



Instituto
Nacional de
Hidráulica

Ministerio de Obras
Públicas

Gobierno de Chile

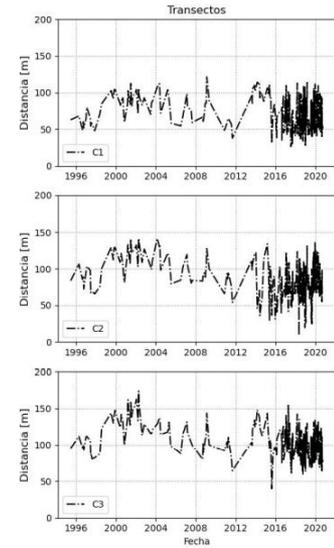
Diagnostico Playa la Serena

Equipo INH

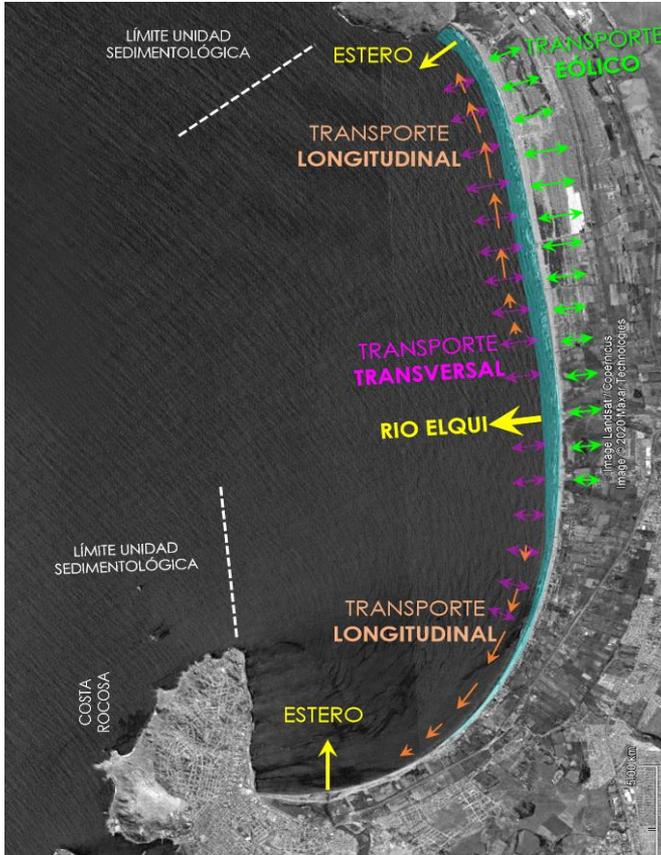
CONTENIDO

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones

1. Introducción



2. Metodología: Balance de sedimentos



Aportes:

- Ríos
- Acantilados
- Aportes Laterales

Sumideros:

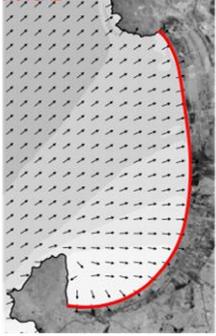
- Cañones sumergidos
- Transporte longitudinal
- Transporte eólico
- Transporte Transversal

Estudios:

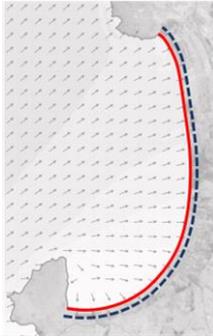
- Oleaje
- Corrientes
- Nivel del mar
- Hidrología
- Morfodinámico
- Transporte eólico

2. Metodología: Evolución de la playa

LINEA DE COSTA ACTUAL



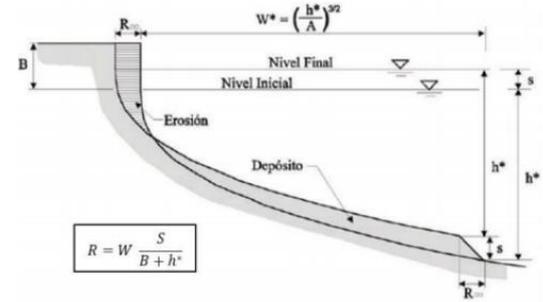
AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR Y CAMBIO EN OLEAJE



