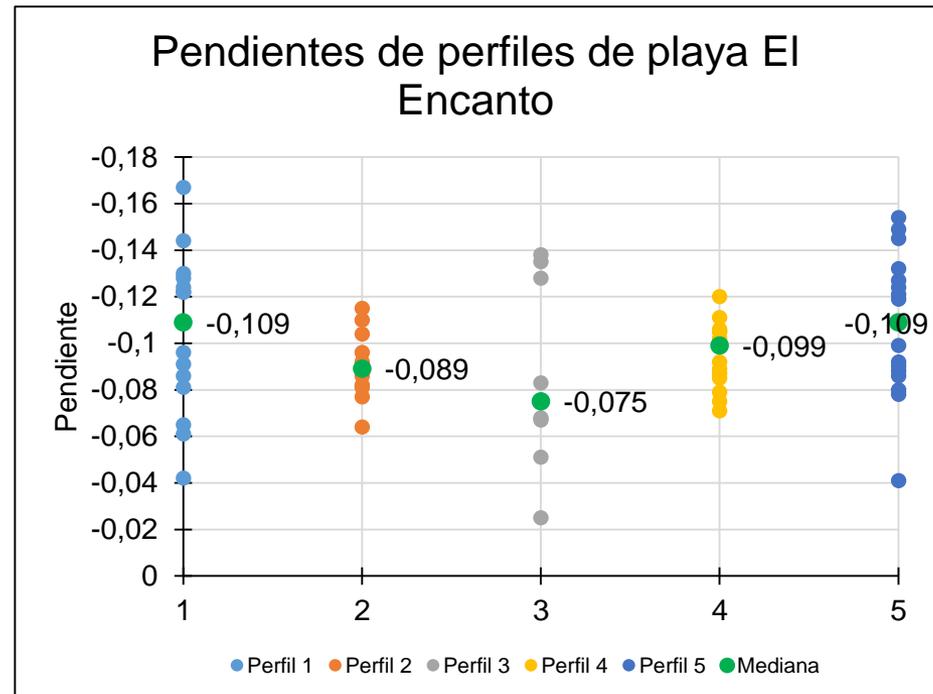


Resultados

Variación de la pendiente de perfiles de playa



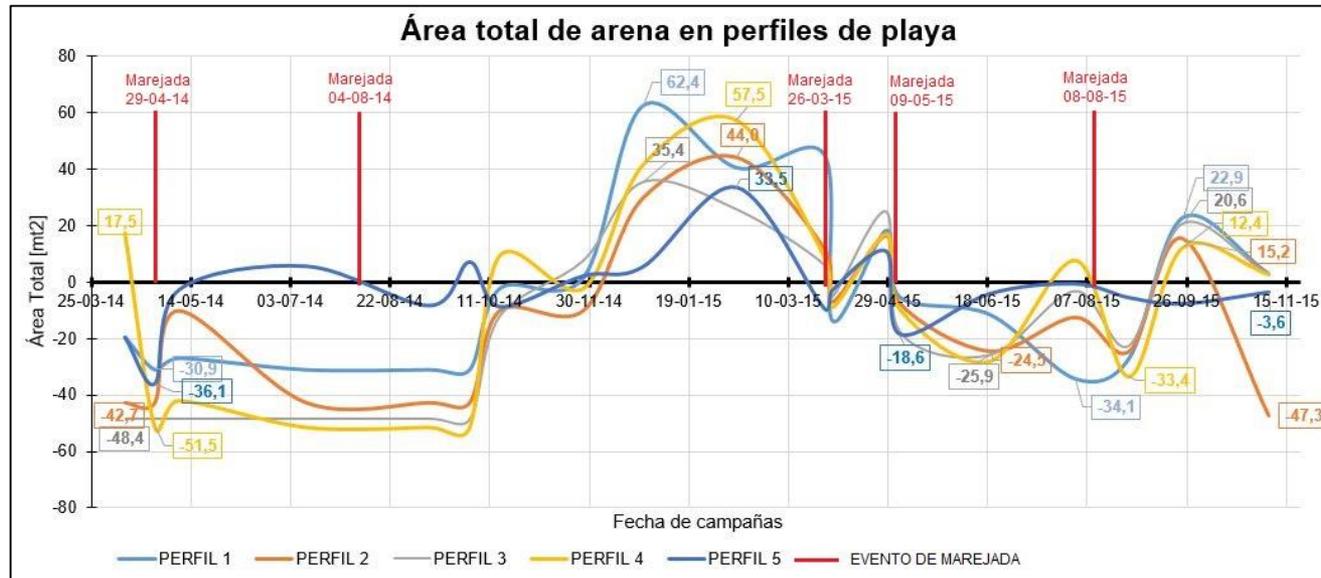
- Comportamiento similar entre los perfiles extremos de la playa (1 y 5), en donde se registra una gran variedad de pendientes de los perfiles medidos.
- Un caso contrario ocurre con los perfiles 2 y 4, donde se observa una abundancia de registros concentrados en un mismo rango.
- Perfil 3 de la playa registra un comportamiento diferente al resto, donde se observan dos marcadas tendencias con rangos extremos.



Resultados

Área total de arena

Con medición de perfiles de playa es posible calcular el aumento o disminución del área de arena por metro lineal de playa para cada perfil de manera mensual. Se ilustra además de forma simultánea la ocurrencia de eventos de marejadas importantes obtenidos del estudio realizado por Campos-Caba (2016).

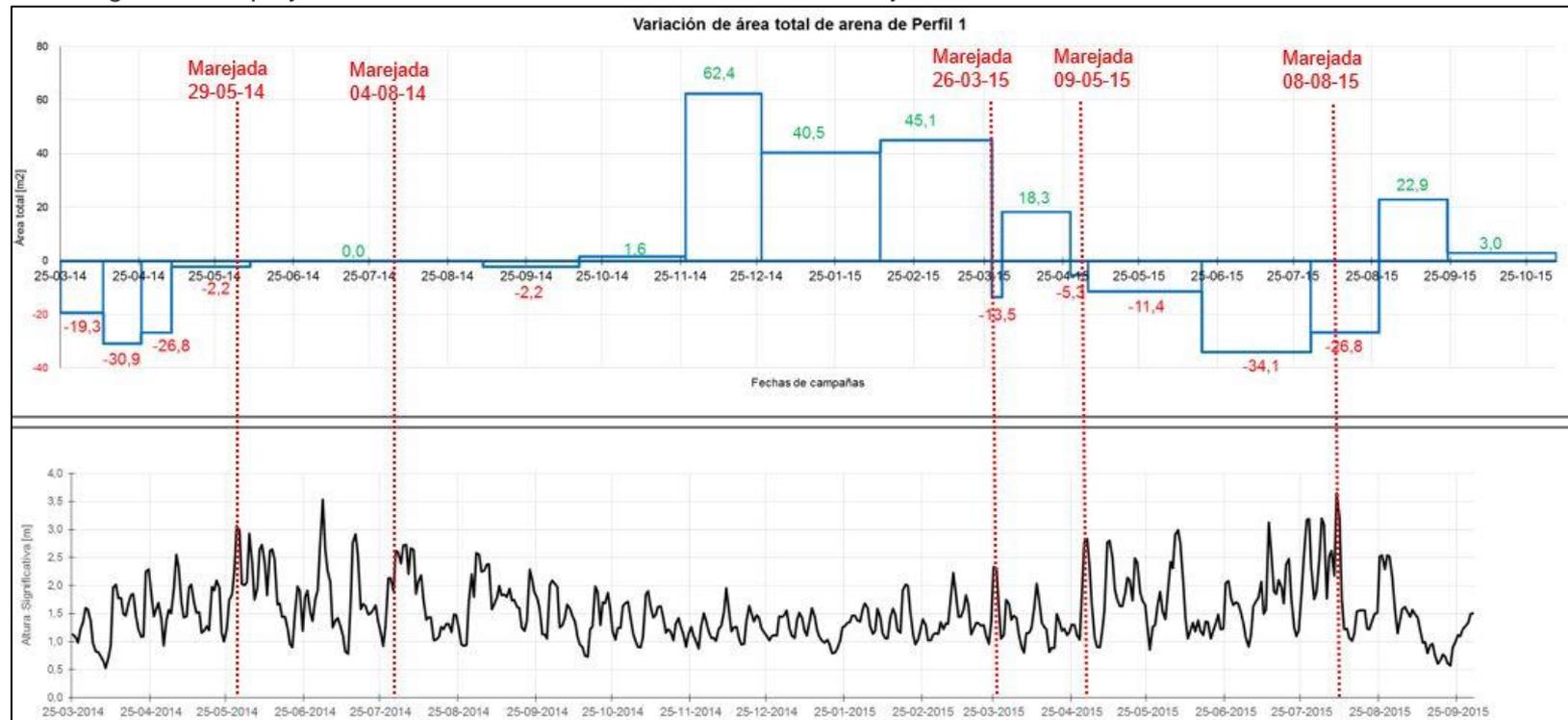


- Posible fenómeno de pivote del relleno sedimentario, perfiles 1 y 3 disminuyen su área, mientras que perfiles 2, 4 y 5 la incrementan en período comprendido entre 19-01-15 y 10-03-15.
- Cantidad de arena movilizada en el transcurso de la playa analizado es de **293.845 [m3]**.
- Las zonas con mayor variación de área total de arena corresponden a los perfiles 1 y 4, seguidos por los perfiles 2, 3 y 5.