GIRO DE LA DIRECCIÓN DEL OLEAJE AL SUR



REDUCCION DEL APORTE SEDIMENTARIO

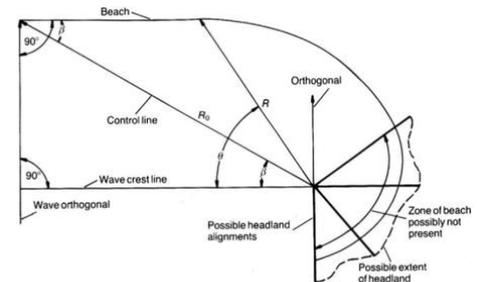


(Brunn, 1962)

$$\bar{X}^p - \bar{X}^h = \frac{\partial X}{\partial H} (\bar{H}^p - \bar{H}^h) + \frac{\partial X}{\partial T} (\bar{T}^p - \bar{T}^h) + \frac{\partial X}{\partial z} (\bar{z}^p - \bar{z}^h) + \frac{\partial X}{\partial \theta} (\bar{\theta}^p - \bar{\theta}^h) + \frac{\partial X}{\partial Q} (\bar{Q}^p - \bar{Q}^h)$$

REGLA DE BRUUN

GIRO (PARÁBOLA DE HSU) APORTES (BALANCE)



(Hsu & Evans, 1989)

2. Metodología: Estudios

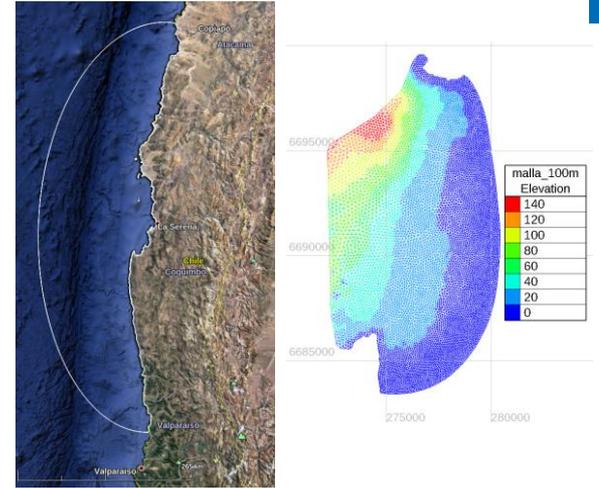
Análisis Histórico oleaje

1979-2020

- Batimetría GEBCO, Cartas Náuticas y campaña de medición en aguas someras DOP
- Forzantes: Olas WWII y vientos NOAA/NCEP
- Calibración 30 días

Las proyecciones del cambio climático

- El oleaje fue generado mediante el modelo WWIII a partir de vientos superficiales y concentraciones de hielo marino extraídas desde modelos climáticos globales del proyecto CMIP5
- Los resultados obtenidos en aguas profundas (S 31°, W 73.5°) fueron propagados mediante una función de transferencia basado en la aproximación de (Camus et Al., 2011) en toda la bahía.