Resultados

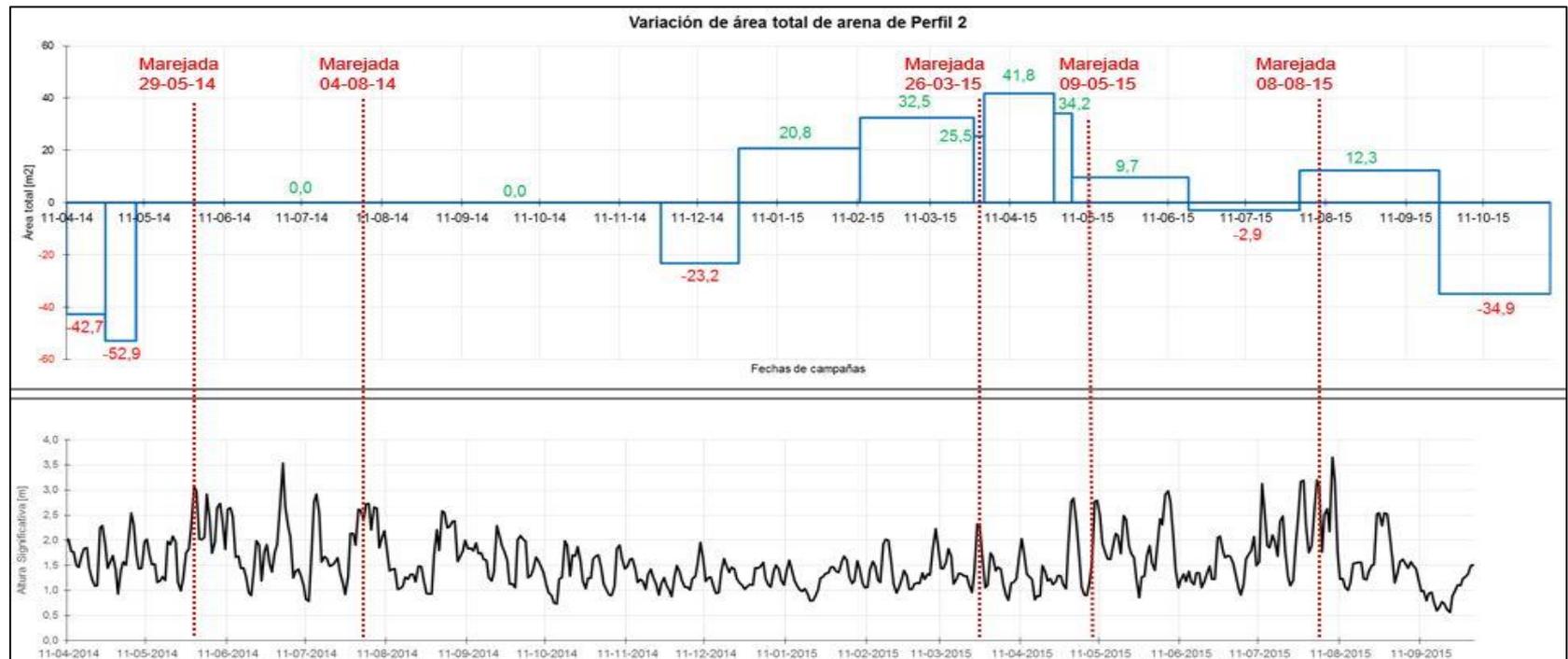
Variación de área total de arena asociada a registro de oleaje

Mediante la transferencia espectral de oleaje del proyecto “Un Atlas de Oleaje para Chile” es posible visualizar las variaciones morfológicas de la playa ante la acción de ciertas condiciones de oleaje.



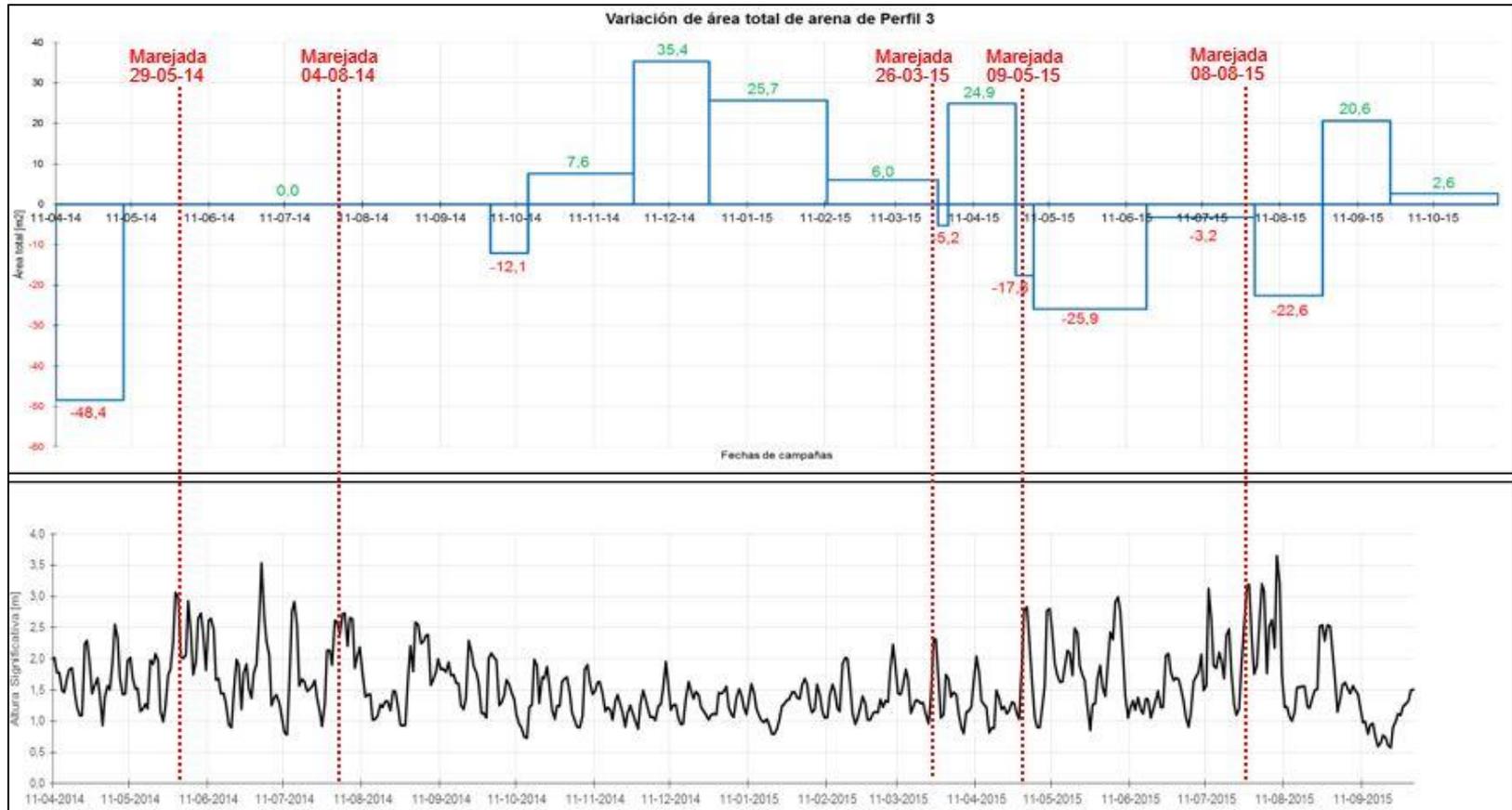
Resultados

Variación de área total de arena asociada a registro de oleaje



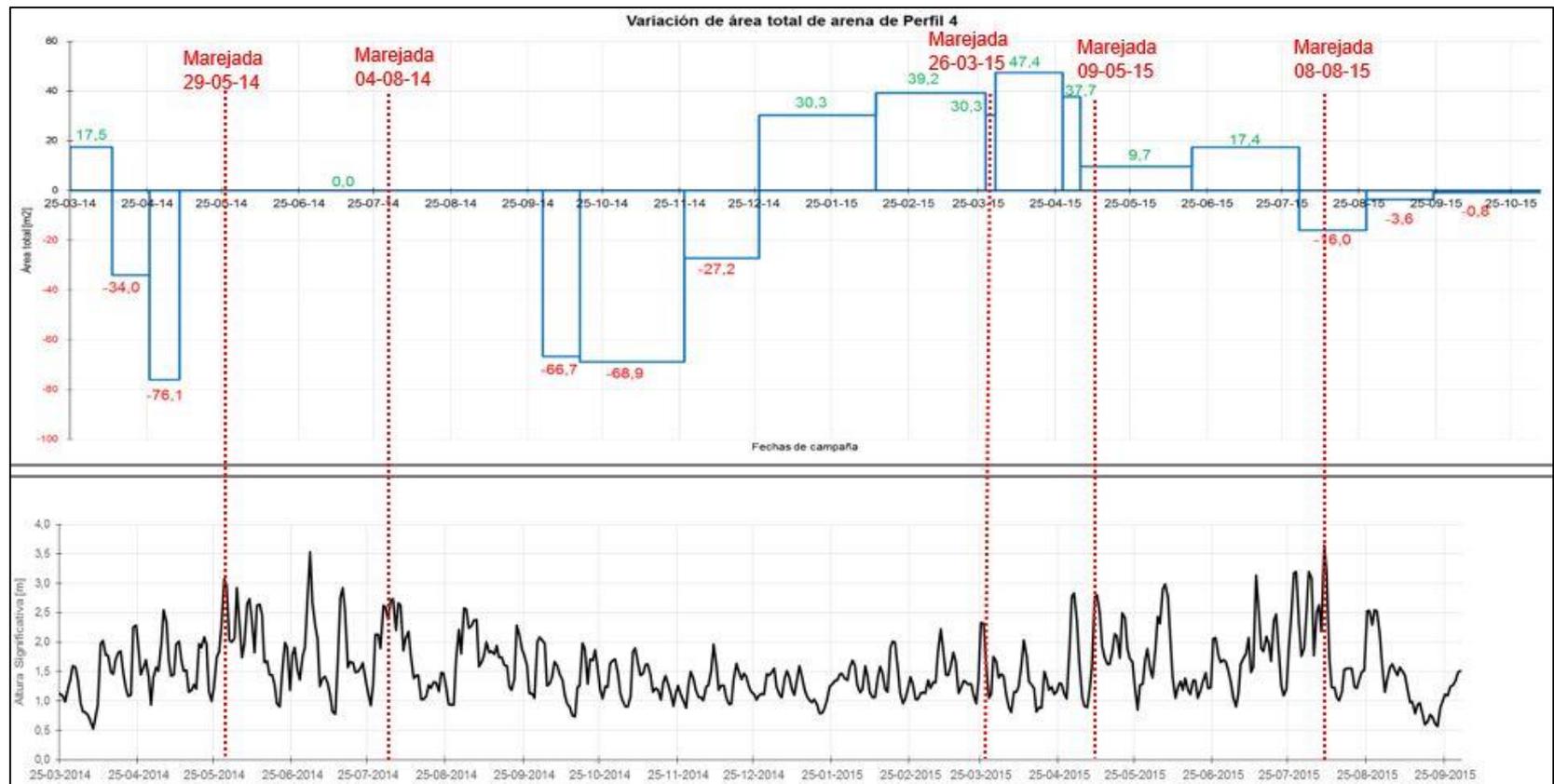
Resultados

Variación de área total de arena asociada a registro de oleaje



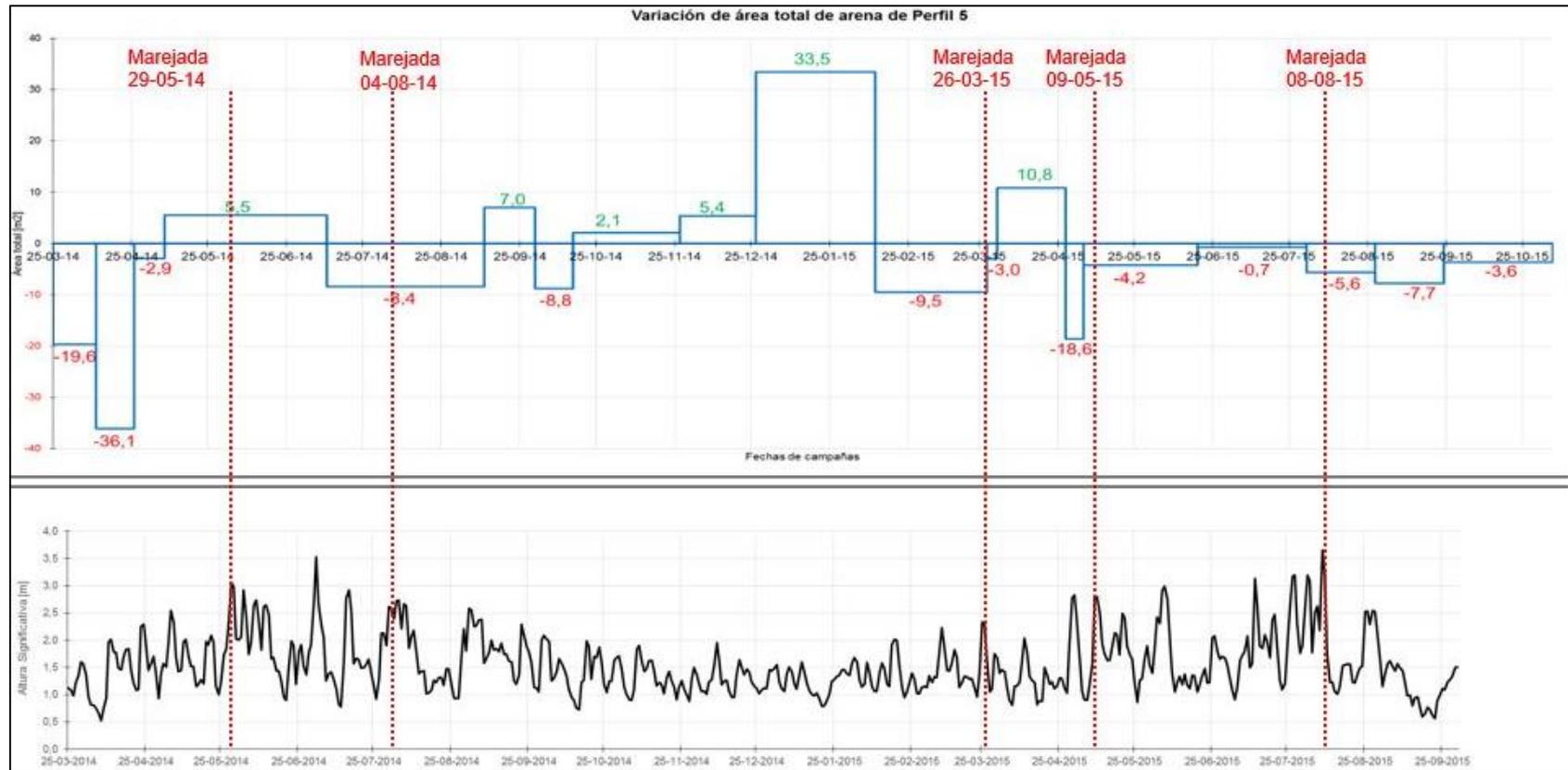
Resultados

Variación de área total de arena asociada a registro de oleaje



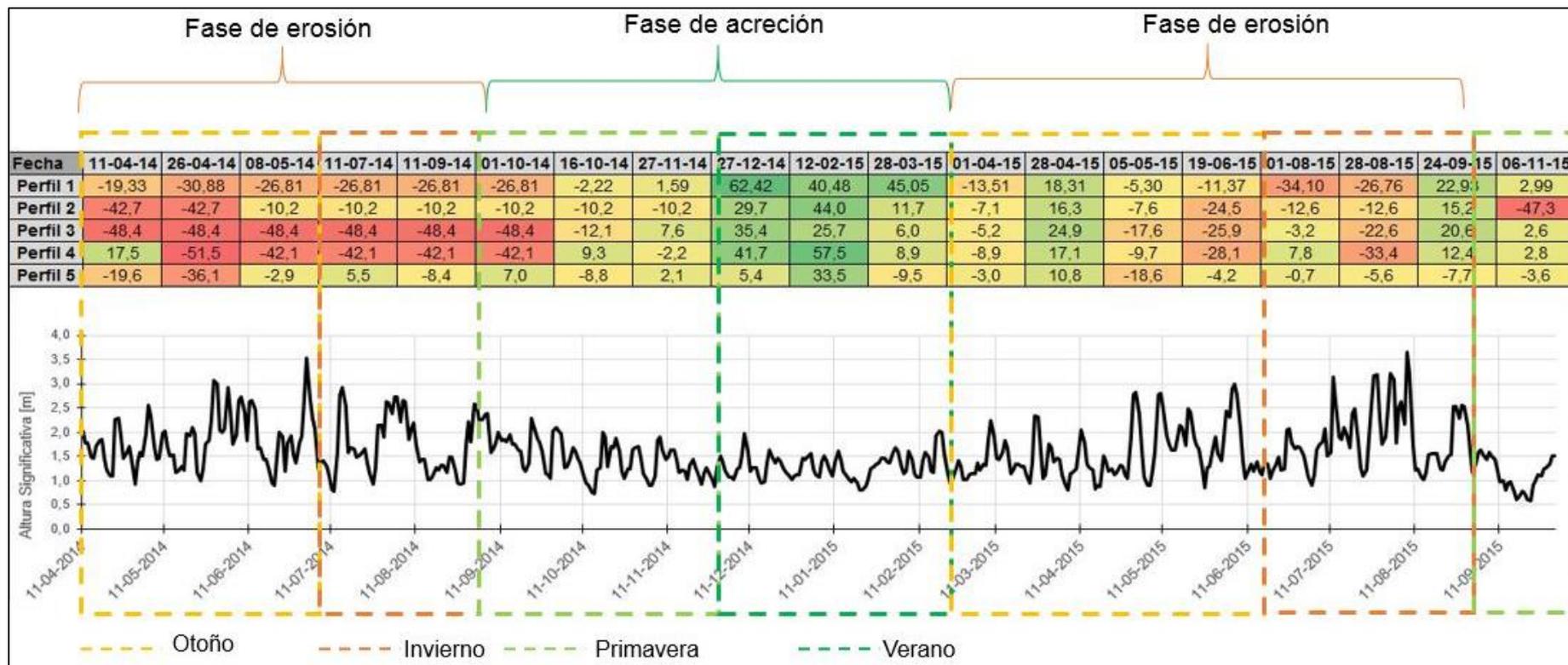
Resultados

Variación de área total de arena asociada a registro de oleaje



Resultados

Variación de área total de arena asociada a registro de oleaje



Fenómeno de pivoteo observable entre fechas **08-05-14** y **01-10-14**, donde los perfiles 1, 2, 3 y 4 registran pérdidas en su área de arena, mientras que el perfil 5 incrementa su área.

Resultados

Resumen de fase erosiva y acreción de perfiles

Fase	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5
Erosión	Marzo- Agosto	Marzo- Noviembre	Abril- Octubre	Abril- Noviembre	Abril- Agosto
Acreción	Octubre- Abril	Diciembre- Junio	Noviembre- Marzo	Diciembre- Julio	Septiembre- Marzo



Resultados

Análisis Sedimentológico

Perfil 1	Explanada	Intermareal	Tipo de Sedimento
	0,00%	0,00%	4 - Grava Fina
	0,02%	0,42%	2 - Grava Muy Fina
	0,54%	4,34%	1 - Arena Muy Gruesa
	16,36%	48,38%	0.5 - Arena Gruesa
	72,34%	46,06%	0.25 - Arena Mediana
	0,36%	0,53%	0.125 - Arena Fina
	7,25%	0,27%	0.063 - Arena Muy Fina

Perfil 3	Explanada	Intermareal	Sumergido	Tipo de Sedimento
	0,00%	0,21%	0,00%	4 - Grava Fina
	0,02%	3,91%	0,63%	2 - Grava Muy Fina
	0,12%	31,57%	15,53%	1 - Arena Muy Gruesa
	10,42%	39,39%	49,39%	0.5 - Arena Gruesa
	74,18%	24,22%	33,84%	0.25 - Arena Mediana