10 días cluster INH

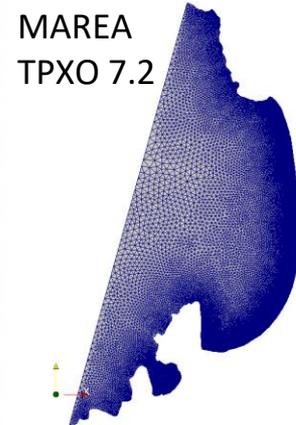
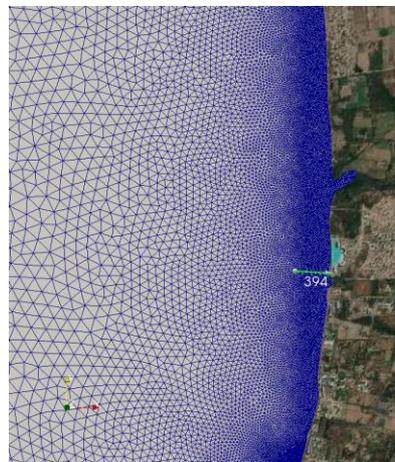
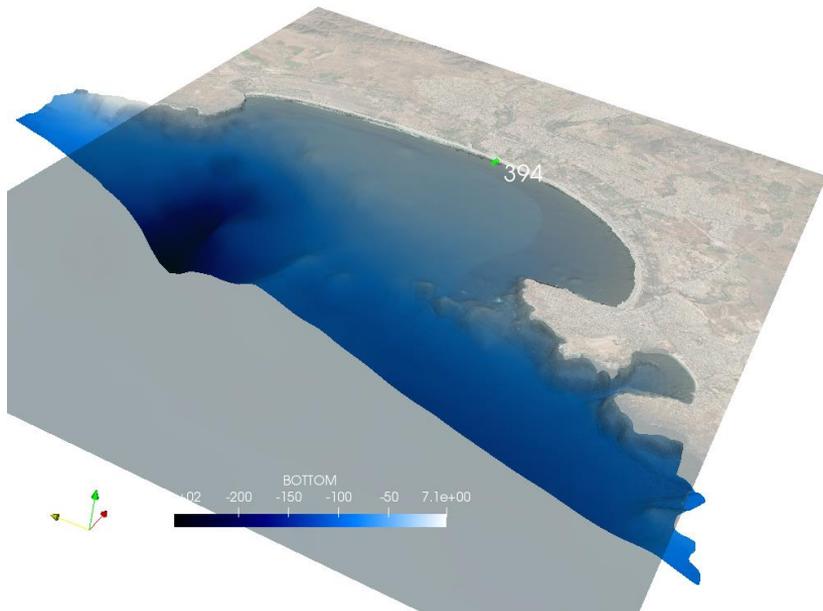
10 días NLHPC



calibración 30 días

2. Metodología: Estudios

Corrientes: Telemac 2D - TOMAWAC - SISYPHE.



MAREA
TPXO 7.2

Escenarios:
climas medios
extremos (evento del 2015)

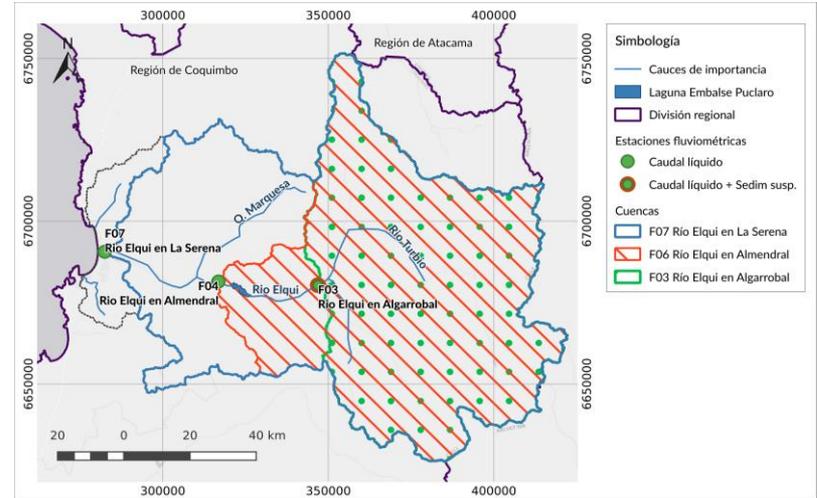
2. Metodología: Estudios

Hidrología:

- 3 estaciones de medición DGA
 - Río Elqui La Serena
 - Río Elqui Almendral
 - Río Elqui Algarrobal

Transporte Eólico:

- Análisis años 2012-2018 (-30 S, -71.5 W)
- Las formulaciones empleadas son descritas en el CEM Parte III.