	0,47%	0,62%	0,41%	0.125 - Arena Fina
	8,26%	0,06%	0,19%	0.063 - Arena Muy Fina

Perfil 5	Explanada	Intermareal	Sumergido	Tipo de Sedimento
	0,00%	0,00%	1,03%	4 - Grava Fina
	0,18%	0,17%	3,99%	2 - Grava Muy Fina
	3,98%	7,28%	45,65%	1 - Arena Muy Gruesa
	41,09%	60,79%	42,09%	0.5 - Arena Gruesa
	52,72%	31,41%	7,21%	0.25 - Arena Mediana
	1,61%	0,16%	0,03%	0.125 - Arena Fina
	0,40%	0,18%	0,01%	0.063 - Arena Muy Fina



Estero Marga Marga Interior	Estero Las Palmas	Estero Marga Marga Desembocadura	Estero Reñaca Desembocadura	Tipo de Sedimento
13,33%	1,12%	23,70%	10,39%	4 - Grava Fina
10,88%	12,22%	19,47%	20,54%	2 - Grava Muy Fina
12,87%	39,41%	17,07%	27,06%	1 - Arena Muy Gruesa
17,89%	41,07%	13,42%	26,17%	0,5 - Arena Gruesa
23,38%	5,95%	10,05%	11,05%	0,25 - Arena Mediana
9,08%	0,10%	3,91%	1,06%	0,125 - Arena Fina
3,12%	0,02%	2,28%	0,81%	0,063 - Arena Muy Fina
9,44%	0,10%	10,11%	2,88%	0,031- Limo Grueso

Resultados

Análisis Sedimentológico

Granulométrico: Existe una gradación normal de los granos de arena, que se evidencia una disminución gradual del tamaño de las partículas desde la zona sumergida hacia la explanada de la playa.

Estadístico: En referencia a la distribución de los datos respecto a la media aritmética, la asimetría obtenida para las muestras de perfiles de playa evidencia una neta preponderancia a la asimetría hacia finos. Esta característica puede interpretarse como un indicador de la lejanía de las partículas a su fuente de origen.

Mineralógico: Se destaca la presencia de 5 minerales principales (Feldespato potásico, Cuarzo, Biotita, Magnetita y Pirita)