2. Metodología: Estudios

Nivel del mar:

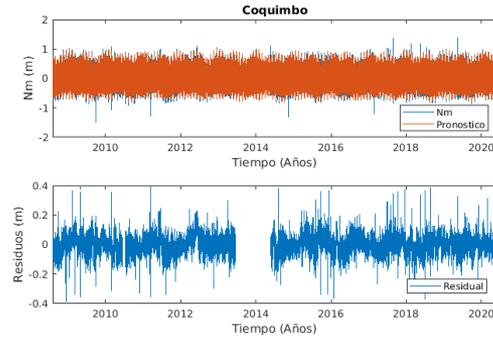
- Armónicas de las mareas (Utide) 2008-2020
- Estación de mareas de Coquimbo (SHOA)

La marea meteorológica:

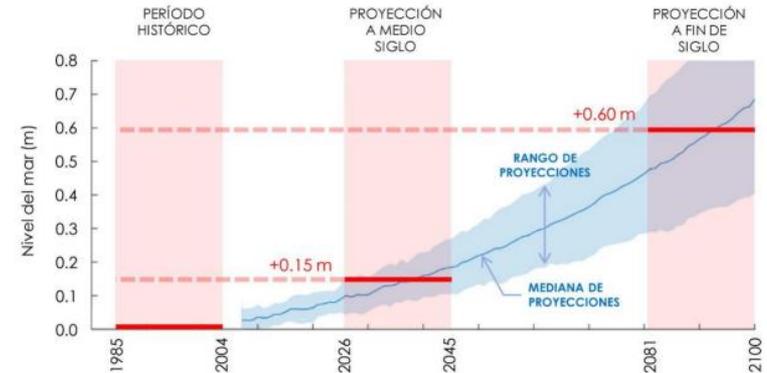
- variaciones residuales del nivel del mar asociadas a eventos de oleaje, obtenidos de la propagación de oleaje en nodo cercano a la estación mareográfica, seleccionando un total de 14 eventos de oleaje el valor promedio del residuo corresponde a 0,18 m

Nivel del mar proyectado:

- 0.15 m para medio siglo (2026-2045)
- 0.60 m para fin de siglo (2081-2100)



Análisis armónico UTide (Fuente: Elaboración propia).



Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile (Winckler et al., 2019)

2. Metodología: Estudios

Línea de costa:

- El análisis de 280 imágenes de satélite presentaron un retroceso de línea de costa que varían entre 0.28 y 1.18 m por año, que representa una disminución de 7 a 30 m del ancho de la playa entre los años 1995 al 2020 (González et al, 2021).

Morfodinámica:

- Modelo Xbeach
- Para una tormenta extrema y representativa de un evento de 100 años de T_r .
- Se amplificó la altura del oleaje por proyecciones del cambio climático y considera un aumento del nivel del mar (0.15 y 0.60 m) para cada periodo.



(González et al, 2021).



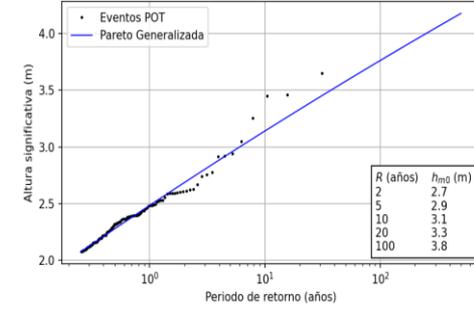
3.Resultados: Oleaje



Nodo	Promedio Hs(m)	Promedio Tp (s)	Promedio dp (°)	Profundidad de cierre (m)
30	1.3	13.4	253.0	5.7
31	1.1	13.4	268.3	7.3
32	1.4	13.6	267.1	7.7
33	1.3	13.6	262.0	7.6
34	1.2	13.7	268.7	6.2
35	1.0	13.7	275.8	5.6
36	0.8	13.7	286.9	3.7
37	0.5	13.7	310.1	2.2

$$d_l = 2.28H_{12} - 68.5 \frac{H_{12}^2}{gT_s^2}$$

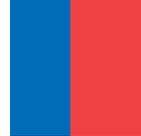
(Hallermeier, 1981)



Ajuste de probabilidad de eventos extremos en el Nodo 35.



3.Resultados: Proyecciones de Oleaje



Direcciones medias del fujo de energía a la entrada de la Bahía de Coquimbo para distintas bases de datos de proyecciones de cambio climático propagado a la costa

$$F_e = EC_g$$

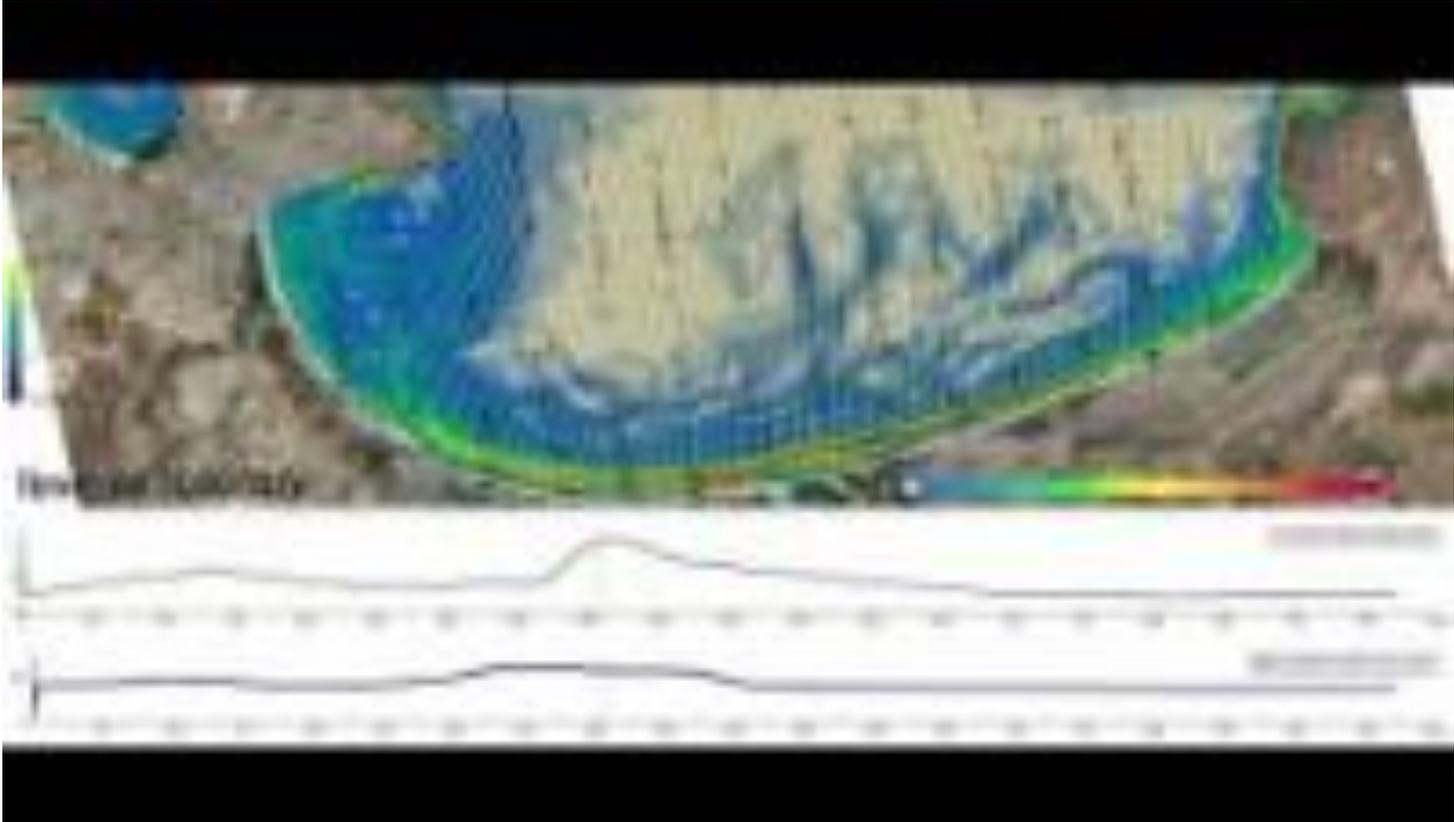
Periodo	ACCES10	CMCC	ECEARTH	HADGEN	MIROC5	MRICGM
Medio de Siglo	255.31	255.49	256.06	256.0	255.01	257.05
Fin de Siglo	254.93	254.95	258.45	256.71	255.23	257.41