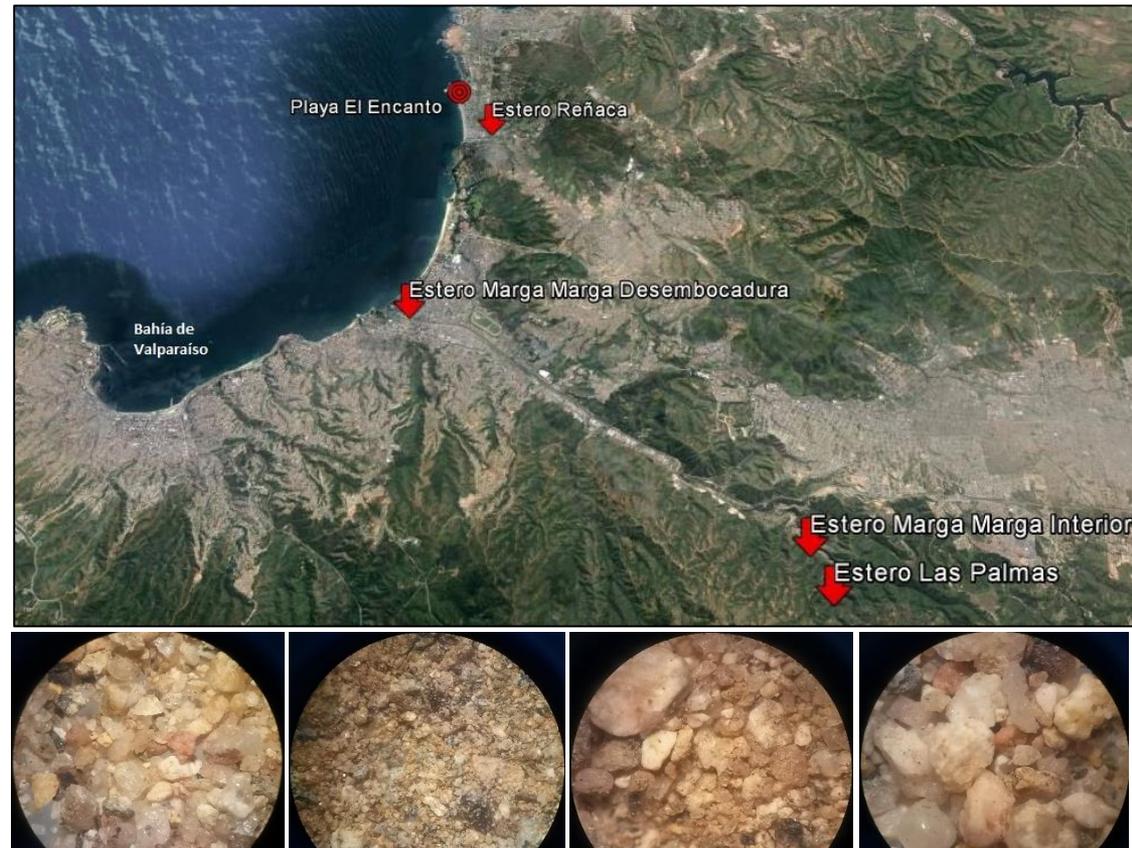
Resultados

Análisis Sedimentológico

El tipo de sedimento predominante en todas las muestras analizadas, tanto de perfiles de playa como de esteros, es una **arena mediana del tipo cuarzo-feldespática, bien clasificada**.

La composición mineralógica de los granos indica que la fuente generadora de los sedimentos es el **basamento metamórfico**. Sin embargo no es posible precisar qué estero es el que aporta el sedimento presente en la playa, ya que ambos se originan en el mismo batolito costero, de modo que las características de sus granos son muy similares.

Se sugiere que para distinguir con mayor exactitud el origen de la arena que componen El Encanto existen técnicas como los trazadores radiactivos que permiten detectar el transporte de sedimento que se produce de manera natural mediante detectores portátiles.

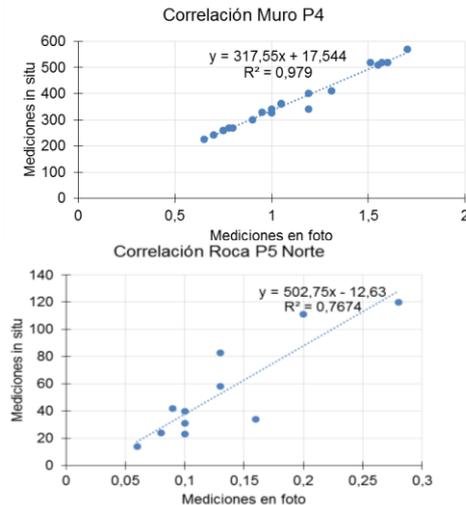


Resultados

Correlación de mediciones directas e indirectas

Tras calcular la correlación entre ambas mediciones se obtienen diversos grados de ajuste del modelo de regresión debido a las siguientes causas:

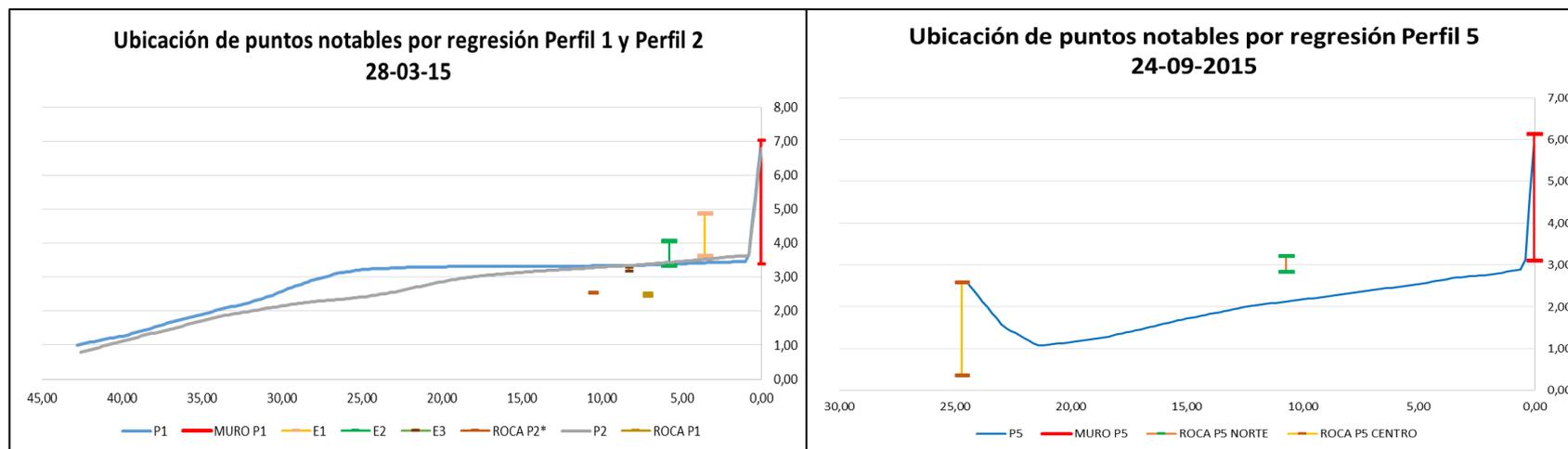
- Existen puntos confiables, en el que su ubicación es muy notoria y presentan muy buena nitidez para la medición del nivel de arena.
- Existen puntos confiables con poca precisión para la cuantificación del nivel de arena debido a que se encuentran muy lejanos al punto de captura (por ejemplo: altura del punto Muro P5)
- Existen punto con poca precisión que debido al contorno en donde se encuentran, tornan difícil su identificación y medición (por ejemplo: Roca P4).



Resultados

Relación entre mediciones de puntos y perfiles de playa

Se grafican las 21 campañas de medición de perfiles playa con las distancias de los puntos notables indirectos, cuyo objetivo es distinguir la coincidencia o no de los puntos con el perfil medido además de clasificar aquellos puntos confiables a utilizar para reconstrucción de perfiles.

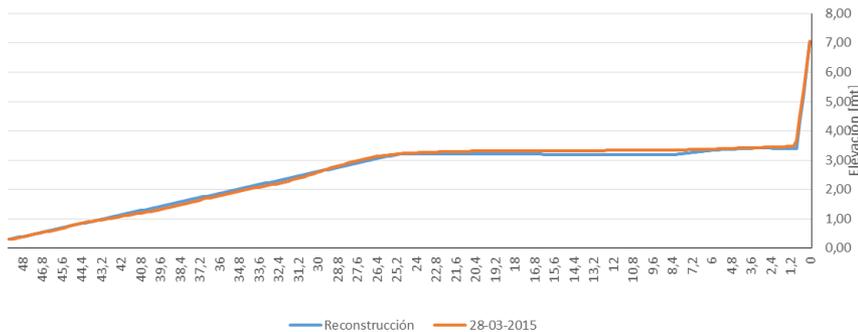


Resultados

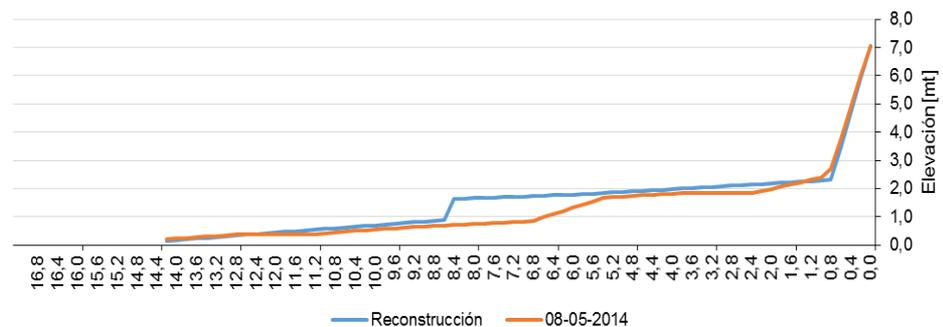
Relación entre mediciones de puntos y perfiles de playa

Se reconstruye los 5 perfiles a partir de puntos notables indirectos para las 21 campañas de medición. El objetivo es distinguir aquellos puntos notables que se ajustan al perfil de playa, y cuales requieren correcciones para un correcto ajuste.