Periodo	Mediana (°)
Medio de Siglo	255.74
Final de Siglo	255.96

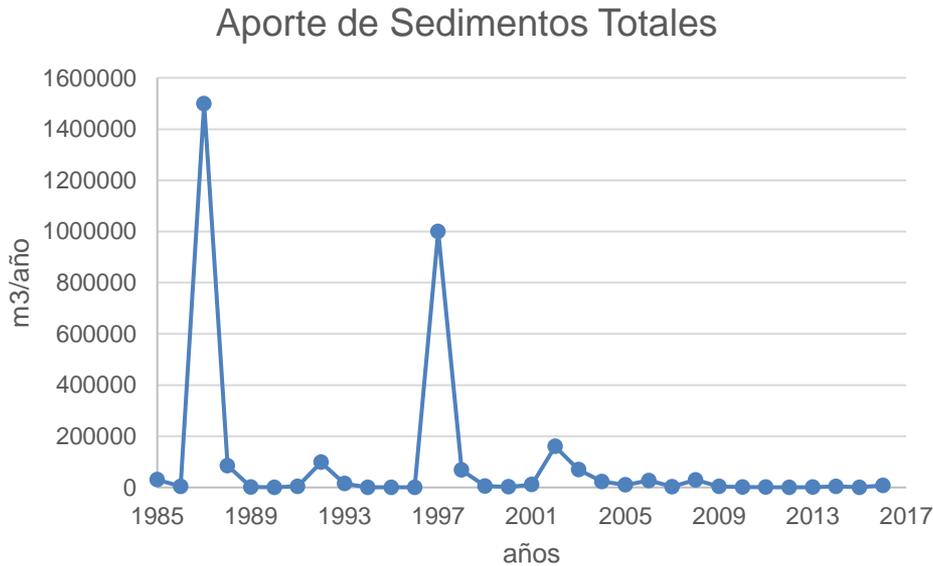
Con datos
históricos
Fe=256



3. Resultados: Corrientes



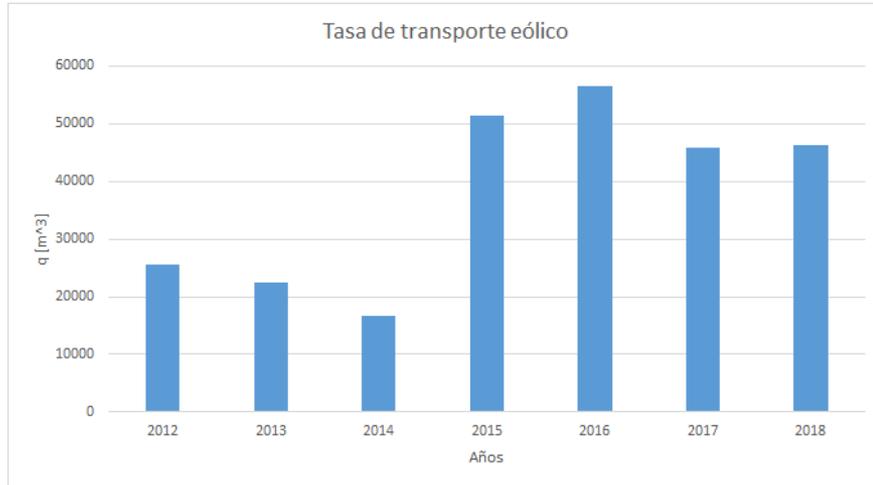
3.Resultados: Hidrología



	Aporte promedio
	m3/año
Previo al embalse Puclaro	2.0×10^5
Posterior embalse Puclaro y previo megasequía	3.4×10^4
Posterior al inicio de la megasequía	1.9×10^3