Reconstrucción de Perfil 1
28-03-2015



Reconstrucción de Perfil 1
08-05-2014



Resultados

Relación entre mediciones de puntos y perfiles de playa

Con este proceso se corrobora la información obtenida del análisis de las pendientes de los perfiles de playa en donde se establece una clara similitud de los perfiles según su etapa del ciclo anual. Para ello se clasifica la condición de la playa en tres etapas: *acreción, medio y erosión* con las siguientes características:

- **Acreción:** etapa en la cual la playa presenta su máximo acumulación de sedimento.
Los perfiles 1, 3 y 5 presentan similitudes en el nivel de arranque del perfil.
Los perfiles 1, 2 y 4 presentan pendiente del perfil similares.
- **Medio:** etapa en la cual la playa aún no alcanza su máxima condición de erosión o acreción, es decir, son los estados intermedios de acumulación de sedimento.
Los perfiles 2 y 4 muestran el mismo nivel de arranque del perfil, mientras que los perfiles 1, 3 y 5 tienen un mismo arranque.
Los perfiles 2 y 4 poseen pendiente de perfil similares.
- **Erosión:** etapa extrema de la playa, en que ha alcanzado su máxima pérdida de sedimento.
Respecto al arranque del perfil se distinguen dos pares de similitudes, perfiles 1-3 y 2-4.
Los perfiles 1 y 4 presentan pendientes semejantes en su forma.



Resultados

Se establece que 6 de los 14 puntos notables requieren modificaciones para una correcta recreación de perfiles. Para estandarizar dichas modificaciones, se utiliza la clasificación general de la fotografía etiquetándola como: Erosión, Medio, o Acreción. De esta manera, dependiendo de la foto que se desee reconstruir, se deberá aplicar la corrección dependiendo del tipo de condición de playa etiquetada.

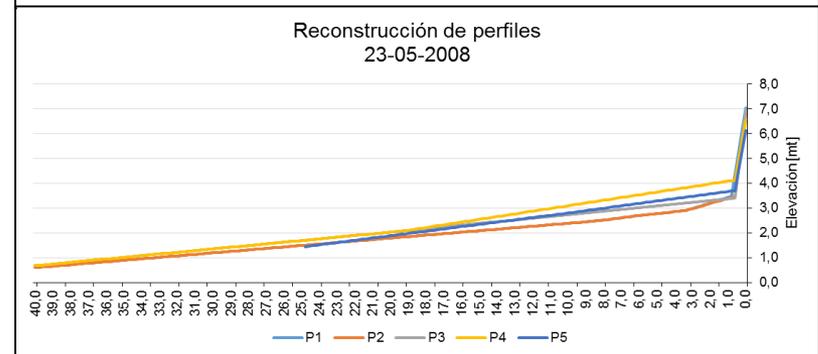
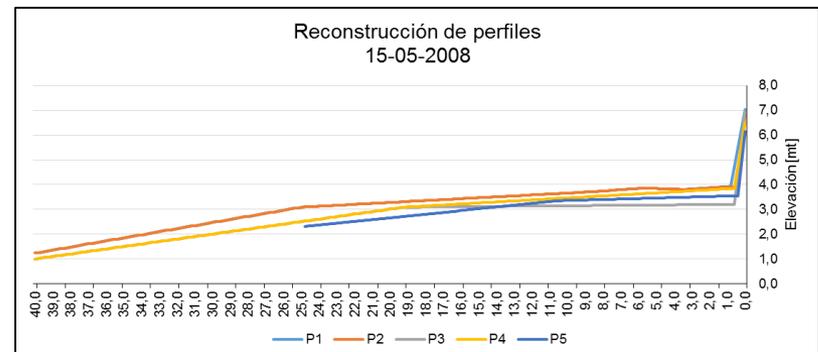


- **Punto Descanso E1:**
 - En condición de erosión al número entregado por la regresión se debe restar -0,3 [m].
 - En condición de acreción se debe adicionar +0,6 [m].
 - Para las condiciones medias de playa, la correlación se ajusta adecuadamente sin precisar de modificaciones.
- **Punto Descanso E2 y Descanso E3:**
 - En ambos puntos notables se debe corregir para la condición de erosión sumando +0,3 [m].
 - Para condiciones medias y de acreción se debe adicionar +0,6 [m].
- **Punto Roca P3(2°):**
 - En la condición de erosión se debe adicionar +1 [m].
 - En condición media +1,5 [m].
 - En acreción +1,8 [m].
- **Punto Roca P5 Norte:**
 - En condición de erosión se requiere restar -0,5 [m].
 - En condición media se debe restar -0,3 [m].
 - Sin embargo para condición de acreción la regresión se ajusta correctamente.
- **Punto Roca P5 Centro:**
 - En condición de erosión se debe sumar +0,5 [m].
 - En condición media sumar +1 [m].
 - En condición de acreción sumar +1,8 [m].

Resultados

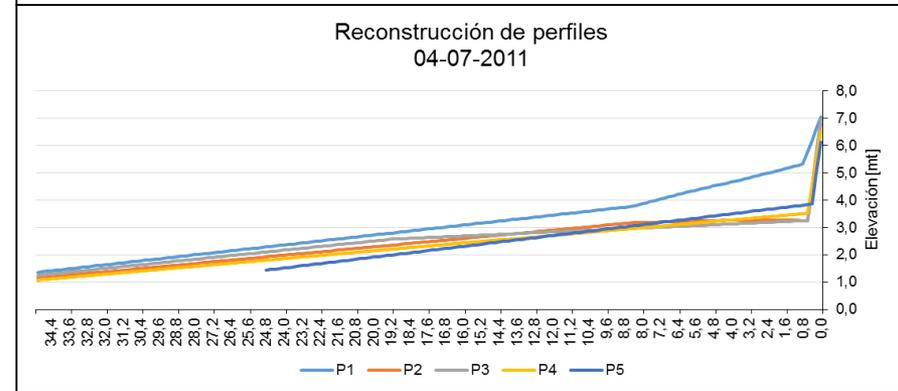
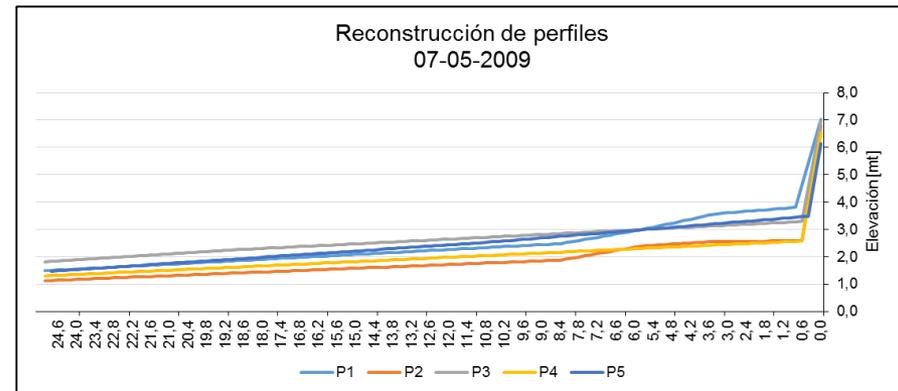
Tras aplicar las correcciones establecidas identificando la clasificación de la condición de playa que presenta la fotografía se obtiene la reconstrucción de perfiles a partir de mediciones indirectas.