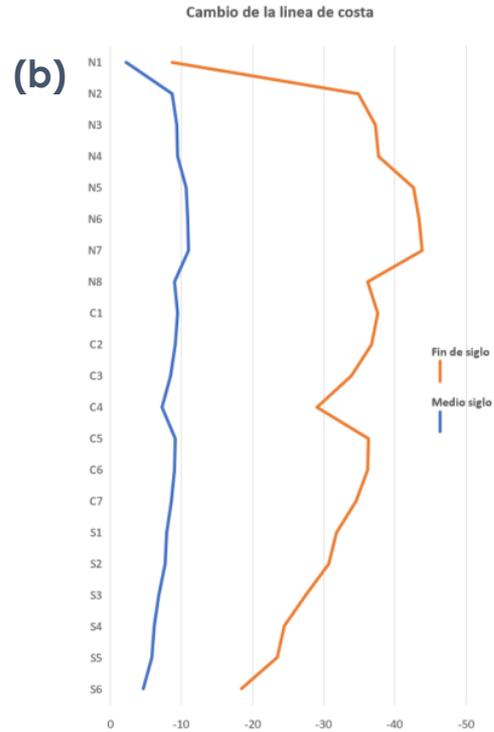
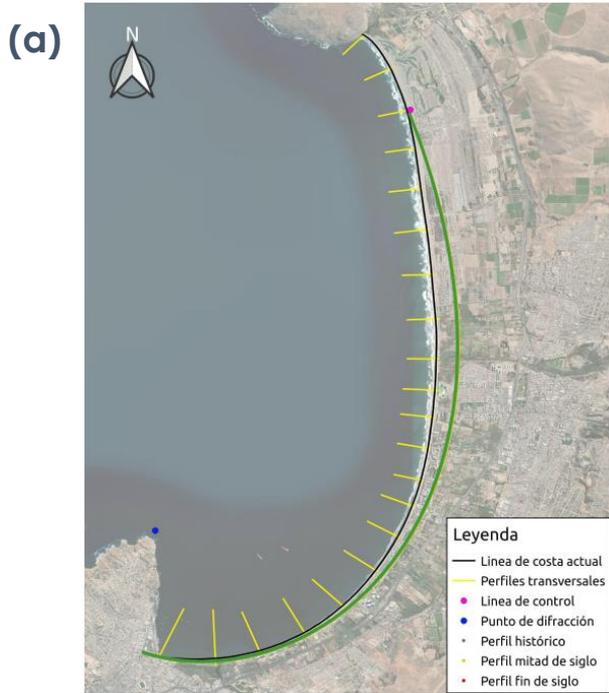
3.Resultados: Transporte eólico



38000 m³/año

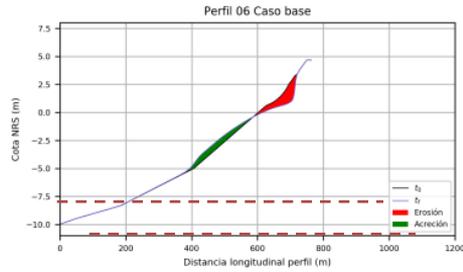


3.Resultados: Línea de costa

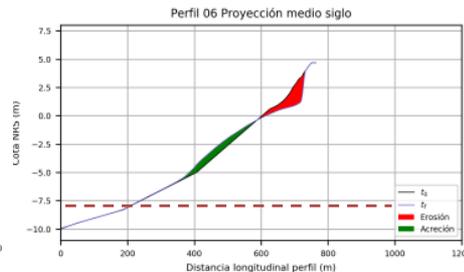


Resultados de los cambios de la línea de costa obtenidas por las formulaciones de (a) (Hsu & Evans, 1989) y (b) (Brunn, 1962) para mediados y fines de siglo.