Reconstrucción de proceso erosivo



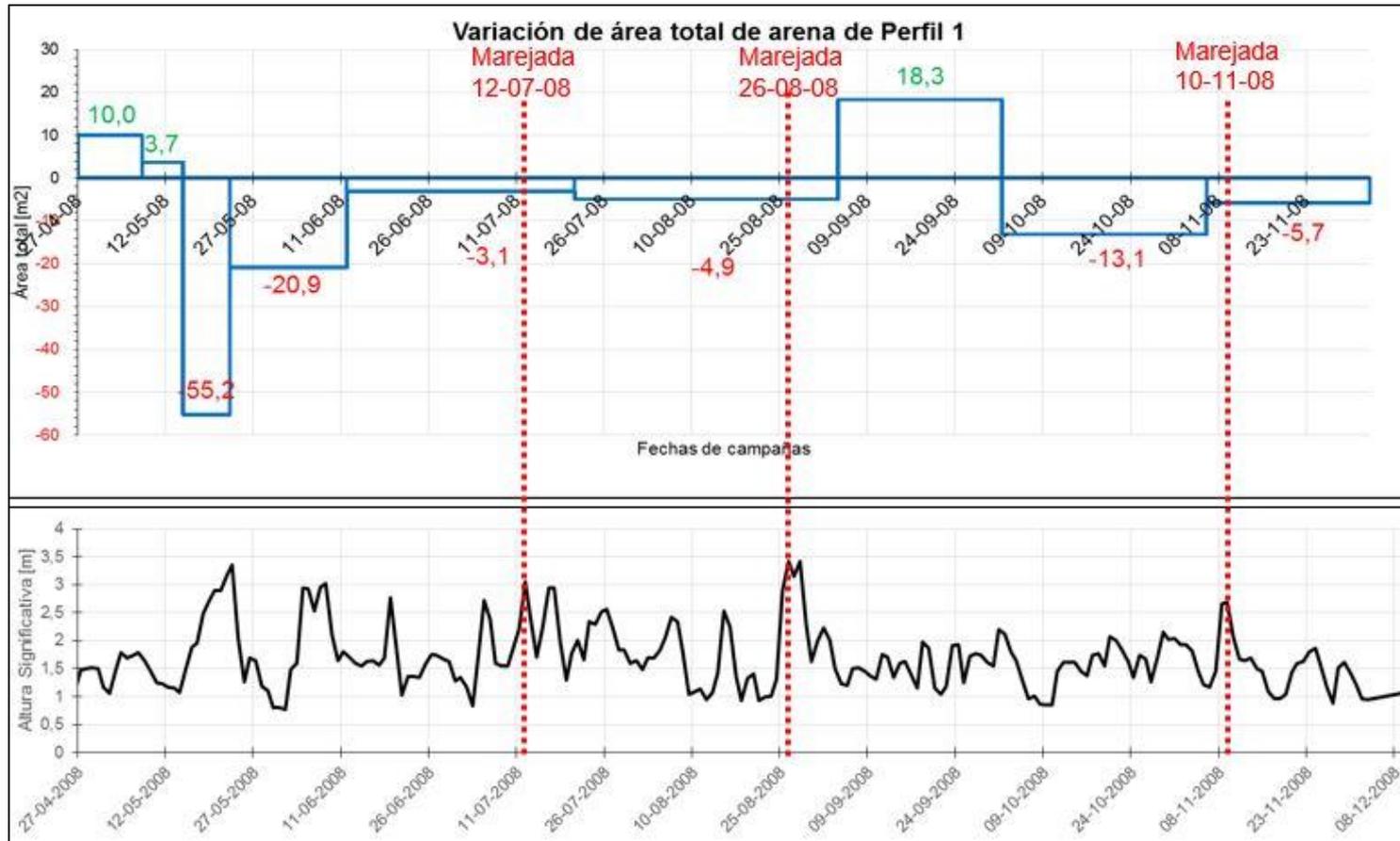
Resultados

Reconstrucción de perfiles asimétricos



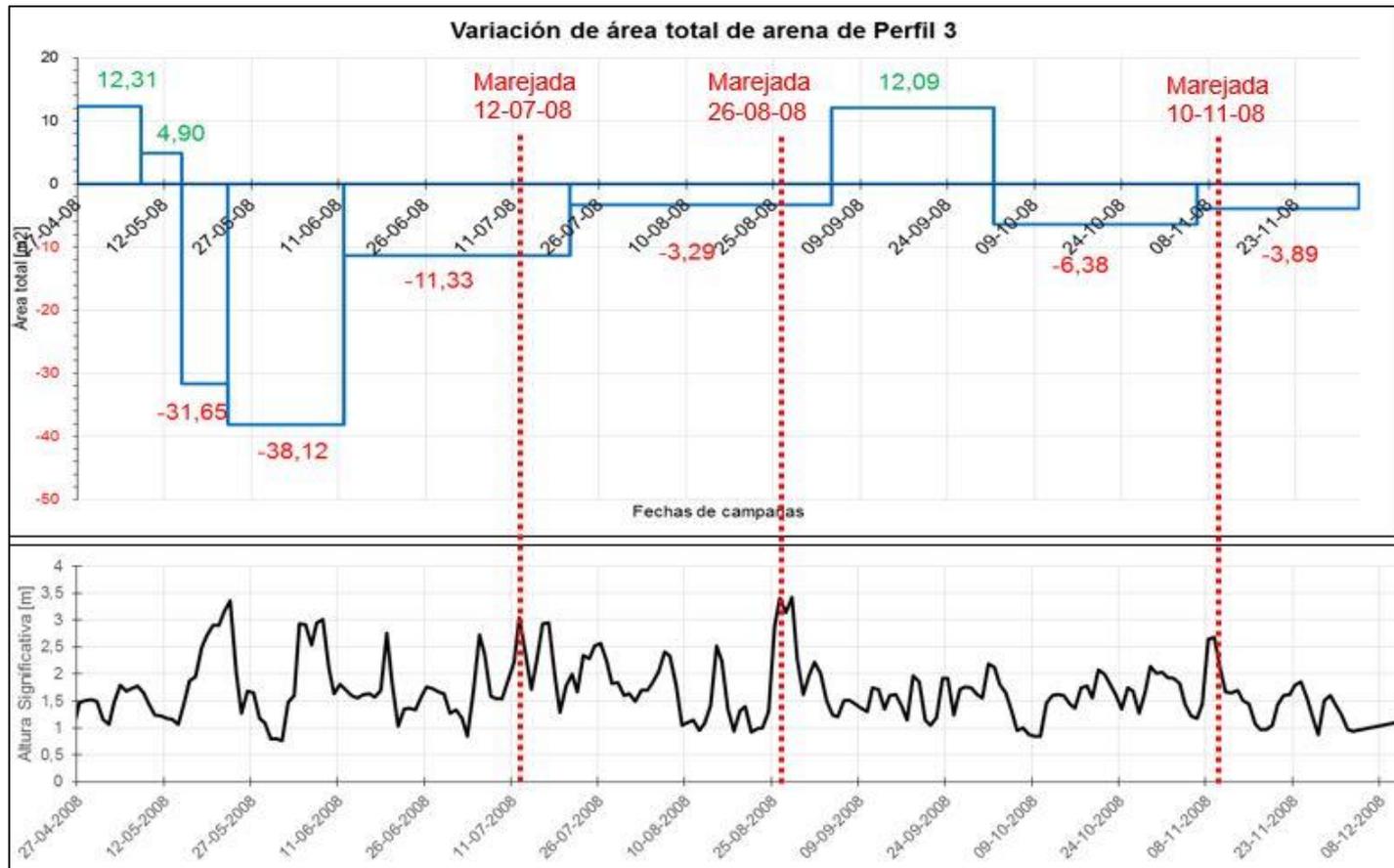
Resultados

Cálculo de área total de arena año 2008



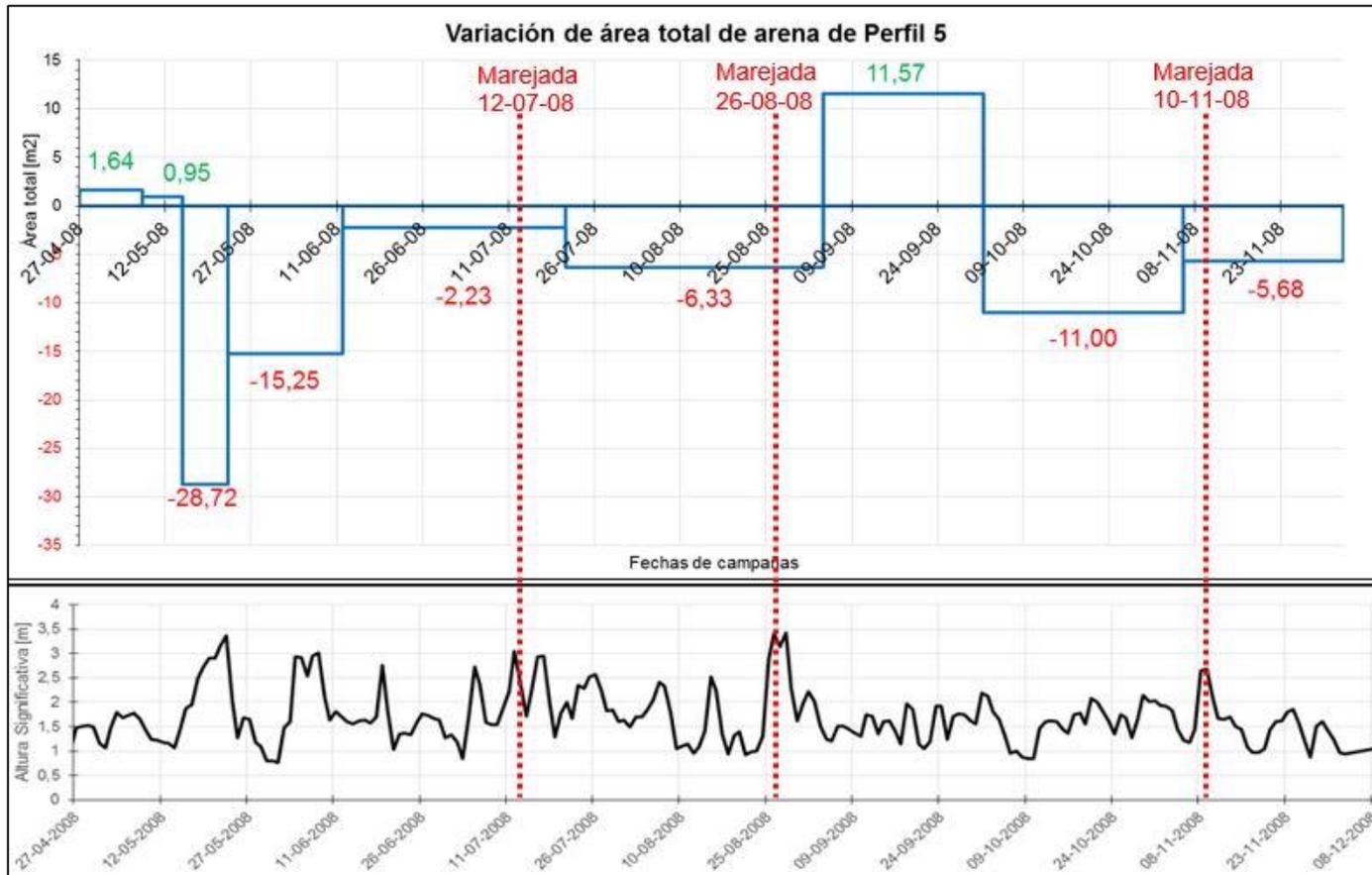
Resultados

Cálculo de área total de arena año 2008



Resultados

Cálculo de área total de arena año 2008



Metodología propuesta

Etapas para asegurar un correcto funcionamiento del método propuesto para la estimación de perfiles de playa a través de la correlación de mediciones directas e indirectas:

Paso 1: Identificación del punto de captura fotográfica para el seguimiento sistemático de la evolución de la playa en estudio. Este debe procurar sea lo más nítido posible en función de los elementos representativos a utilizar, ya que a mayor distorsión en la perspectiva del punto de captura, mayores serán las correcciones que deban realizarse en los valores pronosticados de los puntos notables.

Paso 2: Selección de la ubicación del trazado de perfiles de playa campañas de medición. Se debe procurar que cada sector de la playa que presente variabilidad en su morfología anual, sea representado mediante el trazado de un perfil. Es decir, cada perfil trazado debe representar las unidades morfológicas de la playa que posean características similares.

Paso 3: Desde el punto de captura, identificar los elementos representativos de la playa que serán utilizados como puntos de control para la variación del nivel de arena. Es necesario asegurar que dichos elementos sean identificables y medibles en todas las fases evolutivas de la playa (acreción y erosión). Además es necesario que cada perfil contenga más de un elemento representativo y su ubicación se encuentre en el mismo perfil o en sus proximidades.

Paso 4: Para cada campaña de medición de perfiles se debe procurar que cumplan las siguientes condiciones: 1. Registrar la captura fotográfica de la playa desde el punto seleccionado en el Paso 1, y medición en terreno de cada elemento representativo seleccionado en el Paso 3.

Paso 5: Para asegurar una correcta correlación de mediciones directas e indirectas, se recomienda asegurar al menos un año de medición en terreno y captura fotográfica. De esta forma se asegura un buen ajuste de los datos para todas las condiciones morfológicas de la playa.

Paso 6: Se debe realizar un levantamiento topográfico para conocer la elevación de los puntos notables referidos a un plano horizontal conocido. Al tratarse de un estudio de playa, dicho plano de referencia puede ser el Nivel de Reducción de Sonda, pudiéndose aplicar la metodología de cálculo propuesta en la memoria. Este procedimiento permite posicionar los elementos representativos en el perfil de playa al que está asociado.

Metodología propuesta

Paso 7: Para realizar la correlación de mediciones, se debe obtener de las fotografías el nivel de arena en centímetros de los puntos notables. Sin embargo primero se debe verificar que el encuadre fotográfico sea el mismo y para lograr esto, basta con hacer coincidir puntos de referencias en la fotografía seleccionados arbitrariamente. Una vez obtenidas las distancias medidas en la foto, se correlacionan mediante una regresión lineal con las mediciones obtenidas en terreno para la misma fecha de captura.

Paso 8: Para comprobar el funcionamiento de la regresión lineal y el valor de los datos obtenidos se deben corroborar las mediciones. Para ello se grafican los perfiles de playa medido en terreno simultáneamente con los valores de los puntos notables obtenidos de la regresión. Este proceso es fundamental ya que permitirá comprobar el buen o mal funcionamiento de las correlaciones.

Paso 9: Una vez establecida la funcionalidad de las correlaciones, y las posibles correcciones que deban realizarse a los puntos, es posible recrear perfiles de playa sólo a partir de una fotografía realizada desde el punto de captura, ya que la ecuación de la recta obtenida de la regresión transformará la distancia del nivel de arena registrada en la foto a la distancia real del perfil de playa.

Paso 10: Con la reconstrucción de perfiles es posible estudiar la evolución de perfiles de playa, distinguir las condiciones máximas alcanzadas tanto de erosión y de acreción y calcular el área de arena perdida o ganada en su transcurso anual.

Conclusiones

El transporte de sedimentos es uno de los procesos más importantes en el control de la morfología de las playas y determina para el caso particular de la playa El Encanto si la playa posee la superficie suficiente para recreación

De los procesos de acreción y erosión de la playa, se puede inferir a partir de los resultados, que el inicio de la etapa erosiva de la playa es entre los meses de Abril y Mayo, alcanzando su punto máximo entre los meses de Agosto y Noviembre. Para la etapa de acreción se establece su inicio en los meses de Octubre y Noviembre, alcanzando su máxima intensidad entre los meses de Marzo y Abril.

Respecto a los cambios morfológicos de la playa, se observa que en período de verano, la berma posee una pendiente mayor que en invierno, referente a la forma de la playa, los perfiles 1 y 5 presentan pendientes de perfil similares, lo mismo ocurre con los perfiles 2 y 4.

Los resultados del método de correlación de mediciones directas e indirectas para la reconstrucción de perfiles indican que los valores obtenidos a partir de la regresión lineal se ajustan de muy buena manera en los perfiles 1 y 2. A medida que el perfil de playa se aleja del punto de captura, el nivel de arena indicado por los puntos notables comienza a registrar diferencias que se incrementan a medida que se aleja del punto de captura, lo que indica la necesidad de realizar correcciones a los puntos notables a modo de representar eficazmente el perfil de playa.

Con la comprobación y aplicación de la metodología propuesta a las 79 fotografías recolectadas, incluyendo las 21 campañas de medición de perfiles, es posible aseverar que el método propuesto funciona correctamente y se ajusta de manera muy aproximada a la realidad, teniendo siempre presente las consideraciones y correcciones mencionadas.

Gracias por su
atención