3.Resultados: Morfología



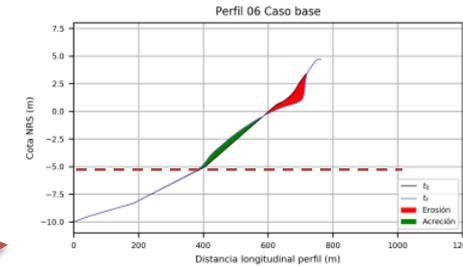
(a) Tormenta 2015 y marea normal



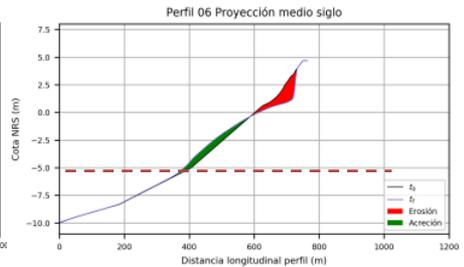
(b) Tormenta 2015 y marea actualizadas a medio siglo



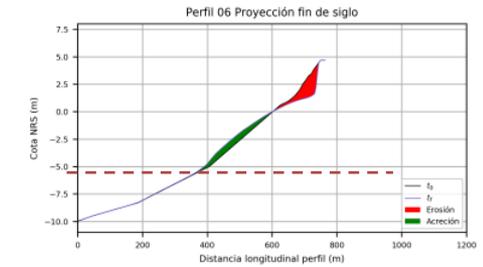
(c) Tormenta 2015 y marea actualizadas a fin de siglo



(a) Tormenta 2015 y marea normal



(b) Tormenta 2015 y marea actualizadas a medio siglo

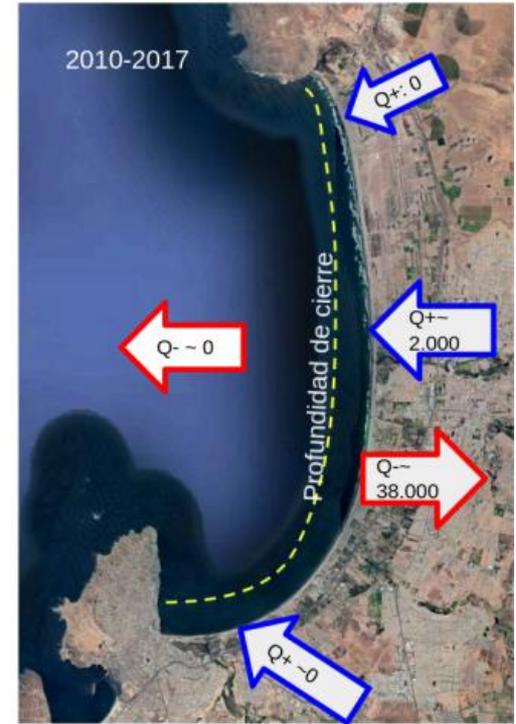


(c) Tormenta 2015 y marea actualizadas a fin de siglo

Cabe mencionar, que de acuerdo a las proyecciones de cambio climático, se predice un aumento de hasta un 25 % en la altura del oleaje extremo.



3.Resultados: Balance



Perdidas Línea de costa = 30.000 - 70.000 m³/año

4. Conclusiones

En la última década también se ha podido identificar una disminución de los caudales líquidos del río Elqui, los que resultan poco significativo desde el punto de vista de los aportes sedimentarios a la playa para su equilibrio en el tiempo.

Considerando los efectos del cambio climático:

- Las variaciones del flujo medio de energía de oleaje son despreciables, considerado la mediana de la dirección de propagación.
- Las variaciones de la altura de oleaje asociados a un mismo evento extremo (100 años) pero considerando los efectos del cambio climático en la altura, no generan cambios importantes para mediados y fin de siglo.
- Las variaciones del nivel del mar para mediados y fines de siglos, presentan valores en promedio de erosión de 8.15 m y 32.6 m respectivamente (Brunn, 1962).
- Bajo una situación conservadora y considerando las descargas (aportes) de sedimentos similares a como se ha observado los últimos 20 años, estimando retrocesos de aproximadamente 30 m a mediados de siglos y 110 m a fines de siglo.